

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию»

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 54



Минск
«ИВЦ Минфина»
2018

УДК [631.5/8+633](476)(082)

В сборнике публикуются материалы научных исследований по земледелию, растениеводству и селекции растений. Освещаются вопросы рационального использования средств интенсификации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, заготовки, качества кормов, а также результаты исследований в области селекции, биохимии и иммунитета растений.

Сборник трудов предназначен для научных работников сельскохозяйственного и биологического профилей, аспирантов и студентов соответствующих учреждений образования, руководителей сельскохозяйственного производства и агрономической службы республики.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»: *Привалов Ф.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси – главный редактор, *Урбан Э.П.*, доктор с.-х. наук, доцент – заместитель главного редактора, *Лужинский Д.В.*, кандидат с.-х. наук, *Гриб С.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси, *Шлапунов В.Н.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси, *Булавина Л.А.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Берестов И.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Булавина Т.М.*, доктор с.-х. наук, профессор; **РУП «Институт мелиорации и луговодства»:** *Мееровский А.С.*, доктор с.-х. наук, профессор; **РУП «Институт почвоведения и агрохимии»:** *Богдевич И.М.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси; **УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»** *Саскевич П.А.*, доктор с.-х. наук, профессор

Перевод на английский язык: *И.О. Песковская*

УДК [631.5/8+633](476)(082)

© РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию», 2018
© Оформление.
УП «ИВЦ Минфина», 2018

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ИХ В СЕВООБОРОТАХ

Л.Н. Грибанов, А.Ч. Скируха, кандидаты с.-х. наук,

В.Н. Куцева, В.Ф. Лихтарович

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 21.03.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук Л.А. Булавин

***Аннотация.** В статье изложены результаты исследований по изучению продуктивности специализированных зерновых севооборотов с разной степенью насыщения зерновыми. Результаты двенадцатилетних исследований показали эффективность чередования сельскохозяйственных культур разных биологических групп (плодосмена). Установлено, что урожайность возделываемых культур зависела не только от их размещения (чередования) в севообороте, но и вида севооборота и концентрации (насыщения) зерновых в нем. Дана сравнительная оценка севооборотов по сбору с 1 га пашни и посева кормовых единиц, переваримого протеина, зерна.*

Введение. В Республике Беларусь сложилась структура посевных площадей, при которой зерновые составляют 50-52%. Такой удельный вес зерновых позволяет вести земледелие с соблюдением классического плодосмена, где используются три группы культур: многолетние или однолетние бобовые травы – зерновые – пропашные – зерновые. При недостаточной площади пропашных культур вместо них может возделываться зернобобовая культура.

В настоящее время сельское хозяйство развивается как специализированная отрасль. Во многих сельскохозяйственных предприятиях функционируют крупные животноводческие комплексы. В хозяйствах, специализирующихся на производстве свинины и мяса птицы, возникает необходимость введения специализированных зерновых севооборотов с более высоким удельным весом зерновых культур. Такие севообороты применяются и в других хозяйствах, в том числе и специализирующихся на производстве продукции скотоводства, в порядке внутривозрастной специализации. Зерновые севообороты в таком случае вводятся, как правило, на более отдаленных от ферм землях. Если плодосмен требует разнообразия культур, то специализация на производстве зерна часто ведет к неоправданному их перенасыщению колосовыми и не дает возможности размещать их в рамках традиционных севооборотов и это означает, что в таких зерновых севооборотах неизбежны посеы зерновых по зерновым. Поэтому вопрос о подборе и правильном чередовании культур в севооборотах с короткой ротацией для сохранения и повышения урожайности сельскохозяйственных культур остается актуальным.

Методика проведения исследований. В 2006-2017 гг. в схеме стационарного опыта в севооборотах с 2-4-6 летней ротацией и насыщением зерновыми культурами от 50 до 100%, а также в бессменных посевах проводились исследова-

дования по изучению сравнительной продуктивности специализированных севооборотов с различной продолжительностью ротаций и степенью насыщения зерновыми культурами. Исследования велись в севооборотах, в которых применялось следующее чередование культур:

- 5 – Озимое тритикале – ячмень – клевер – озимая рожь;
- 9 – Картофель – ячмень – клевер – озимое тритикале;
- 11 – Клевер – ячмень – овес – озимое тритикале;
- 13 – Овес – озимое тритикале – озимая рожь – ячмень;
- 14 – Гречиха – ячмень – горох – озимое тритикале;
- 15 – Горох – ячмень;
- 16 – Люпин – ячмень;
- 17 – Озимая рожь – клевер – озимая пшеница – картофель – ячмень – овес;
- 18 – Овес – люпин – ячмень.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемая с глубины 90-120 см моренным суглинком с прослойкой песка на контакте на глубине 70-90 см. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,51-2,57%, азота – 0,117-0,125%, подвижных форм фосфора – 278-290 мг/кг, калия – 254-261 мг/кг почвы, рН (в К1) – 5,7-6,1, гидролитическая кислотность – 2,22-2,27 мг-экв./кг почвы, сумма поглощенных оснований – 73,9-74,4 мг-экв./кг почвы.

Под все зерновые культуры в изучаемых севооборотах применялся комплекс минеральных удобрений и химических средств защиты согласно регламентам по возделыванию сельскохозяйственных культур. Навоз в севооборотах вносили из расчета 10 т/га пашни.

Оценка продуктивности севооборотов проводилась по выходу кормовых единиц, переваримого белка и зерна с 1 га пашни, а также по сбору зерна с 1 га посева. Урожайность учитывали методом сплошной уборки по делянкам с пересчетом на чистое зерно при 14% влажности.

Результаты и их обсуждение. Различные сельскохозяйственные культуры по своим биологическим особенностям обладают не одинаковой способностью использовать солнечную энергию, материальные и трудовые ресурсы, почвенное плодородие и в связи с этим накапливают не одинаковую биомассу урожая. Поэтому эффект чередования культур тем выше, чем больше различий в биологических особенностях и технологии возделывания культур. Размещение культур разной биологической группы на одном месте несколько лет подряд приводит к снижению их урожайности [3]. Как показали наши исследования, самая низкая урожайность была получена в бессменных посевах – монокультуре (таблица 1). Среди зерновых культур в бессменных посевах наименьшая урожайность была у ячменя (32,5 ц/га), а наибольшая – у озимой ржи и озимого тритикале (39,6 и 39,4 ц/га соответственно). Озимая пшеница занимала промежуточное положение – 36,0 ц/га. Среди зернобобовых культур по урожайности горох уступал люпину. В бессменных посевах он обеспечил сбор зерна только 2,3 ц/га,

Таблица 1 – Урожайность зерновых культур в бессеменных посевах и в севообороте, ц/га (среднее за 2006–2017 гг.)

№ сев.	Чередование культур в севообороте	% зерновых, зернобобовых	Культура						
			Ячмень	Озимая рожь	Озимое тритикале	Озимая пшеница	Овес	Люпин	Горох
	Бессеменно	100	32,5	39,6	39,4	36,0	-	8,4	2,3
5	Озимое тритикале – ячмень – клевер – озимая рожь	75	39,7	49,0	45,8	-	-	-	-
9	Картофель – ячмень – клевер – озимое тритикале	50	45,2	-	51,6	-	-	-	-
11	Клевер – ячмень – овес – озимое тритикале	75	42,8	-	46,4	-	41,3	-	-
13	Озимая рожь – ячмень – овес – озимое тритикале	100	34,8	42,9	41,2	-	36,1	-	-
14	Гречиха – ячмень – горох – озимое тритикале	100	40,0	-	48,1	-	-	-	22,4
15	Горох – ячмень	100	34,0	-	-	-	-	-	6,8
16	Люпин – ячмень	100	37,1	-	-	-	-	20,4	-
17	Овес – озимая рожь – клевер – озимая пшеница – картофель – ячмень	66,6	44,2	48,4	-	45,0	42,1	-	-
18	Овес – люпин – ячмень	100	40,3	-	-	-	39,5	26,3	-

в то время как люпин узколистный – 8,4 ц/га. Однако при размещении в севооборотах их урожайность резко возрастала до 22,4-26,3 ц/га соответственно.

Зернобобовые культуры после себя оставляют в почве разное количество биологического азота и, несмотря на то, что они все являются хорошими предшественниками для зерновых, исследования показали, что их урожайность и урожайность следующей за ними культуры в значительной степени зависели от их концентрации и периода возврата на прежнее место в севообороте. Так, в 2-польном севообороте, например, при чередовании ячменя с горохом прибавка урожайности ячменя составила 1,5 ц/га, что на 4,6% выше, чем в бессменном посеве. В 2-польном севообороте после люпина эта разница уже составила 4,6 ц/га или на 14,2% выше, чем в монокультуре. Размещение ячменя после люпина узколистного, но уже в 3-польном севообороте, увеличивало урожайность зерновой культуры на 24% – до 40,3 ц/га. Примерно такая же урожайность ячменя (40,0 ц/га) была получена и в четырехпольном севообороте после гречихи, где также имелось 100% зерновых (50% из них не колосовые). В севообороте, где доля зерновых была 75%, а предшественник озимое тритикале, урожайность этой культуры составила 42,8 ц/га. Размещение ячменя после картофеля в севообороте, где зерновые составляли 66,6%, увеличивало урожайность до 44,8 ц/га или на 12%. Примерно такая же урожайность ячменя в годы исследований была в плодосменном севообороте (классическое четырехполье), где 50% составляют зерновые, 25% – пропашные и 25% – многолетние бобовые травы. В этом севообороте за годы исследований урожайность ячменя после картофеля в среднем составила 45,2 ц/га, что только на 2,2% выше, чем в севообороте при 66,6% зерновых, но на 39,1% выше, чем в его бессменных посевах.

Озимое тритикале по своей реакции на предшественник значительно ближе к пшенице, чем ко ржи [4]. Эта культура предъявляет более высокие требования как к плодосмену, так и к предшественникам. Однако, как показывают наши исследования, ее урожайность зависела не только от предшественника, но и от концентрации зерновых в севообороте. Так, в севооборотах при 75% зерновых после озимой ржи урожайность озимого тритикале составила 46,4 ц/га, а в севообороте со 100% зерновых после овса его урожайность уже составила только 41,2 ц/га, что на 12,0% ниже.

При размещении озимого тритикале после гороха в севообороте со 100% зерновых, где 50% занимали неколосовые культуры (гречиха, горох), урожайность озимого тритикале составила 48,1 ц/га, что на 16,7% выше, чем в севообороте со 100% зерновых после овса. Самая высокая урожайность озимого тритикале отмечена в классическом плодосменном севообороте с 50% зерновых – 51,6 ц/га.

Овес для многих сельскохозяйственных культур, в т.ч. зерновых колосовых, в силу того, что меньше подвержен корневым гнилям, является допустимым предшественником. После зерновых предшественников при внесении оптимальных доз удобрений урожайность овса часто не уступает урожайности при размещении его после пропашных и зернобобовых культур, однолетних и многолетних бобовых трав [2, 4]. Однако наши исследования показали, что овес

по-разному реагировал на ячмень в качестве предшественника в севооборотах с разной насыщенностью зерновыми культурами. Так, в зерновом севообороте при 100% зерновых в звене озимая рожь – ячмень – овес урожайность овса составила 36,1 ц/га и была самой низкой. В севообороте, где имелось 75% зерновых и предшественником овса был ячмень, но возделываемый по клеверному пласту, урожайность овса в среднем составила 41,3 ц/га, что на 5,2 ц/га или на 14,4% выше, чем в севообороте, где предшественником овса был ячмень, возделываемый по озимой ржи. Самая высокая урожайность овса за годы исследований была в зерновом севообороте при концентрации зерновых 66,6%. В этом 6-польном севообороте в звене картофель – ячмень – овес она составила 42,1 ц/га, что на 0,8 ц/га выше, чем в севообороте с насыщением зерновыми 75% и на 6,0 ц/га, чем в севообороте при 100% зерновых культур.

Исследования по изучению сравнительной продуктивности специализированных севооборотов показали большие различия в продуктивности гектара земли в зависимости от состава и соотношения культур, продолжительности ротации и степени насыщения зерновыми культурами (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность севооборотов в зависимости от структуры посевов (среднее за 2006-2017 гг.)

№ сева	Кол-во полей	Структура посевов, %				Сбор, ц			
		зерновые и з/бобовые	многолетние травы		пропашные	с 1 га пашни			с 1 га посева
			% в сеете	видовой состав		к.ед.	переваримый протеина	зерна	
5	4	75	25	Кл. 1г.п.	-	83,1	6,79	33,6	44,8
9	4	50	25	Кл. 1г.п.	25	87,6	7,20	24,2	48,4
11	4	75	25	Кл. 1г.п.	-	78,0	6,98	32,7	43,6
13	4	100	-	-	-	61,9	4,23	38,7	38,7
14	4	100	-	-	-	49,8	4,21	32,9	32,9
15	2	100	-	-	-	35,3	2,66	20,4	20,4
16	2	100	-	-	-	51,4	5,39	28,8	28,8
17	6	66,6	16,6	Кл. 1г.п.	16,6	84,1	6,50	30,7	46,0
18	3	100	-	-	-	57,3	5,86	35,4	35,4

Кл. 1г.п. – клевер 1 года пользования

В годы исследований выход кормовых единиц с 1 га пашни колебался от 35,3 до 87,6 ц/га, переваримого протеина от 2,66 до 7,20 ц/га. Просматривалась тенденция снижения выхода кормовых единиц при уменьшении доли кормовых культур и увеличении доли зерновых в севообороте. Так, при 50% зерновых было получено 87,6 ц/га, при 66,6% – 84,1 ц/га, при 75% – 78,0-83,1 ц/га и при 100% зерновых – 35,3-61,9 ц/га. Однако при этом, как показали исследования, с ростом доли зерновых с 50 до 75% существенно увеличивался выход зерна с 1 га пашни – с 24,2 до 38,7 ц. При увеличении доли зерновых с 50% до 66,6% урожайность зерна с 1 га посева в севооборотах оставалась практически на одном уровне и составляла 46,0-48,4 ц/га. При удельном весе 75% зерновых уро-

жайность несколько снижалась и составляла 43,6-44,8 ц/га. Дальнейшее увеличение удельного веса зерновых до 100% в зависимости от структуры и количества полей снижало урожайность зерна с площади посева зерновых в результате увеличения засоренности посевов и пораженности растений болезнями [1, 3, 5] до 20,4-38,7 ц/га.

Из вышеизложенного следует, что зерновыми колосовыми без снижения продуктивности севооборота возможно насыщать до 66,6%. При наличии в севообороте 25% клевера одногодичного пользования и пожнивных возможно насыщение до 75%. Если группа зерновых колосовых представлена в основном пшеницей и ячменем, которые предъявляют высокие требования к предшественникам, то в севооборот следует включать зернобобовые и крестоцветные культуры, позволяющие снизить отрицательное влияние при размещении зерновых по зерновым. Такая структура зерновых согласуется с требованиями кормовой базы хозяйства, специализирующихся на производстве свинины и мяса птицы.

Выводы

1. Самая высокая урожайность ярового ячменя и озимого тритикале получена в классическом плодосменном севообороте с 50%-м насыщением зерновыми культурами – 45,2 и 51,6 ц/га соответственно. С ростом удельного веса зерновых в севообороте от 50-66,6% до 75% ячмень в зависимости от предшественника снижал урожайность на 5,6-13,9%, до 100% концентрации – на 12-33%. Снижение урожайности озимого тритикале составило 11-13% при 75% зерновых и 25% – при 100%. Бессменные посевы ярового ячменя и озимого тритикале обеспечили сбор зерна 32,5 и 39,4 ц/га, что составило только 72 и 76% от урожайности этих культур в севообороте с 50% насыщением зерновыми.

2. Овес в меньшей степени чем другие зерновые подвержен влиянию предшественников. Самая высокая урожайность овса получена в севообороте при концентрации зерновых 66,6% – 42,1 ц/га. В севообороте с 75% насыщением зерновыми его урожайность составила 41,3 ц/га или на 2% ниже. При 100% концентрации зерновых колосовых сбор зерна снизился до 36,1 ц/га или на 17%.

3. Насыщение севооборотов зерновыми культурами до 66,6% позволяет увеличивать производство зерна без значительного снижения урожайности и продуктивности пашни. В севооборотах с повышенным удельным весом зерновых более 75% процентов увеличивается выход зерна с севооборотной площади, однако существенно снижается урожайность с 1 га посева.

Литература

1. *Золотарь, А.К.* Влияние севооборота и химической защиты растений на засоренность посевов и урожайность зерновых культур/ А.К. Золотарь, Л.Н Грибанов., С.В. Круглый // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средства растений (Материалы международной научно-практической конференции). - Беларусь, г. Горки, БГСХА, 27-29 мая, 2003.-Т.1.-Ч.3.-С.73-74.

2. Грибанов, Л.Н. Роль предшественника в формировании урожайности колосовых в севооборотах с высокой концентрацией зерновых культур / Л.Н. Грибанов [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. – Минск, 2015. – Вып. 51. – С.13-17.

3. Никочик, П.И. Системы использования земли для хозяйств разной специализации / П.И. Никочик [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси, Минск: «ИВЦ Минфина», 2007– С.18-28.

4. Никончик, П.И. Предшественники зерновых культур при разных уровнях плодородия почвы и удобрений / П.И. Никончик // Земледелие и растениеводство в БССР: сб. науч. тр. – Мн., 1989. – Т. 33. – С.3-7.

5. Никончик, П.И. Агроэкономические основы систем использования земли / П.И. Никончик. – Минск: Беларуская навука, 2007. – 532 с.

YIELD FORMING OF SPIKED CROPS AT THEIR HIGH CONCENTRATION IN CROP ROTATIONS

L.N. Gribanov, A.Ch. Skirukha, V.N. Kutseva, V.F. Likhtarovich

Research results of the studies on the productivity of specialized cereal crop rotations with different level of saturation by cereals are presented in the article. The results of 12-year researches showed the efficiency of alteration of agricultural crops of different biological groups (crop rotation). It was established that the yield of cultivated crops depended not only on their placing (alteration) in a crop rotation but on a rotation type and cereal concentration (saturation) in it. The comparative evaluation of crop rotations by the yield per 1 ha and sowing of fodder units, digestible protein, and grain was given.

УДК 633.11«324»:631[559+84+5]

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ*

Д. Н. Куцев, аспирант

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 13.02.2018 г.)

Рецензент: канд. с.-х. наук И.В. Сацюк

***Аннотация.** В статье изложены результаты исследований по изучению зависимости урожайности зерна озимой пшеницы от предшественников, способов основной обработки почвы и уровня азотного питания растений. Установлено, что в среднем за два года наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы (61,3 ц/га) была получена при возделывании ее после гороха по чизелеванию с использованием азота в дозе $N_{70+70+20}$. Долю влияния на урожайность зерна озимой пшеницы изучаемых факторов можно расположить в следующей убывающей последовательности: азот – предшественник – обработка почвы.*

*Работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук, профессора Л.А. Булавина

Для решения проблемы самообеспечения республики зерном пшеницы важнейшее значение имеет дальнейшее совершенствование основных элементов технологии возделывания этой культуры. Наибольший интерес в этом отношении представляют размещение озимой пшеницы по наиболее благоприятным предшественникам в севообороте, оптимизация сроков и способов обработки почвы, рациональное применение минеральных удобрений, прежде всего, азотных, защита посевов от сорняков болезней, вредителей, использование сортов, наиболее адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, и т.д. [1, 3]. Оптимизация указанных выше агроприемов с учетом конкретных условий произрастания озимой пшеницы имеет важное значение, т.к. позволяет в максимальной степени реализовать потенциал продуктивности этой культуры.

Условия и методика. Исследования по совершенствованию основных элементов технологии возделывания озимой пшеницы проводили в 2015-2017 гг. в Смолевичском районе Минской области по общепринятой методике [2] на дерново-подзолистой супесчаной почве (содержание гумуса – 2,45-2,67%, P_2O_5 – 303-314 мг/кг, K_2O – 289-301 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,9-6,3) в трехфакторном полевом опыте, схема которого будет представлена ниже. Площадь делянки первого порядка (предшественник) составляла 1440 м² (30 x 48 м), второго (способ обработки почвы) – 360 м² (30 x 12 м), третьего (доза азота) – 72 м² (6 x 12 м). После уборки изучаемых предшественников и отрастания сорняков на опытном участке применяли гербицид раундап (5,0 л/га). При проявлении на сорных растениях гербицидного эффекта вносили фосфорные и калийные удобрения в дозе $N_{20}P_{60}K_{120}$, проводили закладку вариантов основной обработки почвы и через две недели с помощью комбинированного почвообрабатывающе-посевого агрегата KUNN Fastliner высевали озимую пшеницу сорта *Августина*. Норма высева семян 4,0 млн шт./га. Перед посевом семена озимой пшеницы обрабатывали препаратом Кинто Дуо (2,0 л/га). В фазу 2-3 листьев культуры применяли гербицид Кугар (1,0 л/га).

Азотные удобрения весной применяли в соответствии со схемой опыта. Для защиты озимой пшеницы от корневых гнилей и листовых болезней весной в начале выхода в трубку (ДК 31) посевы обрабатывали фунгицидом Гилт Турбо (0,8 л/га). Для более полной защиты посевов озимой пшеницы от болезней листового аппарата в фазу флагового листа (ДК 37) использовали фунгицид Амистар экстра (0,5 л/га). Уборку озимой пшеницы проводили поделочно прямым комбайнированием с последующим пересчетом урожайности зерна на стандартную влажность (14%).

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от среднеголетних как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. За вегетационный период 2016 г. (I декада мая – III декада августа) сумма активных температур превысила норму на 8,2%, а количество атмосферных осадков было ниже нормы на 5,3% при крайне неравномерном их выпадении. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,38 при норме 1,57. За вегетационный период 2017 г. сумма активных темпера-

тур была ниже нормы на 1,7%, количество атмосферных осадков превышало среднемноголетний уровень на 9,0%, а ГТК составил 1,74.

Результаты и обсуждения. Установлено, что урожайность зерна озимой пшеницы изменялась в годы исследований в зависимости от характера влияния изучаемых факторов на этот показатель. Так, в условиях недостаточного увлажнения 2016 г. урожайность зерна озимой пшеницы находилась в пределах 35,1-54,2 ц/га в зависимости от предшественника, способа обработки почвы и дозы азотных удобрений (таблица). Наибольшей она была при возделывании озимой пшеницы после гороха. В вариантах, где эту культуру выращивали без применения азотных удобрений, весной урожайность зерна после зернобобового предшественника находилась в пределах 39,7-43,0 ц/га в зависимости от способа обработки почвы, снижаясь по мере уменьшения ее интенсивности. После рапса указанный выше показатель в этом случае составил 38,2-41,7 ц/га, т.е. был ниже на 1,3-1,8 ц/га (3,0-4,7%). В вариантах, где озимую пшеницу возделывали после овса, урожайность зерна снижалась по сравнению с зернобобовым предшественником на 4,0-4,8 ц/га (10,3-13,1%). Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что снижение урожайности зерна озимой пшеницы после рапса было, как правило, недостоверным, а после овса – достоверным.

При возделывании озимой пшеницы с использованием азотных удобрений снижение урожайности от крестоцветного и зернового предшественников в сравнении с зернобобовым находилось в зависимости от способа обработки почвы и уровня азотного питания растений в пределах 0,2-1,9 ц/га (0,4-3,6%) и 2,1-3,7 ц/га (3,9-7,1%) соответственно, т.е. этот показатель снижался в среднем по способам обработки почвы в зависимости от доз азота в 1,1-1,5 и 1,2-1,4 раза. В блоке опыта, где озимую пшеницу возделывали после рапса, эти различия находились в пределах ошибки опыта, а после овса были, как правило, достоверными.

При возделывании озимой пшеницы после овса без внесения азота урожайность по вспашке, чизелеванию, дискованию и прямому посеву составила соответственно 39,0; 38,1; 36,6; 35,1 ц/га. Недобор урожайности зерна по сравнению со вспашкой при замене ее чизелеванием в этом случае был равен 0,9 ц/га (2,4%), дискованием – 2,4 ц/га (6,6%), прямым посевом – 3,9 ц/га (10,0%). В блоке опыта, где озимую пшеницу возделывали после рапса, указанные выше показатели составили 1,0 ц/га (2,5%), 2,1 ц/га (5,3%), 3,5 ц/га (8,4%), а после гороха – 0,4 ц/га (0,9%), 1,6 ц/га (3,9%), 3,3 ц/га (7,7%). Достоверное снижение урожайности озимой пшеницы в сравнении со вспашкой в этом случае по изучаемым предшественникам отмечалось в варианте с прямым посевом, реже – дискованием (таблица).

На фоне применения азотных удобрений при возделывании озимой пшеницы после гороха различия по урожайности между вспашкой и другими способами обработки почвы находились в пределах 0,1-2,1 ц/га (0,2-4,0%) и были недостоверными при всех изучаемых уровнях азотного питания растений. В блоке опыта, где озимую пшеницу возделывали после рапса и овса, эти различия были равны соответственно 0,2-3,0 ц/га (0,4-5,8%) и 0,2-3,3 ц/га (0,4-6,7%)

Таблица – Влияние предшественников, способов обработки почвы и азотных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы, ц/га

Предшественник	Способ обработки почвы	Год	N ₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	Фон + N ₇₀₊₅₀	Фон + N ₇₀₊₇₀	Фон + N ₇₀₊₇₀₊₂₀	Фон + N ₇₀₊₇₀₊₂₀₊₂₀
Овес	Вспашка	2016	39,0	49,2	51,5	51,2	52,0
		2017	41,4	57,1	61,5	66,1	65,7
		Среднее	40,2	53,2	56,5	58,7	58,9
	Чизелевание	2016	38,1	48,7	51,3	51,0	49,6
		2017	40,5	56,3	61,2	65,7	66,0
		Среднее	39,3	52,5	56,3	58,4	57,8
	Дискование	2016	36,6	47,3	50,0	50,6	51,0
		2017	39,4	55,9	60,8	65,5	64,9
		Среднее	38,0	51,6	55,4	58,1	58,0
	Прямой посев	2016	35,1	45,9	48,5	49,3	49,0
		2017	38,2	54,5	58,7	63,2	64,0
		Среднее	36,7	50,2	53,6	56,3	56,5
Рапс яровой	Вспашка	2016	41,7	51,3	53,4	53,4	52,9
		2017	43,5	60,1	63,0	66,9	66,7
		Среднее	42,6	55,7	58,2	60,2	59,8
	Чизелевание	2016	41,1	51,1	53,7	54,0	54,2
		2017	42,7	59,8	63,3	67,3	66,8
		Среднее	41,9	55,5	58,5	60,7	60,5
	Дискование	2016	39,6	49,8	52,7	53,2	53,5
		2017	41,4	59,5	62,2	66,1	67,0
		Среднее	40,5	54,7	57,5	59,7	60,3
	Прямой посев	2016	38,2	48,3	50,4	51,1	51,0
		2017	40,3	57,7	60,3	64,1	64,7
		Среднее	39,3	53,0	55,4	57,6	57,9
Горох	Вспашка	2016	43,0	52,2	54,0	53,6	54,1
		2017	45,1	61,9	64,4	68,2	67,8
		Среднее	44,1	57,1	59,2	60,9	61,0
	Чизелевание	2016	42,6	52,4	53,9	54,2	53,8
		2017	44,8	62,1	64,4	68,3	68,5
		Среднее	43,7	57,3	59,2	61,3	61,2
	Дискование	2016	41,4	51,2	53,3	54,0	54,3
		2017	43,3	61,5	63,8	67,5	67,0
		Среднее	42,4	56,4	58,6	60,8	60,7
	Прямой посев	2016	39,7	50,1	52,2	53,0	52,2
		2017	41,9	60,0	62,0	65,8	66,2
		Среднее	40,8	55,1	57,1	59,4	59,2

НСР₀₅ 2016 г. предшественник 1,6; обработка почвы 2,0; азот 2,4 ц/га

НСР₀₅ 2017 г. предшественник 1,2; обработка почвы 1,3; азот 1,5 ц/га

Примечание: N₂₀ – до посева в составе фосфорных удобрений, 1-й срок внесения азота – начало активной вегетации растений, 2-й срок – выход в трубку, 3-й срок – флаговый лист, 4 – срок – колошение.

достигая максимума в варианте с прямым посевом. После крестоцветного предшественника различия между вспашкой и прямым посевом были достоверны лишь в вариантах с использованием N_{70+50} и N_{70+70} , а после зернового это отмечалось даже в варианте с внесением $N_{70+70+20+20}$.

Азотные удобрения в условиях 2016 г. оказывали значительное влияние на урожайность зерна озимой пшеницы. При внесении N_{70+50} прибавка урожайности по сравнению с фоновым вариантом была достоверной и находилась в пределах 9,2-10,8 ц/га (21,4-30,8%) в зависимости от предшественника и способа обработки почвы. В вариантах, где азот вносили в дозах N_{70+70} , отмечалось дальнейшее увеличение урожайности зерна озимой пшеницы. При возделывании ее после гороха прибавка в сравнении с N_{70+50} составила в зависимости от способа обработки почвы 1,5-2,1 ц/га (2,9-4,2%) и была в пределах ошибки опыта. В блоках опыта, где озимую пшеницу возделывали после рапса и овса, этот показатель находился в пределах 2,1-2,9 ц/га (4,3-5,8%) и был в большинстве вариантов достоверным. Дополнительное внесение N_{20} в фазу флагового листа и N_{20} в фазу колошения не оказало существенного влияния на этот показатель из-за недостатка влаги в почве, связанного с дефицитом атмосферных осадков в период проведения азотных подкормок, и прибавка урожайности была не более 0,1-1,0 ц/га (0,2-1,9%), находясь в пределах ошибки опыта. Поэтому в условиях 2016 г. оптимальной дозой азота являлась N_{70+70} , которая позволила сформировать после зернобобового предшественника урожайность зерна озимой пшеницы по вспашке 54,0 ц/га, а по чизелеванию 53,9 ц/га. При использовании более высоких доз азота ($N_{70+70+20}$ и $N_{70+70+20+20}$) этот показатель находился практически на таком же уровне и составил 54,1-54,3 ц/га. Замена вспашки на этом уровне азотного питания растений чизелеванием, дискованием и прямым посевом снижала урожайность зерна на 0,1; 0,7; 1,8 ц/га, т.е. 0,2; 1,3; 3,3% соответственно. Оценка полученных результатов свидетельствует о том, что в условиях 2016 г. доля влияния на урожайность зерна озимой пшеницы изучаемых в этом опыте предшественников составила 6,9%, способов обработки почвы 3,3%, азотных удобрений 76,7%.

В условиях 2017 г., который характеризовался достаточным увлажнением вегетационного периода, урожайность зерна озимой пшеницы изменялась в пределах 38,2-68,5 ц/га в зависимости от предшественника, способа обработки почвы и дозы азотных удобрений. При возделывании этой культуры после овса без внесения азота урожайность по вспашке, чизелеванию, дискованию и прямому посеву составила соответственно 41,4; 40,5; 39,4; 38,2 ц/га. Недобор урожайности зерна по сравнению со вспашкой при замене ее чизелеванием в этом случае был равен 0,9 ц/га (2,2%), дискованием – 2,0 ц/га (4,8%), прямым посевом – 3,2 ц/га (7,7%). В блоке опыта, где озимую пшеницу возделывали после рапса, указанные выше показатели составили 0,8 ц/га (1,8%), 2,1 ц/га (4,8%), 3,2 ц/га (7,4%), а после гороха – 0,3 ц/га (0,7%), 1,8 ц/га (4,0%), 3,2 ц/га (7,1%). Достоверными различия по урожайности озимой пшеницы на безазотном фоне были при замене вспашки дискованием и прямым посевом (таблица).

Внесение азотных удобрений в сложившихся условиях обеспечивало существенное увеличение урожайности зерна озимой пшеницы. При внесении азота в дозе N_{70+50} прибавка урожайности находилась в пределах 15,7-18,2 ц/га, т.е. 37,9-42,0%, а в вариантах, где в эти же сроки применяли дозу азота N_{70+70} , урожайность зерна увеличивалась на 2,0-4,9 ц/га (3,3-8,8%) в зависимости от предшественника и способа обработки почвы. Дополнительное внесение азота в дозе N_{20} в фазу флагового листа озимой пшеницы увеличивало урожайность зерна на 3,7-4,7 ц/га (5,8-7,7%). При этом необходимо отметить, что различия по урожайности зерна озимой пшеницы между дозами азота N_{70+50} , N_{70+70} и $N_{70+70+20}$ были достоверными. В то же время внесение N_{20} в фазу колошения не оказало существенного влияния на этот показатель и различия по урожайности между этой и другими дозами азота находились в пределах ошибки опыта. Прибавка урожайности зерна озимой пшеницы от оптимальной в условиях 2017 г. дозы азота ($N_{70+70+20}$) находилась в пределах 23,1-27,1 ц/га (51,2-68,8%) в зависимости от предшественника и способа обработки почвы. Наибольшая прибавка от применения азота была получена в варианте, где озимую пшеницу возделывали после овса по дискованию.

Оптимальная в условиях 2017 г. доза азота ($N_{70+70+20}$) обеспечила наибольшую урожайность зерна при возделывании озимой пшеницы после гороха по вспашке и чизелеванию (68,2 и 68,3 ц/га). В вариантах с дискованием и прямым посевом указанный выше показатель был равен соответственно 67,5 и 65,8 ц/га. Замена вспашки на этом уровне азотного питания растений дискованием и прямым посевом снижала урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой после гороха, соответственно на 0,7 и 2,4 ц/га, т.е. на 1,0 и 3,5%. Достоверными по сравнению со вспашкой различия были лишь в варианте с прямым посевом. В блоках опыта, где эту культуру высевали после овса и рапса при указанном выше уровне азотного питания растений, снижение урожайности зерна по сравнению со вспашкой в варианте с чизелеванием не превышало 0,4 ц/га (0,6%) и было недостоверным. В вариантах с дискованием и прямым посевом этот показатель был равен соответственно 0,6-0,8 ц/га (0,9-1,2%) и 2,8-2,9 ц/га (4,2-4,4%) и был достоверным лишь в последнем случае.

Оценка полученных результатов свидетельствует о том, что в условиях 2017 г. доля влияния на урожайность зерна озимой пшеницы изучаемых в этом опыте предшественников составила 2,1%, способов обработки почвы 1,1%, азотных удобрений 89,1%.

В среднем за 2016-2017 гг. наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы (61,3 ц/га) была получена при возделывании этой культуры после гороха по чизелеванию с использованием азота в дозе $N_{70+70+20}$. В вариантах со вспашкой и дискованием указанный выше показатель после зернобобового предшественника при внесении этой дозы азота составил соответственно 60,9 и 60,8 ц/га, т.е. был лишь на 0,4 ц/га (0,7%) и 0,5 ц/га (0,8%) ниже. При замене вспашки прямым посевом при этой дозе азотных удобрений недобор урожайности зерна озимой пшеницы составил 1,5 ц/га (2,5%) (таблица).

Аналогичная закономерность отмечалась и при возделывании озимой пшеницы после рапса. Наибольшая урожайность (60,7 ц/га) была получена также в варианте с чизелеванием при внесении азота в дозе $N_{70+70+20}$. В варианте со вспашкой этот показатель был равен в среднем 60,2 ц/га, т.е. лишь на 0,5 ц/га (0,8%) ниже по сравнению с чизелеванием. При замене вспашки дискованием и чизелеванием урожайность зерна снижалась на этом фоне азотного питания растений соответственно на 0,5 ц/га (0,8%) и 2,6 ц/га (4,3%).

В блоке опыта, где озимую пшеницу возделывали после овса, наибольшая урожайность (58,7-58,9 ц/га) была получена по вспашке при внесении азота в дозах $N_{70+70+20}$ и $N_{70+70+20+20}$. В вариантах с чизелеванием, дискованием и прямым посевом этот показатель на фоне $N_{70+70+20}$ снижался соответственно на 0,3 ц/га (0,5%), 0,6 ц/га (1,0%), 2,4 ц/га (4,1%), а на фоне $N_{70+70+20+20}$ – на 1,1 ц/га (1,9%), 0,9 ц/га (1,5%), 2,4 ц/га (4,1%).

Выводы

1. В среднем за период исследований наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы (61,3 ц/га) была получена при ее возделывании после гороха по чизелеванию с внесением азота в дозе $N_{70+70+20}$. Эта же доза азота была оптимальной и при возделывании озимой пшеницы после ярового рапса и овса. Однако, если после крестоцветного предшественника наибольшую урожайность обеспечило чизелевание (60,7 ц/га), то после зернового – вспашка (58,7 ц/га).

2. Чизелевание незначительно уступало вспашке по влиянию на урожайность озимой пшеницы при оптимальном уровне азотного питания растений только при возделывании после овса, снижая этот показатель лишь на 0,3 ц/га (0,5%). На безазотном фоне эта закономерность отмечалась по всем предшественникам, различия между вспашкой и чизелеванием возрастали и составили после гороха 0,4 ц/га (0,9%), рапса 0,7 ц/га (1,6%), овса 0,9 ц/га (2,2%).

3. Замена вспашки дискованием и прямым посевом снижала урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой после гороха на фоне $N_{70+70+20}$, соответственно на 0,1 ц/га (0,2%) и 1,5 ц/га (2,5%), рапса на 0,5 ц/га (0,8%) и 2,6 ц/га (4,3%), а после овса на 0,6 ц/га (1,0%) и 2,4 ц/га (4,1%). На безазотном фоне эти различия возрастали и были равны: 1,7 ц/га (3,9%) и 3,3 ц/га (7,5%); 2,1 ц/га (4,9%) и 3,3 ц/га (7,8%); 2,2 ц/га (5,5%) и 3,5 ц/га (8,1%).

4. Установлено, что в условиях 2016 г. и 2017 г. доля влияния на урожайность зерна благоприятных предшественников (горох, рапс яровой) и допустимого (овес) составила соответственно 6,9 и 2,1%, способов обработки почвы – 3,3 и 1,1%, доз азотных удобрений – 76,7 и 89,1%.

Литература

1. Возделывание озимой пшеницы. Отраслевой регламент // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур. Сборник отраслевых регламентов 3-е издание. – Минск: «Беларуская навука», 2014. – С. 45-63.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Коптик, И.К. Прогрессивная технология выращивания продовольственного зерна озимой пшеницы / И.К. Коптик, С.Н. Куликович, Т.Д. Карлович // Современные ресурсос-

берегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С.87-102.

EFFECTS OF PRECEDING CROPS, SOIL CULTIVATION METHODS AND NITROGEN FERTILIZERS ON WINTER WHEAT GRAIN YIELD

D.N. Kutsev

Research results of the study on the dependence of winter wheat grain yield on preceding crops, methods of basic soil cultivation and the level of plant nitrogen nutrition are presented in the article. It was established that on average for two years, the cultivation of winter wheat after pea using chiseling and $N_{70+70+20}$ gave the highest grain yield (6.13 t/ha). The share of the effect of the studied factors could be arranged in the following decreasing sequence: nitrogen – preceding crop – soil cultivation.

УДК 633.853.494«321»:631[5+559]

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ЯРОВОГО РАПСА

*Д.Г. Симченков, А.П. Гвоздов, кандидаты с.-х. наук,
Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук, В.П. Сеницкий, С.А. Пынтиков
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 27.02.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук А.Г. Власов

Аннотация. *В статье изложены результаты исследований по изучению влияния различных способов основной обработки почвы на ее влажность, засоренность посевов и урожайность маслосемян ярового рапса. Установлено, что максимальная засоренность посевов этой культуры через 30 дней после применения гербицида отмечалась при ежегодной мелкой обработке почвы, поздней вспашке и весновспашке, а наибольшая влажность почвы за период вегетации этой культуры – при комбинированной обработке почвы, включающей 50% чизелевания. Минимализация обработки почвы при возделывании ярового рапса не оказала положительного влияния на урожайность этой культуры, которая в значительной степени зависела от сроков проведения вспашки.*

Введение. В современном земледелии к основным элементам технологии возделывания сельскохозяйственных культур относится обработка почвы. Этот агроприем оказывает существенное влияние на физические, водно-воздушные, биологические и агрохимические свойства пахотного горизонта, а также на фитосанитарное состояние посевов и, как следствие этого, на продуктивность растений [1, 4]. Проведение традиционной отвальной вспашки связано со значительными производственными затратами. Кроме этого, вспашка способствует минерализации гумуса, а также усилению водной и ветровой эрозии [3].

Установлено, что необоснованное увеличение глубины обработки почвы на 1 см приводит к дополнительному расходу топлива до 7%. Переход на обработку почвы комбинированными агрегатами позволяет существенно снизить производственные затраты, т.к. сокращается количество проходов агрегатов по полю [2].

В соответствии с существующими нормативами и расчетами специалистов при использовании высокопроизводительной техники при проведении вспашки расход топлива составляет 19,2 кг/га, производительность – 2,3 га/час, эксплуатационные затраты – 38,8 долл./га, чизелевание – 11,0 кг/га, 5,0 га/час, 19,9 долл./га, дискование – 7,5 кг/га, 6,0 га/час, 14 долл./га. Следовательно, замена вспашки безотвальной или поверхностной обработкой почвы позволяет провести эту технологическую операцию в 2,1-2,6 раза быстрее при сокращении расхода топлива в 1,7-2,5 раза, а эксплуатационных затрат в 1,9-2,7 раза.

В настоящее время в Республике Беларусь большое внимание уделяется возделыванию рапса, посевная площадь которого составляет около 400 тыс. га. Влияние различных способов основной обработки почвы на эту сельскохозяйственную культуру в условиях Беларуси изучено не в полной мере, что послужило основанием для проведения наших исследований.

Условия и методика проведения исследований. В 2015-2017 гг. в Смолевичском районе Минской области в длительном стационарном полевом опыте, представляющем собой развернутый во времени 7-польный плодосменный севооборот (люпин узколистный – озимое тритикале – яровой рапс – кукуруза – ячмень + клевер луговой – клевер луговой 1 г.п. – озимая пшеница), изучали различные системы обработки почвы при возделывании ярового рапса. Исследования проводили на высококультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,45-2,67%, P_2O_5 – 303-314 мг/кг, K_2O – 289-301 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,9-6,3. Агротехника возделывания ярового рапса в опыте – общепринятая для данной зоны. Посев ярового рапса сорта *Герцог* проводили почвообрабатывающе-посевным агрегатом КУН ФЭСТЛАЙНЕР 3000 с нормой высева 1,5 млн/га всхожих семян. Площадь делянки 120 м² (24 x 5), повторность 3-х кратная.

Метеорологические условия в годы исследований различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. За вегетационный период 2015 г. (май-август) сумма активных температур была выше нормы на 6,3%, а количество осадков ниже нормы на 43%. Дефицит влаги в почве на основных этапах органогенеза оказал негативное влияние на уровень урожайности ярового рапса. Погодные условия 2016-2017 гг. были более благоприятными для роста и развития этой культуры. Так, 2016 г. сумма активных температур была выше нормы на 8,2%, а количество осадков ниже на 5,3%. В 2017 г. сумма активных температур была ниже среднееголетнего уровня на 1,7%, а количество осадков превышало его на 9,0%.

Сбор информации в таких неодинаково складывающихся погодных условиях способствовал объективной оценке результатов, что свидетельствует об их пригодности и для других регионов республики с подобными почвенно-климатическими условиями.

Результаты исследований и обсуждение. Установлено, что в четвертой ротации плодосменного севооборота урожайность маслосемян ярового рапса, который возделывался на фоне бессменной общепринятой отвальной обработки почвы (лушение стерни + вспашка), составила в среднем за 2015-2017 гг. 26,1 ц/га. Такой же уровень урожайности этой культуры в среднем за период исследований был получен и в варианте, в котором традиционная отвальная обработка почвы сочеталась с подпочвенным рыхлением на глубину 45 см, проводимым 2 раза за ротацию севооборота с помощью агрегата ПРПВ-5-50В типа «параплау» (таблица 1).

Замена ежегодной отвальной вспашки на комбинированную обработку, предусматривающую чередование в севообороте отвальной вспашки и чизельной обработки, приводило к снижению урожайности ярового рапса на 1,5 ц/га, т.е. 5,7%. При использовании в севообороте ежегодной чизельной обработки почвы снижение урожайности маслосемян ярового рапса по сравнению с отвальной вспашкой составило в среднем 2,0 ц/га (7,7%). В вариантах с ежегодным применением мелкой обработки почвы и комбинированной, предусматривающей чередование в севообороте отвальной вспашки и мелких обработок дисковыми орудиями, урожайность этой культуры уменьшилась на 3,7-3,8 ц/га, т.е. 14,2-14,6%. Следовательно, яровой рапс является культурой, отрицательно реагирующей на мелкую обработку почвы.

Таблица 1 – Влияние способов основной обработки почвы на урожайность маслосемян ярового рапса

Способ основной обработки почвы	Урожайность, ц/га				± к контролю	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	ц/га	%
Общепринятая	20,4	25,0	33,0	26,1	0,0	0,0
Мелкая	14,7	22,3	29,9	22,3	-3,8	14,6
Комбинированная 50% мелкой	15,0	21,8	30,5	22,4	-3,7	14,2
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	20,2	25,6	32,5	26,1	0,0	0,0
Весновспашка	13,1	18,9	29,3	20,4	-5,7	21,8
Комбинированная 50% чизельной	16,8	24,5	32,5	24,6	-1,5	5,7
Чизельная 100%	18,4	23,6	30,2	24,1	-2,0	7,7
Лушение + поздняя вспашка (15.X)	12,2	20,9	30,4	21,2	-4,9	18,8
Поздняя вспашка (15.X)	11,0	20,0	30,4	20,5	-5,6	21,6
НСР ₀₅	1,6	2,2	2,4			

При позднем сроке проведения основной обработки почвы и переносе ее на весну отмечалось снижение урожайности ярового рапса соответственно на 5,6 и 5,7 ц/га, т.е. 21,6 и 21,8% соответственно. Проведение лушения стерни после уборки предшественника позволило снизить недобор урожайности маслосемян в указанных выше вариантах опыта лишь на 0,7-0,8 ц/га и не компенсировать

ровало в полной мере негативного влияния поздней осенней отвальной обработки почвы и весновспашки.

Уровень засоренности посевов ярового рапса в наших исследованиях изменялся в зависимости от погодных условий в период вегетации этой культуры и изучаемых способов обработки почвы. Так, в 2015 г. засоренность посевов ярового рапса перед применением гербицидов колебалась по вариантам опыта в пределах 40–60 шт./м², в 2016 г. – 40–184 шт./м², а 2017 г. – 132–424 шт./м². Это связано, прежде всего, с различиями по влагообеспеченности периода вегетации растений. В среднем за три года численность сорняков в эту фазу развития ярового рапса составила в варианте с ежегодной общепринятой обработкой почвы 139 шт./м². В вариантах, где ежегодно проводили безотвальную и мелкую обработку почвы, этот показатель был равен соответственно 156 и 193 шт./м², что выше по сравнению со вспашкой на 12,2 и 38,9%. При использовании безотвальной и мелкой обработки в системе комбинированной обработки почвы численность сорняков находилась в пределах 87–103 шт./м², т.е. была ниже по сравнению с ежегодной вспашкой на 25,9–37,4% (таблица 2).

Таблица 2 – Засоренность посевов ярового рапса в зависимости от способа основной обработки почвы, шт./м²

Способ основной обработки почвы	Перед химпрополкой				Через 30 дней после химпрополки			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Общеприятая	40	112	264	139	4	32	40	25
Мелкая	112	128/12	340	193/12	8	48	48	35
Комбинированная 50% мелкой	48	56	156	87	4	16	28	16
Общеприятая с подпочвенным рыхлением	56	40	332	143	8	12	24	15
Весновспашка	96	72/8	284	151/8	24	44/4	56	41
Комбинированная 50% чизельной	48	128	132	103	8	32	44	28
Чизельная 100%	60	120	288	156	8	28	48	28
Лущение + поздняя вспашка (15.X)	52	184/12	424	220/12	16/4	46	48	37
Поздняя вспашка (15.X)	56	168/16	384	203/16	8	48/4	52	36

Примечание: в числителе всего сорняков, в знаменателе в т.ч. многолетних

Наибольшая засоренность посевов ярового рапса перед проведением химической прополки была в вариантах, где вспашку проводили поздно осенью. В этом случае указанный выше показатель находился в пределах 203–220 шт./м², что выше по сравнению с общепринятой обработкой почвы на 46–58,3%. Весновспашка в сложившихся условиях оказала меньшее негативное влияние по сравнению с поздней обвальной обработкой почвы на засоренность посева

ярового рапса и этот показатель увеличился по сравнению с традиционной обработкой почвы лишь на 8,6%. При этом необходимо отметить, что при проведении вспашки поздно осенью и весной, а так же при ежегодной мелкой обработке почвы в посевах ярового рапса в отличие от других вариантов отмечалось наличие многолетних сорняков.

Через 30 дней после применения на посевах ярового рапса гербицида бутизан стар, КС (2,0 л/га) численность сорняков в вариантах опыта в среднем за период исследований находилась в пределах 16-41 шт./м². При ежегодной традиционной отвальной обработке почвы этот показатель был равен 25 шт./м², в то время как при ежегодной мелкой обработке 35 шт./м², поздней вспашке 36-37 шт./м², весновспашке 41 шт./м², т.е. на 40-64% больше. Необходимо отметить, что в эту фазу развития растений наличие многолетних сорняков в посевах ярового рапса отмечалось лишь в вариантах с проведением вспашки поздно осенью или весной.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что влажность почвы в посевах ярового рапса в слое 0-30 см находится в определенной зависимости от способа ее обработки. Так, в фазу 4-6 листьев ярового рапса влажность почвы в варианте с традиционной отвальной вспашкой составила в среднем за 3 года 17,7%. Наибольшим из изучаемых способов обработки почвы этот показатель (18,8%) был в варианте с комбинированной обработкой, включающий 50% чизелевания, что выше по сравнению с ежегодной вспашкой на 1,1%. При ежегодной поздней вспашке и весновспашке влажность почвы была наименьшей и составила соответственно 17,2 и 17,1%, т.е. снижалась по сравнению с традиционной обработкой почвы на 0,5 и 0,6% (таблица 3).

Таблица 3 – Влажность почвы в посевах ярового рапса зависимости от способов основной обработки (среднее за 2015-2017 гг.),%

Обработка почвы	Влажность почвы в слое 0-30 см				
	4-6 листьев	бутонизация	конец цветения	перед уборкой	средняя влажность по наблюдениям
Общепринятая	17,7	11,1	5,0	12,2	11,5
Мелкая	17,5	11,0	5,1	12,1	11,4
Комбинированная 50% мелкой	17,2	10,8	5,3	11,6	11,2
Общепринятая с подпочвенным рыхлением	18,4	10,6	5,8	11,3	11,5
Весновспашка	17,1	10,6	5,2	10,8	10,9
Комбинированная 50% чизельной	18,8	11,2	6,5	12,5	12,3
Чизельная 100%	18,0	10,5	5,1	11,4	11,3
Лушение + поздняя вспашка (15.X)	17,4	10,1	5,2	11,2	11,0
Поздняя вспашка (15.X)	17,2	10,1	5,2	10,7	10,8

При поведении учета влажности почвы в фазу бутонизации, конец цветения и перед уборкой ярового рапса наибольшим этот показатель, как правило, был также в варианте с комбинированной обработкой почвы, включающей 50% чизелевания. В среднем по фазам развития ярового рапса отмечалась аналогичная закономерность, и влажность почвы в этом варианте составила 12,3%, что выше по сравнению с традиционной вспашкой на 0,8%. При поздней вспашке и весновспашке этот показатель был равен 10,8% и 10,9%, т.е. снижался по сравнению с традиционной отвальной обработкой почвы соответственно на 0,7 и 0,6%. Вариант с ежегодной мелкой и безотвальной чизельной обработками почвы ее влажность в сложившихся условиях примерно соответствовала этому показателю по традиционной вспашке.

Выводы

1. Ежегодная мелкая обработка почвы, а также поздняя вспашка и весновспашка способствовали повышению по сравнению с традиционной обработкой почвы засоренности посевов ярового рапса как однолетними, так и многолетними сорняками.

2. Способы обработки почвы различались по влиянию на ее влажность в посевах ярового рапса. Наибольшим этот показатель был при использовании комбинированной обработки, включающей 50% чизелевания.

3. На дерново-подзолистой супесчаной почве мелкая обработка, проводимая бессменно в течение длительного времени в плодосменном севообороте, снижала урожайность маслосемян ярового рапса по сравнению с ежегодной отвальной вспашкой в среднем на 14,6%, а ежегодная безотвальная чизельная обработка – на 7,7%. Комбинированная обработка почвы, предусматривающая чередование в севообороте вспашки и чизелевания, обеспечивала урожайность маслосемян ярового рапса примерно на уровне ежегодной вспашки, снижая указанный выше показатель лишь на 1,5%. Это свидетельствует о том, что яровой рапс отрицательно реагирует на мелкую обработку почвы.

Литература

1. *Гурев, И.И.* Минимизация обработки почвы и уровень ее допустимости / И.И. Гурев // Земледелие. – 2007. – №4. – С.25-28.
2. *Заленский, В.А.* Обработка почвы и плодородие / В.А. Заленский, Я.У. Яроцкий. – Минск: Изд-во Беларусь. – 2003. – 539 с.
3. *Кирюшин, В.И.* Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – №6. – С.16-20.
4. *Симченков, Г.В.* Влияние систем обработки почвы на засоренность посевов и продуктивность севооборотов / Г.В. Симченков, Н.Г. Бачило, Д.Г. Симченков // Актуальные проблемы борьбы с сорной растительностью в современном земледелии и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции, 17-18 марта 1999 г., Белорусский научно-исследовательский институт земледелия и кормов. – г. Жодино, 1999 – Т.1. – С. 86-93.

EFFECTS OF BASIC SOIL CULTIVATION METHODS ON YIELD OF SPRING RAPESEED OILSEEDS

D.G. Simchenkov, A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, V.P. Sinitsky, S.A. Pyntikov

Research results of the study of the effects of different basic soil cultivation methods on soil moisture, crop contamination and yield of spring rapeseed oilseeds are presented in the article. It was established that the maximum crop contamination by weeds after 30 days of the herbicide use was registered using annual surface tillage, late ploughing and spring ploughing, while the highest soil moisture for the period of vegetation was registered at combined soil cultivation including 50% of chiseling. Minimalization of soil cultivation in spring rapeseed growing did not have positive effect on rapeseed yield. The yield, to a great extent, depended on ploughing terms.

УДК 633.413:632[954+51]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ СОРНЯКОВ И ПАДАЛИЦЫ ОЗИМОГО РАПСА

С.Н. Гайтюкевич, канд. с.-х. наук, **Е.А. Шкраба**

Опытная научная станция по сахарной свекле, г. Несвиж

(Поступила 21.02.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук Л.А. Булавин

***Аннотация.** В статье представлены результаты по изучению влияния гербицидов на засоренность посевов и урожайность сахарной свеклы. Установлено, что в условиях низкой влагообеспеченности почвы наибольшую эффективность обеспечило применение смеси гербицидов Бицепс Гарант + Пилот (1,0 + 1,5 л/га трехкратно). При невысокой температуре воздуха и значительном количестве осадков, наиболее эффективным было применение смеси гербицидов Бицепс Гарант и Пилот Плюс (1,0 + 1,5 л/га трехкратно).*

Введение. Сахарная свекла является одной из наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Беларуси. При высоком уровне агротехники возможно получение урожайности корнеплодов в пределах 90-100 т/га.

Одним из факторов, влияющих на уровень урожайности сахарной свеклы, является эффективная защита посевов от сорной растительности, т.к. данная культура имеет длительный гербакритический период (8-10 недель). В течение вегетации растения сахарной свеклы не могут конкурировать с сорняками, которые по своим биологическим особенностям менее требовательны к условиям произрастания и более жизнеспособны. Обладая более быстрым темпом роста и имея развитую корневую систему, сорняки рано всходят и конкурируют за солнечную энергию, воду, элементы питания, ограничивая в этом культуру. В среднем потери урожайности сахарной свеклы от сорной растительности без

проведения защитных мероприятий составляют около 22,4%, а при сильной засоренности посевов потери могут достигнуть 80% [1, 2, 7].

Видовой состав сорного ценоза в посевах сахарной свеклы в условиях Республики Беларусь включает марь белую, ромашку непахучую, горец птичий, горец вьюнковый, щирицу запрокинутую, просо куриное и др. Последние годы становится актуальной проблема борьбы с растениями-засорителями, основным из которых в посевах сахарной свеклы является озимый рапс. Посевные площади данной культуры в 2017 г. составили в республике около 350 тыс. га, что в три раза превышает площадь сахарной свеклы (97,8 тыс. га). Учитывая тот факт, что сахарная свекла и озимый рапс предъявляют одинаково высокие требования к плодородию почв, при нехватке земельных ресурсов их все чаще возделывают в одном севообороте [1, 7].

В среднем потери рапса при уборке составляют 5%, что эквивалентно 29-58 млн всхожих семян на гектар. При несоблюдении агротехники осыпавшиеся семена запахиваются, сохраняя свою жизнеспособность в течение 10-15 лет, и в результате происходит засорение последующих культур севооборота [13].

Озимый рапс является злостным засорителем в посевах сахарной свеклы. Его растения объемны, образуют крупную розетку листьев и сильный стержневой корень, который в поисках элементов питания и влаги проникает на большую глубину. В посевах сахарной свеклы рапс выступает в качестве раннего ярового сорняка, семена которого прорастают при температуре 2-4 °С и имеют короткий период всходов (5-6 суток), в то время как всходы сахарной свеклы при температуре почвы 5-6 °С появляются на 19-21 сутки. В результате к моменту проведения первой обработки посевов гербицидами растения рапса находятся в фазе 1-2 пары настоящих листьев, и рекомендованных норм расхода гербицидов уже недостаточно для его уничтожения. Кроме того, семена озимого рапса всходят неравномерно в течение двух и более месяцев – с начала апреля до июля. Учитывая его быстрый рост, рапс в состоянии доминировать в посевах сахарной свеклы практически на протяжении всего периода вегетации.

Озимый рапс обладает фазовой устойчивостью к гербицидам, применяемым на посевах сахарной свеклы. Начиная с фазы 3-5 пар настоящих листьев, растения рапса становятся устойчивыми к большинству рекомендованных гербицидов, и для их эффективного уничтожения требуется увеличение норм расхода или комбинирование нескольких препаратов. Необходимо учитывать, что увеличение пестицидной нагрузки на посевах сахарной свеклы может вызвать угнетение роста и развития культуры [4, 6, 11].

Эффективный контроль падалицы озимого рапса в посевах сахарной свеклы должен основываться на организационных, агротехнических и химических приемах защиты. Однако основным методом защиты посевов сахарной свеклы от падалицы озимого рапса является применение высокоэффективных гербицидов [5, 10, 12].

Из вышеизложенного следует, что проблема засорения посевов сахарной свеклы падалицей озимого рапса является актуальной и требует дальнейшего изучения в условиях Беларуси.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в Несвижском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта опытных участков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного горизонта опытных участков

Показатель	Опыт 1	Опыт 2
Содержание гумуса, % (по И.В. Тюрину)	2,6-2,8	2,6-2,9
Кислотность, (рН _{КС1})	6,2-6,4	6,5-6,7
Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг (по А.Т. Кирсанову)	230-247	164-205
Содержание K ₂ O, мг/кг (по А.Т. Кирсанову)	315-345	188-223

Результаты анализов свидетельствуют, что почва имеет реакцию среды, близкую к нейтральной, высокое содержание гумуса и подвижных форм фосфора и калия, т.е. является в достаточной степени окультуренной и пригодной для проведения исследований с сахарной свеклой.

Опыты закладывали в звене севооборота озимый рапс – горох посевной – озимая пшеница – сахарная свекла. После уборки озимой пшеницы вносили гербицид Торнадо 500, в.р. с нормой расхода 4,0 л/га. После проявления гербицидного эффекта применяли фосфорные и калийные удобрения в дозе N₁₆P₉₀K₁₅₀ (двойной аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) и проводили отвальную вспашку на глубину 20-22 см. Весной после закрытия влаги (КПШ-6) вносили азотные удобрения N₁₂₀ (КАС) и проводили предпосевную культивацию (АКШ-6). Посев свеклы осуществляли сеялкой «Монопил» с нормой высева 1,3 п.е./га, гибрид *Белполь*, срок сева – первая декада мая.

Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем «Jacto-16» и прицепным опрыскивателем «Колумбия» в фазу семядолей сорных растений согласно схеме опытов (таблицы 2, 5). Норма расхода рабочего раствора 250 л/га. Общая площадь делянки 27 м², повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное [3].

В опытах были проведены учеты и наблюдения по следующим методикам:

- учет сорняков однократно опыт 1 и дважды опыт 2 путем наложения рамки площадью 0,25 м² в пяти местах делянки: первый учет – через 15 суток после внесения гербицидов, второй – за 30 суток до уборки [9];

- уборка корнеплодов трехрядным комбайном «Терегот» с последующим поделяночным взвешиванием;

- технологические качества корнеплодов по методике ВНИИСПа для автоматической линии «Венема» [8];

- селективность гербицидов по общепринятым методикам;

- урожайные данные сахарной свеклы обрабатывали методом дисперсионного анализа [3].

Результаты исследований. Исследования в условиях 2015-2016 гг. позволили провести сравнительную оценку эффективности послевсходовых систем

защиты сахарной свеклы от падалицы озимого рапса и другой сорной растительности. Основой каждой отдельной схемы являлась баковая смесь гербицида бетанальной группы и препарата почвенного действия (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта 1

Послевсходовая обработка		
1-я	2-я	3-я
1. Контроль (без обработки)	Контроль (без обработки)	Контроль (без обработки)
2. Бицепс Гарант 1,0 л/га + Пилот, 1,5 л/га	Бицепс Гарант ,1,0 л/га + Пилот, 1,5 л/га	Бицепс Гарант, 1,0 л/га + Пилот, 1,5 л/га
3. Бельведер Форте, 0,7 л/га + Голтикс 1,5 л/га	Бельведер Форте, 0,7 л/га + Голтикс, 1,5 л/га	Бельведер Форте, 0,7 л/га + Голтикс, 1,5 л/га
4. Бетанал Макс Про, 1,1 л/га + Голтикс, 1,0 л/га	Бетанал Макс Про, 1,5л/га + Голтикс, 1,0 л/га	Бетанал Макс Про, 1,5л/га + Голтикс, 1,0 л/га
5. Виктор, 1,0 л/га + Голтикс, 1,2 л/га	Виктор, 1,0 л/га + Голтикс, 1,2 л/га	Виктор, 1,0 л/га + Голтикс, 1,2 л/га
6. Комрад, 1,0 л/га + Конкистадор, 1,5 кг/га	Комрад, 1,0 л/га + Конкистадор, 1,5 кг/га	Комрад, 1,0 л/га + Конкистадор, 1,5 кг/га

Установлено, что наибольшей биологической эффективностью обладала баковая смесь гербицидов Бицепс Гарант и Пилот в норме 1,0 + 1,5 л/га (вариант 2) при трехкратном применении. В этом варианте численность падалицы озимого рапса снижалась на 96,6%, а эффективность против другой сорной растительности находилась в пределах 88,2-100%. Невысокая эффективность баковой смеси гербицидов Комрад + Конкистадор в норме 1,0 + 1,5 л/га трехкратно (69,7%) обусловлена препаративной формой гербицида почвенного действия. В составе гербицида Конкистадор отсутствуют поверхностно-активные вещества, так как его препаративная форма – водно-диспергируемые гранулы. В результате этого отмечалась низкая эффективность против сорных растений в условиях недостаточного увлажнения почвы. Биологическая эффективность других изучаемых систем гербицидов против падалицы рапса и другой сорной растительности находилась на уровне 57,8-88,4% и 75,9-83,1% соответственно (таблица 3).

Установлено, что при защите сахарной свеклы от сорняков и засорителей комбинация гербицидов Бицепс Гарант + Пилот в норме 1,0 + 1,5 л/га трехкратно (вариант 2) обеспечила наибольшую урожайность корнеплодов и сбор сахара – 62,7 т/га и 10,4 т/га (таблица 4). В вариантах 3-6 эти показатели были ниже и находились в пределах 53,6-55,6 т/га и 9,2-9,4 т/га. Достоверных различий между этими вариантами не отмечалось.

В 2017 г. были продолжены исследования по изучению эффективности гербицидов против падалицы озимого рапса и заложены мелкоделяночные полевые опыты, в которых изучали гербициды, широко применяемые на посевах сахарной свеклы в Беларуси, а также препараты, находящиеся в стадии государственной регистрации (таблица 5).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицидов за 30 суток до уборки (среднее за 2015-2016 гг.)

Вариант	Всего	Марь белая	Ромашка непахучая	Горец вьюнковый	Щирица за- прокинутая	Озимый рапс
Гибель сорняков, %						
1.	80,2	19,2	13,6	10,2	11,2	26,0
2.	95,4	95,0	97,4	100	88,2	96,6
3.	83,1	87,5	84,2	97,4	66,3	80,3
4.	82,8	82,1	58,3	97,6	87,5	88,4
5.	75,9	81,7	57,3	88,5	94,5	57,8
6.	69,7	74,2	70,9	89,7	76,2	37,6

Примечание: в контроле представлена численность сорняков, а в других вариантах их гибель(%).

Таблица 4 – Урожайность и технологические качества корнеплодов (среднее за 2015-2016 гг.)

Вариант	Густота тыс. шт./га	Урожайность, т/га			Сахари- стость, %	Сбор сахара, т/га
		2015 г.	2016 г.	среднее		
1.	-	-	-	-	-	-
2.	104,7	41,3	84,0	62,7	17,8	10,4
3.	104,7	39,4	71,8	55,6	18,0	9,4
4.	108,3	41,6	65,6	53,6	18,4	9,2
5.	104,4	41,0	68,0	54,5	18,3	9,4
6.	106,8	38,5	69,6	54,0	18,4	9,3
НСР ₀₅	-	3,8	6,7		0,7	0,8

В качестве тест-культуры для оценки эффективности послевсходовых систем гербицидов на опытном участке весной был посеян озимый рапс урожая 2014 г. (2,0 кг/га), а затем сахарная свекла. В контроле через 15 суток после применения гербицидов численность падалицы рапса составила 9,1 шт./м², а сорных растений в целом 119,8 шт./м² (таблица 6). В посевах доминировали марь белая (64,1 шт./м²), горец вьюнковый (2,6 шт./м²), щирица запрокинутая (16,0 шт./м²), ромашка непахучая (6,8 шт./м²). Злаковый ценоз сорняков был представлен в основном просом куриным (21,2 шт./м²).

Погодные условия 2017 г. отличались низкой температурой воздуха и значительным количеством осадков, что продлило период появления всходов сорняков. Установлено, что в сложившихся условиях через 15 суток после внесения гербицидов наибольшую биологическую эффективность на уровне 90,7-95,5% обеспечили варианты 2, 4, 9, 12, 13. Эффективность других изучаемых систем гербицидов была невысокой и находилась в пределах 72,1-88,5%. Наибольшая эффективность против падалицы озимого рапса (91,2%) получена при использовании смеси гербицидов Бицепс Гарант + Пилот Плюс в норме 1,0 + 1,5 л/га трехкратно (вариант 4).

Таблиц 5 – Схема опыта 2

Послевсходовая обработка		
1-я	2-я	3-я
Контроль (без обработки)	Без обработки	Без обработки
Ручная прополка	Ручная прополка	Ручная прополка
2. Бицепс Гарант + Пилот, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант + Пилот, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант + Пилот, 1,0 + 1,5 л/га
3. Бицепс Гарант + Пилот + Адью, 1,0 + 1,5 + 0,2 л/га	Бицепс Гарант + Пилот + Адью, 1,0 + 1,5 + 0,2 л/га	Бицепс Гарант + Пилот + Адью, 1,0 + 1,5 + 0,2 л/га
4. Бицепс Гарант + Пилот Плюс, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант + Пилот Плюс, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант + Пилот Плюс, 1,0 + 1,5 л/га
5. Бетарен Супер + Митрон, 1,1 + 1,5 л/га	Бетарен Супер + Митрон, 1,1 + 1,5 л/га	Бетарен Супер + Митрон, 1,1 + 1,5 л/га
6. Бельведер Форте + Голтикс, 0,7 + 1,5 л/га	Бельведер Форте + Голтикс, 0,7 + 1,5 л/га	Бельведер Форте + Голтикс, 0,7 + 1,5 л/га
7. Бельведер Форте + Голтикс Титан, 0,7 + 1,5 л/га	Бельведер Форте + Голтикс Титан, 0,7 + 1,5 л/га	Бельведер Форте + Голтикс Титан, 0,7 + 1,5 л/га
8. Бельведер + Тореро 500, 1,0 + 1,5 л/га	Бельведер + Тореро 500, 1,0 + 1,5 л/га	Бельведер + Тореро 500, 1,0 + 1,5 л/га
9. Бетанал Макс Про + Голтикс, 1,1 + 1,0 л/га	Бетанал Макс Про + Голтикс, 1,5 + 1,0 л/га	Бетанал Макс Про + Голтикс, 1,5 + 1,0 л/га
10. Бицепс Гарант + Пирамин Турбо, 1,0 + 2,0 л/га	Бицепс Гарант + Пирамин Турбо, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант + Пирамин Турбо, 1,0 + 1,0 л/га
11. Бицепс Гарант + Фронтьер Оптима, 1,0 + 0,4 л/га	Бицепс Гарант + Фронтьер Оптима, 1,0 + 0,4 л/га	Бицепс Гарант + Фронтьер Оптима, 1,0 + 0,4 л/га
12. Бицепс Гарант + Голтикс, 1,0 + 1,5 л/га	Бицепс Гарант, 1,0 л/га + Голтикс, 0,5 л/га + Карибу Дуо Актив, 0,2 кг/га	Бицепс Гарант, 1,0 л/га + Голтикс, 0,5 л/га + Карибу Дуо Актив, 0,21 кг/га
13. Бицепс Гарант + Конкистадор, 1,0 л/га + 1,5 кг/га	Бицепс Гарант + Конкистадор, 1,0 л/га + 1,5 кг/га	Бицепс Гарант + Конкистадор, 1,0 л/га + 1,5 кг/га
14. Квад Супер, 2,0 л/га	Квад Супер, 2,0 л/га	Квад Супер, 2,0 л/га
15. Бицепс Гарант + Адью, 1,0 + 0,4 л/га	Бицепс Гарант + Адью, 1,0 + 0,4 л/га	Бицепс Гарант + Адью, 1,0 + 0,4 л/га
16. Бицепс Гарант + Перефолис, 1,0 + 0,2 л/га	Бицепс Гарант + Перефолис, 1,0 + 0,2 л/га	Бицепс Гарант + Перефолис, 1,0 + 0,2 л/га

При втором учете засоренности посевов сахарной свеклы, проводимом за 30 суток до уборки, отмечено дальнейшее снижение численности сорняков в вариантах с использованием изучаемых гербицидов в основном за счет гибели переросших однолетних видов, которые были угнетены, но не погибли после последней обработки. Наибольшая биологическая эффективность (93,6-97,1%) была получена в вариантах 2, 4, 9, 12, 13 (таблица 7). Это обусловлено как более высокой долей почвенного компонента в системе применяемых гербицидов, так и большей персистентностью ленацила, внесенного с ними в почву. Полную гибель падалицы озимого рапса обеспечила баковая смесь гербицидов Бицепс Гарант + Пилот Плюс в норме 1,0 + 1,5 л/га трехкратно (вариант 4). Биологическая эффективность других исследуемых систем защиты против падалицы озимого рапса была невысокой и находилась в пределах 33,9-85,7%. Применение

Таблица 6 – Биологическая эффективность гербицидов в 2017 г. через 15 суток после их применения

№ п.п.	Марь белая	Просо куриное	Ромашка непахучая	Горец вьюнковый	Щирица запрокинутая	Рапс озимый	Всего
Гибель сорняков, %							
Конт- роль	64,1	21,2	6,8	2,6	16,0	9,1	119,8
2	100,0	100	67,6	100,0	85,0	75,8	94,7
3	100,0	100	44,1	100,0	80,0	51,6	90,5
4	99,4	100	76,5	100,0	86,2	91,2	95,8
5	94,4	100	47,1	0,0	45,0	56,0	81,1
6	92,8	100	23,5	61,5	47,5	36,3	79,1
7	88,1	100	23,5	0,0	40,0	7,7	72,1
8	95,6	100	47,1	100,0	60,0	29,7	84,0
9	98,8	100	64,7	100,0	71,3	62,6	90,7
1	96,3	100	17,6	100,0	10,0	67,0	78,8
11	100,0	100	64,7	100,0	80,0	36,3	90,5
12	98,8	100	94,1	100,0	81,3	82,4	95,2
13	99,7	100	79,4	100,0	70,0	75,8	92,8
14	94,7	100	85,3	100,0	81,3	29,7	88,5
15	99,1	100	61,8	100,0	33,8	51,6	84,8
16	98,1	100	64,7	84,6	18,8	18,7	79,6

Примечание: в таблицах 6 и 7 в контроле представлена численность сорняков, шт./м², а в других вариантах – их гибель (%).

Таблица 7 – Биологическая эффективность гербицидов за 30 суток до уборки (2017 г.)

Вариант	Марь белая	Просо куриное	Ромашка непахучая	Горец вьюнковый	Щирица запрокинутая	Рапс озимый	Всего
Гибель сорняков, %							
Контроль	74,2	25,2	7,8	3,8	21,6	11,2	143,8
2	100	100	76,9	100	91,7	83,9	96,2
3	100	100	56,4	100	85,2	60,7	92,4
4	99,2	100	82,1	100	89,8	100	97,1
5	96,0	100	69,2	42,1	61,1	69,6	86,5
6	94,9	100	41,0	84,2	64,8	53,6	84,8
7	99,5	100	79,5	100	80,6	14,3	76,2
8	97,3	100	35,9	100	35,2	50,0	88,3
9	99,5	100	79,5	100	80,6	73,2	93,6
10	97,3	100	35,9	100	35,2	76,8	83,6
11	100	100	69,2	100	85,2	48,2	92,1
12	98,9	100	94,9	100	86,1	85,7	96,0
13	99,7	100	82,1	100	77,8	80,4	94,0
14	95,4	100	87,2	100	86,1	42,9	90,4
15	99,2	100	66,7	100	50,9	60,7	87,3
16	98,4	100	69,2	89,5	39,8	33,9	83,0

гербицидов Бицепс Гарант + Голтикс в норме 1,0 + 1,5 л/га в первую обработку, а затем Бицепс Гарант + Голтикс + Карибу Дуо Актив в норме 1,0 + 0,5 + 0,2-0,21 л/га во вторую и третью обработки (вариант 12) позволило более эффективно уничтожать ромашку непахучую (94,9%). Все изучаемые системы защиты сахарной свеклы от сорняков показали низкую эффективность в сложившихся условиях против щирицы запрокинутой – 35,2-91,7%. Совместное применение адъювантов с гербицидами (варианты 3, 15, 16) в условиях высокой влажности почвы и низкой температуры воздуха не оказало существенного влияния на биологическую эффективность против падалицы озимого рапса и другой сорной растительности.

В связи с высокой засоренностью посевов сахарной свеклы в варианте без обработки посевов гербицидами урожайность корнеплодов составила около 2 т/га, поэтому проведение учетов продуктивности и оценки технологических качеств корнеплодов в контрольном варианте было нецелесообразным.

Установлено, что в условиях 2017 г. наибольшая урожайность корнеплодов (46,9 т/га) и сбор сахара (7,5 т/га) были получены при трехкратном внесении смеси гербицидов Бицепс Гарант и Пилот Плюс (1,0 + 1,5 л/га). Несколько ниже эти показатели были при использовании гербицидов Бетанал Макс Про и Голтикс (1,1-1,5 + 1,0 л/га), Бицепс Гарант и Пилот (1,0 + 1,5 л/га), а также Бицепс Гарант + Голтикс + Карибу Дуо Актив (1,0 + 0,5 + 0,2-0,21 л/га). Показатели продуктивности сахарной свеклы в этих вариантах достоверно превышали вариант с ручной прополкой. При использовании других изучаемых систем гербицидов отмечалось достоверное снижение урожайности сахарной свеклы по сравнению с указанными выше наиболее эффективными вариантами защиты посевов этой культуры от сорняков (таблица 8).

Заключение

1. В условиях низкой влагообеспеченности почвы в 2015-2016 гг. наибольшую эффективность обеспечило применение смеси гербицидов Бицепс Гарант + Пилот (1,0 + 1,5 л/га трехкратно). Гибель падалицы озимого рапса за 30 суток до уборки в этом случае составила 96,6%, а сорняков в целом 95,4%, что обеспечило наибольшую урожайность сахарной свеклы (62,7 т/га) и максимальный сбор сахара (10,4 т/га).

2. В погодных условиях 2017 г., отличающихся невысокой температурой воздуха и значительным количеством осадков, наибольшую гибель падалицы озимого рапса (100%) и сорняков в целом (97,1%) обеспечило применение смеси гербицидов Бицепс Гарант и Пилот Плюс (1,0 + 1,5 л/га трехкратно). Наибольшими в этом случае были также урожайность корнеплодов (46,9 т/га) и сбор сахара (7,5 т/га).

3. Совместное применение адъювантов с гербицидами в условиях достаточного увлажнения и невысокой температуры воздуха не оказало существенного влияния на биологическую и хозяйственную эффективность изучаемых гербицидов.

Таблица 8 – Урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы в 2017 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Содержание, ммоль/кг			Расчетный выход сахара, %	Сбор сахара, т/га
			калий	натрий	альфа-азот		
Ручная прополка	39,5	16,6	30,0	3,0	12,0	15,5	6,1
2	45,7	16,6	35,0	4,0	12,0	15,5	7,1
3	40,1	16,6	32,6	3,6	11,9	15,7	6,1
4	46,9	17,1	30,9	3,6	13,2	15,6	7,5
5	41,9	16,9	31,0	3,0	12,0	15,8	6,6
6	33,7	16,4	32,0	4,0	14,0	15,3	5,1
7	25,4	16,7	32,0	4,0	12,0	15,5	3,9
8	29,5	16,6	30,0	3,0	14,0	15,5	4,6
9	46,8	16,8	32,0	3,0	13,0	15,9	7,0
10	35,3	17,0	30,0	3,0	12,0	15,8	5,6
11	43,3	17,1	31,0	3,0	16,0	16,0	6,9
12	44,7	16,9	32,0	3,0	12,0	15,7	7,0
13	41,4	16,9	30,0	3,0	14,0	15,8	6,5
14	37,4	17,1	31,0	3,0	13,0	15,9	6,0
15	42,8	17,1	31,0	3,0	17,0	16,0	6,8
16	35,8	17,0	29,0	3,0	14,0	15,8	5,7
НСР ₀₅	3,7	0,7	-	-	-	-	0,8

Литература

1. *Ботько, А.В.* Защита посевов сахарной свеклы от падалицы рапса озимого и другой сеgetальной растительности / А.В. Ботько, С.Н. Гайтюкевич, М.И. Гуляка // Земледелие и защита растений. – 2017. – Приложение к №3. – С.34-37.
2. *Шпаар, Дитер* Выращивание сахарной свеклы / Дитер Шпаар, Михаил Сушков. – Москва, 1996. – 144 с.
3. *Доспехов, Б.А.* Методика опытного дела / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
4. *Захаренко, В.А.* Резистентность сорняков к гербицидам / В.А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2006. – №4. – С. 28-30.
5. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С.В. Сороки. – Минск: Бел. наука, 2005. – 462 с.
6. *Кадыров, М.А.* Об особенностях действия и последствии гербицидов / М.А. Кадыров, Л.А. Булавин, Д.В. Лужинский // Ахова раслін. – 2001. – №4. – С. 19-20.
7. *Матушкин, С.И.* Сорняки, их вред и меры борьбы при возделывании сахарной свеклы / С.И. Матушкин, В.Д. Кунак, А.А. Иващенко // Совершенствование приемов земледелия при индустриальной технологии возделывания сахарной свеклы. – Киев, 1996. – С.112-116.
8. Методические указания по оценке качества сахарной свеклы. – М.: ВНИИСП, 1981. – 7 с.
9. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – М.: 1981. – 46 с.
10. Система защитных мероприятий посевов сахарной свеклы от сорных растений в интенсивных технологиях ее возделывания в 1998 году / К.П. Паденов. – Минск – Прилуки, 1998. – 28 с.
11. *Толмачева, Н.А.* Применение баковых смесей пестицидов в растениеводстве / Н.А. Толмачева, А.С. Егураздова. – М. ВНИИТЭИСХ, 1990. – 44 с.

12. Химические средства защиты растений: справочник / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич, С.В. Сорока; 2-у изд., перераб. и доп. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного. – 2011. – 394 с.

13. Яковчик, С.Г. Влияние сроков и способов уборки на величину потерь маслосемян ярового рапса / С.Г. Яковчик // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. РНИУП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси»; редкол: М.А. Кадыров [гл. ред.] [и др.]. – Минск: Беларуская навука. – 2005. – Вып. 41. – С. 108-113.

EFFICIENCY OF HERBICIDE USE IN PROTECTION OF SUGAR BEET CROPS FROM WEEDS AND WINTER RAPESEED FALLEN GRAINS

S.N. Gaityukevich, E.A. Shkraba

Study results of herbicide effect on sugar beet yield and weediness of the crops are presented in the article. It was established that the use of the mixture of such herbicides as Biceps Garant and Pilot (1.0 + 1.5 l/ha three-time) provided the highest efficiency under the conditions of low water availability in soil. The mixture of herbicides Biceps Garant and Pilot Plus (1.0 + 1.5 l/ha three-time) was the most efficient at the low air temperature and substantial precipitation.

УДК 633.367.1:632.954

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО

Ю.И. Пешко, научный сотрудник, В.Ч. Шор, М.В. Евсеенко, А.А. Козлов*,
кандидаты с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»*

(Поступила 27.02.2018 г.)

Рецензент: доктор с.-х. наук Л.А. Булавин

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния гербицидов на засоренность посевов, биометрические показатели растений и урожайность зерна нового районированного сорта люпина желтого Владко. Установлено, что при возделывании люпина желтого наибольший эффект в защите его посевов от сорняков обеспечивает применение гербицида почвенного действия Примэкстра голд TZ, СК в норме 2,5 л/га до всходов культуры с последующей обработкой посевов в фазу 3-4 настоящих листа культуры гербицидом Пилот, СК (2,0 л/га). В этом случае гибель сорняков составила в зависимости от вида 90,9-100%, а прибавка урожайности 13,4 ц/га (111%).

Введение. В настоящее время в животноводческой отрасли Беларуси остро стоит проблема стабильного обеспечения животноводства полноценным кормовым белком. Недостаток белка в кормопроизводстве по различным оценкам составляет 25-30 % от общей потребности в нем. Из-за недостатка белка в рационе или его плохого качества нарушается нормальная жизнедеятельность организма животных. Поэтому устранение дефицита кормового белка – одна из

важнейших стратегических задача при организации научно обоснованного кормления животных.

В общем дефиците протеина в животноводстве примерно 60% приходится на объемистые корма и 40% на концентрированные. Низкое содержание протеина в сухом веществе объемистых кормов объясняется в основном несовершенством структуры посевных площадей многолетних и однолетних трав, несвоевременной уборкой кормовых культур, применением несовершенных технологий заготовки кормов. Дефицит протеина в концентрированных кормах можно устранить за счет увеличения и совершенствования структуры посевов зерновых и зернобобовых на кормовые цели. Зерно зернобобовых культур – высокопитательный и концентрированный корм для сельскохозяйственных животных. Зернобобовые культуры не только обладают высокой кормовой ценностью, но и улучшают использование животными кормов других низкобелковых культур.

В настоящее время к основным видам зернобобовых, возделываемых в республике, относится люпин узколистный, который пришел на смену возделываемому на протяжении длительного времени люпину желтому. Посевные площади последнего в Беларуси были значительно сокращены из-за сильного поражения его антракнозом и другими болезнями. Однако в последние годы в отделе зернобобовых культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» была проведена селекционная работа по созданию новых сортов люпина желтого, которые отличаются толерантностью к ряду болезней, в т.ч. к антракнозу, что позволит возратить эту культуру на поля республики. Первым таким сортом является *Владко*, который в конце 2015 г был районирован в Беларуси. В этой связи актуальным вопросом является разработка для этого сорта основных элементов технологии возделывания. Изучение сортовой реакции люпина желтого на применение гербицидов почвенного и послевсходового действия показало необходимость подобных исследований. Биологической особенностью люпина желтого, как и узколистного, является низкая конкурентоспособность по отношению к сорнякам и повышенная чувствительность к применяемым гербицидам. В отличие от узколистного люпина желтый сильнее угнетается сорными растениями по причине его длительного пребывания в стадии розетки листьев [3, 4, 5]. Поэтому целью настоящих исследований было выявление наиболее эффективных гербицидов для защиты посевов этой культуры от сорняков.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2014-2016 гг. в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,28-2,36%, P_2O_5 – 220-240 мг/кг, K_2O – 260-280 мг/кг почвы, pH_{KCl} 6,0-6,2. Предшественник озимые зерновые. После уборки предшественника и отрастания сорняков применяли гербицид общеистребительного действия на основе глифосата Торнадо (5,0 л/га) и через две недели проводили зяблевую вспашку, под которую вносили фосфорно-калийные удобрения ($P_{60}K_{90}$). Азотные удобрения под люпин не применяли. Для посева использовали семена сорта *Владко*,

которые предварительно обрабатывали протравителем Максим XL (1,0 л/т). Посев проводили сеялкой RABE Seria-700 в ранние сроки сплошным рядовым способом. Норма высева семян – 1,2 млн/га всхожих семян.

В опыте изучали гербициды как почвенного, так и послевсходового действия, ранее разрешенные к применению на посевах люпина узколистного – Прометрекс ФЛЮ, к.с. (прометрин, 500 г/л), Примэкстра голд TZ, СК (С – метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), Пилот, ВСК (метамитрон, 700 г/л) [1]. Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем согласно схеме опыта. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Общая площадь делянки 30 м², учетная – 25 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное в два яруса.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений люпина желтого. Учет засоренности посевов проводили на 30-й день после химической прополки. На закрепленных площадках площадью 0,25 м² определяли численность сорных растений по видам, их сырую вегетативную массу. Определение структуры урожая проводили по общепринятой методике путем отбора пробных снопов с каждого варианта опыта двух несмежных повторений перед уборкой культуры. Учет урожайности зерна проводили методом сплошного обмолота со всей учетной площади делянки с последующим пересчетом на стандартную влажность зерна (14%). Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа [2].

Погодные условия в годы исследований характеризовались разнообразием температурного режима и количества выпавших осадков, что позволило сделать объективную оценку по влиянию изучаемых гербицидов на урожайность и качество семян люпина желтого. Так, благоприятные погодные условия третьей декады апреля 2014 г. положительно отразились на полевой всхожести люпина, в этот период отмечалась среднесуточная температура воздуха на 4,0 °С выше нормы при значительном количестве осадков. Май характеризовался преобладанием теплой погоды. Среднесуточная температура воздуха была на 2,9-3,0 °С выше нормы при избыточном количестве осадков. Темпы ростовых процессов в этот период были интенсивными. В дальнейшем вегетация растений проходила при температуре выше среднеголетней в июне на 1,4-3,6 °С и близкой к среднеголетней в июле при недостаточном количестве осадков. В целом такие сложившиеся погодные условия оказали негативное влияние на завязываемость бобов и налив семян, что сказалось на семенной продуктивности растений.

В 2015 г. период посев-всходы также характеризовался благоприятными температурой и увлажнением. Температурные показатели мая находились в пределах средних многолетних значений, хотя вегетационный период 2015 г. в целом был засушливым (ГТК 0,78), особенно в июне и августе, когда количество выпавших осадков составляло 7,3 и 6,5% от средних многолетних.

Погодные условия в течение вегетации 2016 г. характеризовались как достаточно теплые с температурным режимом всего весенне-летнего периода вы-

ше среднемноголетней нормы. На фоне повышенной температуры в отдельные периоды наблюдался некоторый дефицит влаги, который практически не сказался на формировании продуктивности люпина желтого.

Результаты исследований и обсуждение. Сорные растения наносят значительный ущерб посевам сельскохозяйственных культур, так как конкурируют с последними за элементы минерального питания, воду, свет и способствуют распространению многих вредителей и возбудителей болезней [6]. Из всех зернобобовых культур в наибольшей степени засоряется люпин, так как первые 4-5 недель после посева он растет медленно, а сорняки за это время вырастают на 16-20 см в высоту и угнетают его [7].

Анализ видового состава сорняков, произрастающих в период исследований в посевах люпина желтого, показал, что преобладающими видами являлись марь белая, ромашка непахучая, виды горцев, пастушья сумка, фиалка полевая, которые составляли 58% численности сорного ценоза.

Расчеты экономических порогов вредоносности (ЭПВ) основных видов сорняков показали, что химическая прополка люпина целесообразна при наличии в посевах 12 шт./м² малолетних и 1-2 многолетних сорняков [8]. Установлено, что при возделывании люпина желтого без применения гербицидов численность сорняков составила в среднем за 2014-2016 гг. 147 шт./м², а их сырая масса 618,1 г/м² (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гербицидов на посевах люпина желтого

Вариант	Гибель сорняков, %				Снижение сырой массы сорняков, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Контроль (без обработки)	146	155	139	147	413,2	836,0	605	618,1
Прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га)	93,2	83,9	79,3	85,5	97,1	75,6	71,9	81,6
Примэкстра голд TZ, СК (2,5 л/га)	95,9	89,0	84,2	89,7	96,6	83,1	84,1	87,9
Пилот, ВСК (2,0 л/га)	82,9	79,4	74,8	79,1	86,3	69,9	66,9	74,4
Прометрекс ФЛО, к.с. + Пилот, ВСК (3,0+2,0 л/га)	94,5	87,1	83,4	88,4	94,8	86,5	87,6	89,7
Примэкстра голд TZ, СК + Пилот, ВСК (2,5+2,0 л/га)	97,3	94,8	90,6	94,3	96,2	92,9	90,9	93,4

Примечание: В контроле* – численность сорняков (шт./м²) и их сырая масса (г/м²), а в других вариантах – гибель сорняков (%) и снижение сырой массы (%).

При довсходовом применении гербицида Прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га) численность и сырая масса сорняков уменьшились в среднем за период исследований на 85,5 и 81,6% соответственно. Применение гербицида Примэкстра голд TZ, СК (2,5 л/га) до появления всходов культуры обеспечило несколько большее снижение засоренности посевов люпина желтого по сравнению с ис-

пользованием гербицида Прометрекс и уменьшило численность сорняков в среднем на 89,7%, а их сырую массу на 87,9%. Послевсходовое применение гербицида Пилот, ВСК (2,0 л/га) в фазу 1-2 настоящих листьев люпина желтого снизило численность и сырую массу сорняков соответственно на 79,1% и 74,4%, т.е. в меньшей степени по сравнению с указанными выше гербицидами почвенного действия.

Наибольший эффект в защите люпина желтого от сорняков обеспечило внесение гербицида Пилот, ВСК (2,0 л/га) в фазу 3-4 настоящих листьев культуры на фоне предшествующего применения гербицида почвенного действия Примэкса голд TZ, СК (2,5 л/га). Гибель сорняков в этом случае составила 94,3%, а снижение их сырой массы 93,4%. В аналогичном варианте с довсходовым внесением гербицида Прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га) указанные выше показатели были несколько ниже и составили 88,4 и 89,7%.

Изучаемые гербициды различались по эффективности уничтожения отдельных видов произрастающих в посевах люпина желтого сорняков (таблица 2). Так, при довсходовом применении гербицида Прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га) уничтожались практически все из преобладающих видов сорных растений за исключением проса куриного, мари белой, пикульника обыкновенного, гибель которых составила в среднем 63,6; 89,3; 85,7%. В варианте с довсходовым внесением гербицида Примэкса голд TZ, СК (2,5 л/га) гибель проса куриного, мари белой, пикульника обыкновенного составила соответственно 90,9; 92,8; 85,7%. Менее эффективным гербицид оказался против ромашки непахучей, звездчатки средней и видов горца, где гибель составила 93,3; 87,5 и 92,3% соответственно. Использование в фазу 1-2 настоящих листьев люпина желтого гербицида Пилот, ВСК (2,0 л/га) обеспечило гибель мари белой в среднем 89,3%, звездчатки средней, пастушьей сумки, торицы полевой, ярутки полевой, видов горца – 83,3-92,8%, пикульника обыкновенного, ромашки непахучей, фиалки полевой – 71,4-80%, проса куриного – 63,6%.

Анализ видового состава сорняков показал, что в среднем за 2014-2016 гг. при совместном применении до- и послеvсходовых гербицидов, как правило, имело место более существенное снижение в посевах ромашки непахучей, мари белой, пикульника обыкновенного и прочих сорных растений.

Установлено, что в контрольном варианте, где гербициды не применяли, урожайность зерна люпина желтого составила в среднем за 2014-2016 гг. 12,0 ц/га (таблица 3).

Применение гербицидов почвенного действия прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га) и примэкса голд TZ, СК (2,5 л/га) обеспечило в среднем за период исследований прибавку урожайности зерна 8,4 ц/га (70,0%) и 10,0 ц/га (83,3%) соответственно. При послеvсходовом внесении в фазу 1-2 настоящих листьев гербицида пилот, ВСК (2,0 л/га) этот показатель был равен 9,0 ц/га (75,0%). Внесение этого препарата в фазу 3-4 настоящих листьев культуры на фоне предшествующего применения гербицида прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га) обеспечило прибавку урожайности по сравнению с контролем 10,6 ц/га (88,3%). Наибольшая прибавка урожайности зерна люпина желтого (13,4 ц/га или 111,0%) была

Таблица 2 – Реакция отдельных видов сорняков, произрастающих в посевах люпина желтого, на применение гербицидов, шт./м² (среднее за 2014-2016 гг.)

Вид сорняков	Вариант					
	Контроль (без обработки)	Прометрекс ФЛЮ, к.с. (3,0 л/га)	Примэктра годд ТЗ, СК (2,5 л/га)	Пилот, ВСК (2,0 л/га)	Прометрекс ФЛЮ, к.с. + Пилот, ВСК (3,0 + 2,0 л/га)	6.Примэктра годд ТЗ, СК + Пилот, ВСК (2,5 + 2,0 л/га)
Ромашка непахучая	15	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{93,3}$	$\frac{2}{80}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{93,3}$
Фиалка полевая	12	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{2}{75,0}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$
Виды горцев	13	$\frac{1}{92,3}$	$\frac{1}{92,3}$	$\frac{1}{92,3}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{92,3}$
Просо куриное	11	$\frac{4}{63,6}$	$\frac{1}{90,9}$	$\frac{4}{63,6}$	$\frac{2}{81,8}$	$\frac{1}{90,9}$
Торица полевая	7	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{85,7}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$
Пастушья сумка	14	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{92,8}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$
Марь белая	28	$\frac{3}{89,3}$	$\frac{2}{92,8}$	$\frac{3}{89,3}$	$\frac{1}{96,4}$	$\frac{1}{96,4}$
Пикульник обыкновенный	7	$\frac{1}{85,7}$	$\frac{1}{85,7}$	$\frac{2}{71,4}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$
Ярутка полевая	6	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{83,3}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$
Звездчатка средняя	8	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{1}{87,5}$	$\frac{1}{87,5}$	$\frac{0}{100,0}$	$\frac{0}{100,0}$

Примечание: в числителе – численность сорняков, шт./м² в знаменателе – гибель сорняков, %

Таблица 3 – Влияние применения гербицидов на урожайность зерна люпина желтого, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка	
	2014 г	2015 г.	2016 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	12,1	10,0	13,9	12,0	-	
Прометрекс ФЛО, к.с. (3,0 л/га)	15,0	21,3	24,8	20,4	8,4	70,0
Примэкстра голд TZ, СК (2,5 л/га)	18,3	22,5	25,4	22,0	10,0	83,3
Пилот, ВСК (2,0 л/га)	17,6	23,7	21,9	21,0	9,0	75,0
Прометрекс ФЛО, к.с. + Пилот, ВСК (3,0+2,0 л/га)	16,4	26,1	25,3	22,6	10,6	88,3
Примэкстра голд TZ, СК + Пилот, ВСК (2,5+2,0 л/га)	19,0	29,0	28,1	25,4	13,4	111,0
НСР ₀₅	2,7	4,5	2,0			

получена в варианте, где гербицид пилот, ВСК (2,0 л/га) вносили в фазу 3-4 настоящих листьев культуры на фоне довсходового применения препарата Примэкстра голд TZ, СК (2,5 л/га).

Анализ основных биометрических показателей растений люпина желтого свидетельствует о том, что применение до- и послеуборочных гербицидов Прометрекс ФЛО, Примэкстра голд TZ, Пилот и их сочетания на посевах этой культуры увеличивало количество растений перед уборкой в сравнении с контролем с 69 до 84-100 шт./м² (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние доуборочных и послеуборочных гербицидов на основные биометрические показатели растений люпина желтого Владко (среднее за 2014-2016 гг.).

Вариант	Элементы структуры урожая						
	Число растений к уборке, шт./м ²	Высота растений, см	Количество бобов на 1 растение, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Количество семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль (без обработки)	69	71,0	4,3	3,6	15,1	2,1	135
Прометекс ФЛО к.с. 3,0 л/га	84	76,8	5,3	3,9	20,7	2,8	137
Примэкстра голд TZ, СК 2,5 л/га	86	76,3	5,4	4,1	22,1	3,1	139
Пилот ВСК 2,0 л/га	92	79,5	5,0	3,9	19,5	2,7	137
Прометекс ФЛО к.с. 3,0 л/га + Пилот ВСК 2,0 л/га	97	74,9	5,2	3,9	20,3	2,7	133
Примэкстра голд TZ, СК 2,5 л/га + Пилот ВСК 2,0 л/га	100	74,6	5,3	4,0	21,2	2,9	136

Применение довсходовых гербицидов Прометрекс ФЛО и Примэкстра голд TZ при возделывании сорта люпина желтого *Владко* не оказало отрицательного влияния на формирование количества бобов и семян на растении, а также массу 1000 семян, увеличив эти показатели в сравнении с контролем с 4,3 до 5,0-5,4 шт., с 15,1 до 20,7-22,1 и с 135 до 137-139 г соответственно. В сложившихся условиях при использовании всех изучаемых гербицидов количество бобов и семян на 1 растении возрастало в сравнении с контролем до 5,0-5,4 и 19,5-22,1 шт. соответственно. Наименьшими эти показатели были при использовании по всходам люпина желтого гербицида Пилот.

Заключение

Для получения максимальной урожайности зерна люпина желтого сорта *Владко* необходимо применять до появления всходов гербицид Примэкстра голд TZ, СК (2,5 л/га) и вносить в фазу 3-4 настоящих листа культуры гербицид Пилот, ВСК (2,0 л/га). Это уменьшает численность сорняков в среднем на 94,3%, снижает их сырую массу на 93,4% и увеличивает урожайность зерна на 13,4 ц/га, т.е. на 111,0%.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Главная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»: сост. А.В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – С. 192-348.
2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. *Евсеевко, М.В.* Реакция люпина узколистного сортов различного морфотипа на применение гербицидов почвенного и послевсходового действия: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09/ М.В. Евсеевко; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2008. – 22 с.
4. *Саскевич, П.А.* Интегрированная защита однолетних зернобобовых культур от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь. Лекция для студентов агротехнических специальностей / П.А. Саскевич, Ю.А. Миренков, В.Р. Кажарский, В.П. Дуктов // УО «БГСХА». – Горки, 2003. – 14 с.
5. *Якимович, Е.А.* Возможность применения послевсходовых гербицидов в посевах люпина узколистного / Е.А. Якимович // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – №4. – С. 46-50.
6. *Баздырев, Г.И.* Сорные растения и борьба с ними / Г.И. Баздырев, Б.А. Смирнов. – М.: Колос, 1986. – 188 с.
7. *Кононов, А.С.* Гербициды на люпине / А.С. Кононов // Защита и карантин растений. – 2001. – №2. – С. 23.
8. *Кононов, А.С.* Ацетатрин в борьбе с сорняками в посевах люпина / А.С. Кононов, И.П. Такунов // Земледелие. – 1997. – №5. – С. 35-37.

EFFECT OF HERBICIDES ON WEEDINESS OF YELLOW LUPINE CROPS

Yu.I. Peshko, V.Ch. Shor, M.V. Yevseyenko, A.A. Kozlov

Research results of the study on herbicide effects on weediness of crops, the structure and volume of grain yield of new recognized yellow lupine variety Vladko are presented in the article. It was established that soil herbicide Primextra Gold TZ SC, used at the rate of 2.5 l/ha before sprout emergence following by the treatment

with herbicide Pilot SC (2.0 l/ha) used after the vegetation, provided the highest effect in yellow lupine protection from weeds. In that case, weed loss made up 90.9-100% depending on a weed kind, and yield increase was 1.34 t/ha as compared to the control.

УДК 633.112.9«324»:632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

А.П. Гвоздов, В.В. Холодинский, кандидаты с.-х. наук, Л.А. Булавин, Т.М. Булавина, доктора с.-х. наук, С.А. Пынников, В.А. Пынникова
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 12.12.2017)

Рецензент: канд. с.-х. наук В.Н. Буштевич

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гербицида Гусар Актив Плюс на засоренность посевов и урожайность зерна озимого тритикале. Установлено, что при отсутствии в посевах этой культуры многолетних двудольных сорняков наибольший экономический эффект гербицид Гусар Актив Плюс обеспечил в норме 0,6 л/га.*

Введение. Важным резервом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является защита посевов от сорняков, под влиянием которых снижение урожайности составляет от 10-12 до 25-30%. Обладая высокой жизнеспособностью, сорняки успешно конкурируют с культурными растениями за основные факторы роста. Они потребляют большое количество влаги из почвы, затеняют культурные растения, а также используют значительную часть элементов питания, вносимых с удобрениями. Многие виды сорняков являются резервуарами и промежуточными хозяевами для ряда вредителей и возбудителей болезней, которые сохраняются и развиваются на сорных растениях, впоследствии переходя на культурные. Высокая засоренность посевов значительно увеличивает потери урожая при уборке и снижает производительность комбайна на 40%, а затраты по доведению семян зерновых культур до кондиций первого класса повышаются на 61% в сравнении с семенами, полученными на чистых от сорняков участках [1, 3]. Все вышеизложенное убедительно свидетельствует о необходимости своевременного и эффективного контроля сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур. Решить эту проблему можно, прежде всего, за счет применения современных высокоэффективных гербицидов.

Материалы и методы. Изучение эффективности применения на посевах озимого тритикале гербицида Гусар Актив Плюс фирмы Байер КропСайенсАГ (Германия) проводили в 2016-2017 гг. в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45-2,67%, P₂O₅ – 303-314 мг/кг, K₂O – 289-301 мг/кг почвы, pH – 5,9-6,3). Предшественник озимого тритикале – ранний картофель, после уборки которого на опытном

участке вносили фосфорно-калийные удобрения ($P_{60}K_{120}$) и проводили вспашку. Предпосевную обработку почвы проводили при помощи АКШ. Озимое тритикале высевали в начале второй декады сентября. Для посева использовали семена сорта *Эра*. Норма высева – 4,0 млн/га всхожих зерен. Азотные удобрения вносили весной в два приема: при возобновлении весенней вегетации растений (N_{70}) и в начале фазы выхода в трубку (N_{70}). Изучаемые гербициды применяли в фазу весеннего кушения озимого тритикале в соответствии со схемой опыта с помощью ранцевого опрыскивателя OSATU STAR 16. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Площадь делянки 20 м², повторность 4-х кратная. Для защиты посевов озимого тритикале от болезней применяли фунгицид Зантара (0,8 л/га). Учет засоренности посевов проводили количественно-весовым методом через 30 дней после внесения гербицидов и перед уборкой.

Метеорологические условия в период проведения исследований отличались от среднемноголетних значений как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков, что оказало определенное влияние на уровень урожайности зерна озимого тритикале.

Результаты и обсуждения. В посевах озимого тритикале в период проведения исследований произрастали только однолетние виды сорных растений: ромашка непахучая, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, фиалка трехцветная, пастушья сумка, вероника персидская, горец вьюнковый, метлица обыкновенная. Установлено, что в среднем за два года численность сорных растений в посевах озимого тритикале при возделывании его без применения гербицидов составила в фазу колошения этой культуры в среднем 56,5 шт./м², а их сырая масса 172,8 г/м². При использовании гербицида Гусар Турбо (0,1 л/га) указанные выше показатели снижались соответственно на 95,7 и 91,4%. Применение гербицида Гусар Актив Плюс в норме 0,6 л/га обеспечило гибель сорняков 93,6% при снижении сырой массы на 97,9%. В варианте, в котором этот гербицид вносили в норме 0,8 л/га, гибель сорняков составила 97,8%, а снижение сырой массы 98,5% (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гербицидов на посевах озимого тритикале (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Численность сорняков, шт./м ²		Сырая масса, г/м ²	
	Фаза колошения	Перед уборкой	Фаза колошения	Перед уборкой
Контроль	56,5	14,0	172,8	33,1
Гусар Турбо, (0,1 л/га), эталон	95,7	92,8	91,4	94,9
Гусар Актив Плюс (0,6 л/га)	93,6	92,8	97,9	96,5
Гусар Актив Плюс (0,8 л/га)	97,8	96,1	98,5	98,9

Примечание: в контроле представлена численность сорняков (шт./м²) и их сырая масса (г/м²), а в других вариантах – снижение этих показателей (%).

Перед уборкой озимого тритикале численность сорняков в контрольном варианте составила в среднем 14 шт./м², а сырая масса 33,1 г/м². Под влиянием гербицида Гусар Турбо (0,1 л/га) эти показатели снижались соответственно на 92,8 и 94,9%. Применение гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6; 0,8 л/га обеспечило в среднем за период исследований гибель сорняков 92,8 и 96,1% при снижении сырой массы на 96,5 и 98,9%.

Урожайность зерна озимого тритикале в 2016 г. составила в контроле 49,9 ц/га. В варианте, где применяли гербицид Гусар Турбо (0,1 л/га), прибавка урожайности зерна озимого тритикале составила 3,8 ц/га, т.е. 7,6%. Применение гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6 и 0,8 л/га обеспечило по сравнению с контролем увеличение урожайности зерна на 4,2 и 4,7 ц/га, т.е. на 8,4 и 9,4%. Необходимо отметить, что различия по этому показателю между изучаемыми гербицидами находились в пределах ошибки опыта (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гербицидов на урожайность зерна озимого тритикале, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка	
	2016 г.	2017 г.	среднее	ц/га	%
Контроль	49,9	57,9	53,9	-	-
Гусар Турбо, (0,1 л/га), эталон	53,7	64,2	59,0	5,1	9,5
Гусар Актив Плюс (0,6 л/га)	54,1	65,0	59,6	5,7	10,6
Гусар Актив Плюс (0,8 л/га)	54,6	64,6	59,6	5,7	10,6
НСР ₀₅	3,6	5,5			

В условиях, сложившихся в 2017 г., урожайность зерна озимого тритикале в контроле составила 57,9 ц/га. В варианте, в котором применяли гербицид Гусар Турбо (0,1 л/га), урожайность возросла на 6,3 ц/га, т.е. на 10,8%. При использовании гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6 и 0,8 л/га указанный выше показатель в сравнении с контролем достоверно увеличился соответственно на 7,1 и 6,7 ц/га, т.е. на 11,0 и 10,3%.

В среднем за период исследований урожайность зерна озимого тритикале при возделывании его без применения гербицидов составила 53,9 ц/га. Наибольшим этот показатель (59,6 ц/га) был при использовании гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6-0,8 л/га. Прибавка урожайности в этом случае составила в среднем 5,7 ц/га, т.е. 10,6%. При применении гербицида Гусар Турбо в норме 0,1 л/га урожайность зерна озимого тритикале была ниже и прибавка составила 5,1 ц/га (9,5%).

Для более полной оценки полученных результатов исследований был проведен их экономический анализ, основанный на сопоставлении стоимости прибавки урожайности зерна озимого тритикале от применения изучаемых гербицидов и затрат на их внесение. Для этого использовали методику определения показателей эффективности новой техники, разработанную в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [2]. Расчеты показали, что эксплуатационные затраты на выполнение операций по

применению гербицидов современным комплексом отечественных машин, включающие амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание и ремонт, заработную плату механизаторов, топливо, энергию, прочие затраты, составили 8,16 руб./га (таблица 3).

Таблица 3 – Расчет эксплуатационных затрат на внесение гербицидов, руб./га

Технологическая операция	Состав агрегата	Заработная плата	Амортизация	Обслуживание и ремонты	Топливо и энергия	Прочие	Всего
Подвоз воды	«Беларус-1523» + МЖТ-Ф-11	0,08	0,80	0,45	0,39	0,18	1,90
Внесение гербицидов	«Беларус-820» + «Мекосан-2500-24»	0,78	2,39	1,27	1,25	0,57	6,26
Итого		0,86	3,19	1,72	1,64	0,75	8,16

Примечание: расчеты проведены в ценах по состоянию на 01.11.2017 г.

С учетом стоимости изучаемых гербицидов затраты на их применение изменялись по вариантам опыта в пределах 52,56-69,84 руб./га при стоимости прибавки урожайности 84,71-94,68 руб./га (таблица 4). Расчеты показали, что при использовании гербицида Гусар Турбо в норме 0,1 л/га условно чистый доход составил 14,87 руб./га, а рентабельность 21,3%. Наибольшими эти показатели были в варианте, в котором применяли Гусар Актив Плюс в норме 0,6 л/га – 42,12 руб./га и 80,1%. При использовании этого гербицида в норме 0,8 л/га условно чистый доход снижался до 27,32 руб./га. Рентабельность при этом составила 40,6%.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения гербицидов на посевах озимого тритикале (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Стоимость прибавки, руб./га	Затраты на применение гербицида, руб./га			Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
		внесение	стоимость гербицида	всего		
Контроль	-	-	-	-	-	-
Гусар Турбо, (0,1 л/га), эталон	84,71	8,16	61,68	69,84	14,87	21,3
Гусар Актив Плюс (0,6 л/га)	94,68	8,16	44,40	52,56	42,12	80,1
Гусар Актив Плюс (0,8 л/га)	94,68	8,16	59,20	67,36	27,32	40,6

Выводы

1. Применение в фазу весеннего кущения озимого тритикале гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6 и 0,8 л/га обеспечило через 30 дней после про-

ведения химической прополки гибель сорняков соответственно 93,6 и 97,8% при снижении их сырой массы на 97,9 и 98,5%. При использовании гербицида Гусар Турбо в норме 0,1 л/га численность сорных растений снижалась на 95,7, а их сырая масса на 91,4%.

2. При использовании гербицида Гусар Актив Плюс в нормах 0,6-0,8 л/га урожайность зерна озимого тритикале увеличивалась по сравнению с контролем на 5,7 ц/га (10,6%). Под влиянием применения гербицида Гусар Турбо в норме 0,1 л/га прибавка урожайности составила 5,1 ц/га (9,5%).

3. При отсутствии в посевах озимого тритикале многолетних двудольных сорняков наибольшие условно чистый доход (42,12 руб./га) и рентабельность (80,1%) обеспечило применение гербицида Гусар Актив Плюс в норме 0,6 л/га.

Литература

1. Баздырев, Г.И. Сорные растения и борьба с ними / Г.И. Баздырев, Б.А. Смирнов. – М., 1986. – 188 с.

2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

3. Сорока, С.В. Проблемы сорной растительности в Беларуси и методы борьбы с ней / С.В.Сорока [и др.] // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней. – Горки: БГСХА, 2004. – С. 6-14.

EFFICIENCY OF HERBICIDE USE IN TRITICALE CULTIVATION

**A.P. Gvozдов, V.V. Kholodinsky, L.A. Bulavin, T.M. Bulavina,
S.A. Pyntikov, V.A. Pyntikova**

Research results of the study on the effect of Hussar Active Plus herbicide on crop weediness and grain yield of winter triticale are presented in the article. It was established that the highest economic effect was obtained by the use of Hussar Active Plus herbicide at the rate of 0.6 l/ha when there were no perennial dicotyledonous weeds in the crops.

УДК 633.15:632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

**Г.Н. Куркина, аспирантка, Н.Л. Холодинская, кандидат с.-х. наук,
М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко**

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 12.02.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук А.Г. Власов

Аннотация. *Ввиду высокой засоренности полей и многообразия сорной растительности получать высокие урожаи кукурузы невозможно без применения гербицидов. В связи с этим проведена сравнительная оценка влияния различных гербицидов на засоренность посевов, высоту растений и продуктивность кукурузы. Установлено, что применение гербицидов оказало существен-*

ное влияние на снижение засоренности посевов. Сохраненный урожай зеленой массы кукурузы составил 390-451 ц/га, сухого вещества 161-183 ц/га.

Введение. Кукуруза относится к числу культур, слабо конкурирующих на ранних этапах развития с сорной растительностью. В этот период в ее посевах создаются весьма благоприятные условия для роста различных видов сорняков, семена которых прорастают при сравнительно низких температурах и всходят раньше кукурузы. Интенсивно развиваясь и сильно подавляя ее, начиная с фазы 3-х листьев, они отнимают питательные вещества и влагу, что приводит к существенному недобору урожая [1]. По данным Института защиты растений НАН Беларуси, при наличии в посевах кукурузы 418-827 сорняков на 1 м² потери урожая составляют 76-89,5% [2]. Потери урожая тем выше, чем продолжительнее их совместная вегетация [3].

Наиболее действенным методом борьбы с сорной растительностью является химический, который требует соблюдения следующих условий: используемые гербициды должны обладать широким спектром действия, не загрязнять почву, не вызывать угнетения растений кукурузы, обеспечивать чистоту посева до конца вегетации [1].

Активность гербицидов во многом определяется соответствием спектра их действия составу доминирующих в агрофитоценозе сорных растений. В этой связи подходы к контролю сорняков на полях кукурузы в текущем столетии подверглись радикальным изменениям после того, как в ряде европейских стран, в том числе и в Беларуси, было принято решение о запрете использования атразина по причине высокой его персистентности. Наблюдается очень быстрое распространение некоторых видов сорных растений, типичных в посевах кукурузы [4]. Новое поколение послевсходовых гербицидов представлено, главным образом, производными сульфонилмочевины. Эти соединения отличаются высокой фитотоксичностью, безопасностью для теплокровных, большое разнообразие по селективности и спектрам действия на сорняки [5]. Вместе с тем, широко распространенные противозлаковые гербициды на основе римсульфулона и никоссульфулона при оптимальных условиях применения по эффективности не уступают препаратам почвенного действия, но обладают существенными недостатками из-за короткого периода фитотоксичности по отношению к злаковым сорнякам и ограниченной селективности по отношению к кукурузе, а также отсутствию пролонгации защитного эффекта [6]. Внесение же гербицидов с пролонгированным действием избавляет агронома от проблемы «второй волны» сорняков [7]. В этой связи исследователи в целях эффективного и продолжительного действия рекомендуют использовать комбинированные гербициды или их баковые смеси с почвенным действием [8-10].

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2016-2017 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой связноспесчаной почвы опытного участка следующая: рН – 6,05-6,14, Р₂О₅ – 180-200 мг/кг, К₂О – 257-286 мг/кг почвы, гумус – 2,24-2,70%.

Подготовка почвы включала зяблевую вспашку с заделкой 50 т/га навоза (под урожай 2017 г.) или с использованием его последствий (2016 г.), осенью 2015 г. вносились фосфорные удобрения (P_{30}), весной ежегодно калийные в дозе K_{125} , карбамид (N_{115}) с заделкой культиватором. Срок сева: 21 апреля в 2016 г. (гибрид *Нерисса*), 5 мая в 2017 г. (гибрид *СИ Феномен*), густота стояния растений – 80 тыс./га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. Площадь опытных делянок 22-25 м². Повторность – четырехкратная, расположение делянок – систематическое со смещением.

Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [11]. До внесения и через 30 дней после внесения гербицидов проведен количественный учет засоренности с целью определения численности видового состава сорных растений в посевах кукурузы, а количественно-весовой – через 60 дней после внесения. В процессе вегетации осуществляли фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием прикладных компьютерных программ.

Метеорологические условия вегетационных периодов в оба года исследований характеризовались неустойчивым температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. В первой половине вегетации 2016 г. среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах среднеголетних показателей, а в отдельные периоды была выше, в мае достигла 14,8 °С, в июне – 18,1 °С. Начало вегетационного периода 2017 г., в отличие от предыдущего, было прохладным и характеризовалось недостаточным количеством осадков. В мае температура воздуха составляла 13,0 °С, в июне – 16,3 °С. Вторая половина лета 2016 г., особенно июль, оказалась достаточно теплой, тогда как в 2017 г. этот месяц был холоднее среднеголетнего показателя на 1,8 °С. Во второй и третий летние месяцы за годы исследований, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, наблюдалось достаточное выпадение осадков. Поэтому в целом метеорологические условия вегетационных сезонов 2016-2017 гг. можно считать оптимальными для кукурузы и благоприятными для развития сорняков.

Результаты исследований и их обсуждение. Исходная засоренность кукурузы перед внесением гербицидов по вегетирующим растениям в среднем по всем вариантам составляла 358,2 шт./м² (таблица 1). Из сорной растительности в посевах преобладали марь белая (32,0%), виды горцев, главным образом, бьюнковый (17,3%), галинзога мелкоцветковая (9,9%).

Учеты, проведенные через месяц после применения препаратов, показали, что общая засоренность кукурузы в контроле без прополки в среднем за два года составила 335,5 шт./м². Среди сорных растений наибольшее распространение имели марь белая (28,1%) и виды горцев (20,0%). В меньшем количестве присутствовали галинзога мелкоцветковая (8,0%), щавель конский и мятлик однолетний (по 6,3%), сушеница топяная (5,7%), фиалка полевая и пастушья сумка (по 4,8%), звездчатка средняя (4,7%). Встречались единичные растения осота желтого и пырея ползучего. Было установлено, что биологическая эффектив-

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения различных гербицидов на посевах кукурузы (среднее за 2016-2017 гг.)

Препарат	Фаза развития кукурузы	Количество сорняков до обработки, шт./м ²	Гибель сорняков через месяц после внесения, % к контролю	Гибель сорняков через 2 месяца после внесения, % к контролю	
				количество	сырая масса
1. Контроль		294,5	335,5	303,5	2905,5
2. Люмакс, СЭ, 3,5 л/га	3 листа	274,5	94,7	90,9	98,0
3. Аденго, КС, 0,35 л/га	3 листа	298,0	97,0	96,0	94,1
4. Сулкотрек, КС, 1,9 л/га	3 листа	342,0	89,5	86,1	88,9
5. Люмакс, СЭ, 3,5 л/га	5 листьев	384,0	92,4	86,8	97,3
6. Аденго, КС, 0,35 л/га	5 листьев	354,5	85,7	92,5	98,0
7. Экстракорн, СЭ, 4 л/га	5 листьев	352,5	95,6	94,7	87,8
8. Примэкстра голд TZ, СК, 4 л/га	5 листьев	411,0	93,4	91,6	77,5
9. Камелот, СЭ, 4 л/га	5 листьев	407,5	91,7	88,3	82,4
<i>Среднее по почвенным</i>			92,5	90,9	90,5
10. Майстер пауэр, МД, 1,5 л/га	5 листьев	424,0	82,0	90,8	97,8
11. Сатурн дуо, МД, 1,5 л/га	5 листьев	400,5	70,0	72,2	61,7
12. Элюмис, МД, 1,5 л/га	5 листьев	352,0	82,6	85,0	95,4
13. Дублон голд, ВДГ, 60 г/га + балерина, СЭ, 6 0,3 л/га+ ПАВ адью 0,2 л/га	5 листьев	361,0	75,1	81,9	94,2
<i>Среднее по сульфонилмочевинным</i>			77,4	85,0	87,3

Примечание: В контрольном варианте количество сорняков, шт./м², масса сорняков, г/м²

ность от применения препаратов почвенного действия была выше, чем от сульфонилмочевинных, и в среднем составила 92,5% и 77,4% соответственно.

В период максимального нарастания сырой массы сорняков, как и при предыдущем учете, наиболее высокая биологическая эффективность отмечена при внесении Аденго в фазу 3 листа кукурузы (96,0%) и Экстракорна (94,7%). В среднем по препаратам почвенного действия она составила 90,9%. Лучшим из сульфонилмочевинных препаратов был Майстер Пауэр, при применении которого гибель сорной растительности равнялась 90,8%.

Через 2 месяца после применения гербицидов наименьшее снижение сырой массы сорняков относительно контрольного варианта (2905,5 г/м²) отмечалось при применении Сатурна дуо (61,7%), Примэкстра Голд TZ или его аналога – Камелота (77,5 и 82,4% соответственно). В среднем по опыту этот показатель составил 89,3%.

Отмечено близкое действие препаратов на высоту растений кукурузы (таблица 2). К моменту окончания интенсивного роста все варианты, кроме контрольного, различались между собой в пределах ошибки опыта. В результате снижения засоренности получены достоверные прибавки урожая зеленой массы (ЗМ) кукурузы по отношению к контролю, которые составили 390-451 ц/га.

Таблица 2 – Высота растений и урожайность кукурузы в зависимости от применения гербицида (среднее за 2016-2017 гг.)

Препарат	Высота растений к уборке, см	Урожайность, ц/га			
		ЗМ	± к контролю	СВ	± к контролю
1. Контроль (без обработки)	118	62	-	20,6	-
2. Люмакс, СЭ, 3,5 л/га	249	513	451	183,0	162,4
3. Аденго, КС, 0,35 л/га	248	502	440	178,4	157,8
4. Сулкотрек, КС, 1,9 л/га	248	501	439	181,1	160,5
5. Люмакс, СЭ, 3,5 л/га	250	506	444	179,3	158,7
6. Аденго, КС, 0,35 л/га	242	484	422	169,2	148,6
7. Экстракорн, СЭ, 4 л/га	244	506	444	176,2	155,6
8. Примэстра голд TZ, СК, 4 л/га	240	478	416	170,1	149,5
9. Камелот, СЭ, 4 л/га	236	452	390	161,0	140,4
<i>Среднее по почвенным</i>	<i>245</i>	<i>493</i>	<i>431</i>	<i>174,8</i>	<i>154,2</i>
10. Майстер пауэр, МД, 1,5 л/га	246	488	426	169,9	149,3
11. Сатурн дуо, МД, 1,5 л/га	242	485	423	167,4	146,8
12. Элюмис, МД, 1,5 л/га	240	506	444	177,2	156,6
13. Дублон голд, ВДГ, 60 г/га + балерина, СЭ, 6 0,3 л/га+ ПАВ адью 0,2 л/га	236	469	407	166,1	145,5
<i>Среднее по сульфонилмочевинным</i>	<i>241</i>	<i>487</i>	<i>425</i>	<i>170,2</i>	<i>149,6</i>
НСР ₀₅	19	41		14,5	

Максимальная урожайность зеленой массы получена в варианте с применением гербицида Люмакс в фазе 3 листа кукурузы (513 ц/га). Все остальные препараты, кроме Камелота и Дублона Голд с Балериной (452 и 469 ц/га соответственно) несущественно уступили ему, сформировав 478-506 ц/га. По сбору сухого вещества (СВ) аналогично зеленой массе на лучшим остался вариант с применением Люмакса в норме 3,5 л/га в фазу 3 листьев кукурузы – 183 ц/га. Вторую позицию с урожайностью 181,1 ц/га занял Сулкотрек в норме 1,9 л/га. Этот препарат хорошо уничтожает двудольные сорняки, в том числе паслен черный, но слабее подавляет злаки, а поэтому и в меньшей степени относительно других гербицидов негативно влияет на рост и развитие культурных растений. Хорошими вариантами применения гербицидов, не уступившими по сбору сухого вещества Люмаксу, можно также считать в порядке убывания Аденго в норме 0,35 л/га в фазу 3 листьев, Элюмис (1,5 л/га), Экстракорн (4 л/га), Примэстра голд TZ (4 л/га), Майстер Пауэр (1,5 л/га), Аденго в фазу 5 листьев. В среднем по препаратам почвенного действия сбор СВ составил 174,8 ц/га, сульфонилмочевинным – 170,2 ц/га.

Выводы

1. Гербициды Люмакс в дозе 3,5 л/га, Аденго (0,35 л/га), Майстер Пауэр (1,5 л/га), Элюмис (1,5 л/га), Дублон Голд (60 г/га) в смеси с Балериной (0,3

л/га) и ПАВ Адюо (0,2 л/га) обеспечивают высокую биологическую эффективность. Снижение сырой массы сорняков при их применении составляет от 94,1 до 98,0%.

2. Наибольшая хозяйственная эффективность получена при внесении гербицидов Люмакс и Сулкотрек (1,9 л/га) в фазу 3 листьев кукурузы. Несущественно в порядке убывания урожайности уступают им по сбору сухого вещества Аденго, Элюмис, Экстракорн (4 л/га), Примэкстра Голд TZ (4 л/га), Майстер Пауэр.

Литература

1. Багринцева, В.Н. Мерлин защитит кукурузу / В.Н. Багринцева // Кукуруза и сорго. – 2009. – №3. – С. 23-24.
2. Колесник, С.А. Применение гербицида дикасорн в посевах кукурузы / С.А. Колесник // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – №1. – С. 75-78.
3. Сташкевич, А.В. Критический период вредоносности сорняков в посевах кукурузы на зерно / А.В. Сташкевич, С.А. Колесник, С.В. Сорока // Наше сельское хозяйство. – 2014. – №9. – С. 27-30.
4. Бибар, В. Уничтожение сорняков на полях кукурузы: выбор стратегии противостояния современному видовому набору сеgetальной флоры / В. Бибар // Зерно. – 2010. – №3. – С. 96-100.
5. Мельников, Н.Н. Пестициды в современном мире / Н.Н. Мельников, Г.М. Мельникова // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – №4. – С. 33-37.
6. Панфилов, А.Э. Майстер – препарат универсальный / А.Э. Панфилов // Защита растений и карантин. – 2012. – №3. – С. 19-21.
7. Гуйда, А. Ранний контроль сорняков в посевах кукурузы / А. Гуйда // Аграрное Ставрополье. – 2017. – № 16. – С. 9.
8. Колесник, С.А. Комбинированные гербициды для защиты посевов кукурузы в Беларуси / С.А. Колесник, А.В. Сташкевич, Л.И. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр.; редкол.: Л.И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Колорград, 2016. – Вып.40. – С. 43-51.
9. Костюк, А.В. Эффективность гербицида Дублон Голд на кукурузе в Приморье / А.В. Костюк, Н.Г. Лукачева // Земледелие. – 2014. – №1. – С.46-48.
10. Надточаев, Н.Ф. Эффективные гербициды – залог успешного возделывания кукурузы / Н.Ф. Надточаев, М.А. Мелешкевич // Наше сельское хозяйство. – 2010. – №4. – С.70-75.
11. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.

HERBICIDE EFFICIENCY IN REPEATED MAIZE CROPS

G.N. Kurkina, N.L. Kholodinskaya, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko

It is impossible to obtain high maize yields not using herbicides due to high field contamination and great variety of weeds. Comparative evaluation of the effect of different herbicides on crop contamination, plant height and maize productivity for period 2016-2017 is given. It was established that herbicide use had significant effect on the decrease of crop contamination. As a result, the saved yield of maize green material was 39-45.1 t/ha, and the saved dry matter yield made up 16.1-18.3 t/ha.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА ГЛОБАЛ, ВР НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА

М.В. Евсеенко, В.Ч. Шор, М.Н. Крицкий, Л.И. Гвоздова, кандидаты с.-х. наук, **Ю.И. Пешко**, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 20.02.2018 г.)

Рецензент: доктор с.-х. наук, профессор Л.А. Булавин

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гербицида Глобал, ВР (имазамокс, 40 г/л) ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия на засоренность посевов гороха и его урожайность. Установлено, что этот гербицид при внесении в норме 0,75-1,0 л/га до появления всходов и в фазу 1-3 пары листьев гороха обеспечил высокий эффект против однолетних двудольных и злаковых сорняков и может быть рекомендован в хозяйствах Беларуси для применения при возделывании гороха.

Введение. Зернобобовые культуры имеют важное экономическое значение в сельскохозяйственном производстве Беларуси. Они являются незаменимым источником белка для питания человека и кормления животных. Однако в настоящее время по ряду причин посевные площади под зернобобовыми культурами в республике далеки от оптимальных. Наиболее распространенной бобовой культурой в Республике Беларусь является горох, посевные площади которого постоянно увеличиваются. Почвенно-климатические условия республики благоприятны для вегетации и продукционного процесса гороха. Одной из причин, сдерживающих повышение продуктивности как гороха, так и остальных зернобобовых культур, является повышенная засоренность посевов. При высокой численности сорняки снижают урожайность и качество сельскохозяйственной продукции, усложняют проведение уборочных работ и повышают затраты при возделывании культуры. Значительная засоренность посевов гороха может снизить урожайность этой культуры на 30-50%. При этом уровень потерь во многом зависит от видового состава, количества и продолжительности присутствия сорняков в посевах.

Особенностью возделывания гороха является тот факт, что его посевы подвержены засорению как на ранних стадиях развития из-за медленного начального роста культуры, так и в период уборки, особенно при полегании [5]. На посевах культуры чаще всего можно встретить марь белую, горчицу полевую, куколь обыкновенный, осот розовый, щирцу, ромашку и др.

Интегрированная защита посевов от сорняков, являющаяся неотъемлемой частью технологии возделывания, формирующей урожайность гороха, в рамках экономически и экологически обоснованного землепользования включает все агротехнические мероприятия повышения конкурентоспособности гороха и снижения засоренности полей, начиная от севооборота, обработки почвы, вы-

бора сортов, внесения удобрений до механической борьбы и применения гербицидов [2, 4, 5].

При выращивании гороха используются гербициды почвенного и послевсходового действия, содержащие прометрин, бентазон, имазамокс, метрибузин и др. [1]. Для расширения уже имеющегося ассортимента гербицидов, разрешенных к применению на посевах гороха, был изучен гербицид Глобал, ВР (имазамокс, 40 г/л), ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия для его последующей регистрации на территории Республики Беларусь.

Методика исследований. Исследования проводили в 2016-2017 гг. на полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Содержание гумуса – 2,42-2,48%, P_2O_5 – 210-240 мг/кг, K_2O 250-270 мг/кг почвы, pH_{KCl} 6,3-6,5. Предшественник – озимые зерновые. Агротехника возделывания гороха – общепринятая для Беларуси. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь делянки 50 м². Расположение делянок рендомизированное. Гербицид Глобал, ВР вносили после посева до всходов культуры, а также в фазу 1-3 пары листьев культуры. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Объектом исследования являлся сорт гороха *Белус*. Учет засоренности посевов проводили на 30-й день после химической прополки (количественный) и перед уборкой культуры (количественно-весовой). На закрепленных площадках площадью 0,25 м² определяли численность сорных растений по видам, их сырую вегетативную массу. Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [3].

В целом по годам исследований погодные условия существенно различались, способствовали росту и развитию сорных растений и позволили достаточно объективно изучить влияние гербицидов на рост и развитие сорняков и формирование урожая гороха. Так, в 2016 г. в конце апреля – начале мая в период посев – всходы количество выпавших осадков было ниже среднесезонных значений на фоне повышенной температуры воздуха. В 2017 г. отмечалась поздняя весна, сопровождаемая низкими температурами и недостаточной влагообеспеченностью в начальный период вегетации, что отразилось на эффективности изучаемых гербицидов.

Результаты исследований и обсуждение. Учеты показали, что посевы гороха в годы исследований характеризовались различной степенью засоренности. Так, если в 2016 г. в контрольном варианте произрастало всего 52 шт./м² сорных растений, то в 2017 г. этот показатель составил 151 шт./м². Преобладающими видами были марь белая, просо куриное, виды горцев, ярутка полевая, пастушья сумка, фиалка полевая, ромашка непахучая (таблицы 1, 2).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что биологическая эффективность изучаемых гербицидов в значительной степени зависела от метеорологических условий, складывающихся в период вегетации, и от уровня засоренности посевов. В 2016 г. показатель общей биологической эффективности гербицида Глобал составил 92,2-98,1% в зависимости от нормы и срока применения. При использовании эталонного гербицида Пульсар (1,0 л/га) засорен-

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гербицида Глобал, ВР в 2016 г.

Вариант	Снижение численности и массы, % к контролю							Другие	Всего
	Марь белая	Просо куриное	Виды горцев	Ярутка полевая	Подмаренник цепкий	Другие	Всего		
На 30 день после химической прополки									
Контроль (без обработки)	11	6	15	13	1	6	52		
Пульсар (1,0 л/га) эталон А	100	83,3	100	100	100	100	98,1		
Глобал, ВР (0,75 л/га) А	100	66,7	100	100	100	100	96,2		
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	100	83,3	100	100	100	100	98,1		
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	100	66,7	86,7	100	100	100	92,3		
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	100	83,3	86,7	92,3	100	100	92,3		
Передуборкой									
Контроль (без обработки)	$\frac{7}{60}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{11}{50}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{4}{20}$	$\frac{32}{170}$		
Пульсар (1,0 л/га) эталон А	100	100	100	100	100	100	100		
Глобал, ВР (0,75 л/га) А	100	100	100	100	100	100	100		
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	100	100	100	100	100	100	100		
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	100	80,0	90,9	100	100	100	93,8		
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	100	50,0	80,0	100	100	100	88,2		

Примечание: 1. В контроле представлена численность сорных растений (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение этих показателей (%)

2. А – до всходов культуры, Б – 1-3 пары листьев культуры

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения гербицида Глобал, ВР в 2017 г.

Вариант опыта	Снижение численности и массы, % к контролю										Всего
	Мать беляя	Просо куриное	Горцы	Пастушьи сумка	Фиалка полевая	Пшукляник	Ромашка пахучая	Другие			
	На 30 день после химической прополки										
Контроль (без обработки)	10	8	6	33	46	3	35	10			151
Пульсар (1,0 л/га) эталон А	100,0	62,5	100,0	100,0	26,1	100,0	100,0	100,0			75,5
Глобал, ВР (0,75 л/га) А	80,0	75,0	83,3	90,9	21,7	100,0	97,1	100,0			70,2
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	90,0	75,0	100,0	93,9	34,8	100,0	100,0	100,0			76,8
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	90,0	75,0	100,0	100,0	23,9	100,0	94,3	90,0			72,8
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	90,0	62,5	100,0	100,0	32,6	100,0	97,1	100,0			76,2
Перед уборкой											
Контроль (без обработки)	$\frac{7}{179}$	$\frac{8}{20}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{50}{60}$	$\frac{6}{60}$	$\frac{35}{200}$	$\frac{10}{20}$			$\frac{160}{587}$
Пульсар (1,0 л/га) эталон А	100,0	62,5	100,0	100,0	40,0	100,0	100,0	100,0			79,4
Глобал, ВР (0,75 л/га) А	85,7	50,0	87,5	86,1	34,0	100,0	100,0	100,0			92,7
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	92,2	50,0	91,7	83,3	36,7	100,0	100,0	100,0			72,5
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	85,7	62,5	87,5	91,7	42,0	100,0	100,0	100,0			88,2
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	92,7	60,0	91,7	88,9	41,7	100,0	100,0	100,0			76,9
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	85,7	75,0	87,5	100,0	36,0	100,0	100,0	100,0			89,6
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	93,3	70,0	91,7	100,0	38,3	100,0	100,0	100,0			77,5
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	100,0	62,5	87,5	100,0	40,0	100,0	100,0	100,0			90,5
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	100,0	60,0	91,7	100,0	40,0	100,0	100,0	100,0			78,8

Примечание: 1. В контроле представлена численность сорных растений (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение этих показателей (%)

2. А – до всходов культуры, Б – 1-3 пары листьев культуры

ность снизилась на 98,1% (таблица 1). В 2017 г. при более высокой общей засоренности посевов гороха биологическая эффективность гербицида Глобал составила 70,2-76,2% в зависимости от нормы и срока применения, эталонного препарата – 75,5% (таблица 2). Менее эффективным гербицид Глобал, ВР и эталонный препарат оказались против фиалки полевой, снижая ее численность на 21,7-34,8% в зависимости от нормы и срока применения и на 26,1% соответственно.

Определение количества злаковых сорняков и, в частности, проса куриного на 30-й день после химической прополки показало, что обработка посевов гороха гербицидом Глобал до появления всходов и в фазу 1-3 пар листьев культуры в нормах 0,75 и 1,0 л/га обеспечила в 2017 г. биологическую эффективность на уровне 75,0% и 62,5-75,0% соответственно. В 2016 г. этот показатель был на уровне 66,7-83,3%. Эффективность эталонного препарата против проса куриного оказалась на уровне 62,5% в 2017 г. и 83,3% в 2016 г.

В среднем за период исследований при внесении гербицида Глобал, ВР до всходов культуры в нормах 0,75 и 1,0 л/га биологическая эффективность составила 83,2-87,5%. При применении этого препарата в фазу 1-3 пары листьев культуры в таких нормах данный показатель находился в пределах 82,6-84,3%. Биологическая эффективность эталонного гербицида Пульсар, ВР (1,0 л/га) при внесении в фазу 1-3 пары листьев культуры составила в среднем 86,8%, что незначительно превысило аналогичные показатели по всем изучаемым вариантам в среднем на 2,5-4,2% за исключением варианта с применением гербицида Глобал, ВР (1,0 л/га) до всходов культуры, превысившего эталон на 0,7%.

Учет засоренности перед уборкой показал, что применение гербицида Глобал, ВР обеспечивало не только снижение численности сорняков, но и их сырой массы. Так, в 2016 г. их численность в эту фазу развития гороха в контроле составила 32 шт./м², а сырая масса 170 г/м². При внесении гербицидов эти показатели уменьшились соответственно на 93,8-100,0% и на 88,2-100,0%. В 2017 г. в посевах гороха перед уборкой численность всех сорных растений в контрольном варианте составила 160,0 шт./м², а сырая масса 587,0 г/м². При внесении гербицида Глобал ВР до всходов в нормах 0,75 и 1,0 л/га гибель сорняков составила 72,5-76,9%, а сырая масса снизилась на 88,2-89,6%. Применение этого препарата по всходам обеспечило гибель сорняков 77,5-78,8% при снижении сырой массы на 90,5-92,3%. В эталонном варианте численность всех сорных растений снизилась на 79,4%, сырая масса на 92,7%.

При довсходовом применении гербицида Глобал, ВР в нормах 0,75 и 1,0 л/га в среднем за 2016-2017 гг. количество сорняков к уборке уменьшилось на 86,3 и 88,5%, а сырая масса – на 94,1 и 94,8% соответственно. Внесение гербицида Глобал, ВР в фазу 1-3 пары листьев культуры (0,75 и 1,0 л/га) обеспечило снижение засоренности к уборке в среднем за годы исследований на 85,7 и 89,4%, а сырой массы на 89,4 и 96,2% соответственно.

Применение препарата Пульсар, ВР (1,0 л/га) в качестве эталона в фазу 1-3 пары листьев культуры уменьшило количество сорных растений на 89,7%, а их сырую массу на 96,4%.

Основным показателем эффективности изучаемых агроприемов является их влияние на урожайность возделываемых культур. Установлено, что гербицид Глобал, ВР при довсходовом внесении в нормах 0,75 и 1,0 л/га в среднем за годы исследований обеспечил прибавку урожайности зерна гороха 3,6 и 5,4 ц/га или 14,6 и 21,9% (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние гербицидов на урожайность зерна гороха

Вариант	Срок обработки	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю	
		2016 г.	2017 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)		24,4	25,0	24,7	-	-
Пульсар, ВР (эталон) 1,0 л/га	А	29,0	31,1	30,1	5,4	21,9
Глобал, ВР 0,75 л/га	В	28,0	28,6	28,3	3,6	14,6
Глобал, ВР 1,0 л/га	В	28,4	29,7	29,1	4,4	17,8
Глобал, ВР 0,75 л/га	А	28,1	33,2	30,7	6,0	24,3
Глобал, ВР 1,0 л/га	А	28,8	32,8	30,8	6,1	24,7
НСР ₀₅		3,2	2,9			

Примечание: А – 1-3 пары листьев культуры, В – до всходов культуры

При применении вышеуказанного гербицида (0,75 и 1,0 л/га) в фазу 1-3 пары листьев культуры урожайность зерна гороха увеличилась на 6,0 и 6,1 ц/га или 24,3 и 24,7% соответственно. Пульсар, ВР в норме 1,0 л/га при обработке посевов в фазу 1-3 пары листьев культуры обеспечил прибавку урожайности зерна гороха 5,4 ц/га или 21,9%.

Химическая прополка посевов гороха гербицидом Глобал, ВР оказала положительное влияние на формирование элементов структуры урожая (таблица 4). Учеты показали, что при применении гербицида Глобал, ВР (0,75 и 1,0 л/га) до всходов культуры отмечалось увеличение числа растений к уборке, количества бобов с одного растения, количества семян с растения, массы семян с растения и массы 1000 семян.

Гербицид Пульсар, ВР в норме 1,0 л/га при обработке посевов в фазу 1-3 пары листьев культуры способствовал увеличению элементов структуры урожая по сравнению с контрольным вариантом.

Заключение

Гербицид Глобал, ВР показал обеспечил высокую биологическую эффективность против однолетних двудольных и злаковых сорняков и может быть рекомендован для применения на посевах гороха в норме 0,75-1,0 л/га против однолетних двудольных и злаковых сорняков до всходов культуры и в фазу 1-3 пары листьев гороха.

Литература

1. Плешко Л.В. Государственный реестр средств защиты (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Плешко Л.В. [и др.]; Справочное издание. - Минск: «Акварель принт» ООО «Промкомплекс», 2014. – 628 с.

Таблица 4 – Влияние гербицидов на формирование элементов структуры урожая гороха (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Элементы структуры урожая						
	Число расте- ний к уборке, шт./м ²	Высота расте- ний, см	Количе- ство бо- бов на 1 расте- нии, шт.	Количе- ство се- мян в бобе, шт.	Количе- ство се- мян с 1 расте- ния, шт.	Масса семян с 1 расте- ния, г	Масса 1000 се- мян, г
Контроль (без об- работки)	78	72,5	5,3	3,6	18,8	3,8	201,9
Пульсар (1,0 л/га) эталон А	84	76,5	5,4	3,9	20,7	4,2	200,6
Глобал, ВР (0,75 л/га) А	83	82,3	5,5	3,7	20,0	4,1	204,1
Глобал, ВР (1,0 л/га) А	80	75,5	5,2	4,0	20,5	4,4	211,4
Глобал, ВР (0,75 л/га) Б	82	77,6	5,3	3,8	19,8	4,2	213,1
Глобал, ВР (1,0 л/га) Б	82	73,0	5,2	3,9	19,8	4,3	216,8

Примечание. А – до всходов культуры, Б – 1-3 пары листьев культуры

2. Грицаенко, З.М. Гербициды и продуктивность сельскохозяйственных культур / З.М. Грицаенко [и др.]; под ред. Г.С. Груздева. – Умань: Уманский Государственный Аграрный Университет, 2005. – 686 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Паденов, К.П. Сорные растения в Белоруссии / К.П. Паденов, В.Ф. Самерсов // Защита и карантин растений. – 1997. – №1. – С. 18-19.

5. Шпаар Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Минск: «ФУАинформ», 2000. – 264 с.

EFFECTS OF HERBICIDE GLOBAL, SC ON PEA WEEDINESS AND YIELD

M.V. Yevseyenko, V.Ch. Shor, M.N. Kritsky, L.I. Gvozdova, Yu.I. Peshko

Research results of the study on the effects of herbicide Global, SC (imazamox, 40 g/l), Group of Companies “Zemlyakoff”, Russia, on pea weediness and yield are presented in the article. It was established that the herbicide application at the rate of 0.75-1.0 l/ha before sprout emergence and in the phase of 1-3 pairs of pea true leaves provided high effect against annual dicotyledonous weeds and grasses and could be recommended for the use in pea growing at agricultural enterprises of Belarus.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

*А.П. Гвоздов, Л.А. Булавин, С.А. Пынтиков, В.Д. Кранцевич,
М.А. Белановская, В.А. Ханкевич, А.В. Ленский*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
РУП «Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»
(Поступила 10.04.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по сравнительной оценке эффективности довсходового применения гербицидов Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га) и Бандур Форте, КС (3,0 л/га) при возделывании картофеля. Установлено, что при использовании гербицида Бандур Форте, КС (3,0 л/га) чистый доход увеличивался на 1274,2 дол./га, рентабельность на 39,3% при снижении себестоимости картофеля на 1,6 дол./ц.*

Снижение численности сорных растений в посадках картофеля является одним из важнейших факторов получения высоких урожаев этой культуры. Для всех сорняков характерен более низкий, чем для культурных растений, уровень требований к факторам роста. Поэтому они оказывают значительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, сорные растения создают серьезные помехи при уборке урожая, снижают товарные и семенные качества клубней картофеля [3]. В этой связи поиск высокоэффективных гербицидов, которые можно использовать при возделывании картофеля, имеет важное значение.

Условия и методика проведения исследований. В 2016-2017 гг. в Смоленском районе Минской области изучали эффективность применения при возделывании картофеля гербицида Бандур форте, КС (флуфенацет 150 г/л + аклонифен 450 г/л) фирмы Байер КропСайенсАГ, Германия. Исследования проводили по общепринятой методике [2] на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45-2,67%, P₂O₅ – 303-314 мг/кг, K₂O – 289-301 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,9-6,3). Предшественник картофеля – озимая пшеница. После ее уборки на опытном участке проводили лущение стерни, вносили фосфорно-калийные удобрения (P₆₀K₁₂₀) с последующей заделкой дисковыми орудиями. Весной после внесения навоза (60 т/га) проводили вспашку на глубину 18-20 см, культивацию и нарезку борозд. Азотные удобрения (N₁₂₀) вносили под культивацию. Норма посадки картофеля – 45 тыс. шт./га клубней. Технология возделывания этой культуры за исключением изучаемого фактора проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [1]. Система защиты от фитофтороза включала применение фунгицидов Инфинито (двукратно), Консенто (однократно), Антракол (двукратно). Для защиты картофеля от колорадского жука и тлей использовали инсектицид Биская.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в среднем за 2016-2017 гг. урожайность клубней картофеля при довсходовом внесении гербицида Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га) составила 320,8 ц/га. При использовании до появления всходов картофеля гербицида Бандур Форте, КС (3,0 л/га) указанный выше показатель был равен 418,6 ц/га, т.е. увеличился на 97,8 ц/га или 30,5%. Это связано с тем, что Бандур Форте, КС (3,0 л/га) превосходил Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га) по биологической эффективности в уничтожении сорняков.

Для сравнительной оценки изучаемых гербицидов при возделывании картофеля был проведен экономический анализ результатов исследований, основанный на сопоставлении затрат и полученной прибыли. Для этого были определены эксплуатационные затраты на выполнение операций по возделыванию картофеля перспективным комплексом машин. Как известно, эксплуатационные затраты включают амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение, заработную плату, а также стоимость ГСМ. Расчет указанных выше показателей проводился по методике определения эффективности использования новой техники, применяемой в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [4].

Установлено, что при технологии возделывания картофеля, предусматривающей применение навоза (60 т/га) и минеральных удобрений ($N_{120}P_{60}K_{120}$), а также использование гербицидов, фунгицидов и инсектицидов при урожайности клубней 400 ц/га, эксплуатационные затраты составляют 1119,5 дол./га (таблица 1). В соответствии с расчетами в вариантах опыта эксплуатационные затраты с учетом полученной урожайности изменялись в пределах 1027,2-1139,7 дол./га (таблица 2).

Таблица 1 – Расчет эксплуатационных затрат на возделывание картофеля, дол./га

Технологическая операция	Состав агрегата	Заработная плата	Амортизация	ТО и ремонты	Топливо и энергия	Всего
1	2	3	4	5	6	7
Дискование стерни	Беларус 3022 + БДП-6	1,6	7,4	5,4	8,3	22,7
Погрузка калийных удобрений	Амкодор 332С4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5
Транспортировка и внесение калийных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,5	1,3	1,1	1,2	4,1
Погрузка фосфорных удобрений	Амкодор 332С4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5
Транспортировка и внесение фосфорных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,5	1,3	1,1	1,2	4,1
Дискование стерни	Беларус 3022 + БДП-6	1,6	7,4	5,4	8,3	22,7

Продолжение таблицы 1						
1	2	3	4	5	6	7
Погрузка органических удобрений	Амкодор 332С4	13,9	15,8	12,7	13,2	55,6
Транспортировка и внесение органических удобрений	Беларус 3022 + МТУ-20	9,7	60	48	27,8	145,5
Вспашка	Беларус 3022 + ППО-8-40К	3,2	13,7	11,8	16,9	45,6
Погрузка азотных удобрений	Амкодор 332С4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,9
Транспортировка и внесение азотных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,5	1,3	1,1	1,2	4,1
Культивация	Беларус 3022 + КШМ-10	0,9	5,1	3,6	4,8	14,4
Формирование гребней	Беларус 1221 + АПК-2,8	3,6	4,1	2,8	9,4	19,9
Погрузка семенного материала	Амкодор 332С4	3,5	4	3,2	5,7	16,4
Транспортировка картофеля	МАЗ-5551А2	1,7	1,8	1,8	4,8	10,1
Посадка картофеля	Беларус 820 + СК-4	4,5	23,6	17,8	6,4	52,3
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка почвенными гербицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка фунгицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка фунгицидами и инсектицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка фунгицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка фунгицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3

Окончание таблицы 1						
1	2	3	4	5	6	7
Транспортировка воды и заправка опрыскивателя	Беларус 820 + МЖТ-Ф-6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,7
Обработка фунгицидами	Беларус 820 + Мекосан-2500-24	0,4	0,7	0,5	0,7	2,3
Предуборочное удаление ботвы	Беларус 820 + МБУ-2,8	2,9	3,7	2	4,8	13,4
Уборка	Беларус 1221 + ПКК-2-03	19,3	82,7	88,7	16,8	207,5
Транспортировка картофеля (400 ц/га)	МАЗ-6501	8,6	11,8	11,8	39,6	71,8
Предварительная переработка картофеля (400 ц/га)	ППС – 20 - 60	4,6	149,7	98,6	1,7	254,7
Транспортировка картофеля (240 ц/га)	КТ - 40	2,8	19,9	13,3	0,3	36,3
Загрузка на хранение (240 ц/га)	ЗТ - 40	2,8	24,0	16,0	0,5	43,3
Транспортировка мелкой фракции (40 ц/га)	КН - 650	1,5	4,9	3,3	0,1	9,8
Транспортировка семенного картофеля (120 ц/га)	КН - 650	3,5	11,9	8,1	0,2	23,7
Загрузка на хранение (120 ц/га)	ЗТ - 40	1,4	12,0	8,0	0,2	21,6
ИТОГО		96,5	473,8	369,6	179,6	1119,5

При расчете производственных затрат на возделывание картофеля применяемый под эту культуру навоз оценивали из расчета 3,2 дол./т, что позволяет учесть не только стоимость содержащихся в нем питательных веществ, но и его влияние на содержание гумуса в почве, погрузку, транспортировку, торговую надбавку и налог на добавленную стоимость [5]. При определении производственных затрат и стоимости полученной продукции принимался во внимание тот факт, что в настоящее время в Беларуси на 50% посевных площадей картофеля используется посадочный материал 1-3 репродукции. Поэтому затраты на семена оценивали по стоимости 2 репродукции. В среднем выход семенной фракции клубней у картофеля составляет 30%, товарной – 60%, а мелкой – 10%.

В этой связи полученную в вариантах опыта семенную фракцию оценивали по стоимости семян 3 репродукции, составляющей 0,260 дол./кг, а товарную фракцию – 0,115 дол./кг. Мелкую фракцию картофеля при расчетах не учитывали. В соответствии с проведенными расчетами производственные затраты по вариантам опыта изменялись в пределах 2799,8-2963,2 дол./га (таблица 2).

Анализ основных показателей экономической эффективности возделывания картофеля свидетельствует о том, что при полученной урожайности чистый доход в варианте, где применяли гербицид Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га), соста-

Таблица 2 – Расчет производственных затрат на возделывание картофеля, дол./га

Вариант	Семена	Органические и минеральные удобрения	Пестициды	Эксплуатационные затраты	Всего производственных затрат
Зенкор ультра, КС (1,2 л/га)	1120	315,5	337,1	1027,2	2799,8
Бандур форте, КС (3,0 л/га)	1120	315,5	388,0	1139,7	2963,2

вил 1916,0 дол./га при рентабельности 68,4% и себестоимости продукции 8,7 дол./ц. При использовании гербицида Бандур Форте, КС (3,0 л/га) указанные выше показатели были равны соответственно 3190,2 дол./га, 107,7% и 7,1 дол./ц (таблица 3). Следовательно, в сложившихся в период проведения исследований условиях довсходное применение Бандур Форте, КС (3,0 л/га) увеличило по сравнению с использованием Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га) чистый доход на 1274,2 дол./га, рентабельность – на 39,3% при снижении себестоимости 1 ц клубней на 1,6 дол./ц.

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания картофеля

Вариант	Стоимость продукции, дол./га	Производственные затраты дол./га	Чистый доход дол./га	Рентабельность, %	Себестоимость, дол./ц
Зенкор ультра, КС, 1,2 л/га	4715,8	2799,8	1916,0	68,4	8,7
Бандур форте, КС, 3,0 л/га	6153,4	2963,2	3190,2	107,7	7,1

Выводы

1. Довсходное применение гербицида Бандур Форте, КС (3,0 л/га) обеспечило прибавку урожайности клубней картофеля 97,8 ц/га, т.е. 30,5% по сравнению с использованием Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га).
2. При использовании гербицида Бандур Форте, КС (3,0 л/га) чистый доход и рентабельность увеличились по сравнению с применением Зенкор Ультра, КС (1,2 л/га) на 1274,2 дол./га и 39,3% при снижении себестоимости 1 ц клубней на 1,6 дол./ц.

Литература

1. Возделывание картофеля семенного, продовольственного, технического. Отраслевой регламент / С.А. Банадысев [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: Сборник отраслевых регламентов. – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2005. – С. 160-194.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Иванюк, В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – С. 588-609.

4. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

5. *Перепелица, В.М.* К методу определения денежной стоимости навоза / В.М. Перепелица // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях: материалы междунар. конф. – Минск: Бел.изд. Тов-во «Хата», 2000. – С. 385-389.

ECONOMIC EFFICIENCY OF HERBICIDE USE IN POTATO CULTIVATION

***A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, S.A. Pyntikov, V.D. Krantsevich,
M.A. Belanovskaya, V.A. Khankevich, A.V. Lensky***

Research results of comparative evaluation of the efficiency of pre-emergence use of herbicides Sencor Ultra SC (1.2 l/ha) and Bandur Forte SC (3.0 l/ha) in potato cultivation are presented in the article. It was established that the application of Bandur Forte SC (3.0 l/ha) increased pure income by 1274.2 USD/ha and profitability by 39.3%, and decreased potato prime cost by 16 USD/t.

УДК 633.111«321»:581.14:631[81+526.32]

ВЫСОТА РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ И ОТЗЫВЧИВОСТЬ НА АЗОТНОЕ УДОБРЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И ДОЗ АЗОТА

И.И. Берестов, доктор с.-х. наук, ***Е.Л. Долгова***, канд. с.-х. наук,
Р.В. Мельников, соискатель

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 29.01.2018 г.)*

Рецензент: доктор с.-х. наук, академик С.И. Гриб

Аннотация. Приводятся результаты исследований по определению высоты растений 15 сортов и образцов пшеницы яровой мягкой селекции РУП «научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Показаны теснота и характер связи высоты растений с оплатой азота удобрений прибавкой урожайности зерна при среднем и высоком уровне азотного питания.

Введение. Высота растений пшеницы – важный морфологический признак, который определяется спецификой сорта, а также агрометеорологическими условиями, плодородием почвы и агротехникой возделывания этой культуры. Она положительно коррелирует с биомассой растений, а, следовательно, и с количеством пластических веществ, используемых для формирования урожая. В результате этого высокорослые сорта чаще всего формируют больший урожай, чем низкорослые, в т.ч. хозяйственно ценной его части [1, 2].

Следует отметить, что в настоящее время в связи с освоением интенсивных технологий возделывания в ряде стран большие успехи достигнуты в селекции короткостебельных сортов пшеницы. Многие из них обладают такими ценными признаками и свойствами как высокая устойчивость к полеганию, не-

восприимчивость к болезням и вредителям, отзывчивость на высокие дозы удобрений, хорошие технологические качества зерна. Отзывчивые на удобрения сорта эффективно используют высокие дозы азота и других элементов питания, существенно снижают расход элементов питания на формирование единицы хозяйственно-ценной части продукции [3, 4].

Целью наших исследований было изучение высоты растений сортов и образцов яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и связи ее с оплатой азота минерального удобрения прибавкой урожайности зерна при среднем и высоком уровне азотного питания растений.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2012-2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве. Предшественник – крестоцветные культуры на семена. Объектом исследований были сорта и образцы конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы: *Рассвет, Ласка, Любава, Сударыня, Восточка, Ласточка, Чайка, 5/10, 11/10, 15/10, 16/10, 18/10, 24/10, 26/10, 27/10*, которые возделывали на трех уровнях азотного питания: условно низком (без применения азотного удобрения), среднем (при применении 100 кг/га азота) и высоком (при применении 160 кг/га азота). Азотное удобрение изучалось на фоне фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{120}$. Закладка опытов проводилась по методике двухфакторного опыта. Учетная площадь делянки 10 м², повторность четырехкратная.

Обработку почвы, посев и уход за посевом осуществляли в соответствии с требованиями отраслевого регламента по возделыванию яровой пшеницы [5]. Против полегания растений общим фоном применяли регулятор роста ЦеЦеЦе 750, ВК. Измерение высоты растений проводили по методике государственного сортоиспытания в фазу выхода в трубку (ДК 32), при появлении флагового листа (ДК 37) и перед уборкой урожая в фазу полной спелости (ДК 92). Урожай убирали во второй декаде августа комбайном Сампо 130.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена дисперсионным и корреляционным методами по Б.А. Доспехову [6], в среднем за годы опытов – по методу, опубликованному в работе Р.А. Афанасьева [7]. Подробнее о методике проведения исследований сообщалось нами в предыдущей публикации [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что высота яровой пшеницы значительно изменяется в зависимости от сортовых особенностей и уровня азотного питания растений. Применение азотного удобрения, как правило, повышало ее, особенно при внесении максимальной дозы азота (160 кг/га).

В фазу выхода в трубку (таблица 1) образцы *5/10, 24/10, 26/10, 27/10* по высоте растений (44,6-46,2 см) статистически значимо превышали образец *11/10* (38,6 см) и сорта *Любава, Рассвет, Ласточка* (39,6-40,1 см). Применение азотного удобрения в дозе 100 кг/га более сильно повышало высоту растений у образцов *5/10, 27/10* и сорта *Сударыня* (на 6,5-7,1 см), чем у сортов *Чайка, Ласка, Ласточка* (прирост 3,3-3,6 см). Образцы *5/10, 26/10* характеризовались бо-

лее высоким приростом растений от внесения 160 кг/га азота (11,1-11,2 см) в сравнении с сортами *Ласточка* и *Рассвет* (6,1-7,1 см).

Таблица 1 – Высота растений пшеницы яровой в фазу выхода в трубку в зависимости от сорта и доз азота, см (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт, образец (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор В)			Среднее по сорту	Прирост от азота	
	0	100	160		N ₁₀₀	N ₁₆₀
Рассвет	36,1	40,2	43,2	39,8	4,1	7,1
Ласка	36,8	40,4	44,5	40,6	3,6	7,7
Любава	35,5	40,1	43,1	39,6	4,6	7,6
Сударыня	38,8	45,3	47,8	44,0	6,5	9,0
Весточка	37,8	42,2	46,9	42,3	4,4	9,1
Ласточка	36,9	40,4	43,0	40,1	3,5	6,1
Чайка	39,0	42,3	48,1	43,1	3,3	9,1
5/10	38,6	45,7	49,7	44,7	7,1	11,1
11/10	34,3	39,6	41,9	38,6	5,3	7,6
15/10	38,3	44,4	46,1	42,9	6,1	7,8
16/10	39,8	45,2	47,4	44,1	5,4	7,6
18/10	36,7	40,8	45,8	41,1	4,1	9,1
24/10	41,4	44,3	49,0	44,9	2,9	7,6
26/10	39,1	44,5	50,3	44,6	5,4	11,2
27/10	41,2	48,0	49,4	46,2	6,8	8,2
Среднее	38,0	42,9	46,4		4,9	8,4

НСР₀₅ по фактору А – 2,22; В – 0,98; частным средним – 3,84 см

В фазу флагового листа (таблица 2) наибольшую высоту растений имели образцы *16/10*, *26/10*, *27/10* и сорт *Сударыня*, прирост высоты от применения 100 кг/га азота – образцы *5/10*, *18/10* и сорт *Сударыня*, от 160 кг/га азота – образцы *5/10* и *18/10*. Значительно уступали отмеченным сортам и образцам по высоте растений образец *11/10* и сорта *Рассвет*, *Ласточка*, по приросту растений от азота в дозе 100 кг/га – сорта *Рассвет*, *Ласка*, в дозе 160 кг/га – сорта *Любава*, *Рассвет*, *Ласточка*.

Перед уборкой урожая среди изучаемых сортов и образцов яровой пшеницы с более высокими значениями высоты растений (69,0-71,1 см) выделились образцы *16/10*, *18/10*, *26/10* и сорт *Сударыня*, статистически значимо превысившие образцы *11/10*, *15/10* и сорт *Чайка* по этому показателю на 8,6-9,8 см (таблица 3). Сорта *Сударыня* и *Весточка* характеризовались более высоким приростом растений от внесения азотного удобрения.

Сорта и образцы с меньшей высотой растений в сравнении с более высокорослыми, чаще всего, имели меньший прирост высоты от применения азота. В связи с этим различия между сортами и образцами по высоте растений были более значительны при внесении азотного удобрения.

Отзывчивость яровой пшеницы на применение азотного удобрения изменялась в зависимости от нормы азота и сортовых особенностей растений. При среднем уровне азотного питания наиболее отзывчивыми на применение азот-

Таблица 2 – Высота растений сортов и образцов пшеницы яровой в фазу флагового листа в зависимости от доз азота, см (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт, образец (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор В)			Среднее по сорту	Прирост от азота	
	0	100	160		N ₁₀₀	N ₁₆₀
Рассвет	44,2	47,5	51,9	47,9	3,3	7,7
Ласка	45,3	48,8	54,4	49,5	3,5	9,1
Любава	44,3	48,5	51,7	48,2	4,2	7,4
Сударыня	48,7	56,3	59,3	54,8	7,6	10,6
Весточка	48,7	54,3	57,2	53,4	5,6	8,5
Ласточка	42,3	49,4	50,1	47,3	7,1	7,8
Чайка	46,0	51,8	55,9	51,2	5,8	9,9
5/10	47,4	55,8	59,7	54,3	8,4	12,3
11/10	42,6	47,5	51,5	47,2	4,9	8,9
15/10	45,0	50,9	54,5	50,1	5,9	9,5
16/10	51,6	55,5	60,2	55,8	3,9	8,6
18/10	42,1	49,4	54,6	48,7	7,3	12,5
24/10	48,2	53,7	59,2	53,7	5,5	11,0
26/10	49,2	54,8	59,8	54,6	5,6	10,6
27/10	50,6	57,3	60,7	56,2	6,7	10,1
Среднее	46,4	52,1	56,0		5,7	9,6

НСР₀₅ по фактору А – 2,64; В – 1,18; частным средним – 4,57 см

Таблица 3 – Высота растений пшеницы яровой в фазу полной спелости в зависимости от сортовых особенностей и уровня азотного питания растений, см (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт, образец (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор В)			Среднее по сорту	Прирост от азота	
	0	100	160		N ₁₀₀	N ₁₆₀
Рассвет	59,0	65,8	65,0	63,3	6,8	6,0
Ласка	60,7	65,1	64,7	63,5	4,4	4,0
Любава	59,6	64,0	64,4	62,7	4,4	4,8
Сударыня	63,8	73,9	73,6	70,4	10,1	9,8
Весточка	60,4	68,8	70,3	66,5	8,4	9,9
Ласточка	60,2	65,1	66,7	64,0	4,9	6,5
Чайка	56,4	61,8	64,2	60,8	5,4	7,8
5/10	60,9	67,2	69,0	65,7	6,3	8,1
11/10	56,7	62,3	62,2	60,4	5,6	5,5
15/10	55,4	63,7	64,7	61,3	8,3	9,3
16/10	65,8	69,6	71,7	69,0	3,8	5,9
18/10	65,0	71,4	71,8	69,4	6,4	6,8
24/10	62,8	69,3	71,1	67,7	6,5	8,3
26/10	65,5	73,0	74,8	71,1	7,5	9,3
27/10	60,5	67,6	68,5	65,5	7,1	8,0
Среднее	60,8	67,2	68,2		6,4	7,3

НСР₀₅ по фактору А – 3,58; В – 1,61; частным средним – 6,19 см

ного удобрения (в норме 100 кг/га) оказались образцы 16/10, 27/10 и сорта *Сударыня* и *Восточка*. Оплата 1 кг азота прибавкой урожайности зерна у них составила 11,4-14,4 кг зерна (рисунок). Более низкая отзывчивость на азотное удобрение отмечена у сорта *Любава* и образцов 15/10, 18/10 (5,9-8,2 кг зерна/кг азота).

Следует отметить, что при среднем уровне азотного питания более высокая оплата азота прибавкой урожайности зерна чаще всего наблюдалась у сортов и образцов с большей высотой растений. Генотипические различия яровой пшеницы по высоте растений на этом уровне питания сильно и положительно коррелировали с оплатой азотного удобрения в фазу выхода в трубку ($r=0,71$) и флагового листа ($r=0,76$), средне и положительно с высотой растений перед уборкой урожая ($r=0,49$) (таблица 4). Прирост высоты растений от азота, внесенного в норме 100 кг/га, также положительно был сопряжен с оплатой азотного удобрения урожаем.

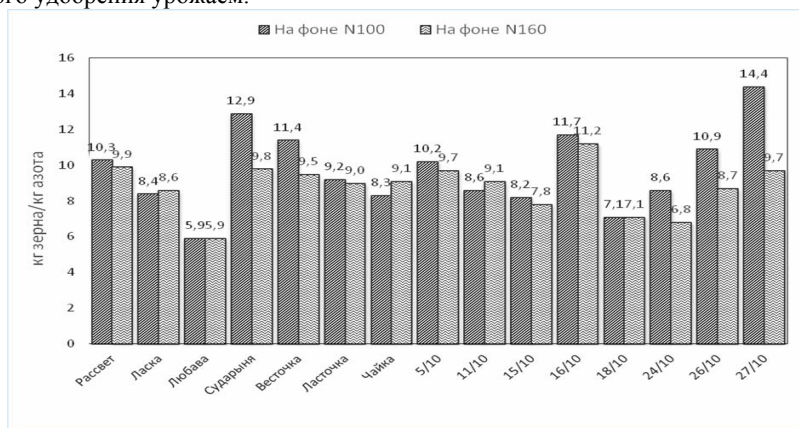


Рисунок – Оплата азотного удобрения прибавкой урожайности зерна в зависимости от сорта и доз азота (среднее за 2013-2015 гг.)

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции оплаты азотного удобрения прибавкой урожайности зерна с высотой растений и приростом высоты от азота (генотипические различия), среднее за 2013-2015 гг.

Доза азота, кг/га	Высота растений			Прирост высоты от азота		
	в фазу выхода в трубку	в фазу флагового листа	в фазу полной спелости	в фазу выхода в трубку	в фазу флагового листа	в фазу полной спелости
100	0,71**	0,76**	0,49	0,55*	0,23	0,46
160	0,20	0,35	0,16	0,10	0,12	0,16

Примечание. Уровень значимости: *0,05; **0,01

При этом наиболее тесная связь между признаками наблюдалась в более ранние периоды вегетации (в фазу выхода в трубку).

При возделывании на высоком уровне азотного питания оплата азота урожаем зерна у сортов и образцов с большей высотой растений значительно снижалась, тогда как у относительно низкорослых изменялась слабо. В связи с этим больших различий между сортами и образцами пшеницы по окупаемости азотного удобрения не наблюдалось, а связь между высотой растений, приростом высоты от азота и оплатой азота урожаем была слабой и несущественной.

При модификационных различиях, обусловленных разными дозами азота, погодными условиями и другими факторами, корреляционная связь высоты растений с оплатой азотного удобрения урожаем оказалась криволинейной, описывалась уравнением типа параболы (таблица 5).

Таблица 5 – Корреляционная связь оплаты азотного удобрения прибавкой урожайности зерна (кг зерна / кг азота) (y) с высотой растений, см (x) (модификационные различия), (среднее за 2012-2015 гг.)

Фаза роста и развития	Уравнение регрессии	R ²
Выход в трубку	$y = -0,0741x^2 + 6,0541x - 112,58$	0,31
Флаговый лист	$y = -0,2457x^2 + 26,265x - 691,28$	0,57
Полная спелость	$y = -0,0208x^2 + 2,8354x - 86,366$	0,66

Наибольшая оплата азота урожаем наблюдалась при высоте растений в фазу выхода в трубку 42 см, в фазу флагового листа 53 см, в фазу полной спелости 68 см. При повышении высоты растений сверх отмеченных показателей отзывчивость яровой пшеницы на применение азотного удобрения снижалась.

Выводы

1. Сорта и образцы яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» значительно различаются по высоте растений. Образцы *16/10*, *26/10*, *27/10* и сорт *Сударыня* по этому показателю значительно превосходят образец *11/10* и сорта *Рассвет*, *Ласточка*, *Любава*.

2. При среднем уровне азотного питания растений (на фоне применения 100 кг/га азота) оплата азотного удобрения прибавкой урожайности зерна сортов и образцов яровой пшеницы по мере повышения высоты растений возрастает.

3. При высоком уровне азотного питания (на фоне применения 160 кг/га азота) оплата азотного удобрения урожаем зерна в сравнении с оплатой на среднем уровне у сортов и образцов с меньшей высотой растений чаще всего остается на прежнем уровне, а у более высокорослых сортов и образцов значительно снижается.

Литература

1. Беспалова, Л.А. Результаты и перспективы селекции пшеницы и тритикале / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков // Эволюция научных технологий в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия КНИИСХ им. П.П.Лукьяненко; в 4 т. – Краснодар, 2004. – т. 1. Пшеница. – С. 17-30.

2. Косенко, С.В. Влияние высоты растений на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / С.В. Косенко, В.Г. Кривобочек // Нива Поволжья. – 2009. – №3 (12). – С. 46-48.

3. Климашевский, Э.Л. Проблема генотипической специфики корневого питания растений / Э.Л. Климашевский // Сорт и удобрения : сб. статей / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст.; Отв. ред. Э.Л.Климашевский. – Иркутск. – 1974. – С. 11-53.

4. Гамзикова, О.И. Генотипические реакции яровой пшеницы на удобрения / О.И. Гамзикова, Г.П. Гамзиков, Д.А. Шамрай // Сорт и удобрения: сб. статей / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст.; отв. ред. Э.Л.Климашевский. – Иркутск. – 1974. – С. 180 - 187.

5. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – С. 63-78.

6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) /Б.А.Доспехов; Изд. 4-е, доп. и перераб.– М.: Колос,1979. – 416 с.

7. Афанасьев, Р.А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов /Р.А.Афанасьев // Агрохимия. – 2004. – № 5. – С. 85-91.

8. Гриб, С.И. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза и урожайность сортов пшеницы яровой мягкой при разном уровне азотного питания / С.И. Гриб, И.И. Берестов, Р.В. Мельников // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2017. – Вып.53. –С. 91-97.

PLANT HEIGHT OF SPRING SOFT WHEAT AND RESPONSE TO NITROGEN FERTILIZERS DEPENDING ON VARIETIES AND NITROGEN RATES

I.I. Berestov, E.L. Dolgova, R.V. Melnikov

Research results of the estimation of plant height of 15 spring soft wheat cultivars and varieties of RUE “Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming” breeding are presented. Strength and nature of correlation between plant height and fertilizer nitrogen reimbursement by grain yield increase at medium and high nitrogen nutrition level is shown.

УДК 633.111«321»:631[559+84]

УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ СТРУКТУРЫ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

***С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, И.И. Берестов, доктор с.-х. наук,
Р.В. Мельников, соискатель***

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 30.01.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук Т.М. Булавина

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению основных элементов структуры урожайности зерна 15 сортов и образцов пшеницы яровой мягкой селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Показаны величина изменчивости элементов структу-

ры урожая, теснота и характер связи их с урожайностью зерна на фоне применения разных доз азотного удобрения (100 и 160 кг/га д.в.).

Урожайность зерна – важнейший количественный признак, обусловленный совокупностью сложных процессов, протекающих в растительном организме в течение вегетационного периода. Величина ее, как известно, определяется двумя главнейшими показателями – густотой продуктивного стеблестоя на единице площади и массой зерна с одного колоса. Первый показатель, в свою очередь, складывается из количества растений на единице площади к уборке и продуктивной кустистости, второй – из числа зерен в колосе и массы одного зерна.

Формирование элементов урожайности яровой пшеницы зависит от агротехнических, экологических и генетических факторов, в основном закладывается в ранние периоды роста и развития растений и взаимосвязано. При сильном образовании предыдущего элемента ослабевает образование последующего и наоборот. Наблюдается так называемая компенсация элементов урожайности, что в определенной мере стабилизирует урожай.

Следует отметить, что количество продуктивных стеблей на единице площади регулируется агротехническими приемами. Масса же 1000 зерен – признак генетически обусловленный, фенотипически менее изменчивый. Озерненность колоса также в значительной степени определяется спецификой сорта, и, кроме того, зависит от условий выращивания растений пшеницы в период закладки генеративных органов [1].

Целью наших исследований являлось изучение элементов структуры урожая и связи их с урожайностью зерна у разных сортов и образцов пшеницы яровой мягкой на фоне применения различных норм азотного удобрения.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2012-2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, индекс агрохимической окультуренности которой был равен 0,90.

Объектами исследований были сорта *Рассвет, Ласка, Любава, Сударыня, Восточка, Ласточка, Чайка* и образцы *5/10, 11/10, 15/10, 16/10, 18/10, 24/10, 26/10, 27/10* конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Сорта и образцы возделывали на трех уровнях азотного питания: условно низком (без применения азотного удобрения), среднем (при применении 100 кг/га азота) и высоком (при применении 160 кг/га азота в два приема). Азотное удобрение (в форме карбамида) изучалось на фоне фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{120}$. Закладка опытов проводилась по методике двухфакторного опыта. Учетная площадь делянки 10 м², повторность четырехкратная. Предшественник – крестоцветные культуры на семена. Обработку почвы, посев и уход за посевом осуществляли в соответствии с требованиями отраслевого регламента по возделыванию яровой пшеницы [2].

Уборку урожая проводили во второй декаде августа в фазу полной спелости зерна комбайном Сампо 130. Данные урожайности приводили к 14%-ной

влажности и 100%-ной чистоте. Перед уборкой на каждой делянке на площади 0,5 м² отбирали сноповый образец, в котором определяли количество продуктивных стеблей и массу 1000 зерен. Массу зерна с колоса (г) рассчитывали путем деления урожайности зерна на единице площади (ц/га) на густоту продуктивного стеблестоя (шт./м²) и умножения полученного результата на 10, числа зерен в колосе (шт.) – путем деления массы зерна с колоса (г) на массу 1000 зерен (г) и умножения результата на 1000.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б.А. Доспехову [3], в среднем за годы опытов – по методу, опубликованному в работе Р.А. Афанасьева [4]. Подробнее о методике проведения исследований сообщалось нами в предыдущей публикации [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Сортовые особенности и уровни азотного питания растений оказали существенное влияние на элементы структуры урожая и урожайность зерна пшеницы. При низком уровне азотного питания (таблица 1) сорта *Любава*, *Сударыня*, образец 27/10 по плотности продуктивного стеблестоя (403-427 шт./м²) статистически значимо превысили образцы 11/10, 18/10, 24/10 (341-350 шт./м²). Сорт *Ласка*, образцы 5/10, 11/10 имели более высокую озерненность колоса (30,0-30,6 шт.), чем сорт *Любава* и образец 16/10 (24,0-25,0 шт.). Образцы 15/10, 16/10, 24/10 характеризовались высокой массой 1000 зерен (42,2-47,4 г), существенно большей, чем у сорта *Ласка* (34,9 г) и образца 11/10 (36,0 г). Высокие значения массы зерна с колоса (1,17-1,18 г) отмечены у образцов 5/10, 24/10, 26/10, значительно более низкие показатели (0,94-0,96 г) – у сортов *Рассвет* и *Любава*.

На фоне среднего уровня азотного питания (таблица 2) наибольшую густоту продуктивного стеблестоя (475-479 шт./м²) имели сорта *Рассвет*, *Любава* и образец 27/10, озерненность колоса (29,8-31,5 шт.) – сорта *Восточка*, *Сударыня*, *Ласка*, массу 1000 зерен (41,9-45,6 г) – образцы 16/10, 24/10, 26/10, массу зерна с колоса (1,17-1,26 г) – образцы 16/10, 24/10 и сорт *Сударыня*.

При высоком уровне азотного питания (таблица 3) среди изучаемых сортов и образцов яровой пшеницы выделились с более высокими значениями густоты продуктивного стеблестоя (512-547 шт./м²) сорта *Рассвет*, *Сударыня*, образец 27/10, количества зерен в колосе (29,3-31,5 шт.) – сорт *Восточка* и образцы 5/10, 11/10, массы 1000 зерен (40,8-46,5 г) – образцы 15/10, 16/10, 26/10, массы зерна с колоса (1,14-1,26 г) – образцы 5/10, 16/10 и сорт *Чайка*. Значительно уступали отмеченным сортам и образцам по количеству продуктивных стеблей на единице площади образцы 16/10, 18/10, 24/10, по числу зерен в колосе – образцы 15/10, 27/10, по массе 1000 зерен – сорта *Ласка*, *Рассвет*, *Восточка*, по массе зерна с колоса – сорт *Рассвет*, образец 27/10.

Следует отметить, что на всех уровнях азотного питания сорта *Рассвет*, *Любава*, образец 27/10 формировали посевы с высокой густотой продуктивного стеблестоя, а образцы 16/10, 24/10 и 26/10 – с большой массой зерна с колоса. Самым крупнозерным среди изучаемых сортов и образцов оказался образец 16/10, который на всех фонах питания по массе 1000 зерен занимал первое место.

Таблица 1 – Урожайность зерна сортов яровой пшеницы и ее элементы при низком уровне азотного питания растений (среднее за 2012-2015 гг.)

Сорт, образец	Урожайность, ц/га	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Рассвет	36,5	390	25,3	37,2	0,94
Ласка	40,6	381	30,6	34,9	1,07
Любава	39,2	410	25,0	38,4	0,96
Сударыня	44,7	427	26,5	39,6	1,05
Весточка	39,3	373	28,5	36,8	1,05
Ласточка	36,7	367	27,3	36,6	1,00
Чайка	41,0	364	26,5	42,7	1,13
5/10	42,6	364	30,0	39,0	1,17
11/10	38,6	350	30,6	36,0	1,10
15/10	40,4	358	25,8	43,8	1,13
16/10	41,1	359	24,0	47,4	1,14
18/10	38,9	341	28,8	39,6	1,14
24/10	40,4	345	27,7	42,2	1,17
26/10	41,8	354	28,4	41,6	1,18
27/10	40,1	403	25,6	39,0	1,00
НСР ₀₅	4,24	35,8	3,04	2,17	0,14

Таблица 2 – Урожайность зерна сортов яровой пшеницы и элементы ее структуры при среднем уровне азотного питания растений (среднее за 2012-2015 гг.)

Сорт, образец	Урожайность зерна, ц/га	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Рассвет	44,5	475	26,6	35,4	0,94
Ласка	45,6	438	29,8	34,9	1,04
Любава	43,2	479	24,3	37,0	0,90
Сударыня	54,0	462	30,5	38,4	1,17
Весточка	47,8	428	31,5	35,6	1,12
Ласточка	43,6	460	25,4	37,4	0,95
Чайка	47,2	420	27,8	40,3	1,12
5/10	50,0	453	29,2	37,6	1,10
11/10	44,2	433	28,0	36,4	1,02
15/10	45,9	423	26,4	40,9	1,08
16/10	50,0	396	27,6	45,6	1,26
18/10	43,4	423	26,5	38,8	1,03
24/10	46,4	388	28,6	41,9	1,20
26/10	49,8	432	27,2	42,3	1,15
27/10	51,2	475	27,9	38,7	1,08
НСР ₀₅	4,52	55,1	2,81	2,49	0,13

Таблица 3 – Урожайность зерна сортов яровой пшеницы и структура урожая при высоком уровне азотного питания растений (среднее за 2012-2015 гг.)

Сорт, образец	Урожайность, ц/га	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Рассвет	47,5	514	26,0	35,4	0,92
Ласка	48,4	505	28,1	34,2	0,96
Любава	44,2	480	25,5	36,1	0,92
Сударыня	54,9	512	27,9	38,3	1,07
Весточка	49,9	446	31,5	35,6	1,12
Ласточка	46,5	472	27,2	36,0	0,98
Чайка	50,5	443	28,6	39,9	1,14
5/10	52,4	454	29,8	38,6	1,15
11/10	47,5	451	29,3	35,8	1,05
15/10	47,5	453	25,7	40,8	1,05
16/10	52,6	418	27,1	46,5	1,26
18/10	43,9	441	26,6	37,6	1,00
24/10	45,7	432	26,2	40,4	1,06
26/10	49,2	457	26,2	41,2	1,08
27/10	50,4	547	24,2	38,0	0,92
НСР ₀₅	4,72	52,9	2,75	2,53	0,11

Наиболее продуктивными среди возделываемых сортов и образцов были сорт *Сударыня* и образцы *5/10*, *16/10*, сформировавшие урожайность зерна на низком фоне азотного питания на уровне 41,1-44,7 ц/га, на среднем – 50,0-54,0 ц/га и на высоком – 52,4-54,9 ц/га. Сорт *Сударыня* оказался самым урожайным, статистически значимо превысив сорт *Рассвет* на низком фоне азотного питания на 8,2 ц/га, на среднем – на 9,5 и на высоком – на 7,4 ц/га в сравнении с сортом *Любава* прибавка была равна соответственно 5,5; 10,8 и 10,7 ц/га.

Применение азотного удобрения в норме 100 и 160 кг/га в среднем по всем сортам в 2012-2015 гг. увеличивало урожайность зерна пшеницы на 7,0 и 8,6 ц/га соответственно и способствовало ее стабилизации (таблица 4). Коэффициент вариации урожайности зерна снижался с 31,9% (на фоне без азотного удобрения) до 13,4% (на фоне максимальной дозы азота).

Во все годы исследований количество продуктивных стеблей на единице площади по мере усиления уровня азотного питания возрастало (по первой дозе азота в среднем за 2012-2015 гг. на 18,0%, по второй на 25,8%). При этом в условиях низкой эффективности азотного удобрения (в 2012 г. и 2014 г.) при высокой густоте продуктивного стеблестоя на фоне без азота (424-518 шт./м²) дальнейшее повышение количества продуктивных стеблей под влиянием азотного удобрения снижало число зерен в колосе, массу 1000 зерен и массу зерна с колоса. Наоборот, в 2013 г. и 2015 г., характеризовавшихся высокой эффективностью азота и низким количеством продуктивных стеблей на контроле (233-315 шт./м²), увеличение густоты продуктивного стеблестоя под влиянием азот-

Таблица 4 – Урожайность зерна яровой пшеницы и ее составляющие на фоне разных норм азотного удобрения (среднее по 15 сортам)

Доза азота, кг/га	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2012 – 2015 гг.		
					x	s	V, %
Урожайность зерна, ц/га							
0	55,4	29,0	49,0	27,1	40,1	12,81	31,9
100	54,2	45,0	53,2	36,2	47,1	8,43	17,9
160	47,6	48,3	56,5	42,5	48,7	6,54	13,4
Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²							
0	518	315	424	233	372	113,8	30,6
100	613	385	509	250	439	143,5	32,7
160	639	412	549	273	468	147,7	31,6
Число зерен в колосе, шт.							
0	28,1	26,5	28,8	26,7	27,3	2,86	10,5
100	26,1	31,9	28,5	31,1	29,4	3,40	11,6
160	23,6	31,7	28,9	32,8	29,2	4,38	15,0
Масса 1000 зерен, г							
0	38,4	35,0	40,4	44,8	39,6	5,04	12,7
100	34,5	36,8	36,9	46,7	38,7	5,77	14,9
160	32,0	37,3	35,9	47,9	38,3	6,84	17,9
Масса зерна с колоса, г							
0	1,07	0,92	1,16	1,16	1,08	0,14	13,0
100	0,89	1,17	1,05	1,45	1,14	0,24	21,0
160	0,75	1,18	1,04	1,56	1,13	0,32	28,3

ного удобрения сопровождалось усилением образования числа или массы других элементов структуры урожая.

Изменчивость густоты продуктивного стеблестоя на единице площади в годы исследований была значительной ($V=30,6-32,7\%$), числа зерен в колосе ($V=10,4-15,0$) и массы 1000 зерен ($V=12,7-17,9\%$) – средней. По мере повышения уровня азотного питания растений изменчивость всех элементов структуры урожая яровой пшеницы усиливалась.

Генотипические различия пшеницы по густоте продуктивного стеблестоя не оказывали существенного влияния на урожайность зерна (таблица 5). Связь урожайности сортов и образцов пшеницы с массой 1000 зерен, а при внесении азотного удобрения и с числом зерен в колосе была средней и положительной. На всех фонах азотного питания урожайность зерна положительно коррелировала с массой зерна с колоса, что согласуется с литературными данными [6]. При внесении азотных удобрений связь между признаками усиливалась, особенно на фоне внесения 100 кг/га азота ($r=0,72$).

В отличие от генотипических, модификационные различия по густоте продуктивного стеблестоя, вызванные разными нормами азота, погодными условиями и другими факторами, характеризовались высокой степенью сопряженности с урожайностью ($r=0,81$). Корреляция урожайности зерна с числом зерен в колосе и массой зерна с колоса при модификационных различиях была несущественной, с массой 1000 зерен – средней и отрицательной.

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции урожайности зерна пшеницы яровой с элементами структуры урожая при разном уровне азотного питания растений (среднее за 2012-2015 гг.)

Доза азота, кг/га	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Генотипические различия				
0	0,22	0,06	0,40	0,51
100	0,00	0,58*	0,36	0,72**
160	0,15	0,36	0,37	0,58*
Модификационные различия				
0-160	0,81**	0,08	-0,45	-0,26

Примечание: Уровни значимости: *0,05; **0,01.

Выводы

1. Сорты и образцы яровой пшеницы значительно различаются по элементам структуры урожая. На всех фонах азотного питания наиболее высокими значениями густоты продуктивного стеблестоя характеризуются сорта *Рассвет*, *Любава*, образец *27/10*, озерненности колоса – сорт *Восточка*, массы 1000 зерен – образцы *15/10*, *16/10*, *24/10*, *26/10*, массы зерна с колоса – образцы *16/10*, *24/10*.

2. Применение азотного удобрения, как правило, повышает густоту продуктивного стеблестоя пшеницы. При этом в условиях высокой эффективности азотного удобрения озерненность колоса, масса 1000 зерен и масса зерна с колоса увеличиваются, а при низкой эффективности – снижаются.

3. Формирование стабильно высокого показателя массы 1000 зерен у сортообразцов *16/10*, *24/10* и *26/10* генетически обусловлено одним общим для них крупнозерным родительским компонентом – сортом *Навра* (Польша).

4. Генотипические различия пшеницы яровой по урожайности зерна наиболее тесно коррелируют с массой зерна с колоса, особенно при оптимизации азотного питания растений.

5. Модификационные различия пшеницы яровой по урожайности зерна сильно и положительно сопряжены с густотой продуктивного стеблестоя на единице площади, средне и отрицательно – с массой 1000 зерен.

Литература

1. Коновалов, Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю.Б. Коновалов. – М.: Колос, 1981. – 175 с.
2. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – С. 63 – 78.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов; Изд. 4-е, доп. и перераб. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4. *Афанасьев, Р.А.* К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов / Р.А.Афанасьев // *Агрохимия*. – 2004. – № 5. – С. 85-91.

5. *Гриб, С.И.* Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза и урожайность сортов пшеницы яровой мягкой при разном уровне азотного питания / С.И. Гриб, И.И. Берестов, Р.В. Мельников // *Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И.Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*. – Минск: ИВЦ Мирнфина, 2017. – Вып.53. – С. 91-97.

6. *Воробьев, В.Ф.* О селекции яровой пшеницы в Оренбургской области / В.Ф. Воробьев, Л.П. Каратаева // *Труды Оренбургской областной гос. с.-х. оп. станции*. – Челябинск, 1972. – Вып. 3. – С. 29-47.

YIELD OF SPRING SOFT WHEAT CULTIVARS AND YIELD STRUCTURE ELEMENTS AT DIFFERENT LEVELS OF PLANT NITROGEN NUTRITION
S.I. Grib, I.I. Berestov, R.V. Melnikov

Research results of the study of basic grain yield structure elements of 15 spring soft wheat cultivars and varieties of RUE “Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming” breeding are presented in the article. The amount of variation of yield structure elements, strength and nature of their correlation with grain yield using different rates of nitrogen fertilizers (100 and 160 kg/ha a.i.) are shown.

УДК 631.8.81.095.337:633.15

**ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ**

В.И. Кравцов, Л.П. Шиманский, кандидат с.-х. наук
РНДУП «Полесский институт растениеводства»
(Поступила 02.03.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук И.И. Берестов

Аннотация. В статье отражены результаты оценки хозяйственной эффективности хелатных форм макро- и микроудобрений, внесенных в подкормку кукурузы, возделываемой на зеленую массу. Отмечено положительное влияние микроудобрений (Шуга Мувер, Экстрапауэр) на урожайность зеленой массы гибрида кукурузы Полесский 202 в стрессовых условиях (засуха, пониженные температуры воздуха в период вегетации кукурузы).

Введение. Одним из условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур является улучшение минерального питания, где применение микроэлементов является неотъемлемым компонентом. Микроэлементы необходимы растениям в относительно малых количествах. Их недостаток в почвах, как и избыток, приводит к снижению урожайности культурных растений и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции.

Микроэлементы участвуют в таких важнейших физиологических процессах, как дыхание (медь, цинк, марганец, кобальт), фотосинтез (марганец, медь).

Кроме того, они оказывают влияние на хозяйственно-биологические свойства растения, и, соответственно, и на их продуктивность в целом. Бор, марганец, молибден и медь способствуют быстрому созреванию початков кукурузы и увеличению количества сухого вещества в листьях, заметно ускоряют развитие растений. Установлено положительное влияние цинка и марганца на рост, развитие и фотосинтетическую деятельность растений кукурузы [1-3].

По данным многих исследователей, листовые подкормки кукурузы препаратами в хелатной форме, содержащими Zn, Mn, Cu, Mg, имеют важное значение для функционирования ферментов, ответственных за производство ауксина, стимулируют рост растений, поддерживают гормональный баланс на оптимальном уровне и, в конечном итоге, способствуют более полной реализации потенциала продуктивности кукурузы, особенно в стрессовых условиях.

Методика и объекты исследований. Для оценки влияния листовых подкормок хелатными формами макро- и микроудобрений на урожайность зеленой массы кукурузы в 2015-2017 гг. в РНДУП «Полесский институт растениеводства» был проведен опыт с гибридом кукурузы *Полесский 202*. В опыте изучали хозяйственную эффективность различных хелатных форм микроудобрений (Шуга Мувер, Биофордж, Экстрапауэр, Микрокат Цинк-Бор) при внесении их в фазу интенсивного роста кукурузы (10-12 листьев). Почва опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: рН (KCl) – 5,7, содержание подвижных форм P_2O_5 442 мг/кг, K_2O 284 мг/кг, Ca – 987 мг/кг, Mg – 169 мг/кг почвы, гумуса – 2,71%. Предшественник – кукуруза. Посев проводили в оптимальные для кукурузы сроки – 27 апреля в 2016 г., 28 апреля в 2015 г. и 2017 гг. сеялкой точного высева СТВ-8 с нормой высева 90 тыс./га. Тип опыта – мелкоделяночный. Повторность опыта – трехкратная, площадь делянки – 20 м², расположение делянок систематическое со смещением.

Макро- и микроудобрения вносили 19 июня (2015 г.), 22 июня (2016 г. и 2017 г.) в фазу 10-12 листьев кукурузы. Норма внесения 1,0 л/га. Убирали кукурузу в фазу восковой спелости зерна 24-29 августа.

Технология возделывания кукурузы включала внесение минеральных удобрений: основное и предпосевное $N_{30}P_{90}K_{120}$ (март – апрель); предпосевную обработку почвы (апрель); химическую прополку посевов (вторая декада мая) – Аденго, 465, КС (0,35 л/га) в фазу 2 листьев кукурузы; подкормку кукурузы азотными удобрениями в фазу 5-8 листьев (КАС, 90 кг д.в./га) с одновременным рыхлением междурядий (первая декада июня).

Схема опыта включала следующие варианты:

Вариант	Норма внесения, л/га	Содержание макро- и микроэлементов
Контроль	-	
Шуга Мувер	1,0	B – 8%, Mo – 0,04%
Биофордж	1,0	Азот – 2%, Калий – 3%
Экстрапауэр	1,0	Mg – 0,8%, Cu – 0,8%, Mn – 0,8%, Zn – 0,8%
Микрокат Цинк-Бор	1,0	Свободные аминокислоты – 2,5%; органические кислоты – 14%, Zn – 6,4%, B – 2,5%

Агроклиматические условия за годы исследований значительно различались по температурному и водному режиму, что сказалось на эффективности вносимых препаратов (рисунок 1.)

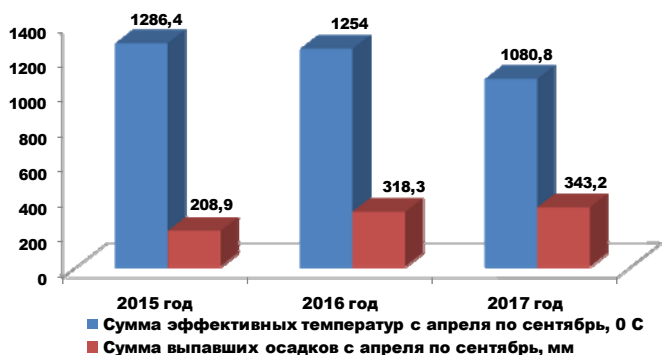


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2015-2017 гг.

Вегетационный период 2015 г. характеризовался достаточно высокими суммами эффективных температур, чередованием anomalно высоких дневных и пониженных положительных ночных температур в период вегетации кукурузы, низким показателем ГТК, что свидетельствует о недостатке увлажнения. Отличительной особенностью вегетационного периода 2016 г. являлась неравномерность выпадения осадков (чередование засушливых периодов и периодов с проливными дождями) и значительные перепады дневных и ночных температур, что в целом негативно сказалось на урожайности кукурузы. В 2017 г. недостаток суммы эффективных температур в период «всходы – интенсивный рост стебля» (10-12 листьев) привел к снижению линейного роста растений кукурузы. По сравнению с аналогичным периодом 2016 г. высота растений была ниже и составляла 50-150 см (150-240 см в 2016 г.). Следует отметить в 2017 г. отсутствие почвенной и воздушной засухи в начале критического периода по водопотреблению (2 недели до выметывания), что привело к хорошей опыляемости и низкому проценту череззерницы.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали различное влияние хелатных форм удобрений на кормовую продуктивность гибрида кукурузы *Полесский 202* в зависимости от года исследований (таблица 1).

В засушливом 2015 г. урожайность зеленой массы и сухого вещества кукурузы была значительно ниже, чем в 2016-2017 гг. – 220-250 ц/га зеленой массы и 80-90 ц/га сухого вещества. Максимальная урожайность была достигнута при внесении Шуга Мувер – 254 ц/га зеленой массы (достоверная прибавка к контролю 24,0 ц/га) и 94 ц/га сухого вещества (прибавка к контролю 17 ц/га). При внесении других макро- и микроудобрений достоверных прибавок получено не было.

Таблица 1 – Влияние макро- и микроудобрений на кормовую продуктивность гибрида кукурузы *Полесский 202* (среднее за 2015-2017 гг.)

Год	Урожайность зеленой массы, ц/га	В т.ч. початков, ц/га	Содержание сухого вещества в растении, %	В т.ч. в початках, %	Сбор сухого вещества, ц/га	В т.ч. из початков, ц/га
Контроль						
2015	230	96	33,6	42,5	77	41
2016	443	161	27,1	38,6	120,1	62,1
2017	458	144	27,3	41,1	125,0	59,2
Шуга Мувер – 1,0 л/га						
2015	254	111	36,8	43,7	94	49
2016	466	145	26,8	46,6	124,9	67,6
2017	556	161	25,6	41,7	142,3	67,1
Биофордж – 1,0 л/га						
2015	227	89	36,5	50,2	83	45
2016	415	121	25,4	38,0	98,3	46,0
2017	517	166	26,3	38,6	136,0	64,1
Экстрапауэр – 1,0 л/га						
2015	236	94	38,6	49,6	91	47
2016	404	130	27,3	40,5	110,3	52,7
2017	519	159	28,6	42,1	148,4	66,9
Микрокат Цинк-Бор – 1,0 л/га						
2015	222	81	35,1	46,4	78	38
2016	418	128	28,8	40,0	120,4	51,2
2017	597	159	24,5	39,4	146,3	62,6
НСР ₀₅ , 2015 г.	22,4				8,4	
2016 г.	37,0				12,3	
2017 г.	42,0				14,6	

В 2016 г. средняя урожайность по опыту составила 429 ц/га зеленой массы и 114,8 ц/га сухого вещества. Максимальная урожайность зеленой массы получена при применении Шуга Мувер – 466 ц/га. Прибавка к контролю была достоверной и составила 23 ц/га. Применение других макро- и микроудобрений не обеспечило достоверного превышения над контрольным вариантом по урожайности зеленой массы и сухого вещества.

В «холодный» вегетационный период 2017 г. урожайность зеленой массы в опытных вариантах составила 517 ц/га (Биофордж), 597 ц/га (Микрокат), в контрольном варианте 458 ц/га. По урожайности зеленой массы все вносимые удобрения обеспечили достоверные прибавки урожайности – 59 ц/га (Биофордж), 139 ц/га (Микрокат). По сбору сухого вещества выделились варианты с применением препаратов Экстрапауэр и Микрокат – прибавка к контролю была достоверной и составила 23,4-21,3 ц/га.

В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность зеленой массы и сухого вещества была достигнута при применении Шуга Мувер (1,0 л/га) – 425 и 120,4 ц/га соответственно, что на 12,7 и 12,2% выше, чем в контрольном

варианте. Действие Микрокат было также эффективным. Урожайность зеленой массы и сухого вещества составила 412 (+9,3% к контролю) и 114,9 (+7,1% к контролю) ц/га соответственно. Действие Биофордж и Экстрапауэр было равнозначным, получена урожайность зеленой массы 386-383 ц/га (рисунок 2).

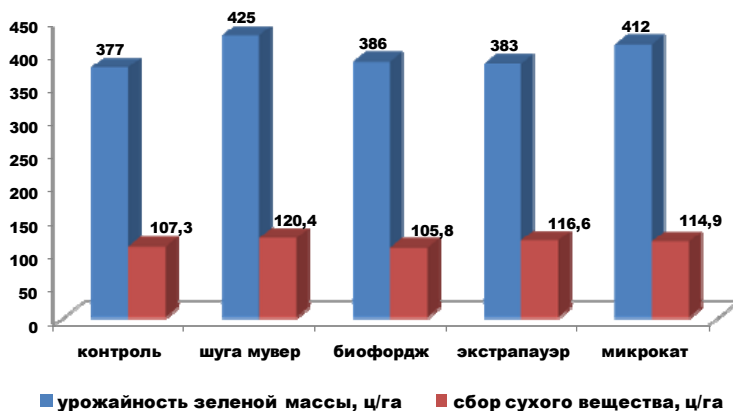


Рисунок 2 – Влияние макро- и микроудобрений на кормовую продуктивность гибрида кукурузы *Полесский 202* (среднее за 2015-2017 гг.)

Отмечена четко выраженная тенденция повышения урожайности сухого вещества в початках и растении от применения хелатных форм удобрений (рисунок 3).

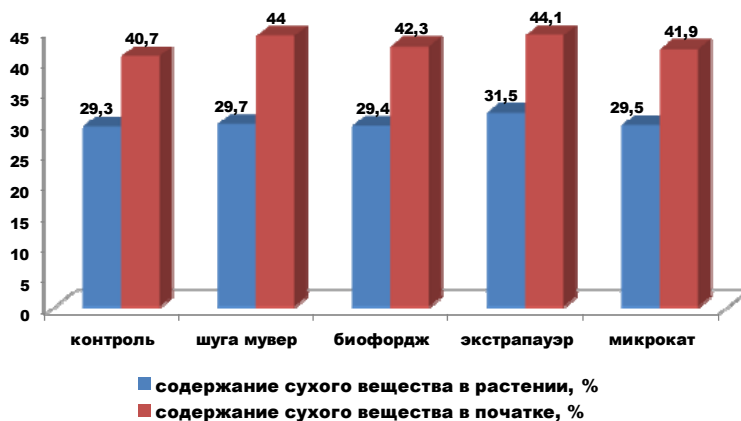


Рисунок 3 – Влияние макро- и микроудобрений на содержание сухого вещества в растении и початке гибрида кукурузы *Полесский 202* (среднее за 2015-2017 гг.)

В среднем за 3 года содержание сухого вещества в растениях повышалось от применения удобрений на 0,1 (Биофордж) – 2,2% (Экстрапауэр), содержание сухого вещества в початках – на 1,2 (Микрокат) – 3,4% (Экстрапауэр).

Хозяйственная эффективность вносимых удобрений изменялась по годам исследований (таблица 2). Стабильно положительные прибавки урожайности сухого вещества обеспечило применение Шуга Мувер – 4,8 ц/га (2016 г.) – 17,3 ц/га (2017 г.). Высокой хозяйственной эффективностью характеризовалось и микроудобрение Экстрапауэр – прибавка к контролю в 2015 г. составила 14,0 ц/га, в 2017 г. – 23,4 ц/га (максимальная по опыту), в 2016 г. – отрицательная эффективность. Эффективность Биофордж колебалась по годам – от отрицательной в 2016 г до положительной – в 2017 г. При внесении Микрокат Цинк – Бор в 2015-2016 гг. прибавка сухого вещества кукурузы была незначительной, а в 2017 г. составила 21,3 ц/га, что на 8,9% ниже, чем Экстрапауэр.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность вносимых удобрений (отклонение от контроля по урожайности сухого вещества) (среднее за 2015-2017 гг.)

Вариант	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Контроль	-	-	-	-	-	-
Шуга Мувер	17,0	22,1	4,8	4,0	17,3	13,8
Биофордж	6,0	7,8	-21,8	-18,2	11,0	8,8
Экстрапауэр	14,0	18,2	-9,8	-8,2	23,4	18,7
Микрокат Цинк-Бор	1,0	1,3	0,3	0,2	21,3	17,0

В среднем за три года исследований максимальной хозяйственной эффективностью характеризовалось микроудобрение Шуга Мувер, обеспечившее прибавку к контролю по сбору сухого вещества 13,0 ц/га или 13,3% (рисунок 4). При применении Экстрапауэр прибавка урожайности сухого вещества составила 9,2 ц/га или 9,6%. Внесение Микрокат Цинк-Бор оказалось менее эффективным. Прибавка в этом случае составила 7,5 ц/га или 6,2% по отношению к контролю. При внесении Биофордж прибавки урожайности получено не было.

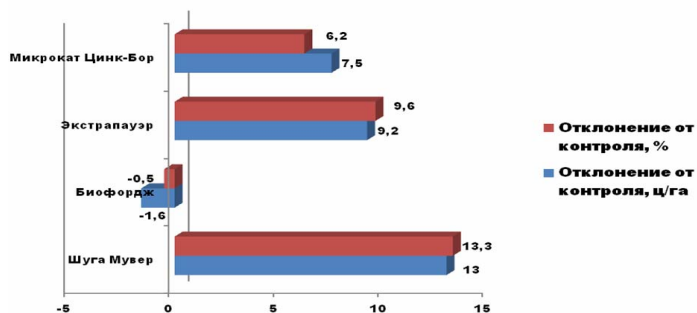


Рисунок 4 – Хозяйственная эффективность вносимых макро- и микроудобрений (среднее за 2015-2017 гг.)

Выводы

1. Микроудобрения Шуга Мувер и Экстрапауэр оказывают положительное влияние на урожайность зеленой массы и сухого вещества кукурузы, особенно в стрессовых условиях вегетационного периода (недостаток тепла, засуха).

2. Отмечена четко выраженная тенденция повышения сухого вещества в початках и растении от применения макро- и микроудобрений. В среднем за 3 года содержание сухого вещества в растениях повышалось на 0,1 (Биофордж) – 2,2% (Экстрапауэр), в початках – на 1,6 (Биофордж) – 3,4% (Экстрапауэр).

3. По результатам оценки хозяйственной эффективности выделились микроудобрения Шуга Мувер и Экстрапауэр, обеспечившие среднюю за три года исследований прибавку урожайности сухого вещества соответственно 13,0 и 9,2 ц/га.

Литература

1. Гилис, М.Б. Влияние микроэлементов на рост, развитие и некоторые биохимические особенности кукурузы и сахарной свеклы в условиях западной лесостепи Украины / М.Б. Гилис, Н.П. Радченко // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине: респ. межвед. сб. – Киев: Наукова думка, 1967. – С. 27-35.

2. Зими́на, Ж.А. Влияние некорневой подкормки растений кукурузы микроэлементами и комплексным органоминеральным микроудобрением Гумат +7 на урожай зерна / Ж.А. Зими́на, И.Ш. Шахмедов // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – №7. – С. 82-84.

3. Харечкин, В.И. Влияние микроэлементов на формирование планируемого урожая зерна кукурузы в условиях орошения / В.И. Харечкин, В.Т. Клошников, В.Н. Несенов // Орошение и экология почв Предкавказья / Ставроп. с.-х. инт. – Ставрополь, 1992. – С. 14-16.

EFFECT OF CHELATE MICRO FERTILIZERS ON MAIZE GREEN MATERIAL YIELD

V.I. Kravtsov, L.P. Shimansky

The results of the evaluation of economic efficiency of chelate micro fertilizers (foliar application) on maize green material are discussed in the article. Positive effect of the micro fertilizers (Sugar Mover, Extra Power) on the green material yield of maize hybrid Polessky 202 under stress conditions (drought, low air temperatures in the maize vegetation period) was registered.

УДК 633.171:632[95+4]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПРОСА

В.Н. Куделко, кандидат с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 28.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Ю.К. Шашко

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке биологической и хозяйственной эффективности протравителей семян Иншур

Перформ, КС (0,4-0,5 л/т) и Кинто Дуо, ТК (1,5-2,0 л/т) в защите проса от болезней. Установлено, что биологическая эффективность этих препаратов при борьбе с возбудителем пыльной головки составила 82,3-90,6% в зависимости от нормы расхода пестицида. Применение изучаемых протравителей обеспечило прибавку урожайности зерна 1,2-6,1 ц/га или 4,9-25,2%. Наибольшей она была при использовании Иниур Перформ, КС (0,5 л/т).

Введение. Зерновая отрасль является важнейшей составляющей агропромышленного комплекса Республики Беларусь. От эффективного уровня ее функционирования зависит благосостояние населения, национальная продовольственная безопасность страны и экспортные возможности [1].

Постоянно изменяющиеся условия окружающей среды не способствуют получению стабильных урожаев сельскохозяйственных культур [2]. В связи с увеличением в республике засушливых периодов различной интенсивности, следует обратить внимание на такую засухоустойчивую культуру, как просо. Просо посевное – это полевая культура универсального использования. Его выращивают для производства пшена, зернофуража, а также зеленой массы с высокими кормовыми достоинствами [3, 4]. Просо имеет высокое агротехническое значение – возможность позднего срока сева (от первой декады мая до середины июня на зерно и до конца июля на зеленую массу), особенно в южных районах республики, небольшая норма высева позволяет использовать его в качестве страховой культуры [5, 6, 7].

Необходимо отметить, что в настоящее время урожайность зерна проса в Беларуси находится на низком уровне. Поэтому повышение урожайности культуры является одной из главных задач сельского хозяйства. Одним из сдерживающих факторов, который ежегодно приводит к недобору урожая и снижению качества зерна проса, остается поражение растений возбудителями болезней [8]. При этом особой вредоносностью отличаются болезни, которые распространяются с посевным материалом. Наиболее распространенными грибами возбудителями болезней в нашей зоне являются *Alternaria spp.*, *Helminthosporium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Sclerospora graminicola* (Sacc.) [9, 10]. К самому вредоносному заболеванию относится пыльная головня проса *Sphacelotheca panici-miliacea* (Pers.) Bub. Вредоносность болезни проявляется как в прямых потерях урожая, так и в значительном ухудшении крупяных и кормовых достоинств, поскольку при уборке пораженных посевов получают так называемое головневомараное зерно, не пригодное для товарных и семенных целей [11]. Среди способов защиты проса от возбудителей болезней ключевая роль отводится протравливанию семян, поскольку это мероприятие является одним из наиболее экономичных и экологически значимых. Предпосевная обработка семян пестицидом снижает уровень семенной инфекции, оказывает защитное действие против почвенных патогенов на начальных этапах развития растения [12, 13]. Поэтому поиск эффективных препаратов для защиты проса от болезней и в частности пыльной головки является необходимой и актуальной задачей.

Условия и методика проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2010-2011 гг. в Смолевичском районе Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлых песчанисто-пылеватых супесях. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,21-2,55%, содержание P_2O_5 – 190-200, K_2O – 230-305 мг/кг почвы, $pH_{КС1}$ – 5,5-5,7. Опыты закладывали на фоне удобрений $N_{60}P_{60}K_{80}$. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью под зяблевую вспашку, а азотные в форме карбамида – весной под культивацию. Площадь делянки – 10 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок рандомизированное. Схема опыта включала варианты: контроль (обработка водой); Фундазол 50, СП, 2 л/т (эталон); Иншур Перформ, КС, 0,4 л/т; Иншур Перформ, КС, 0,5 л/т; Кинто Дуо, ТК 1,5 л/т; Кинто Дуо, ТК, 2,0 л/т. Обработку семян проводили за 2 дня до сева согласно схеме. Расход рабочей жидкости – 10 л/т семян. Для посева использовали семена проса сорта *Галинка*. После протравливания семян проводилась их фитоэкспертиза. В стадии 2-3 листа определяли полевую всхожесть семян. Степень пораженности растений проса головней определяли на инфекционном фоне. Уборку проводили в фазу полного созревания зерна проса посевным прямым комбайнированием (Сампо 2010). Статистическую обработку полученных результатов проводили по методике Б.А. Доспехова [14], используя программу Excel.

Метеорологические условия в период исследований отличались от средне-многолетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству выпавших атмосферных осадков, что оказало существенное влияние на особенности развития болезней в посевах проса. По сумме активных температур период вегетации (май-август) в 2010 г. был выше нормы на 20,5%, а по количеству осадков на 51,1%. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,93 при норме 1,56. В 2011 г. период вегетации по сумме активных температур был выше нормы на 11,0%, а по количеству осадков ниже ее на 8,2% при ГТК 1,27, что свидетельствует о недостаточной влагообеспеченности растений.

Результаты исследований и их обсуждение. Как следует из результатов, полученных при проведении фитоэкспертизы, предпосевная обработка семян протравителем Иншур Перформ, КС (0,4-0,5 л/т) и Кинто Дуо, ТК (1,5-2,0 л/т) обеспечила 100% обеззараживание семян от грибов рода *Fusarium*, *Mucor* и *Penicillium* по сравнению с контрольным вариантом, где заселенность ими составляла от 7,0 до 11% в зависимости от варианта опыта.

Применение изучаемых протравителей в зависимости от нормы расхода препарата повышало полевую всхожесть семян на 4,8-11,2% по сравнению с эталоном (Фундазол 50, СП), у которого данный показатель за годы исследований составил 65,3% (таблица 1). Полевая всхожесть в контрольном варианте (обработка водой) находилась на уровне 49,3%.

Оценка биологической эффективности препаратов Иншур Перформ, КС (0,4-0,5 л/т) и Кинто Дуо, ТК (1,5-2,0 л/т) против возбудителя пыльной головни *Sporisorium destruens* (Schlecht) [15], проведенная в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне в период интенсивного образования генератив-

Таблица 1 – Влияние протравителей на всхожесть семян проса (среднее за 2010-2011 гг.)

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %
Контроль (обработка водой)		80	49,3
Фундазол 50, СП (эталон)	2,0	85	65,3
Кинто Дуо, ТК	1,5	86	70,1
Кинто Дуо, ТК	2,0	92	71,3
Иншур Перформ, КС	0,4	93	74,6
Иншур Перформ, КС	0,5	95	76,5

ных органов, выявила, что в вариантах с применением изучаемых препаратов от 7,2 до 13,5% растений поражались данной болезнью (таблица 2), при этом пораженность в варианте Фундазол 50, СП (эталон) составляла 15%.

Таблица 2 – Пораженность растений проса пыльной головней при искусственном заражении суспензией телиоспор (среднее за 2010-2011 гг.)

Вариант	Норма расхода препарата л/т	Пораженность болезнью, %	Биологическая эффективность, %
Контроль (обработка водой)		76,4	
Фундазол 50, СП (эталон)	2,0	15,2	80,1
Кинто Дуо, ТК	1,5	11,8	84,6
Кинто Дуо, ТК	2,0	13,5	82,3
Иншур Перформ, КС	0,4	11,6	84,8
Иншур Перформ, КС	0,5	7,2	90,6

В результате исследований определена высокая биологическая эффективность применяемых протравителей в уничтожении возбудителя пыльной головни. Так, если в контрольном варианте (обработка водой) пораженность растений проса пыльной головней в среднем за 2 года составила 76,4%, то в вариантах с применением протравителей снижение данного показателя находилось в пределах 82,3-90,6%. Наиболее высокая биологическая эффективность в уничтожении возбудителя пыльной головни была получена в варианте с применением протравителя Иншур Перформ, КС (0,5 л/т).

Установлено, что основным показателем, характеризующим эффективность того или иного технологического мероприятия, в том числе и протравливания семян, является уровень сохраненного урожая зерна. Определено, что применение изучаемых протравителей семян, снижая развитие грибных болезней и, в первую очередь, возбудителя пыльной головни, обеспечивает повышение урожайности зерна проса (таблица 3).

Применение препарата Иншур Перформ, КС (0,4-0,5 л/т) обеспечило наибольшую прибавку урожайности зерна, которая составила в зависимости от нормы расхода препарата соответственно 4,2-6,1 ц/га или 17,3-25,2%. Наименьшая прибавка урожайности была получена в варианте с применением протравителя Кинто Дуо, ТК (1,5 л/т) – 1,2 ц/га (4,9%).

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность применения протравителей при возделывании проса (среднее за 2010-2011 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	± к контролю	
				ц/га	%
Контроль (обработка водой)	-	6,4	24,2	-	-
Фундазол 50, СП (эталон)	2,0	6,8	26,1	1,9	7,8
Кинто Дуо, ТК	1,5	7,0	25,4	1,2	4,9
Кинто Дуо, ТК	2,0	6,9	27,0	2,8	11,6
Иншур Перформ, КС	0,4	7,2	28,4	4,2	17,3
Иншур Перформ, КС	0,5	7,1	30,3	6,1	25,2
НСР ₀₅			1,9-2,5		

Выводы

1. Применение изучаемых протравителей обеспечивало 100% обеззараживание семян от грибов рода *Fusarium*, *Mucor* и *Penicillium*.

2. Биологическая эффективность Иншур Перформ, КС и Кинто Дуо, ТК против пыльной головни (*Sphacelotheca panici-miliacea*) была высокой и при учете в период интенсивного образования генеративных органов составила 82,3-90,6%.

3. При использовании изучаемых препаратов отмечалось увеличение урожайности зерна проса посевного по сравнению с контролем (обработка водой) на 1,2-6,1 ц/га или 4,9-25,2%. Наибольшую статистически достоверную прибавку урожайности зерна обеспечило применение протравителя Иншур Перформ, КС (0,5 л/т).

Литература

1. Новак, А.М. Белорусское просо: новый взгляд на старую культуру / А.М. Новак // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №8. – С. 28-31.
2. Кутровский, В.Н. Основные факторы повышения устойчивости производства зерна в центральном регионе России в условиях глобальных изменений климата (обзор) / В.Н. Кутровский, В.Д. Штырхунова // Зерновое хозяйство России. – 2010. – №6. – С. 17-22.
3. Анохина, Т.А. Влияние сроков сева на урожайность и массу тысячи зерен яровых зерновых культур / Т.А. Анохина, В.П. Цыбульский // Производство растениеводческой продукции резервы снижения затрат: Мат. международной н.-пр. конф. (10–11 июля 2008 г. Жодино) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию. Мн.: «ИВЦ Минфина», 2008. – С. 195–198.
4. Соловьев, А.В. Просо на северо-западе Поволжья / А.В. Соловьев / под ред. журнала «Зерновое хозяйство». – М., 2006. – 202 с.
5. Хамитов, М.Г. Приемы выращивания запланированных высоких урожаев проса / М.Г. Хамитов // Научные труды: Закамская зональная селекционно-семеноводческая опытная станция. – Вып. 1. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2004. – С. 151-160.
6. Анохина, Т.А. О целесообразности использования проса в качестве страховой культуры / Т.А. Анохина, В.Н. Кравцова // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 1. – С. 6.
7. Лысов, В.Н. Просо – *Panicum miliaceum* L. / В.Н. Лысов // Культурная флора СССР: в 3 томах; под ред. А.А. Корнилова. – Л.: Колос, 1975. – Т. 3: Гречиха, просо, рис. – С. 124-236.
8. Будевич, Г.В. Оценка сортов проса на поражаемость головней / Г.В. Будевич, В.Н. Кравцова // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №6. – С. 16-17.

9. Алиновский, П.Г. Получение устойчивых к пыльной головне сортообразцов проса / П. Г. Алиновский, Г. А. Симаков // Селекция и семеноводство. – 1980. - №5. – С. 20-21.
10. Константинов, С.И. Методы и результаты селекции проса на устойчивость к головне / С.И. Константинов, Л.Я. Шапина / Селекция проса на качество зерна и устойчивость к болезням: Научн. тр. ВАСХНИЛ; под ред. И. Н. Елагина. – М.: Колос, 1979. – С. 78-85.
11. Жук, Г.П. Использование инфекционных фонов в селекции проса на устойчивость к расам головни / Г.П. Жук // Научные основы создания моделей агроэкологических сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России: Сб. статей науч.-между. корд. совещ. – Орел: Орелиздат, 1997. – С. 199-203.
12. Kühel, W. Prüfung verschiedener Methoden zur Infektion der Rispen- und Kolbenhirse (*Panicum miliaceum* L. und *Setaria italica* L.) mit den Brandpilzen *sphaeceloteca panici* miliacei (Resp.) Buta und *Ustilago cradiums* der Wirtspflanze / W. Kühel // Nachrfl. pT. Pflanzenzüchtz. – 1961 – Jg. 15. – H. 12. – S. 241-245.
13. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: «Белорусская наука», 2012. – С. 138-145.
14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum* L.) / Л.В. Григорашенко, С.Г. Холод, О.І. Рудник, В.К. Рябчун, Л.Н. Кобизева, С.М. Горбачова. – Харків, 2009. – 62 с.

EFFICIENCY OF SEED TREATERS IN MILLET CULTIVATION

V.N. Kudelko

Research results of the evaluation of biological and economic efficiency of such seed treaters as Insure Perform SC (0.4-0.5 l/t) and Kinto Duo (1.5–2.0 l/t) in millet protection from diseases are presented in the article. It was established that biological efficiency of those products in the control of loose smut agents was 85.4-93.2% depending on pesticide rates. The use of the studied seed treaters provided significant grain yield increase equaled to 0.12-0.61 t/ha or 4.9-25.2%. The highest yield increase was obtained using Insure Perform SC (0.5 l/t).

УДК 633.15:632.952:631.53.011.3

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

**Н.Л. Холодинская, канд. с.-х. наук, М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко,
Г.Н. Куркина**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 12.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Ю.К. Шашко

Аннотация. *Дана сравнительная оценка влияния фунгицидных протравителей на инфицированность, лабораторную и полевую всхожесть семян, высоту растений и продуктивность кукурузы при севе в конце апреля и начале мая. Выявлено, что применение фунгицидного протравителя Максим XL обес-*

печивало наибольшую полевую всхожесть семян, особенно при раннем сроке сева в условиях недостатка тепла. Максимальная урожайность зеленой массы и сухого вещества отмечена в вариантах с применением Максим XL и Вершина при севе в первой декаде мая, зерна с меньшей влажностью – при севе двумя неделями раньше.

Введение. Кукуруза в Беларуси получила широкое распространение как силосная культура. В среднем за 2011-2016 гг. ее уборочная площадь на силос составила 882 тыс. га, урожайность зеленой массы 249 ц/га, валовой сбор 22 млн тонн. Кроме того, кукуруза – одна из самых урожайных зерновых культур в мире. В настоящее время по валовому сбору и урожайности она занимает первое место, на нее приходится более трети всего производства зерна.

Кукуруза относится к числу теплолюбивых культур. Семена ее начинают прорастать при температуре 8-10 °С. Однако прорастание при такой температуре идет очень медленно. Так, при температуре 10-12 °С всходы у кукурузы появляются только через 20-25 дней, а при 15-17 °С – через 10-12 [1]. При слишком раннем посеве всходы появляются недружно и часто бывают изреженными, увеличивается вероятность повреждения их грибными заболеваниями и вредителями. Поэтому для посева рекомендуется использовать семена с высокой лабораторной всхожестью – более 95% [2].

Потери зерна кукурузы от болезней колеблются от 3,5 до 30% [3-7]. Опасность болезней (плесневение семян, фузариоз початков, пузырчатая головня, в меньшей степени – пыльная головня, ржавчина) заключается в том, что они не только снижают полевую всхожесть, урожай и посевные качества зерна, но и ухудшают его кормовые достоинства. Современные скороспелые гибриды, особенно селекционируемые в широтах ближе к северу (Беларусь, Германия и др.), относительно устойчивы к холоду. Их семена практически полностью всходят в полевых условиях даже при недостатке тепла в отличие от позднеспелых гибридов южного происхождения, прежде всего, зубовидных форм. Поэтому кукурузу на зерновые цели при должной защите семян от инфекции можно высевать в конце второй – третьей декадах апреля, так как каждый день отсрочки сева приводит к недобору зерна до 1 ц/га и повышению его влажности на 0,3-0,5%, и, таким образом, удорожает себестоимость продукции [8]. На силос кукурузу можно сеять на 10-15 дней позже [9]. Это позволяет сформировать большой урожай сухого вещества, но за счет менее питательной листостебельной массы (ЛСМ).

В настоящее время в Республике Беларусь для обеззараживания семян кукурузы зарегистрировано 18 протравителей [10]. Практически все они обеспечивают защиту высеванных семян и проростков от почвенной и семенной инфекции, а всходы – от корневой гнили.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2016-2017 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва – дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых (лессовидных) супесях, подстилаемая моренным суглинком

с глубины 0,4-0,9 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика опытного участка следующая: рН – 6,05-6,14, P₂O₅ – 180-200 мг/кг, K₂O – 257-286 мг/кг почвы, гумус – 2,24-2,70%.

Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы: зяблевая вспашка, весной дискование, предпосевная культивация АКШ. Внесение удобрений: фосфорные (Р₃₀ осенью в 2015 г.), ежегодно весной – калийные в дозе K₁₂₅, карбамид (N₁₁₅) с заделкой культиватором, использовалось последствие навоза. Первый срок сева 23 апреля, второй – 6 мая, норма высева – 110 тыс. семян/га. Гибрид *Полесский 216СВ*. Способ сева: широкорядный, ширина междурядий 70 см. По всходам в фазу 3 листьев кукурузы применяли гербицид Примэкстра Голд ТЗ в норме 4,0 л/га. Площадь опытных делянок 17 м². Повторность – четырехкратная.

Использовали протравители Вершина (тебуконазол 30 г/л + азоксистробин 22 г/л), КС – 1 л/т, Иншур Перформ (трифлуконазол 80 г/л + пираклостробин 40 г/л), КС – 0,5 л/т, Максим XL (флудиоксонил 25 г/л + мефеноксам 10 г/л), СК – 1 л/т и Виал-ТТ (тебуконазол 60 г/л + тиабендазол 80 г/л), ВСК – 0,5 л/т.

Условия первой половины вегетационного периода 2016 г. характеризовались более теплой погодой весны и первого летнего месяца относительно нормы, что способствовало хорошему развитию кукурузы. Вторая половина лета, особенно июль, оказалась достаточно влажной и теплой, что обеспечило хорошие прирост початков и спелость зерна.

В отличие от 2016 г. погодные условия двух последних весенних месяцев 2017 г. в целом характеризовались более низкой относительно нормы температурой воздуха. Продолжительная, в течение 4 декад, холодная погода при обильных в конце третьей декады апреля и первой декаде мая осадках негативно сказалась на полевой всхожести семян. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца (на 0,8 и 1,8 °С соответственно). В июле и августе наблюдалось достаточное выпадение осадков. В этот период отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде. В августе и сентябре среднесуточная температура воздуха на 0,7 и 1,4 °С соответственно превысила норму (среднюю за последние 30 лет). Однако по развитию растения сильно отставали от предыдущего года, на что существенное влияние оказал температурный фактор. Так, сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, в 2016 г. – 1014 °С при норме 869 °С, осадков выпало 368 мм и 319 мм соответственно при норме 377 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение фунгицидных протравителей на гибриде кукурузы *Полесский 216СВ* в 2016-2017 гг. показало, что лабораторная всхожесть семян находилась в пределах 95-99% в зависимости от варианта и не снижалась от действия препарата (таблица 1). В то же время инфицированность семян грибами значительно сокращалась. В контроле без протравливания количество пораженных грибами семян составило 84%, а в вариантах с протравливанием – от 6% (Виал-ТТ) до 23% (Иншур Перформ). В наибольшей степени белорусские семена были поражены мукомором и фузариями.

Таблица 1 – Влияние протравителей на лабораторную всхожесть семян и их инфицированность патогенами (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант	Лабораторная всхожесть семян, %	Инфицированность семян грибами, %	В том числе		
			муко-ром	фуза-риями	аспер-гиллами
Контроль (без протравливания)	95	84	66	12	3
Вершина, КС (1 л/т)	99	18	14	4	0
Иншур Перформ, КС (0,5 л/т)	96	23	4	1	0
Максим XL, СК (1 л/т)	96	18	0	11	0
Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т)	97	6	3	1	0

Полевая всхожесть семян в среднем по годам колебалась от 70 до 90% при севе 23 апреля и от 89 до 93% при севе двумя неделями позже (таблица 2). Наибольшая всхожесть семян при первом сроке сева получена в варианте с протравливанием их Максимом XL, а самая низкая – в контроле и при обработке Виалом-ТТ. Несмотря на то, что современные гибриды стали более холодостойкими и всходят быстрее, температурный режим все еще определяет продолжительность периода «сев-всходы». В 2016 г. при первом сроке сева всходы появились через 17 дней (среднесуточная температура воздуха составила 11,1 °С), при увеличении температуры до 13,1 °С (второй срок сева) этот период сократился до 13 дней. В 2017 г. при севе в конце апреля всходы появились только через 26 дней, на что повлияла низкая среднесуточная температура воздуха (8,8 °С). При увеличении ее до 11,4 °С всходы появились уже через 16 дней, что аналогично данным, полученным при апрельском севе в 2016 г. Исследования показали, что при разных сроках сева, но одинаковой среднесуточной температуре воздуха полевая всхожесть семян близкая. В среднем за два года при втором сроке сева на контроле она повысилась на 19%, при обработке Виалом-ТТ на 22%, а в лучшем варианте с Максимом XL – только на 3%.

Протравители не оказали заметного влияния на высоту растений. При более позднем сроке сева она в среднем по всем вариантам на 17 см или 7,7% больше, чем при севе двумя неделями раньше.

К уборке при первом сроке сева в среднем по двум годам густота стояния растений наибольшей оказалась при обработке семян максимум XL (91,6 тыс./га), что значительно (на 14,5-20,0 тыс./га при НСР = 5,1 тыс./га) превосходило все другие варианты (таблица 3). Наименьшей она была в контрольном варианте и при обработке виалом-ТТ (71,6-71,8 тыс./га). При втором сроке сева густота стояния растений относительно первого в среднем выросла на 14,7 тыс./га при НСР₀₅ = 3,3 тыс./га. Большее количество растений к уборке сохранилось в варианте с максимум XL (94,8 тыс./га), но оно несущественно превышало все другие варианты опыта (89,8-92,6 тыс./га).

Более высокая урожайность зеленой массы кукурузы (+57 ц/га при НСР₀₅ = 18 ц/га) получена при втором сроке сева. Это произошло в большей степени за счет урожайности листостебельной массы (+49 ц/га при НСР₀₅ = 12 ц/га), в

Таблица 2 – Влияние фунгицидных протравителей на полевую всхожесть семян и высоту растений кукурузы

Протравитель	Всхожесть, %						Высота растений к уборке, см	
	Срок сева						23 апреля	6 мая
	23 апреля			6 мая				
	2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее		
Контроль (без протравливания)	87	54	70	91	87	89	220	236
Вершина, КС (1 л/т)	87	61	74	94	87	90	220	234
Иншур Перформ, КС (0,5 л/т)	87	68	78	93	88	90	220	240
Максим XL, СК (1 л/т)	92	89	90	92	94	93	222	238
Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т)	82	58	70	94	89	92	220	238

Таблица 3 – Урожайность кукурузы в зависимости от вида фунгицидного протравителя и срока сева (среднее за 2016-2017 гг.)

Вариант опыта (фактор А)	Густота растений к уборке, тыс./га	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сбор сухого вещества, ц/га	Урожайность зерна, ц/га	Влажность зерна, %
		початков с обертками	ЛС М	все-го			
Срок сева 23 апреля (фактор В)							
Контроль (без протравливания)	71,6	146	212	358	138,5	73,4	36,8
Вершина, КС (1 л/т)	77,1	158	232	390	149,1	78,9	37,2
Иншур Перформ, КС (0,5 л/т)	77,0	152	220	372	142,4	74,2	37,0
Максим XL, СК (1 л/т)	91,6	166	240	406	156,2	79,9	36,4
Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т)	71,8	146	218	364	139,3	71,9	36,7
Среднее	77,8	154	224	378	145,1	75,7	36,8
Срок сева 6 мая							
Контроль (без протравливания)	89,8	162	268	430	154,8	76,6	38,6
Вершина, КС (1 л/т)	93,6	163	272	435	159,6	78,1	38,0
Иншур Перформ, КС (0,5 л/т)	91,6	162	270	432	156,8	77,6	38,5
Максим XL, СК (1 л/т)	94,8	164	281	445	159,2	77,9	38,5
Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т)	92,6	160	272	432	156,1	75,4	38,6
Среднее	92,5	162	273	435	157,3	77,1	38,4
НСР ₀₅	AB	7,4	14	27	42	15,3	6,5
	A	5,1	10	19	29	10,7	4,6
	B	3,3	6	12	18	6,8	2,8

меньшей – початков с обертками (+8 ц/га при НСР₀₅ = 6 ц/га). Лучший результат по урожайности початков с обертками, ЛСМ и всего зеленой массы при

первом сроке сева получен в варианте с применением Максима XL (166 ц/га, 240 ц/га и 406 ц/га соответственно), худший – Виала-ТТ (146 ц/га, 218 ц/га и 364 ц/га соответственно). Все другие (кроме обработки Вершиной), равно как и контроль, существенно уступили лучшему варианту. При втором сроке сева Максим XL уже не имел существенного превосходства над другими протравителями, обеспечив 445 ц/га зеленой массы.

По сбору сухого вещества Виал-ТТ при первом сроке сева оказался худшим вариантом фунгицидной защиты семян (139,3 ц/га), а максимальное значение получено в варианте с Максимом XL (156,2 ц/га), несущественно уступила ему Вершина (149,1 ц/га). При втором сроке сева средняя урожайность сухого вещества была существенно выше, чем при первом (на 12,2 ц/га), и несущественно изменялась по вариантам (154,8-159,6 ц/га).

По урожайности зерна первый и второй сроки сева, в отличие от урожайности зеленой массы и сухого вещества, равнозначны (75,7 и 77,1 ц/га соответственно), но при опоздании с севом на 2 недели влажность зерна увеличилась на 0,8-2,1%, что повлечет за собой дополнительные расходы на сушку. Максимальная урожайность его при майском севе, как и сухого вещества, получена в варианте с обработкой Максимом XL и Вершиной (77,9 и 78,1 ц/га соответственно), снизившись по отношению к апрельскому сроку на 2,0 и 0,9 ц/га соответственно.

Выводы

1. В условиях недостатка тепла Максим XL имеет существенное превосходство по показателю полевой всхожести семян над фунгицидными протравителями Вершина, Иншур Перформ и Виал-ТТ. При среднесуточной температуре воздуха в довсходовый период 8,8 °С эта разница достигает 21-31%.

2. Максим XL при раннем сроке сева обеспечивает наиболее высокий сбор зеленой массы, сухого вещества и зерна. Несущественно уступает ему применение протравителя Вершина.

3. Использование протравителей Иншур Перформ и Виал-ТТ возможно при севе в мае, когда среднесуточная температура воздуха в довсходовый период составляет не менее 12,2 °С.

Литература

1. *Холодинская, Н.Л.* Влияние агроклиматических факторов на урожайность кукурузы в центральной зоне Беларуси / Н.Л. Холодинская, Н.С. Степаненко, М.А. Мелешкевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. трудов; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2017. – Вып. 53. – С. 237-244.

2. *Еремин, Д.И.* Температурный режим пахотного слоя при выращивании кукурузы в лесостепной зоне Зауралья / Д. И. Еремин, Е. А. Демин // Молодой ученый [Электронный ресурс]. – 2016. – №21. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/125/34910/> – Дата доступа: 01.02.2018

3. *Никончик, П.И.* Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П.И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 5 (66). – С. 24-27.

4. *Привалов, Ф.И.* Защита растений в Беларуси: сегодня и завтра / Ф.И. Привалов, С.В. Сорока, Л.В. Сорочинский // Защита и карантин растений. – 2008. – №2. – С. 6-9.

5. Красношапка, Б. «Грибобеды-антисептики» для наших растений. Что мы знаем о фунгицидах / Б. Красношапка // Зерно. – 2006. – №10. С. 70-75.

6. Берес, П.К. Самые опасные болезни кукурузы в Польше / П.К. Берес, Я. Данелевич // Наше сельское хозяйство. – 2013. – №11. – С. 63-69.

7. Жуковский, А.Г. Фузариоз початков кукурузы / А.Г. Жуковский, Н.Л. Свидунович // Наше сельское хозяйство. – 2012. – №2. – С. 26-30.

8. Жуковский, А.Г. Болезни кукурузы в Беларуси / А.Г. Жуковский, Н.Л. Свидунович // Наше сельское хозяйство. – 2014. – №13. – С. 36-42.

9. Надточаев, Н.Ф. Как правильно посеять кукурузу? / Н.Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – №3 (131). – С. 58-62.

10. Володькин, Д.Н. Экономическая эффективность производства зерна кукурузы в Центральной зоне Беларуси при различных сроках сева гибридов и густоте стояния растений / Д.Н. Володькин, Н.Ф. Надточаев, Н.Л. Холодинская // Аграрная экономика. – 2012. – №4 (203). – С. 42-49.

11. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь; сост.: Л.В. Плешко [и др.]. – Минск, 2017.

EFFECT OF FUNGICIDE PROTECTANTS ON FIELD GERMINATION OF MAIZE SEEDS AND THEIR PRODUCTIVITY

N.L. Kholodinskaya, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko, G.N. Kurkina

Comparative evaluation of the effect of fungicide protectants on contamination, laboratory and field germination of seeds, plant height and maize productivity at sowing at the end of April and in the beginning of May is given. It was established that fungicide protectant Maxim XL provided the highest field germination of seeds particularly at early sowing terms under the conditions of warmth deficiency. The maximum yield of green material and dry matter was obtained at sowing in the first ten-day period of May and using Maxim XL and Vershina, but if the seeds had lower moisture sowing should be conducted two weeks earlier.

УДК 631.55:633.521

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ И ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕБЛЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА*

Е.В. Черехухина, научный сотрудник

РУП «Институт льна»

(Поступила 22.02.2018)

Рецензент: канд. биол. наук Г.В. Будевич

Аннотация. В статье представлены результаты исследований о влиянии протравителей и защитно-стимулирующих составов для предпосевной обработки семян на морфологические и анатомические характеристики стебля льна-долгунца. Инкрустация композиционными составами семян способствует увеличению общего и длинного волокна льна с улучшением его качества.

*работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук, профессора Голуба И.А.

Введение. Основное направление в использовании льна-долгунца – волокно, проблемам качества которого уделяется с каждым годом все большее внимание. Перспективным направлением повышения продуктивности льна и повышения качества волокна является использование регуляторов роста растений. Они применяются как для предпосевной обработки семян, так и на вегетирующих растениях, что приводит к повышению всхожести семян и энергии прорастания, устойчивости к заболеваниям и стрессам, неблагоприятным факторам окружающей среды, увеличению урожайности и, в конечном итоге, к получению продукции, соответствующей высоким критериям качества [1]. К регуляторам роста относятся природные органические вещества, которые применяются для обработки растений в целях улучшения их урожайности, качества и сохранности продукции. Они способны изменять гормональный статус растений, оказывать влияние на биосинтез, передвижение и действие фитогормонов, воздействуют на ключевые ферменты метаболизма растительной клетки [2]. Объемы применения регуляторов роста растений ежегодно растут, поскольку их использование в сочетании с современными агроприемами на технических культурах позволяет при небольших затратах получить высокие прогнозируемые результаты. Применение регуляторов роста стимулирует многие защитные физиолого-биохимические реакции растительного организма, что приводит к повышению общей устойчивости. В то же время фунгициды могут вызывать отрицательные реакции в обмене растений, а присутствие веществ регуляторного действия способно оказывать смягчающее действие на ростовые процессы растений, обеспечивая при этом улучшение механической прочности тканей. Основные признаки волокна хорошего качества – достаточная длина, высокая прочность, эластичность, тяжеловесность, лентистость, тонины, равномерность. Чем длиннее элементарное волокно, тем уже просвет (полость) в нем, чем более оно многогранно в поперечном сечении, чем больше волоконце в пучке, тем качество волокна выше.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили на опытных полях РУП «Институт льна» Оршанского района, Витебской области. В качестве объекта исследований использовали сорт *Василек* селекции РУП «Институт льна», который к 2017 г. занимал 1/5 часть посевных площадей этой культуры в Республике Беларусь.

Полевые опыты заложены по общепринятой методике проведения полевых опытов [3]. Повторность полевого опыта – четырехкратная, площадь делянки 12,5 м². Агротехника – общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь. Норма высева – 22 млн всхожих семян на гектар. Способ посева – узкорядный. Предшественник – ячмень. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Семена обрабатывали препаратами в соответствии со схемой опыта, варианты которого представлены в таблице 1.

Обработку посевов льна во время вегетации против льняной блохи проводили инсектицидами, химическую прополку от двудольных сорняков – в фазу «елочка». Через 10 дней дополнительно проводили химическую прополку против злаковых сорняков гербицидом, рекомендованным для льна-долгунца

(Миура, 1,0 кг/га). Уборку опытов проводили в фазу ранней желтой спелости комбайном ЛК-4. При вылежке льносоломы каждые три дня определяли отделимость по СТБ 1194-2007. Качество тресты определяли по СТБ 1194-2007, качество волокна – по СТБ 1195-2008.

Метеорологические условия в период проведения исследований отличались от средних многолетних. Сложившиеся погодные условия в период вегетации, температурный режим близкий или превышающий нормы, а также избыток влаги ускоряли ростовые процессы и были благоприятными для роста и развития растений, а также вылежки льнотресты как в 2011 г., так и в 2012 г.

Морфологический анализ стеблей проводили в течение всего вегетационного периода на пробе из 25 растений с варианта. Анатомические пробы брали к концу роста растений (в фазы зеленой и желто-зеленой спелости), когда заканчивалось формирование структурных элементов стебля. Анализ проводился на одной и той же высоте растения (на 1/3 технической длины). Для проведения морфологического анализа учитывали следующие элементы: искривление и утолщение стебля, изменение общей и технической длины, образование боковых побегов и полегание стебля, изменение окраски вегетативных органов. Искривление стеблей определяли визуально. Толщина стебля измерялась с помощью микрометра с точностью до 1 мкм, длина – линейкой с точностью до 1 см.

Анатомическому анализу подвергалась лубяная часть стебля: толщина кутикулярного слоя, длина элементарного волокна, одревеснение элементарных волокон, характер изменения лубяных волокон стебля [4].

Для исследования анатомической структуры стеблей на высоте 1/3 технической длины производили несколько срезов, окрашивали нейтральным красным и просматривали под микроскопом. Все определения и измерения проводили под бинокулярном *Violar* с помощью окуляр-микрометра. Число измерений и подсчетов от 3 до 5 на срез. Увеличение микроскопа изменялось в зависимости от величины изучаемого объекта от 100 до 400. Срезы делали вручную.

Для исследования длины элементарного волокна стебли мацерировались в 2-5% растворе NaOH в течение 15 минут, а затем для просветления настаивались в 50%-ом глицерине в течение суток, после чего проводили замер длины волокон под микроскопом [5].

Одревеснение элементарных волокон определяли по интенсивности окрашивания препаратов нейтральным красным [6]. Для неокрашенных волокон была характерна светло-желтая окраска, для слабо одревесневших – светло-розовая, а для сильно одревесневших – бордово-красная. Процент одревеснения волокон определяли путем подсчета на срезе, а степень их одревеснения органолептически [7].

Опыты проводили в 3-х биологических повторностях. Статистическую обработку данных проводили по П.Ф. Рокицкому [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Предпосевная обработка семян льна протравителями и защитно-стимулирующими составами оказала влияние на морфометрические характеристики стебля (таблица 1). На общую и техническую длину и толщину стебля препараты и их смеси влияли незначи-

Таблица 1 – Влияние протравителей и защитно-стимулирующих составов на морфологические характеристики стебля льна-долгуна (фаза ранняя желтая спелость) (среднее за 2011-2012 гг.)

Вариант	Длина элементарного во-лока %	Длина стебля об-щая		Длина стебля техни-ческая		Толщина стебля (диаметр)	
		см	%	см	%	мм	%
1. Контроль (без обработки семян)	100	76,45±1,69	100	72,10±1,18	100	1,42±0,07	100
2. Кинто Дуо (2,0 л/т)	132	79,20±1,44	104	70,45±0,92	98	1,39±0,08	98
3. Витавакс ФФ (2,0 л/т)	97	73,85±2,27	97	70,65±2,03	98	1,40±0,06	98
4. Круйзер Рапе (1,0 л/т)	102	77,10±1,19	101	71,05±1,50	99	1,63±0,09	114
5. Максим (2,0 л/т)	124	78,05±2,05	102	71,00±1,99	99	1,28±0,04	90
6. Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т)	104	77,10±2,40	101	72,55±3,30	101	1,60±0,07	112
7. Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар (100 мл/т) + Хелком П 4 (600 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т)	125	74,35±0,91	97	70,65±0,88	99	1,39±0,10	98
9. Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар (100 мл/т) + Адоб Zn (300 мл/т) + Адоб В (300 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т)	105	78,65±1,96	103	69,30±1,44	96	1,58±0,07	111
10. Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар (100 мл/т) + ЖКУ (Zn+B) (1,0 л/т)	136	75,30±2,07	99	72,20±1,56	100	1,39±0,10	98
11. Круйзер Рапе (1,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Гидрогумин (200 мл/т)	139	76,75±2,20	100	71,35±2,16	99	1,34±0,08	94
12. Экосил 5 г/л (100 мл/т)	132	74,10±0,88	98	67,95±1,88	94	1,24±0,08	87
13. Экосил комплексный (200 мл/т)	104	83,70±1,44	102	74,40±1,94	103	1,55±0,04	109
14. Экосил комплексный (200 мл/т) + АФК (жидкие 15% (30 мл/т) + свободные аминокислоты (4,0% (8,0 мл/т))	101	81,70±1,56	109	70,50±1,16	97	1,63±0,06	115
15. Хелком П4 (0,6 л/т) + АФК (жидкие 15% (90 мл/т) + свободные аминокислоты (4,0% (24,0 мл/т))	139	80,60±2,16	106	70,20±1,18	98	1,44±0,16	101
НСР ₀₅	6		2,5		3		4

тельно. Однако в вариантах Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т); Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар (100 мл/т) + Адоб Zn (300 мл/т) + Адоб В (300 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т) и в вариантах Экосил комплексный (200 мл/т); Экосил комплексный (200 мл/т) + АФК (жидкие 15% (30 мл/т)) + свободные аминокислоты (4,0% (8,0 мл/т)) толщина стебля увеличивалась на 9-15%, кроме того, незначительно повысилась высота растений. Техническая длина стебля оставалась практически неизменной. Это свидетельствует о том, что за счет композиций Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т); Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар (100 мл/т) + Адоб Zn (300 мл/т) + Адоб В (300 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т) и композиций Экосил комплексный (200 мл/т); Экосил комплексный (200 мл/т) + АФК (жидкие 15% (30 мл/т)) + свободные аминокислоты (4,0% (8,0 мл/т)) происходило нарастание биомассы растения без улучшения качественных характеристик стебля.

Стебель льна-долгунца является основной продуктивной его частью. Техническая часть стебля наиболее ценна, поскольку содержит волокно, ради которого и возделывается культура.

Качество волокна находится в тесной взаимосвязи как от внешних особенностей стебля, так и его анатомического строения. Известно, что у стеблей с большей толщиной достаточно сильно развиваются и коровая, и древесинная части, хотя между ними существует антагонизм [9]. Число элементарных волокон с увеличением толщины стеблей растений может возрастать, но лишь до определенного предела. Число лубяных пучков в меньшей мере зависит от толщины стеблей. С увеличением ее процентное содержание волокна в стеблях снижается. Проведенные микроскопические исследования показали, что исследуемые препараты и композиционные составы оказывали выраженное воздействие на анатомическую структуру стебля (на количество технических, элементарных волокон и степень их одревеснения) (таблица 2). Так, обработка всех вариантов, кроме Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т), Экосил комплексный (200 мл/т) и Экосил комплексный (200 мл/т) + АФК (жидкие 15% (30 мл/т)) + свободные аминокислоты (4,0% (8,0 мл/т)) привела к улучшению этих параметров или, как минимум, не ухудшила их. Показатели, определяющие качество волокна (размер элементарного волокна, диаметр полости, толщина его стенки) были практически на уровне контроля с небольшими отклонениями, что показывает, что применение этих химических препаратов не ухудшает качество волокна, а в комплексе всех показателей (уменьшение диаметра полости элементарного волокна) даже улучшает. Менее эффективным вариантом был 6-ой, в состав которого входили Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т). Этот вариант показал самый высокий процент одревеснения волокон, причем на ранних стадиях. Кроме того, отмечается рыхлость элементарных волокон в пучках, увеличение диаметра элементарного волокна и величины его полости. Такие же тенденции имели варианты Экосил комплексный (200 мл/т) и Экосил комплексный (200 мл/т) + АФК (жидкие 15% (30 мл/т)) + свободные аминокислоты (4,0% (8,0 мл/т)), но в меньшей степени.

Таблица 2 – Влияние протравителей и защитно-стимулирующих составов на анатомические характеристики стебля льна-долгуна (фаза ранняя желтая спелость) (среднее за 2011-2012 гг.)

Вариант	Количество технических волокон на срезе		Количество элементарных волокон в пучке		Количество одревесн. эл. волокон в пучке		Толщина коры		Толщина древесины		Кора/древесина	Диаметр элементарного волокна		Диаметр поперечного элемента локна		Толщина стенки элементарного волокна			
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	мк	%	мк	%		мк	%	мк	%	мк	%	мк	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	34,75 ±1,33	100	14,90 ±1,01	100	1,50 ±0,28	100	145,0 ±6,5	100	236,5 ±18,9	100	1/1,6	22,5 ±1,3	100	12,7 ±1,2	100	4,8 ±0,3	100		
2	36,25 ±1,48	104	14,00 ±0,66	94	1,20 ±0,16	72	150,0 ±2,9	106	245,5 ±26,0	104	1/1,6	21,9 ±1,2	97	12,4 ±1,0	99	4,5 ±0,2	94		
3	30,90 ±0,87	89	13,70 ±0,84	92	0,74 ±0,05	51	125,0 ±12,0	81	217,5 ±44,1	90	1/1,8	20,4 ±1,4	91	13,1 ±1,2	103	3,8 ±0,1	80		
4	33,10 ±1,50	95	14,20 ±0,77	97	0,58 ±0,07	31	125,0 ±14,2	88	253,5 ±19,1	104	1/2	20,3 ±1,3	90	12,1 ±1,3	96	4,0 ±0,0	83		
5	31,75 ±1,20	92	13,90 ±0,64	93	0,80 ±0,17	53	125,5 ±8,6	89	230,0 ±10,9	98	1/2	18,9 ±0,7	85	10,4 ±0,7	102	4,3 ±0,1	90		
6	31,00 ±1,64	89	15,30 ±0,84	103	1,85 ±0,35	143	140,5 ±11,1	100	233,0 ±6,5	99	1/1,8	23,8 ±1,2	107	14,5 ±1,2	126	4,7 ±0,1	98		
7	31,65 ±2,25	91	14,65 ±0,91	98	0,48 ±0,13	31	127,5 ±7,5	90	239,0 ±20,7	101	1/1,9	21,8 ±0,8	97	12,6 ±0,8	100	3,8 ±0,0	80		
8	31,65 ±1,66	91	15,05 ±0,84	102	1,17 ±0,14	71	133,5 ±13,2	93	233,5 ±18,9	99	1/1,5	18,0 ±0,6	80	10,5 ±0,6	89	3,7 ±0,0	77		
9	32,25 ±0,75	93	15,10 ±1,07	102	1,22 ±0,13	76	127,5 ±7,5	90	230,5 ±10,4	99	1/1,8	20,0 ±1,4	89	10,5 ±1,2	87	4,8 ±0,4	100		
10	31,85 ±1,69	92	14,80 ±0,71	99	1,02 ±0,20	68	130,5 ±14,4	93	230,0 ±26,6	97	1/1,8	17,8 ±1,0	79	9,60 ±0,9	77	4,0 ±0,3	83		
11	31,75 ±0,64	93	15,70 ±0,64	105	0,90 ±0,14	58	100,5 ±7,6	78	152,5 ±20,64	65	1/1,4	18,5 ±1,2	82	9,30 ±0,2	73	4,4 ±0,1	92		

Продолжение таблицы 2																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
12	31,25 ±0,84	91	17,55 ±0,84	117	0,85 ±0,14	53	125,5 ±9,8	100	232,0 ±14,84	96	1/1,7	19,0 ±1,4	84	9,00 ±0,4	71	5,2 ±0,2	108
13	30,25 ±0,91	88	16,95 ±0,91	113	0,87 ±0,11	56	122,5 ±10,91	98	275,0 ±10,91	123	1/2	17,3 ±1,3	76	9,50 ±0,3	75	5,0 ±0,3	104
14	31,00 ±0,84	91	16,45 ±0,84	110	0,50 ±0,04	30	100,5 ±12,84	78	177,5 ±18,84	74	1/1,6	15,9 ±0,7	70	8,50 ±0,15	70	3,8 ±0,3	79
	НСР ₀₅	1,5		2		3,5		2		3			4		4		3,5

*наименование вариантов представлено в таблице 1

Важным показателем качества льна является длина его элементарного волокна. Хорошее лубяное волокно должно быть длинным, тонким, равномерно утонченным к концам, выполненным, т.е. не иметь большой полости, тонкослойно и гладко. Длина элементарного волокна разная по высоте стебля. Наиболее короткие волокна преобладают в нижней части стебля, а наиболее длинные – в верхней, они неравномерны.

Рекомендуют определять длину элементарных волокон в средней части или второй трети стебля, где волокна более или менее равные по длине. Длину элементарного волокна увеличивали все применявшиеся составы, кроме варианта с использованием протравителя ВитаваксФФ (таблица 2). Количество одревесневших элементарных волокон существенно увеличивалось только при обработке растений Кинто Дуо (2,0 л/т) + Гисинар-М (350 мл/т) + Экосил форте (350 мл/т). Протравители не повышали степень одревеснения волокон. Составы с регуляторами, микроэлементами и свободными аминокислотами вызывали значительное снижение одревеснения элементарных волокон.

Выводы

Инкрустация семян протравителями и защитно-стимулирующими смесями, включающими хелатные формы микроэлементов, физиологически активные вещества (регуляторы роста) и свободные аминокислоты, способствует увеличению урожайности общего и длинного волокна льна с улучшением его качества. Отмечается хорошая защита посевов от болезней с сохранением анатомо-морфологических параметров строения стебля льна и формирования элементарных волокон.

Литература

1. *Hardy, R.W.F.* Plant Regulation and World Agricultural / R.W.F. Hardy. – New York: Plenum Press, 1979. – P. 36-39.
2. *Долгих, А.Н.* Влияние регуляторов роста на продуктивность льна / В.С. Петренко, В.И. Шутенко // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 6. – С. 61-62.
3. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
4. *Вольнец А.П.* Анатомо-морфологическая характеристика устойчивости сортов льна-долгунца к натриевым солям 2,4-Д и 2М-4Х: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – 1963. – 12 с.
5. *Гавриленко, В.Ф.* Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина; под ред. Б.А. Рубина. – М.: Высшая школа, 1975. – С. 283-285.
6. *Джапаридзе, Л.И.* Практикум по микроскопической химии растений. – М.: Советская наука, 1953. – 151 с.
7. *Кошелева, Л.Л.* Физиология питания и продуктивность льна-долгунца. – Минск: Наука и техника, 1980. – 199 с.
8. *Рокицкий, П.Ф.* Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа. 1973. – 320 с.
9. *Тихвинский, С.Ф.* Улучшение качества прядильного льна / С.Ф. Тихвинский. – Л: «Колос», 1978. – 112 с.

INFLUENCE OF PROTECTORS AND PROTECTIVE-STIMULATING MIXTURES ON MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF FIBRE FLAX STEMS
E.V. Chereukhina

Research results of the effects of disinfectants and protective-stimulating mixtures used for presowing seed treatment on the morphological and anatomical characteristics of fibre flax stems are presented in the article. Incrustation of seeds with such mixtures contributes to the yield increase of common and long flax fibre with the improvement of its quality.

УДК 633.111«324»:631.53:632.934

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ НАЛИВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В.В. Холодинский, кандидат с.-х. наук, ***В.Н. Безлюдный***, кандидат биол. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию
(Поступила 5.03.2018)

Рецензент: канд. биол. наук Г.В. Будевич

Аннотация. *В статье рассмотрены особенности динамики формирования и накопления массы зерновки озимой пшеницы сорта Августина в условиях вегетационных периодов 2016-2017 гг. Установлено, что при оптимальном обеспечении посевов питательными элементами и достаточно эффективной защите растений от листовых болезней и болезней колоса формирование урожая и качества озимой мягкой пшеницы в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий в период налива зерна.*

Республика Беларусь – страна с традиционно развитым сельским хозяйством. Важнейшим направлением развития агропромышленного комплекса республики на современном этапе является получение высоких и устойчивых урожаев зерна. Ведущая роль в решении этой задачи принадлежит отечественному агропромышленному комплексу, являющемуся одним из наиболее значимых для народного хозяйства [2, 4, 10].

Технологиям выращивания сельскохозяйственных культур в современном сельском хозяйстве уделяется повышенное внимание [1]. Применение удобрений, защита посевов от сорняков, болезней и вредителей в значительной степени обеспечивают получение высоких урожаев, улучшают качество продукции.

Одним из определяющих этапов в формировании продуктивности и качества зерновых культур является период формирования и созревания зерна. Уровень формирующейся урожайности зависит от длительности фазы налива и активности ассимиляции [9]. Поступающие в зерновку во время налива азотистые вещества и углеводы превращаются в высокомолекулярные соединения, откладываются в эндосперме в виде белковых веществ и крахмала. Засуха или болезни листьев и колоса приводят к сокращению периода налива, образованию шу-

плого зерна за счет снижения доли эндосперма при незначительном изменении массы алейронового слоя и зародыша.

Целью настоящего исследования было изучение влияния различной интенсивности защиты растений от болезней на динамику накопления массы зерновой пшеницы и общего азота в зерне в период созревания.

Материал и методика исследований. Объектом исследований являлась озимая пшеница сорта *Августина*. Использовали технологии выращивания Т 1 и Т 2, различающиеся интенсивностью химической защиты растений от листовых болезней и болезней колоса (таблица 1).

Таблица 1 – Технология возделывания озимой пшеницы при различных вариантах защиты от болезней

Т 1		Т 2	
Препарат, доза	<i>ВВСН</i>	Препарат, доза	<i>ВВСН</i>
В основную заправку $N_{16}P_{60}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий)			
Вспашка			
Предпосевная культивация			
Протравливание семян: Терция, 2,5 л/т			
Посев сеялкой Сегя-3000, 4,5 млн./га			
Морион, 1,0 л/га			22-23 весна
N_{60} (карбамид)			24-26
N_{40} (карбамид)			30-31
Регги, 1,25 л/га	30-31	Регги, 0,6 л/га	30-31
Колосаль Про, 0,4 л/га	37-39	Спирит, 0,7 л/га +Регги, 0,6 л/га	37-39
Колосаль, 1,0 л/га	61-65	Ракурс, 0,4 л/га	61-65

Полевые опыты проводили в 2016-2017 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва на опытном участке дерново-подзолистая супесчаная, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (КС1) – 6,0-6,2; содержание гумуса – 2,2-2,4%; фосфора – 310-370 мг/кг, калия – 320-380 мг/кг почвы. Предшественником являлась однолетняя пелюшко-горчичная смесь на сидерат. Площадь делянки 0,06 га, повторность четырехкратная.

Проведение агротехнических мероприятий проводили согласно десятичному коду по шкале ВВСН [9]. Интенсивность налива зерна озимой пшеницы определяли в динамике с периодичностью в 7 дней путем отбора проб с учетных площадок площадью 0,1 м². Закладку полевых опытов и статистическую обработку полученных результатов проводили по методике Б.А. Доспехова [3].

Содержание сухого вещества определяли весовым методом [5, 8]. Содержание общего азота определяли с использованием ближней инфракрасной спектроскопии. Для этого предварительно на образцах зерна яровой и озимой пшеницы, а также озимого тритикале, отобранных на разных этапах созревания, разработали предсказательную модель содержания общего азота. Спектры образцов измеряли сканирующим спектрометром (NIRSystems 5000, США) в

диапазоне длин волн 1100-2500 нм. Затем в образцах содержание общего азота определяли методом Кьельдаля [6, 7]. В качестве характеристики образцов для расчета предсказательной модели использовали величину содержания общего азота в пересчете на фактическую влажность. Обработка спектров осуществлялась с использованием программы WinISI II v.1.02 (InfraSoft, США), входящей в комплект спектрофотометра. Спектры подвергали предварительному преобразованию путем нормирования по среднеквадратичному отклонению с одновременным устранением тренда (SNVD) в сочетании с методами скользящего среднего (бегущего окна) и получения производных различного порядка. При расчете предсказательной модели использовали модифицированный метод наименьших квадратов. Характеристики полученной калибровки: стандартная ошибка калибровки (SEC) – 0,026; коэффициент детерминации (R^2) – 0,98; расчетное максимальное расхождение результата предсказательной оценки содержания общего азота с методом Кьельдаля – 0,078%.

Содержание общего азота определяли на протяжении всего периода налива и рассчитывали в мг на одну зерновку. Содержание сырого протеина в убранном зерне и общего азота в зеленой массе определяли методом Кьельдаля и выражали в процентах на абсолютно сухой вес.

Погодные условия осенней вегетации 2015 г., перезимовки и периода вегетации в 2016 г. были благоприятными для формирования урожая зерновых культур. Длительный период осенней вегетации позволил посевам раскуститься и хорошо подготовиться к воздействию неблагоприятных факторов перезимовки. В начале весенней вегетации количество выпадающих осадков было близким к норме. В июне наблюдался их дефицит на фоне умеренных температур воздуха. Ранняя весна 2017 г. и низкая среднесуточная температура в апреле и мае способствовали активному весеннему кущению озимой пшеницы. Начало весенней вегетации озимой пшеницы характеризовалось пониженным температурным фоном с превышающим норму количеством осадков. Начиная с третьей декады мая наблюдался недостаток осадков на фоне температуры ниже средне-многолетней, что позволило снизить негативное влияние дефицита осадков.

Результаты и их обсуждение. В целом условия для роста и развития растений озимой пшеницы в годы исследований оказались благоприятными. К фазе колошения зеленая масса растений при технологии Т 2 незначительно превосходила этот показатель при технологии Т 1. Содержание общего азота в зеленой массе растений при технологии Т 2 было незначительно выше, чем при технологии Т 1 во все годы исследований и составило соответственно 1,49% и 1,26% в 2016 г. и 1,36% и 1,97% в 2017 г.

Благодаря использованию фунгицидов существенного распространения болезней в обеих технологиях возделывания отмечено не было. Только в условиях повышенной влажности воздуха 2017 г. в период налива – созревания отмечалось распространение фузариоза колоса (в пределах 12-16%).

Метеорологические условия в период налива зерна в годы исследований отличались от среднемноголетних как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков (рисунок 1).

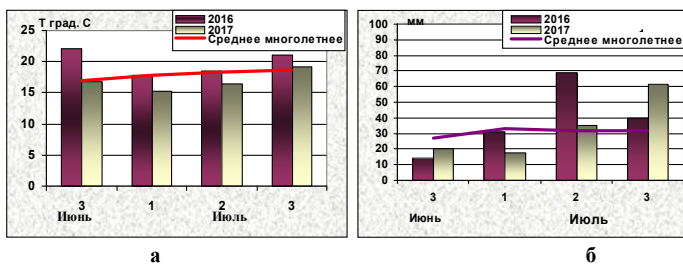


Рисунок 1 – Метеорологические условия в годы исследований во время налива озимой пшеницы (а – среднедекадная температура воздуха, б – среднедекадное количество осадков)

Процесс налива в 2016 г. проходил в условиях дефицита продуктивной влаги при близкой к среднегодовой норме температуры воздуха. Условия увлажнения во время налива зерна озимой пшеницы в 2017 г. были противоположны предыдущему году. Этот период характеризовался близким к норме температурным фоном при повышенном количестве выпавших осадков.

Продолжительность периода налива зерна в 2016 г. составила 33 дня при технологии Т 1 и 34 дня при возделывания по технологии Т 2. Прохладные и влажные условия 2017 г. обусловили более позднее начало налива (на 7-9 дней позже 2016 г.) и более продолжительный его период – 36 дней при технологии Т 1 и 38 дней при Т 2 (рисунок 2).

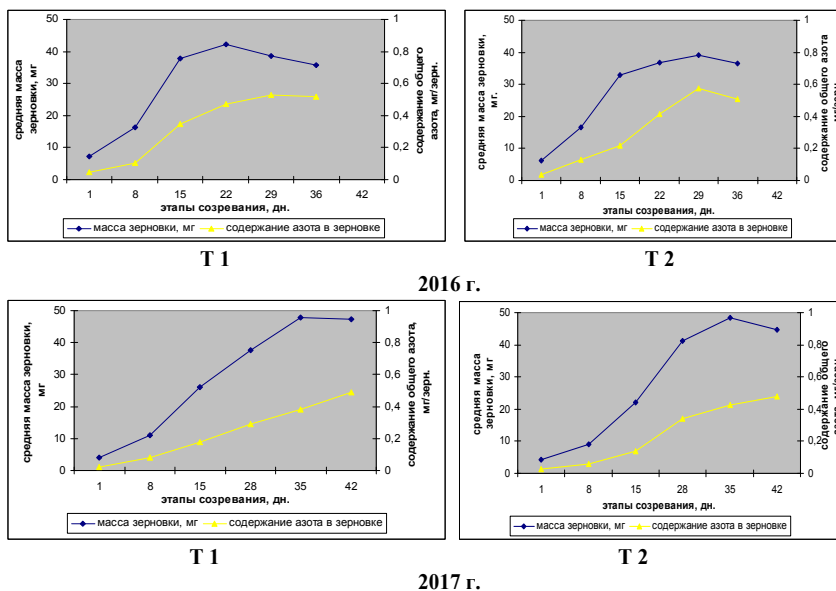


Рисунок 2 – Динамика изменений средней массы зерновки и содержания общего азота в созревающем зерне озимой мягкой пшеницы сорта *Августина*

Интенсивность увеличения массы 1000 зерен озимой пшеницы в расчете на 14% влажность за период от завершения формирования зерновки до максимально высоких ее значений различалась по годам, но, в то же время, незначительно варьировала в зависимости от технологии возделывания. Так, в 2016 г. она составила 1,12 г/сут. для технологии Т 1 и 1,18 г/сут. для технологии Т 2, и в 2017 г. 1,57 и 1,64 соответственно.

Динамика накопления общего азота в зерне озимой пшеницы также слабо зависела от технологий возделывания. В то же время неблагоприятные погодные условия на последних этапах налива 2016 г. отрицательно сказались на накоплении запасных углеводов в зерне и в целом на урожайности (таблица 2). В результате этого содержание сырого протеина в зерне в 2016 г. оказалось выше – 15,0 и 15,3% по технологиям Т 1 и Т 2; 12,3 и 12,0% в 2017 г. соответственно.

Таблица 2 – Урожайность и содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания

Год	Технология					
	Т 1			Т 2		
	Урожайность, ц/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина с 1 га, ц	Урожайность, ц/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина с 1 га, ц
2016	74,3	15,0	11,1	74,8	15,3	11,4
2017	83,8	12,3	10,3	79,2	12,0	9,5
Среднее	79,0	13,6	10,7	77,0	13,6	10,5

НСП 05 А (годы исследований) 4,67, НСП 05 В (технология) 2,71, НСП 05 част. сред. не дост.

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы значительно изменялось по годам исследований, но существенно не различалось в зависимости от примененных в опыте технологий возделывания. Максимальная урожайность зерна на обоих уровнях интенсификации технологии возделывания была получена в 2017 г., в то время как сбор сырого протеина за счет более высокого содержания отмечен в 2016 г.

Заключение

При оптимальном обеспечении посевов питательными элементами и достаточно эффективной защитой растений от листовых болезней и болезней колоса формирование урожая и качества зерна озимой мягкой пшеницы в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий в период налива зерна.

Литература

1. Возделывание озимой пшеницы. Отраслевой регламент // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур. Сборник отраслевых регламентов. 3-е издание. – Минск: РУП «Изд. дом «Беларуская навука», 2012. – С. 45-62.

2. Гусаков, В.Г. Проблемы и угрозы устойчивого стратегического развития АПК Беларуси / В.Г. Гусаков // *Аграрная экономика*. – 2011. – №2. – С. 2-7.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. /Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Зень, С. Агропромышленный комплекс Беларуси в контексте процессов трансформации: социально-экономические и правовые аспекты / С. Зень // *Аграрная экономика*. – 2015. – №1. – С. 18-21.
5. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – Введ. 01.01.95. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 17 с.
6. Крищенко, В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия / В.П. Крищенко – М.: КРОН-ПРЕСС, 1997. – 640 с.
7. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
8. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.
9. Шпаар, Д. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУ Аинформ, 2000. – 422 с.
10. Шпаар, Д. Основы и принципы управления посевами зерновых / Д. Шпаар [и др.] // *Ахова раслін*. 2002. – № 5. – С. 17-20.

EFFECT OF WEATHER CONDITIONS OF VEGETATION PERIOD ON GRAIN FILLING OF WINTER SOFT WHEAT

V.V. Kholodinsky, V.N. Bezliudny

Special aspects of the dynamics of kernel formation and weight accumulation of winter wheat var. Avgustina in vegetation periods 2016-2017 are discussed in the article. It was established that at optimal supply of the crops with nutrients and sufficiently effective plant protection from leaf and ear diseases, yield formation and quality of winter wheat, to a great extent, depended on weather conditions in the period of grain filling.

УДК 633.13:631.811.98

РЕАКЦИЯ ОВСА НА ПРИМЕНЕНИЕ РЕТАРДАНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

*А.Г. Власов, С.П. Халецкий, кандидаты с.-х. наук, Т.М. Булавина, доктор с.-х. наук, С.В. Филипенко** старший научный сотрудник

*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино
Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция, г. Довск
(Поступила 19.12.2017)*

Рецензент: канд. с.-х. наук И.Г. Бруй

***Аннотация.** В статье представлены результаты оценки использования ретардантов Моддус, Серон, Терпал и ЦеЦеЦе 750 на посевах ярового овса. Установлено, что ретардант ЦеЦеЦе 750 в нормах расхода 0,9-1,25 л/га мож-*

но применять в посевах овса в стадии ДК 31-32 для контроля высоты растений и снижения риска полегания.

Введение. Полегание растений является одним из барьеров на пути реализации генетического потенциала продуктивности зерновых культур. Получение урожая свыше 40 ц/га всегда связано с риском потерь от этого явления. По оценкам различных исследователей они могут достигать 25-30%, а в некоторых случаях и более 50%. Кроме того, затраты на уборку полегших посевов увеличиваются на 20-30%, а полученное зерно обладает повышенной влажностью и требует дополнительных затрат на сушку [2, 4, 6].

Наиболее опасно полегание зерновых культур в период их активного роста, поскольку кроме потерь урожайности и его качества, вызванных нарушением процессов фотосинтеза и накопления ассимилянтов, имеет место увеличение вреда, наносимого болезнями, вредителями и сорняками. Причиной этого неблагоприятного явления может быть как избыточное азотное питание растений, так и неблагоприятные почвенные и метеорологические условия в период их вегетации. Сохранение потенциала продуктивности посевов зерновых культур в современных интенсивных технологиях основано на возделывании устойчивых к полеганию сортов и на применении ретардантов, на эффективность которых существенное влияние оказывают погодные условия во время их применения [1, 2, 3, 5].

Учитывая тот факт, что в Республике Беларусь нет разрешенных к применению на культуре овса ретардантов, а урожайность в ряде передовых хозяйств достигает 50-70 ц/га, проблема полегания посевов в отдельные годы стоит достаточно остро. Поэтому нами изучалась возможность применения на посевах овса ретардантов на основе различных действующих веществ для определения влияния на высоту растений, устойчивость к полеганию и урожайность в условиях центральной и юго-восточной части Беларуси.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (2010-2012 гг.) и в Рогачевском районе Гомельской области в РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси» (2010-2013 гг.).

Почва первого опытного участка (г. Жодино) дерново-подзолистая легко-суглинистая, развивающаяся на легком пылевато-песчаном суглинке, подстилаемая с глубины 1,0 м песком. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCL) – 5,9-6,3, подвижные формы P_2O_5 – 260-340 мг/кг, K_2O – 320-360 мг/кг почвы, гумус – 2,2-2,5%. Предшественник – озимая рожь. Норма высева овса (сорт *Занавет*) 5,0 млн всхожих зерен на гектар. Минеральные удобрения вносили из расчета $N_{90+30}P_{80}K_{120}$.

Почва второго опытного участка (г. Довск) дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой песком и с глубины 80 см моренной супесью. Пахотный горизонт опытного участка характеризовался следующими агротехническими показателями: рН (в KCL) – 5,81-6,0, подвиж-

ные формы P_2O_5 и K_2O соответственно 273-372 и 204-298 мг/кг почвы, гумус – 1,74-2,1%. Предшественник – картофель. Норма высева овса (сорт *Лидия*) 5,5 млн/га. Минеральные удобрения применяли в дозе $N_{90}P_{80}K_{120}$.

В опытах применялась регламентированная для зерновых культур обработка почвы и уход за посевами.

В исследованиях использовали следующие ретарданты: 1) тормозящие синтез гиббереллинов – Моддус, КЭ (тринексапак-этил, 250 г/л) и ЦеЦеЦе 750, ВК (хлормекватхлорид); 2) продуцирующие гормон созревания этилен – Серон, ВР (этефон, 480 г/л); 3) тормозящие синтез гиббереллинов и продуцирующие этилен – Терпал, ВР (мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л). Препараты применяли в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32) в нормах, указанных ниже. Уборку опыта осуществляли поделяночно методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом урожайности зерна на 100% чистоту и 14% влажность.

Погодные условия в регионах, где проводились исследования, существенно различались, что сказалось на эффективности применяемых ретардантов. Так, в Смоленвичском районе 2010 г. был наиболее влажным (ГТК 2,18), 2011 г. по влаготепловой обеспеченности можно охарактеризовать как оптимальный (ГТК 1,49), а 2012 г. являлся засушливым (ГТК 0,97). Метеорологические условия вегетации 2011 г. и 2012 г. в Рогачевского районе характеризовались недостаточным уровнем увлажнения, ГТК составлял 1,1 и 1,2 соответственно. Наиболее благоприятным был 2013 г. при ГТК 1,4. Следует отметить, что условия во время внесения ретардантов в Рогачевском районе характеризовались наличием почвенной и воздушной засухи с высокими дневными температурами.

Результаты исследований и их обсуждение. Число продуктивных стеблей овса по вариантам опыта в среднем за 3 года варьировало в пределах 333,8-342,5 шт./м² в Смоленвичском районе и 314,0-339,0 шт./м² в Рогачевском районе, т.е. изменялась на 2,6 и 7,9% соответственно. Это свидетельствует о том, что колебания указанного выше показателя в значительной степени определялись условиями, в которых возделывался овес.

Препарат Моддус неоднозначно влиял на длину соломины овса в различных зонах исследований. Так, в условиях Смоленвичского района он оказывал наиболее сильное воздействие на ростовые процессы, увеличивающееся по мере роста нормы расхода по сравнению с другими ретардантами. Снижение высоты растений овса составляло 8,3-15,3 см. Результаты, полученные в Рогачевском районе, свидетельствуют, что применение этого препарата приводило к снижению высоты растений минимально, в среднем на 2 см (таблица 1). Низкая эффективность, по нашему мнению, была вызвана высокими температурами воздуха и низкой его влажностью в период внесения ретарданта.

Ретарданты Серон (0,5-1,0 л/га) и Терпал (1,0-1,5 л/га) снижали высоту растений овса в условиях Смоленвичского района в среднем за 3 года на 6,9-8,0 и 4,0-7,8 см соответственно, в Рогачевском районе их использование уменьшало данный показатель на 1,0 и 5,0 см.

Таблица 1 – Влияние ретардантов на элементы структуры урожайности овса

Вариант	Смолевичский район			Рогачевский район		
	Высота растения, см	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Высота растения, см	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г.
Контроль (без ретардантов)	119,7	69,1	34,1	117,0	50,0	33,0
Моддус, 0,2 л/га	111,4	64,9	33,2	115,0	51,0	33,5
Моддус, 0,3 л/га	107,4	61,4	33,1	115,0	57,0	33,5
Моддус, 0,4 л/га	104,4	57,4	33,3	115,0	53,0	33,4
Серон, 0,5 л/га	112,8	66,7	33,4	116,0	46,0	33,7
Серон, 0,7 л/га	112,2	66,9	33,3	116,0	50,0	33,1
Серон, 1,0 л/га	111,7	61,5	34,0	116,0	51,0	33,2
Терпал, 1,0 л/га	115,0	66,3	33,4	112,0	52,0	33,9
Терпал, 1,2 л/га	111,4	65,4	32,9	112,0	49,0	33,7
Терпал, 1,5 л/га	111,9	62,6	34,2	112,0	46,0	33,3
ЦеЦеЦе 750, 0,9 л/га	114,4	67,1	34,3	110,0	53,0	35,6
ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	113,9	66,8	33,4	110,0	51,0	35,2
ЦеЦеЦе 750, 1,25 л/га	112,3	67,3	33,8	110,0	53,0	35,4

Наиболее эффективным в условиях Рогачевского района на овсе было действие ретарданта ЦеЦеЦе 750 (0,9-1,25 л/га). Высота растений снижалась в этом случае на 6,0 см. В Смолевичском районе исследуемые нормы препарата уменьшали длину соломины на 5,3-7,4 см.

Анализ изменения элементов структуры урожайности овса, подверженного воздействию ретардантов, выявил, что озерненность метелок и масса 1000 зерен в зависимости от нормы и условий возделывания варьировали. По нашему мнению это связано с погодными условиями в период внесения препаратов, что повлияло на их проникаемость в растения. Так, в Смолевичском районе применение ретардантов Моддус (0,2-0,4 л/га), Серон (0,5-1,0), Терпал (1,0-1,5л/га) и ЦеЦеЦе 750 (0,9-1,25 л/га) уменьшало число зерен в метелке на 4,2-11,7, 2,2-7,6, 2,8-6,5, 1,8-2,3 шт. соответственно. В Рогачевском районе тенденция была несколько другой. При обработке Моддусом озерненность метелки по сравнению с контролем возрастала на 1,0-7,0 шт., аналогичная закономерность отмечалась при использовании ЦеЦеЦе 750 – 1,0-3,0 шт. Применение Серона в норме 0,5 л/га уменьшило число зерен в среднем на 4,0 шт., в норме расхода от 0,7 до 1,0 л/га озерненность метелки изменялась незначительно (до 1,0 шт.). Обработка посевов ретардантом Терпал в норме 1,0 л/га увеличивала данный показатель на 2,0 шт., повышение нормы расхода до 1,2 и 1,5 л/га приводило, наоборот, к уменьшению на 1,0 и 4,0 шт. числа зерен в метелке.

При применении ретардантов не было выявлено четких закономерностей по изменению массы 1000 зерен. В большинстве случаев колебания данного

показателя не превышали 3,5% (1,2 г), за исключением варианта с использованием препарата ЦеЦеЦе 750 (1,0-1,25 л/га), где наблюдалось увеличение значений данного показателя на 6,7-7,9% или 2,2-2,6 г.

При использовании ретардантов урожайность овса в Смоленвичском районе изменялась по-другому. В условиях влажного 2010 г. (полегание в контроле 3-5 баллов) значительной прибавки или снижения урожайности по большинству вариантов опыта не наблюдалось. Существенное снижение урожайности отмечено при применении Терпала в нормах 1,0 и 1,5 л/га, а также в вариантах с использованием Серона 0,7 л/га и ЦеЦеЦе 0,9 л/га (таблица 2).

2011 г. был близким к оптимальному по обеспеченности теплом и влагой (полегание в контроле – 5 баллов). В таких условиях Моддус и Серон существенного влияния на урожайность овса не оказали. При внесении Терпала и ЦеЦеЦе 750 установлена достоверная прибавка урожайности на уровне 3,6-5,2 ц/га.

В условиях засушливого 2012 г. посевы овса практически не полегли (в контроле балл 1-3). Препараты Моддус и Серон в изучаемых нормах сработали жестко и достоверно снижали урожайность культуры. Так, снижение урожайности по первому препарату в зависимости от нормы расхода составляло 7,8-9,1 ц/га, по второму – 6,7-7,3 ц/га. Применение Терпала существенно снижало этот показатель на 3,2 и 4,6 ц/га в нормах 1,2 и 1,5 л/га соответственно. Препарат ЦеЦеЦе 750 не оказывал достоверного негативного влияния на урожайность.

В Рогачевском районе в условиях 2011 г. (полегание в контроле до 3 баллов) наблюдалось достоверное увеличение урожайности овса при внесении всех ретардантов независимо от нормы, прибавка колебалась от 1,7 до 3,6 ц/га. Однако жаркая и сухая погода наряду с почвенной засухой во время внесения препаратов и последующим выпадением за две декады 138% месячной нормы осадков не позволяет с уверенностью утверждать, что прибавка обусловлена применением ретардантов, а не определенным взаимодействием их с погодными условиями.

Метеорологические условия 2012 г. (полегание в контроле до 3 баллов) в период внесения препаратов отличались наличием атмосферных осадков и не высокой дневной температурой воздуха (17-20 °С). При применении Моддуса и Терпала в изучаемых нормах урожайность овса находилась на уровне контрольного варианта (41,0 ц/га). Существенное снижение урожайности на 2,4-2,9 ц/га отмечено при обработке посевов Сероном в нормах 0,5-1,0 л/га. Обработка посевов овса ретардантом ЦеЦеЦе 750 (0,9-1,25 л/га) позволила достоверно увеличить урожайность на 2,3-3,3 ц/га.

В благоприятных погодных условиях, сложившихся в Рогачевском районе в 2013 г. (полегание в контроле 3-5 баллов), количество осадков, приходящихся на период активного роста в мае, была в два раза выше нормы, а в июне – на уровне многолетних значений. Повышенных температур воздуха в день внесения препаратов не наблюдалось. В сложившихся условиях все изучаемые нормы препаратов Моддус, Серон и Терпал существенно не влияли на урожай-

Таблица 2 – Влияние ретардантов на урожайность зерна овса

Год	Контроль (без ретардантов)	Моддус, л/га		Серон, л/га		Терпал, л/га		Целлелл 750, л/га		НСР ₀₅				
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5		0,9	1,0	1,25	
Смолевичский район (среднее за 2010-2012 гг.)														
2010	43,3	41,7	42,0	42,0	41,3	39,7	43,0	40,7	39,7	39,3	42,3	42,3	2,6	
2011	55,6	55,7	56,0	57,4	55,0	55,1	55,1	60,5	59,9	60,5	60,8	59,8	2,0	
2012	60,3	52,5	51,2	51,8	53,6	53,2	53,0	59,3	57,1	55,7	58,5	59,4	3,0	
Среднее	53,1	49,9	49,7	50,4	50,0	49,3	50,4	53,3	52,6	51,9	52,3	54,2	53,3	
Отклонение		-3,1	-3,3	-2,7	-3,1	-3,7	-2,7	0,2	-0,5	-1,1	-0,7	1,1	0,3	
Рогачевский район (среднее за 201-2013 гг.)														
2011	48,2	50,0	50,6	51,4	51,8	50,4	50,0	50,7	50,3	50,0	51,2	50,5	49,9	1,7
2012	41,0	39,2	41,0	40,1	38,2	38,6	38,1	42,0	41,6	41,4	43,8	43,3	44,3	1,6
2013	54,2	54,8	54,5	54,3	54,0	54,1	53,8	55,5	55,7	55,6	56,8	56,8	55,8	1,6
Среднее	47,8	48,0	48,7	48,6	48,0	47,7	47,3	49,4	49,2	49,0	50,6	50,2	50,0	
Отклонение		+0,2	+0,9	+0,8	+0,2	-0,1	-0,5	+1,6	+1,4	+1,2	+2,8	+2,4	+2,2	

ность. Достоверная прибавка (1,6-2,6 ц/га) получена только при применении ЦеЦеЦе 750 в норме 0,9-1,25 л/га.

Выводы

1. По результатам исследований по применению ретардантов на посевах овса в Смолевичском и Рогачевском районах выявлены следующие общие закономерности:

- применяемые ретарданты снижают высоту растений овса;
- значимо не влияют на плотность продуктивного стеблестоя и массы 1000 зерен и, как правило, снижают озерненность метелки;
- ретардантная эффективность препаратов зависит от погодных условий в период активного роста растений овса и во время внесения препаратов.

2. Применение ретарданта ЦеЦеЦе 750, ВРК в норме расхода 0,9-1,25 л/га обеспечило наибольшую урожайность из изучаемых препаратов, что свидетельствует о возможности его применения на посевах овса в стадии ДК 31-32 для контроля высоты растений и снижения риска полегания.

3. Ретарданты Терпал, ВР, Моддус, КЭ и Серон, ВР не следует применять при возделывании овса из-за риска снижения урожайности.

Литература

1. Ализаде, Г.И. Влияние хлорхлинхлорида на морфологические показатели и полегание озимой пшеницы / Г.И. Ализаде, Н.М. Зейналова, Н.К. Кочарли // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы 5 межд. конфер. – Минск, 2007. – С.12.

2. Деева, В.П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П. Деева. – Минск : Беларус. наука. – 2008 – 133 с.

3. Калинин, И.Г. Урожай и качество пшеницы в связи с полеганием И.Г. Калинин, Л.И. Чорба // Зерновое хозяйство, 1973. – №10. – С. 36-37.

4. Привалов, Ф.И. Эффективность ретардантов в посевах различных сортов озимой пшеницы / Ф.И. Привалов, О.А. Бурак, И.Г. Бруй, Л.И. Белявская // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 5. – С. 15-18.

5. Хайбуллин, А.К. Применение ретардантов на посевах зерновых культур / А.К. Хайбуллин // Сельскохозяйственный вестник, 2002. – №2. – С. 20-21.

6. Шиповский, А.К. Ретарданты в борьбе с полеганием зерновых как фактор интенсификации производства / А.К. Шиповский // Минск: БелНИИНТИ, 1985. – 50 с.

ZONAL SPECIFICITY OF OAT RESPONSE TO RETARDANT USE

A.G. Vlasov, S.P. Khaletsky, T.M. Bulavina, S.V. Filipchenko

Evaluation results of the use of such retardants as Moddus, Terpal, Seron, and CCC 750 on spring oat crops are presented in the article. It was established that CCC 750 retardant at the rate of 0.9-1.25 l/ha could be used on oat crops at stage DC 31-32 for the control of plant height and minimizing of lodging risk.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПОСЕВАХ ОВСА
РЕТАРДАНТА ЦЕЦЕЦЕ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ АЗОТНОГО
ПИТАНИЯ**

*А.Г. Власов, С.П. Халецкий, кандидаты с.-х. наук, Т.М. Булавина, доктор с.-х. наук, С.В. Филипченко**, старший научный сотрудник

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино

**Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция, г. Довск
(Поступила 09.04.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук И.Г. Бруй

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения ретарданта ЦеЦеЦе 750, ВРК на посевах овса, возделываемого в условиях Смолевичского и Рогачевского районов при разных уровнях азотного питания растений. Установлено, что в условиях этих регионов для реализации продуктивного потенциала овса целесообразно внесение азота N_{90} в один или два приема. Для снижения риска полегания посевов, повышения урожайности и качества зерна овса в годы с достаточным уровнем влагообеспеченности возможно применение ретарданта ЦеЦеЦе 750, ВРК в норме 1,0 л/га в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32).*

Введение. Урожайность зерновых культур в республике, в том числе и овса, определяется тремя основными факторами – это климатические условия (соотношение тепла и влаги), плодородие почвы, на которой возделывается культура, а также непосредственно технология применения в конкретных условиях произрастания средств интенсификации (удобрения, пестициды и т.д.). Выбор оптимального уровня минерального питания растений и сокращение потерь от вредных организмов, а также таких явлений как полегание посевов, позволяет получать максимально возможную урожайность существующих сортов на уровне, который лимитирует климат и почва. Овес, как и все зерновые культуры, в наибольшей степени отзывается на наличие в почве азота [1, 3, 5].

Уровень применения азотных удобрений, вносимых перед посевом овса, и рекомендуемый отраслевым регламентом в пределах 60-90 кг/га д.в., обусловлен существенным полеганием культуры, особенно в годы со значительным количеством осадков на фоне повышенных доз азота, и отсутствием разрешенных к применению на культуре ретардантов [4].

Анализ мирового опыта применения ретарданта ЦеЦеЦе (хлормекватхлорид) на посевах овса свидетельствует о неоднозначности влияния его на урожайность и ее структуру. Так, в исследованиях R.A. Browne etc. (Северная Ирландия) [6] хлормекватхлорид незначительно изменял элементы структуры урожайности овса. R. Tobiasz-Salach etc. (Польша) [7] указывает о существенном увеличении числа продуктивных стеблей на 1 м², а также наличии тенденции к росту озерненности метелок пленчатого овса при его применении. Однако влияние его на массу 1000 зерен было не существенным. В то же время авто-

ры отмечают улучшение качества зерна овса под влиянием ретарданта за счет увеличения содержания в нем белка и жира. В исследованиях М. Uprety and R.B.R. Yadava (Индия) [8] при использовании хлормекватхлорида получена существенная прибавка урожайности овса. При этом увеличение массы 1000 зерен и содержание сырого белка в зерне зависело от нормы расхода препарата.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что место проведения исследований и складывающиеся погодные условия в значительной степени определяют влияние хлормекватхлорида на рост и развитие растений овса, а также их продуктивность. С целью выявления возможности применения этого ретарданта на посевах овса в Беларуси и особенностей его воздействия на культуру нами проведены исследования в двух регионах республики, различающихся по почвенно-климатическим условиям.

Материал и методика исследований. Изучение эффективности применения ретарданта ЦеЦеЦе 750 при возделывании овса на различных фонах азотного питания растений проводили в 2011-2013 гг. в Смолевичском районе Минской области (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») и в Рогачевском районе Гомельской области (РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция» НАН Беларуси).

Почва первого опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылевато-песчаном суглинке, подстилаемая с глубины 1,0 м песком. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCL) – 5,9-6,3, подвижные формы P_2O_5 – 260-340 мг/кг, K_2O – 320-360 мг/кг почвы, гумус – 2,2-2,5%. Предшественник – озимая рожь. Норма высева овса сорта *Лидия* 5,0 млн всхожих зерен на гектар. Площадь учетной делянки 25 м². Повторность четырехкратная.

Почва второго опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой песком и с глубины 80 см моренной супесью. Пахотный горизонт опытного участка характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН (в KCL) – 5,81-6,0, подвижные формы P_2O_5 и K_2O соответственно 273-372 и 204-298 мг/кг, гумус – 1,74-2,1%. Предшественник – картофель. Норма высева овса 5,5 млн/га всхожих зерен. Учетная площадь делянки 20 м². Повторность четырехкратная.

Фосфорно-калийные удобрения вносили в дозе $P_{80}K_{120}$ осенью под вспашку, азотные (карбамид) согласно схеме опыта весной под предпосевную культивацию и в подкормку в фазу кущения.

Технология возделывания овса (фон) в Смолевичском районе предусматривала протравливание семян Кинто Дуо, ТК (2,5 л/т), применение против шведской мухи инсектицида Фастак, КЭ (0,1 л/га, ДК 11-12), химическую прополку Серто Плюс, ВДГ (0,2 кг/га, ДК 21-29), применение фунгицида Рекс Дуо, КС (0,6 л/га, ДК 37-39). В Рогачевском районе она включала протравливание семян Кинто Дуо, ТК (2,5 л/т), инсектицидную обработку препаратом Фаскорд, КЭ (0,1 л/га, ДК 11-12), химическую прополку гербицидом Прима, СЭ (0,6 л/га, ДК 21-29), фунгицидную обработку Титул Дуо, ККР (0,32 л/га, ДК 37-39). Ретардант ЦеЦеЦе 750, ВК применяли в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32)

в норме 1,0 л/га. Уборку осуществляли поделаячно методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом урожайности зерна на 100% чистоту и 14% влажность.

Погодные условия в регионах, где проводились исследования, существенно различались по годам, что сказалось на эффективности применяемых азотных удобрений и ретарданта. Так, в Смолевичском районе 2011 г. и 2013 г. по влаготепловой обеспеченности были близки к оптимальным значениям: ГТК 1,49 и 1,40 соответственно, в то время как 2012 г. являлся засушливым и ГТК составил 0,97. В Рогачевском районе 2011 г. и 2012 г. характеризовались недостаточным уровнем увлажнения, и ГТК составлял 1,10 и 1,20. Наиболее благоприятным в этом регионе был 2013 г. (ГТК 1,40).

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований показали, что повышение уровня азотного питания увеличивало число продуктивных стеблей овса. Так, в Смолевичском районе в варианте без азота (фон) число продуктивных стеблей в среднем за 3 года составило 328,3 шт./м². При внесении N₆₀ до посева их количество увеличилось до 339,0 шт./м². Дополнительное внесение на этом фоне N₃₀ в подкормку обеспечило величину показателя до 343,3 шт./м². В вариантах с использованием азотных удобрений до посева в дозе N₉₀ и при последующим внесении N₃₀ в подкормку количество продуктивных стеблей овса составляло 346,3 и 348,4 шт./м² соответственно. Следовательно, при повышении уровня азотного питания растений этот показатель увеличился на 3,3-6,1%. Применение ретарданта ЦеЦеЦе при различном уровне азотного питания не оказало существенного влияния на продуктивный стеблестой, увеличив этот показатель на 0,3-3,0 шт./м², т.е. на 0,1-0,9% (таблица 1).

Аналогичная закономерность по влиянию азотных удобрений на количество продуктивных стеблей отмечалась и в условиях Рогачевского района. Наименьшим этот показатель (275,0 шт./м²) был в фоновом варианте, где азот не применяли, а максимальным в варианте с внесением N₉₀₊₃₀ – 324,0 шт./м², т.е. увеличился на 7,8%. Применение же ретарданта способствовало увеличению продуктивного стеблестоя на трех фонах азота в дозах (N₆₀₊₃₀, N₉₀ и N₉₀₊₃₀) и составило 8,0; 17,0 и 11,0 шт./м², т.е. 2,6; 5,3 и 3,4% соответственно. Это связано, вероятно, с тем, что на более засушливых супесчаных почвах под воздействием ретарданта у растений овса происходило раннее редуцирование ослабленных побегов кушения и сохранение более развитых стеблей.

Число зерен в метелке овса увеличивалось с повышением уровня азотного питания растений в большей степени в условиях Смолевичского района, где под влиянием этого фактора указанный выше показатель возрастал с 53,6 шт. на фоновом варианте до 66,6 шт., т.е. на 13,0 шт. или 24,2% при использовании максимальной дозы азота (N₉₀+N₃₀). Применение ретарданта способствовало максимальному увеличению озерненности метелки в фоновом варианте – с 53,6 до 58,5 шт., т.е. на 4,9 шт. или 9,1%. При внесении азота в дозах N₆₀, N₆₀₊₃₀, и N₉₀ этот показатель увеличивался на 1,2 шт. (2,0%); 2,3 шт. (3,6%) и 2,2 шт. (3,4%) соответственно. Использование ретарданта ЦеЦеЦе на фоне максималь-

ной дозы азотных удобрений (N_{90+30}) увеличило число зерен в метелке в среднем на 0,3 шт. или 0,5%.

Таблица 1 – Влияние уровня азотного питания и ретарданта ЦеЦеЦе на элементы структуры урожайности овса и качество зерна (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант	Продуктивный стеблестой, шт./м ²	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Содержание белка в зерне, %
$P_{80}K_{120}$ – Фон	<u>328,3</u>	<u>53,6</u>	<u>32,5</u>	<u>10,7</u>
	275,0	50,0	32,6	10,7
Фон + N_{60}	<u>339,0</u>	<u>62,0</u>	<u>34,9</u>	<u>11,2</u>
	303,0	52,0	33,6	12,6
Фон + $N_{60}+N_{30}$	<u>343,3</u>	<u>63,1</u>	<u>36,1</u>	<u>11,2</u>
	311,0	50,0	33,8	13,2
Фон + N_{90}	<u>346,3</u>	<u>63,5</u>	<u>36,7</u>	<u>11,2</u>
	321,0	52,0	34,0	12,8
Фон + $N_{90}+N_{30}$	<u>348,4</u>	<u>66,6</u>	<u>36,0</u>	<u>11,7</u>
	324,0	52,0	34,1	13,2
Фон + ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>330,5</u>	<u>58,5</u>	<u>35,6</u>	<u>11,4</u>
	298,0	49,0	32,6	11,4
Фон + N_{60} + ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>339,3</u>	<u>63,2</u>	<u>36,4</u>	<u>11,3</u>
	300,0	57,0	34,0	12,6
Фон + $N_{60}+N_{30}$ + ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>345,6</u>	<u>65,4</u>	<u>36,7</u>	<u>11,9</u>
	319,0	53,0	34,2	13,6
Фон + N_{90} + ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>349,3</u>	<u>65,7</u>	<u>37,0</u>	<u>12,0</u>
	338,0	51,0	34,8	13,2
Фон + $N_{90}+N_{30}$ + ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>350,4</u>	<u>66,9</u>	<u>37,0</u>	<u>12,4</u>
	335,0	51,0	35,2	13,6

Примечание: в числителе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», в знаменателе – РУП «Гомельская ОСХОС» НАН Беларуси»

В условиях Рогачевского района озерненность метелки в фоновом варианте составила в среднем за 3 года 50,0 шт., а при использовании азотных удобрений этот показатель возрастал на 2,0 шт. (4,0%). Применение ретарданта ЦеЦеЦе увеличило число зерен в метелке только на фонах N_{60} и N_{60+30} , на 5,0 шт. (10,0%) и 3,0 шт. (6,0%) соответственно. В остальных вариантах под влиянием ретарданта отмечалось снижение озерненности на 1,0 шт. или 2,0%.

Масса 1000 зерен овса увеличивалась с повышением уровня азотного питания растений. В Смолевичском районе минимальной (32,5 г) она была в фоновом варианте, где азот не вносили, а максимальной при использовании азота в дозе N_{90} – 36,7 г, т.е. увеличилась на 4,2 г (12,9%). В Рогачевском районе наибольшая масса 1000 зерен получена в варианте N_{90+30} – 34,1 г, а наименьшая – в варианте без азота (32,6 г), что на 1,5 г (4,6%) ниже. Применение ретарданта ЦеЦеЦе способствовало повышению массы 1000 зерен. Так, в Смолевичском районе наибольшее увеличение этого показателя под влиянием ретарданта отмечалось на низких фонах азотного питания – без азота (3,1 г или 9,5%) и N_{60}

(1,5 г или 4,3%). В остальных вариантах рост этого показателя был выражен в меньшей степени и не превышал 0,3-1,0 г (0,8-2,7%). В условиях Рогачевского района внесение ретарданта на безазотном фоне не оказало влияния на массу 1000 зерен, в то время как при использовании азотных удобрений масса увеличивалась на 0,3-1,1 г или 0,8-3,2%.

Применение азотных удобрений в дозах N₆₀ и N₉₀ наряду с подкормкой N₃₀ способствовало независимо от места проведения исследований повышению содержания белка в зерне овса на 0,5-2,5%. Использование ретарданта ЦеЦеЦе выявило стабильную тенденцию к увеличению данного показателя по отношению к фоновым вариантам. Рост содержания белка под влиянием этого фактора составил 0,1-0,8%.

Высокое плодородие почвы и наличие оптимального сочетания тепла и влаги позволили сформировать в Смоленичском районе урожайность овса на без азотном фоне в среднем за 3 года 51,8 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние уровня азотного питания и ретарданта ЦеЦеЦе на урожайность зерна овса, ц/га (среднее за 2011-2013 г.)

Год	P ₈₀ K ₁₂₀ – фон	Фон + N ₆₀	Фон + N ₆₀ + N ₃₀	Фон + N ₉₀	Фон + N ₉₀ + N ₃₀	Фон + ретар- дант	Фон + N ₆₀ + ретар- дант	Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + ретар- дант	Фон + N ₉₀ + ретар- дант	Фон + N ₉₀ + N ₃₀ + ретар- дант
Смолевичский район*										
2011	47,2	62,9	67,0	66,6	68,2	49,5	66,2	68,2	68,9	70,0
2012	51,6	63,4	68,1	71,8	73,0	52,4	64,6	68,6	71,2	74,0
2013	56,7	63,9	66,8	62,9	67,8	54,1	67,4	67,7	68,1	68,9
Среднее	51,8	63,4	67,3	67,1	69,7	52,0	66,1	68,2	69,4	71,0
Рогачевский район**										
2011	41,1	44,0	46,6	47,0	48,5	43,2	46,5	49,3	49,5	50,3
2012	41,6	47,4	47,5	53,6	55,3	42,5	48,6	49,2	55,0	57,0
2013	35,2	47,5	50,5	50,1	52,2	38,5	50,1	52,8	54,0	54,5
Среднее	39,3	46,3	48,2	50,2	52,0	41,4	48,4	50,4	52,8	53,9

НСР₀₅ для частных средних,
фактор 1 (ретардант),
фактор 2 (азот)

3,24-4,23*/3,04-4,75**
1,04-1,54/1,45-2,11
2,35-3,24/2,11-3,23

Внесение азота в основную заправку (N₆₀) обеспечило прибавку урожайности 11,6 ц/га (22,4%), дополнительная подкормка в период кущения (N₃₀) увеличила этот показатель до 15,5 ц/га (29,9%). Практически на таком же уровне прибавка урожайности находилась в варианте с внесением перед посевом дозы азота N₉₀, где она составила 15,3 ц/га (29,5%), подкормки (N₃₀) позволила получить достоверную прибавку к этому варианту только в один год из трех.

Внесение ретарданта ЦеЦеЦе в 2011 г. способствовало достоверному увеличению урожайности на всех фонах азотного питания растений на 1,2-

3,3 ц/га или 1,8-5,4%, в тоже время в 2012 г. существенного влияния ретарданта на этот показатель не отмечалось. В условиях 2013 г. влияние препарата на урожайность овса изменялось в зависимости от уровня азотного питания растений. Если на безазотном фоне отмечалось снижение урожайности на 2,6 ц/га (4,6%), то на фоне N_{60} и N_{90} , наоборот, получена достоверная прибавка урожайности, которая составила 3,5 ц/га (5,5%) и 5,2 ц/га (8,3%) соответственно.

Анализ урожайных данных в среднем за 3 года свидетельствует о том, что на безазотном фоне применение ретарданта является нецелесообразным. Прибавка урожайности от его использования возрастала по мере увеличения дозы азота. Наибольшая урожайность зерна овса в этом опыте (71,0 ц/га) была получена при внесении N_{90+30} и использовании ретарданта.

Исследования, проведенные в Рогачевском районе, показали, что под влиянием азотных удобрений урожайность овса по сравнению с фоновым вариантом увеличилась в среднем за 3 года с 39,3 ц/га до 52,0 ц/га, т.е. на 12,7 ц/га (32,3%). Наибольшим этот показатель был при внесении азота в дозе N_{90+30} . Применение азота под предпосевную культивацию в дозах N_{60} и N_{90} обеспечило прибавку урожайности 7,0 ц/га (17,8%) и 10,9 ц/га (27,7%) соответственно. Подкормка в фазу кущения в дозе N_{30} на этих фонах также повышала указанный выше показатель по сравнению с вариантом без азота на 8,9 ц/га (22,6%) и 12,7 ц/га (32,3%). Следует отметить, что прибавка урожайности зерна овса при проведении подкормки в дозе N_{30} по отношению к варианту с основным внесением N_{60} 2 года из трех была достоверной. На фоне N_{90} внесение дополнительно N_{30} на протяжении всего периода исследований не обеспечило существенной прибавки урожайности.

При обработке посевов овса ретардантом ЦеЦеЦе в условиях 2011 г. и 2013 г. на всех изучаемых уровнях азотного питания растений получена достоверная прибавка урожайности, которая в зависимости от складывающихся погодных условий находилась в пределах 1,8-2,7 ц/га (3,7-5,8%) и 2,3-3,9 ц/га (4,4-7,8%). В условиях 2012 г. существенной прибавки урожайности от применения ретарданта не отмечалось независимо от уровня азотного питания. В среднем за период исследований наибольшая урожайность зерна овса (53,9 ц/га) была получена на фоне N_{90+30} и внесении ретарданта.

Выводы

1. Для реализации продуктивного потенциала овса в условиях Смоленичского и Рогачевского районов на уровне 65-70 ц/га и 45-50 ц/га соответственно, необходимо вносить под предпосевную обработку почвы азот в дозе N_{90} или N_{60} с обязательной подкормкой N_{30} в фазу кущения культуры.
2. Для повышения урожайности, качества зерна и снижения риска полегания посевов овса в годы с достаточным уровнем влагообеспеченности возможно применения ретарданта ЦеЦеЦе 750, ВРК в норме 1,0 л/га в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32).

3. Для повышения качества зерна овса, возделываемого с внесением под предпосевную обработку почвы азота в дозе N_{90} , необходимо проведение подкормки в дозе N_{30} в фазе кушения культуры.

4. Положительное влияние ретарданта ЦеЦеЦе 750, ВРК (1,0 л/га) на урожайность зерна овса обусловлено повышением количества продуктивных стеблей на 1 м^2 . Применение этого препарата в меньшей степени влияет на озерненность метелки и массу 1000 зерен, изменения которых находятся в определенной зависимости от уровня азотного питания и особенностей региона возделывания.

Литература

1. Воуз, П.Б. Оценка и использование отзывчивости сортов сельскохозяйственных растений на условия минерального питания / П.Б. Воуз // Сорт и удобрения: сб. ст. / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст.; отв. ред. Э.Л. Климашевский. – Иркутск, 1974. – С. 61-71.

2. Испытание сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. Машиноиспытательная станция, 2008. – 15с.

3. Культурная флора: / под ред. В.Д. Кобылянского и В.Н. Солдатова. Овес / Н.А. Родионова [и др.] – М.: Колос, 1994. – Ч.3: Т.П. – 367 с.

4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.

5. Привалов, Ф.И. Биологизация приемов в технологии возделывания зерновых культур / Ф.И. Привалов; под ред. Л.П. Кругля. – Несвиж: Несвижская укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 188 с.

6. Browne, R Responses of developmental yield formation processes in oats to variety, nitrogen, seed rate, and plant growth regulator and their relationship to quality / R. Browne, E. White, & J. Burke // The Journal of Agricultural Science, 2006, V. 144(6), – P. 533-545.

7. Tobiasz-Salach, R. Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na działanie regulatorów wzrostu / R. Tobiasz-Salach, D Bobrecka-Jamro, J. Buczek, E. Szpunar-Krok // Żywność: nauka – technologia - jakość, 2010, 3 (70), – P. 174-181.

8. Uprety M. Effect of CCC lodging, yield and grain quality of oat (avena sativa L.) cultivar 'Kent' / M. Uprety & R.B.R. Yadava // Indian Journal. Plant Physiol, 1985. – Vol. XXVIII №1. – P. 103-106.

OAT RESPONSE TO RETARDANT APPLICATION DEPENDING ON CULTIVATION CONDITIONS

A.G. Vlasov, S.P. Khaletsky, T.M. Bulavina, S.V. Filipchenko

Research results of the study on the efficiency of the application of retardant CeCeCe 750, SC on oat crops cultivated in Smolevichi and Rogachev regions using different levels of nitrogen nutrition are presented in the article. It was established that in those regions, the use of N_{90} in one or two steps was the most efficient measure for the fulfillment of oat production potential. The application of retardant CeCeCe 750, SC at the rate of 1.0 l/ha in the beginning of the stalk-shooting stage (DC 31-32) could be used for the lodging risk reduction, yield increase and oat grain quality in the years with the sufficient levels of water availability.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПАТОГЕННОСТЬ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA* NISS., ДОМИНИРУЮЩИХ НА ОЗИМОМ РАПСЕ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.В. Лешкевич, научный сотрудник

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки

(Поступила 22.01.2012)

Рецензент: канд. с.-х. наук Я.Э. Пилюк

Аннотация. В период исследований установлено повсеместное распространение альтернариоза в посевах озимого рапса в Республике Беларусь. Микологическими исследованиями установлено доминирование гриба *A. tenuissima* с частотой встречаемости 32,3%. Высокая локализация отмечена у гриба *A. alternata* (83,9%) в семенах. Грибы *A. brassicicola* и *A. tenuissima* со сравнительно одинаковой частотой выделялись из семян и листьев. Отмечена изменчивость патогенных свойств грибов рода *Alternaria*. Но, в целом, изоляты грибов *A. brassicicola*, *A. tenuissima* и *A. alternata* отнесены к высоко патогенным.

Озимый рапс является одной из ведущих масличных культур в Республике Беларусь. По данным Министерства сельского хозяйства, его посевные площади в 2017 г. составляли 315,7 тыс. га с урожайностью 23,5 ц/га. Среди факторов, которые влияют на урожайность культуры, преобладают болезни грибной этиологии, в частности, альтернариоз, симптомы поражения которого проявляются в течение всей вегетации в виде пятен на листьях, стеблях, стручках. Семена, пораженные возбудителями альтернариоза, в почве погибают. На ранних стадиях онтогенеза альтернариоз проявляется на проростках, в виде темно-коричневых пятен, приводя их к гибели. На листьях болезнь отмечается от светло-коричневых до темно-коричневых, почти черных пятен различного размера. Характер пятен зависит от вида возбудителя и органа поражения. На стеблях пятна темные, на стручках – пятна темные, превращающиеся со временем в язвы, перетяжки, стручки деформируются и в них развиваются щуплые семена, или не образуются. При поражении верхушки стручка или по швам створок он растрескивается, обуславливая заблаговременно потери урожая [1, 7, 9]. В литературе по фитопатологии в настоящее время из возбудителей альтернариоза чаще описываются виды: *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schwein) Wiltshire и *A. japonica* Yoshii.

Возбудители альтернариоза – факультативные паразиты, обладающие широким диапазоном приспособительных реакций. Как правило, для них характерен сапрофитный образ жизни, но при ослаблении растений способны переходить к паразитизму. Известна изменчивость патогенности грибов рода *Alternaria*. Например, по данным Е.Л. Гасич, из 3-х изолятов грибов рода *A. brassicae* проявили патогенность в той или иной степени на листьях рапса 11 сортов. Культуральная жидкость гриба *A. brassicae* может быть фитотоксичной

для ростков рапса [3]. Согласно исследованиям Ф.Б. Ганнибала, виды *A. alternata* и *A. tenuissima* более токсигенны для растений, чем *A. infectoria* [4]. В исследованиях О.А. Сердюк [11], проводимых в России на горчице сарептской, отмечается, что *A. brassicicola* более токсичный, чем *A. brassicae*.

В работах ученых, проводивших исследования в Иране, Израиле, Перу, Китае, отмечается патогенность грибов *A. alternata* [16, 17, 18, 19].

В Республике Беларусь также изучалась патогенность грибов рода *Alternaria*. Так, при изучении патогенности *Alternaria* spp. на озимой пшенице были выявлены слабо патогенные свойства изолятов [12]. На зеленых культурах отмечалось умеренная патогенность *A. tenuissima* и слабая патогенность *A. alternata* и *A. infectoria* [14]. При изучении структуры патогенного комплекса грибов рода *Alternaria* на подсолнечнике масличном популяция гриба *A. alternata* проявляла умеренно и слабопатогенные свойства, *A. tenuissima* – слабопатогенные, *A. infectoria* обладала не патогенными свойствами [13].

Уточнение видового состава грибов, вызывающего альтернариоз рапса в наших условиях, а также их патогенности позволит более обоснованно подходить к выбору наиболее эффективных средств защиты.

Материалы и методы исследований. Оценку пораженности районированных и перспективных сортов озимого рапса альтернариозом проводили в посевах Государственных сортоиспытательных станций (ГСС) и участков (ГСУ) Республики Беларусь в 2014–2017 гг. Постоянные наблюдения развития болезни осуществляли на опытном поле РУП «Институт защиты растений», расположенного в а.г. Прилуки Минского района, на районированных сортах отечественной (*Лидер*, *Зорный*, *Прогресс*, *Днепр*) и зарубежной (*Сумро*) селекции. Учет развития альтернариоза осуществляли, используя общепринятые методики [5]. Стадии развития растений приведены согласно коду ВВСН.

Выделение грибов проводили из семян, корней, листьев, стеблей и стручков растительных проб озимого рапса. Пробы отбирали в течение вегетационных сезонов в стадии: 5-й настоящий лист распущен (ст. 15); появляется первичный цветонос, еще плотно закрытый верхними листьями (ст. 50); и 50% стручков созрели: семена твердые и черные (ст. 85). Семена брали с урожая 2015 г., 2016 г. и 2017 г. с опытного поля и поступающие под посев в 2014 г. с партий сортов *Зорный*, *Лидер* и *Днепр* (белорусской селекции). Затем зараженные семена и образцы промывали под проточной водой в течение часа, нарезали на кусочки 1 см и дезинфицировали в 70% спирте, после чего просушивали между слоями фильтровальной бумаги. Полученные фрагменты раскладывали во влажные камеры. Чашки инкубировали в при комнатной температуре в течение 3 суток, после чего выросший мицелий гриба отсевали в пробирки с картофельно-морковным агаром (КМА). Семена же раскладывали на поверхность агаризованной среды Чапека с добавлением 5% раствора стрептомицина (для предотвращения роста бактерий). Чашки инкубировали в термостате в течение 10 суток при температуре 22 °С, после чего выросшие колонии отсевали в пробирки с картофельно-морковным агаром (КМА). Видовую идентификацию грибов рода *Alternaria* проводили, используя методическое пособие Ф. Ганнибала

[2] и определительный ключ Э. Симмонса [20]. Из-за изменчивости морфологических признаков грибов рода *Alternaria* при проведении лабораторных исследований использовали моноспоровые изоляты.

Для определения патогенности изолятов *Alternaria* spp. использовали метод J. Chelkowski и M. Manka [15]. Исследуемые изоляты высевали на поверхность картофельно-морковного агара (КМА) в чашки Петри в 3-х кратной повторности и инкубировали в течение 7 дней при 22 °С в термостате. Семена озимого рапса промывали под проточной водой в течение часа, затем поверхностно дезинфицировали 70% спиртом и замачивали на сутки в стерильной дистиллированной воде. Затем семена раскладывали на поверхность культуры гриба по 10 шт. на чашку. В контроле семена раскладывали на поверхность агаризованной среды. Результаты учитывали, измеряя во всех вариантах длину выросших корешков и ростков. Поражение ростков учитывали при помощи 4-х бальной шкалы: 0 – здоровый проросток; 1 – точечные некрозы ткани; 2 – некроз около 50% поверхности; 3 – полная гибель. Снижение длины ростков и корешков (%) вычисляли как отношение разности значения показателя между контролем и вариантом опыта к контролю. Статистическую обработку осуществляли с помощью программ MS Excel.

Степень поражения проростков оценивали по шкале, предложенной М.П. Лесовым и соавторами [6]:

Развитие болезни, %	Характеристика патогенности штаммов гриба
0	Не патогенный (авирулентный)
1-5	Слабо патогенный
6-14	Умеренно патогенный
15-20	Средне патогенный
21-29	Патогенный
30-100	Высоко патогенный

Результаты и их обсуждение. Результатами наших исследований было установлено, что развитие альтернариоза в посевах сортов и гибридов, находящихся в конкурсном сортоиспытании, составило от 1,8 до 43,3%. В условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» данный показатель в посевах озимого рапса в зависимости от сорта достигал в 2014 г. 21,1% на листьях и 16,6% на стручках; в 2015 г. – 4,5-22,1% и 6,9-8,8%; в 2016 г. – 3,5-13,6% и 12,4-24,4%; в 2017 г. – 8,5-12,1% на листьях и 35,6-48,8% на стручках.

Для уточнения видового состава грибов рода *Alternaria*, паразитирующих на озимом рапсе, было выделено и проанализировано более 500 изолятов. В результате определения видового состава грибов *Alternaria* spp., выделенных из частей озимого рапса – листьев, стеблей, стручков, корней, семян, было установлено доминирование изолятов гриба *A. tenuissima* с частотой встречаемости 32,3%, гриба *A. brassicicola* – 26,6 и 19,6% – *A. alternata*. В структуре популяции грибов *Alternaria* spp. 21,5% изолятов вызывали затруднение при их определении (рисунок 1).

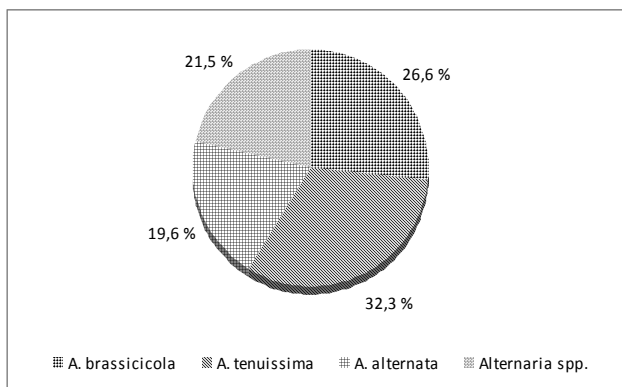


Рисунок 1 – Структура доминирования грибов *Alternaria spp.*, поражающих озимый рапс (лабораторный опыт)

Поскольку из литературных источников известно о приуроченности грибов *Alternaria spp.*, паразитирующих на крестоцветных культурах, к определенным вегетативным и генеративным органам растений [8, 10], проведен анализ по их локализации. Установлено, что частота изоляции гриба *A. alternata* в максимальном количестве (83,9%) отмечена при выделении из семян, тогда как из пораженных тканей стеблей и стручков гриб не выделялся (таблица 1).

Таблица 1 – Структура доминирования грибов *Alternaria spp.*, изолированных из частей растений озимого рапса (лабораторный опыт)

Вид, грибы	Частота встречаемости, %			
	семена	лист	стебель	стручок
<i>A. brassicicola</i>	40,5	45,3	7,1	7,1
<i>A. tenuissima</i>	33,3	33,3	21,6	11,8
<i>A. alternata</i>	83,9	16,1	0,0	0,0
<i>Alternaria spp.</i>	23,5	58,8	5,9	11,8

Гриб *A. brassicicola* выделялся из семян (40,5%) и листьев (45,3%) со сравнительно одинаковой частотой, такая же зависимость характерна и для гриба *A. tenuissima*, последний также чаще других изолировался из пораженных тканей стебля (21,6%).

Дифференциация видов *Alternaria spp.*, выделенных из пораженных частей растений озимого рапса по частоте встречаемости, обусловила необходимость проведения исследований по определению их влияния на рост ростков при поражении семян (таблица 2).

Анализ полученных данных свидетельствует о существенном угнетающем влиянии изолятов популяции *Alternaria spp.* на длину ростков и корешков. Изоляты популяции гриба *A. alternata* снижали длину изучаемых показателей у

Таблица 2 – Влияние изолятов грибов *Alternaria* spp. на рост ростков и корешков озимого рапса (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, среднее за 2014-2017 гг.)

Вид, грибы	Количество изолятов	Пораженные органы, %			
		ростки		корешки	
		снижение длины	стимуляция роста	снижение длины	стимуляция роста
<i>A. brassicicola</i>	42	90,5	9,5	95,2	4,8
<i>A. tenuissima</i>	51	82,3	17,7	86,3	13,7
<i>A. alternata</i>	31	96,8	3,2	96,8	3,2
<i>Alternaria</i> spp.	34	88,2	11,8	91,2	8,8

96,8% всходов, тогда как, например, *A. brassicicola* – у 90,5% ростков и 95,2% корешков. Изоляты гриба *A. tenuissima* вызывали снижение длины ростка (у 82,3%) и корешков (86,3%), а некоторые изоляты оказывали стимулирующее влияние на проростки. Более высокое количество таких изолятов характерно для гриба *A. tenuissima* – 17,7%, стимулирующих рост ростка, и 13,7% – корешка, для изолятов гриба *A. alternata* – 3,2 и 3,2% соответственно.

Симптомы поражения ростков грибами-возбудителями имели вид точек и некрозов от коричневого до темно-коричневого и черного цвета, располагавшихся одиночно или группами. Поражение 50% и более поверхности ростка, вызывало его загнивание или гибель. Симптомы поражения ростков озимого рапса представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Признаки поражения ростков озимого рапса грибами *Alternaria* spp.

Проведенный нами анализ изолятов грибов *Alternaria* spp. по патогенности, согласно методике Лесового, показал (таблица 3), что в целом популяция гриба *Alternaria* spp. высоко патогенная.

Изоляты грибов *A. brassicicola* и *A. tenuissima* – все (100%) высоко патогенные, среди изолятов группы *A. alternata* 83,9% – высоко патогенные, 9,7% – патогенные и 6,4% – умеренно патогенные.

Таблица 3 – Дифференциация изолятов грибов *Alternaria* spp. по патогенности (РУП «Институт защиты растений», лабораторный опыт, среднее за 2014-2017 гг.)

Вид, грибы	Количество изолятов	Доля изолятов, вызывающих поражение, %					
		высоко патогенные	патогенные	средне патогенные	умеренно патогенные	слабо патогенные	авирулентные
<i>A. brassicicola</i>	42	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>A. tenuissima</i>	51	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>A. alternata</i>	31	83,9	9,7	0,0	6,4	0,0	0,0
<i>Alternaria</i> spp.	34	91,2	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Выводы

1. Результаты мониторинга развития альтернариоза в посевах озимого рапса хозяйств республики и опытного поля подтверждают повсеместное распространение болезни. Микологическими исследованиями видового состава грибов рода *Alternaria* было установлено доминирование гриба *A. tenuissima* (32,3%). Гриб *A. alternata* максимально выделялся из семян озимого рапса, но не выделялся из пораженных тканей стеблей и стручков. Грибы *A. brassicicola* и *A. tenuissima* со сравнительно одинаковой частотой выделялись из семян и листьев.

2. Изоляты популяции *Alternaria* spp. статистически значимо снижали длину ростков (89,5%) и корешков (92,4%) по сравнению с контролем. Кроме этого, отмечен также стимулирующий эффект отдельных изолятов. Более высокое количество таких изолятов характерно для гриба *A. tenuissima*. В среднем длина ростка была увеличена на 10,5%, длина корешка – на 7,6%.

3. Изоляты грибов *A. brassicicola*, *A. tenuissima* и *A. Alternata* отнесены к высоко патогенным.

Литература

1. Альтернариоз рапса: [болезни растений] [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://ogorodstvo.com/bolezni-rasteniy/bolezni-rapsa/sistema-meropriyatij-zashhity-rapsa-ot-boleznej.html> – Дата доступа: 30.07.2014.

2. Ганнибал, Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* / Ф.Б. Ганнибал: С.-Пб. метод. пособие / – С.-Пб. – СПб., 2011. – С 71.

3. Гасич, Е.Л. Фитотоксичность *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc и *A. alternata* (Fr.) Keissl., паразитирующих на рапсе в Ленинградской области / Е.Л. Гасич // Микотоксины в экосистемах Санкт-Петербурга и Ленинградской области: сб. тез. докл. междуз. конф. – С.-Пб., 2003. – С. 47-53.

4. Лаборатория микологии и фитопатологии им. А.А. Ячевского ВИЗР. История и современность [Токсигенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков]: приложение к журналу «Вестник защиты растений» / Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский институт защиты растений; ред. А.П. Дмитриев; рец. О.С. Афанасенко. – Санкт-Петербург: [Ф.Б. Ганнибал], 2007. – 159 с.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С.Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укр. рупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.

6. Методические рекомендации по ускоренному определению устойчивости сортов и способам создания инфекционных фонов при селекции пшеницы на иммунитет к корневым гнилям / ВАСХНИЛ, Южное отд-ние, Укр. науч.-исслед. ин-т защиты растений; сост.: М. П. Лесовой [и др.]. – Киев, 1985. – 14 с.

7. Патогенная микобиота рапса в Белоруссии / В.В. Агейчик // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы 2-го Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5-10 дек. 2005: в 2 т. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: В.А. Павлюшин [и др.]. – С.-Пб., 2005. – Т.1. – С. 131-133.

8. Пивень, В.Т. Динамика поражения горчицы сарептской альтернариозом в период вегетации в условиях Западного Предкавказья // В.Т. Пивень, О.А. Сердюк // Масличные культуры: Научн.-техн. бюл. Всерос. науч.-исслед. института масличных культур. – Краснодар, 2007. – Вып. №2 (137). – С. 106-109.

9. Сердюк О.А. Болезни масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края / О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, В.Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 2011. – №3 – С. 50-53.

10. Сердюк, О.А. Видовой состав патогенной микофлоры капустных культур в условиях центральной зоны Западного Предкавказья / О.А. Сердюк // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур: материалы 5-й междунар. Конф. молодых ученых и специалистов (Краснодар, 3-6 февр. 2009 г.). – С. 196-200.

11. Сердюк, О.А. Особенности развития грибов рода *Alternaria* Ness. на горчице сарептской и мероприятия по снижению их вредоносности : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / О.А. Сердюк; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т масличных культур им. В.С. Пустовойта. – Воронеж, 2008. – 26 с.

12. Склименок, Н.А. Видовой состав и патогенность грибов, доминирующих на корневой системе озимой пшеницы в условиях Республики Беларусь. / Н.А. Склименок // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Научн.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.]. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 147–160.

13. Ходенкова, А.М. Биологические особенности грибов – возбудителей основных болезней подсолнечника масличного и их вредоносность / А.М. Ходенкова, С.Ф. Буга // Земледелие и защита растений. – 2017. – №6 (115). – С. 45-47.

14. Юзефович, Е.К. Патогенность микромицетов, доминирующих на корневой системе зеленных культур, выращиваемых способом поточной гидропоники в Беларуси / Е.К. Юзефович, С.Ф. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Научн.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л.И. Трепашко [и др.]. – Несвиж, 2014. – Вып. 38. – С. 143-153.

15. Chelkowski, J. The ability of *Fusaria* pathogenic to wheat, barley and corn to produce zearalinone / J. Chelkowski, M. Manka // Phytopathol. Z. – 1983. Vol. 106. – P/ 354-359.

16. Dehpour, A.A. Light and Scanning Electron Microscopy Studies on the Penetration and Infection Processes of *Alternaria alternata*, Causing Brown Spot on *Minneola Tangelo* in the West Mazandaran – Iran / A.A. Dehpour, S.V. Alavi, A. Majd // World Applied Sciences Journal. – 2007.

17. Ezra, D. First report of *Alternaria* black spot of pomegranate caused by 5 *Alternaria alternata* in Israel / D. Ezra, T. Gat, Y. Skovorodnikova, Y. Vardi, I. Kasto // Australasian Plant Disease Notes. – 2010. – Vol. 5. – P. 1-2.

18. Marin, J.E. First report of *Alternaria* brown spot of citrus caused by *Alternaria alternata* in Peru / J. E. Marin, S. Fernandez, M. Andrew, T.L. Peever, L.W. Timmer // Plant Dis. – 2006. – Vol. 90. – P. 686.

19. *Mink-Ok*, First report of black spot caused by *Alternaria alternata* on grafted cactus / Ch. Min-Ok, K. Young Ho // Plant Patrol. J. – 2010. – Vol. 26 (1). – P. 80-82.
20. *Simmons, E.G.* *Alternaria. An Identification Manual.* Utrecht: CBS, 2007, 775 p.

SPECIES COMPOSITION AND PATHOGENICITY OF FUNGI OF GENUS ALTERNARIA WHICH ARE DOMINANT ON WINTER RAPE UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

N.V. Liashkevich

In the period of studies the ubiquity of Alternaria in winter rape crops in Belarus is determined. Mycological studies have indicated the dominance of the fungus A. tenuissima with the frequency of occurrence 32.3%. High localization is observed in the fungus A. alternata (83.9%) from seeds. The fungi A. brassicicola and A. tenuissima with relatively equal frequency have separated from seeds and leaves. Variability of pathogenic properties of fungi of the genus Alternaria is marked. But in general, isolates of the fungi A. brassicicola, A. tenuissima and A. alternata are considered to be highly pathogenic.

УДК 633.11:632.1/4(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСОВОГО СОСТАВА ВОЗБУДИТЕЛЯ ЖЕЛТОЙ ПЯТНИСТОСТИ *Pyrenophora tritici-repentis* В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

М.В. Подорский, *мл. научн. сотр.*

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 27.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук В.Н. Буштевич

Аннотация. *В статье изложены результаты исследований по изучению расового состава возбудителя желтой пятнистости *Pyrenophora tritici-repentis*. В результате проведенных исследований выявлено, что на территории Республики Беларусь присутствует 1, 2 и 8 расы данного заболевания.*

Пшеница – основная зерновая культура в Республике Беларусь, занимающая 686 тыс. га (2017 г.). Как и все другие сельскохозяйственные культуры, пшеница чувствительна к воздействию различных стрессовых факторов. В свою очередь, одним из главных факторов, снижающих урожайность культуры, являются болезни.

На территории бывшего Советского Союза учеными было зарегистрировано 28 болезней пшеницы [1]. Однако в связи с изменением климата все чаще стали появляться новые болезни, нередко высоко агрессивные, к которым пока не существует генов устойчивости (например, угандийская раса UG99 стеблевой ржавчины *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, которая может вызвать 100% потери урожая).

Новым объектом для Беларуси считается желтая пятнистость листьев озимой пшеницы или пиренофороз (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis*). Пиренофороз является экономически значимым заболеванием во всем мире [2, 3]. Развитию болезни способствует наличие незаделанных растительных остатков пшеницы, длительный период увлажнения листьев росой или дождями. При условии высокой влажности споры гриба прорастают и инфицируют пшеницу в условиях широкого диапазона температур [7].

Оптимальные условия для эпифитотии – температура 24-27 °С, влажность воздуха 90-98% [9]. Средние потери урожая достигают 10-25%, в условиях эпифитотий – 40-60% [13].

В связи с этим встает вопрос о более детальном и углубленном изучении биологии возбудителя, его культивировании в лабораторных условиях, создании искусственных инфекционных фонов для изучения устойчивости различных генотипов озимой пшеницы.

Некоторые патогенные грибы растений производят агенты совместимости, называемые хозяин-специфичные токсины (HSTs). Генетическим взаимодействием *Pyrenophora tritici-repentis* – пшеница является взаимодействие типа гена-гена. В данном случае происходит взаимодействие между HST Ptr Tox A и соответствующего ему гена у хозяина в результате патогенного процесса.

Одним из признаков, по которому различаются расы гриба, является их способность к продуцированию токсинов. Специфика взаимодействия изолята гриба с растением обусловлена наличием известных на данный момент трех хозяин-специфичных токсинов, среди которых токсин Ptr ToxA индуцирует образование некрозов, токсин Ptr ToxB стимулирует образование хлорозов вследствие ингибирования фотосинтеза, токсин Ptr ToxC вызывает образование хлорозов, но в отличие от Ptr ToxB на других сортах пшеницы. Штамм гриба может иметь один, два или три токсина, на чем основана система дифференциации рас. В настоящее время в соответствии с различными сочетаниями токсинов изоляты гриба разделяются на восемь рас [11].

История определения рас *P. tritici-repentis* была хорошо документирована. По данным Л.А. Михайловой с соавторами [8], 1, 2, 3, 4 и 5 расы патогена соответствуют тем, которые были определены Lamari L. и др., еще в 1995 г. [12]. Расы 1 и 2 преобладают в Северной Америке. Большая часть изолятов, идентифицированных как раса 5, происходят из Северной Африки, Северной Америки и Алжира. Расы 6, 7 и 8 были определены из коллекций в Азербайджане, Сирии, Турции и Южной Америке.

С точки зрения экономической эффективности и воздействия на экологию страны, наиболее выгодным способом борьбы с болезнями является создание высокоустойчивых сортов. Стратегия селекционного процесса на повышенную устойчивость будет обусловлена тем расовым составом, который присутствует на нашей территории.

Цель исследований – выявить присутствующие расы *Pyrenophora tritici-repentis* на территории Республики Беларусь для адаптации селекционного процесса на повышенную устойчивость озимой пшеницы к желтой пятнистости.

Объекты и методы исследования. Набор из 12 сортов-дифференциаторов был получен из лаборатории иммунитета к болезням ВИЗР (Санкт-Петербург). Набор этих сортов, различающих изоляты патогена по вирулентности, был создан Л.А. Михайловой с сотрудниками в 2002 г. В набор вошли сорта из Франции, Японии, США, Италии, Египта и Канады. К яровым формам относятся такие сорта как *Katepwa*, *M3*, *6B662*, *Glenlea*, к озимым – *Asiago*, *Dartanian*, *Salamouni*, *Clark*, *Allies*, *Komadi*, *Satsukei*, *6B365* [6].

Для размножения сортов-дифференциаторов мы использовали фитотронно-тепличный комплекс РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Яровые сорта сразу высевали в теплице, озимые сначала проходили яровизацию в климатической камере.

Инфекционный материал собирали на вегетирующей пшенице в 2017 г. в ходе маршрутных обследований по территории республики. Всего нами обследовано 49 районов и собрано более 200 инфицированных образцов пшеницы (рисунок 1). В результате обследований желтая пятнистость была обнаружена в северной и центральной частях республики. Всего в чистую культуру было выделено 7 штаммов возбудителя желтой пятнистости.

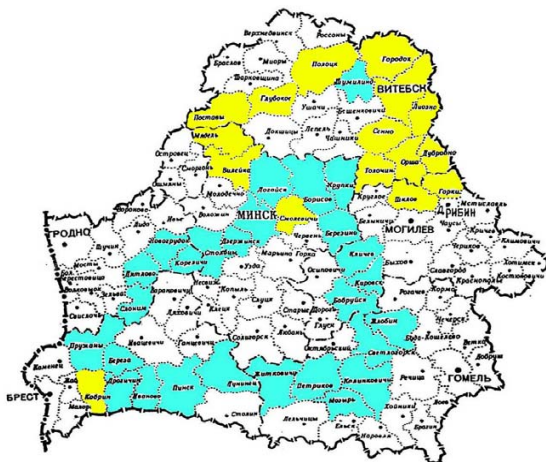


Рисунок 1 – Карта маршрутного обследования посевов в 2017 г. (желтым цветом отмечены районы, где была обнаружена желтая пятнистость, голубым – ее отсутствие)

Ранее пиренофороз отмечался исследователями в Южной (Брестский район) и Центральной (Гродненский, Несвижский, Дзержинский, Минский районы) агроклиматических зонах Республики Беларусь, при этом развитие болезни было незначительным (3-5%) [4].

Далее проводилось выделение патогена в чистую культуру. Для этого вырезали пораженные участки листьев (инфекционные пятна), которые перед закладкой в чашки Петри подвергали предварительной обработке: подготовленные кусочки промывали под проточной водой в течение 2 часов, затем помеща-

ли в слабый раствор хлорсодержащего моющего средства, далее промывались в стерильной воде, после чего просушивали в стерильной бумаге. После всех вышеперечисленных операций пораженные участки были готовы к закладке.

Для культивирования патогена использовалась питательная среда V-4, состоящая из 150 мл сока свеклы, сельдерея, моркови и томата в соотношении 4:3:2:1 соответственно, 850 мг воды, 1,5 г CaCO₃, 20 агара.

Подготовленные кусочки помещали в чашку со средой (по 5 штук), немного прижимали и помещали под эритемную лампу ЛЭ-30 на 3 суток при температуре 22 °С. В течение этого периода из пятен образовывались конидиеносцы, после чего чашки помещали в хладотермостат на сутки при температуре 6 °С для индукции образования конидий. После образования они пересевались на новую среду для получения моноспоровых изолятов. Дальнейшая работа проводилась с чистыми культурами *P. tritici-repentis*.

Для определения расового состава патогена применяли метод, разработанный в ВИЗРе. Семена сортов-дифференциаторов выращивали в рулонах. Рулон делали из полоски фильтровальной бумаги и пергаменты. В верхней части в ряд раскладывали по 50 зерен, затем полоску скручивали в рулон и помещали в емкость, в которую наливали воду до покрытия нижней части рулона примерно на 2 см. Через 10 дней прорастивания от проростков пшеницы брали отрезки длиной около 3 см, раскладывали на стекло, которое оборачивали фильтровальной бумагой и смачивали 0,004% водным раствором бензимидазола. Отрезки укрывали валиками ваты, смоченной тем же раствором бензимидазола.

Для создания суспензии спор брали чашку Петри с чистой культурой *P. tritici-repentis*, приливали 10 мл воды и при помощи шпателя собирали мицелий, который в процессе суспензирования водой. После суспензию фильтровали через металлическое ситечко для отделения крупных фрагментов мицелия, чтобы предотвратить забивание сопла пульверизатора.

Суспензию конидий наносили на отрезки листьев с помощью ручного пульверизатора. При опрыскивании рядка из отрезков сортов-дифференциаторов одним из штаммов, другие рядки закрывали полосками плотного материала (удобно использовать канцелярские линейки, подходящие по размеру), дабы исключить попадание на них спор другого штамма. Концентрация спор в суспензии при опрыскивании 3000-5000 спор/мл. Более высокая концентрация может негативно сказаться на дальнейшей оценке проявившихся поражений.

После опрыскивания кювету плотно обертывали полиэтиленовой пленкой и выдерживали в течение суток в темноте. Затем ее помещали в светоустановку с флуоресцентными лампами ЛЭ-30 при температуре 22-24 °С. Оценку реакции проростков на инокуляцию суспензией патогена проводили на 5-6 сутки по разработанной в ВИЗР шкале [8]. Данная шкала учитывает поражение растений как хлорозом, так и некрозом (таблица 1).

Результаты исследований и обсуждение. Сорта-дифференциаторы раскладываются в кювете в ряд по горизонтали, изучаемые штаммы патогена – по вертикали (рисунок 2).

Таблица 1 – Шкала оценки устойчивости пшеницы к *Pyrenophora tritici-repentis*

Симптомы поражения	Тип реакции*
Мелкие черные или темно-коричневые пятна размером до 0,5 мм, хлоротичные пятна отсутствуют или мало заметны	1/0, 1/1
Мелкие черные или темно-коричневые пятна 0,5-1,0 мм, хлоротичные пятна до 2 мм	1/2, 2/1, 2/2
Темно-коричневые пятна до 1,0 мм, хлоротичные пятна до 2-3 мм	2/3, 2/4
Темно-коричневые пятна до 2 мм, хлоротичные пятна до 5 мм	3/2, 3/3, 3/4
Коричневые, сливающиеся пятна, отмирание ткани листа	4/3, 4/4, 4/5, 5/4, 5/5

* – балл развития некроза, под чертой – балл развития хлороза



Рисунок 2 – Сорто-дифференциаторы

При анализе признаков поражения было выявлено наличие и хлорозов и некрозов, что говорит о присутствии всех типов токсинов HST Ptr (рисунок 3).

Результаты оценки отображены в таблице 2. По полученным результатам видно, что в большинстве поражение вызвано тремя токсинами: Ptr ToxA, Ptr ToxB и Ptr ToxC, что указывает на присутствие 8 расы (так как данная раса содержит в себе все 3 токсина). Также замечено поражение, вызванное токсинами Ptr ToxA и Ptr ToxC. Это доказывает присутствие 1 расы. Кроме того, отмечено поражение, вызванное одним токсином – Ptr ToxA, что дает понятие о

присутствии 2 расы патогена *P. tritici-repentis*. Полученные результаты совпадают с данными Л.А. Михайловой о наличии данных рас в РФ [10]. Также по результатам других исследователей на Северном Кавказе была зафиксирована 8 раса патогена [5].



0/0



1/1



2/2



4/2

Рисунок 3 – Дифференциация по типу проявления желтой пятнистости (*Pyrenophora tritici-repentis*)

Таблица 2 – Оценка реакции сортов-дифференциаторов на поражение различными штаммами

Штамм	Сорта-дифференциаторы							
	6B662	Satsukei	Glenlea	Clank	Salamoni	Dartanian	6B365	Alies
1	1/1	2/1	2/1	3/1	1/2	1/1	2/2	2/2
2	1/1	2/2	3/2	3/1	1/1	0/1	2/1	2/1
3	1/0	3/1	2/1	1/1	1/0	1/0	1/1	1/1
4	1/0	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	1/1	2/1
5	0/1	1/1	1/1	1/1	1/1	0/1	1/1	2/1
6	1/0	1/0	1/1	1/0	0/1	2/1	1/1	1/1
7	1/1	1/0	3/1	3/1	1/0	1/1	1/1	2/1

Выводы

1. Наличие набора сортов-дифференциаторов, разработанного сотрудниками ВИЗР, позволяет проводить оценку расового состава белорусской популяции гриба *Pyrenophora tritici-repentis*.

2. В настоящее время в Республике Беларусь присутствует 1, 2 и 8 раса *Pyrenophora tritici-repentis*.

Данные исследования проводились в рамках гранта Национальной академии наук Беларуси на выполнение научно-исследовательской работы от 03.04.2017 №2017-31-035.

Литература

1. Болезни пшеницы // Агроекологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения [Электронный ресурс]. – 2003-2009. – Режим доступа: <http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Tritici/index.html/>. – Дата доступа: 20.02.2018.

2. Желтая пятнистость листьев злаков, вызываемая *Pyrenophora tritici-repentis* / Б.В. Хасанов // Микология и фитопатология. – 1988. – Т. 22. – Вып. 1. – С. 78-84

3. Желтая пятнистость листьев пшеницы – *Pyrenophora tritici-repentis* / Л.А. Михайлова [и др.] // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 7-13.

4. Жуковский, А.Г. Поражаемость сортов озимой пшеницы септориозом (*Septoria* spp.) и желтой пятнистостью (*Pyrenophora tritici-repentis*) в условиях Республики Беларусь и Северо-кавказского региона России / А.Г. Жуковский [и др.] // Научный журнал [Электронный ресурс]. – 2012. – №80(06). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/19.pdf/>. – Дата доступа: 20.02.2018.

5. Кремнева, О.Ю. Структура популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе по вирулентности и расовому составу / О.Ю. Кремнева [и др.] / О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова // Биологическая защита растений – основа стабилизации агросистем: матер. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию ВНИИБЗР, Краснодар, 21-24 сентября 2010 г. / Всерос. науч.-исслед. инс-т биол. защ. раст. РАСХН. – Пушкин, 2010. – С. 568-576.

6. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* / Л.А. Михайлова [и др.] // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36. – Вып. 1 – С. 63–67.

7. Михайлова, Л.А. *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler. – Желтая пятнистость (пиренофороз) пшеницы / Л.А. Михайлова // Агроекологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения

[Электронный ресурс]. – 2003-2009. – Режим доступа: http://www.agroatlas.ru/ru/content/diseases/Tritici/Tritici_Pyrenophora_tritici-repentis/. – Дата доступа: 08.02.2018.

8. Михайлова, Л.А. Желтая пятнистость пшеницы : метод. указания / Л.А. Михайлова [и др.]. – СПб: ВИЗР, 2012. – 56 с.

9. Пиренофороз (гельминтоспориоз) пшеницы [Электронный ресурс] / Syngenta. – Россия, 2018. – Режим доступа: <http://www.syngenta.ru/target/tan-spot-of-wheat>. – Дата доступа: 09.02.2018

10. Популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на территории России / Л.А. Михайлова [и др.] // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – Вып. 4. – С. 257-261.

11. Lamari, L. Race differentiation in *Pyrenophora tritici-repentis* and survey of physiologic variation in western Canada / L. Lamari, J. Gilbert, A. Tekauz // Can. J. of Plant Pathology. – 1998. – 20. – P. 396-400.

12. Lamari, L. Identification a new race in *Pyrenophora tritici-repentis*: implications for the current pathotype classification system / L. Lamari, R. Sayoud, M. Bouli, & C. Bernier // Canadian Journal of Plant Pathology. – 1995. – 17. – P. 312-318.

13. Rees, R.G. Susceptibility of Australian wheats to *P.tritici-repentis* / R.G. Rees, G.J. Platz, R.J. Mayer // Aust. J. Agric. Res. – 1987. – Vol.39. – P.141-151.

DETERMINATION OF RACIAL COMPOSITOIN OF PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS AGENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

M.V. Podorsky

*Research results of the study on the racial composition of *Pyrenophora tritici-repentis* agent are presented in the article. The conducted researches have shown that races 1, 2, and 8 of the given disease occur on the territory of the Republic of Belarus.*

УДК 633.413:632.952:631.81.095.337

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ФУНГИЦИДОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ*

И.В. Четкина, соискатель

РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

(Поступила 12.04.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

Аннотация: *В статье приводятся результаты исследований по изучению эффективности применения на посевах сахарной свеклы фунгицидов, микроэлементов и их баковых смесей. Установлено, что наибольшую урожайность корнеплодов обеспечило использование фунгицида Амистар (0,6 л/га). Совместное применение фунгицидов и микроудобрения Поликом Свекла оказалось целесообразным лишь при использовании на посевах сахарной свеклы Рекс Дуо, Прозаро и Колосаль Про.*

**работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук, профессора Т.М.Булавиной*

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур, в т.ч. и сахарной свеклы, в значительной степени зависит от фитосанитарного состояния посевов. При засушливых погодных условиях весенне-летнего периода интенсивность роста и развития растений сахарной свеклы существенно снижается. Высокая температура воздуха и недостаток почвенной влаги способствуют уменьшению массы листьев. В связи с ослабленным ассимиляционным аппаратом растений сахарной свеклы при выпадении даже небольшого количества атмосферных осадков возрастает вероятность развития листовых болезней, в том числе церкоспороза, рамуляриоза и мучнистой росы [2, 4]. Наиболее распространенной, вредоносной и экономически значимой среди болезней сахарной свеклы считается церкоспороз, возбудителем которого является гриб *Cercospora beticola*. Болезнь проявляется повсеместно, где занимаются выращиванием свеклы, но с разной степенью развития, что, в свою очередь, влияет на его вредоносность. Возбудитель церкоспороза поражает не только все виды свеклы (сахарную, столовую и кормовую), но и около 40 видов культурных и сорных растений [6, 8].

Церкоспороз очень быстро развивается при чередовании сухой теплой и прохладной дождливой погоды. Оптимальными условиями для активного развития церкоспороза является температурный режим +15-35 °С и оптимальная влажность для развития патогена (98-100%) [6, 8].

Церкоспороз свеклы проявляется в основном на взрослых листьях, а также всходах в виде пятен округлой формы светло-бурого цвета с красно-бурой каймой. Во влажных условиях на поверхности некрозов образуется бархатистый сероватый налет конидиального спороношения. На черешках листьев некрозы продолговатые, коричневые. Сильно пораженные листья желтеют и отмирают, в вегетирующем состоянии остаются только самые молодые отрастающие листья в центре розетки. На растении взамен отмирающих листьев образуются новые, на что расходуется большое количество пластических веществ. Отмирание листьев и последующий рост новых приводит к снижению прироста корнеплодов и уменьшает выход сахара на 20-50%. Воздействие патогена ухудшает технологические показатели корнеплодов, увеличивает содержание небелкового азота и снижает содержание доброкачественного сока. Корнеплоды пораженных растений при хранении в большей степени подвержены загниванию [4, 10].

Для защиты сахарной свеклы от болезней листового аппарата применяют фунгициды группы триазолов, стробилуринов, бензимидазолов и прочих [2, 3, 7, 9]. Применение микроэлементов в период вегетации сахарной свеклы улучшает рост и развитие этой культуры и повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, в т.ч. и болезням [1]. Внесение фунгицидов и микроэлементов, как правило, совпадает по срокам, поэтому актуальным вопросом является изучение эффективности применения фунгицидов при их совместном использовании с микроэлементами.

Условия и методика проведения исследований. Полевые опыты по изучению эффективности применения фунгицидов и микроэлементов при возде-

лывании сахарной свеклы проводили в 2012-2014 гг. в Несвижском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,34-2,88%, P₂O₅ – 281-295 мг/кг, K₂O – 318-366 мг/кг, В – 0,5-0,6 мг/кг почвы, рН 5,99-6,48). Предшественник – озимые зерновые. Фосфорно-калийные удобрения (P₉₀K₁₅₀) вносили под вспашку. Весной применяли азотные удобрения в дозе N₁₂₀ (КАС) и борную кислоту (5 кг/га), внося их под предпосевную обработку почвы. Посев сахарной свеклы гибрида *Кларина* осуществляли сеялкой Моносем с нормой высева 1,4 посевных единицы на гектар. Для уничтожения сорняков использовали гербициды Бетанал Эксперт ОФ (1,0 л/га) + Голтикс (1,0-1,25 л/га) в фазу семядолей сорняков трехкратно. Фунгициды групп стробилуринов и триазолов и их смесей с микроэлементами «Поликом Свекла» на хелатной основе на посевах сахарной свеклы применяли в соответствии со схемой опыта ранцевым опрыскивателем Jestco-16. Норма расхода рабочего раствора – 250 л/га. Повторность в опыте – четырехкратная, размещение делянок – рендомизированное. Учет развития и распространения болезней проводили по методике учетов. Уборку корнеплодов сахарной свеклы осуществляли трехрядным комбайном Тирегот с поделяночным взвешиванием. Технологические качества корнеплодов определяли по методике ВНИИСПа для автоматической линии Венема [5].

Результаты и их обсуждение. Визуальная оценка раствора при смешивании фунгицидов и микроэлементов показала, что он был стабилен, выпадения осадка и образования пены не наблюдалось. Проподимость раствора через форсунки опрыскивателя была нормальной, давление было выровненным и не снижалось.

В ходе проведения исследований было установлено, что пораженность растений сахарной свеклы церкоспорозом в значительной степени зависела от погодных условий в период вегетации растений. Так, в 2012 г. этот показатель в контрольных вариантах, где не применяли фунгициды, находился в пределах 99,4-100,0%, в 2013 г. – 65,6-70,1%, в 2014 г. 54,9-56,4%, а в среднем за период исследований – 73,3-75,2%. Применение микроудобрений Поликом Свекла не оказало существенного влияния на развитие церкоспороза, которое изменялось в среднем от 71,2 до 73,1% (таблицы 1-3).

Таблица 1 – Развитие церкоспороза на посевах сахарной свеклы при применении фунгицидов группы стробилуринов и микроэлементов «Поликом Свекла-1 и 2», % (Блок 1)

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
Контроль	99,7	68,9	56,4	75,0
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5 л/га)	99,6	64,0	54,2	72,6
Абакус (1,25 л/га)	52,2	54,2	30,4	45,6
Амистар (0,6 л/га)	50,6	48,5	27,6	42,2
MSW 733 (0,8 л/га)	55,0	47,9	33,4	45,4
Абакус (1,25 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	58,2	47,2	36,6	47,3
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	70,7	49,2	39,2	53,0
MSW 733 (0,8 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	67,9	50,0	39,1	52,3

Таблица 2 – Развитие церкоспороза на посевах сахарной свеклы при применении фунгицидов группы триазолов и микроэлементов «Поликом Свекла-1 и 2», % (Блок 2)

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г	Среднее
Контроль	100,0	70,1	55,6	75,2
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5л/га)	99,2	66,7	53,4	73,1
Менара (0,4 л/га)	55,1	55,6	36,2	49,0
Рекс дуо (0,5 л/га)	65,8	43,5	29,3	46,2
Прозаро (0,6 л/га)	69,2	48,1	39,2	52,2
Колосаль про (0,4 л/га)	57,5	51,9	39,6	49,7
Сетар (0,3 л/га)	59,0	46,7	30,4	45,4
Менара (0,4 л/га) +Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	53,6	51,3	38,3	47,7
Рекс Дуо (0,5 л/га) +Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	69,7	50,0	30,1	49,9
Прозаро (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	65,0	49,2	40,4	51,5
Колосаль Про (0,4 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	56,1	56,8	39,8	50,9
Сетар (0,3 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5л/га)	60,5	47,8	32,8	47,0

Таблица 3 – Развитие церкоспороза на посевах сахарной свеклы при двукратном применении фунгицидов и микроэлементов, % (Блок 3)

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г	Среднее
Контроль	99,4	65,6	54,9	73,3
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5л/га)	99,0	61,4	53,1	71,2
Абакус (1-я обр., 1,25 л/га), Рекс дуо (2-я обр., 0,5 л/га)	52,4	46,4	34,6	44,7
Амистар (1-я обр., 0,6 л/га), Менара (2-я обр., 0,4 л/га)	53,3	49,4	25,1	42,6
Амистар (1-я обр., 0,6 л/га), Сетар (2-я обр., 0,3 л/га)	57,8	50,1	31,8	46,6
Амистар (1-я обр., 0,6 л/га), Прозаро (2-я обр., 0,6 л/га)	56,7	50,8	31,2	46,2
Абакус (1,25 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр., Рекс Дуо (0,5 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	57,8	49,4	33,1	46,8
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2л/га) 1-я обр., Менара (0,4 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	62,1	50,7	35,4	49,3
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр., Сетар (0,3 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	59,7	51,9	34,6	48,7
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр.; Прозаро (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) – 2-я обр.	61,3	53,1	35,2	49,9

Из изучаемых фунгицидов группы стробилуринов наименьшее развитие церкоспороза отмечалось при использовании фунгицида Амистар (0,6 л/га), составившее в среднем за три года 42,2% (таблица 1). При внесении фунгицидов группы триазолов наименьшим развитие этого заболевания было в варианте,

где применяли фунгицид Сетар (0,3 л/га) – 45,4%. В целом за счет применения фунгицидов развитие церкоспороза снижалось в 1,4-1,8 раза. Добавление к указанным выше препаратам микроудобрения Поликом Свекла либо незначительно повышало их эффективность в подавлении церкоспороза, либо способствовало некоторому увеличению развития этого заболевания (таблицы 1, 2).

При двукратном использовании фунгицидов в сложившихся условиях не отмечено существенного снижения развития церкоспороза по сравнению с однократным применением, и этот показатель в среднем за 3 года находился в пределах 42,6-49,9% (таблица 3).

Урожайность корнеплодов сахарной свеклы изменялась по годам и составила при возделывании ее без применения микроэлементов и фунгицидов в 2012 г. 35,9-38,3 т/га, в 2013 г. – 48,6-54,3 т/га, в 2014 г. 59,2-62,8 т/га, а в среднем за период исследований – 48,2-51,2 т/га. Использование микроудобрения Поликом Свекла увеличило этот показатель до 49,4-52,9 т/га, т.е. на 2,5-3,4% (таблицы 4-6).

Таблица 4 – Урожайность сахарной свеклы в зависимости от применения фунгицидов группы стробилуринов и микроэлементов, т/га (Блок 1)

Вариант	Урожайность, т/га			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Контроль	38,3	52,4	62,8	51,2
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5 л/га)	38,8	52,9	66,9	52,9
Абакус (1,25 л/га)	54,0	57,5	68,1	59,9
Амистар (0,6 л/га)	55,3	57,9	70,3	61,2
MSW 733 (0,8 л/га)	52,2	60,2	65,7	59,4
Абакус (1,25 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5л/га)	52,1	57,5	68,4	59,3
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5л/га)	50,1	59,6	67,2	59,0
MSW 733 (0,8 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5л/га)	50,6	58,5	67,9	59,0
НСР ₀₅	4,10	3,17	6,11	

При использовании фунгицидов группы стробилуринов средняя урожайность корнеплодов сахарной свеклы изменялась в пределах 59,4-61,2 т/га, а при добавлении к ним микроудобрения Поликом Свекла – 59,0-59,3 т/га (таблица 4). В блоке опыта, где вносили фунгициды группы триазолов, указанные выше показатели составили 53,4-55,2 и 54,1-57,2 т/га соответственно (таблица 5), а при двукратном использовании этих препаратов – 52,5-54,5 и 53,1-55,0 т/га (таблица 6). Наибольшая урожайность корнеплодов сахарной свеклы в среднем за период исследований была получена при использовании фунгицида Амистар (0,6 л/га) – 61,2 т/га, что выше по сравнению с контролем на 19,5%. Минимальную прибавку урожайности корнеплодов в среднем за три года (4,6%) обеспечило совместное применение фунгицидов Амистар (0,6 л/га) и Менара (0,4 л/га).

Таблица 5 – Урожайность сахарной свеклы в зависимости от применения фунгицидов группы триазолов и микроэлементов, т/га (Блок 2)

Вариант	Урожайность, т/га			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Контроль	35,9	48,6	60,0	48,2
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5 л/га)	35,6	50,7	61,9	49,4
Менара (0,4 л/га)	45,0	55,4	63,5	54,6
Рекс дуо (0,5 л/га)	37,7	56,3	66,2	53,4
Прозаро (0,6 л/га)	44,7	53,9	63,3	54,0
Колосаль про (0,4 л/га)	44,5	53,6	65,0	54,4
Сетар (0,3 л/га)	46,0	54,4	65,2	55,2
Менара (0,4 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	43,1	51,9	67,4	54,1
Рекс Дуо (0,5 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	48,6	56,2	66,9	57,2
Прозаро (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	42,9	56,2	69,1	56,1
Колосаль Про (0,4 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	43,2	54,1	67,7	55,0
Сетар (0,3 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га)	44,6	53,1	67,1	54,9
НСР ₀₅	3,44	3,23	7,07	

Таблица 6 – Урожайность сахарной свеклы при двукратном применении фунгицидов и микроэлементов (Блок 3)

Вариант	Урожайность, т/га			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Контроль	37,0	54,3	59,2	50,2
Составы Поликом Свекла-1 и 2 (2,0 и 2,5 л/га)	37,4	54,6	60,6	50,9
Абакус (1-я обр., 1,25 л/га); Рекс дуо (2-я обр., 0,5 л/га)	47,9	57,5	58,2	54,4
Амистар, (1-я обр., 0,6 л/га); Менара (2-я обр., 0,4 л/га)	44,8	56,0	56,8	52,5
Амистар (1-я обр., 0,6 л/га); Сетар (2-я обр., 0,3 л/га)	45,0	54,0	61,3	53,4
Амистар (1-я обр., 0,6 л/га); Прозаро (2-я обр., 0,6 л/га)	46,2	54,5	59,5	53,4
Абакус (1,25 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр.; Рекс Дуо (0,5 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	48,2	55,9	60,9	55,0
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр.; Менара (0,4 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	43,8	55,6	59,8	53,1
Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр.; Сетар (0,3 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	44,6	57,5	61,3	54,5
10. Амистар (0,6 л/га) + Поликом Свекла-1 (2 л/га) 1-я обр.; Прозаро (0,6 л/га) + Поликом Свекла-2 (2,5 л/га) 2-я обр.	45,6	57,1	59,6	54,1
НСР ₀₅	3,69	5,13	5,43	

Выводы

1. Развитие церкоспороза на посевах сахарной свеклы при ее возделывании без применения фунгицидов составило в сложившихся условиях в среднем за 3 года 73,3-75,0%. Использование фунгицидов снижало этот показатель в 1,4-1,8 раза, причем наибольший эффект обеспечило применение препарата Амистар (0,6 л/га). Внесение микроудобрения Поликом Свекла не оказало существенно-го влияния на развитие церкоспороза.

2. Использование микроудобрения Поликом Свекла увеличило урожайность корнеплодов сахарной свеклы в среднем на 2,5-3,4%, а применение фунгицидов – на 4,6-19,5%. Наибольшую прибавку урожайности обеспечил фунгицид Амистар (0,6 л/га). Достоверной, как правило, она была при использовании фунгицидов лишь при эпифитотийном развитии церкоспороза.

3. Совместное использование фунгицидов и микроудобрения Поликом Свекла оказалось целесообразным лишь при применении на посевах сахарной свеклы таких препаратов как Рекс Дуо, Прозаро и Колосаль Про.

Литература

1. *Абрамович, И.К.* Продуктивность и качество корнеплодов различных гибридов сахарной свеклы в зависимости от элементов технологии возделывания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И.К. Абрамович; 06.01.09. Жодино, 2014

2. *Доброзракова, Т.Л.* Сельскохозяйственная фитопатология, 2 – е изд., испр. и доп. Под редакцией М.К. Хохрякова, Ленинград: изд. «Колос», 1974 – 382 с.

3. *Калинина, А.А.* Особенности стробирулин содержащих фунгицидов. Материалы докладов участников VI совещания – семинара «Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур «Анапа-2010»/ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. – Москва, 2010.

4. *Лукьянюк, Н.А.* Рекомендации по контролю церкоспороза в посевах сахарной свеклы / Н. А. Лукьянюк [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию, Республиканское дочернее унитарное предприятие «Опытная научная станция по сахарной свекле». - Несвиж : Несвижская укрупненная типография им. С. Будного, 2011. – 18 с.

5. Методические указания по оценке качества сахарной свеклы. – М.: ВНИИСП, 1981. – 7 с.

6. *Пидопличко, Н.М.* Грибы-паразиты культурных растений: определитель: в 3-х т., Том 2 Грибы несовершенные, Издательство: Киев : Наукова думка, 1977. – Т. 2. – 300 с.

7. *Попов, С.Я.* Основы химической защиты растений. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А./ Под ред. профессора С.Я. Попова. – М.: Арт-Лион, 2003. – 208 с.

8. *Радивон, В.А.* Сравнительная эффективность фунгицидов на сахарной свекле против церкоспороза / В.А. Радивон, Н.А. Лукьянюк // Материалы Межд. науч.-практ. конфер. посв. 85-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Несвиж, 28-29 ноября 2013 г.). – Несвиж, 2013. – С. 330-333.

9. *Тюттерев, С.Л.* Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам [Фитопатогенные грибы]. Журнал «Вестник защиты растений», 2001; N 1. - С. 38-53

10. *Шкаликов, В.А.* Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов, О.О. Белошапкина, Д.Д. Букреев, 2-е изд., испр. и доп. — М.: Колос, 2003. – 255 с.

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USE OF MICROELEMENT AND FUNGICIDE TANK MIXTURES ON SUGAR BEET CROPS

I.V. Chechetkina

Research results of the study on the effectiveness of the use of fungicides, microelements and their tank mixtures on sugar beet crops are presented in the article. It was established that the application of fungicide Amistar (0.6 l/ha) provided the highest root yield. Combined application of fungicides and microfertilizer Polikom Svekla was effective only at the use of Rex Duo, Prozarо and Kolosal Pro on sugar beet crops.

УДК 633.11«324»:632[952+4]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДА СКАЙВЭЙ ХПРО, КЭ ПРОТИВ ФУЗАРИОЗА КОЛОСА И ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Н. Шашко, Ю.К. Шашко, канд. с.-х. наук

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 5.03.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук В.Н. Буштевич

Аннотация. В статье представлены результаты исследования биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Скайвэй Хпро, КЭ против фузариоза колоса и зерна озимой пшеницы. Установлено, что применение препарата Скайвэй Хпро, КЭ (1,25 л/га) обеспечило сохраненный урожай в среднем за три года в размере 14,0 ц/га (+22,5% к контрольному варианту), что было выше, чем у эталонного препарата Прозаро, КЭ (1,0 л/га) – 10,3 ц/га (+16,6%). Сокращение нормы расхода Скайвэй Хпро, КЭ до 1,0 л/га не приводит к статистически достоверному снижению уровня хозяйственной эффективности.

Введение. Озимая пшеница – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Посевные площади ее в Беларуси составляют более 500 тыс. га. Одним из факторов, снижающих урожай и его качество, является поражение фузариозными болезнями, из которых наибольшее значение в последние годы приобретает фузариоз колоса. Вредоносность этого заболевания связана как с прямыми потерями урожайности (снижение массы 1000 зерен), так и с косвенными (снижение посевных, технологических, хлебопекарных качеств пораженного зерна и наличие в нем микотоксинов). Борьба с фузариями затруднена по ряду причин: очень ограниченное количество источников устойчивости в мировой коллекции, широкая распространенность фузариев в агроценозах, которая усиливается в связи с потеплением климата и перенасыщением севооборота злаковыми культурами, смена патогенных комплексов и появление новых агрессивных видов и штаммов. В сельскохозяйственной практике широко применяется химический метод защиты от болезней, так как позволяет экстренно реагировать и, применив фунгицид, предотвратить развитие эпифитотии. В связи с этим изучение новых препаратов является актуальным.

Требования к фунгицидам против фузариоза колоса высоки. Они должны снижать внешние симптомы поражения, защищать зерновки от заражения патогеном, способствовать уменьшению содержания микотоксинов (преимущественно дезоксиниваленола (ДОН)) в зерне, быстро деградировать до нетоксичных продуктов в связи с коротким периодом от обработки растений до созревания зерна [3]. Исследования, проведенные в разных странах мира, показали, что наиболее эффективны против фузариозов три действующих вещества из группы триазолов: тебуконазол, протиоконазол, метконазол (таблицы 1-2) [9, 11, 12, 13]. Согласно информации, размещенной на сайте <http://www.eurowheat.org>, комбинации этих веществ друг с другом и с пироксамином (химический класс морфолины) обеспечивают наилучший эффект в контроле фузариоза колоса [цит. по 2].

Таблица 1 – Биологическая эффективность действующих веществ против фузариоза колоса пшеницы [11]

Стадия развития по Zadoks	Действующее вещество	Развитие инфекции, %			
		Ости	БЭ, %*	Колоски	БЭ, %
61	Тебуконазол	33	44	28	31
61	Бензимидазол	35	41	43	0
61	Имидазол	43	27	38	6
65	Тебуконазол	33	44	25	38
65	Бензимидазол	42	28	40	0
65	Имидазол	33	44	31	22
61+65	Тебуконазол	26	56	21	47
61+65	Бензимидазол	32	46	28	31
61+65	Имидазол	37	38	33	19
	Контроль	59		40	

* – биологическая эффективность

Таблица 2 – Эффективность фунгицидов против фузариоза колоса пшеницы и накопления ДОН [13]

Препарат	ДВ	ДОН, % к контролю	Фузариоз колоса, % к контролю
Saramba	Метконазол, 60 г/л	40-45	40-50
Prosaro	Протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л	40-42	45-53
Folicur	Тебуконазол, 250 г/л	22-28	30-40

Как видно из таблиц, даже лучшие препараты не обеспечивают защиту колоса более чем на 60%. Это связано с тем, что фузариоз колоса – цветковая инфекция и фунгицид необходимо применить в очень узкий по времени период, когда происходит заражение колоса. Фирма Байер предлагает вносить фунгициды, когда видны первые пыльники [6]. Если видны сухие завявшие пыльники, то с применением фунгицида уже опоздали, потому что конидии гриба уже проникли в цветки и заразили пыльники, как наиболее восприимчивый суб-

страт. Показано также, что фунгициды более эффективны на среднеустойчивых сортах, чем на восприимчивых [9].

В «Государственном реестре средств защиты растений...» зарегистрировано больше сорока фунгицидных препаратов против фузариоза колоса на озимой пшенице. Шесть из них содержат в составе действующие вещества метконазол или тебуконазол в чистом виде и только два препарата – комбинацию протиоконазола с тебуконазолом: прозаро, КЭ (протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л) и скайвэй Хрго, КЭ (биксафен, 75 г/л + протиоконазол, 100 г/л + тебуконазол, 100 г/л). Целью наших исследований было оценить эффективность нового препарата фирмы Bayer Скайвэй Хрго против фузариоза колоса озимой пшеницы.

Материалы и методы. В качестве эталона использовали Прозаро, КЭ – системный фунгицид профилактического и лечебного действия, один из наиболее эффективных против фузариоза колоса пшеницы. Оба изучаемых препарата содержат в составе протиоконазол и тебуконазол, но в формуляцию Скайвэй Хрго добавлен биксафен – вещество из класса пиразолов, подавляющее прорастание мицелия и спор грибов [6].

Исследования проводили в 2014-2017 гг. на опытном поле лаборатории иммунитета с предшествующей монокультурой зерновых (инфекционный фон). Почва дерново-подзолистая рыхло-супесчаная среднекультуренная, содержание гумуса от 2,33 до 3,01%, P_2O_5 – 230-288 мг/кг, K_2O – 286-380 мг/кг почвы, рН 6,38-6,53. Для посева использовали семена озимой пшеницы сорта *Элегия*, норма высева 4,5 млн шт./га, сеялка John Deere. Площадь делянки 5 м², четырехкратная повторность. Агротехника – согласно технологическому регламенту возделывания озимой пшеницы в данной почвенно-климатической зоне. В фазу «флаговый лист» (ДК 37-39) проводили фоновую обработку фунгицидом против листовых инфекций. Для более достоверной оценки эффективности препаратов проводили искусственную инокуляцию растений в фазу «начало цветения» (ДК 61) спорой суспензией (концентрация спор 1×10^5 /мл) *Fusarium culmorum*. Этот вид фузариев является одним из наиболее распространенных и вредоносных возбудителей фузариоза колоса, вызывает явную форму поражения в виде розово-оранжевого налета спороношения [4, 8, 10]. В чистой культуре он весьма быстро растет и обильно спороносит при обычных условиях на стандартных питательных средах, что позволяет за короткий период наработать достаточное количество инфекционного материала. Заражение проводили в вечернее время, предварительно увлажнив растения водой с помощью ручного опрыскивателя. Обработку фунгицидами проводили на следующий день после инокуляции. Учеты распространенности и развития болезни, а также фитоэкспертизу семян проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5].

Метеорологические условия в годы исследований отличались от средне-многолетних показателей. В течение вегетационного периода 2014 г. температура воздуха превышала среднемноголетнюю норму, дефицита осадков не наблюдалось до уборки. В 2017 г. сумма активных температур была ниже нормы

в основную часть вегетационного периода (май-август), но количество атмосферных осадков превышало среднемноголетний уровень на 9,0% при крайне неравномерном их выпадении. В 2015 г. дефицит осадков наблюдался практически весь период от весны до уборки.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2014 г. погодные условия способствовали развитию инфекции фузариоза колоса. Распространенность болезни в контрольном варианте достигла 66,0% и биологическая эффективность изучаемого и эталонного препаратов была невысокой. Дефицит влаги в момент инокуляции летом 2017 г. обусловил невысокую распространенность болезни, биологическая эффективность препаратов была высокой. Развитие болезни в эти годы было примерно одинаковым в варианте без внесения средств защиты. Применение фунгицида Прозаро позволило уменьшить поражение на 47,4-74,2%, а Скайвэй Хрго на 50,6-69,7% (1,0 л/га) и 59,6-69,6% (1,25 л/га) (таблица 3). В 2015 г. растения особенно сильно пострадали от недостатка влаги в июне, когда только во второй декаде выпало 11% от среднедекадной нормы осадков, что не позволило проявиться внешним симптомам поражения.

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицидов против фузариоза колоса озимой пшеницы (ДК 83)

Вариант	Распространенность (P)				Развитие (R)			
	2014 г.		2017 г.		2014 г.		2017 г.	
	%	БЭ, %	%	БЭ, %	%	БЭ, %	%	БЭ, %
Контроль (без обработки)	66,0		19,7		44,5		43,7	
Прозаро, 1,0 л/га (эталон)	32,0	51,5	3,3	83,2	11,5	74,2	23,0	47,4
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	40,0	39,4	5,0	74,6	13,5	69,7	21,6	50,6
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	42,0	36,4	2,0	89,8	18,0	59,6	13,3	69,6

В литературе имеются сведения о высокой положительной корреляции ($r=0,6-0,83$) между степенью поражения колоса и количеством фузариозных зерен [1]. В наших опытах, проведенных в 2014-2015 гг., связь между данными показателями была слабее, коэффициент корреляции составил 0,49-0,52 в зависимости от года исследований [7]. Поэтому мы считаем, что в подобных опытах крайне необходимо проведение фитоэкспертизы зерна, полученного урожая и именно степень инфицированности зерновок считать основным показателем при оценке эффективности фунгицидов.

В годы с благоприятными для развития фузариоза погодными условиями искусственная инокуляция позволила добиться довольно высокого уровня заражения зерна – 57,0-68,0%, и даже в засушливом 2015-м этот показатель составил 28,0%. Биологическая эффективность изучаемых препаратов была примерно на одном уровне и в среднем составила 60,8% у Прозаро и 52,3-54,2% – у Скайвэй Хрго в зависимости от нормы расхода (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние фунгицидов на поражение зерна озимой пшеницы фузариозной семенной инфекцией

Вариант	Поражение <i>Fusarium</i> sp. %				Биологическая эффективность, %			
	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее
Контроль (без обработки)	68,0	28,0	57,0	51,0	-	-	-	-
Прозаро, 1,0 л/га (эталон)	36,0	10,0	14,0	20,0	47,1	64,3	75,4	60,8
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	32,0	12,0	29,0	24,3	52,9	57,1	49,1	52,3
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	38,0	12,0	20,0	23,3	44,1	57,1	64,9	54,2

Так как схема опыта 2014 г. предусматривала посев только двух повторностей с применением искусственной инокуляции посева *F. culmorum*, статистический анализ данных по хозяйственной эффективности препаратов оказался невозможным (таблица 5), однако прибавка урожайности составила 15,1 ц/га у Прозаро и 20,4-20,9 ц/га у Скайвэй Хрго.

Таблица 5 – Влияние фунгицидов на урожайность озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га				Урожайность, ± к контролю	
	2014 г.	2015 г.	2017 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	78,1	57,6	50,7	62,1		
Прозаро, 1,0 л/га	93,2	62,6	61,3*	72,4	+10,3	+16,6
Скайвэй Хрго, 1,0 л/га	99,0	62,1	62,2*	74,4	+12,3	+19,8
Скайвэй Хрго, 1,25 л/га	98,5	62,3	67,6*	76,1	+14,0	+22,5

НСР₀₅ 8,0 10,6

* – статистически достоверное превышение по отношению к контролю

Наиболее благоприятным в этом отношении оказался 2017 г.: оба фунгицида обеспечили статистически достоверную прибавку урожайности. Применение фунгицидов позволило сохранить 10,6-16,9 ц/га урожая озимой пшеницы по отношению к контрольному варианту.

В среднем за три года прибавка составила при применении фунгицида Прозаро, 1,0 л/га 10,3 ц/га или 16,6%, Скайвэй Хрго, 1,0 л/га – 12,3 ц/га (19,8%) и 1,25 л/га – 14,0 ц/га (22,5%).

Выводы

1. Применение фунгицидов с действующими веществами протиоконазол и тебуконазол является эффективным методом борьбы с фузариозом колоса и зерна, биологическая эффективность развития фузариоза колоса колебалась в

зависимости от года исследований от 36,4 до 89,8%, фузариоза зерна – 51,8-57,4%.

2. Сохраненный урожай при применении препарата Скайвэй Хрго с обеими нормами расхода в среднем за три года превысил данный показатель у эталонного препарата Прозаро и составил 12,3-14,0 ц/га или +19,8-22,5% к контрольному варианту.

Литература

1. *Аблова, И.Б.* Принципы и методы создания сортов пшеницы устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса) и их роль в становлении агроэкосистем : автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : 06.01.05 / И.Б. Аблова. – Краснодар, 2008. – 49 с.

2. *Гончаров, А.* Коварный фузариоз колоса / А. Гончаров // *Зерно* [Электронный ресурс]. – 2016. – №5. – Режим доступа : www.zerno-ua.com/journals/2016/may-2016-god/kovarnyy-fusarios-kolosa. – Дата доступа 23.02.2018.

3. *Гришечкина, Л.* Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков / Л. Гришечкина, Г. Волкова, В. Долженко // *Зерновое хозяйство России* [Электронный ресурс]. – 2012. – №4. – Режим доступа : [zhros.ru/num22\(4\)_2012/st15_02_2012-20_Grishechkina.html](http://zhros.ru/num22(4)_2012/st15_02_2012-20_Grishechkina.html). – Дата доступа 22.02.2018.

4. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т.И. Ишкова [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. ин-т заш. растений ; под ред. В.А. Павлюшина. – Санкт-Петербург, 2002. – 76 с.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений ; под ред. С.Ф. Буга. – Минск, 2007. – 508 с.

6. Портал фирмы «Bayer» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.cropscience.bayer.ru/fusarium>. – Дата доступа : 22.02.2018.

7. *Шашко, Ю.К.* Методические аспекты оценки устойчивости пшеницы к фузариозу колоса в селекционном процессе / Ю.К. Шашко [и др.] // *Земледелие и защита растений*. – 2016. – №5. – С. 21-24.

8. *Шашко, М.Н.* Патогенный комплекс грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах в условиях Белоруссии / М.Н. Шашко, Г.В. Будевич, Ю.К. Шашко // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям, посв. 300-летию Санкт-Петербурга. – С-Пб, 2002. – С. 128-129.

9. *Amarasinghe, C.* Evaluation of different fungicides for control of fusarium head blight in wheat inoculated with 3ADON and 15ADON chemotypes of *Fusarium graminearum* in Canada / C. Amarasinghe [et al.] // *Canadian Journal Plant Pathology* [Electronic resource]. – 2013. – №35. – P. 200-208. – Mode of access : <http://dx.doi.org/10.1080/07060661.2013.773942>. – Date of access : 22.02.2018.

10. *Dardis, J.V.* Control of *Fusarium* head blight in wheat under Irish growing conditions: current situation and future prospect / J.V. Dardis, E.J. Walsh // *Biology and Environment / Proceedings of the Royal Irish Academy*. – 2002. – Vol.102B. – №2. – P.93-103.

11. *De Ackermann, M.D.* Research of Fusarium Head Blight of Wheat in Uruguay / M.D. de Ackermann, M.M. Kohli // *Fusarium head Scab: Global status and future prospects. Proceedings of a workshop held at CYMMIT*. – Mexico, 1996. – P. 13-18.

12. *Hollingsworth, C.* Assessing Fungicide Efficacies for the Management of Fusarium Head Blight on Spring Wheat and Barley / C. Hollingsworth, C. Motteberg, G. Thompson // *Plant Management Network* [Electronic resource]. – 2006. – Mode of access : <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2006/fusarium>. – Date of access : 22.02.2018.

13. Managing Fusarium Head Blight (Scab) of Wheat // [Electronic resource]. – Mode of access : <http://bulletin.ipm.illinois.edu/article.php?id=1467>. – Date of access : 22.02.2018.

**EFFICIENCY OF FUNGICIDE SKYWAY XPRO EC AGAINST WINTER
WHEAT FUSARIUM HEAD BLIGHT AND FUSARIUM GRAIN BLIGHT**
M.N. Shashko, Yu.K. Shashko

Research results of biological and economic efficiency of Skyway Xpro EC against Fusarium head blight and Fusarium grain blight of winter wheat are presented in the article. It was established that the use of Skyway Xpro EC (1.25 l/ha) saved 1.4 t/ha of the yield (+22.5% as compared to the control) on average for three years, while the use of standard product Prosaro EC (1.0 l/ha) saved 1.03 t/ha (+16.6%). Rate reduction to 1.0 l/ha did not lead to a significant decrease of economic efficiency level.

УДК 633.11«324»:631.1(003.13)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ**

Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук, И.В. Сацюк, А.П. Гвоздов,

кандидаты с.-х. наук,

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 19.12.2017)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности различных технологий возделывания озимой пшеницы. Установлено, что если при выращивании этой культуры для производства фуражного зерна наиболее приемлемой является обычная технология, то для продовольственного – интенсивная. При использовании на посевах озимой пшеницы азота в дозе N_{70+50} более высокий чистый доход был получен по вспашке, а N_{70+70} – по чизелеванию.*

Введение. В настоящее время Республика Беларусь практически вышла на самообеспечение продовольственной пшеницей, за исключением зерна твердой пшеницы. Увеличение валовых сборов произошло как за счет расширения посевных площадей до 530 тыс. га, так и в результате повышения урожайности новых сортов. В настоящее время большинство из них интенсивного типа, т.е. хорошо отзываются на повышение уровня интенсификации технологии возделывания. Повышение урожайности за счет дополнительного внесения минеральных удобрений и средств защиты растений влечет за собой существенное увеличение производственных затрат и, как следствие этого, снижение экономической эффективности возделывания озимой пшеницы. Поэтому главной целью должно являться не увеличение урожайности, а повышение рентабельности производства.

Одним из основных вопросов в решении проблемы ресурсосбережения в земледелии является совершенствование обработки почвы. На проведение этой технологической операции затрачивается около 40% энергетических и 25%

трудовых затрат в земледелии [3]. Традиционная обработка почвы, основанная на ежегодном проведении вспашки, требует значительных затрат топлива и рабочего времени, что, зачастую, не позволяет в условиях производства провести ее в полном объеме в оптимальные сроки. Несвоевременное и некачественное проведение этой технологической операции может существенно снижать эффективность других агроприемов, оказывая в результате негативное влияние на уровень урожайности возделываемых культур. Кроме того, интенсивная обработка почвы способствует усилению водной и ветровой эрозии, что вызывает деградацию верхнего слоя почвы, снижая ее плодородие. Поэтому во многих странах мира в настоящее время проводятся исследования по изучению возможности минимализации обработки почвы при возделывании основных сельскохозяйственных культур [1, 2].

Материалы и методика исследований. Изучение эффективности различных элементов технологии возделывания озимой пшеницы проводили в 2013-2016 гг. в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной высококультуренной (гумус – 2,67-3,03%, P_2O_5 – 236-262 мг/кг, K_2O – 330-366 мг/кг, pH – 5,4-6,0) и среднекультуренной почве (гумус – 2,29-2,36%, P_2O_5 – 178-183 мг/кг, K_2O – 278-316 мг/кг, pH – 5,7-6,0). В опыте 1 предшественником был озимый рапс, после уборки которого проводилось лушение стерни с последующей вспашкой, а в опыте 2 – клевер 1 г.п., после которого озимую пшеницу возделывали по вспашке, чизелеванию, дискованию и с использованием технологии прямого посева в необработанную почву. Озимую пшеницу сорта *Элегия* в этих опытах высевали во второй декаде сентября. Норма высева – 4,0 млн/га всхожих зерен. Семена перед посевом протравливали препаратом Баритон, КС (1,5 л/т). Фосфорно-калийные удобрения ($P_{75}K_{120}$) вносили под основную обработку почвы. В опыте 1 при обычной технологии возделывания азотные удобрения вносили весной при возобновлении вегетации (N_{60}) и в фазу конец кущения – начало выхода в трубку (N_{50}). При интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы в фазу появления флагового листа дополнительно вносили азот в дозе N_{40} . В опыте 2 использовали два уровня азотного питания растений: N_{70+50} и N_{70+70} при внесении азота в начале активной вегетации растений и в фазу выхода в трубку. Для защиты посевов от сорняков в опытах осенью в фазу 2-3 листьев озимой пшеницы применяли гербицид Алистер гранд, МД (0,7 л/га), а от болезней – фунгицид Зантара, КЭ (0,8 л/га), который вносили в фазу флагового листа. При интенсивной технологии возделывания дополнительно в фазу конец кущения – начало выхода в трубку проводили обработку посевов ретардантом Моддус, КЭ (0,2 л/га), а в фазу начала цветения для защиты колоса фунгицидом Прозаро, КЭ (0,8 л/га).

Содержание сырого протеина и клейковины в зерне озимой пшеницы определяли методом ИК-спектроскопии на приборе NIRS-5000. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящих в состав Microsoft Excel.

Результаты исследований и обсуждение. Урожайность зерна озимой пшеницы на высококультуренной почве в зависимости от погодных условий,

складывающихся в годы исследований, и технологии возделывания изменялась от 61,5 до 82,5 ц/га. В среднем за 3 года при обычной технологии возделывания урожайность составила 70,9 ц/га, что на 7,5 ц/га (10,6%) меньше чем при возделывании по интенсивной технологии. При этом достоверное увеличение урожайности зерна при повышении уровня интенсификации технологии наблюдалось во все годы исследований, не зависимо от сложившихся погодных условий (таблица 1).

Содержание сырого белка в зерне при обычной технологии возделывания озимой пшеницы в зависимости от погодных условий в годы исследований изменялось от 13,9 до 14,6% и составило в среднем 14,2%. При повышении уровня интенсификации содержание сырого белка в зерне в годы исследований изменялось от 15,2 до 16,9% и составило в среднем 16,1%, что 1,13 раза больше по сравнению с обычной технологией (таблица 2).

Таблица 1 – Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Элегия в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания

Вариант	Урожайность, ц/га				± к контролю	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	ц/га	%
Обычная технология	77,0	61,5	74,1	70,9	–	–
Интенсивная технология	82,5	76,8	76,0	78,4	7,5	10,6
НСР ₀₅	3,8	2,3	2,8			

Содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы в период исследований изменялось в пределах 28,8-38,5%. При возделывании ее по обычной технологии этот показатель в зависимости от погодных условий в период вегетации растений составил 28,8-33,9%, а в среднем за 3 года 31,5%. При повышении уровня интенсификации технологии возделывания содержание сырой клейковины увеличилось до 32,0-38,5%, составив в среднем за период исследований 36,3%, что выше по сравнению с обычной технологией в 1,15 раза.

Таблица 2 – Качество зерна озимой пшеницы сорта Элегия в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания

Показатель	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Обычная технология				
Белок, %	14,2	14,6	13,9	14,2
Клейковина, %	28,8	33,9	31,8	31,5
Интенсивная технология				
Белок, %	15,2	16,9	16,2	16,1
Клейковина, %	32,0	38,5	38,3	36,3

Из вышеизложенного следует, что содержание сырого белка и сырой клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы сорта Элегия соответствовало в период

проведения исследований требованиям, предъявляемым к зерну продовольственной пшеницы.

Для объективной оценки полученных результатов был проведен экономический анализ. Расчет производственных затрат на возделывание озимой пшеницы проводился на основе технологических карт с учетом средней за годы исследований урожайности зерна и цен на средства защиты растений и минеральные удобрения по состоянию на 01.11.2017 г. Для расчета стоимости полученной продукции использованы закупочные цены, как на фуражное, так и продовольственное зерно третьего класса качества, указанные на сайте министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в разделе «Цены на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2017 г.».

Расчеты показали, что по мере повышения уровня интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы производственные затраты увеличивались с 1236,4 руб./га до 1450,6 руб./га или на 17,3% (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность различных технологий возделывания озимой пшеницы (среднее за 2014-2016 гг.)

Показатель	Фуражное зерно		Продовольственное зерно 3 класса	
	обычная технология	интенсивная технология	обычная технология	интенсивная технология
Урожайность, ц/га	70,9	78,4	70,9	78,4
Стоимость продукции, руб./га	1506,6	1666,0	2152,4	2380,1
Произв. затраты, руб./га	1236,4	1450,6	1236,4	1450,6
Чистый доход, руб./га	270,2	215,4	916,0	929,5
Рентабельность, %	121,9	114,8	174,1	164,1
Себестоимость, руб./ц	174,4	185,0	174,4	185,0
Окупаемый уровень урожайности, ц/га	58,2	68,3	40,7	47,8

Установлено, что экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы зависела как от уровня интенсификации технологии, так и цены реализации выращенного зерна. При производстве зерна озимой пшеницы, реализуемого на фураж, наибольший чистый доход (270,2 руб./га) и рентабельность (121,9%) были получены при обычной технологии. Возделывание озимой пшеницы по интенсивной технологии снизило в этом случае чистый доход на 54,8 руб./га, а рентабельность на 7,1%. Расчеты показали, что при такой величине производственных затрат для получения нулевого уровня рентабельности урожайность фуражного зерна озимой пшеницы должна составлять 58,2 ц/га при обычной технологии возделывания и 68,3 ц/га при интенсивной.

При реализации пшеницы по цене 3 класса качества продовольственного зерна, что примерно соответствует договорным ценам на фуражное зерно, сложившимся осенью 2017 г., эффективность возделывания озимой пшеницы существенно возрастала. Чистый доход в этом случае при интенсивной техноло-

гии возделывания составил 929,5 руб./га, а рентабельность 164,1%. При обычной технологии эти показатели были равны 916,0 руб./га и 174,1% соответственно. В отличие от производства фуражного зерна, где чистый доход с увеличением уровня интенсификации снижался, при производстве продовольственного зерна этот показатель незначительно увеличился. Расчеты показали, что в данном случае для получения нулевой рентабельности урожайность зерна озимой пшеницы должна составлять 40,7 ц/га при обычной технологии возделывания и 47,8 ц/га при интенсивной.

Установлено, что при возделывании озимой пшеницы на среднекультуренной почве после клевера 1 г.п. урожайность зерна в варианте, где под все культуры севооборота проводили вспашку, составила при внесении азота в дозе N_{70+50} 40,8 ц/га. Замена вспашки под все культуры севооборота чизелеванием или дискованием снижала урожайность зерна при этом уровне азотного питания растений на 1,8 и 3,2 ц/га (4,4 и 7,8%). В варианте с использованием под все культуры севооборота технологии прямого посева в необработанную почву урожайность зерна озимой пшеницы в этом блоке опыта снижалась по сравнению со вспашкой на 4,2 ц/га (10,3%). При увеличении дозы азота под озимую пшеницу на 20 кг/га д.в. (N_{70+70}) снижение урожайности зерна по сравнению со вспашкой с использованием N_{70+50} в вариантах с чизелеванием, дискованием и прямым посевом составило соответственно 1,6; 2,6 и 4,0 ц/га, т.е. 1,7; 4,2 и 7,6%. Необходимо отметить, что если при использовании N_{70+50} достоверные различия по урожайности озимой пшеницы отмечались между вспашкой, дискованием и прямым посевом, то на фоне N_{70+70} только между вспашкой и прямым посевом (таблица 4).

Урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой по вспашке, чизелеванию, дискованию, прямому посеву существенно не зависела от способов обработки почвы под предшествующие культуры севооборота.

При замене вспашки чизелеванием производственные затраты на возделывание озимой пшеницы снижались на 40,04–41,60, дискованием на 54,78–56,86, прямым посевом в необработанную почву на 84,80–88,16 руб./га в зависимости от уровня азотного питания растений и урожайности. Однако более высокая урожайность зерна озимой пшеницы по ежегодной вспашке на фоне N_{70+50} обеспечила ее преимущество в сложившихся условиях по чистому доходу перед другими изучаемыми способами обработки почвы, проводимыми под все культуры севооборота. Так, если в варианте с ежегодной вспашкой этот показатель составил 69,53 руб./га, то в вариантах с ежегодным чизелеванием, дискованием и прямым посевом он был ниже соответственно на 13,05; 40,29 и 40,63 руб./га. Аналогичная закономерность отмечалась также по рентабельности. Если при ежегодной вспашке этот показатель был равен 5,95%, то при ее замене чизелеванием, дискованием и прямым посевом он снижался на 0,94; 3,32 и 3,28%. Себестоимость зерна при этом возрастала на 0,26; 0,93 и 0,92 руб./ц (таблица 5).

Вспашка при ежегодном проведении в севообороте имела преимущества по экономическим показателям перед другими способами обработки почвы и при более высоком уровне азотного питания озимой пшеницы (N_{70+70}). Чистый

Таблица 4 – Урожайность зерна озимой пшеницы зависимости от способа обработки почвы в севообороте и применения азотных удобрений, ц/га

№ варианта	Озимая рожь на з/к + вико-овсяная смесь на з/к + редька масличная на з/к	Ячмень + клевер луговой	Клевер 1 г.п.	Озимая пшеница	Урожайность, ц/га	
					N ₇₀₊₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₇₀₊₇₀ P ₆₀ K ₁₂₀
1	B ₂₀	B ₂₀	-	B ₂₀	40,8	41,7
2	Ч ₂₀	Ч ₂₀	-	Ч ₂₀	39,0	40,1
3	Д ₁₀	Д ₁₀	-	Д ₁₀	37,6	39,1
4	ПП	ПП	-	ПП	36,6	37,7
5	ПП	B ₂₀	-	B ₂₀	40,7	41,7
6	ПП	B ₂₀	-	Ч ₂₀	39,5	40,5
7	ПП	B ₂₀	-	Д ₁₀	38,0	39,3
8	ПП	B ₂₀	-	ПП	37,0	38,3
9	ПП	ПП	-	B ₂₀	40,3	40,9
10	ПП	Ч ₂₀	-	B ₂₀	40,9	41,8
11	ПП	Д ₁₀	-	B ₂₀	40,5	41,0
12	ПП	Ч ₂₀	-	ПП	36,3	37,7
13	ПП	Д ₁₀	-	ПП	37,0	38,2

НCP₀₅

3,0

Примечание: B₂₀, Ч₂₀, Д₁₀ – вспашка, чизелевание, дискование, проводимые на глубину (см), указанную в виде индекса; ПП – прямой посев.

Таблица 5 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

№ варианта	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб./ц
1	2	3	4	5	6
Фон 1					
1	1238,61	1169,08	69,53	5,95	28,65
2	1183,96	1127,48	56,48	5,01	28,91
3	1141,46	1112,22	29,24	2,63	29,58
4	1111,10	1082,20	28,90	2,67	29,57
5	1235,57	1168,82	66,75	5,71	28,72
6	1199,14	1128,78	70,36	6,23	28,58
7	1153,60	1113,26	40,34	3,62	29,30
8	1123,25	1083,24	40,01	3,69	29,28
9	1223,43	1167,80	55,63	4,76	28,98
10	1241,64	1169,34	72,30	6,18	28,59
11	1229,50	1168,32	61,18	5,24	28,85
12	1102,00	1081,44	20,56	1,90	29,79
13	1123,25	1083,24	40,01	3,69	29,28
Фон 2					
1	1265,93	1191,75	74,18	6,22	28,58
2	1217,36	1150,67	66,69	5,80	28,70
3	1187,00	1136,45	50,55	4,45	29,07

Продолжение таблицы 5					
1	2	3	4	5	6
4	1144,50	1105,39	39,11	3,54	29,32
5	1265,93	1191,75	74,18	6,22	28,58
6	1229,50	1151,71	77,79	6,75	28,44
7	1193,07	1136,97	56,10	4,93	28,93
8	1162,71	1106,95	55,76	5,04	28,90
9	1241,64	1189,69	51,95	4,37	29,09
10	1268,96	1192,01	76,95	6,46	28,52
11	1244,68	1189,95	54,73	4,60	29,02
12	1144,50	1105,39	39,11	3,54	29,32
13	1159,68	1106,69	52,99	4,79	28,97

доход в этом варианте составил 74,18 руб./га, что превышало ежегодно проводимые в севообороте чизелевание, дискование и прямой посев на 7,49; 23,63; 35,07 руб./га. Рентабельность в варианте со вспашкой увеличивалась по сравнению с указанными выше способами обработки почвы соответственно на 0,12; 0,49; 0,74 руб./ц. Сопоставление полученных результатов свидетельствует о том, что при увеличении уровня азотного питания растений различия по основным показателям экономической эффективности между ежегодно проводимыми в севообороте вспашкой, чизелеванием, дискованием, прямым посевом существенно снижались.

При чередовании в севообороте изучаемых способов обработки почвы и возделывании озимой пшеницы по чизелеванию, дискованию, прямому посеву чистый доход и рентабельность были выше, себестоимость зерна ниже по сравнению с ежегодным проведением этих способов обработки почвы. Наибольший чистый доход (77,79 руб./га) и рентабельность (6,75%) при наименьшей себестоимости зерна (28,44 руб./ц) получены в варианте, где под предшествующую культуру проводили вспашку, а под озимую пшеницу чизелевание, и применяли азот в дозе N_{70+70} .

Выводы

1. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы, включающая дополнительное применение в фазу конец кушения – начало выхода в трубку ретарданта Моддус (0,2 л/га), в фазу флагового листа азота (N_{40}), в фазу начала цветения фунгицида Прозаро (0,8 л/га), обеспечила по сравнению с обычной технологией прибавку урожайности 10,6% и увеличила содержание в зерне белка в 1,13 и клейковины в 1,15 раза.

2. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы по изучаемым технологиям зависела от цены производимого зерна. Если при реализации его на фураж обычная технология обеспечила по сравнению с интенсивной повышение чистого дохода на 54,8 руб./га, то при реализации на продовольственные цели интенсивная технология повышала чистый доход по сравнению с обычной на 13,5 руб./га.

3. Эффективность способов обработки почвы под озимую пшеницу находится в определенной зависимости от применения на посевах этой культуры

азотных удобрений. При внесении азота в дозе N_{70+50} наибольший чистый доход (72,3 руб./га) был получен при возделывании озимой пшеницы по вспашке, а при использовании N_{70+70} по чизелеванию (77,79 руб./га) при проведении под предшествующую культуру соответственно чизелевания и вспашки.

Литература

1. Булавин, Л.А. Обработка почвы в ресурсосберегающем природоохранном земледелии: аналитический обзор / Л.А. Булавин [и др.]. – Жодино, 2009. – 30 с.
2. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – №6. – С.16-20.
3. Нагорский, И.С. Снижение ресурсопотребления и повышение качества обработки почвы на основе использования новых комбинированных почвообрабатывающих машин / И.С. Нагорский, В.В. Азаренко // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства: матер. Межд. науч.-практ. конф. – Жодино, 1998. – Т.1. – С.250-256.

ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION

L.A. Bulavin, I.V. Satsyuk, A.P. Gvozdoz

Research results on the estimation of the efficiency of different winter wheat cultivation technologies are presented in the article. It was established that the common technology was the most efficient one when the crop was grown for forage grain, while for the production of food grain, it was better to use the intensive technology. The higher pure income was obtained due to the application of N_{70+50} after ploughing or N_{70+70} after chiseling.

УДК 633.15:631.5:636.085(476)

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЗЕРНО И СИЛОС ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСПЕЛОСТИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Д.Н. Володькин, Н.Ф. Надточаев, кандидаты с.-х. наук, ***М.А. Мелешкевич***, старший научный сотрудник, ***Н.С. Степаненко***, научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 12.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

Аннотация. В статье представлена экономическая эффективность выращивания различных по скороспелости гибридов кукурузы по результатам полевых исследований в 2016-2017 гг. Показано, что для возделывания на зерно более выгодно использовать среднеранние (ФАО 200-220) и раннеспелые (ФАО 180-190) гибриды, на силос – среднеспелые (ФАО 230-250) и среднеранние. Силосование зерна более выгодно, чем его сушка, при которой чистый доход выше на 280,3-298,1 руб./га.

Введение. На современном этапе рост и стабилизация урожайности кукурузы являются наиважнейшим условием повышения конкурентоспособности ценной зернофуражной и силосной культуры, что достигается путем внедрения более продуктивных гибридов. Гибрид является базовым элементом энерго- и ресурсосберегающих технологий. Он во многом определяет величину и качество урожая [1]. Одним из главных критериев оценки гибридов является пригодность к современным технологиям, способствующим формированию высоких и стабильных урожаев с хорошим качеством продукции, а также устойчивость к вредителям, болезням и абиотическим факторам среды [2, 3]. При выборе гибрида кроме скороспелости также важен и генетический потенциал биотипов, который проявляется не только в уровне продуктивности гибридов, но и в других хозяйственно полезных признаках, например, в интенсивности потери влаги зерном в период созревания, способности сохранять зелеными листья при достижении восковой спелости зерна и т.д. [4].

Возделывать кукурузу на зерно целесообразно в районах, где сумма эффективных температур с мая по сентябрь превышает 820 °С, поскольку ее урожайность при всех прочих удовлетворительных условиях на 80-90% определяется теплообеспеченностью [5]. Сушка влажного зерна характеризуется высокими капитальными вложениями, значительными энерго- и трудозатратами, что обуславливает необходимость поиска более простых и дешевых приемов сохранения кормового зерна, которое можно скармливать животным непосредственно во влажном состоянии [6]. Заготовка силосованного влажного зерна обходится сельскохозяйственному предприятию на 10-30% дешевле, чем его сушка газом или жидким топливом [7].

Условия и методика исследований. Полевые опыты проводили в 2016-2017 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых (лессовидных) супесях, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика опытного участка: рН – 6,05-6,14, содержание P₂O₅ – 180-200 мг/кг, K₂O – 257-286 мг/кг почвы, гумус – 2,24-2,70%.

Предшественник – кукуруза. Навоз КРС в дозе 50 т/га вносили под предшественник. Подготовка почвы: зяблевая вспашка, весной – дискование, предпосевная культивация АКШ. Внесение удобрений: осенью – фосфорные (P₁₅), весной – калийные в дозе K₁₃₀, карбамид в дозе 100 кг/га д.в. до посева и 45 кг/га д.в. в подкормку в фазу 6-8 листьев. Срок сева: последняя декада апреля – начало мая, норма высева – 120 тыс. семян/га, после подсчета количества взшедших растений в опытах проведено подравнивание густоты их стояния до 80 тыс./га. Способ сева широкорядный, ширина междурядий 70 см. По всходам в фазу 3 листьев кукурузы применен гербицид Примэстра Голд TZ (4,0 л/га).

Учетная площадь опытных делянок 10 м². Повторность – трехкратная.

Погодные условия первой половины вегетационного периода 2016 г. характеризовались умеренно теплой погодой и постоянным дефицитом осадков. Более теплая погода весны и первого летнего месяца относительно нормы спо-

способствовала хорошему развитию кукурузы. Вторая половина лета, особенно июль, оказалась достаточно влажной и теплой, что обеспечило хорошие прирост початков и спелость зерна, в то время как жаркая погода третьей декады июня при дефиците осадков сдержала прирост листостебельной массы. Сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2016 г. составила 1014 °С при среднемноголетнем показателе за 30 последних лет 891 °С. С мая по сентябрь в 2016 г. по метеостанции Борисов выпало 319 мм осадков при среднемноголетнем показателе 377 мм.

Погодные условия двух последних весенних месяцев 2017 г. в целом характеризовались более низкой относительно нормы температурой воздуха. Продолжительная, в течение 4 декад, холодная погода при обильных в конце третьей декады апреля и первой декаде мая осадках негативно сказалась на полевой всхожести семян. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца, а август и сентябрь, наоборот, – теплыми. Положительным моментом явилось также достаточное выпадение осадков в июле и августе, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде. Поэтому в целом сформирован достаточно хороший урожай этой культуры. Однако по развитию растения сильно отставали от предыдущего года, на что существенно оказал влияние температурный фактор. Сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, осадков выпало 368 мм.

Результаты исследований и их обсуждение. В опыте, включавшем 19 гибридов французской компании «Сингента» и немецкой фирмы «КВС», 5 вариантов с числом ФАО 180-190 отнесены к ранней группе спелости, 9 вариантов с числом ФАО 200-220 – к среднеранней и 5 вариантов с числом ФАО 230-250 – к среднеспелой. Гибриды включены в реестр с 2005 г. по 2017 г., в первой группе – в среднем семь лет тому назад, во второй – четыре, в третьей – три.

Гибриды раннеспелой группы в среднем имели массу 1000 семян 275 г, их лабораторная всхожесть составила 97,8%, которая в полевых условиях снизилась на 3,4%. Гибриды среднеранней группы с массой 1000 зерен 294 г в лабораторных условиях всходили на 98,4%, а в поле всхожесть семян уменьшилась на 7,3%. В среднеспелой группе перечисленные показатели составили соответственно 289 г, 98,8% и 8,2%. Из представленных результатов видно, что раннеспелые гибриды лучше адаптированы к холоду и в полевых условиях, несмотря на меньшую массу семян, обеспечивают более высокую всхожесть относительно среднеранних и особенно среднеспелых гибридов (таблица 1).

В среднем за 2 года для достижения цветения метелок и початков раннеспелым гибридам понадобилось 70,2 дня, среднеранним – 71,2 и 72,1 дня, среднеспелым – 73,6 и 74,4 дня соответственно. Равное количество дней от всходов до цветения метелок и початков у гибридов раннеспелой группы характеризует их с лучшей стороны по способности к лучшему опылению рылец початков.

Показатель высоты растения, как правило, связан с урожайностью зеленой массы, поэтому для гибридов, используемых на зеленый корм и силос, предпочтительно иметь более высокие растения. Для гибридов зернового направления высота растений не играет существенного значения, но если гибрид одно-

Таблица 1 – Показатели линейного роста и развития растений кукурузы у гибридов различных групп спелости (среднее за 2016-2017 гг.)

Название гибрида	ФАО	Год включения	Дней от всходов до цветения		Высота растений, см
			метелок	початков	
Родригес	180	2017	68	69	220
НК Гитаго	190	2011	70	70	244
Нерисса	190	2009	71	70	236
НКФалькон	190	2011	71	71	242
Делитоп	190	2005	71	71	238
Среднее	188	2011	70,2	70,2	236
Компетенс	200	2017	71	71	236
Колizeй	200	2015	69	71	247
Нестор	200	2017	70	71	243
СИ Респект	210	2012	72	73	250
НК Кулер	210	2012	72	73	249
Роналдинио	220	2011	71	72	245
Рикардинио	210	2011	71	72	265
СИ Типтоп	210	2015	74	74	241
Сильвинио	220	2014	69	71	257
Среднее	209	2014	71,3	72,1	247
Амамонте	240	2015	70	72	263
СИ Энигма	230	2015	73	73	242
СИ Новатоп	230	2013	71	73	238
КВС 2322	240	2017	76	76	236
СИ Феномен	250	2017	78	78	263
Среднее	238	2015	73,6	74,4	248

временно обладает высокими ростом и урожайностью зерна – это тоже можно считать хорошим качеством. В среднем раннеспелые гибриды были менее высокорослыми: 236 см против 247-248 см у более поздних групп. В раннеспелой группе самым низкорослым оказался *Родригес* (220 см), а высокорослым – *НК Гитаго* (244 см), в среднеранней – гибрид *Компетенс* (236 см) и *Рикардинио* (265 см), в среднеспелой – *КВС 2322* (236 см) и *Амамонте*, *СИ Феномен* (по 263 см) соответственно.

Потепление климата, благодаря которому сумма эффективных температур с мая по сентябрь за последние 30 лет относительно прежней нормы увеличилась на 114 °С, а в среднем за 2 исследуемые года еще больше – на 151 °С, дало возможность реализовать потенциал зерновой продуктивности гибридам с большим числом ФАО (таблица 2). Если ранее в наших предыдущих исследованиях [8] наиболее высокую зерновую продуктивность показывали раннеспелые гибриды, то в среднем за 2016-2017 гг. у среднеранних гибридов она оказалась на 2,7 ц/га, у среднеспелых – на 0,3 ц/га выше. Здесь нельзя не принимать во внимание, что изучаемые сейчас в раннеспелой группе гибриды были созданы раньше, чем гибриды двух последующих групп, и данные превышения в некоторой мере надо относить на селекционные достижения.

Таблица 2 – Урожайность и влажность зерна кукурузы гибридов различных групп спелости (средняя за 2016-2017 гг.)

Скороспелость гибридов	Урожайность, ц/га			Влажность зерна при уборке, %
	початков без оберток	зерна натуральной влажности	зерна 14%-й влажности	
ФАО 188	169	125,7	96,8	33,9
ФАО 209	181	131,9	99,5	35,3
ФАО 238	189	134,3	97,1	38,3
НСР ₀₅	17	11	9	

У среднеранних и среднеспелых гибридов зерновая продуктивность несущественно выше по отношению к раннеспелым, но в них содержится на 1,4-4,4% больше влаги, что негативно влияет на экономические показатели при его сушке.

При выращивании кукурузы на зерно основным показателем оценки продуктивности гибридов должна быть урожайность зерна в пересчете на 14%-ю влажность. Оценка гибридов по урожайности зерна в бункерном весе для кукурузы не дает объективной характеристики из-за сильно различающейся уборочной влажности. Например, среднеспелые гибриды в бункерном весе показали урожайность 134,3 ц/га, а среднеранние – 131,9 ц/га, тогда как в пересчете на 14%-ю влажность первые уступили вторым на 2,4 ц/га. Между зерном натуральной влажности и урожайностью сырых початков без оберток существует сильная положительная корреляционная зависимость ($r = 0,95$). Эта связь ослабевает, когда урожайность зерна пересчитана на стандартную влажность ($r = 0,83$). Аналогичная ситуация и с оценкой продуктивности гибридов кукурузы при выращивании их на силос и зеленый корм, когда сбор зеленой массы является субъективным показателем, а урожайность сухого вещества – более точным.

Двухлетние исследования показывают, что раннеспелая группа по сбору сухого вещества наименее урожайная (таблица 3). Если по выходу сухого вещества в початках снижение несущественное, то по листостебельной массе (ЛСМ) раннеспелая группа существенно уступает не только среднеспелой, но и среднеранней группе. В итоге по общему сбору сухого вещества первую позицию занимает среднеспелая группа (181,3 ц/га). На 6,6 ц/га (при НСР = 16,3 ц/га) меньше сухого вещества получено у среднеранней группы и на 22,2 ц/га – у раннеспелой. Кажущееся на первый взгляд явное превосходство среднеспелой группы при выращивании на силос, подвергается сомнению по причине существенно меньшей энергетической питательности растений кукурузы из-за меньшей доли початков в урожае (11,1 МДж/кг СВ), тогда как у среднеранней группы этот показатель равен 11,29 МДж/кг СВ и отдача при кормлении животных таким более питательным кормом может быть заметно выше.

Оценка гибридов различных групп спелости с учетом экономической эффективности проведена при трех способах уборки и консервирования корма: 1) уборка на зерно с последующей его сушкой, 2) силосование влажного зерна в

Таблица 3 – Сбор сухого вещества гибридов кукурузы различных групп спелости (среднее за 2016-2017 гг.)

Скороспелость гибридов	Сбор сухого вещества, ц/га			Содержание СВ, %		Обменная энергия, МДж/кг СВ
	початков	ЛСМ	всего	в растении	в початках	
ФАО 188	102,6	56,5	159,1	44,7	60,5	11,33
ФАО 209	109,2	65,5	174,7	43,2	59,3	11,29
ФАО 238	107,3	74,1	181,3	39,7	55,3	11,10
НСП ₀₅	10,0	6,9	16,3			

полимерный рукав, 3) уборка всей зеленой массы на силос. Затраты на возделывание различных групп спелости гибридов на зерно отличаются по этому показателю вследствие различной урожайности зеленой массы и зерна, а также уборочной влажности зерна. Наибольшие суммарные затраты (2225,7 руб./га) отмечены при выращивании и сушке зерна гибридов среднеспелой группы, у которых получена наибольшая урожайность зерна натуральной влажности. Эти затраты на 2,1% больше, чем у раннеспелой группы (таблица 4). Другим весомым фактором, влияющим на величину затрат, является способ консервирования зерновой части урожая. Так, при силосовании зерна общие затраты составили 1733,2 руб./га, что на 473 руб./га меньше, чем при сушке. При том, что при силосовании зерна неизбежны потери энергии и получение на 176,4 руб./га меньшей величины дохода, существенное сокращение затрат значительно перекрывает этот недобор и величина чистого дохода при таком способе консервирования выше чем при сушке на 296,5 руб./га или 19,6%.

Наибольший чистый доход получен при выращивании среднеранних гибридов. При сушке он составил 1571,6 руб./га, при силосовании – 1869,7 руб./га, что на 4,6-7,3% больше, чем у раннеспелой, и 4,9-5,3%, чем у среднеспелой группы. Аналогично величине чистого дохода изменяется и уровень рентабельности. Он колеблется от 65,7% при сушке зерна гибридов среднеспелой группы до 107,7% при силосовании зерна среднеранних гибридов.

Силосование зеленой массы кукурузы обеспечивает самый высокий чистый доход. У раннеспелых гибридов он составил 1989,3 руб./га, среднеранних – 2316 руб./га и среднеспелых – 2410,1 руб./га. Наибольший уровень рентабельности и наименьшая себестоимость кормовой единицы силосованного корма получены при выращивании среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы.

Выводы

1. Раннеспелые гибриды лучше адаптированы к холоду и в полевых условиях, несмотря на меньшую массу семян, обеспечивают более высокую всхожесть относительно среднеранних и особенно среднеспелых гибридов.

2. Раннеспелые гибриды по зерновой продуктивности несущественно (на 0,3-2,7%) уступают среднеспелым и среднеранним, но на 1,4-4,4% меньше содержат влаги в зерне.

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания разноспелых гибридов кукурузы при различных способах консервирования

Скороспелость гибридов	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Прямые затраты (ГСМ, семена, удобрения и пр.) руб./га	Прямые затраты+ амортизация (40%) и накладные расходы (20%) руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость 1 т к.ед, руб
Сушка зерна						
ФАО 188	3682,6	1297,6	2180,0	1502,6	68,9	173,3
ФАО 209	3784,3	1317,1	2212,8	1571,6	70,9	171,3
ФАО 238	3690,8	1324,8	2225,7	1465,1	65,7	176,7
Среднее	3719,2	1313,2	2206,2	1513,1	68,5	173,7
Силосование зерна в полимерный рукав						
ФАО 188	3508,3	1027,0	1725,4	1782,9	103,3	144,0
ФАО 209	3604,9	1032,8	1735,2	1869,7	107,7	141,0
ФАО 238	3515,3	1035,2	1739,1	1776,1	102,1	145,0
Среднее	3542,8	1031,7	1733,2	1809,6	104,4	143,3
Силосование зеленой массы кукурузы						
ФАО 188	3955,8	1170,5	1966,5	1989,3	101,1	145,6
ФАО 209	4344,0	1207,1	2028,0	2316,0	114,2	136,7
ФАО 238	4508,0	1248,8	2097,9	2410,1	114,9	136,4
Среднее	4269,3	1208,8	2030,8	2238,5	110,1	139,6

3. По общему сбору сухого вещества среднеспелые гибриды незначительно (на 3,8%) продуктивнее среднеранних и существенно (на 14,0%) – раннеспелых. Достоинство среднеранних гибридов не только в высоком сборе сухого вещества, но и в более высокой питательной ценности растений кукурузы относительно среднеспелых гибридов (11,29 и 11,1 МДж/кг СВ соответственно).

4. При уборке кукурузы на зерно с последующей его сушкой наибольший чистый доход обеспечивают среднеранние и раннеспелые гибриды (1571,6 и 1502,6 руб./га соответственно). Силосование зерна в полимерном рукаве увеличивает этот показатель до 1869,7 и 1782,9 руб./га.

5. При уборке кукурузы на силос наибольший чистый доход обеспечивают среднеспелые и среднеранние гибриды (2410,1 и 2316 руб./га), который значительно выше, чем при выращивании раннеспелых гибридов (на 16,4-21,2%).

Литература

1. Пащенко, Ю.М. Каждой зоне – свой гибрид / Ю.М. Пащенко // Зерно. – 2012. – № 3. – С. 83-86.
2. Лоржеу, Ж. Как правильно выбирать сорта кукурузы? / Ж. Лоржеу // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 74-75.
3. Лоржеу, Ж. Кукуруза: пять критериев правильного сорта / Ж. Лоржеу // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 36-37.
4. Панфилов, А.Э. Подбор раннеспелых гибридов кукурузы для использования на силос и зерно, и их сортовая агротехника в южном Зауралье: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 1992. – 17 с.

5. *Надточаев, Н.Ф.* Кукуруза на зерно: особенности выращивания / Н.Ф. Надточаев // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 4. – С. 20-22.

6. *Шаршунов, В.А.* Сушка и хранение зерна: справочное пособие / В. А. Шаршунов, Л. В. Рукшан. – Минск: Мисанта, 2010. – 587 с.

7. *Надточаев, Н.Ф.* Уборка кукурузы / Н.Ф. Надточаев // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 8. – С. 35-39.

8. *Надточаев, Н.Ф.* Сравнительная продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости при возделывании на зерно в центральной зоне Беларуси / Н.Ф.Надточаев, Д.Н. Володькин, М.А. Мелешкевич //Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2012. – №3. – С.47-56.

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF GROWING OF GRAIN AND SILAGE MAIZE HYBRIDS DIFFERENT BY EARLY RIPENESS IN THE CENTRAL PART OF BELARUS

D.N. Volodkin, N.F. Nadtochayev, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko

Economic efficiency of growing of maize hybrids different by early ripeness by the results of field experiments 2016-2017 is presented in the article. It is shown that middle-early (FAO 200-220) and early (FAO 180-190) hybrids are suitable for growing for grain, while mid-ripening (FAO 230-250) and middle-early ones are used for silage. Silage making is more profitable than grain drying, pure income of which is higher by 280.3-298.1 roubles per ha.

УДК 633[16+321]:631[5+584.5]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ И КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ЗВЕНЕ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА

Л.А. Булавин, доктор с.-х. наук, ***А.П. Гвоздов***, канд. с.-х. наук, ***М.А. Белановская***, ***В.А. Ханкевич***, ***В.Д. Кранцевич***, ***А.В. Ленский***¹, канд. экономических наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

²РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»

(Поступила 22.01.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук А.Ч. Скируха

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности возделывания ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. пользования в звене зернотравяного севооборота. Установлено, что наибольший суммарный экономический эффект при возделывании ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. был получен при ежегодном использовании в звене севооборота чизельной обработки почвы.

Важной проблемой в агропромышленном комплексе Беларуси является производство в требуемом объеме растительного белка. Его дефицит в кормах приводит к перерасходу и дисбалансу рационов, снижению надоев и привесов животных, ухудшению их здоровья. При этом существенно увеличиваются за-

траты на профилактику и лечение животных и возрастают расходы на закупку высокобелковых концентратов. В Беларуси из-за дефицита растительного белка ежегодно закупается за рубежом в качестве высокобелкового концентрата шрот на сумму от 233 до 415 млн. долларов. Одним из направлений в решении этой проблемы является увеличение производства растительного белка за счет возделывания многолетних бобовых трав. Важная роль среди них принадлежит клеверу, являющемуся одной из наиболее богатых белком кормовых культур.

Рыночные отношения настоятельно требуют производства дешевой и конкурентоспособной продукции. Добиться этого можно лишь при внедрении в производство высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, одним из элементов которых является минимализация обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур, в т.ч. зерновых, под которые подсеивается клевер [2, 6]. Исследованиями, проведенными в условиях Беларуси, было установлено, что отвальная вспашка и безотвальная (чизелевание) обработка почвы под ячмень существенно не различались по влиянию на урожайность зеленой массы подсеянного под эту культуру клевера 1 г.п. [1, 4]. Однако требует дальнейшего изучения влияние на урожайность клевера мелкой обработки почвы (дискование), а также прямого посева покровной культуры в необработанную почву, что послужило основанием для проведения наших исследований.

Методика проведения исследований. В 2012-2014 гг. в Смолевичском районе Минской области изучали зависимость урожайности ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. от способов основной обработки почвы, проводимой в севообороте. Почва опытного участка – среднекультуренная дерново-подзолистая супесчаная (гумус – 2,29-2,36%, содержание P_2O_5 – 178-183 мг/кг, K_2O – 278-316 мг/кг почвы, pH – 5,7-6,0). Клевер сорта *Витебчанин* подсеивали под яровой ячмень сорта *Водар*, который возделывали по вспашке, чизелеванию, дискованию и прямому посеву в необработанную почву. Такие же способы обработки почвы проводили в 3-х укосном занятом пару (озимая рожь на зеленую массу + вико-овсяная смесь на зеленую массу + горчица белая на зеленую), который являлся предшественником ячменя. Норма высева последнего составляла 3,5 млн/га всхожих семян, а доза азота – 60 кг/га д.в. Технология возделывания клевера лугового осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом [3].

Результаты и их обсуждение. Недостаточное увлажнение в период вегетации ячменя с подсевом клевера, отмечаемое в годы исследований, а также невысокая плотность продуктивного стеблестоя этой покровной культуры и низкий уровень азотного питания растений обеспечили урожайность зерна ячменя в среднем за 2 года в пределах 22,3-26,7 ц/га. Установлено, что ежегодная вспашка и чизелевание, используемые в звене севооборота, обеспечили в сложившихся условиях примерно одинаковую урожайность зерна ячменя с подсевом клевера 26,7 и 26,5 ц/га соответственно. В варианте с дискованием этот показатель составил 25,1 ц/га, т.е. был на 1,6 ц/га (6,0%) ниже по сравнению со вспашкой. Наименьшая урожайность зерна ячменя была получена при проведе-

нии прямого посева – 22,3-22,5 ц/га, что на 4,2-4,4 ц/га (15,7-16,5%) меньше, чем по ежегодной вспашке (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п.

№ п.п.	Вариант	Ячмень + клевер (2012-2013 гг.)			Клевер 1 г.п. (2013-2014 гг.)			Всего	
		урожайность, ц/га	сбор к.ед., ц/га	стоимость продукции, руб./га	урожайность, ц/га	сбор к.ед., ц/га	стоимость продукции, руб./га	сбор к.ед. за звено, ц	стоимость продукции, руб.
1	В ₂₀	26,7	32,8	586,99	503	100,6	1800,34	133,4	2387,33
2	Ч ₂₀	26,5	32,6	583,41	502	100,4	1796,76	133,0	2380,77
3	Д ₁₀	25,1	30,9	552,99	489	97,8	1750,23	128,7	2303,22
4	ПП	22,3	27,4	490,35	451	90,2	1614,22	117,6	2104,57
5	В ₂₀	25,7	31,6	565,51	501	100,2	1793,18	131,8	2358,69
6	В ₂₀	25,9	31,9	570,88	505	101,0	1807,50	132,9	2378,38
7	В ₂₀	25,9	31,9	570,88	505	101,0	1807,50	132,9	2378,38
8	В ₂₀	25,9	31,9	570,88	497	99,2	1775,28	131,1	2346,16
9	ПП	22,5	27,7	495,72	447	89,4	1599,90	117,1	2095,62
10	Ч ₂₀	25,1	30,9	552,99	498	99,6	1782,44	130,5	2335,43
11	Д ₁₀	23,7	29,2	522,56	481	96,2	1721,59	125,4	2244,15
12	Ч ₂₀	25,0	30,8	551,20	493	98,6	1764,54	129,4	2315,74
13	Д ₁₀	23,7	29,2	522,56	479	95,8	1714,43	125,0	2236,99

В вариантах, где после прямого посева, проводимого в 3-х укосном занятом пару под последующий ячмень с подсевом клевера, проводили вспашку, безотвальную и мелкую обработку почвы, отмечалась тенденция к снижению урожайности зерна по сравнению с применением этих способов обработки под первую и вторую культуру звена севооборота. При этом необходимо отметить, что если по вспашке уменьшение указанного выше показателя находилось в пределах 0,8-1,0 ц/га, т.е. 3,0-3,7%, то по чизелеванию и дискованию – 1,4-1,5 ц/га, т.е. 5,3-5,7%.

Способы основной обработки почвы под покровную культуру оказывали неодинаковое влияние на полевую всхожесть семян клевера лугового и засоренность его посевов. Варианты с традиционной отвальной вспашкой, чизелеванием и дискованием незначительно различались по этим показателям. При использовании технологии прямого посева покровной культуры в необработанную почву полевая всхожесть семян подсеваемого клевера снижалась по сравнению со вспашкой на 23,2%, а численность и сырая масса сорняков возрастали в зависимости от укоса соответственно в 2,8-4,8 и 1,7-3,3 раза.

Различия по густоте стояния растений и засоренности посевов в изучаемых вариантах оказали влияние на уровень урожайности зеленой массы клевера 1 г.п. Так, в сумме за 2 укоса в варианте со вспашкой под покровную и предшест-

вующую культуры этот показатель в среднем за период исследований составил 503 ц/га. Практически на таком же уровне (502 ц/га) он находился и при замене вспашки чизелеванием. В варианте с ежегодным дискованием существенного снижения урожайности зеленой массы не отмечалось, и она составила в среднем 489 ц/га, что лишь на 2,8% ниже в сравнении со вспашкой. В то же время в варианте с прямым посевом покровной и предшествующей культуры урожайность зеленой массы клевера снижалась до 451 ц/га, т.е. на 10,3% по сравнению с ежегодной отвальной обработкой почвы (таблица 1).

В вариантах, где культуры 3-х укосного занятого пара возделывали с использованием технологии прямого посева, а последующий ячмень по вспашке, урожайность подсеянного под него клевера находилась на уровне ежегодной отвальной вспашки (501-505 ц/га). Чизелевание и дискование под покровную культуру, проводимые на фоне предшествующего прямого посева, обеспечили урожайность зеленой массы клевера в пределах 493-498 и 479-481 ц/га соответственно, что ниже по сравнению с ежегодным проведением этих способов обработки почвы на 0,8-1,8 и 1,6-2,0%.

Для более полной оценки полученных результатов был проведен их экономический анализ. С этой целью были определены эксплуатационные затраты на выполнение операций по возделыванию ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. современным комплексом отечественных машин. Расчеты проводились по методике определения показателей эффективности новой техники, применяемой в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [5]. При расчете эксплуатационных затрат принимались во внимание амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание и ремонт, заработную плату механизаторов, топливо и энергию, а также прочие затраты. Расчет производственных затрат на возделывание ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п., включающих наряду с эксплуатационными затратами стоимость семян, минеральных удобрений и пестицидов, проводился в соответствии с ценами по состоянию на 01.11.2017 г. Для пересчета в кормовые единицы зерна ячменя использовали коэффициент 1,23, а зеленой массы клевера 1 г.п. – 0,2. Стоимость сбора кормовых единиц оценивали по цене фуражного ячменя.

Определение основных показателей экономической эффективности свидетельствует о том, что при невысокой урожайности зерна ячменя, полученной в период исследований, стоимость выращенной продукции этой культуры была ниже по сравнению с производственными затратами на ее возделывание в зависимости от варианта на 334,30-436,23 руб./га. Наименьшими эти различия были при возделывании покровной культуры по чизелеванию, а наибольшими – по вспашке (таблица 2).

Возделывание клевера 1 г.п. на фоне проводимых ежегодно в звене севооборота вспашки и чизелевания обеспечило примерно равный чистый доход, который составил соответственно 608,47 и 606,80 руб./га при рентабельности 51,1 и 51,0%. В варианте, где под покровную культуру проводили дискование, эти показатели были равны 585,14 руб./га и 50,2%, т.е. снижались по сравнению со вспашкой на 23,33 руб./га и 0,9%. Наименьший

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п.

№ п.п	Вариант	Ячмень + клевер (2012-2013 гг.)			Клевер 1 г. п. (2013-2014 гг.)			Всего	
		Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
1	В ₂₀	1009,17	-422,18	-41,8	1191,87	608,47	51,1	186,29	8,5
2	Ч ₂₀	917,71	-334,30	-36,4	1189,96	606,80	51,0	273,10	13,0
3	Д ₁₀	956,45	-403,46	-42,2	1165,09	585,14	50,2	181,68	8,6
4	ПП	921,79	-431,44	-46,8	1092,39	521,83	47,8	90,39	4,5
5	В ₂₀	1006,59	-441,08	-43,8	1188,04	605,14	50,9	164,06	7,5
6	В ₂₀	1007,11	-436,23	-43,3	1195,70	611,80	51,2	175,57	8,0
7	В ₂₀	1007,11	-436,23	-43,3	1195,70	611,80	51,2	175,57	8,0
8	В ₂₀	1007,11	-436,23	-43,3	1180,39	594,89	50,4	158,66	7,3
9	ПП	922,31	-429,59	-46,3	1084,74	515,16	47,5	88,57	4,4
10	Ч ₂₀	968,09	-415,10	-42,9	1182,30	600,14	50,8	185,04	8,6
11	Д ₁₀	952,83	-430,27	-45,2	1149,78	571,81	49,7	141,54	6,7
12	Ч ₂₀	967,83	-416,63	-43,0	1172,74	591,80	50,5	175,17	8,2
13	Д ₁₀	952,83	-430,27	-45,2	1145,96	568,47	49,6	138,20	6,6

экономический эффект от возделывания клевера 1 г.п. был получен при его подсеве под ячмень, выращиваемый с использованием технологии прямого посева. Чистый доход и рентабельность в этом случае снижались по сравнению с традиционной отвальной вспашкой на 86,64 руб./га и 3,3%.

Анализ указанных выше экономических показателей, проведенный по двум культурам звена севооборота, свидетельствует о том, что суммарный чистый доход от возделывания ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. по ежегодной вспашке составил 186,29 руб., а рентабельность 8,5%. Наибольшими эти показатели были в варианте с ежегодным использованием чизельной обработки почвы – 273,10 руб. и 13,0%, что выше по сравнению со вспашкой на 86,81 руб. и 4,5%. Ежегодные дискование и прямой посев уступали традиционной отвальной вспашке по чистому доходу соответственно на 4,61 и 95,90 руб. По рентабельности дискование и вспашка находились примерно на одном уровне, а прямой посев был ниже на 4,0%. Следует отметить также вариант, в котором ячмень с подсевом клевера возделывали по чизелеванию, а в предшествующем ему 3-х укосном занятом пару использовали технологию прямого посева в необработанную почву. В этом случае суммарный чистый доход от возделывания покровной культуры и клевера 1 г.п. составил 185,04 руб. при рентабельности 8,6%.

Выводы

1. В сложившихся в период исследований погодных условиях из-за невысокой урожайности зерна ячменя с подсевом клевера производственные затраты на его возделывание превышали стоимость выращенной продукции.

2. Вспашка и чизелование, проводимые под ячмень с подсевом клевера и в предшествующем ему 3-х укосном занятом пару, обеспечили при возделывании клевера 1 г.п. примерно одинаковый чистый доход, который составил соответственно 608,47 и 606,80 руб./га при рентабельности 51,1 и 51,0%.

3. Наибольший экономический эффект от возделывания ячменя с подсевом клевера и клевера 1 г.п. был получен при ежегодном использовании в звене севооборота чизельной обработки почвы. Чистый доход в этом случае составил 273,10 руб., а рентабельность 13,0%, что выше по сравнению с ежегодной вспашкой на 86,81 руб. и 4,5%.

Литература

1. Булавин, Л.А. Влияние агротехнических и химических приемов уничтожения сорняков на продуктивность зернотравяного севооборота / Л.А. Булавин // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – Вып. 48. – С. 4-14.

2. Булавин, Л.А. Минимализация обработки почвы: реальность и перспективы / Л.А. Булавин, А.П. Гвоздов, С.С. Небышинец // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – №9. – С. 43-46.

3. Возделывание клевера лугового (красного) / Е.И. Чекедь [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 147-159.

4. Дудук, А.А. Влияние систем удобрений и обработки почвы на ее биологическую активность, урожайность культур и продуктивность зернотравяного звена севооборота / А.А. Дудук, П.Л. Тарасенко, Н.И. Таранда // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО ГГАУ; под ред. чл.-корр. НАН Беларуси В.К. Пестиса. – Гродно: УО «ГГАУ», 2010. – Т. 2. – С. 49-55.

5. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Беларусь. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

6. Привалов, Ф.И. Рекомендации по применению минимальной (ресурсосберегающей) обработки почвы в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов [и др.] / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2011. – 20 с.

EFFICIENCY OF BARLEY AND RED CLOVER CULTIVATION IN A LINK OF GRAIN-GRASS CROP ROTATION

**L.A. Bulavin, A.P. Gvozдов, M.A. Belanovskaya, V.A. Khankevich,
V.D. Krantsevich, A.V. Lensky**

Research results of the evaluation of the efficiency of barley cultivation and complementary seeding of clover and the first year clover in a link of grain-grass crop rotation are presented in the article. It was established that the highest total economic impact at barley cultivation with complementary seeding of clover and the first year clover was obtained due to annual application of chisel ploughing in the crop rotation link.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАТУРАЛЬНЫХ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.В. Степанова, кандидат с.-х. наук

РУП «Институт льна»

(Поступила 5.03.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук И.И. Берестов

***Аннотация.** Изучена возможность оптимизации приготовления стланцевой льняной тресты способом росяной мочки с использованием натуральных гуминовых удобрений при обработке разостланной соломы льна-долгунца в условиях острого дефицита осадков (ГТК 0,8) и избыточного увлажнения (ГТК 2,0). Обработки соломы удобрениями через день после теребления льна улучшали отделяемость волокна от древесины стебля и ускоряли процесс вылежки на 2-4 суток, но не оказывали влияния на номер льняной тресты и длинного трепаного волокна. Однако полученное из обработанной соломы волокно имело более высокие показатели гибкости и тонины, а при избыточном увлажнении вылежки – крепости волокна и добротности пряжи.*

Введение. Потери качества волокна тесно связаны с физико-химическими свойствами почвы, которые влияют на формирование структуры и прядильной способности суровых льняных волокон. В зерно-льняных севооборотах в настоящее время практически не вносятся органические удобрения в виду их дефицита или отсутствия в хозяйствах. Использование одних минеральных удобрений при выращивании льна-долгунца приводит к определенному изменению биохимического состава стебля, степени одревеснения средних пластинок и суммарной энергии водородных связей волокна, которая связана с его плотностью [1]. Внесение в почву органических веществ стимулирует развитие пектолитической микрофлоры, усиливая ее ферментативную активность [2]. Отсутствие органики в севообороте способствует развитию определенной активной микрофлоры почвы, которая не обеспечивает качество приготовления тресты в должной мере. Продуценты пектолитических ферментов (микроскопические грибы, актиномицеты, бактерии), участвующие в процессе мацерации лубоволокнистых культур, обладают высокой активностью по отношению к пектиновым веществам стебля льна только при определенных условиях жизнедеятельности. Для улучшения жизнедеятельности микроорганизмов в технологи приготовления стланцевой тресты используются натуральные жидкие гуминовые удобрения, содержащие естественные высокомолекулярные вещества: гуминовые кислоты, фульвокислоты, соли этих кислот (гуматы и фульваты), а также гумины — прочные соединения гуминовых кислот и фульвокислот с почвенными минералами [3, 4]. Структурная упорядоченность удобрений обеспечивает сохранение в них микроорганизмов и таких продуктов их жизнедеятельности, как ферменты и вещества роста. Нанесение гуматов по разостланной ленте

льна насыщает поверхность соломы полезной микрофлорой, а также создает условие для ее развития и размножения [5].

Цель исследований состояла в изучении эффективности применения отечественных натуральных гуминовых удобрений в технологии приготовления льняной тресты с целью сокращения сроков мацерации соломы и улучшения показателей качества тресты и волокна.

Объекты и методы исследования. Для изучения были подобраны жидкие гуминовые удобрения, включенные в государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории республики и производимые в республике:

Биоплант Флора, Ж – удобрение, обладающее адаптогенными свойствами, повышающее антистрессовую устойчивость растений при неблагоприятных воздействиях, включая недостаток влаги и перепады температур, защищающее растения от грибных, вирусных и бактериальных болезней. Удобрение содержит органическое вещество (2,48 г/л), гуминовые и фульвокислоты (2,37 г/л), макро- (азот, фосфор, калий, магний) и микроэлементы (медь, цинк, кобальт, марганец, молибден, железо, бор), а также витамины, природные фитогормоны, ростовые вещества.

Биовермтехно, Ж – натуральное удобрение, содержащее гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биологически доступных органических соединений. Гуминовых кислот в препарате не менее 1,5 г/л. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника дождевого червя в процессе вермикюльтивирования.

Экогум комплекс, ВР рекомендовано для некорневой подкормки вегетирующих растений. Удобрение содержит гуминовых веществ не менее 40 г/л, а также N не более 120; Mn 50; Cu 75; Zn 75; Co 8; Mo 1; B 110 г/л.

Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, развивающейся на лессовидном пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мореной. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: содержание гумуса 1,80-1,82%, подвижных форм фосфора 180-220 мг/кг, калия 170-200 мг/кг почвы, кислотность почвенного раствора $pH_{(KCl)}$ 5,2-5,5.

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области согласно общепринятой методике по возделыванию льна-долгунца [6]. Удобрения вносили общим фоном в дозах: азота 30, фосфора 60, калия 90, бора 0,5, цинка 1,0 кг/га д.в. Уход за посевами проводили согласно регламенту по возделыванию льна-долгунца [7]. Уборка льна осуществлялась прямым комбайнированием в фазу ранней желтой спелости, приготовление тресты – способом росяной мочки. Гуминовые удобрения наносились по разостланной соломе через день после теребления льна в дозах: Биовермтехно (2,0-3,0 л/га), Биоплант флора (1,5-3,0 л/га), Экогум комплекс (1,0-2,0 л/га). Качество льносырья определяли согласно действующим стандартам на тресту льняную СТБ 1194-2007 [8] и длинное трепаное волокно СТБ 1195-2008 [9].

Приготовление льняной тресты способом росяной мочки проводится с целью нарушения в соломе связи между лубяными пучками и древесиной и подготовки волокнистой части к освобождению от сопутствующих и покровных тканей. Расстил соломы осуществляется в лентах на стлище – в поле севооборота. Основным фактором, корректирующим мацерацию соломы в сторону улучшения или ухудшения, является погода. Гидротермические условия определяют развитие микроорганизмов, в том числе пектолитических, а, следовательно, сроки приготовления льняной тресты и показатели качества льносырья. От видового состава микрофлоры зависит гибкость и крепость волокна, его окраска и блеск.

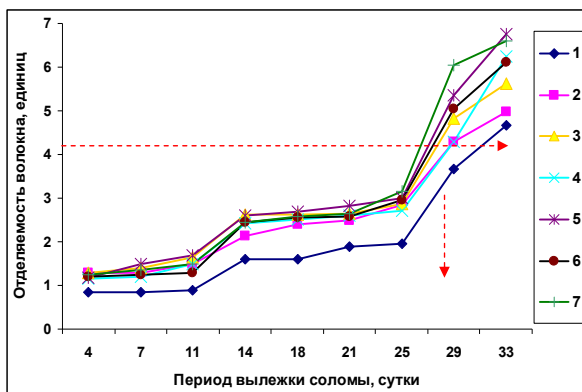
Исследования проводили в условиях слабозасушливого периода вегетации 2016 г. (ГТК 1,1) и хорошо увлажненного 2017 г. (ГТК 1,8). В 2016 г. приготовление тресты проходило в засушливых условиях (41-56% осадков от нормы), гидротермический коэффициент за август-сентябрь составил 0,8. Суточные перепады температуры воздуха, низкая влажность соломы в утренние часы 19-38% (оптимальная влажность 50-60% [10]) обеспечили ее медленную мацерацию – до 33 суток. В 2017 г. приготовление тресты протекало в условиях переувлажнения (ГТК 2,0), фактическое выпадение осадков от нормы составило 41-354%, а приготовление тресты было завершено за 16 суток.

Для определения эффективности нанесения на поверхность льняной ленты гуминовых удобрений во время вылежки соломы каждые 3-4 дня определяли степень механического разрушения связи между волокнистой фракцией и древесиной стебля – отделяемость волокна. При отделяемости 4,1 единиц треста считается готовой к подъему для получения качественного волокна. Уборку тресты целесообразно осуществлять при отделяемости волокна от древесины в пределах 4,1-6,5 единиц [10, 11], что гарантирует полное сохранение сформированного в стеблях льна-долгунца волокна.

Результаты и их обсуждение. В условиях острого дефицита осадков (2016 г.) уже через 3 дня после обработки соломы отделяемость волокна возрастала на 0,30-0,45 единицы по сравнению с необработанной соломой (рисунок 1). На 25-й день после теребления льна отделяемость волокна от древесины повышалась в вариантах с применением удобрений: Биовермтехно на 0,90-0,92, Биоплант флора на 0,75-1,05, Экогум комплекс на 1,0-1,20 единиц. Только на 26-27 сутки с момента теребления льна при выпадении 29 мм осадков (132% от нормы) процесс приготовления стланцевой тресты ускорился, и на 28-29-е сутки вся треста в вариантах с применением удобрений достигла физической зрелости для выделения волокнистой фракции при отделяемости 4,1-6,0. При этом треста из необработанной соломы (контроль) оказалась физически зрелой для выделения волокнистой фракции только на 32 сутки. Таким образом, сроки приготовления тресты в контроле возрастали на 3-4 суток.

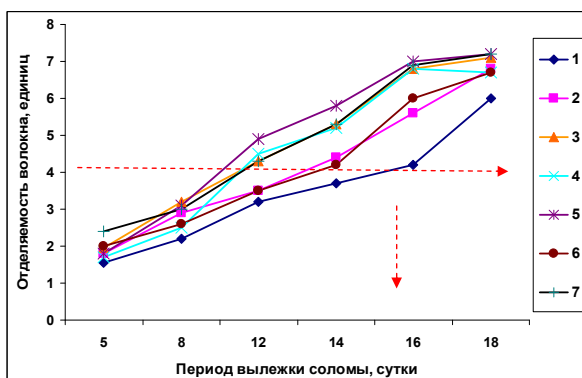
Приготовление тресты при выпадении повышенного количества осадков в 2017 г. осуществлялось в течение 16 суток (рисунок 2) при влажности соломы в утренние часы 34-53%. Применение гуминовых удобрений ускоряло деструк-

цию стебля льна, повышая показатель отделяемости волокна на 5-е сутки вылежки соломы на 0,15-0,85 единиц; на 8-е сутки – на 0,3-1,0 единиц.



- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Контроль | 4. Биоплант флора, 1,5 л/га | 6. Экогум комплекс, 1,0 л/га |
| 2. Биовермтехно, 2,0 л/га | 5. Биоплант флора, 3,0 л/га | 7. Экогум комплекс, 2,0 л/га |
| 3. Биовермтехно, 3,0 л/га | | |

Рисунок 1 - Влияние гуминовых удобрений на отделяемость волокна от древесины в 2016 г.



- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Контроль | 4. Биоплант флора, 1,5 л/га | 6. Экогум комплекс, 1,0 л/га |
| 2. Биовермтехно, 2,0 л/га | 5. Биоплант флора, 3,0 л/га | 7. Экогум комплекс, 2,0 л/га |
| 3. Биовермтехно, 3,0 л/га | | |

Рисунок 2 - Влияние гуминовых удобрений на отделяемость волокна от древесины в 2017 г.

Гуминовые удобрения Биовермтехно, 3,0 л/га, Биоплант флора, 1,5-3,0 л/га, Экогум комплекс, 2,0 л/га обеспечили физическую зрелость льнотресты на 12-е сутки вылежки соломы при отделяемости волокна 4,1-4,9 единиц (на контроле 3,2 единицы). Следовательно, в условиях достаточного выпадения осадков и умеренной температуры воздуха обработка соломы льна через день после

теребления данными препаратами в указанных дозах ускоряла сроки готовности тресты на 4 суток, так как в контроле созревание тресты до уборочной нормы произошло через 16 дней после теребления льна. Обработка соломы более низкими дозами препаратов (Биовермтехно, 2,0 л/га, Экогум комплекс, 1,0 л/га) ускоряла созревание тресты на 2 дня.

Применение гуминовых удобрений по разостланной соломе льна не влияло на качество льняной тресты. В 2016 г. получена треста номером 3,00, а в 2017 г. – номером 2,5, что соответствовало контрольному варианту без обработок (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гуминовых удобрений при обработке соломы льна-долгунца на качество льняной тресты

Наименование объекта испытаний, показатели, технические требования, характеристики и т.д.	Вариант						
	Контроль	Биовермтехно		Биоплант флора		Экогум комплекс	
		2,0 л/га	3,0 л/га	1,5 л/га	3,0 л/га	1,0 л/га	2,0 л/га
2016 г. (приготовление тресты при ГТК 0,8)							
Отделяемость волокна, ед	4,7	5,0	5,6	6,3	6,7	6,1	6,6
Выход длинного волокна из тресты, %	27,2	27,9	27,7	27,6	27,3	27,6	27,9
Показатель цвета волокна	3,5	3,5	3,5	3,7	3,5	3,7	3,5
Число процентнономеров	298	305	303	318	299	318	305
Номер тресты	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2017 г. (приготовление тресты при ГТК 2,0)							
Отделяемость волокна	4,1	5,6	6,8	6,8	7,0	6,0	6,9
Выход длинного волокна из тресты, %	24,3	24,5	24,7	24,6	24,3	24,3	24,5
Показатель цвета волокна	2,7	2,7	3,0	2,8	2,8	2,6	3,0
Число процентнономеров	237	239	247	241	238	236	245
Номер тресты	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50

Если для определения номера тресты основными критериями являются содержание в ней длинной фракции волокна, цветовая гамма и равномерность окрасивания волокна, то номер длинного волокна – это совокупность физико-механических характеристик самого волокна.

Инструментальная оценка качества длинного трепаного волокна не установила повышения номера волокна от применения гуминовых удобрений по разостланной соломе льна-долгунца. В условиях засухи 2016 г. длинное трепаное волокна во всех вариантах опыта соответствовало номеру 12 с некоторым преимуществом обработанной соломы по гибкости (+ 6-11 мм к контролю) и тонине (+ 8,0-15,2 мм/мг) волокна (таблица 3). Волокно, полученное в переувлажненных условиях 2017 г., по номеру также соответствовало контрольному варианту. Однако гуминовые удобрения повышали разрывную нагрузку (+ 8-16 Н к контролю) и тонины (+34,5-40,2 мм/мг) волокна, а также улучшали прядильную способность волокна – добротность пряжи на 3,7-7,0%.

Таблица 3 – Влияние гуминовых удобрений при обработке соломы льна-долгунца на качество длинного трепаного волокна

Вариант	Норма расхода, л/га	Горстевая длина, см	Группа цвета	Гибкость, мм	Разрывная нагрузка, Н	Тонина, мм/мг	Номер волокна	Добротность пряжи, км
2016 г. (приготовление тресты при ГТК 0,8)								
Контроль	-	68	3	30	210	106,5	12	48,5
Биовермтехно	2,0	67	3	37	196	121,7	12	46,6
	3,0	68	3	38	187	117,2	12	44,8
Биоплант флора	1,5	67	3	41	208	114,5	12	49,3
	3,0	67	3	40	191	121,1	12	45,8
Экогум комплекс	1,0	68	3	36	188	116,6	12	44,8
	2,0	69	3	38	188	118,4	12	45,0
2017 г. (приготовление тресты при ГТК 2,0)								
Контроль	-	61	3	33	220	176,3	11	51,7
Биовермтехно	2,0	61	3	34	232	213,6	11	54,7
	3,0	62	3	33	230	211,2	11	54,1
Биоплант флора	1,5	61	3	32	233	215,3	11	54,7
	3,0	61	3	32	236	216,5	11	55,3
Экогум комплекс	1,0	61	3	32	228	210,8	11	53,6
	2,0	62	3	32	232	215,5	11	54,5

Заключение

Изучено применение жидких гуминовых удобрений Биовермтехно, 2,0-3,0 л/га, Биоплант флора, 1,5-3,0 л/га, Экогум комплекс, 1,0-2,0 л/га по разостланной соломе льна-долгунца через день после его теребления для оптимизации процесса приготовления льняной тресты.

В слабозасушливых условиях вегетации (ГТК-1,1) и остром дефиците влаги при вылежке стеблей (ГТК-0,8) обработка соломы изучаемыми удобрениями обеспечила достижение физической зрелости тресты для выделения волокнистой фракции на 28-29-е сутки при отделяемости волокна от древесины стебля 4,1-6,0 единиц и сократила срок приготовления тресты на 3-4 суток.

В условиях хорошо увлажненного периода вегетации (ГТК-1,8) и приготовления тресты (ГТК-2,0) обработка соломы льна удобрениями Биовермтехно, 3,0 л/га, Биоплант флора, 1,5-3,0 л/га, Экогум комплекс, 2,0 л/га обеспечили физическую зрелость льнотресты на 12-е сутки вылежки соломы при отделяемости волокна 4,1-4,9 единиц и ускоряла сроки приготовления на 4 суток. Сниженные нормы расхода препаратов Биовермтехно, 2,0 л/га, Экогум комплекс, 1,0 л/га оптимизировали созревание тресты на 2 дня.

Применение изучаемых гуминовых удобрений по разостланной соломе льна-долгунца не оказывало влияния на номер льняной тресты и длинного трепаного волокна. Однако волокно, полученное в условиях засухи (2016 г.) из обработанной соломы, было более мягким на ощупь, а показатели гибкости и тонины волокна повышались, соответственно, на 6-11 мм и 8-15 мм/мг. При избыточном увлажнении (2017 г.) гуминовые удобрения повышали крепость (+ 8-

16 Н к контролю) и тонины (+34,5-40,2 мм/мг) волокна, а также улучшали прядельную способность волокна - добротность пряжи - на 3,7-7,0%.

Литература

1. *Гурусова, А.А.* Влияние химического состава и структуры волокон на их качество и основные принципы построения технологии получения тресты с применением химических реагентов: автореф. ... дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / А.А. Гурусова; Костромской технологический институт. – Кострома, 1998. – 19 с.
2. *Василенко, Е.С.* Роль активной микрофлоры в превращении органических азотсодержащих веществ дерново-подзолистой почвы и типичном черноземе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03. / Е.С. Василенко; ГУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН». – Москва, 1983. – 20 с.
3. *Орлов, Д.С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
4. *Горовая, А.И.* Гуминовые вещества / А.И. Горовая, Д.С. Орлов, О.В. Щербенко. – Киев: Наук. думка, 1995. – 304 с.
5. *Ковалев, Н.Г.* Микробиологическая оценка продукта аэробной биоферментации нового вида органических удобрений / Н.Г. Ковалев, Г.Ю. Рабинович // Вестник РАСХН. – 1997. – №5. – С. 46-47.
6. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В.Г. Гусаков [и др.] / Минсельхозпрод РБ. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.
8. Треста льняная. Требования при заготовках. СТБ 1194-2007. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 12 с.
9. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.
10. *Пашин, Е.Л.* Совершенствование технологии получения стланцевой льняной тресты / Е.Л. Пашин, В.И. Савинова, В.В. Мухин. – Кострома: ВНИИЛК, 2004. – 75 с.
11. *Пашин, Е.Л.* Агропроизводство и технологическое качество льна / Е.Л. Пашин. – Кострома: ВНИИЛК, 2004. – 208 с.

PREPARATION OF FLAX RETTED STALKS USING NATURAL HUMIN FERTILIZERS

N.V. Stepanova

The possibility of optimizing the preparation of flax retted stalks by the method of dew-stain with the use of natural humin fertilizers in the treatment of spread straw flax fiber under the conditions of acute precipitation deficiency (GTK-0.8) and excessive humidification (GTK-2.0) was studied. Treatment of straw by fertilizers a day after flax tearing improved the separation of fiber from the stalk wood and accelerated the process of preparation of retted stalks by 2-4 days, but did not affect the number of retted stalks and long scutched fiber. However, the fiber obtained from the treated straw had higher flexibility and tonic values, and when the moisture of the straw was excessively increased, fiber strength and yarn quality were also higher.

УДК 633.853:492«324»:631[559+53]

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ ТИПА «000» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА

Я.Э. Пилюк, В.М. Белявский, Е.П. Решетник, кандидаты с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию
(Поступила 14.02.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук, академик В.Н. Шлапунов

Аннотация. В статье изложены результаты изучения влияния сроков сева и норм высева на урожайность и качество маслосемян озимой сурепицы пищевого использования. Установлено, что наиболее высокая урожайность маслосемян (27,3 ц/га) получена при посеве озимой сурепицы во вторую декаду августа с нормой высева 2,0 млн/га. При указанных сроке и норме высева семян озимой сурепицы сбор жира и белка был максимальным и составил 12,8 и 5,4 ц/га соответственно. Оптимизация элементов технологии возделывания способствует увеличению с единицы площади сбора жира в 1,7, а белка в 1,3 раза.

Введение. В почвенно-климатических условиях Беларуси основные площади среди масличных культур занимают озимый и яровой рапс, озимая сурепица. Маслосемена этих культур пользуются постоянным спросом на мировом рынке. В 2017 г. посевная площадь под ними в республике составляла 339,3 тыс. га, что в 1,5 раза больше, чем в 2016 г. [8]. Для увеличения производства растительного масла, а также стабилизации работы масложирового комплекса в Беларуси необходимо возделывать не только озимый и яровой рапс, но и озимую сурепицу.

Озимая сурепица является ценной масличной и кормовой культурой. В ее семенах содержится 22-27% белка и 41-52% жира [3, 6, 7, 10]. Маслосемена этой культуры используются для производства растительного масла, которое применяют в пищу, для изготовления маргарина, консервов, в кондитерской и хлебопекарной промышленности, а также для технических целей и для получения биотоплива [3, 6]. Это скороспелая культура – вегетационный период у нее на 12-15 дней короче, чем у озимого рапса [10]. Она менее чем рапс требовательна к плодородию почвы. Озимая сурепица более устойчива к неблагоприятным условиям перезимовки. Этот показатель на легких почвах у нее более высокий, чем у рапса. В связи с этим озимая сурепица может успешно выращиваться на преобладающих в Беларуси супесчаных и песчаных почвах [3, 10]. В связи с созданием беззруковых сортов желтосемянной озимой сурепицы пищевого использования типа «000» с низким содержанием глюкозинолатов ее значимость повышается [2].

При посеве озимой сурепицы в оптимальные сроки создаются благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего формирования урожая маслосемян высокого качества [1, 3, 5, 6, 9]. Нормой высева семян определяется густота стояния растений, от которой в конечном итоге зависит величина урожайности культуры и ее качество [3, 5, 6, 9].

В условиях Республики Беларусь научные исследования по изучению сроков сева и норм высева семян озимой сурепицы проводились в основном на технических высокоэруковых сортах, и их результаты являются достаточно противоречивыми. Это дает основание изучить указанные элементы технологии возделывания для высококачественных безэруковых и низкоглюкозинолатных, с низким содержанием клетчатки сортов озимой сурепицы на дерново-подзолистых супесчаных почвах центральной части Республики Беларусь.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус 1,8-2,0%, P_2O_5 – 210-240 мг/кг, K_2O – 182-230 мг/кг почвы, pH 5,8-6,0). Исследования проводили при трех сроках сева: 1 срок – 17 августа, 2 срок – 25 августа, 3 срок – 2 сентября. На каждом сроке сева озимой сурепицы посев осуществляли с нормами высева 1,5; 2,0 и 2,5 млн всхожих семян на 1 га. В опытах высевали желтосемянный сорт озимой сурепицы *Вероника* пищевого назначения. Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки 15 м², размещение делянок рендомизированное. Агротехника возделывания культуры является общепринятой для данной зоны. Учеты и наблюдения за ростом и развитием растений озимой сурепицы в течение вегетации проводили по общепринятым методикам.

Вегетационные периоды 2006-2007 гг. и 2008-2009 гг. были теплыми и влажными; 2007-2008 гг. – более холодный, осадков выпало 94,7% от нормы; 2011-2012 гг. – теплый и сухой. Среднемесячная температура воздуха в августе 2006 г. превышала среднюю многолетнюю норму на 1,1 °С, в сентябре на 1,9 °С. В августе выпало осадков в 4,2 раза больше, сентябре – в 1,4 раза меньше многолетней нормы. В августе 2007 г. температура воздуха была на 3,1 °С выше нормы. Количество выпавших осадков в 2,6 раза превышало норму. Температура воздуха в августе 2011 г. была на 1,3 °С выше нормы, а осадков выпало 82,8% от нормы.

В целом, в период исследований метеоусловия не в полной мере отвечали требованиям озимой сурепицы, прежде всего, из-за недостаточного увлажнения на различных этапах роста и развития растений.

Результаты исследований и их обсуждение. Уровень урожайности маслосемян озимой сурепицы в значительной степени определяют морфологические показатели растений перед уходом в зиму. В среднем за 4 года исследований оптимальные показатели имели растения озимой сурепицы первого срока сева при норме высева 1,5 млн всхожих семян. Длина листьев при этом составляла 20,1 см; число листьев 7,8 шт.; диаметр корневой шейки 10,0 мм; масса надземной части 16,4 г; масса корня 3,9 г. Эти показатели обеспечили и самую высокую перезимовку растений (78,2%). При опоздании с посевом на 8-16 дней и увеличении норм высева указанные показатели снижались в пределах 4,0-43,6%. Это приводило к уменьшению перезимовки озимой сурепицы на 6,9-13,2%.

Наибольшая урожайность маслосемян озимой сурепицы получена в 2007-2009 гг. В пределах изучаемых сроков сева и норм высева семян она изменя-

лась соответственно от 20,1 до 28,0 и от 19,5 до 28,6 ц/га. Самая низкая урожайность маслосемян отмечена в 2012 г. – 15,4-25,4 ц/га. В указанном году зима была более холодной и продолжительной.

Установлено, что при посеве озимой сурепицы во второй декаде августа (17.08) с нормой высева 2,0 млн/га изменение урожайности по годам составило 3,2 ц/га (11,2%), а при посеве в первую декаду сентября (2.09) с нормой высева 2,5 млн/га – 5,3 ц/га (26,4%). Следовательно, при позднем сроке сева и повышенной норме высева семян значимость неблагоприятных погодных условий для формирования урожайности маслосемян озимой сурепицы возрастала.

Во все годы проведения исследований озимая сурепица формировала максимальную урожайность маслосемян при посеве в наиболее ранний из изучаемых сроков (17.08) с нормой высева 2,0 млн/га. При запаздывании с посевом на 8 или 16 дней, а также при использовании пониженной (1,5 млн/га) или повышенной (2,5 млн/га) нормы высева семян отмечалось достоверное снижение урожайности. В среднем за 4 года в указанном выше лучшем варианте этот показатель составил 27,3 ц/га. В вариантах, где озимую сурепицу высевали с нормами высева 1,5 и 2,5 млн/га, урожайность маслосемян составила при самом раннем сроке сева соответственно 25,0 и 23,6 ц/га, т.е. на 2,3 и 3,7 ц/га или 8,4 и 13,6% меньше.

Посев озимой сурепицы во второй и третий сроки (25.08 и 2.09) приводил к снижению урожайности этой культуры по сравнению с более ранним посевом. Этот показатель при нормах высева семян 1,5; 2,0; 2,5 млн/га составил соответственно 22,6; 24,7; 21,3 и 18,6; 22,2; 17,4 ц/га. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при запаздывании с посевом озимой сурепицы на 8 дней урожайность маслосемян достоверно снижалась на 2,3-2,6 ц/га или 9,5-9,8%, а на 16 дней – 5,1-6,4 ц/га или 18,7-26,3% в зависимости от нормы высева семян.

При более низкой норме высева (1,5 млн/га) этой культуры по сравнению с оптимальной (2,0 млн/га) при первом, втором и третьем сроках сева урожайность маслосемян снижалась на 2,3; 2,1 и 3,6 ц/га или 8,4; 8,5 и 16,2% соответственно, а при увеличении нормы высева до 2,5 млн/га она была ниже на 3,7; 3,4 и 4,8 ц/га или 13,6; 13,8 и 21,6% (таблица 1).

Формирующие урожайность маслосемян озимой сурепицы элементы изменялись в зависимости от сроков сева и норм высева культуры. Число стручков на растении, семян в стручке, масса 1000 семян имели самые высокие показатели при первом сроке сева и норме высева 1,5 млн/га – соответственно 58,1 шт.; 26,1 шт. и 2,80 г. При более поздних сроках сева (на 8 и 16 дней) из-за уменьшения на 1м² числа растений отмечалось увеличение на них числа стручков соответственно 13,3-17,7% и 30,5-35,4% в зависимости от нормы высева. При увеличении нормы высева число стручков на растении озимой сурепицы в зависимости от срока сева снижалось на 11,5-26,8% и 13,6-30,6% и 4,8-5,8%. Под влиянием запаздывания с посевом на 8 дней число семян в стручке уменьшалось в зависимости от нормы высева на 6,0-7,2%, масса 1000 семян на 5,0-6,4%, а на 16 дней на 18,8-20,2% и 9,6-11,8%. Увеличение нормы высева с 1,5

Таблица 1 – Урожайность маслосемян озимой сурепицы в зависимости от сроков сева и норм высева, ц/га

Срок сева фактор А	Норма высева млн/га фактор В	Урожайность маслосемян, ц/га					Отклонение			
							от оптимального срока		от оптимальной нормы высева	
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2012 г.	среднее	ц/га (А)	%	ц/га (В)	%
1	1,5	25,6	24,8	26,5	23,1	25,0	0,0	100,0	-2,3	91,6
	2,0	28,0	27,3	28,6	25,4	27,3	0,0	100,0	0,0	100,0
	2,5	24,3	23,5	25,4	21,3	23,6	0,0	100,0	-3,7	86,4
2	1,5	24,5	21,7	23,4	20,7	22,6	-2,4	90,4	-2,1	91,5
	2,0	26,9	23,8	25,8	22,3	24,7	-2,6	90,5	0,0	100,0
	2,5	23,2	20,6	22,3	19,0	21,3	-2,3	90,2	-3,4	86,2
3	1,5	21,9	15,9	20,6	16,2	18,6	-6,4	74,4	-3,6	83,8
	2,0	23,2	21,8	23,0	21,0	22,2	-5,1	81,3	0,0	100,0
	2,5	20,1	14,8	19,5	15,4	17,4	-6,2	73,7	-4,8	78,4
НСР ₀₅ AB		1,62	1,64	1,39	1,36					
НСР ₀₅ A		0,93	0,95	0,80	0,79					
НСР ₀₅ B		0,93	0,95	0,80	0,79					

до 2,5 млн/га снижало число стручков при первом сроке сева – на 16,8%; при втором – на 16%; при третьем – на 17,0%; массу 1000 семян на 6,4; 5,0 и 8,7%.

Содержание жира в семенах озимой сурепицы изменялось в опытах от 41,2 до 45,4% и было наименьшим в 2007 г. При этом содержание белка в семенах (23,6%) было максимальным при третьем сроке сева с нормой высева семян 2,5 млн/га.

Самая высокая масличность семян и наименьшее содержание в них белка отмечалось в 2009 г, когда температура воздуха и количество осадков в период формирования семян примерно соответствовали среднемноголетней норме. В таких условиях указанные выше показатели составили соответственно 44,3-48,2 и 18,9-21,8%.

В среднем за период исследований содержание жира в маслосеменах озимой сурепицы при первом сроке сева составило 44,6-46,9% и было наибольшим при норме высева 2,0 млн/га. При втором и третьем сроках сева этот показатель находился в пределах 44,0-45,8 и 42,8-44,6% соответственно. Следовательно, запаздывание с посевом этой культуры на 8 и 16 дней снижало содержание жира в маслосеменах на 0,6-1,1 и 1,8-2,3%. При возделывании озимой сурепицы с нормой высева 1,5 или 2,5 млн/га содержание жира уменьшалось по сравнению с нормой высева 2,0 млн при первом сроке сева на 1,1-2,3%, а при втором и третьем сроках на – 1,0-1,8%.

Содержание белка в маслосеменах озимой сурепицы в среднем за 4 года по трем срокам сева изменялась в зависимости от нормы высева в пределах 19,9-22,7% и было максимальным при норме высева 2,5 млн/га (таблица 2). Запаздывание с посевом на 8 и 16 дней повышало содержание белка в маслосеменах соответственно на 0,6-0,8 и 1,5-1,7%. При уменьшении нормы высева до 1,5 и

Таблица 2 – Содержание жира и белка в маслосеменах озимой сурепицы в зависимости от сроков сева и норм высева семян, %

Срок сева	Норма высева, млн/га	Содержание жира, %				Среднее	Содержание белка, %				Среднее
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2012 г.		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2012 г.	
1 срок	1,5	44,1	45,0	47,3	46,6	45,8	21,4	20,8	19,5	20,4	20,5
	2,0	45,4	46,4	48,2	47,5	46,9	20,8	20,1	18,9	19,9	19,9
	2,5	43,2	43,9	46,0	45,3	44,6	22,0	21,4	20,2	21,2	21,2
2 срок	1,5	43,5	44,3	46,0	45,4	44,8	22,2	21,5	20,3	21,2	21,3
	2,0	44,7	45,2	46,9	46,3	45,8	21,5	20,7	19,6	20,6	20,6
	2,5	42,7	43,4	45,2	44,7	44,0	22,5	21,8	21,0	21,8	21,8
3 срок	1,5	42,2	43,1	45,0	44,2	43,6	23,0	22,5	21,0	21,9	22,1
	2,0	43,2	44,2	45,9	45,3	44,6	22,4	22,0	20,5	21,4	21,6
	2,5	41,2	42,3	44,3	43,5	42,8	23,6	22,9	21,8	22,6	22,7

2,0 млн/га этот показатель уменьшался в среднем за период исследований на 0,5-1,3% в зависимости от срока сева.

Наибольший сбор жира (13,8 ц/га) озимая сурепица обеспечила в 2009 г. при первом сроке сева с нормой высева 2,0 млн/га. Наименьшим этот показатель (6,3 ц/га) был в 2008 г. в варианте, где эту культуру высевали в первой декаде сентября с нормой высева 2,5 млн/га. В среднем за период исследований максимальный сбор жира с 1 га озимая сурепица обеспечила при самом раннем сроке сева с нормой высева 2,0 млн/га – 12,8 ц/га. При более поздних сроках сева этой культуры продуктивность ее снижалась до 7,5 ц/га, т.е. или в 1,7 раза.

Максимальный сбор белка в этом опыте (5,8 ц/га) был получен в 2007 г. при первом сроке сева с нормой высева 2,0 млн/га, а минимальный (3,4 ц/га) в 2008 г. при самом позднем сроке сева и наибольшей норме высева семян. В среднем за 4 года наибольший сбор белка озимая сурепица обеспечила при первом сроке сева с нормой высева 2,0 млн/га – 5,4 ц/га. При самом позднем сроке сева и максимальной норме высева этот показатель составил в среднем за годы исследований 4,0 ц/га, т.е. уменьшился в 1,3 раза (таблица 3).

Заключение

1. В центральной части Республики Беларусь на дерново-подзолистых супесчаных почвах наибольшая урожайность маслосемян (27,3 ц/га) озимой сурепицы получена при посеве во вторую декаду августа (17.08). При запаздывании с посевом на 8 дней сбор семян достоверно снижается на 2,3-2,6 ц/га (9,5-9,7%), на 16 дней – 5,1-6,4 ц/га (25,6-28,5%) в зависимости от нормы высева семян.

2. Оптимальные сроки сева и нормы высева озимой сурепицы обеспечивают перезимовку 73,0-78,2%, длину листьев 17-20 см, их числа 6-8 шт., диаметр корневой шейки 7,0-10,0 мм и массу растения 14-16 г.

3. Оптимальной нормой высева озимой сурепицы является 2,0 млн/га всхожих семян. Уменьшение ее до 1,5 млн/га приводит к снижению урожайности маслосемян на всех сроках сева на 2,1-3,6 ц/га или 8,4-16,2%. При увеличении нормы высева до 2,5 млн/га снижение этого показателя составляет 3,4-4,8 ц/га или 13,5-21,6%.

4. Содержание жира в маслосеменах озимой сурепицы при несоблюдении оптимальных сроков сева и норм высева имеет тенденцию к снижению на 0,6-2,3% и 1,0-2,3% соответственно. Содержание белка под влиянием указанных агроприемов увеличивается на 0,6-1,7 и 0,5-1,3% соответственно.

5. Повышение урожайности в результате оптимизации сроков сева и норм высева семян озимой сурепицы обеспечивает увеличение сбора жира с 1 га в 1,7; белка – в 1,3 раза.

Литература

1. *Аляпкин, А.В.* Эффективность выращивания озимой сурепицы в Полесской зоне / А.В. Аляпкин // Земледелие и защита растений. – 2006. – № 5. – С. 42-44.

2. *Белявский, В.М.* Особенности и перспективы возделывания озимой сурепицы / В.М. Белявский [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси. – Минск, 2004. – Вып. 40. – С. 119-123.

Таблица 3 – Сбор жира и белка при возделывании на маслосемена озимой сурепицы в зависимости от сроков сева и норм высева, ц/га

Срок сева	Норма высева, млн/га	Сбор жира, ц/га				Среднее	Сбор белка, ц/га				Среднее
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2012 г.		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2012 г.	
1 срок	1,5	11,3	11,2	12,5	10,8	11,4	5,5	5,2	5,2	4,7	5,2
	2,0	12,7	12,7	13,8	12,1	12,8	5,8	5,5	5,4	5,1	5,4
	2,5	10,5	10,3	11,7	9,6	10,6	5,3	5,0	5,1	4,5	5,0
2 срок	1,5	10,6	9,6	10,8	9,4	10,1	5,4	4,7	4,8	4,4	4,8
	2,0	12,0	10,8	12,1	10,3	11,3	5,8	4,9	5,1	4,6	5,1
	2,5	9,9	8,9	10,1	8,5	9,4	5,2	4,5	4,7	4,1	4,6
3 срок	1,5	9,2	6,8	9,3	7,2	8,1	5,0	3,6	4,3	3,5	4,1
	2,0	10,0	9,6	10,6	9,5	10,0	5,2	4,8	4,7	4,5	4,8
	2,5	8,3	6,3	8,6	6,7	7,5	4,7	3,4	4,2	3,5	4,0
НСР ₀₅ AB		0,95	1,88	2,09	1,39		0,69	0,74	0,43		0,46
НСР ₀₅ A		0,55	1,10	1,21	0,81		0,40	0,43	0,25		0,27
НСР ₀₅ B		0,55	1,10	1,21	0,81		0,40	0,43	0,25		0,27

3. Гольцов, А.А. Рапс, сурепица / А.А. Гольцов, А.М. Ковальчук, В.Ф. Абрамов. – М.: Колос, 1983. – 47 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Кравцов, С.В. Влияние сроков сева и густоты стояния растений на урожайность семян озимой сурепицы / С.В. Кравцов, Т.Н. Казаченко // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее: мат. между. науч.-практ. конф. (15-16 ноября 2012 г. Жодино). – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – Т. 1. – С. 69-71.
6. Милащенко, Н.З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н.З. Милащенко, В.Ф. Абрамова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.
7. Растениеводство / под ред. Г.С.Посыпанова. – М.:Колос, 1997. – 447 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Минск, 2017. – 317 с.
9. Упманис, В.П. Выращивание озимого рапса и озимой сурепицы в условиях Латвийской ССР: автореф. дис. канд. с.-х. наук. / В.П. Упманис – Елгава, 1964. – 28 с.
10. Шпаар, Д. Рапс и сурепица (выращивание, уборка, использование) / под ред. Д. Шпаара, 2-е пераб.и расширен. изд-ие. – Москва, 2007. – 320 с.

**YIELD AND QUALITY OF “000” TYPE BRASSICA CAMPESTRIS
DEPENDING ON SOWING TERMS AND RATES
Y.E. Piliuk, V.M. Belyavsky, E.P. Reshetnik**

Research results of the effects of sowing terms and rates on yield and quality of Brassica campestris oilseeds growing for food aims are presented in the article. It was established that the highest oilseed yield (2.73 t/ha) was obtained at sowing in the second ten-day period of August; the rate of sowing was 2.0 mln./ha. Using the above mentioned term and rate provided the maximum fat and protein yields, i.e. 28 and 0.54 t/ha, respectively. Improvement of cultivation technology elements contributed to the increase of fat yield per area unit by a factor of 1.7 and the increase of protein yield per area unit by a factor of 1.3.

УДК 633.853.494«324»:574

**ПАРАМЕТРЫ НАКОПЛЕНИЯ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПЛОТНОСТИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ РАДИОНУКЛИДАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
НОРМАТИВНО ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ ОЗИМОГО РАПСА
НА ТЕРРИТОРИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Г.В. Седукова, кандидат с.-х. наук, С.А. Исаченко
Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие
«Институт радиологии», г. Гомель
(Поступила 02.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Я.Э. Пилюк

Аннотация. *Представлены данные по параметрам перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию озимого рапса, возделываемого на почвах разного генезиса и гранулометрического состава. Показано, что коэффициенты перехода радионуклидов в продукцию озимого рапса уменьшаются при возделывании культуры на*

почвах, содержащих большее количество физической глины. Определены предельные плотности загрязнения почв радионуклидами для возделывания и получения нормативно чистой продукции озимого рапса при различном направлении ее использования. Установлено, что возделывание озимого рапса на территории радиоактивного загрязнения в Республике Беларусь ограничивается плотностью загрязнения почв ^{90}Sr .

Введение. На территориях радиоактивного загрязнения посевы рапса занимают около 45% от общей площади посевов культуры в Республике Беларусь. Это обусловлено наибольшей почвенно-климатической пригодностью Южной зоны республики для возделывания данной культуры. Большие площади посевов рапса на территориях, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, обуславливаются возможностью переработки основной продукции рапса – семян на масло, содержание радионуклидов в котором незначительно. При переработке семян рапса на масло практически все радионуклиды концентрируются в шроте (жмыхе), который в дальнейшем используется в качестве белкового компонента в рационах сельскохозяйственных животных.

В связи с учащающимися засушливыми периодами, сопровождающимися высоким температурным режимом в южных регионах Республики Беларусь, которые загрязнены радиоактивными веществами после катастрофы на Чернобыльской АЭС, острота вопроса обеспечения кормами нарастает. Актуальным является изучение накопления радионуклидов основной и побочной продукцией озимого рапса при возделывании его на легких по гранулометрическому составу почвах, имеющих наибольшее распространение на территории радиоактивного загрязнения, и являющихся согласно рекомендациям «Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур» пригодными для возделывания рапса. В связи с отсутствием данных по параметрам перехода радионуклидов в продукцию озимого рапса представляется целесообразным установить их и определить предельные плотности загрязнения почвы радионуклидами, на которой допустимо без ограничения использовать основную и побочную продукцию озимого рапса.

Методы исследований. Исследования проводились на протяжении 2015-2017 гг. путем отбора сопряженных почвенных и растительных образцов [1], на пробных площадках (20 м на 20 м), расположенных в производственных посевах озимого рапса на территории радиоактивного загрязнения. Плотность загрязнения почвы ^{90}Sr определялась согласно «Методике крупномасштабного агрохимического и радиологического исследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь» [2]. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs определялась в полевых условиях методом *in vitro* спектрометром МКС-АТ6101ДР (производство НПУП «АТОМТЕХ»).

В почвенных пробах определяли основные агрохимические показатели по общепринятым методам: содержание гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО [3]; $p\text{H}_{\text{KCl}}$ – потенциометрическим методом [4]; содержание подвижных форм фосфора и калия – по Кирсанову [5].

Удельная активность ^{137}Cs в исследуемых растительных образцах определяли на γ -спектрометрическом комплексе фирмы Canberra. Радиохимическое выделение ^{90}Sr проводили по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на аттестованном α - β счетчике Canberra-2400 [6]. Аппаратурная ошибка измерений не превышала 15-20%.

Пробные площадки располагались на дерново-подзолистой почве разного гранулометрического состава: связнопесчаная, рыхлосупесчаная, связносупесчаная, легкосуглинистая и на деградированной торфяной почве.

Результаты исследований. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs на пробных площадках варьировала от 37 кБк/м² до 780 кБк/м² (1-21 Ки/км²), ^{90}Sr – от 3,7 кБк/м² до 56 кБк/м² (0,1-1,5 Ки/км²). При этом вариабельность удельной активности ^{137}Cs в зеленой массе озимого рапса составила 1-11 Бк/кг, в зерне – 1-22,4 Бк/кг, соломе – 1,5-34,8 Бк/кг. Удельная активность ^{90}Sr в зеленой массе озимого рапса изменялась от 2,2-113 Бк/кг, в зерне – от 5,2 до 177 Бк/кг, соломе – от 11,5 до 330,7 Бк/кг. По содержанию ^{137}Cs продукция озимого рапса соответствовала республиканским допустимым уровням содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах (РДУ). Наблюдалось превышение норматива по содержанию ^{90}Sr в пробах зеленой массы, зерна и соломы при условии их использования в рационе кормления крупного рогатого скота (КРС) и получения молока цельного. Для получения молока-сырья на переработку продукция озимого рапса соответствовала РДУ.

Установлена прямая корреляционная связь между удельной активностью радионуклидов в почве и продукции озимого рапса. Так, коэффициент корреляции, характеризующий связь между удельной активностью ^{137}Cs в почве и зеленой массе озимого рапса составил $r=0,86$, ^{90}Sr – $r=0,93$. Зависимость между удельной активностью ^{137}Cs в почве и зерне озимого рапса характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,67, ^{90}Sr – $r=0,83$. Коэффициент корреляции, характеризующий связь между удельной активностью ^{137}Cs в почве и соломе озимого рапса, составляет $r=0,62$, ^{90}Sr – $r=0,71$.

Показателем, характеризующим уровни накопления радионуклидов в продукции при различных условиях возделывания культур, является коэффициент перехода (K_p). По обобщенным результатам исследований установлено, что средние значения K_p ^{137}Cs для зеленой массы культуры изменяются от 0,009 Бк/кг:кБк/м² до 0,024 Бк/кг:кБк/м² в зависимости от гранулометрического состава почвы (рисунок 1).

K_p ^{137}Cs для зерна озимого рапса уменьшаются по мере увеличения доли физической глины (показателя, характеризующего гранулометрический состав почв) в дерново-подзолистой почве. При возделывании на связнопесчаной почве K_p ^{137}Cs для зерна озимого рапса составляет в среднем 0,044 Бк/кг:кБк/м², на рыхлосупесчаной – 0,04 Бк/кг:кБк/м², на связносупесчаной – 0,034 Бк/кг:кБк/м², на легкосуглинистой – 0,028 Бк/кг:кБк/м².

Для соломы озимого рапса K_p ^{137}Cs в среднем в 1,7 раза выше, чем для зерна. Тенденция изменения параметров перехода ^{137}Cs для соломы при изменении гранулометрического состава почвы аналогична, как и для зерна.

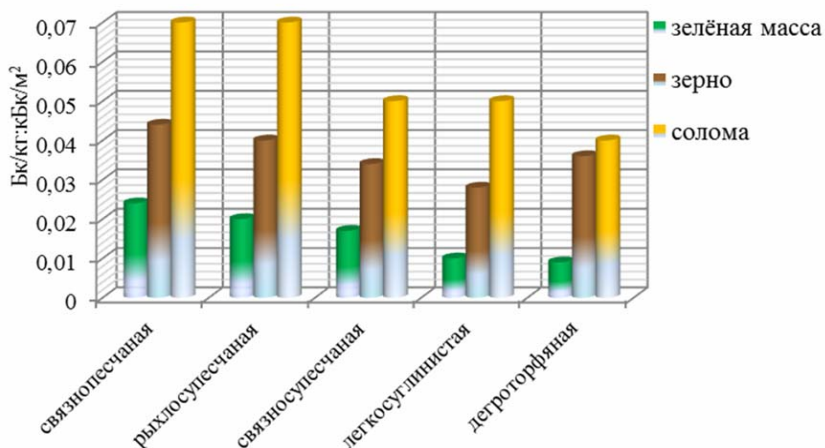


Рисунок 1 – Коэффициенты перехода ^{137}Cs для продукции озимого рапса

Кп ^{137}Cs для зеленой массы озимого рапса, выращенного на деградированной торфяной почве находится на уровне $0,009 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$, для зерна – $0,036 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$, для соломы – $0,04 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$.

Кп ^{90}Sr для зеленой массы озимого рапса уменьшаются в 1,4 раза при изменении гранулометрического состава почвы от связнопесчаной до легкосуглинистой (рисунок 2). Для зерна культуры Кп ^{90}Sr уменьшаются в 3,1 раза, для соломы – в 1,6 раза.

Параметры перехода ^{90}Sr для продукции озимого рапса, возделываемого на деградированных торфяных почвах, ниже, чем на дерново-подзолистых.

Следует отметить, что выше представлены усредненные значения Кп радионуклидов по разновидностям почв. При изменении агрохимических показателей почвы в каждой из разновидности параметры перехода радионуклидов варьируют. Исследования по изучению изменений данных параметров продолжаются.

На основании полученных параметров перехода радионуклидов установлено, что ограничений по плотности загрязнения почв ^{137}Cs для получения продукции озимого рапса, соответствующей РДУ, нет. Для получения зерна культуры, соответствующей требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», плотность загрязнения почв ^{137}Cs не должна превышать 1295 кБк/м^2 (35 Ки/км^2).

Получение нормативно чистой продукции озимого рапса ограничивается плотностью загрязнения почв ^{90}Sr (таблица 1).

Получить зеленую массу озимого рапса, соответствующую требованиям РДУ, используемую для скармливания КРС и получения в дальнейшем молока-сырья для переработки на масло, возможно при плотности загрязнения дерново-подзолистой связнопесчаной и рыхлосупесчаной почвы ^{90}Sr не более

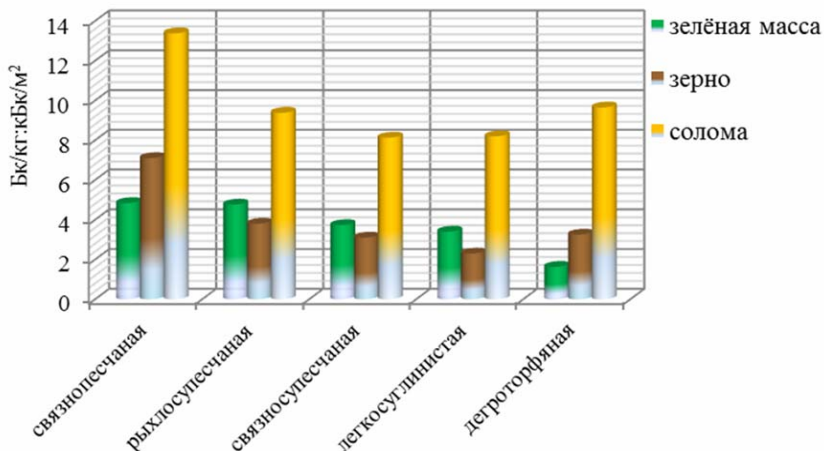


Рисунок 2 – Коэффициенты перехода ⁹⁰Sr для продукции озимого рапса

38 kBк/м² (1 Ки/км²). Ограничения по плотности загрязнения деградированной торфяной почвы ⁹⁰Sr для производства нормативно чистой зеленой массы (в соответствии с РДУ) – отсутствуют.

Таблица 1 – Предельные плотности загрязнения почвы ⁹⁰Sr для использования продукции озимого рапса в качестве корма, соответствующего РДУ, kBк/м² (Ки/км²)

Почва	Вид корма		
	зеленая масса	зерно	солома
Для производства молока цельного			
Связнопесчаная	7,6 (0,21)	14,1 (0,38)	13,8 (0,37)
Рыхлосупесчаная	7,8 (0,21)	26,3 (0,71)	19,7 (0,53)
Связносупесчаная	9,9 (0,27)	32,3 (0,87)	22,8 (0,62)
Легкоуглинистая	10,9 (0,29)	43,5 (1,18)	22,6 (0,61)
Дерготорфяная	22,7 (0,61)	30,8 (0,83)	19,2 (0,52)
Для производства молока-сырья на переработку на масло			
Связнопесчаная	38,2 (1,03)	70,4 (1,9)	67,3 (1,82)
Рыхлосупесчаная	38,9 (1,05)	б/о	95,9 (2,59)
Связносупесчаная	49,6 (1,34)	б/о	110,7 (2,99)
Легкоуглинистая	54,4 (1,47)	б/о	109,8 (2,97)
Дерготорфяная	б/о	б/о	93,3 (2,52)
Связнопесчаная	38,2 (1,03)	70,4 (1,9)	67,3 (1,82)

Примечание: б/о – «без ограничений», т.е. разрешено на всей территории, где ведется сельскохозяйственное производство

Согласно полученным данным, производство зеленой массы озимого рапса, отвечающей требованиям ТР ТС «О безопасности кормов и кормовых добавок», возможно при плотности загрязнения дерново-подзолистой почвы ^{90}Sr на уровне 10,3-14,7 кБк/м² (0,28-0,4 Ки/км²) в зависимости от гранулометрического состава и при плотности загрязнения ^{90}Sr деградированной торфяной почвы не более 30,7 кБк/м² (0,83 Ки/км²).

Получение зерна озимого рапса, отвечающего требованиям ТР ТС «О безопасности кормов и кормовых добавок», возможно при плотности загрязнения дерново-подзолистой почвы ^{90}Sr от 14 кБк/м² (0,38 Ки/км²) до 43,5 кБк/м² (1,18 Ки/км²) в зависимости от гранулометрического состава.

Солома озимого рапса будет соответствовать требованиям ТР ТС «О безопасности кормов и кормовых добавок» при возделывании культуры на дерново-подзолистых почвах с плотностью загрязнения ^{90}Sr от 13,5 кБк/м² (0,36 Ки/км²) до 22 кБк/м² (0,59 Ки/км²) в зависимости от гранулометрического состава. Плотность загрязнения ^{90}Sr деградированной торфяной почвы для получения нормативно чистой соломы не должна превышать 18,7 кБк/м² (0,5 Ки/км²).

Выводы

Параметры перехода радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr для продукции озимого рапса различны при возделывании культуры на почвах разного генезиса и гранулометрического состава. Кратность различий Кп ^{137}Cs для зеленой массы озимого рапса при изменении гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы от связнопесчаной до легкосуглинистой составляет 2,4 раза, для зерна – 1,6 раза, для соломы – 1,4 раза.

Для зеленой массы озимого рапса, выращенного на деградированной торфяной почве, Кп ^{137}Cs составляет 0,01 Бк/кг:кБк/м², для зерна – 0,036 Бк/кг:кБк/м², для соломы – 0,04 Бк/кг:кБк/м².

Кратность различий Кп ^{90}Sr для зеленой массы озимого рапса при изменении гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы от связнопесчаной до легкосуглинистой составляет 1,4 раза, для зерна – 3,1 раза, для соломы – 1,6 раза.

Для зеленой массы озимого рапса, выращенного на деградированной торфяной почве, Кп ^{90}Sr составляет 1,63 Бк/кг:кБк/м², для зерна – 3,25 Бк/кг:кБк/м², для соломы – 9,65 Бк/кг:кБк/м².

Ограничения по плотности загрязнения почв ^{137}Cs для получения продукции озимого рапса, соответствующей требованиям РДУ, отсутствуют. Для получения зерна культуры, соответствующей требованиям ТР ТС 015/2011, плотность загрязнения почв ^{137}Cs не должна превышать 1295 кБк/м² (35 Ки/км²).

Получение нормативно чистой продукции озимого рапса ограничивает плотность загрязнения ^{90}Sr . При планировании посевов озимого рапса на территории радиоактивного загрязнения для использования зеленой массы, необходимо подбирать участки, плотность загрязнения дерново-подзолистой связнопесчаной и рыхлосупесчаной почвы ^{90}Sr которых не превышает 7,6 кБк/м² (0,21 Ки/км²), связносупесчаной – 9,9 кБк/м² (0,27 Ки/км²), легкосуглинистой –

10,9 кБк/м² (0,29 Ки/км²), деградированной торфяной почвы не превышает 22,7 кБк/м² (0,61 Ки/км²).

Получение зерна озимого рапса, отвечающего требованиям ТР ТС «О безопасности кормов и кормовых добавок», возможно при плотности загрязнения дерново-подзолистой почвы ⁹⁰Sr от 14 кБк/м² (0,38 Ки/км²) до 43,7 кБк/м² (1,18 Ки/км²) в зависимости от гранулометрического состава.

Таким образом, выявлены территории радиоактивного загрязнения, на которых возможно возделывание озимого рапса и получения продукции, отвечающей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов.

Литература

1. Почвы. Отбор проб : ГОСТ 28168–89. – введ. 01.04.1990. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
2. Богдевич, И.М. Методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий республики Беларусь / метод. рекомендации / И.М. Богдевич [и др]. – Минск : Белорус. науч. исслед. Ин-т почвоведения и агрохимии, 1992. – 44 с.
3. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26212.–91 – введ. 01.07.1993. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 6 с.
4. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО : ГОСТ 26483–85. – введ. 01.07.1986. – Москва : Издательство стандартов, 1987. – 4 с.
5. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26207–91 – введ. 01.07.1993. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 6 с.
6. Кузнецов, А.В. Методические указания по определению стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях : метод. Рекомендации / А.В. Кузнецов, В.И. Силин, Ф.И. Павлоцкая. – Москва : ЦИНАО, 1985. – 63 с.

PARAMETERS OF ACCUMULATION AND MAXIMUM DENSITIES OF SOIL RADIONUCLIDE CONTAMINATION FOR PRODUCTION OF REGULATORY CLEAN PRODUCTS OF WINTER RAPESEED ON RADIOACTIVE CONTAMINATION TERRITORY
G.V. Sedukova, S.A. Isachenko

Data on the ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr transfer factors in the production of winter rapeseed cultivated on soils of different genesis and granulometric composition are presented. It is shown that the radionuclide's transfer factors to winter rapeseed produce decrease when cultivating crops on soils containing more physical clay. The maximum density of radionuclides contamination in soil was determined for cultivation and obtaining of normatively produce of winter rapeseed for different directions of use. It is established that the cultivation of winter rapeseed in the radioactive contaminated territory in the Republic of Belarus is limited by the ⁹⁰Sr contamination density in soil.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА И НОРМ ВЫСЕВА ЛЮЦЕРНЫ НА ЕЕ УРОЖАЙНОСТЬ

Н.П. Власюк, мл. науч. сотрудник

*Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси
(Поступила 31.01.2018)*

Рецензент: доктор с.-х. наук В.Н. Шлапунов

***Аннотация.** Изложены результаты исследований по нормам посева люцерны посевной сорта Будучыня при весеннем и летнем сроках беспокровного посева. В среднем за 4 года люцерна весеннего срока сева превысила урожайность летнего срока сева по зеленой массе на 12%, сухому веществу на 13,7%. Увеличение нормы посева с 9,0 до 21 кг/га всхожих семян достоверного увеличения урожайности не обеспечивало.*

Введение. Основным условием интенсивного ведения животноводства является создание прочной кормовой базы и организация полноценного кормления, удовлетворяющего потребности животных во всех питательных и биологически активных веществах. Одним из факторов, сдерживающих повышение продуктивности животноводства, является дефицит кормового протеина в рационах, достигающий 21% от нормы. Обеспечение рационов кормления скота протеином решается за счет растительного белка, наиболее дешевым источником которых являются бобовые травы. Поэтому внедрение в производство и рациональное использование травостоев с оптимальной долей бобового компонента имеет очень важное значение.

Кроме того, ввиду высокого потенциала азотфиксации травостой с высокой долей многолетних бобовых трав не требуют внесения азотных удобрений. Следовательно, ежегодная экономия азотных минеральных удобрений может составить до 15-20 тыс. тонн д.в. Многолетние бобовые травы характеризуются мощным развитием надземной массы и корневой системы, что будет также способствовать более интенсивному накоплению органического вещества в почве, биологической мобилизации минеральных элементов, улучшению структуры почвы, значительному уменьшению водной и ветровой эрозии песчаных почв [2, 5].

Одной из таких бобовых культур является люцерна, которая характеризуется высокой продуктивностью, высокопитательной зеленой массой, рекордным выходом дефицитного белка с единицы площади, способностью обеспечивать хорошие урожаи сена без внесения больших доз минеральных удобрений и т.д. При правильной агротехнике травостой сохраняется 5-7 лет и может давать ежегодно до 400-500 ц/га зеленой массы, в 1 к.ед. которой содержится 160-175 г переваримого белка, богатого незаменимыми аминокислотами и хорошо по ним сбалансированного [1, 2, 6].

Люцерна ценится как хороший предшественник для всех сельскохозяйственных культур, улучшает физико-химические и агрохимические свойства

почв, способна усваивать и накапливать в почве азот из воздуха. Известно, что люцерна оказывает на почву оздоровительное действие, освобождая ее от вредных микроорганизмов и способствуя развитию ряда полезных. Люцерна образует мощную корневую систему, богатую азотом, способствует обогащению почвы и повышению урожайности следующих идущих за ней культур [2, 4].

Методика и место проведения исследований. Исследования проводили в 2014-2017 гг. на опытном поле РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» (юго-западная зона Беларуси). Полевые опыты были заложены на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,3-0,4 м рыхлыми водноледниковыми песками. Глубина пахотного горизонта составляет 18-22 см. В пахотном слое содержание гумуса было 2,37%, подвижных фосфатов 317 мг/кг, обменного калия 242 мг/кг почвы, $pH_{KCl} - 6,22$ Размер делянки 20 м². Повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева люцерны на кормовые цели составляла 9, 13, 17 и 21 кг/га (при 100% хозяйственной годности). Посев производили семенами люцерны посевной сорта *Будучыня* белорусской селекции (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»), включенного в Государственный реестр с 2009 г. Перед посевом семена люцерны были скарифицированы и обработаны биологическим препаратом Ризофос. Сроки посева люцерны в 2014 г. 11 апреля (весенний срок), 18 июня (летний срок).

Погодные условия сильно различались по годам, что дает возможность оценить их влияние на формирование урожайности зеленой массы и сухого вещества люцерны посевной. Вегетационный период 2015 г. характеризовался умеренным наступлением весны. Начало отрастания люцерны посевной отмечалось в конце второй декады марта. В апреле-июне средняя температура воздуха была на 0,5-1,0 °С выше среднемесячных значений. Весь вегетационный период 2015 г. характеризовался неравномерным выпадением осадков. Всего за этот период выпало 239 мм атмосферных осадков или 70% от среднемесячного значения, поэтому в целом его можно считать недостаточно влажным. Менее всего выпало атмосферных осадков в июне – 8 мм или 10% от среднего значения, что отрицательно повлияло на отрастание люцерны посевной после первого укоса и впоследствии на формирование урожайности зеленой массы.

Вегетационный период 2016 г. характеризовался ранним отрастанием люцерны посевной в конце первой декады марта. Температура воздуха с апреля по август была выше средней многолетней на 2-3 °С. Сумма положительных среднесуточных температур от первого до третьего укоса была в пределах от 436 до 615 °С, что способствовало активному формированию зеленой массы. За весь вегетационный период сумма положительных среднесуточных температур составила 2905 °С, что на 6% выше по сравнению с предыдущим годом. Апрель и июль отличались избыточным выпадением осадков. В апреле выпало 142%, июле 117% от средней многолетней величины. За вегетационный период выпало 280 мм осадков.

В 2017 г. сумма положительных среднесуточных температур составила 2738 °С. При этом за вегетационный период выпало 447 мм осадков, что позволило получить три полноценных укоса люцерны посевной.

Результаты исследований и обсуждение. В среднем за четыре года при беспокровном весеннем сроке сева проявилась только тенденция к повышению урожайности зеленой массы и сухого вещества люцерны в варианте с нормой высева 17 кг/га – 507 ц/га и 119 ц/га соответственно (таблица 1). Различия между вариантами норм высева составили по зеленой массе 456-507 ц/га, по сухому веществу – 112-118 ц/га.

Таблица 1 – Урожайность люцерны посевной в весенних беспокровных посевах, ц/га

Норма высева люцерны	Урожайность, ц/га									
	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		Среднее	
	зеленая масса	сухое вещество	зеленая масса	сухое вещество	зеленая масса	сухое вещество	зеленая масса	сухое вещество	зеленая масса	сухое вещество
9 кг/га	244	64,0	358	83,9	599	140	794	181	499	118
13 кг/га	270	67,0	295	70,7	626	148	805	180	499	117
17 кг/га	280	67,0	331	80,5	628	150	791	178	507	119
21 кг/га	265	68,0	301	72,4	504	140	755	166	456	112
Среднее	265	66,5	321	76,9	589	145	786	176	490	116
НСР ₀₅	16,6	6,2	17,0	6,6	18,3	7,6	18,9	8,0	-	-

Уборка люцерны летнего беспокровного срока сева проводилась также в фазу бутонизации – начало цветения при высоте растений 50 см и выше. Несколько большую урожайность зеленой массы и сухого вещества в первый год жизни получили при посеве люцерны с нормой высева 21 кг/га – 138 ц/га и 26,8 ц/га соответственно. В последующие годы отмечена динамика роста урожайности люцерны от первого года жизни до четвертого в среднем с 128 до 745 ц/га по зеленой массе и с 24 до 162 ц/га по сухому веществу. В среднем за 4 года исследований в летних беспокровных посевах урожайность зеленой массы люцерны посевной изменялась в зависимости от норм высева от 429 до 445 ц/га, сухого вещества от 100 до 102 ц/га. При этом существенных различий по величине урожайности между вариантами норм высева как и при весеннем апрельском сроке сева не установлено (таблица 2).

Выводы

1. Продуктивность люцерны посевной при различных сроках беспокровного посева находится в тесной зависимости от погодных условий в год посева и в меньшей мере от изучаемых норм высева.

2. В первый год жизни более высокую урожайность обеспечивает весенний срок сева, где урожайность составила в зависимости от нормы высева 244-280 ц/га зеленой массы, 64-68 ц/га сухого вещества, что превышает урожайность

Таблица 2 – Урожайность люцерны летнего срока посева, ц/га

Норма высева люцерны	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		Средняя за 4 года	
	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухое вещество, ц/га
9 кг/га	120	22,6	340	90,9	518	131	749	164	432	102
13 кг/га	125	22,8	345	85,6	542	130	744	163	439	100
17 кг/га	130	23,6	335	90,3	498	132	754	162	429	102
21 кг/га	138	26,8	310	77,8	600	149	734	156	445	102
Среднее	128	24,0	333	86,2	540	135	745	162	436	102
НСР ₀₅	14,0	3,2	16,9	5,0	17,1	5,8	18,2	6,4	-	-

летнего срока сева в 2,0-2,6 раза. В среднем за четыре года урожайность люцерны при указанных нормах высева составила в весенних посевах 490 ц/га зеленой массы, 116 ц/га сухого вещества, что превысило урожайность летних сроков сева на 12% и 13,7% соответственно.

3. Увеличение нормы высева семян люцерны посевной с 9 до 21 кг/га существенного влияния на величину урожайности сорта *Будучыня* не оказало.

Литература

1. Иванов, А.И. Люцерна / А.И. Иванов. – Москва : Колос, 1980. – 349 с.
2. Вольнец, А.П. Физиология плодообразования люцерны / А.П. Вольнец [и др.] – Минск : Наука и Техника, 1989. – 208 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985, - 350 с
4. Огнев, И.М. Кормовые культуры БССР : справочное пособие / И.М. Огнев ; под общ. ред. А.Л. Амбросова. – Минск : Гос. издат. БССР, 1957. – 251 с.
5. Привалов, Ф.И. Резервы развития кормопроизводства в Беларуси / Ф.И. Привалов, В.Н. Шлапунов // Матер. международной науч.-практ. конф. – Москва, 2013. – С 247-253.
6. Тарковский, М.И. Люцерна в Нечерноземной полосе / М.И. Тарковский. – Москва : Гос. издат. с.-х. литературы, 1959. – 160 с.
7. Шлапунов, В.Н. Люцерна / В.Н. Шлапунов // Полевое кормопроизводство : 2-е издание, перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 1991. – С. 106-112.
8. Шлапунов, В.Н. Кормовое поле Беларуси / В.Н. Шлапунов, В.С. Цыдик. – Барановичи: РУПП «Барановичская укрупненная типография», 2003. – 304 с.

EFFECT OF SOWING TERMS AND RATES ON ALFALFA YIELD

N.P. Vlasyuk

Research results on sowing rates of alfalfa var. Buduchynya using spring and summer terms of open sowing are presented. On average for four years, spring term alfalfa exceeded summer term in green material by 12% and in dry matter by 13.7%. Increasing of sowing rate from 9.0 to 21 kg/ha of viable seeds did not provide significant yield increase.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ПРИ ПОСЕВЕ ПОД ПОКРОВ ЯЧМЕНЯ

В.Н. Шлапунов, доктор с.-х. наук, **А.Л. Бирюкович**, **А.Н. Романович**,
кандидаты с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 22.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук М.Н. Крицкий

Аннотация. Люцерна посевная Будучыня в условиях дерново-подзолистой почвы центральной части республики в течение трех лет обеспечивала при трехукосном использовании достаточно высокую урожайность. Ее сохранность после уборки покровной культуры составляла 66,4%, перезимовка была хорошей. В 1 кг сухой массы люцерны содержалось 18,3-18,7% сырого протеина, а обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составила 185-194 г. Наиболее продуктивным был посев люцерны с нормой 4,5 млн шт./га при уборке ячменя в фазу молочно-восковой спелости на зерносенаж. Этот способ сева обеспечил высокую прибыль и рентабельность.

Введение. Посевные площади люцерны в 2017 г. составили около 200 тыс. га или 53% одновидовых посевов бобовых трав республики. В перспективе посевы этой культуры будут увеличиваться, что связано с необходимостью насыщения рационов крупного рогатого скота белком. При правильной агротехнике травостой люцерны сохраняется 5-7 лет и может давать ежегодно до 400-500 ц/га зеленой массы, а в 1 к.ед. содержится 160-175 г переваримого протеина, богатого незаменимыми аминокислотами [1, 2]. При возделывании люцерны наиболее сложным является формирование травостоя в первый год жизни (г.ж.). Это связано с тем, что в этот период надземная часть растет слабо, корневая система развивается энергично, а поскольку люцерна является растением длинного дня, она весьма требовательна к условиям освещения [3, С. 13].

Молодые растения люцерны не переносят сильного затенения, поэтому лучше развиваются в беспокровных посевах и под покровом культур, которые убирают рано. Лучше всего в качестве покровной культуры использовать однолетние травы на зеленый корм. Люцерну подсевают под раннеспелые сорта ячменя или короткостебельные сорта озимой ржи [4].

Согласно исследованиям БелНИИ земледелия подсев люцерны под озимые зерновые малоэффективен, так как они трогаются в рост раньше, чем можно выехать в поле с сеялкой. Поэтому уже через 12-15 дней после посева люцерны ее всходы в сильной степени затеняются разросшимися озимыми и изреживаются. В то же время уменьшение норм высева покрова приводит к недобору зерна. Удовлетворительными покровными культурами являются овес и ячмень, убираемые на монокорм, а лучшие покровные культуры – однолетние смеси (вико-горохо-люпино-овсяные) на зеленый корм [5].

По мнению российских исследователей, лучшие условия для развития травосмесей создаются под покровом ячменя, так как он низкорослый, менее облиствен, чем, например, овес, обладает сжатым периодом поступления питательных веществ из почвы, предохраняет всходы трав от перегрева и угнетения сорняками [6]. Поэтому изучение особенностей формирования агрофитоценоза люцерны в первый и последующие годы жизни является актуальным.

Цель исследований – установить эффективность норм высева люцерны и сроков уборки покровной культуры.

Методика исследований. Объект исследования: люцерна посевная *Будучыня* (селекция РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»). Почва – дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком ближе 1 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика: рН – 5,55, гумус – 2,17%, P₂O₅ – 192 мг/кг, K₂O – 234 мг/кг; В – 0,82 мг/кг; Cu – 0,80; Zn – 1,5; MgO – 270; CaO – 1268 мг/кг почвы. Предшественник – кукуруза. Покровная культура – ячмень *Водар* (4,0 млн шт./га или 226 кг/га), который убирали на зеленый корм (колошение), зерносеяж (молочно-восковая спелость) и зерно. Осенью вносили P₆₀K₁₂₀, а весной в вариантах уборки покрова на зеленый корм N₄₅, зерносеяж N₆₀, зерно N₉₀. Участок известковали доломитовой мукой в дозе 3,5 т/га. Семена люцерны скарифицировали и обработали фундазолом (3 кг/т), микроудобрением Соллюбор ДФ (20 г/ц семян), молибденовокислым аммонием (150 г/ц) и биологическим препаратом Ризофос (200 г/гектарную норму семян) в день посева. Посев люцерны проводили 22.04.2014 г. и 26.04.2015 г. поперек рядков покровной культуры с нормой высева 4,5; 6,5; 8,5 и 10,5 млн шт./га всхожих семян или 9, 13, 17 и 21 кг/га соответственно. Для борьбы с сорной растительностью использовали Базагран, ВР (2 л/га) в фазе тройчатого листа.

Учетная площадь делянки 25,2 м². Повторность четырехкратная. Размещение делянок систематическое. Уборка в начале цветения.

Погодные условия 2014 г. по температурному режиму и количеству осадков благоприятствовали появлению всходов ячменя и люцерны. Влажность почвы пахотного слоя (0-20 см) от посева до I-ой декады июля составляла 19,4-21,5%, в последующем (до 20 июля) была в пределах 12,84-9,84% и в 2 раза ниже в период с III-й декады июля до I-й декады августа.

В засушливый период 2015 г. после 1-го укоса, когда влажность почвы пахотного слоя снижалась до 5,01-2,74%, растения люцерны приостановили рост, а 3-й укос не сформировался [7].

В 2016 г. метеорологические условия периода вегетации были благоприятными для роста и развития растений 1-го укоса (среднесуточный прирост люцерны 1,58 см), а урожайность 2-го и 3-го укосов (среднесуточный прирост люцерны 0,87-0,94 см) формировалась при повышенных температурах и дефиците влаги.

Вегетационный период 2017 г. в целом был благоприятным для роста и развития люцерны.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ полевой всхожести семян люцерны, посеянной под ячмень, показал, что в среднем по трем срокам уборки покровной культуры она составила при норме высева 4,5 млн шт./га 70%, 6,5 – 61%; 8,5 – 52,7% и 10,5 млн шт./га – 57,6%. 6

Сохранность растений люцерны к уборке покровной культуры в зависимости от нормы высева в 2014 г. находилась в пределах 73,6-78,3%. В 2015 г. на их сохранность негативное влияние оказал дефицит влаги в июне-июле. Величина этого показателя зависела от срока уборки ячменя. В среднем по нормам высева при раннем сроке уборки (колошение) сохранность растений составила 78%, тогда как при уборке в молочно-восковой спелости 66%, в полной – 53%.

Важным показателем состояния люцерны 1-го г.ж. является высота травостоя в конце вегетационного периода. По этому показателю в 2014 г. выделился вариант, где покровную культуру убирали в молочно-восковой спелости (таблица 1). В 2015 г. высота растений люцерны составила при уборке покровной культуры в фазы колошения и молочно-восковой спелости 21-23 см и только 13-14 см при уборке ячменя на зерно.

Таблица 1 – Высота растений люцерны 1 г.ж. в конце вегетационного периода при разных нормах высева и сроках уборки ячменя, см

Норма высева, млн шт./га	Срок уборки покровной культуры								
	Колошение			Молочно-восковая спелость			Зерно		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
4,5	30	23	26	38	22	30	28	13	20
6,5	29	23	26	34	22	28	29	13	21
8,5	27	21	24	37	21	29	28	13	20
10,5	29	21	25	38	21	30	29	14	22

В последующие годы (2-4 г.ж.) высота травостоя и густота стеблестоя по вариантам норм высева различались не существенно, однако масса корневой системы при норме высева семян 4,5 млн шт./га на 15-18% была большей, чем при норме 10,5 млн шт./га (рисунок 1).

В первый год жизни люцерны основной урожай обеспечивается за счет покровной культуры. В 2014 г. он составил при уборке ячменя в фазу колошения зеленой массы 250 ц/га, сухого вещества 47,9 ц/га, в молочно-восковой – 223 и 84,5 ц/га соответственно.

Данные зависимости урожайности люцерны посевной от сроков уборки покровной культуры представлены в таблице 2. В среднем по опыту за три года пользования ее урожайность в варианте уборки ячменя в фазу молочно-восковой спелости была на 11,4% больше, чем при уборке его на зерно. Во 2-й г.ж. урожайность люцерны после уборки ячменя в эту фазу была на 12,1% больше по сравнению с уборкой на зерно и на 11,5% – в фазу колошения. В 3-й и 4-й г.ж. эта разница нивелировалась.



Рисунок 1 – Люцерна посевная 4-го года жизни при посеве с нормой 4,5 млн шт./га (1) и 10,5 млн шт./га (2)

Таблица 2 – Урожайность люцерны посевной в зависимости от норм высева и сроков уборки покровной культуры, ц/га сухой массы

Норма высева, млн шт./га	Фаза уборки ячменя	Год жизни				± к фазе колошения	
		2-й	3-й	4-й	среднее	ц/га	%
4,5	Колошение	51,9	89,4	115,0	85,4	-	-
	Молочно-восковая спелость	62,8	87,0	127,0	92,3	6,9	8,1
	Зерно	49,8	91,1	107,0	82,6	-2,8	-3,3
6,5	Колошение	59,4	95,7	125,0	93,4	-	-
	Молочно-восковая спелость	63,0	84,9	124,0	90,6	-2,8	-3,0
	Зерно	55,4	88,0	106,0	83,1	-10,3	-11,0
8,5	Колошение	62,5	85,5	120,0	89,3	-	-
	Молочно-восковая спелость	67,2	84,9	124,0	92,0	2,7	3,0
	Зерно	52,3	89,3	103,0	81,5	-7,8	-8,7
10,5	Колошение	56,9	90,7	117,0	88,2	-	-
	Молочно-восковая спелость	64,3	89,5	122,0	91,9	3,7	4,2
	Зерно	54,9	89,4	102,0	82,1	-6,1	-6,9

НСР₀₅, ц/га: фаза уборки – 7,8; норма высева – 5,2; взаимодействие – 9,3

Увеличение нормы высева люцерны с 4,5 до 10,5 млн шт./га не изменяло урожайность травостоя.

Анализ химического состава травостоя люцерны показал, что на 4-й г.ж. люцерна обеспечивала получение сырья для заготовки сенажа достаточно высокого качества (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимический состав люцерны 4-го г.ж. при разных нормах высева, в 1 кг сухой массы

Норма высева, млн шт./га	СП, %	СЖ, %	СК, %	СЗ, %	БЭВ, %	ПП, %	ОЭ, МДж/кг	К.ед./кг	Обеспеченность 1 к.ед. ПП, г
4,5	18,3	3,1	28,3	10,0	40,3	16,2	9,4	0,7	185
10,5	18,7	3,5	28,1	9,9	39,5	16,5	9,5	0,7	194

Следует отметить, что содержание сырого протеина (СП) при норме высева 10,5 млн шт./га было несколько выше, чем при норме 4,5 млн шт./га. Как следствие, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином (ПП) в этом варианте была на 9 граммов выше. Это связано с большим количеством побегов люцерны при более высокой норме высева и большей облиственности. Так, в 4-м г.ж. в травостое с нормой высева 4,5 шт./га в среднем за вегетацию число побегов составило 700 шт./м², а при посеве 10,5 млн – 801 шт./м².

На основании анализа растительной массы определяли количество обменной энергии (ОЭ) в МДж/кг, сухого вещества рассчитывали по формуле Аксельсона в модификации Н.Г. Григорьева и Н.П. Волкова [8], а затем была рассчитана продуктивность люцерны в кормовых единицах. Расчет показал, что продуктивность посева в 1-й год при уборке ячменя на зерно была выше, чем в фазу колошения или молочно-восковой спелости, в то время как в среднем за четыре года наиболее продуктивным был вариант уборки ячменя в фазу молочно-восковой спелости на зерносенаж + люцерна с нормой высева 4,5 млн шт./га (таблица 4).

Экономическую эффективность оценивали по прямым затратам (затраты на технологические приемы и материалы). Стоимость продукции рассчитывали путем перевода ОЭ в молоко. Данные по величине затрат на выращивание ячменя на зерно [9] и полевым потерям при скашивании [10] люцерны брали в публикациях. В статью затрат включали затраты на производство растениеводческой и животноводческой (уход, доение) продукции.

Оценка изучаемых приемов показала, что высокая прибыль и рентабельность производства были получены при уборке покровного ячменя в фазу молочно-восковой спелости при высева 4,5 млн шт. всхожих семян люцерны на гектар и в фазу колошения при высева 6,5 млн шт./га (таблица 5).

При уборке покровного ячменя на зерно прибыль и рентабельность при любых нормах высева люцерны были ниже, что связано не только с более низкой урожайностью люцерны в этом варианте, но и с более высокими затратами на уборку и доработку зерна ячменя.

Таблица 4 – Продуктивность люцерны посевой и покровного ячменя (среднее по 2-м закладкам), к.ед./га

Норма высева, млн шт./га	Фаза	Год жизни				Средняя за 4 года	Средняя продуктивность люцерны
		1-й*	2-й	3-й	4-й**		
4,5	Колошение	3955	4463	7867	10120	6601	7483
	Молочно-восковая	5970	5401	7656	11176	7551	8078
	Зерно	6495	4283	8017	9416	7053	7239
6,5	Колошение	3955	5108	8135	10625	6956	7956
	Молочно-восковая	5970	5418	7217	10540	7286	7725
	Зерно	6495	4764	7480	9010	6937	7085
8,5	Колошение	3955	5375	7268	10200	6699	7614
	Молочно-восковая	5970	5779	7217	10540	7376	7845
	Зерно	6495	4498	7591	8755	6835	6948
10,5	Колошение	3955	4893	7710	9945	6626	7516
	Молочно-восковая	5970	5530	7608	10370	7369	7836
	Зерно	6495	4721	7599	8670	6871	6997

Примечание: *) продуктивность ячменя; **) данные одной закладки

Таблица 5 – Экономическая эффективность выращивания люцерны при трехукосном использовании (среднее за 4-е года по прямым затратам)

Норма высева, млн шт./га	Фаза	Стоимость продукции, долл. \$	Затраты в год, долл. \$	Прибыль, долл. \$	Рентабельность, %
4,5	Колошение	1885	1564	321	17,0
	Молочно-восковая	2037	1583	454	22,3
	Зерно	1823	1658	165	9,1
6,5	Колошение	2061	1577	484	23,5
	Молочно-восковая	2000	1579	421	21,0
	Зерно	1834	1654	180	9,8
8,5	Колошение	1971	1572	399	20,2
	Молочно-восковая	2031	1591	440	21,6
	Зерно	1799	1650	149	8,3
10,5	Колошение	1947	1568	379	19,5
	Молочно-восковая	2028	1587	441	21,8
	Зерно	1812	1663	149	8,2

Выводы

1. Люцерна посевная сорта *Будучья* вместе с покровной культурой (ячмень) в условиях дерново-подзолистой почвы центральной части республики в среднем за 4 года обеспечили при трехукосном использовании получение уро-

жайности 81,5-93,4 ц/га сухой массы; продуктивность люцерны с 1-го по 3-й год пользования возрастала с 50,2 до 99,5 ц/га к.ед.

2. Урожайность травостоя люцерны по годам поддерживалась за счет ее сохранности после уборки покровной культуры (56,3-87,6%) и высокой перезимовки (95-100%).

3. Люцерна обеспечивала получение сырья для заготовки сенажа достаточно хорошего качества с содержанием в 1 кг сухой массы 18,3-18,7% сырого протеина, 9,4-9,5 МДж обменной энергии. Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином при норме высева 4,5 млн шт./га составила 185 г, а 10,5 млн – 194 г.

4. Продуктивность посева в 1-й год при уборке ячменя на зерно (6495 к.ед./га) была выше, чем в фазу колошения (3955 к.ед./га) или молочно-восковой спелости (5970 к.ед./га). В среднем за четыре года наиболее продуктивным был посев люцерны с нормой 4,5 млн шт./га при уборке ячменя в фазу молочно-восковой спелости на зерносенаж – 7551 к.ед./га.

5. Более высокая прибыль и рентабельность выращивания люцерны была при уборке покровного ячменя в фазу молочно-восковой спелости и норме высева люцерны 4,5 млн шт./га и в фазу его колошения при посеве 6,5 млн шт./га.

Литература

1. Семенов, А.Л. Семеноводство многолетних трав / А.Л. Семенов, К.С. Власова. – Минск: Урожай, 1971. – 152 с.

2. Карпей, О.Н. Люцерна – в резерве земледелия и кормопроизводства / О.Н. Карпей // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 7. – С. 2-8.

3. Люцерна / М.И. Тарковский [и др.]. – М.: Колос, 1974. – 240 с.

4. Зодельвание люцерны посевой / Е.И. Чекель [и др.] // Организационно-технологические нормативы зодельвания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 178-195.

5. Чаев, Е.П. Люцерна на полях Белоруссии / Е.П. Чаев [и др.] – Минск: Ураджай, 1977. – 112 с.

6. Тюльдюков, В.А. Теория и практика луговодства / В.А. Тюльдюков. – 2-е изд. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 223 с.

7. Шлапунов, В.Н. Влажность почвы и урожайность люцерны посевой в подпокровных и беспокровных посевах / В.Н. Шлапунов, Д.Н. Володькин, А.Н. Романович / Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. междунар. научно-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания НПЦ НАН Беларуси по земледелию (6-7 июля 2017 г., г. Жодино) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 129-132.

8. Методика полевых опытов с кормовыми культурами / А.С. Митрофанова [и др.]. – М., 1971. – 158 с.

9. Влияние отдельных элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов ярового кормового ячменя / А.А. Зубкович [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. научн. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов [гл.ред.][и др.]; РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – Вып. 52. – С. 101-108.

10. Черник, П.К. Контроль параметров технологических процессов при силосовании./ П.К. Черник, А.В. Брезгунов, А.В. Семенченко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. научн. тр. / Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ. – Рязань. 2004. – С. 196-199.

ALFALFA PRODUCTIVITY AT SOWING UNDER BARLEY COVER

V.N. Shlapunov, A.L. Biryukovich, A.N. Romanovich

Alfalfa var. Buduchynya sown on sod-podzoloc soil in the central part of the Republic provided sufficiently high yield at three cut system for three years. Its viability after cover crop harvesting was 66.4% and overwintering was good. 1 kg of alfalfa dry weight contained 18.3-18.7% of crude protein; provision of 1 fodder unit with digestible protein made up 185-194 g. Sowing of alfalfa at the rate of 4.5 mln seeds/ha at barley harvesting in the milk-wax stage of ripeness for grain haylage was the most productive. That sowing method provided high profit and cost efficiency.

УДК 633.2/3:581.1.032

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФЕСТУЛОЛИУМА И РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

П.П. Васько, канд. биол. наук, **В.А. Столепченко**, канд. с.-х. наук, **О.М. Беляй**,
З.Г. Козловская

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 21.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

Аннотация. Сравнительную оценку райграса и фестулолиума на засухоустойчивость можно проводить по показателю «водный дефицит листьев» в период почвенной засухи в пределах от 40% до 20% ППВ почвы. В результате исследований выявлено 4 сортообразца фестулолиума (сорт Удзячны, №Fl_a-14, №Fl_a-17, №Fl_{ол}-512-1) и 6 сортообразцов райграса (сорт Гусляр, № 617, №720-1, №716-1, сорт Хуторской, сорт Пашавы), характеризующихся более высокой засухоустойчивостью относительно других сортообразцов.

В последние годы все чаще стали наблюдаться засухи, в условиях которых формируется 30-45% потенциально возможного урожая. Особенно ощутимы потери на пастбищных травостоях на супесчаных и песчаных почвах. Поэтому поиск способов оценки и отбора более засухоустойчивых сортообразцов райграса и фестулолиума, являющихся доминантными компонентами в пастбищных травосмесях, имеет первостепенное значение при селекции этих культур на высокую продуктивность и качество корма.

Исследования Н.Г. Андреева [1] по содержанию воды в листьях показали, что водный запас изменяется в течение суток и наименьшая его величина отмечается в полуденные часы. Кроме того, с увеличением возраста побегов содержание воды в листьях уменьшается. У засухоустойчивых сортов водный баланс подвергается меньшим колебаниям в течение дня и вегетационного периода по сравнению с другими сортами. Они отличаются большим содержанием воды, что положительно сказывается на процессе накопления сухого вещества.

Многими учеными подчеркивается, что при недостатке влаги в почве особое внимание следует уделять изучению водного дефицита листьев. Этот показатель водообмена растений оказывает большое влияние на интенсивность и продуктивность фотосинтеза. Установлено, что при водном дефиците листьев озимой пшеницы порядка 14-20% фотосинтез достигает компенсационной точки, при которой интенсивность фотосинтеза равна интенсивности дыхания [3]. В других исследованиях показано, что у растений различных видов при увеличении водного дефицита листа от 6 до 10-12% наблюдается незначительное, а за пределами этих величин, резкое, почти линейное снижение интенсивности фотосинтеза [4]. Поэтому сравнительная оценка сортов образцов райграса и фестулолиума по показателям водного дефицита листьев и их водоудерживающей способности для выявления засухоустойчивых сортов, формирующих в условиях засухи более высокую урожайность сухого вещества, и создание на их основе засухоустойчивых сортов райграса и фестулолиума позволит расширить ареал возделывания их на легких почвах республики.

Методика проведения исследований. Научные исследования проводились в полевых условиях на дерново-подзолистой связно супесчаной почве, подстилаемой на глубине 50-70 см песками, со следующей агрохимическими характеристиками: кислотность РН 5,9-6,0; содержание подвижного фосфора 199-232 мг/кг, подвижного калия 201-254 мг/кг почвы, гумуса 2,01-2,15%.

В качестве показателя напряженности водного режима растений используется показатель «водный дефицит», характеризующий соотношение содержания воды в растительной части (листьях) с количеством ее в листьях, находящихся в состоянии полного тургора.

Определение показателей «водный дефицит листьев» и «водоудерживающая способность листьев» проводили при дефиците влаги в пахотном горизонте в диапазоне влажности почвы от 40 до 20% от полной полевой влагоемкости. Контрольными вариантами были посевы сортообразцов райграса (15 шт.) и фестулолиума (15 шт.) в полевых условиях вне засушлика.

Наиболее чувствительной фазой развития растений к недостатку или избытку влаги в почве является фаза цветения растений. Поэтому для определения засухоустойчивости сортообразца сроки воздействия на растения недостатком влаги в почве проходили в межфазный период «конец выхода в трубку – колошение – цветение».

Для корректного измерения показателей водообмена растений исследования проводили в контролируемых условиях дефицита влаги в почве – в засушлике. Строение представляет пленочную теплицу с крышей, покрытой полиэтиленовой пленкой для отвода осадков с экспериментальной делянки, отсутствие пленки на боковых стенках и закопанной пленки по периметру делянки на глубину 0,8-1,0 м для предотвращения притока влаги со стороны поля.

Для определения показателя «водный дефицит листьев» на главных генеративных побегах брали по 10 закончивших линейный рост листьев (только

третий лист сверху стебля в фазу конца выхода в трубку), а в фазу колошения – только второй лист сверху, в фазу цветения – флагового листа [2, 5].

Взвешивали массу листьев, а затем насыщали в эксикаторе дисцилированной водой 24 часа, промокали фильтровальной бумагой и взвешивали листья при полном насыщении водой. Рассчитывали водный дефицит листьев. Под водным дефицитом понимают недостающее до полного насыщения клеток количество воды, выраженное в процентах от общего ее содержания при полном насыщении ткани.

Для изучения засухоустойчивости по показателям водного дефицита листьев и водоудерживающей способности листьев были взяты сорта и сортообразцы фестулолиума и райграса пастбищного.

Результаты исследований и их обсуждение. В июне 2016 г. установилась жаркая с незначительными осадками погода. Влажность почвы в конце первой декады июня составила 32,0-32,8% полной влагоемкости почвы, что вызвало водный дефицит листьев растений фестулолиума и райграса и сказалось на накоплении зеленой массы. Водный дефицит вторых листьев сверху стебля сортообразцов фестулолиума составил от 18,8% до 22,1%. Уровень показателя водный дефицит листьев сортообразцов райграса пастбищного был значительно ниже, чем у фестулолиума – от 15,1 до 17,4%.

Засушливые условия продолжались и в третьей декаде июня 2016 г., влажность почвы достигла 11,7-12,8% от полной полевой влагоемкости, на верхушках листовых пластинок наблюдалось отмирание тканей на 1-2 мм. Водный дефицит листьев у сортообразцов фестулолиума в этот период составил 32,9-37,1%, а у сортообразцов райграса пастбищного – 26,2-30,2%.

В июне 2017 г. установилась жаркая с незначительными осадками погода. Влажность почвы в третьей декаде июня составила 15-17,6% в контрольном варианте, а в засушнике – 10,8-11,7% от полной влагоемкости почвы, что вызвало водный дефицит листьев растений фестулолиума и райграса и сказалось на нарастании зеленой массы. Контролем служили посевы вне засушника (таблица 1).

Таблица 1 – Влажность почвы на 14.06.2017 г.

Культура	Глубина, см	Влажность почвы в засушнике, %	Влажность почвы в поле, %
Засушник – фестулолиум	0-10	3,19	5,76
		3,39	5,42
	10-20	3,38	6,34
		3,94	6,39
Засушник – райграс пастбищный	0-10	3,90	5,41
		3,67	5,28
	10-20	4,42	6,85
		4,51	6,34

Водный дефицит листьев у сортообразцов фестулолиума составил от 20,0 до 37,1%, а у сортообразцов райграса пастбищного – от 11,1% до 29,7% при

влажности почвы 20,8-21,7% от полной влагоемкости. Под влиянием засухи в почве водный дефицит листьев у фестулолиума возрастал в большей степени, чем у сортообразцов райграса пастбищного. У сортообразцов райграса *Хуторской*, №716-1 и №617 водный дефицит составлял лишь 11,1-15,4%.

Низкий уровень водного дефицита листьев райграса обусловлен большей водоудерживающей способностью листьев (88,8-90,2%). Наивысшая водоудерживающая способность листьев через 3 часа проявлявания наблюдалась у сортообразцов райграса пастбищного (таблица 2).

Таблица 2 – Водный дефицит листьев райграса пастбищного и фестулолиума в засушнике (2017 г.)

Сортообразец	Водный дефицит листьев, %	Урожайность зеленой массы, % к контролю	Урожайность семян, % к контролю
Райграс пастбищный			
Райграс Гуслияр	21,4	37,2	32,5
№617	13,2	49,0	54,0
№720-1	16,9	41,5	48,1
№716-1	11,4	43,8	54,1
Хуторской	15,7	30,2	55,2
Пашавы	20,4	39,4	40,0
802	28,8	23,3	35,0
618	27,1	25,9	34,0
Фестулолиум			
Удзячны	13,4	67,4	54,3
Fl _a -14	21,3	50,4	33,2
Fl _a -17	22,1	45,5	32,2
Fl _{от} -512-1	20,1	52,1	34,1
Fl _{от} -32	36,3	23,5	27,0
Fl _{р.т.} 10	29,4	16,4	28,0
Метеор	17,9	36,7	53,8
Житняк10	9,3	65,3	70,0

Сравнительная оценка урожайности зеленой массы фестулолиума травостоя 3 укоса, который формировался в период почвенной засухи, и показателей водообмена свидетельствует о том, что сортообразцы, накопившие больше зеленой массы, имели более низкий водный дефицит листьев.

Например, сортообразцы *Удзячны*, № Fl_a -14, № Fl_a -17, № Fl_a -512-1 в период засухи имели водный дефицит листьев 13,4%, 21,3%, 22,1%, 20,1%, сформировавшие более высокую урожайность зеленой массы – 67,4%, 50,4%, 45,5%, 52,1% от контрольного варианта. Сортообразец фестулолиума №Fl_a -32 имел водный дефицит 36,5% и сформировал урожайность зеленой массы лишь 23,5% от контроля.

Аналогичная закономерность наблюдалась у райграса пастбищного. Сорту *Гуслияр* в период засухи имел водный дефицит листьев 21,4% и накопил зеленой массы 37,2% от контроля, образец №617 имел соответственно 13,2% и 49,0%, а образец №802 при водном дефиците листьев 28,8% накопил лишь 23,3% от

контроля. Наблюдается отрицательная корреляция уровня водного дефицита листьев и урожайности зеленой массы за этот период (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции показателей водообмена с урожайностью зеленой массы и семян фестулолиума

Показатели водообмена	Урожайность зеленой массы, % к контролю	Урожайность семян, % к контролю
Водный дефицит листьев, %	- 0,71+ 0,11	- 0,72+ 0,14
Водоудерживающая способность, %	- 0,50+ 0,07	- 0,69+ 0,17

В период засухи (с 5 июня по 13 июля 2017 г.) урожайность зеленой массы растений фестулолиума и райграса резко снизилась – на 33-73% в зависимости от сортообразца. Снижение урожайности зеленой массы при засухе обусловлено торможением фотосинтетической деятельности растений и высокой интенсивностью их дыхания. Сорт фестулолиума *Удзячны* снизил урожайность на 32,6%, сортообразцы *Fla -14* и *Fla -17* снизили на 49,6-54,5%, остальные сортообразцы – на 76-83%. При этом наблюдается закономерность: чем ниже водный дефицит листьев, тем меньше растения потеряли биомассы.

Аналогичная закономерность наблюдается у растений райграса пастбищного. Уровень урожайности зеленой массы райграса пастбищного на 2 июня был выше, чем у фестулолиума и составлял 3,89-6,06 кг/м².

За период засухи растения райграса израсходовали на дыхание от 51% до 76,7% биомассы. Засухоустойчивое растение житняка гребенчатого в таких засушливых условиях снижало урожайность зеленой массы лишь на 34,7%, урожайности семян – на 30,0%, а водный дефицит листьев составил 9,3%.

Наблюдается отрицательная корреляция уровня водного дефицита листьев и урожайности зеленой массы за этот период, уровня водного дефицита листьев и урожайности семян, выраженная в % к контрольному варианту (таблица 4). Корреляционные связи водного дефицита листьев и показателей продуктивности (зеленой массы и семян) наблюдались на среднем и высоком уровне.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции показателей водообмена с урожайностью зеленой массы и семян райграса пастбищного

Показатель водообмена	Урожайность зеленой массы, % к контролю	Урожайность семян, % к контролю
Водный дефицит листьев, %	- 0,54+ 0,09	- 0,48+ 0,06
Водоудерживающая способность, %	- 0,35+ 0,11	- 0,31+ 0,13

Сравнительная оценка засухоустойчивости райграса и фестулолиума может проводиться по показателю водный дефицит листьев в период засушливых условий. Влажность почвы при определении водного дефицита листьев должна быть в пределах от 40% до 20% ППВ почвы. При более низкой влажности поч-

вы верхушки листьев подсыхают, уровень показателя водного дефицита листьев резко изменяется.

Выводы

1. Оценку райграса и фестулолиума на засухоустойчивость можно проводить в период почвенной засухи в пределах от 40% до 20% ППВ почвы по показателю «водный дефицит листьев».

2. В результате исследований выявлено 4 сортообразца фестулолиума (сорт *Удзячны*, № Fl_a -14, № Fl_a -17, № $Fl_{от}$ -512-1) и 6 сортообразцов райграса (сорт *Гусяр*, №617, №720-1, №716-1, сорта *Хуторской*, *Пашавы*), характеризующихся более высокой засухоустойчивостью относительно других сортообразцов.

Литература

1. *Андреев, Н.Г.* Костер безостый / Н.Г. Андреев, В.А. Савицкая. – М.: Колос, 1982. – 174 с.
2. *Васько, П.П.* К методике сравнительной оценки многолетних злаковых трав на засухоустойчивость // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – Вып. 53. – С. 225-229.
3. Водный дефицит листа и влагообеспеченность как важные факторы интенсивности и продуктивности фотосинтеза / Б.А. Митрофанов [и др.]. – В кн.: Водобмен растений при неблагоприятных условиях среды. – М.: Колос, 1975. – 141 с.
4. *Максимов, Н.А.* Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Водный режим и засухоустойчивость растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 1.
5. *Раковский, В.Д.* Сравнительная оценка водного дефицита яровых тритикале и пшениц при недостатке влаги в почве / В.Д. Раковский, П.П. Васько // Морфофизиологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур / Под ред. В. С. Шевелухи. – Минск: Ураджай, 1980. – С. 115-119.

COMPARATIVE EVALUATION OF FESTULOLIUM AND PERENNIAL RYEGRASS FOR DROUGHT HARDINESS

P.P. Vasko, V.A. Stolepchenko, O.M. Belyai, Z.GF. Kozlovskaya

Comparative evaluation of perennial ryegrass and festulolium can be carried out by such index as “water deficiency of leaves” in the period of soil drought when full field soil water-holding capacity is from 20 to 40%. As a result of the researches, 4 festulolium variety samples (variety Udzyachny, № Fl_a -14, № Fl_a -17, № $Fl_{от}$ -512-1) and 6 perennial ryegrass variety samples (variety Huslyar, № 617, №720-1, № 716-1, varieties Khutorskoi and Pashavy) have been identified. The mentioned varieties and variety samples are distinguished by higher drought hardiness as compared to other variety samples.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ НА ТОРФЯНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ПОЧВЕ

А.В. Сорока, кандидат с.-х. наук, *Н.Н. Костюченко* научный сотрудник
Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси
(Поступила 14.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук А.Л. Бирюкович

Аннотация. Проведена оценка продуктивности, ценотической активности и питательной ценности бобово-злаковых травостоев с дополнительным бобовым компонентом на торфяно-минеральной почве. Установлено, что на данном типе почвы пастбищные бобово-злаковые травостои формировали высокую продуктивность: урожайность зеленой массы 401,2-416,1 ц/га, выход кормовых единиц 70,6-74,9 ц/га, сбор сырого протеина 15,2-15,9 ц/га. Питательная ценность корма составила 0,93-0,96 к.ед. Основным бобовым компонентом в пастбищных травостоях являлся клевер ползучий. Включение в травосмеси дополнительного бобового компонента (клевера лугового, люцерны посевной, люцерны рогатого, эспарцета) не способствовало значительному увеличению продуктивности и питательной ценности травостоев.

В решении кормовой проблемы важную роль играют травяные корма, источником которых являются сенокосы и пастбища. В структуре сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь они занимают 27,9% или 2480,6 тыс. га (данные на 01.01.2017 г.) [1]. Фактическая урожайность пастбищ в последнее время невысокая и составляет 14-16 ц к.ед./га вместо возможных 70-80 ц к.ед./га [2]. Важным фактором, определяющим продуктивность многолетних пастбищных трав, помимо улучшения условий питания, является обоснованная структура травосеяния, оптимальный подбор видов многолетних трав в зависимости почвенно-хозяйственных условий.

В настоящее время большой интерес вызывает создание бобово-злаковых пастбищных травостоев на основе райграса пастбищного и клевера ползучего [3]. Включение бобовых многолетних трав способствует обогащению белком пастбищного корма и повышению общего урожая [4-6].

На типичных почвах Полесского региона традиционные многолетние бобовые травы не всегда стабильны в травостоях. В связи с этим в Белорусском Полесье для рационального подбора бобовых компонентов в пастбищных травосмесях на торфяно-минеральной почве необходимы дополнительные научные исследования.

Объекты и методика исследования. Исследования пастбищных бобово-злаковых травостоев проводили в 2010-2013 гг. на полевом стационаре хозяйства ГУСП «Мухавец» Брестского района, зоотехнический анализ кормов в аккредитованной лаборатории Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Почва опытного участка торфяно-минеральная (содержание ор-

ганического вещества в пахотном слое почве 29,61%) [7, 8], подстилаемая с глубины 0,3 м рыхлым песком. Мощность пахотного горизонта 20-25 см. Содержание подвижного фосфора составляет 192 мг/кг, обменного калия – 210 мг/кг, рН (KCl) – 5,78.

Объектами исследования являлись пастбищные травосмеси с различным видовым составом. В состав травосмеси с клевером ползучим входили фестулолиум гибрид *Пуня* (10 кг/га), райграс пастбищный *Папавы* (10 кг/га), овсяница луговая *Зорка* (5 кг/га), овсяница красная *Шилис* (3 кг/га), клевер ползучий *Чародей* (4 кг/га). В остальные испытываемые травосмеси добавляли дополнительный бобовый компонент: клевер луговой *Цудоўны* (4,5 кг/га), люцерну посевную *Будучыня* (6 кг/га), лядвенец рогатый *Изис* (5,5 кг/га), эспарцет *Каўпацкі* (15 кг/га).

Опыты по изучению сравнительной продуктивности многолетних трав проводили в 4-х кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Общая площадь делянки – 20 м². Посев беспокровный. В период вегетации проводили от 4 до 5 укосов в зависимости от года пользования.

Химический состав кормов был изучен по общепринятым методикам зоотехнического анализа и в соответствии с действующими ГОСТами:

– сырой протеин – ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина (титриметрический метод определения азота по Кьельдалю);

– сырая клетчатка – ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки;

– сухое вещество – ГОСТ 27548 – 97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги.

Содержание кормовых единиц и обменной энергии определяли по ГОСТу 27978-88. Корма зеленые. Технические условия.

На основе полученных данных рассчитывали продуктивность травостоев.

Агротехника в опытах общепринятая. В почву вносили фосфорные и калийные удобрения – P₈₅K₁₂₀. Борьба с сорной растительностью проводилась путем подкашивания через 30 дней после посева на высоте 10 см. Учеты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [9, 10].

Цель исследования – установить влияние бобовых компонентов на продуктивность и питательную ценность пастбищных бобово-злаковых травостоев на хорошо осушенной торфяно-минеральной почве в Полесском регионе.

Результаты и их обсуждение. Исследованиями установлено, что в среднем за 2010-2013 гг. травосмесь с клевером ползучим на торфяно-минеральной почве формировала урожайность зеленой массы 408,5 ц/га. Включение дополнительных бобовых компонентов (клевера лугового, люцерны посевной, лядвенца рогатого, эспарцета) не способствовало значительному повышению урожайности зеленой и сухой массы. Различия по урожайности между травосмесями с дополнительным бобовым компонентом были незначительными и находились в пределах 401,2-416,1 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность пастбищных травостоев 1–4-го года жизни за вегетационный период

Травосмесь	Урожайность за вегетационный период, ц/га				Среднее значение за 4 года, ц/га
	1-й год жизни	2-й год жизни	3-й год жизни	4-й год жизни	
Травосмесь с клевером ползучим	<u>331,9</u>	<u>498,7</u>	<u>421,6</u>	<u>381,9</u>	<u>408,5</u>
	62,4	95,8	79,2	74,0	77,9
Травосмесь с клевер ползучий + клевер луговой	<u>338,0</u>	<u>514,6</u>	<u>430,2</u>	<u>381,7</u>	<u>416,1</u>
	63,2	97,5	80,4	74,2	78,8
Травосмесь с клевером ползучим + люцерна посевная	<u>344,4</u>	<u>501,6</u>	<u>419,5</u>	<u>382,9</u>	<u>412,1</u>
	64,4	97,0	78,4	74,2	78,5
Травосмесь с клевером ползучим + лядвенец рогатый	<u>317,5</u>	<u>499,1</u>	<u>415,5</u>	<u>372,8</u>	<u>401,2</u>
	60,0	96,9	78,5	72,4	77,0
Травосмесь с клевером ползучим + эспарцет	<u>324,6</u>	<u>500,5</u>	<u>408,5</u>	<u>378,9</u>	<u>403,1</u>
	59,4	95,9	74,8	73,5	75,9
НСР ₀₅	<u>34,6</u>	<u>41,3</u>	<u>39,2</u>	<u>36,8</u>	–
	6,3	8,1	7,4	6,9	

Примечание: в числителе урожайность зеленой массы, ц/га; в знаменателе – урожайность сухого вещества, ц/га.

В среднем за четыре года выход кормовых единиц пастбищных бобово-злаковых травостоев на торфяно-минеральной почве составил 70,6-74,9 ц/га, сбор сырого протеина – 15,2-15,9 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность пастбищных травостоев на торфяно-минеральной почве (среднее за 2010-2013 гг.)

Травосмесь	Выход кормовых единиц, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га
Травосмесь с клевером ползучим	74,8	15,9
Травосмесь с клевер ползучий + клевер луговой	74,9	15,8
Травосмесь с клевером ползучим + люцерна посевная	73,8	15,6
Травосмесь с клевером ползучим + лядвенец рогатый	71,6	15,4
Травосмесь с клевером ползучим + эспарцет	70,6	15,2

Продуктивность травосмеси с клевером ползучим и травосмесей, содержащих дополнительный бобовый компонент, на исследуемом типе почвы значительно не отличалась.

При оценке ботанического состава травостоев установлено, что доля бобовых компонентов в пастбищных травосмесях изменялась в зависимости от года жизни (таблица 3). На плодородной достаточно увлажненной торфяно-минеральной почве в первый год жизни доля бобового компонента в пастбищных травосмесях в среднем за вегетацию сформировалась на уровне 27,4-31,3% в зависимости от состава травосмеси. В травосмеси с клевером ползучим клевер занимал 28,7% от общего состава, а в травосмесях с дополнительным бобовым компонентом доля клевера ползучего находилась в пределах 14,6-19,3%, а 10,8-14,1% приходилось на дополнительный бобовый компонент.

Таблица 3 – Участие бобовых компонентов в формировании урожайности пастбищных трав на торфяно-минеральной почве

Травосмесь	Ботанический состав, %			
	1 год жизни	2 год жизни	3 год жизни	4 год жизни
Бобовый компонент (клевер ползучий)	28,7	22,4	60,2	87,3
Бобовый компонент	17,2	15,5	56,7	84,5
Дополнительный бобовый компонент (клевер луговой)	14,1	11,6	5,2	3,4
Бобовый компонент	19,3	13,3	54,6	72,7
Дополнительный бобовый компонент (люцерна)	11,2	3,4	7,5	10,2
Бобовый компонент	14,6	14,2	50,3	65,3
Дополнительный бобовый компонент (лядвенец)	12,8	7,5	11,7	15,6
Бобовый компонент	19,2	20,6	58,6	80,1
Дополнительный бобовый компонент (эспарцет)	10,8	2,3	2,8	1,8

Во второй год жизни доля бобового компонента в травостое понизилась на 4,2-13,8% по сравнению с предыдущим годом вследствие высокого содержания злаковых трав на данном типе почвы. Среди дополнительных бобовых компонентов наименьшее содержание в травостое отмечено у люцерны и эспарцета.

В третий год жизни содержание бобового компонента в травостое на торфяно-минеральной почве значительно возросло и составило 60,2-62,1% от состава пастбищных травостоев. Этому способствовало изреживание в травостое фестулолиума и райграса пастбищного, а так же разрастание клевера ползучего благодаря достаточной влагообеспеченности почвы. Среди бобовых компонентов на высокоотавный клевер ползучий приходилось 50,3-60,2%. Содержание клевера лугового в травостое снизилось, а люцерны посевной и лядвенца рогатого увеличилось по сравнению с предыдущим годом жизни.

На четвертый год жизни общая доля бобового компонента в урожае находилась также на высоком уровне и достигала в среднем 80,9-87,9%. Среди бобовых компонентов доминировал клевер ползучий. Среди дополнительных бобовых компонентов наибольшим содержанием отличался лядвенец рогатый.

Доля клевера лугового и эспарцета в пастбищных травостоях находилась на невысоком уровне. В среднем за четыре года жизни клевер ползучий – основной бобовый компонент пастбищных травосмесей – составлял на торфяно-минеральной почве 35,5-48,6%. Анализ качества корма показал, что на мелиорированной торфяно-минеральной почве из-за оптимальной доли бобового компонента в травосмесях пастбищный корм отличался высокими показателями питательности ценности (таблица 4).

В среднем за четыре года питательность корма составила 0,93-0,96 кормовых единиц, обменная энергия 10,72-10,89 МДж/кг, сырой протеин 19,91-20,40% сухого вещества. Различия по питательной ценности между травосмесями незначительны.

Таблица 4 – Химический состав и энергетическая ценность пастбищной травосмеси (среднее за 2010-2013 гг.)

Травосмесь	Содержание, % в сухом веществе		Обменная энергия, МДж/кг сухого вещества	Питатель- ность сухого вещества, к.ед.
	сырого протеина	сырой клетчатки		
Травосмесь с клевером ползучим	20,40	22,82	10,89	0,96
Травосмесь с клевер ползучий + клевер луговой	20,02	23,17	10,83	0,95
Травосмесь с клевером ползучим + люцерна посевная	19,91	23,49	10,77	0,94
Травосмесь с клевером ползучим + лядвенец рогатый	19,99	23,55	10,76	0,94
Травосмесь с клевером ползучим + эспарцет	20,03	23,80	10,72	0,93

Выводы

1. Возделывание пастбищных бобово-злаковых травостоев на хорошо осушенной торфяно-минеральной почве обеспечивает урожайность зеленой массы 401,2-416,1 ц/га, выход кормовых единиц 70,6-74,9 ц/га, сбор сырого протеина 15,2-15,9 ц/га. Введение в травосмесь дополнительного бобового компонента (клевера лугового, люцерны посевной, лядвенца рогатого, эспарцета) не оказало существенного влияния на увеличение продуктивности пастбищных травостоев.

2. Среди многолетних бобовых трав наибольшая доля в урожае пастбищного травостоя отмечена у клевера ползучего, доля которого в травосмесях на торфяно-минеральной почве составляла в среднем за четыре года жизни 35,5-48,6%. Содержание клевера лугового, люцерны посевной, лядвенца рогатого, эспарцета в пастбищных травосмесях относительно клевера ползучего невысокая – 2,3-13,9%. Введение дополнительных бобовых компонентов не способствовало значительному повышению общей доли бобового компонента.

3. На хорошо осушенной торфяно-минеральной почве из-за высокой доли бобового компонента в травосмесях в среднем за четыре года питательная ценность пастбищного корма находилась на высоком уровне и соответствовала современным требованиям животноводства.

Литература

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа : www.gki.gov.by. Дата доступа : 12.02.2018.

2. Система применения удобрений / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы – Гродно : ГГАУ, 2011. – 418 с.

3. Шелюто, Б.В. Создание и рациональное использование пастбищ: рекомендации / Б.В. Шелюто, Т.К. Нестеренко. – Горки : БГСХА, 2016. – 36 с.

4. Жеруков, Б.Х. Продуктивность разнопосевающих травостоев в зависимости от видового состава / Б.Х. Жеруков, К.Г. Магомедов, Ф.Х. Тукова // Кормопроизводство. – 2003. – № 4. – С. 11-12.

5. Лукашев, В.Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства / В.Н. Лукашев // Кормопроизводство. – 2001. – № 6. – С.18-22.

6. Шелото, Б.В. Пастбищное хозяйство: теория и практика: практическое пособие / Б.В. Шелото, А.А. Шелото, А.А. Горновский. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 108 с.

7. Смян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смян, Г.С. Цитрон. – Минск : БНИВНФХ в АПК, 2007. – 220 с.

8. Лученок, Л.Н. Особенности трансформации торфяных почв и их параметров плодородия в постмелиоративный период в условиях Беларуси / Л.Н. Лученок // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – №2 (18). – С. 111-121.

9. Навоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Навоселов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шеховцов. – М. : ВИК, 1983. – 198 с.

10. Методика опытов на сенокосах и пастбищах ВНИИ / В.Г. Игловиков [и др.]. – М. : ВИК, 1971. – 233 с.

PRODUCTIVITY AND NUTRITIONAL VALUE OF GRASSLAND BEAN-CEREAL HERBAGE ON PEAT-MINERL SOIL

A.V. Saroka, N.N. Kastsiiuchenka

Estimation of the productivity, cenotic activity and nutritional value of bean-cereal herbages with an additional bean component on peat-mineral soil was carried out. It was established that on that type of soil the bean-cereal herbages formed high productivity: the yield of green mass was 40.12-41.61, t/ha, the yield of feed units was 7.06-7.49 t/ha, crude protein 1.52-1.59 t/ha. The nutritional value of the feed was 0.93-0.96 f. un. The main bean component in bean-cereal herbages was white clover. Inclusion of the additional bean component in the grass mixture (red clover, alfalfa, birds-foot trefoil, sainfoin) did not contribute to a significant increase in the productivity and nutritional value of herbages.

УДК 633.2:636.085.51

КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАВСТОЕВ НА ОСНОВЕ КОСТРЕЦА И ФЕСТУЛОЛИУМА

П.П. Васько, кандидат биол. наук, **Е.Р. Клыга**, кандидат с.-х. наук,
Н.Б. Ольшевская, **Т.М. Никитина**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 3.03.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

Аннотация. Установлено, что наиболее оптимальным использованием травосмесей на основе фестулолиума и люцерны является комбинированное, а фестулолиума и клевера ползучего – как пастбищное, так и комбинированное с использованием травостоев первого укоса как сенокос. Лучшим режимом использования травосмесей на основе костреца является как сенокосное (2-3

укоса), так и комбинированное – в весенне-летний период вегетации 2 укоса в сенокосную спелость, а затем пастбищное использование.

Введение. При подборе видов и сортов многолетних трав для травосмесей учитывают направленность хозяйственного использования (сенокосное, пастбищное, комбинированное), устойчивость к абиотическим факторам среды (засухоустойчивость, устойчивость к избытку влаги, холодостойкость), скороспелость травостоев (раннеспелые, среднеспелые, позднеспелые), конкурентная способность вида и сорта в травостоях (теневыносливость, регенерационная способность, выносливость бобовых трав к высоким дозам азота) [3, 4, 6].

Нами установлены закономерности формирования урожайности различными сортами райграса, фестулолиума и клевера ползучего и выявлены сорта с асинхронными ритмами роста в течение вегетации [1]. Подбор видов и сортов с асинхронными ритмами роста позволяет им полнее использовать условия жизнедеятельности в определенный период и накапливать большую биомассу, сменяя друг друга в течение вегетации, тем самым обеспечивая высокую продуктивность и равномерное поступление зеленого корма.

В климатических условиях Беларуси на супесчаных почвах включение фестулолиума в пастбищные травосмеси позволило полнее использовать условия жизнедеятельности и с возрастом травостоев увеличить долю фестулолиума до 36% в урожае, повысить энергетическую питательность зеленой массы до 11,2 МДж/кг СВ.

Включение в многокомпонентную пастбищную травосмесь двух сортов фестулолиума и овсяницы тростниковой, которая интенсивно отрастает после отчуждения и способна формировать 6-7 циклов стравливания, а также адаптивна к избытку и недостатку влаги в почве, стабилизировало формирование урожайности и обеспечило более равномерное поступление зеленого корма в течение вегетации на легких почвах [1].

Методика проведения исследований. Научные исследования проводили в полевых условиях на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой на глубине 50-70 см песками, со следующей агрохимическими характеристиками: кислотность pH 5,9-6,0; содержание подвижного фосфора 199-232 мг/кг, подвижного калия 201-254 мг на 1 кг почвы, гумуса 2,01-2,15%.

Составы изучаемых травосмесей: кострец + фестулолиум + люцерна; фестулолиум + люцерна; фестулолиум + райграс + клевер ползучий. Травостои на основе кострца безостого и фестулолиума изучали как при пастбищном, так и при сенокосном использовании согласно «Методике опытов на сенокосах и пастбищах» [2, 5]. Общая площадь делянки 60 м², учетная 50 м², повторность 4-х кратная.

Учет урожая проводили при высоте 20-22 см (пастбище) и в фазу флагового листа (сенокос) кормоуборочным комбайном «Hege-212».

Вторая половина вегетационного периода 2016 г. характеризовалась засушливыми условиями. Вегетационный период 2017 г. проходил при прохладной погоде с недостаточными осадками в мае, засушливыми условиями в июне

и высокими температурами воздуха с регулярными осадками во второй половине вегетации.

Результаты исследований и обсуждение. В среднем за 2016-2017 гг. бобово-злаковые травостой при пастбищном использовании сформировали меньшую урожайность сухого вещества, чем аналогичные травостой при сенокосном использовании, что обусловлено большей ассимиляционной поверхностью и продолжительностью фотосинтетической деятельности сенокосных травостоев (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивность бобово-злаковых травостоев при сенокосном и пастбищном использовании (среднее за 2016-2017 гг.)

Состав травосмеси	Режимы использования	Урожайность зеленой массы, ц/га	Урожайность сухого вещества, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га	Валовой сбор ОЭ ГДж/га
Кострец + фестулолиум + люцерна	пастбище	396,6	61,6	12,1	65,9
	сенокос	426,3	86,6	15,8	91,5
Фестулолиум + люцерна	пастбище	444,6	77,8	14,8	84,0
	сенокос	458,9	85,8	16,3	90,4
Фестулолиум + райграс + клевер ползучий	пастбище	411,7	66,2	12,0	72,9
	сенокос	393,4	72,0	12,8	75,6

НСР₀₅

5,9...18,7

Значительные различия по урожайности сухого вещества наблюдаются в травостоях на основе костреца безостого. При пастбищном использовании травосмеси на основе костреца уступают по урожайности сухого вещества, сбору сырого протеина и обменной энергии сенокосным травостоям в связи с низким долевым участием костреца в общем урожае. Доля костреца в 1 цикле стравливания была на уровне 18-20% и в последующих циклах стравливания снижалась до 4-8%. В сенокосных травостоях доля костреца достигает 35-48% в общем урожае. Следовательно, частое отчуждение надземной биомассы травостоев (5-6 циклов за вегетацию) с участием костреца приводит к их изреживанию и выпадению растений костреца.

Травостой фестулолиума с люцерной при пастбищном использовании сформировали в среднем за 2016-2017 гг. урожайность сухого вещества 77,8 ц/га, а при сенокосном – 85,8 ц/га. При этом сбор сырого протеина составил 14,8 и 16,3 ц/га, а валовой сбор обменной энергии – 84,0 и 90,4 ГДж/га соответственно. Преимущество по продуктивности сенокосных травостоев обусловлено более продолжительной их фотосинтетической деятельностью.

Пастбищные травосмеси (фестулолиум + райграс + клевер ползучий) формируют урожайность зеленой массы примерно на одном уровне (различия незначительны) при сенокосном и пастбищном использовании. Валовой сбор сырого протеина составил 12,0-12,8 ц/га, обменной энергии 72,9-75,6 ГДж/га.

Продуктивность пастбищных травостоев на основе фестулолиума (72,9 и 84,0 ГДж/га) существенно выше бобово-злакового травостоя на основе костре-

ца (65,9 ГДж/га), а при сенокосном использовании травостой фестулолиума с райграсом и клевером ползучим (75,6 ГДж/га) значительно уступают сенокосным травостоям костреца (91,5 ГДж/га).

При комбинированном режиме использования (чередование сенокосного и пастбищного использования) травостой костреца безостого характеризуются следующими особенностями формирования урожайности надземной биомассы: при сенокосном использовании формируется урожайность зеленой массы на уровне 329,7 ц/га, что превышает в 1,6 раза урожайность при пастбищном использовании (199,6 ц/га) (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы (ц/га) при комбинированном режиме использования травостоев костреца безостого

Режим использования	Дата проведения укосов					Урожайность	
	5.05	26.05	5.07	23.08	27.09	зеленой массы, ц/га	сухого вещества, ц/га
Сенокос	–	211,0	–	91,0	27,7	329,7	69,9
Пастбище	87,0	72,0	27,0	10,0	3,6	199,6	40,3
1п + 1с + 2п	154,0	73,0	31,0	9,6	2,8	270,4	55,4
2п + 1с + 2п	112,0	95,0	33,0	12,2	2,5	252,2	50,9
2с + 1п	-	196,0	-	108,0	29,9	333,9	70,1

НСР₀₅ 9,8 11,0 4,3 7,6 4,1 4,3...11,0

Примечание: п – пастбищный режим, с – сенокосный режим использования

В вариантах с одним и двумя пастбищными отчуждениями весной, одним сенокосным укосом в летний период вегетации и последующими одним-двумя циклами пастбищного отчуждения урожайность зеленой массы составила 252,2-270,4 ц/га.

Комбинированное использование травостоев костреца в весенне-летний период вегетации как 2-х укосного сенокоса, и в дальнейшем в режиме пастбищного отчуждения способствует увеличению урожайности зеленой массы, которая достигает 333,9 ц/га (таблица 2).

Следовательно, наиболее оптимальным использованием травосмесей на основе костреца является сенокосное (2-3 укоса) или комбинированное – в весенне-летний период вегетации как 2-х укосный сенокос, а затем пастбище.

Травостой на основе фестулолиума и клевера ползучего пригодны для более универсального использования, т.е. могут успешно использоваться как сенокосы, так и пастбища.

Урожайность зеленой массы травосмеси фестулолиум + люцерна при режиме использования «пастбище + сенокос + пастбище + пастбище + пастбище» сформировалась на уровне 513,5 ц/га, а при режиме использования «сенокос + пастбище + пастбище + пастбище + пастбище» – 505,4 ц/га. Эти варианты опыта несущественно (на 5,7-7,4%) превысили вариант с режимом «пастбище + сенокос + сенокос + сенокос» (таблица 3).

В вариантах режима использования травостоев фестулолиума с клевером ползучим «пастбище + сенокос + пастбище + пастбище + пастбище» урожай-

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы при комбинированном режиме использования травостоев фестулолиума (2017 г.)

Режим использования	Дата проведения укосов					Урожайность, ц/га	
	18.05	5-8.06	5-8.07	3.08	12.09	зеленой массы, ц/га	сухого вещества, ц/га
Фестулолиум + люцерна							
1п + 1с + 1п+1п+1п	27,0	234,0	56,4	97,0	99,1	513,5	103,7
1с+1п+1п+1п	-	281,2	48,7	87,5	88,0	505,4	102,1
1п+1с+1с+1с	30,4	162,4	-	157,1	127,5	478,4	104,4
Фестулолиум + клевер ползучий + злаки							
1п + 1с + 1п+1п+1п	31,0	183,0	22,1	59,1	89,4	384,6	80,7
1с+1п+1п+1п	-	248,7	32,5	59,1	85,0	425,3	84,0
1п+1с+1с+1с	29,2	163,7	-	116,6	99,4	408,9	84,9
НСР _{0,5}	3,8	12,2	4,1	8,7	6,1		

Примечание: п – пастбищный режим, с – сенокосный режим использования

ность зеленой массы составила 384,6 ц/га, значительно выше (425,3 ц/га) сформировалась урожайность зеленой массы у травостоев фестулолиума с клевером ползучим при режиме использования «сенокос + пастбище + пастбище + пастбище».

При использовании травостоев фестулолиума с клевером ползучим в режиме «пастбище + сенокос + сенокос + сенокос» в весенний период вегетации как пастбище, а в летний период как 3-х укосный сенокос, урожайность достигала 408,9 ц/га (таблица 3). Недостаточное количество осадков в конце мая и первой половине июня отрицательно сказалось на нарастании надземной биомассы травостоев, особенно с участием клевера ползучего. За вегетацию травостоев фестулолиума с люцерной сформировали урожайность сухого вещества на уровне 103,7 ц/га; 102,1 ц/га и 104,4 ц/га соответственно по режимам использования. Травостоев фестулолиума с клевером ползучим при соответствующих режимах использования уступили по урожайности сухого вещества (80,7 ц/га; 84,0 и 84,9 ц/га). Между режимами использования травостоев фестулолиума с люцерной или клевером ползучим существенных различий по урожайности сухого вещества в сумме за вегетацию не выявлено.

Наиболее оптимальным использованием травосмесей на основе фестулолиума и люцерны является комбинированное, а фестулолиума и клевера ползучего – пастбищное и комбинированное с использованием травостоев первого укоса как сенокосного, а дальнейшее использование – как пастбищного.

Выводы

1. Бобово-злаковые травостоев на основе кострца и фестулолиума обеспечивают получение стабильных урожаев с высоким качеством растительного сырья как при пастбищном, так и при сенокосном режиме использования. При сенокосном режиме использования изучаемые травостоев формируют более высокую продуктивность относительно пастбищного режима их

использования, что обусловлено размерами листовой поверхности и большей продолжительностью фотосинтетической деятельности сенокосных травостоев.

2. В засушливых условиях при пастбищном режиме использования бобово-злаковые травостои на основе костреца обеспечивают получение 61,6 ц/га сухого вещества со сбором сырого протеина 12,1 ц/га, выходом обменной энергии 65,9 ГДж/га, бобово-злаковые травостои на основе фестулолиума – 77,8 ц/га сухого вещества, 14,8 ц/га сырого протеина и 84,0 ГДж/га обменной энергии. При сенокосном режиме продуктивность травостоев на основе костреца возрастает до 86,6 ц/га сухого вещества со сбором 15,8 ц/га сырого протеина и 91,5 ГДж/га обменной энергии, травостоев на основе фестулолиума – до 85,8 ц/га сухого вещества, 16,3 ц/га сырого протеина, 90,4 ГДж/га обменной энергии.

3. Травостои с участием фестулолиума и клевера ползучего пригодны для универсального использования, т.к. формируют примерно одинаковый уровень продуктивности как при пастбищном, так и при сенокосном режимах с выходом сырого протеина 12,0 и 12,8 ц/га и сбором обменной энергии 72,9 и 75,6 ГДж/га соответственно. При пастбищном режиме использования травостои фестулолиума с клевером ползучим превышают по продуктивности кострецово-люцерновые травостои.

4. Наиболее оптимальным использованием травосмесей на основе фестулолиума и люцерны является комбинированное, а фестулолиума и клевера ползучего – пастбищное и комбинированное с использованием травостоев первого укоса как сенокос, а дальнейшее использование как пастбище.

5. Травостои на основе костреца безостого непригодны для пастбищного использования из-за сильного изреживания плотности побегов при частом отчуждении надземной биомассы (долевое участие костреца после первого цикла стравливания снижается до 4-8%).

Литература

1. *Васько, П.П.* Подбор видов и сортов многолетних трав для многокомпонентных травосмесей пастбищного и сенокосного использования и повышение продуктивности зеленого конвейера / П.П. Васько, Е.Р. Клыга // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 15-18.
2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Конструирование целевых фитоценозов для пастбищ и сенокосов // А.А. Кутузова [и др.] // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству на 2011-2015 гг. / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М.: ФГУ РЦСК, 2011. – С. 44-68.
4. Костер безостый / Н.Г. Андреев, В.А. Савицкая. – Москва «Колос», 1982. – 174 с.
5. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игловиков [и др.]. – ВИК, 1971. – 233с.
6. *Проворная Е.Е.* Эффективность создания и использования пастбищных травостоев на основе фестулолиума / Е.Е. Проворная, Е.Г. Седова // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2015. – С. 551-554.

**COMBINED USE OF HERBAGES ON THE BASIS OF BROMOPSIS INERMIS
AND FESTULOILIUM**

P.P. Vasko, E.R. Klyga, N.B. Olshevskaya, T.M. Nikitina

It was established that combining is the best use of mixtures on the basis of festulolium and alfalfa, while festulolium and white clover mixtures can be used both as pastures and in combined mode using herbages of the first cut as hayfields. Mixtures on the basis of Bromopsis inermis can be used for haymaking (2-3 cuts) or for hay-making (2 cuts) in spring and summer and then for pastures in the remaining period of vegetation.

УДК 633.3:631[559+24](476)

**УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ НА ДЕРНОВО-
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Г.В. Витковский, В.И. Поплевко, В.Н. Алексеев,

А.А. Козлов, кандидаты с.-х. наук

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно

(Поступила 20.03.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Е.И. Чекель

***Аннотация.** Представлены двухлетние результаты по формированию многолетних бобовых травостоев галеги восточной, люцерны рогатого, люцерны посевной при интенсивном трехукосном использовании в зависимости от некорневого применения препаратов с микроэлементами и биологически активными веществами. Выявлено, что в среднем за два года пользования сенокоса урожайность травостоя определялась в большей степени изучаемым видом многолетних бобовых трав, в меньшей степени – микроэлементными препаратами и биостимуляторами. В среднем за два года пользования сенокоса (2016-2017 гг.) получена урожайность люцерны посевной 280,8-314,5 ц/га, галеги восточной 260,3-297,6 ц/га, люцерны рогатого 181,1-201,5 ц/га сухого вещества.*

Бобовые травы являются не только основными поставщиками растительного белка в рационы крупнорогатого скота, но и имеют огромное агротехническое значение: они обогащают почву большой массой органического вещества с высоким содержанием азота, что дает возможность повышать плодородие почвы. Особое значение это свойство бобовых трав приобретает при высоком удельном весе в структуре посевных площадей злаковых зерновых культур [1].

В сельскохозяйственной практике возделывания многолетних бобовых трав недостаточное внимание уделяется внесению макро- и микроэлементов, биологически активных веществ, ферментных препаратов. Технологическая схема возделывания многолетних бобовых трав, как правило, включает только внесение фосфорных и калийных удобрений. Между тем, такие важнейшие

элементы питания для бобовых растений как магний и сера играют важнейшую роль в активизации работы азотфиксирующих клубеньковых бактерий, соответственно, увеличению содержания данного элемента в почве [2]. Применение препаратов на основе физиологически активных веществ оказывает стимулирующее воздействие, как на надземную массу, так и корневую систему растений [3].

Целью исследований, проведенных в УО «Гродненский государственный аграрный университет», являлось определение урожайности созданных многолетних бобовых травостоев при некорневом применении препаратов с микроэлементами и биологически активными веществами на фоне минерального питания.

Задачи исследования: выявить закономерности формирования травостоев галеги восточной, люцерны посевной, лядвенца рогатого при интенсивном укосном использовании; установить влияние микроэлементных препаратов и биологически активных веществ на фоне фосфорно-калийного питания на урожайность травостоев; определить качество получаемого корма.

Методика проведения исследований. Скашивание травостоев многолетних бобовых трав – люцерны посевной, галеги восточной, лядвенца рогатого, проводилась в фазу бутонизация – начало цветения в режиме трехукосного использования.

Исследования проводили в двухфакторном полевом опыте:

Фактор А – вид многолетних бобовых трав	Фактор Б – удобрение
Люцерна посевная	P ₆₀ K ₁₂₀ (контроль)
Галега восточная	PKMg
Лядвенец рогатый	PKMg+S
	PKMg+Терра-Сорб

Площадь делянки – 45 м². Повторность четырехкратная. Опыты заложены в СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района на специально подготовленном поле производственного участка №3 «Табала». Предшественник – кукуруза на зеленый корм. Обработка почвы состояла из зяблевой вспашки на глубину пахотного слоя (0-22 см), весенняя предпосевная обработка проводилась комбинированным агрегатом АКШ-7,2. Посев бобовых трав – люцерна посевная, галега восточная, лядвенец рогатый, проводился семенами, обработанными специальным штаммом бактериальных препаратов в день их высева. Норма высева семян составила: люцерны посевной – 12 кг/га, галеги восточной – 15 кг/га, лядвенца рогатого – 6 кг/га. После посева почву дополнительно прикатали. Посев беспокровный. Уход в год посева включал борьбу с сорными растениями гербицидом Тапир (0,8 л/га), а также проведение однократного подкашивания сформировавшегося травостоя.

Исследования урожайности созданных травостоев проводились во второй (2016 г.) и третий год (2017 г.) жизни многолетних трав.

Характеристика метеорологических условий в годы укосного пользования травостоев (2016 г. и 2017 г.) составлена по данным метеостанции г. Гродно.

Формирование урожайности зеленой массы изучаемых многолетних бобовых трав в 2016 г. происходило при различных температурных режимах по укосам. Начало вегетации характеризовалось пониженным температурным режимом, – апрель был на 4,9 °С холоднее, чем в среднем по многолетним данным, а май, наоборот, теплее на 9,1 °С. Укосы трав формировались при температуре, близкой к среднеголетней.

В целом, в первый год пользования сенокоса (2016 г.) холодный и сухой апрель способствовал более медленному началу вегетации изучаемых многолетних бобовых трав. Формирование укосов трав проходило при нормальном температурном режиме с неравномерным выпадением осадков.

Второй год укосного пользования (2017 г.) характеризовался колебаниями температурного режима и неравномерным выпадением осадков в течение вегетационного периода многолетних бобовых трав, что оказало некоторое влияние на темпы и уровень формирования вегетативной массы скашиваемых трав. Метеорологическими наблюдениями установлено, что температурный режим и уровень выпадения атмосферных осадков для формирования первого укоса многолетних трав (апрель – начало мая) характеризовались более низким количеством осадков в мае при повышенном температурном режиме в этот период. Формирование 2-го укоса происходило при более высоком (в сравнении с многолетними показателями) количестве осадков на умеренном температурном фоне (июнь-начало июля). В августе наблюдалась повышенная температура воздуха с повышенным уровнем выпадения атмосферных осадков, которые продолжились и в период уборки третьего укоса многолетних трав (начало сентября).

В целом, в исследуемый период погодные условия соответствовали данной климатической зоне и находились в требуемых пределах.

Результаты исследований. Основными объектами наших исследований были бобовые травостой, созданные путем посева лядвенца рогатого, галеги восточной, люцерны посевной в чистом виде с изучением удобрения микроэлементами и биологически активными веществами на фоне минерального питания. Урожайность зеленой массы изучаемых травостоев в первый год пользования (таблица 1) в решающей степени определялась видом, доминирующим в фитоценозе (фактор А) и в меньшей степени – удобрением (фактор Б).

Экспериментальные данные полевого опыта, проводимого на травостоях многолетних бобовых трав галеги восточной, люцерны посевной, лядвенца рогатого, показали, что их урожайность при трехукосном использовании в большей степени зависела от используемого вида и года пользования, в меньшей – от изучаемых приемов минерального питания растений.

Наибольшую урожайность зеленой массы за три укоса в первый год пользования (2016 г.) сформировала люцерна посевная – 1076-1196 ц/га, однако во второй год пользования (2017 г.) урожайность зеленой массы снизилась до 793-942 ц/га. В среднем за два года исследований (2016-2017 гг.) указанный вид многолетних бобовых трав показал урожайность зеленой массы в зависимости от уровня минерального питания 935-1033 ц/га.

Таблица 1 – Влияние вида трав и удобрений на урожайность зеленой массы бобовых травостоев укосного пользования, ц/га

Вариант (фактор А)	Фон (фактор Б)	Урожайность по годам		Средняя урожайность
		2016 г.	2017 г.	
Лядвенец рогатый	Контроль	744	726	735
	PKMg	730	727	729
	PKMg+S	737	754	746
	PKMg+Терра-Сорб	798	809	804
Галега восточная	Контроль	922	880	901
	PKMg	854	886	870
	PKMg+S	847	944	896
	PKMg+Терра-Сорб	856	1057	957
Люцерна посевная	Контроль	1076	793	935
	PKMg	1185	820	1003
	PKMg+S	1196	870	1033
	PKMg+Терра-Сорб	1124	942	1033

В первый год пользования (2016 г.) галега восточная обеспечила высокий сбор зеленой массы – 847-922 ц/га, однако он был ниже, чем у люцерны посевной на 14,3-29,2%. Во второй год пользования (2017 г.) при исследуемом минеральном питании урожайность культуры выросла до 944-1057 ц/га. В среднем за два года исследований (2016-2017 гг.) галега восточная формировала урожайность зеленой массы в зависимости от уровня минерального питания 870-957 ц/га.

Урожайность лядвенца рогатого в годы исследований (2016-2017 гг.) была относительно стабильной и в среднем за два года составила 729-804 ц/га, что ниже средней урожайности галеги восточной на 66-228 ц/га (7,6-23,8%), люцерны посевной – на 131-304 ц/га (14,0-29,4%).

Применение на фоне фосфорно-калийного удобрения (контроль) препаратов, содержащих магний, серу или физиологически активные вещества, не способствовало увеличению урожайности галеги восточной в первый год пользования. Прибавка урожайности зеленой массы лядвенца рогатого в 2016 г. по отношению к контролю отмечена лишь в комбинации PKMg + Терра-Сорб и составила 54 ц/га (7,2%). Урожайность люцерны посевной в первый год пользования (2016 г.) в зависимости от дополнительно используемых микроэлементов и биопрепарата возрастала на 48-120 ц/га (4,5-11,1%).

На второй год использования (2017 г.) на всех изучаемых травостоях выявлена зависимость урожайности зеленой массы от изучаемых приемов минерального питания (фактор Б). Так, прибавка урожайности у лядвенца рогатого в 2017 г. по отношению к контрольному варианту составила до 83 ц/га (+11,4%), у галеги восточной – до 177 ц/га (+20,1%) и люцерны посевной – до 149 ц/га (+18,8%).

По годам исследования (2016-2017 гг.) при трехукосном использовании травостоев многолетних бобовых трав выявлено, что урожайность зеленой массы во второй год пользования (2017 г.) по всем изучаемым вариантам у лядвен-

ца рогатого была близкой к первому году (2016 г.). Повышение урожайности зеленой массы в 2017 г. в сравнении с 2016 г. установлено на травостое галеги восточной в вариантах с комплексным применением удобрения (PKMg и PKMg + S) и физиологически активными веществами (PKMg + Terra-Сорб). Травостой люцерны посевной третьего года жизни (2017 г.) снизил урожайность зеленой массы на всех изучаемых вариантах.

В среднем за период исследований урожайность зеленой массы многолетних бобовых трав при трехукосном скашивании по вариантам опыта составила: лядвенца рогатого от 735 (без удобрения) до 804 ц/га (PKMg + Terra-Сорб), галеги восточной – 870 (PKMg) – 957 ц/га (PKMg + Terra-Сорб), люцерны посевной – 935 (без удобрения) – 1033 ц/га (PKMg + S и PKMg + Terra-Сорб).

Зеленая масса многолетних бобовых трав характеризуется большими колебаниями содержания сухого вещества. На основании лабораторных исследований по содержанию сухого вещества в зеленой массе изучаемых многолетних трав по вариантам исследований рассчитана урожайность травостоев в абсолютно-сухой массе (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность абсолютно-сухой массы бобовых травостоев укосного пользования, ц/га

Вариант (фактор А)	Фон (фактор Б)	Урожайность по годам пользования		Средняя урожайность
		2016 г.	2017 г.	
Лядвенец рогатый	контроль	160,6	201,5	181,1
	PKMg	155,9	201,9	178,9
	PKMg+S	158,3	208,7	183,5
	PKMg+Terra-Сорб	178,8	224,1	201,5
Галега восточная	контроль	329,6	265,6	297,6
	PKMg	298,5	266,5	282,5
	PKMg+S	235,3	285,2	260,3
	PKMg+Terra-Сорб	239,4	318,7	279,1
Люцерна посевная	контроль	334,1	227,4	280,8
	PKMg	377,0	234,7	305,9
	PKMg+S	381,3	247,7	314,5
	PKMg+Terra-Сорб	353,0	269,2	311,1
НСР ₀₅ фактор А		41,0	19,7	
НСР ₀₅ фактор Б		47,4	22,9	

В годы исследований многолетние бобовые травы (люцерна посевная, галега восточная и лядвенец рогатый) в режиме трехукосного использования травостоев второго и третьего года жизни формировали урожайность сухого вещества от 155,9 до 381,3 ц/га. Сбор сухой массы травостоя люцерны посевной в первый год использования (2016 г.) в сумме за три укоса составил 334,1-381,3 ц/га, галеги восточной – 235,3-329,6 ц/га и лядвенца рогатого – 155,9-178,8 ц/га.

В первый год пользования (2016 г.) урожайность сухой массы люцерны посевной превышала урожайность галеги восточной (на 4,5-146,0 ц/га) и ляд-

венца рогатого (на 111,1-225,4 ц/га). Таким образом, в 2016 г. достоверно установлено, что урожайность сухого вещества травостоев галеги восточной и люцерны посевной была выше, чем у лядвенца рогатого на всех изучаемых вариантах. Урожайность сухой массы травостоя люцерны посевной в первый год пользования на всех вариантах существенно превышала урожайность галеги восточной на вариантах внесения РКМg + S и РКМg + Terra-Сорб. В 2016 г. на вариантах комбинированного внесения магния с серой и магния с Terra-Сорб на травостое люцерны посевной урожайность сухой массы получена существенно выше, чем на травостое галеги восточной на всех изучаемых вариантах.

Во второй год пользования травостоев получена урожайность сухого вещества галеги восточной и люцерны посевной существенно выше, чем лядвенца рогатого. В 2017 г. на идентичных вариантах минерального питания укосных травостоев галега восточная формировала урожайность существенно выше урожайности люцерны посевной. Так, в контрольном варианте прибавка сухого вещества составила 41,5 ц/га; при внесении фосфорных и калийных удобрений с магнием – 38,1 ц/га; при внесении фосфорных и калийных удобрений с магнием и серой – 31,8 ц/га; при внесении фосфорных и калийных удобрений с Terra-Сорб – 37,5 ц/га.

В вариантах внесения в подкормку фосфорно-калийного удобрения и на фоне препаратов с физиологически активным веществом в комплексе (магний + Terra-Сорб) в первый год исследования (2016 г.) у лядвенца рогатого и люцерны посевной не установлено достоверного влияния минерального питания на урожайность сухого вещества. В 2016 г. на травостое галеги восточной, наоборот, прослеживается негативная тенденция снижения урожайности по отношению к контролю в вариантах РКМg + S и РКМg + Terra-Сорб на 90,2-94,3 ц/га.

В 2017 г. достоверная прибавка урожайности сухого вещества определена только в варианте РКМg + Terra-Сорб у галеги восточной (53,1 ц/га) и люцерны посевной (41,8 ц/га). Травостой лядвенца рогатого на второй год пользования (2017 г.) не увеличил сбор сухого вещества от изучаемых приемов минерального питания.

По годам исследования при трехукосном использовании травостоев многолетних бобовых трав выявлено увеличение урожайности сухого вещества во второй год пользования (2017 г.) по всем изучаемым вариантам у лядвенца рогатого. Повышение урожайности сухой массы в 2017 г. в сравнении с 2016 г. установлено на травостое галеги восточной в вариантах с комплексным применением удобрения (РКМg + S) и физиологически активными веществами (РКМg + Terra-Сорб). Травостой люцерны посевной третьего года жизни (2017 г.) снизил урожайность абсолютно-сухого вещества во всех изучаемых вариантах.

В среднем за два года исследований (2016-2017 гг.), урожайность сухого вещества многолетних бобовых трав при трехукосном скашивании по вариантам опыта составила: лядвенца рогатого от 181,1 (без удобрения) до 201,5 ц/га (РКМg+Terra-Сорб), галеги восточной – 260,3 (РКМg+S) – 297,6 ц/га (без удобрения), люцерны посевной – 280,8 (без удобрения)-314,5 ц/га (РКМg+S).

Выводы

1. Экспериментальные данные полевого опыта, проводимого на травостоях галеги восточной, люцерны посевной, лядвенца рогатого, показали, что их урожайность при трехукосном использовании в большей степени зависела от используемого вида и года пользования, в меньшей – от изучаемых приемов минерального питания растений.

2. По годам исследования при трехукосном использовании травостоев многолетних бобовых трав выявлено увеличение урожайности сухого вещества во второй год пользования (2017 г.) по всем изучаемым вариантам у лядвенца рогатого. Повышение урожайности сухой массы в 2017 г. в сравнении с 2016 г. установлено на травостое галеги восточной в вариантах с комплексным применением удобрения (PKMg+S) и физиологически активными веществами (PKMg+Терра-Сорб). Травостой люцерны посевной третьего года жизни (2017 г.) снизил урожайность абсолютно-сухого вещества во всех изучаемых вариантах.

3. В среднем за два года исследований (2016-2017 гг.), урожайность сухого вещества многолетних бобовых трав при трехукосном скашивании по вариантам опыта составила: лядвенца рогатого от 181,1 (без удобрения) до 201,5 ц/га (PKMg + Терра-Сорб), галеги восточной – 260,3 (PKMg + S)-297,6 ц/га (без удобрения), люцерны посевной – 280,8 (без удобрения) – 314,5 ц/га (PKMg + S).

Литература

1. Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства : практикум, учебное пособие для студентов вузов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» / Н.П. Лукашевич, Н.Н. Зенькова [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 431 с.

2. Федоров, А.А. Жизнь растений. – Москва: Просвещение, 1974. – С. 373.

3. Волошин, Е.И. Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет): метод. рекомендации [Электронный ресурс] / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 31 с.

YIELD OF LEGUMINOUS GRASSES ON SOD-PODZOLIC SOILS IN WESTERN REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

G.V. Witkovskiy, V.I. Poplevko, V.N. Alekseev, A.A. Kozlov

Biennial results in the formation of perennial leguminous herbage of East goat's-beard, birdsfoot deer vetch, purple medic with intensive three-hay-crop use, depending on foliar application with microelements and biologically active substance are presented. It is revealed that in on average for two years of hay use, the herbage yield was determined most of all by studied species of perennial legumes, to a lesser extent, it was determined by the use of microelements and biostimulators. On average, over two years of haymaking use (2016 - 2017), the yield values were as follows: 280.8-314.5 kg/ha of purple medic dry matter, 260.3-297.6 kg/ha of East goat's-beard dry matter, and 181.1-201.5 kg/ha of birdsfoot deer vetch dry matter.

ВЛИЯНИЕ ДЕСИКАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СУДАНСКОЙ ТРАВЫ СОРТА ПРУЖАНСКАЯ В УСЛОВИЯХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.М. Чирко, кандидат с.-х. наук, Т.В. Гончаревич, мл. научный сотрудник
РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»
(Поступила 27.02.2018 г.)*

Рецензент: доктор с.-х. наук, академик В.Н. Шлапунов

***Аннотация.** Представлены результаты исследований по изучению влияния десикации на урожайность и посевные качества семян суданской травы в почвенно-климатических условиях юго-западной части республики.*

В настоящее время эффективное ведение животноводства невозможно без наличия прочной кормовой базы, обеспечивающей гарантированное и бесперебойное кормление поголовья кормами, обладающими высокими энергетическими и качественными показателями. Поэтому постоянный поиск путей удешевления кормов, увеличения объемов их производства и улучшения качества остается весьма актуальным. В решении данного вопроса немаловажное значение имеют однолетние кормовые культуры позднего срока сева, в число которых входит суданская трава. В последнее время данная культура становится все более популярной и востребованной в производстве. Для производителей суданская трава привлекательна, прежде всего, своей засухоустойчивостью, высокой продуктивностью, хорошим качеством зеленой массы, способностью быстро отрастать после скашивания. Именно поэтому культура с успехом используется для получения зеленой массы, сена, силоса, а также как пастбищное растение [1]. При соблюдении технологических норм выращивания суданская трава способна формировать до 500-600 ц/га зеленой массы, 125-135 ц/га сена и 40-45 ц/га зерна. В 100 кг зеленой массы содержится до 3 кг переваримого протеина, а сено по своей питательности уступает только селу из бобовых трав [2]. При достаточном увлажнении суданская трава быстро отрастает, тем самым обеспечивая несколько укосов за вегетационный период, хорошо переносит выпас скота.

Вместе с тем, успешное продвижение культуры в производство в значительной мере зависит от организации ее семеноводства и наличия достаточного количества семенного материала. Поэтому получение семян суданской травы в местных условиях требует своего внимания и решения. Создание собственных семенных фондов гарантирует широкое внедрение культуры в практику производства кормов.

В настоящее время в условиях юго-западной части республики возможно получение 10-12 ц/га кондиционных семян суданской травы. При этом одним из узких мест технологии возделывания суданской травы на семенные цели является уборка урожая – один из наиболее сложных и ответственных элементов агротехники данной культуры. Прежде всего, это объясняется биологиче-

скими особенностями самой суданской травы. Период созревания у суданской травы довольно растянут. Ко времени созревания ранее появившихся метелок на одном и том же растении имеются еще только зацветающие метелки из боковых и пазушных побегов. В тоже время, наибольшую ценность представляют семена из метелки главного стебля, сформировавшиеся раньше других [3]. Следует учитывать, что суданская трава даже в фазу полной спелости семян имеет достаточно сочные листья и стебли. В условиях Брестской области первые осенние заморозки могут наступить в конце сентября, что приводит к естественной десикации посевов. Однако зачастую воздействие отрицательных температур в дальнейшем негативным образом отражается на всхожести семян, хотя по имеющимся литературным данным, легкие заморозки (до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) практически не ухудшают качества посевного материала [4]. Это допустимо лишь в тех случаях, когда семена в метелке имеют полную физиологическую зрелость. Во многих нетрадиционных районах возделывания семенные посевы приходится убирать, не дожидаясь полной физиологической зрелости семян даже на главных стеблях, что создает определенные проблемы при уборке. Как показывает научный опыт, десикация посевов является наиболее эффективным способом, позволяющим ускорить созревание растений благодаря их подсушиванию.

В связи с этим в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» проведены полевые исследования по выявлению возможности применения десикантов при возделывании суданской травы на семенные цели.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2014-2015 гг. на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве опытных полей РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси». Пахотный горизонт характеризуется следующими показателями: рН – 5,06; содержание P_2O_5 (по Кирсанову) 140-146 мг/кг почвы; K_2O (по Кирсанову) 200-244 мг/кг почвы; гумус (по Тюрину) – 1,99-2,01%. Размер делянки 16 м², повторность четырехкратная. Предшественник – озимые зерновые. Посев проводился в конце первой декады мая рядовым способом. Норма высева 2,5 млн всх. семян на 1 га. Опрыскивание посевов препаратом реглон супер (3 л/га) проводили в фазу начала полной спелости зерна. Уборку посевов осуществляли прямым комбайнированием через пять дней после внесения десиканта.

В РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» начиная с 2002 г. велись исследования по изучению основных агротехнических приемов возделывания суданской травы на кормовые цели. В ходе полевых опытов установлены оптимальные сроки посева культуры и уборки на зеленую массу, разработана система удобрений и система защиты посевов от сорняков. Одновременно велась селекционная работа по созданию сорта, адаптивного к почвенно-климатическим условиям региона, характеризующегося не только высокой урожайностью зеленой массы, но и способного обеспечивать ежегодное гарантированное получение полноценных семян. Результатом селекционной работы стало создание сорта *Пружанская*, который районирован по республике с 2012 г. и послужил объектом исследования.

Сорт среднеспелый. Длина полного вегетационного периода при уборке на семена 140-145 дней. За период вегетации при возделывании на зеленую массу дает 2 укоса. Сорт устойчив к полеганию и засухе. Средняя урожайность сухого вещества 112 ц/га, максимальная – 174 ц/га. Средняя урожайность семян 15-18 ц/га.

Территория опытной станции находится в Южной агроклиматической зоне (теплой неустойчиво влажной) Западной подобласти Беларуси, характеризующейся умеренным континентальным климатом. Вегетационный период на территории района длится 201-209 дней. Последние заморозки в воздухе обычно прекращаются в конце апреля и в первых числах мая. В середине и конце мая могут наблюдаться почвенные заморозки. Безморозный период составляет 154-172 дня. В отдельные годы температура воздуха как летних, так и зимних месяцев резко отличается от средних многолетних значений. За теплый период (с температурой выше 0 °С) выпадает 350-400 мм осадков. Сумма температур воздуха выше 10 °С превышает 2400 °С и в целом данный район теплом обеспечен лучше остальной территории Беларуси. Коэффициент увлажнения за теплый период в отдельные годы может быть ниже 0,8 и наибольшего напряжения водный баланс достигает в мае-июне. В этот период на легких супесчаных почвах запас продуктивной влаги в метровом слое составляет 50-80 мм, а в засушливые годы в отдельные декады снижается до 11-16 мм. Термические условия и режим увлажнения района благоприятен для выращивания наиболее теплолюбивых культур, возделываемых в республике, в том числе и суданской травы на семенные цели [5].

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2014-2015 гг.) были разными не только по температурному режиму, но и по количеству выпавших осадков.

По температурному режиму и по увлажнению условия мая 2014 г. были не слишком благоприятными для сева поздних яровых культур. В целом месяц был теплее обычного, особенно третья декада, когда средний показатель температуры превысил среднемноголетнее значение на 2,6 °С. Май характеризовался обильным выпадением осадков, которых в среднем за месяц выпало на 40,4 мм больше среднемноголетнего уровня. Это несколько затянуло период появления всходов.

В дальнейшем погода июня по температурному режиму также не благоприятствовала росту и развитию суданской травы, особенно вторая и третья декады месяца, когда среднесуточная температура воздуха была на 1,1-2,3 °С холоднее среднемноголетней. Неблагоприятный период пришелся у культуры на фазы кущения и выхода в трубку. Первые две декады июля характеризовались повышенными температурами воздуха и регулярным выпадением осадков на уровне среднемноголетних значений. Для августа было характерно достаточное количество осадков (118% к норме) при значительном превышении температурного режима (+2,0 °С). Отличительными особенностями сентября являлись повышенная температура воздуха (0,7 °С) при недостатке атмосферного увлажнения.

Погодные условия 2015 г. сложились в регионе неблагоприятно для роста и развития сельскохозяйственных культур. Дефицит атмосферного увлажнения в марте и апреле усугубил недостаток почвенной влаги, создавшийся после бесснежной зимы, апрель был теплее обычного на 1 °С. По температурному режиму и по увлажнению условия мая в целом способствовали севу поздних яровых культур. В дальнейшем за период всего июня и первой декады июля общая сумма осадков составила 11 мм. При этом по температурному режиму данный период был теплее обычного на 2-3 °С. Во второй и третьей декаде июля температура воздуха была также выше среднееголетних показателей. Осадков за месяц выпало 63% от нормы. В августе сумма осадков составила 2,8 мм, а температурный фон был выше среднееголетнего на 4 °С. По данным метеорологических наблюдений (метеостанция г. Пружаны) уже в первой декаде июня запасы продуктивной влаги в слое 20 см составляли всего 3%. В дальнейшем количество доступной влаги находилось на нулевой отметке. Это привело к значительному угнетению посевов и снижению семенной продуктивности суданской травы. Сентябрь характеризовался повышенной температурой воздуха (+2,7 °С) при избыточном выпадении осадков (158% к норме). В годы проведения исследований не наблюдалось понижения температуры воздуха в сентябре ниже 0 °С, что исключало естественную десикацию посевов.

Результаты исследований и обсуждение. Использование десикантов для ускоренного созревания позднеспелых культур в настоящее время получило достаточно широкое распространение. Наиболее полно этот вопрос изучен на хлопчатнике, подсолнечнике, люпине, клещевине, рисе, семенниках трав.

Семена суданской травы, которая является позднеспелой культурой, не всегда хорошо вызревают, что отрицательно сказывается на ее семеноводстве в целом. Сорт *Пружанская* имеет достаточно продолжительный период вегетации, который от посева до полной зрелости семян в условиях региона составляет иногда более 140 дней. Поэтому уборка семенных посевов ведется в конце сентября, а в отдельные годы и в первой декаде октября, когда погодные условия не всегда благоприятствуют естественному дозреванию и подсушиванию семян в метелке.

В годы проведения исследований семенная продуктивность суданской травы значительно различалась. В 2014 г. она составляла 16,4-18,7 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние десикации на семенную продуктивность суданской травы, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га		
	2014 г.	2015 г.	Среднее
Контроль	16,4	7,8	12,1
Реглон супер, 3 л/га	18,7	8,0	13,4
НСР ₀₅	2,2	2,0	

Во второй год исследований на фоне неблагоприятных погодных условий (продолжительный засушливый период в летние месяцы привел к значительно-

му утнетению посевов) урожайность семян была более чем в два раза ниже. Максимальная урожайность семян была получена в 2014 г. при внесении реглона супер, однако превышение над контролем было не существенным. В 2015 г. также не отмечено негативного влияния реглона супер на снижение урожайности. При этом при внесении десиканта очевидным было повышение технологичности проведения уборочных работ за счет снижения влажности листостебельной массы.

Применение десиканта способствовало снижению влажности семян в метелке. При этом в большей степени применение данного приема было эффективно в условиях 2015 г., когда в предуборочный период стояла теплая и влажная погода. В таких условиях на фоне внесения реглона супер на момент уборки влажность семян составляла 15,4%, что на 3,8% ниже, чем в контрольном варианте (рисунок 1). В 2014 г. погодные условия третьей декады сентября во многом способствовали естественному подсушиванию листостебельной массы, и внесение десиканта обеспечило разницу во влажности семян в метелке только на 1,2%.

По литературным данным, где приводятся результаты изучения возможности использования десикантов на посевах сорговых культур, в частности зернового сорго, также отмечается, что эффективность от применения данного агроприема значительно выше во влажные годы [6]. При этом даже при внесении десикантов в фазу восковой спелости зерна отмечается положительное влияние на интенсивность снижения его предуборочной влажности.

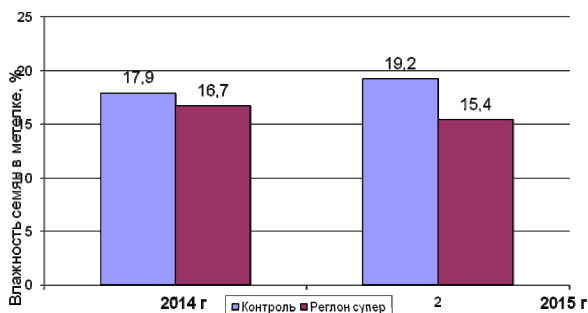


Рисунок 1 – Влияние десикации на предуборочную влажность семян суданской травы, %

При возделывании суданской травы основной задачей является не достижение максимальной семенной продуктивности, а обеспечение получения посевного материала высоких кондиций. Для суданской травы, как для культуры, характеризующейся высокой разнокачественностью семян в пределах не только растения, но и отдельно взятой метелки, выращивание семенного материала с высокими посевными качествами всегда было проблематичным. Особенно это касается такого показателя, как всхожесть семян. В соответствии с требованиями

ми, предъявляемыми к семенам суданской травы, их всхожесть должна быть не ниже 80%. Как показывает многолетний опыт работы с культурой, даже в самые оптимальные по погодным условиям годы в нашей зоне достигнуть такого уровня всхожести семян весьма сложно.

Результаты лабораторной оценки показали, что применение реглона супер в нашем случае не оказывало негативного действия на посевные качества семян суданской травы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние десикации на посевные качества семян суданской травы (среднее за 2014-2015 гг.)

Вариант	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса 1000 семян, г
Контроль	68,0	71,0	16,0
Реглон супер, 3 л/га	71,0	76,0	16,7

На фоне использования в качестве десиканта реглона супер отмечается повышение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян, величина которых возросла соответственно на 3 и 4%. Положительное влияние на посевные качества семян от использования десикантов на посевах суданской травы получены в опытах ученых Брянского государственного университета [7], где внесение глифосатов существенно изменяет биологические свойства семян данной культуры, что выражается в повышении энергии прорастания, лабораторной схожести и силы роста проростков.

Масса 1000 семян, характеризующая, прежде всего, их физические свойства, имеет немаловажное значение при оценке посевного материала, поскольку используется при расчете весовой нормы высева. Кроме этого, выполненность семян влияет на их аэродинамические свойства, что учитывается при очистке и сортировке семенного материала. В наших исследованиях на фоне внесения десиканта отмечено некоторое повышение массы 1000 семян. По вопросу влияния десикации на обсуждаемый показатель в литературе в последнее время встречаются противоречивые мнения. Одни авторы приводят данные о снижении массы 1000 семян на фоне применения десикантов [7], другие же отмечают тенденцию к повышению абсолютной массы семян при использовании этого агроприема [8]. В данном случае уместно говорить о сроках использования десикантов. Учитывая биологию культуры, надо принимать во внимание, что у суданской травы накопление сухого вещества в семенах продолжается вплоть до самой уборки, и преждевременное использование десикантов неизбежно приведет к снижению выполненности семян и недобору урожая.

Выводы

Для повышения технологичности уборки семенников суданской травы возможно применение предуборочной десикации посевов реглон супер в норме 3 л/га. Внесение десиканта способствует снижению влажности зерна в метелке, не оказывает негативного влияния на уменьшение семенной продуктивности

культуры и положительно сказывается на повышении посевных качеств семян. Кроме этого, использование десиканта дает возможности максимально снижать высоту среза при прямом комбайнировании.

Литература

1. *Наумова, Т.В.* Влияние агротехнических приемов возделывания суданской травы на продуктивность и посевные качества семян / Т.В. Наумова // Кормопроизводство. – 2009. – №6. – С. 25-28.
2. *Анохина, Т.А.* О целесообразности возделывания суданской травы в Беларуси / Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров, В.И. Ульянов // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – №5. – С. 15-18.
3. *Сереклаев, Н.А.* Влияние способов уборки на продуктивность и посевные качества семян суданской травы и кормового проса / Н.А. Сереклаев, А.А. Ногаев / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ksu.edu.kz/fles/nauka/materially_koferens. – Дата доступа: 20.20.2018.
4. *Дьяченко, В.В.* Обоснование семеноводства суданской травы в юго-западной части Центрального региона / В.В. Дьяченко, Вит. В. Дьяченко // Кормопроизводство. – 2011. – №1. – С. 34-36.
5. *Шкляр, А.Х.* Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А.Х. Шкляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.
6. *Гурский, Н.Г.* Десикация как способ защиты семян сорго от заболеваний / Н.Г. Гурский, В.А. Землянов // Земледелие. – 2010. – №6. – С. 64-65.
7. *Зайцева, О.А.* Влияние десикантов на урожайность и посевные качества семян суданской травы / О.А. Зайцева, И.П. Пономарев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №2. – С. 3-7.
8. *Флек, М.Р.* Технологические приемы возделывания кормового проса и суданской травы в Южном Зауралье / М.Р. Флек. – Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1990. – 20 с.

INFLUENCE OF DESICCATION ON YIELD AND SOWING QUALITIES OF SUDAN GRASS SEEDS OF VARIETY PRUZHANSKAYA UNDER CONDITIONS OF BREST REGION

E.M. Chirko, T.V. Goncharevich

The results of studies on the effect of desiccation on yield and sowing qualities of Sudan grass seeds under the soil and climatic conditions of the southwestern part of the Republic are presented.

УДК 631.53.04:577.4

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ СИЛОСНЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ЗЕМЛЯХ

***Г.В. Седукова, кандидат с.-х. наук, С.А. Демидович, научный сотрудник
РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель
(Поступила 19.02.2018)***

Рецензент: доктор с.-х. наук В.Н. Шлапунов

Аннотация. Представлены данные по урожайности зеленой массы смешанных посевов силосных (подсолнечник, кукуруза и сорго) и бобовых (вика, го-

рох и люпин) культур, полученные в полевом эксперименте. Определены коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу со смешанных посевов силосных и бобовых культур и предельные плотности загрязнения дерново-подзолистых почв радионуклидами, позволяющие получать зеленую массу, соответствующую республиканским допустимым уровням содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах.

В сложных условиях хозяйствования предприятий, расположенных на загрязненных радионуклидами землях, для снижения затрат на производство кормов возникает необходимость разработки и применения малоэнергоёмких экологически безопасных технологий. Одной из таких технологий является замена азота минеральных удобрений на биологически связанный. В этой связи возрастает роль бобовых культур, которые благодаря симбиотической деятельности бактерий и корневой системы способны потреблять азот из воздуха, накапливать его в своей массе и обогащать почву данным элементом [1]. Для южных регионов Гомельской области, наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, в связи с участвовавшими засушливыми периодами актуальным вопросом для успешного земледелия является введение в структуру посевов засухоустойчивых культур, таких как подсолнечник и сорго [2]. Совместный посев таких культур как подсолнечник, сорго и кукуруза с бобовыми культурами позволит снизить объемы применяемых азотных удобрений и получать сбалансированные по питательности корма [3-7]. Кроме того, возделывание бобовых культур с силосными, отличающимися невысоким накоплением ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленой массе, позволит получать нормативно чистые корма на загрязненных радионуклидами землях.

Исследования в данном направлении в РНИУП «Институт радиологии» проводили в течение 4-х лет. Целью работы являлось изучение эффективности производства кормов на основе силосных культур, возделываемых в смешанных посевах на загрязненных радионуклидами территориях с целью получения нормативно чистой продукции животноводства и снижения ее себестоимости.

Методика и условия проведения эксперимента. Для выполнения поставленных задач были проведены полевой и производственный эксперименты по изучению накопления радионуклидов и урожайности зеленой массы силосных культур, возделываемых в смешанных посевах с бобовыми культурами.

Полевой эксперимент проводили на дерново-подзолистой слабоподзоленной супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковых супесях. Плотность загрязнения пахотного горизонта составляла: ^{137}Cs – 47 ± 7 кБк/м² (1,3 Ки/км²), ^{90}Sr – 12 ± 3 кБк/м² (0,3 Ки/км²). Основные агрохимические характеристики почвы опытного участка: обменная кислотность $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ – $5,28 \pm 0,4$, содержание подвижных форм калия – 209 ± 43 мг/кг, фосфора – 594 ± 110 мг/кг почвы, содержание гумуса – $1,4 \% \pm 0,1 \%$.

Схема эксперимента включала следующие варианты:

Люпин			Горох полевой			Вика посевная		
подсолнечник	кукуруза	сорго	подсолнечник	кукуруза	сорго	подсолнечник	кукуруза	сорго

Повторность трехкратная. Площадь делянки 10 м². Силосная культура высевалась в 100% от полной нормы высева культур в чистом виде (кукуруза 110 тыс. шт./га, подсолнечник 100 тыс. шт./га, сорго 0,6 млн. шт./га, в), бобовая 50% (люпин, горох по 0,6 млн. шт./га, вика 1,2 млн. всхожих семян/га). Посев проводили в два приема. Силосные культуры высевали широкорядно с шириной междурядий 70 см, бобовые – сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. В качестве силосных культур использовали гибрид кукурузы *Кремень 200 СВ*, подсолнечник *Степок* и сорго сахарное *Порумбень 4*; бобовых – вику яровую *Натали*, гороха полевого *Агат*, люпиа узколистного *Кармавы*. Минеральные удобрения вносили в дозах: P₆₀K₁₀₀ – фон; фон + N₃₀; фон + N₆₀.

При проведении полевых экспериментов обработку почвы, посев и уход за растениями проводили в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендуемыми отраслевыми регламентами [8].

Отбор проб зеленой массы осуществляли с учетной площади 1 м².

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr определяли согласно «Методике крупномасштабного агрохимического и радиологического исследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь». Содержание ¹³⁷Cs в почвенных и растительных образцах определяли на γ-спектрометрическом комплексе фирмы Canberra. Радиохимическое выделение ⁹⁰Sr проводили по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на аттестованном α-β счетчике Canberra-2400. Аппаратурная ошибка измерений не превышала 15-20%.

Урожайность зеленой массы смешанных посевов силосных и бобовых культур. При возделывании подсолнечника в смеси с бобовыми культурами урожайность зеленой массы различалась в 1,4 раза (от 411 ц/га подсолнечник + люпин до 528 ц/га подсолнечник + вика) (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность смешанных посевов подсолнечника, кукурузы и сорго с бобовыми культурами

Бобовый компонент	Доза удобрений	Урожайность, ц/га		
		подсолнечник	кукуруза	сорго
Люпин	P ₆₀ K ₁₀₀	333±61	463±76	403±57
	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₀₀	403±68	593±35	600±26
	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₀₀	497±47	643±40	623±67
средняя		411±88	566±93	542±114
Горох	P ₆₀ K ₁₀₀	463±32	527±40	390±46
	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₀₀	453±64	550±62	557±51
	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₀₀	607±31	660±72	617±35
средняя		508±84	579±81	521±109
Вика	P ₆₀ K ₁₀₀	505±66	455±84	405±72
	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₀₀	544±95	512±101	503±100
	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₀₀	626±109	569±104	551±111
средняя		558±62	512±57	486±74

При внесении минерального азота в дозе 60 кг д.в./га наблюдалось увеличение урожайности зеленой массы бобово-подсолнечниковых смесей в 1,2-1,5 раза. Наибольшая урожайность зеленой массы смешанных посевов кукурузы с люпином и горохом отмечалась при использовании минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{100}$. Данная доза удобрений обеспечивала урожайность смесей на уровне 643-660 ц/га.

Возделывание кукурузы с викой яровой нецелесообразно, потому что в годы с неблагоприятными погодными условиями для развития кукурузы может существенно снижаться урожайность смеси. Так как семена кукурузы прорастают при температуре 8-10 °С, а всходы появляются при температуре не ниже 10-12 °С, то в годы с низкими весенними температурами кукуруза всходит значительно позже вики яровой, всходы которой появляются при температуре 2-3 °С и выдерживают заморозки до -3-4 °С. В результате задержки в развитии кукуруза всходит тогда, когда вика уже находится в фазе стеблевания и создает ей конкуренцию за свет и питание. Кроме того, низкие температуры июня, не отвечающие требованиям для хорошего роста растений кукурузы (20-27 °С), могут существенно снизить прирост зеленой массы культуры. В условиях конкуренции с викой яровой при таких погодных аномалиях кукуруза проигрывает, что отражается на урожайности смеси в целом.

Максимальная урожайность зеленой массы бобово-сорговых посевов (623 ц/га) получена при возделывании сорго с люпином на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{100}$. При этом урожайность зеленой массы культур была выше до 1,5 раза по сравнению с безазотным фоном.

Все варианты совместного возделывания культур на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{100}$ обеспечивали урожайность зеленой массы выше 350 ц/га. Различия в урожайности культур были существенны при сравнении безазотного фона минерального питания и фона, где азот вносили в дозе 60 кг д.в./га.

При возделывании совместных посевов силосных и бобовых культур улучшается питательная ценность зеленой массы. Так, в вегетативной массе подсолнечника, кукурузы и сорго отмечается высокое содержание растворимых углеводов и низкое – белка, что обеспечивает сахаропротеиновое отношение выше оптимальных значений. В зеленой массе со смешанных посевов культур увеличивается количество протеина и снижается содержание растворимых сахаров, что приводит к оптимизации данного показателя (таблица 2).

Введение в посевы силосных культур бобового компонента увеличивает обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином.

Благодаря бобовому компоненту в зеленой массе со смешанных посевов силосных и бобовых культур до оптимального значения увеличивается содержание кальция. При этом отношение Са:Р и отношение грамм-эквивалентов калия к сумме кальция и магния в смесях не превышает 2,0 (за исключением смешанных посевов подсолнечника и люпина).

Параметры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу смешанных посевов силосных и бобовых культур. При возделывании сельскохозяйственных куль-

тур на загрязненных радионуклидами территориях необходим обязательный контроль содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в получаемой растениеводческой продукции.

Таблица 2 – Зоотехнические показатели качества зеленой массы с одновидовых и смешанных посевов подсолнечника, кукурузы, сорго и бобовых культур

Культура	Обеспеченность к.ед. переваримым протеином	Сахаро-протеиновое отношение	Ca, г/кг	Ca/P	K/(Mg+Ca)
<i>Одновидовые посевы</i>					
Подсолнечник	112	1,4	1,4	1,8	2,0
Кукуруза	67	3,1	0,3	0,4	3,2
Сорго	79	2,3	0,3	0,4	3,5
<i>Смешанные посевы</i>					
Подсолнечник + люпин	162	0,9	2,3	2,2	1,2
Подсолнечник + горох	180	1,1	2,2	2,0	1,5
Подсолнечник + вика	142	1,1	2,2	1,5	1,8
Кукуруза + люпин	116	1,3	0,9	1,4	1,9
Кукуруза + горох	120	1,7	1,0	1,7	1,5
Кукуруза + вика	100	1,9	1,4	1,3	0,9
Сорго + люпин	119	1,9	0,9	2,0	1,9
Сорго + горох	104	1,9	0,9	1,6	2,0
Сорго + вика	109	1,1	1,6	1,5	1,0

Биологические особенности культур таковы, что они в разной степени способны аккумулировать радионуклиды в своей фитомассе. Исследования показали, что при одинаковых условиях возделывания наибольшим накоплением ^{137}Cs и ^{90}Sr характеризуется зеленая масса со смешанных посевов подсолнечника и бобовых культур, наименьшим – кукурузы и бобовых культур (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr для зеленой массы со смешанных посевов силосных и бобовых культур и предельные плотности загрязнения почв ^{90}Sr для производства нормативно чистых кормов

Вид смеси	Кп, Бк/кг:кБк/м ²		Предельные плотности загрязнения почв ^{90}Sr , Ки/км ²	
	^{137}Cs	^{90}Sr	Цельное молоко	Молоко-сырье
Подсолнечник + горох	0,03±0,01	8,8±1,7	0,1	0,6
Подсолнечник + люпин	0,04±0,02	11,0±3,0	0,1	0,5
Подсолнечник + вика	0,06±0,04	9,9±5,0	0,1	0,5
Кукуруза + горох	0,01±0,003	1,5±0,4	0,7	≥3
Кукуруза + люпин	0,01±0,001	1,7±0,7	0,6	2,9
Кукуруза + вика	0,02±0,02	2,7±1,3	0,4	1,9
Сорго + горох	0,01±0,001	1,9±0,5	0,5	2,6
Сорго + люпин	0,01±0,01	2,2±0,5	0,5	2,3
Сорго + вика	0,03±0,04	4,3±2,8	0,2	1,2

Исходя из полученных коэффициентов перехода радионуклидов, рассчитаны предельные плотности радиоактивного загрязнения почвы, выше которой производимая продукция не будет соответствовать допустимым уровням содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах (РДУ), принятым в республике. Ограничения по плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы ^{137}Cs для получения нормативно чистой зеленой массы отсутствуют. Возделывать смешанные посевы силосных и бобовых культур можно при плотности загрязнения радионуклидом до 40 Ки/км^2 .

Лимитирующим фактором для возделывания силосных и бобовых культур является плотность загрязнения почв ^{90}Sr . Наиболее строгие ограничения (до $0,1 \text{ Ки/км}^2$) существуют для производства зеленой массы смешанных посевов подсолнечника и бобовых культур, возделываемых на дерново-подзолистых супесчаных почвах с pH_{KCl} менее 5,0, идущей на корм дойному стаду для получения цельного молока. При плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы ^{90}Sr более $0,1 \text{ Ки/км}^2$ целесообразно выращивать кукурузу с бобовыми культурами.

Для производства зеленой массы подсолнечника с люпином и викой, идущих на корм дойному стаду с целью получения молока-сырья, максимальное ограничение составляет $0,5 \text{ Ки/км}^2$, зеленой массы с посевов кукурузы и вики яровой – $1,9 \text{ Ки/км}^2$, зеленой массы с посевов сорго и вики яровой – $1,2 \text{ Ки/км}^2$.

При производстве молока-сырья на переработку на масло предельные плотности загрязнения почвы ^{90}Sr менее жесткие. Для скармливания КРС на всех стадиях откорма возделывать смеси возможно на всей территории, где разрешено ведение сельскохозяйственного производства (до 3 Ки/км^2).

Выводы

1. При возделывании в совместных посевах подсолнечника целесообразно предпочтение отдавать вико-подсолнечниковым смесям, так как они обеспечивают стабильно высокий урожай зеленой массы.

2. Возделывание кукурузы на зеленую массу целесообразно в совместных посевах с люпином и горохом при использовании минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{100}$. При этом обеспечивается урожайность смесей на уровне $643\text{--}660 \text{ ц/га}$.

3. Максимальную урожайность зеленой массы бобово-сорговых посевов (623 ц/га) можно получить при возделывании сорго с люпином на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{100}$. При этом урожайность зеленой массы культур до 1,5 раза выше по сравнению с безазотным фоном.

4. Возделывание смешанных посевов силосных и бобовых культур позволяет получать сбалансированные по зоотехническому качеству зеленые корма.

5. Максимальным накоплением ^{90}Sr и ^{137}Cs характеризуется зеленая масса со смешанных посевов подсолнечника и бобовых культур.

Литература

1. Алещенкова, З.М. История и перспективы использования микробных удобрений / З.М. Алещенкова // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №1. – С. 61-66.

2. Копылович, В.Л. Продуктивность кормовых засухоустойчивых культур в экологическом сортоиспытании / В.Л. Копылович, Н.М. Шестаков // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: матер. Межд. науч.-практ. конф.; 10-11 июля 2008 г. – Жодино, 2008. – Т. 1. – С. 133-135.

3. Картамышев, Н.И. Совместные посевы – резерв производства кормов / Н.И. Картамышев, Н.В. Беседин, Н.В. Долгополова, Ю.А. Лобынцев // Аграрная наука. – 2009. – № 8. – С. 19-20.

4. Дронов, А.В. Химический состав и кормовая ценность сахарного сорго в чистых и смешанных посевах // А.В. Дронов, В.В. Дьяченко // Главный агроном. – 2005. – № 7. – С. 66-69.

5. Зинюченко, А.Л. Продуктивность новых видов культур, качество сенажа и использование его в рационах лактирующих коров / А.Л. Зинюченко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» – Жодино, 2008 – Т. 43. – Ч. 2. – С. 65-72.

6. Истранин, Ю.В. Засухоустойчивые культуры в условиях Беларуси / Ю.В. Истранин, А.Л. Зинюченко, Ж.А. Гуринович, Д.В. Шибко // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2008. Т. 44. – Вып. 2. – С. 198-201.

7. Троц, В. Химический состав и кормовая ценность фитомассы поливидовых посевов подсолнечника на силос / В. Троц, Н. Троц // Главный зоотехник. – 2010. – № 2. – С. 24-28.

8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник отраслевых регламентов. / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 462 с.

CULTIVATION OF MIXED CROPS OF SILAGE AND LEGUMINOUS CROPS ON SOILS CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES

G.V. Sedukova, S.A. Demidovich

Data on the green material yield of mixed crops of silage (sunflower, maize and sorghum) and leguminous (vetch, pea and lupine) crops obtained in the field experiment are presented. Transfer factors of ^{137}Cs and ^{90}Sr into green material of mixed crops of silage and leguminous crops and the maximum density of radionuclide contamination of sod-podzolic soils have been determined. The above mentioned parameters allow to obtain the green material corresponding to the republican permissible levels of ^{137}Cs and ^{90}Sr contents in agricultural products and feeds.

УДК 633.16«321»:54.543.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СЫРОЙ КЛЕТЧАТКИ В ЗЕРНЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

В.Н. Безлюдный, кандидат биол. наук, **И.И. Берестов**, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 5.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук С.В. Абраскова

Аннотация. По спектрам образцов зерна ярового ячменя в ближней инфракрасной области с использованием модифицированного метода наименьших квадратов и метода искусственной нейронной сети построены предска-

зательные модели содержания сырой клетчатки. Проведена сравнительная оценка полученных калибровок и результатов их тестирования. Сделан вывод о возможности использования ближней инфракрасной спектроскопии для определения содержания сырой клетчатки в зерне ярового ячменя.

Клетчатка (целлюлоза) – важнейшая составная часть растительных клеточных оболочек, выполняющая механическую функцию. В естественном состоянии встречается редко, обычно связана с различными органическими компонентами (гемицеллюлозой, пектином, лигнином другими веществами) и поэтому называется сырой [1].

Сырая клетчатка – грубый и трудно перевариваемый компонент растений. Чем больше ее в корме для сельскохозяйственных животных, тем ниже его кормовое достоинство. В то же время клетчатка в умеренных количествах нужна всем животным для стимуляции работы кишечного тракта [2].

Клетчатка и пектины, называемые пищевыми или растительными волокнами, обязательно должны присутствовать и в рационе человека. Они способствуют выведению холестерина, ядов, жиров и других соединений, которые могут принести вред организму, оказывают благоприятное воздействие на работу кишечника, снижают риск развития ожирения, рака, диабета, болезней сердца. Поэтому определение количества этих соединений в продуктах питания имеет важное значение.

Методы определения содержания сырой клетчатки связаны с гидролизом навески анализируемого вещества различными кислотами разной концентрации. По методу Геннеберга и Штомана [3], принятого в качестве основного во многих лабораториях, последовательно проводится обработка испытуемой пробы растворами кислоты и щелочи, промывка дистиллированной водой, спиртом, эфиром, сушка и взвешивание массы остатка, условно принимаемого за клетчатку. Анализ проб этим методом связан с длительным гидролизом и трудностями отделения клетчатки от раствора гидролизатов. В связи с этим определение содержания клетчатки в растительных образцах является трудоемким и малопродуктивным. Поэтому представляет интерес использование для этих целей ближней инфракрасной спектроскопии [4], получившей широкое распространение в качестве экспресс-метода в различных сферах деятельности, в том числе и анализе качества сельскохозяйственной продукции и продуктов питания.

Материалы и методика исследований. В качестве материала для исследования использовали образцы зерна сортов и образцов ярового ячменя, выращенные в технологических опытах и селекционных посевах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2014-2017 гг.

Содержание сырой клетчатки определяли на полуавтоматическом экстракторе FIWE 6 фирмы VELD Scientifica (Италия) по методике Винда, изложенной в руководстве к прибору. Согласно этой методике гидролиз анализируемого материала последовательно проводили горячими 1,25% растворами серной кислоты и гидроксида калия. С момента закипания растворов таймером устанавли-

ливали время кипения – 30 мин. После кипячения растворы кислоты и щелочи с помощью перистальтического насоса удаляли. Остаток проб зерна ячменя после гидролиза тщательно промывали горячей дистиллированной водой и ацетоном, сушили в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 2 часов, охлаждали в эксикаторе и взвешивали. После этого проводили озоление в муфельной печи при 550 °С в течение 4 ч., охлаждение в эксикаторе и повторное взвешивание. Содержание сырой клетчатки определяли по разнице между двумя последовательными взвешиваниями и выражали в процентах на воздушно-сухое вещество.

Спектры зерна ячменя измеряли с использованием сканирующего спектрометра (NIRSystems 5000, США) в диапазоне длин волн 1100-2500 нм с шагом сканирования 2 нм. Обработка спектров и расчет предсказательных моделей осуществляли с использованием программы WinISI II v.1.02 (InfraSoft, США), входящей в комплект спектрометра.

Спектры образцов зерна подвергали предварительному преобразованию путем нормирования по среднеквадратичному отклонению с одновременным устранением тренда (SNVD) в сочетании с методами скользящего среднего (бегущего окна) и получения производных различного порядка.

Точность предсказания оценивали по характеристикам калибровочных уравнений (SEC – стандартная ошибка калибровки; R^2 – коэффициент детерминации), показателям перекрестной проверки (SECV – стандартная ошибка перекрестной проверки; 1-VR – коэффициент детерминации при перекрестной проверке), а также по результатам тестирования с использованием спектров образцов зерна ячменя, не использовавшихся в калибровании, на основании стандартной ошибки определения (SEP) и коэффициента детерминации (R^2).

Результаты и обсуждение. Содержание сырой клетчатки в исследуемых образцах зерна ярового ячменя варьировало в пределах 2,15-4,58% (таблица 1). Распределение образцов по содержанию сырой клетчатки представлено на рисунке 1.

Таблица 1 – Вариация образцов зерна ярового ячменя по содержанию сырой клетчатки

Образец	Диапазон вариации	Среднее	Стандартное отклонение
Калибровочные (312 шт.)	2,15 – 4,58	3,62	0,41
Независимые (104 шт.)	2,16 – 4,43	3,59	0,40
Всего (416 шт.)	2,15 – 4,58	3,61	0,41

Образцы, подобранные генератором случайных чисел, использовали в качестве калибровочных. Оставшиеся образцы использовали как независимые при тестировании предсказательных моделей.

При расчете предсказательных моделей были использованы модифицированный метод наименьших квадратов и метод искусственных нейронных сетей. Для модифицированного метода наименьших квадратов наиболее оптимальным

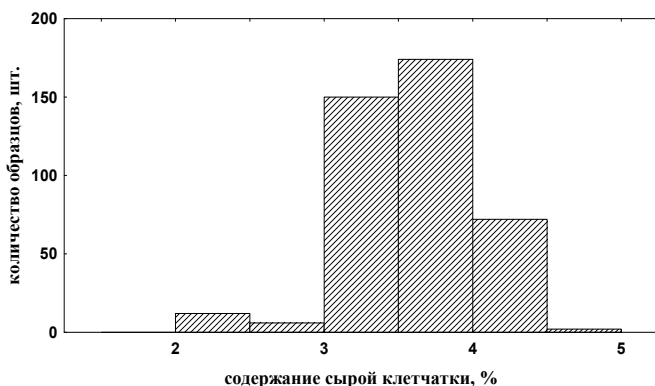


Рисунок 1 – Распределение образцов зерна ярового ячменя по содержанию сырой клетчатки

было использование производной 1-го порядка, для метода искусственных нейронных сетей – производная 3-го порядка. При этом параметры полученных предсказательных моделей незначительно различались между собой (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика предсказательных моделей содержания сырой клетчатки в образцах зерна ярового ячменя

Тип предсказательной модели	Характеристика предсказательных моделей			
	SEC	R ²	SECV	1-VR
Регрессионная модель	0,12	0,91	0,14	0,89
Искусственная нейронная сеть	0,13	0,91	0,13	0,86

Сравнительный анализ данных, полученных при определении содержания сырой клетчатки в зерне ярового ячменя методом инфракрасной спектроскопии и химическим методом, выявил высокую степень соответствия полученных результатов (рисунок 2).

Результаты тестирования полученных калибровок на независимых образцах незначительно отличались от характеристик предсказательных моделей (для регрессионной модели SEP = 0,18 и R² = 0,81; для искусственной нейронной сети – SEP = 0,18 и R² = 0,80).

Максимальное расхождение предсказания от результатов определения содержания сырой клетчатки в зерне ярового ячменя, полученных лабораторным методом, практически не различалось для обеих изучаемых моделей и составило для регрессионной модели 0,34%, для искусственной нейронной сети – 0,35%.

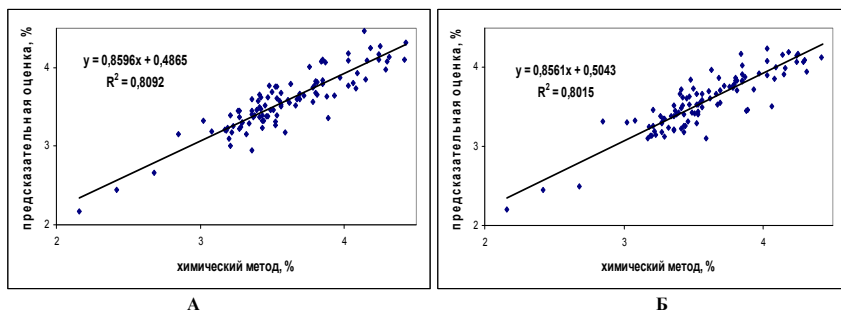


Рисунок 2 – Сравнение результатов определения содержания сырой клетчатки в зерне ячменя с предсказательной оценкой на основе ближней инфракрасной спектроскопии (А – регрессионная модель; Б – искусственная нейронная сеть)

Заключение

На основе ближней инфракрасной спектроскопии разработана предсказательная модель для оценки содержания сырой клетчатки в зерне ярового ячменя с относительно высокой степенью соответствия химическому методу определения ($SEP = 0,18$; $R^2 = 0,80$). Использование этого метода позволит избежать трудоемких процедур химического метода, и, таким образом, значительно сократить затраты и время проведения анализа, а также повысить эффективность и производительность при оценке селекционного материала.

Литература

1. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков; учебное пособие под ред. В.М. Клечковского. – М.: Колос, 1965. – 447 с.
2. Izydorczyk, M.S. Milling of Canadian oats and barley for functional food ingredients: oat bran and barley fibre-rich fractions / M.S. Izydorczyk, T. McMillan, [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 2014. – Vol. 94. – P. 573-586.
3. Журавлев, Е.М. Руководство по зоотехническому анализу кормов / Е.М. Журавлев – М.: Сельхозиздат, 1963. – 295 с.
4. Крищенко, В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия / В.П. Крищенко – М.: КРОН-ПРЕСС, 1997. – 640 с.

DETERMINATION OF CRUDE FIBRE IN SPRING BARLEY GRAIN USING NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

V.N. Bezliudny, I.I. Berestov

Predictive models of crude fibre content in grain spring barley were designed by near infrared spectra using the modified partial least square method and artificial neural network. The estimation of the received calibrations and results of their testing was carried out. The conclusion on the possibility of the use of near infrared spectroscopy for the definition of crude fibre content in grain of spring barley was drawn.

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ,
ВЫДЕЛЯЕМЫХ СЕМЕНАМИ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ (*NIGELLA
SATIVA* L.)**

А.Л. Исакова, аспирантка, М.Ю. Мишина, PhD, Ё. Фудзии*, PhD, профессор,
В.Н. Прохоров**, доктор биологических наук*

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

**Токийский университет сельского хозяйства и технологий, Япония*

***Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси
(Поступила 19.12.2017)*

Рецензент: доктор с.-х. наук И.И. Берестов

***Аннотация.** В результате исследований летучих соединений семян нигеллы посевной методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии было идентифицировано около 40 компонентов, основными из которых являлись монотерпеновые углеводороды: α -туйен, α -пинен, оцимен, β -оцимен, о-цимен, β -пинен, терпинолен, γ -терпинен. Выявлены перспективные образцы НП-13/2 и НП-14/5, которые являются ценным исходным материалом для ведения дальнейшей селекционной работы с целью создания сортов нигеллы с высоким содержанием эфирных масел.*

Актуальным направлением в селекционной работе является интродукция и создание сортов для приусадебного возделывания эфирно-масличных и пряно-ароматических растений. В Республике Беларусь возделывается около 15 эфирно-масличных культур, которые существенно отличаются по компонентному составу эфирных масел (базилик (*Ocimum* L.), иссоп (*Hyssopus* L.), майоран (*Origanum* L.), лофант (*Agastache* L.), нигелла (*Nigella* L.) и др. [1].

Эфиромасличные растения и извлекаемые из них эфирные масла имеют большое значение для различных отраслей народного хозяйства. Кроме традиционного использования в парфюмерном производстве и пищевой промышленности, все шире они используются в качестве лекарственных средств. Динамично развивается новое направление в медицине – ароматерапия, лечение с помощью эфирных масел, что перспективно для лечения заболеваний органов дыхания, нервной системы и борьбы с инфекциями [1, 2].

Нигелла посевная (*Nigella sativa* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* L.). Возделывается в различных странах и континентах: Турция, Индия, Сирия, Эфиопия, Саудовская Аравия, Германия, США и др. [5, 6].

Область применения культуры: медицина, пищевая промышленность, косметология, декоративное садоводство, сельское хозяйство.

В семенах нигеллы содержится эфирное масло (1,4-1,9%), в составе которого идентифицированы тимохинон, дитимохинон, тимогидрохинон и тимол, р-цимол, карвакрол, 4-терпинеол, т-анетол и сесквитерпеновый лонгифолен и другие соединения [9].

Эфирное масло представляет собой жидкость желтого цвета с острым пряным запахом. Проявляет антибактериальное, микосептическое, противовирусное, противовоспалительное, тонизирующее для кожи действие [1].

Ученые Раково-Иммунной Биологической лаборатории Южной Калифорнии (США) официально подтвердили, что масло нигеллы стимулирует выработку костного мозга, является идеальным средством лечения и предотвращения развития раковых опухолей [11].

По данным F.M. Al-Awadi, ученого из Кувейтского университета, у животных, которым давали экстракт растения, частично снизился процесс глюконеогенеза в печени [4].

С медицинской точки зрения семена нигеллы являются важным источником провитаминов групп А, В, Р, содержат витамин Е, фермент липаза, из которого получают препарат нигедаза, а также ацетилхолины, катехины, цитокинины и ферменты [3].

Ученые из университета Анкары в Турции рекомендуют использовать семена нигеллы посевной как пищевую добавку к корму кур-несушек для производства яиц с низким содержанием холестерина. По результатам исследований, добавление 10-15 г семян нигеллы в корм оказывает значительное положительное влияние на вес куриного яйца, содержание холестерина и жирных кислот в желтке яйца без отрицательного влияния на другие параметры [12].

Исследователи из Стамбульского университета (Турция) и сельскохозяйственного университета Бангладеш рекомендуют использовать семена и масло нигеллы как иммуномодулятор растительного происхождения, имеющий низкую стоимость, в корме для рыб для повышения их выживаемости и жизнестойкости. В результате проведенных исследований в сельскохозяйственном университете Бангладеш, было отмечено повышение иммунитета и устойчивости обыкновенного карпа (*Cyprinus carpio*) к флуоресцирующей псевдомонаде (*Pseudomonas fluorescens*) при добавлении к корму 4% дозы масла нигеллы посевной. По результатам исследований, проведенным в Стамбульском университете, смертность радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), вызванной некоторыми патогенами, значительно снижалась при добавлении 5% семян нигеллы посевной к основному корму [7, 8].

В качестве пряности нигелла культивируется преимущественно в Египте и Индии, которая является основным производителем и крупнейшим экспортером этой пряности на мировой рынок.

Существуют некоторые различия в качественных и количественных составах эфирного масла *N. Sativa* в разных регионах мира. Многие факторы могут влиять на состав эфирных масел семян, среди которых: генетические, экологические, фазы развития [10]. Учитывая потенциал использования, данные о химическом составе семян имеют большое значение для пищевой и фармацевтической промышленности.

Целью данной работы явилось изучение компонентного состава летучих соединений, выделяемых семенами нигеллы посевной, выращенной в условиях Беларуси.

Объектом исследования являлись 7 образцов нигеллы посевной различного эколого-географического происхождения (Германия, Индия, НИЦ РАН «Никитский ботанический сад», Республика Крым, Сирия, Украина, «Горный ботанический сад», Республика Дагестан, УО БГСХА «Ботанический сад», Республика Беларусь). Сбор семян исследуемых образцов проводили на учебно-опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА с августа по октябрь.

Анализ летучих соединений, выделяемых семенами нигеллы посевной, проводили в Токийском университете сельского хозяйства и технологий (Токуо University of Agriculture and Technology, Japan) с использованием метода пространственной газовой хроматографии-масс-спектрометрии (GC-MS) через 130 дней после сбора. Семена нигеллы (1 г) помещали в герметичный стеклянный флакон (GRACE, Япония) емкостью 20 мл. После инкубирования при комнатной температуре (1 час) шприцом для газовой хроматографии собирали воздух над семенами.

Количественную оценку и идентификацию летучих соединений проводили в установке газовой хроматографии и масс-спектрометрии (система GC-MS-QP 2010 Plus, Shimadzu, Япония) с использованием колонки EQUITY-5 (0,25 мм x 30 м x 0,25 мкм, Supelco) с гелиевым газом в качестве носителя (скорость потока: 29,0 мл / мин). Температуру в печи поддерживали при 60 °С и увеличивали со скоростью от 10 °С / мин до 200 °С и поддерживали постоянным в течение 30 мин. Инъекцию устанавливали в режим без разделения при температуре 200 °С. Масс-спектры регистрировали при 70 эВ с массовым диапазоном от m/z от 50 до 400. Компоненты идентифицировали сравнением времен удерживания и полных масс-спектров с соответствующими данными базы (NIST и Wiley). Содержание компонентов вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Повторность 2-х кратная.

В результате проведенных исследований были выявлены летучие соединения, выделяемые семенами нигеллы (α -пинен, гексаметил-циклотрисилоксан, β -пропионовая кислота, трет-бутиловый эфир, норадrenalин, оксиран, норкодеин, *o*-Мента-1(7),8-диен-3-ол и другие). Основными компонентами летучих соединений были монотерпеновые углеводороды: α -туйен, *o*-цимен, β -оцимен, α -пинен, β -пинен, терпинолен, γ -терпинен, оцимен.

Наибольшее содержание летучих веществ выявлено у образца НП-13/2 (α -туйен (14,13%), *o*-цимен (57,63%)) и у образца НП-14/5 (α -туйен (11,94%), *o*-цимен (61,92%)) Данные по составу соединений и процентному содержанию представлены на рисунке. В других исследуемых образцах содержание монотерпеновых углеводородов было незначительно, однако нами установлено преобладание *o*-цимена во всех образцах нигеллы посевной (НП-13/2 – НП-14/8) (таблица).

Общее содержание монотерпеновых углеводородов в образце НП-13/2 составило 84,06%, а в НП-14/5 – 83,18%, что превосходит по содержанию летучих соединений, выделяемыми семенами нигеллы посевной, выращенной в условиях Израиля (47,3-57,1%) [6].

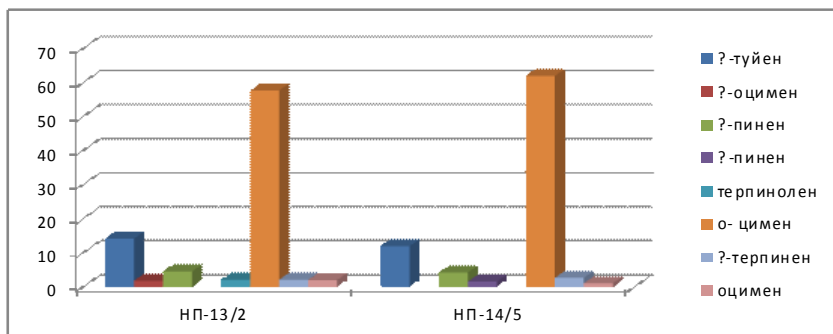


Рисунок – Содержание монотерпеновых углеводов в образцах НП-13/2 и НП-14/5

Таблица – Состав и содержание летучих соединений, выделяемых семенами разных образцов нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.)

Образец	Содержание летучих соединений, %								
	α-туйен	β-оцимен	β-пинен	α-пинен	терпинолен	о-цимен	γ-терпинен	оцимен	Итого
НП-13/2	14,13	1,77	4,47	-	2,01	57,63	2,06	1,99	84,06
НП-13/3	3,61	-	4,58	-	-	47,72	0,18	2,13	58,22
НП-13/4	8,24	3,3	1,96	-	-	22,01	-	-	35,51
НП-14/5	11,94	-	4,16	1,51	-	61,92	2,63	1,02	83,18
НП-14/6	9,89	1,32	3,98	1,08	-	56,57	1,44	0,76	75,04
НП-14/7	3,70	1,01	1,78	-	-	24,01	0,75	1,35	32,60
НП-14/8	12,90	-	3,10	-	-	56,86	0,52	1,28	74,66

Выводы

1. В результате исследований методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии было идентифицировано около 40 компонентов, основными из которых являлись монотерпеновые углеводороды: α-туйен, о-цимена, β-оцимен, α-пинен, β-пинен, терпинолен, γ-терпинен, оцимен.

2. Выявлены перспективные образцы нигеллы посевной, в семенах которых содержится наибольшее количество монотерпеновых углеводородов: НП-13/2 и НП-14/5, которые являются ценным исходным материалом для ведения дальнейшей селекционной работы с целью создания сортов нигеллы с высоким содержанием эфирных масел. Установлено преобладание летучего соединения о-цимена во всех изучаемых образцах нигеллы посевной, выращенной в условиях Беларуси.

Литература

1. Гуринович, Л.К. Эфирные масла / Л.К. Гуринович, Т.В. Пучкова. – М., 2005. – 192 с.
2. Дудченко, А.Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения / А.Г. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко. – К.: Наукова Думка, 1989. – 304 с.

3. Шлау, М. Некоторые биологические особенности семян чернушки посевной / М. Шлау, Н.М. Найда // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. – 2003. – №7. – С.177-181.

4. Al-Awadi, F.M. On the Mechanism of the Hypoglycemic Effect of a Plant Extract / F.M. Al-Awadi, M.A. Khattar // Diabetologia. – 1985. – №28. – P. 432-434.

5. Benkaci-Ali, F. Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation // Flavour Frag. J. – 2007. – 22, P.148-153.

6. Botnick, I. Distribution of Primary and Specialized Metabolites in *Nigella sativa* Seeds, a Spice with Vast Traditional and Historical Uses / I. Botnick, // Molecules. – 2012. – 17. – P.10159-10177.

7. Dorucu, M. The Effect of Black Cumin Seeds, *Nigella sativa*, on the Immune Response of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* / M. Dorucu, S. Ozesen Colak // Mediterranean Aquaculture Journal. – 2009 – Vol. 2, №1. – P. 27-33.

8. Khondoker, S. Effect of *Nigella sativa* (Black Cumin Seed) to Enhance the Immunity of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Against *Pseudomonas fluorescens* / S. Khondoker, Md. Hasan-Uj-Jaman, Md. Farid Uz Zaman // American Journal of Life Sciences. – 2016 – Vol. 4, №3. – P. 87-92.

9. Kumar, S. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seed extracts obtained by supercritical carbon dioxide / S. Kumar, T. Venkatachallam, H. Pattekhani // J. Food Sci. Technol. – 2010. – Vol.47, №6. – P.598-605.

10. Rathee, P.S. Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa* L. / P.S. Rathee, S.H. Mishra, R. Kaushal // Ind. J. Pharmacol. Sci. – 1982. – Vol.20. – P.249-254.

11. Salomi, N.J. Antitumour Principles from *Nigella sativa* Seeds / N.J. Salomi, S.C.Nair, K.K. Jayawardhanan // Cancer Lett. – 1992. – № 63(1). – P. 41-46.

12. Yalcin, S. Effects of dietary black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) on performance, egg traits, egg cholesterol content and egg yolk fatty acid composition in laying hens / Sakine Yalcin, Suzan Yalcin, Handan Erol // J Sci Food Agric. – 2009 – 89. – P. 1737-1742.

COMPOSITION OF VOLATILE COMPOUNDS ELIMINATING BY NIGELLA SATIVA L. SEEDS

A.L. Isakova, M.Y. Mishina, Y. Fudzii, V.N. Prokhorov

As a result of the gas chromatography-mass spectrometry studies, about 40 components were identified, the main ones being monoterpene hydrocarbons: ocimene, α -thujene, α -pinene, β -ocimene, o-cymene, β -pinene, terpinolene, γ -terpinene. NP-13/2 and NP-14/5 are promising samples, which are a valuable source material for further breeding work with the aim of creating varieties of nigella with a high content of essential oils.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

УДК 633.11«321»: 631.527(476)

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ – ИСТОЧНИК РЕЗУЛЬТАТИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ В БЕЛАРУСИ

*И.М. Маркевич, научный сотрудник, И.С. Матыс, кандидат с.-х. наук,
В.Н. Бушневич, кандидат с.-х. наук, Е.В.Зуев*, кандидат с.-х. наук*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
*Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетиче-
ских ресурсов растений им.Н.И. Вавилова»
(Поступила 23.03.2018)*

Рецензент: доктор с.-х. наук С.И. Гриб

***Аннотация.** В статье изложены результаты изучения мировой коллекции яровой мягкой пшеницы банка генетических ресурсов растений Республики Беларусь. Представлены выделенные источники хозяйственно ценных признаков, которые могут быть использованы в селекционном процессе.*

Введение. Мировые генетические ресурсы растений рассматриваются во всем мире как основной источник улучшения сельскохозяйственных культур на ближайшие десятилетия.

Большое значение для селекции сельскохозяйственных культур имеет тщательно подобранный и комплексно изученный исходный материал. С этой целью в Республике Беларусь создан Национальный банк генетических ресурсов растений, который не только проводит сбор и сохранение коллекций в количественном составе, но и проводит работу по изучению их качественных характеристик для использования генетического разнообразия коллекций при создании новых высокопродуктивных сортов и гибридов полевых культур [5]. Неоценимый вклад в сборе, сохранении, практическом использовании коллекционных образцов со всех континентов мира и разработке теоретических основ селекции внес Н.И. Вавилов – талантливый исследователь, организатор и руководитель, который неоднократно подчеркивал роль мировых ресурсов для хозяйственного пользования. Он сформулировал принципы подбора и использования исходного материала в селекционном процессе, рассматривая исходный материал как источник будущих сортов [1].

Пшеница с самых древних времен и до настоящего времени является основной продовольственной культурой в мире. Ее культивируют более чем в 80 странах. Культура пшеницы известна около 10 тыс. лет, в странах Европы ее возделывают свыше 5 тыс. лет. Из многочисленных видов пшеницы в мировом земледелии культивируется, главным образом, пшеница мягкая и твердая. Более половины населения земли используют в пищу ее зерно. Пшеничный хлеб отличается высокими вкусовыми качествами и по питательности и переваримости превосходит хлеб из муки всех других зерновых культур. Площадь посевов пшеницы в Беларуси в 2017 г. составила 667,5 тыс. га, а урожайность 40,5 ц/га. Белорусские сорта яровой пшеницы в структуре посевных площадей в респуб-

лике занимают около 90 процентов из 160-200 тыс.га. Следует подчеркнуть, что в последние годы наблюдается стабильный рост урожайности яровой пшеницы. Современные белорусские сорта не уступают по качеству зерна озимой пшенице. В настоящее время общее число сохраняемых в живом виде образцов пшеницы составляет немногим более 850 тыс., которые находятся в 229 коллекциях разных стран мира (<http://www.fao.org/agriculture/seed/sow2/en>). Наиболее значимыми по объему и генетическому разнообразию национальными коллекциями пшеницы обладают Россия (ВИР), США (National Small Grain Collection), Китай (Institute of Crop Germplasm Resources in The Chinese Academy of Agricultural Sciences), Индия (National Bureau of Plant Genetic Resources), Италия (Istituto di Genetica Vegetale), Япония (National Institute of Agrobiological Sciences). Основными их пользователями являются селекционеры.

Материал и методика проведения исследований. Исследования по изучению коллекционного материала пшеницы яровой (*Triticum L.*) проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Было изучено 778 образцов яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения более чем из 50 стран мира. Образцы для изучения поступили в коллекцию из международных генных банков.

Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, характеризуется следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH 5,6-6,1; содержание подвижного P_2O_5 – 175-185 мг/кг, K_2O – 230-260 мг/кг почвы. Предшественник – гречиха.

Закладку коллекционного питомника осуществляли согласно общепринятой методике [3]. Обработка почвы, посев и уход за посевами осуществляли в соответствии с агротехникой, принятой для возделывания яровой мягкой пшеницы в Беларуси. Изучали продуктивность коллекционных образцов. Фенологические наблюдения и морфологические описания проводили по общепринятым методикам [4, 6].

Контрастные погодно-климатические условия центральной части Республики Беларусь в годы проведения исследований позволили провести всестороннюю оценку изучаемого материала.

Результаты исследований и их обсуждение. С 2000 г. в нашей стране в рамках ГП «Генофонд растений» проводится научно-исследовательская работа в области мобилизации, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений, создан Национальный банк генетических ресурсов растений. Республика Беларусь стала членом ECPGR и AEGIS, налажен обмен генофондом с зарубежными генными банками и международными научными центрами. Среди коллекций Национального банка генетических ресурсов растений Республики Беларусь коллекция пшеницы (*Triticum L.*) самая многочисленная по своему составу – 3630 образцов, из них 1848 образцов яровой пшеницы. Ежегодно коллекция пополняется новыми поступлениями образцов из генных банков мира, отечественных и зарубежных научно-исследовательских учреждений.

Генетическое разнообразие рода *Triticum L.* представлено образцами дикой пшеницы, местными и селекционными сортами, генетическими и селекцион-

ными линиями, гибридами и мутантами. Коллекция пшеницы отличается разнообразием как по географическому происхождению, так и по ботаническому составу. В ней сосредоточено 76,3% мягкой пшеницы, 22,7% твердой пшеницы, и 1% приходится на долю диких родичей. В соответствии с таксономической системой, разработанной В.Ф. Дорофеевым, в ней представлено 26 видов, различающихся по степени окультуривания, уровню ploидности и геномному составу, некоторые из видов имеют большое число ботанических разновидностей. В состав коллекции также входят восемь разновидностей *Aegilops* L. Коллекция включает в себя образцы из Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии, из 87 стран мира. Преобладающее большинство образцов пшеницы в коллекции по происхождению из стран Европы, как региона наиболее схожего с Республикой Беларусь по климатическим ресурсам. Европейский генетический материал наиболее часто используется в селекционном процессе при создании высокопродуктивных, устойчивых к болезням и полеганию отечественных сортов. Особое внимание уделяется сохранению отечественного генофонда. Всего в коллекции 21% образцов белорусского происхождения. С использованием генетических ресурсов коллекции пшеницы с 2000 г. по 2017 г. создано и включено в Государственный реестр Республики Беларусь 11 сортов яровой пшеницы, из них – *Ростань*, *Дарья*, *Рассвет*, *Тома*, *Сабина*, *Василиса*, *Ласка*, *Любава*, *Сударыня*, *Славянка*, *Монета* (http://sorttest.by/gosudarstvennoe_ishpytanie). Сорта *Сабина*, *Корона*, *Василиса*, *Ласка* и *Любава* превышают стандарт *Рассвет* по урожайности на 3,6-6,7 ц/га. *Тома*, *Василиса*, *Любава* имеют высоту растений короче 90 см, а *Ласка*, *Сабина*, *Тома* характеризуются высокой озерненностью колоса. Новые сорта *Сударыня*, *Славянка* и *Монета* сочетают высокую урожайность с устойчивостью к полеганию, толерантны к мучнистой росе, бурой ржавчине и септориозу, обладают хорошими показателями качества зерна. *Дарья*, *Рассвет* и *Тома* – ценные по качеству. Сорт *Дарья* с 2006 г. включен в Реестр селекционных достижений РФ и получил широкое распространение в Центральном регионе России, а сорт *Рассвет* – в Украине [2]. Коллекция пшеницы наряду с другими коллекциями Национального банка генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» включена в Государственный реестр научных объектов, которые составляют национальное достояние.

В результате изучения образцов пшеницы из мировой коллекции генетических ресурсов растений ВИР выделены следующие образцы по комплексу хозяйственно-ценных признаков:

– короткостебельности – *Mian Young No.1*, *Da 742 u Yan Shi 4 Hao*, *Yanzhan No 1*, *Mao Ying A fu* (Китай), *Эстивум С-8* (Россия), *UI Pettit*, *RIL-099* (США), *СНАМ-10* (Сирия), *Диаблон* (Германия), *Mochis F 73* (Мексика), *Arrino* и *Calingiri* (Австралия), *Greina* (Швейцария), 50-60 см;

– устойчивости к полеганию – *Серенада* (Польша), *Epos*, *Remus*, *Michael* и *Trappe* (Германия), *Quarna* (Швейцария), *Zidane 89* (Алжир), *Sultan* (Турция), 9 баллов;

– скороспелости – *Lavett* (Швеция), *Pasteur* (Нидерланды), *NIL Thatcher Lr2c* и *NIL Thatcher Lr13, RL 6001* (Канада), *Da 742, Dai Chun 2, Yan Shi 4 Hao* (Китай), *k-65834, k-65835, k-65838* (Таджикистан), вегетационный период на 5-10 дней короче, чем у стандарта *Рассвет*;

– высокой озерненности колоса – *Tercie, Seance* (Чехия), *Серенада* (Польша), *Воевода* (Россия), *Jin Mai 71, Qing Chun 25* (Китай), *Аквилон* (Германия), *Кворум* (Украина), *Sable* (Канада), *Женис* (Казахстан), 36-45 зерен в колосе;

– массе 1000 зерен – *Novosadska Jara* (Югославия), *Jin Mai 2148, Xin Chun 2 Hao* (Китай), *Алмакен и Кайыр* (Казахстан), *Курьер и Омская Краса, Красноуфимская 110, Амурская 1495* (Россия), *Серенада* (Польша), *Calingiri* (Австралия), *MK 1-3179* (Франция), *UI Lochsa* (США), *k-65661* (Тунис), выше 46 г;

– высокой урожайности – *Quarna* (Швейцария), *WW 15432* (Швеция), *Женис* (Казахстан), *Pasteur* (Нидерланды), *Sable* (Канада), *Amaretto, Epos, KBC Аквилон, Remus* (Германия), *Кворум* (Украина), *Вятчанка* (Россия), 105-116% к стандарту;

– по комплексной устойчивости к грибным болезням – *Eminent* (Германия), *Достык* (Казахстан), *Эстивум 155* (Россия), *Серенада* (Польша);

– по признаку высокобелковости семян – *Кайыр, Астана 2* (Казахстан), *Marfed FIS 1* (США), *KE Zhuang* (Китай), *T.aestivum 935* (Туркмения), *Harvest, Alikat, Gunner* (Канада), *Bihar 116* (Индия), *Ostby, Borsum* (Норвегия), *Katerwa* (Дания), *Рико* (Россия), с высоким содержанием белка в зерне 15-22%.

Для изучения образцов яровой пшеницы в агроклиматических условиях Беларуси был использован коллекционный материал из генбанка Германии. Генбанк был создан в начале 20 века в составе Института генетики растений и исследования культурных растений им. Лебница в п.Гатерслебен. Международно-признанный банк генетических ресурсов растений, является одним из самых крупных мировых генбанков, входит в десятку крупнейших генетических банков Европы. Коллекция пшеницы – 27377 образцов (<http://www.ipkgatersleben.de/>).

В результате изучения представляют интерес для отечественных селекционеров сорта пшеницы из западных регионов Германии. Скороспелые сорта: *Amaretto, Epos, Diablon, Janus Probot, Famos, Arkas, Kampanin* выделяются урожайностью, сорт *Kolibri* обладает устойчивостью к мучнистой росе и отличается короткостебельностью, скороспелостью и величиной колоса, *Ethos, CNS 28, Melissos* – устойчив к полеганию, *Hermes* – высокоурожайный и короткостебельный, но позднеспелый. *CH Rubli, Nandu* – высокопродуктивный с высокой озерненностью колоса, обладает комплексом хозяйственно ценных признаков, *Attis* – высокоустойчив к фузариозу колоса, *Akvilon* – среднеспелый, устойчив к полеганию, ценная пшеница, средне поражается бурой ржавчиной и септориозом. Из восточных районов Германии по ряду показателей заслуживают внимания *Derwisch* и *TAC. Hadm 500/56/70* и *Horisont* кроме высокой урожайности и устойчивости к полеганию отличаются устойчивостью к бурой ржавчине.

Для изучения образцов яровой пшеницы в агроклиматических условиях Беларуси был использован коллекционный материал из BBSRC в Великобритании

(независимый, международный центр передового опыта в области растениеводства и микробиологии). Центр является хранителем ряда ключевых семенных коллекций, в том числе 9533 образцов пшеницы. Кроме современных сортов коллекция пшеницы включает в себя 1200 образцов местных, стародавних сортов, культурных и диких сороричей из 38 стран мира, собранных в начале прошлого века. Они являются предметом исследования у себя в стране, а также участвуют в ряде совместных международных проектов по генетическим ресурсам (http://www.jic.ac.uk/GERMPLAS/bbsrc_ce/index.htm). При изучении коллекции яровой пшеницы выделены источники: устойчивости к грибным болезням сорт *Sparrow*; короткостебельный, среднеурожайный, *Maris Pinion*, *Maris Ensign*; высоко устойчивый к осыпанию зерна *Tybal*.

Для изучения образцов яровой пшеницы в агроклиматических условиях Беларуси был использован коллекционный материал из Французской национальной коллекции продовольственной пшеницы (Исследовательский Центр Клермон-Ферран (<http://www.clermont.inra.fr>) включает 1783 образца). В коллекции сохраняются образцы со средним уровнем устойчивости к таким заболеваниям, как желтая и бурая ржавчина, септориоз, фузариоз колоса и мучнистая роса. ФАО отметила большой вклад Французской национальной коллекции в сохранение мировых ГРП. Вся коллекция в настоящее время доступна для международного сообщества (<http://urgi.versailles.inra.fr/siregal/siregal/welcome.do>).

При изучении французских образцов в условиях Республики Беларусь сорт *Josselin* выделялся устойчивостью к комплексу болезней и высокой озерненностью колоса, образцы *Trapp* и *Wim* – устойчивы к полеганию, *Aurore*, *Pringual*, *Lobo* и *Martial* – высоко устойчивы к фузариозу колоса, *Marguis*, *BleTerico*, *Cornette* и *Minaret* имеют короткую соломинку и более ранние сроки созревания, *Cornette* – устойчив к мучнистой росе, *Bonpain* – устойчив к листовой ржавчине.

Для изучения образцов яровой пшеницы в агроклиматических условиях Беларуси был использован коллекционный материал из Северного генетического банка NordGen <https://www.nordgen.org/skand/> (Альнарп, Швеция). При изучении образцов шведской коллекции яровой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков обращают на себя внимание сорта *Born*, *Ring* и *Svena*. *Dragon*, *Svenno*, *Tjalve*, *Satu* и *Dalarna 16* – низкорослы, устойчивы к полеганию и мучнистой росе. Сорта *Api* и *HJA-21182* из Финляндии имеют высокую устойчивость к прорастанию зерна в колосе и устойчивы к осыпанию зерна, высоко устойчивы к полеганию, *Manu* представляет интерес для селекции по ряду признаков: скороспелость, носитель идентифицированного гена устойчивости Rm4b, высокое содержание белка и клейковины. Сюда же можно отнести сорта *Ruso*, *Tahti* и *Hja-23289*.

Среди генетических ресурсов яровой пшеницы швейцарский сорт *Oe6/4/1* выделяется крупностью зерна и устойчивостью к фузариозу. Сорта Нидерландов *Sicco* и *Tacho* устойчивы к полеганию, короткостебельные, высокоурожайные, наиболее раннеспелые, сорт *Sanna* отличается превосходством по большинству показателей.

К наиболее ценным образцам мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения, характеризующихся комплексом положительных качеств (короткостебельности, раннеспелости, устойчивости к болезням, качеству зерна и др.), для использования в селекции следует рекомендовать следующие сорта: *Alikat, Harvest* (Канада), *T.aestivum 935* (Туркмения), *Cепенaдa* (Польша), *Borsum, Ostby* (Норвегия), *Greina* и *Quarna* (Швейцария), *Katepwa* (Дания), *Jupateco 73-S* (Мексика), *Sirael, Zuzana, Seance* (Чехия), *Epos, Remus, Michael, Trappe, Кампанин, Аквилон, Peko* (Германия), *Zidane 89* (Алжир), *Sultan* (Турция), *UI Alta Blanca* (США), *Long Chun 8* (Китай), *Kundan, Olesen* (Индия), *Кайыр, Кондитерская яровая и Нива Прииртышья* (Казахстан), *Xin Chun 2 Hao* (Китай).

Следовательно, источники хозяйственно полезных признаков яровой пшеницы, выделены в результате изучения коллекции с привлечением коллекционного материала из международных генных банков, представляют интерес и переданы отечественным селекционерам для использования при создании новых конкурентоспособных, высокоурожайных сортов яровой пшеницы хорошего качества.

Выводы

1. Коллекция яровой пшеницы, объединившая в себе мировое многообразие местных и селекционных сортов, является источником селекционно-ценных признаков для белорусских селекционеров при создании новых конкурентоспособных, высокоурожайных сортов яровой пшеницы хорошего качества и роль генетических банков в этом вопросе трудно переоценить.

2. Для использования в селекции следует рекомендовать сорта *Alikat, Harvest* (Канада), *T.aestivum 935* (Туркмения), *Cепенaдa* (Польша), *Borsum, Ostby* (Норвегия), *Greina* и *Quarna* (Швейцария), *Katepwa* (Дания), *Jupateco 73-S* (Мексика), *Sirael, Zuzana, Seance* (Чехия), *Epos, Remus, Michael, Trappe, Кампанин, Аквилон, Peko* (Германия), *Zidane 89* (Алжир), *Sultan* (Турция), *UI Alta Blanca* (США), *Long Chun 8* (Китай), *Kundan, Olesen* (Индия), *Кайыр, Кондитерская яровая и Нива Прииртышья* (Казахстан), *Xin Chun 2 Hao* (Китай).

Литература

1. *Вавилов, Н.И.* Селекция как наука / Теоретические основы селекции. – М.: Наука, 1987. – С. 7-59.

2. *Гриб, С.И.* Факторы прогресса в селекции яровой пшеницы в Беларуси / С.И. Гриб, Л.В. Кучинская // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: матер. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования Института земледелия; 29 июня 2007 г. Жодино – Минск, 2007. – С. 50-53.

3. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. Изучение коллекции пшеницы / Методические указания; Под ред. акад. ВАСХНИЛ В.Ф. Дорофеева; Сост. О.Д. Градчанинова, А.А. Филатенко, М.И. Руденко. – Л.: ВИР, 1985. – 28 с.

5. *Привалов, Ф.И.* Мобилизация генетических ресурсов растений в Республике Беларусь и их использование в народном хозяйстве / Ф.И. Привалов, С.И. Гриб, И.С. Матыс // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: ма-

тер. Межд. науч.-практ. конф., посв. 90-летию со дня осн. РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 6-7 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 210-213

6. Унифицированный классификатор пшеницы *Triticum L.* / Ф.И. Привалов [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – 57с.

GENETIC RESOURCES OF SPRING WHEAT AS A SOURCE OF EFFECTIVE BREEDING IN BELARUS

I.M. Markevich, I.S. Matys, V.N. Bushevich, E.V. Zuyev

Study results of the world spring soft wheat collection of Plant Genetic Resources Bank of the Republic of Belarus are presented in the article. The isolated sources of economic characters which can be used in the breeding process are discussed.

УДК 633.112.9«324»:631.526.3

АНАЛИЗ СОПРЯЖЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ ГРУПП СОРТОВ КОЛЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк,
кандидаты с.-х. наук, Н.М. Петренко, В.А. Бандарчук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила в печать 31.01.2017)

Рецензент: доктор с.-х. наук, член-корреспондент Э.П. Урбан

Аннотация. *Приведены результаты исследований по выявлению корреляционной зависимости между основными хозяйственно полезными признаками у 40 сортов коллекции тритикале озимого из Беларуси, России, Украины и Польши с целью определения критериев отбора в селекции растений на высокую продуктивность.*

Введение. Корреляционный анализ получил широкое распространение в селекционной практике, так как уровень взаимосвязи между признаками влияет на эффективность отбора, который очень важен на начальных этапах селекции, а также в экстремальных условиях [1, 2]. Наряду с этим данный метод широко используют для обоснования моделей сортов, так как с его помощью можно выделить признаки, которые вносят наибольший вклад в урожайность зерна в конкретных условиях произрастания [3, 4].

Основу родительских компонентов схемы гибридизации тритикале озимого в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» составляет сортимент Польши, Беларуси, России и Украины, исследованию которого уделяется первостепенное значение [5].

На начальных этапах селекционного процесса необходимо тщательно изучать исходный материал для правильного подбора родительских форм и вовле-

чение их в скрещивание. В последующем осуществлять отбор гибридов по одному или нескольким хозяйственно-ценным признакам с учетом характера их наследования, уделяя особое внимание признакам, имеющим высокую сопряженность с продуктивностью [6, 7, 8].

Методика и условия проведения исследований. В 2013-2016 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области изучали сопряженность между основными хозяйственно полезными признаками у 40 сортов коллекции тритикале озимого из Беларуси (*Атлет, Благо, Динамо, Жемчуг, Импульс, Ковчег, Прометей, Руно, Эра, Юбилей*), России (*Алмаз, Докучаевский 8, Зимогор, Консул, Лидер, Макар, Совет, Ставропольский 5, Топаз, Яша*), Украины (*Амур, Аякс, Благодатный, Пансуэвська, Раритет, Ратне, Світязь, Славетне, Торчинске, Тризуб*) и Польши (*Aliko, Atletico, Baltiko, Barwo, Dinaro, Grenado, Gringo, Leontino, Pizarro, Woltario*).

Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН КСl – 5,8-6,2, подвижный P_2O_5 – 220-260 мг/кг, обменный K_2O – 200-300 мг/кг почвы, гумус – 2,1-2,3%. Предшественник – овес.

Фосфорные и калийные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносили осенью под вспашку. Гербицид Алистер Гранд (0,8 л/га) применяли осенью. Азотные удобрения в дозе 60 кг/га д.в. вносили весной после возобновления вегетации и 30 кг/га д.в. в фазу начала выхода в трубку.

Площадь делянки 5 м², норма посева 450 зерен на 1 м². Посев проводили в оптимальные для культуры сроки.

Для анализа полученных результатов применяли корреляционный анализ [9] с использованием статистического пакета Microsoft Excel. Оценку групп сортов коллекции тритикале озимого проводили по 7 морфологическим признакам (урожайность зерна, высота растений (ВР), продуктивная кустистость (ПК), длина колоса (ДК), число зерен в колосе (ЧЗК), масса зерна с колоса (МЗК), масса 1000 зерен (МТЗ)).

Погодные условия в годы исследований существенно различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило более объективно оценить коллекционные сорта тритикале озимого. Условия 2013-2014 гг. были близкими к среднегодовым значениям и наиболее благоприятными для роста и развития растений. Условия вегетационного периода 2014-2015 гг. были наиболее экстремальными. Июньская засуха (количество осадков по декадам 0-11% от нормы) привела к значительному снижению урожайности сортов тритикале. Температура воздуха в мае-июле 2016 г. была практически во всех декадах выше климатической нормы на 0,2-5,1 °С. Недостаточное количество осадков в мае-июне (22-69% от нормы) было нивелировано обильным количеством осадков в июле (108-245% от нормы), что способствовало улучшению условий для налива зерна.

Так как в различных почвенно-климатических условиях количественные признаки растений по-разному влияют на формирование урожайности зерна,

необходимо выделить те из них, которые тесно сопряжены с продуктивностью [10, 11]. На основании этого целью наших исследований являлось выявление корреляционных связей (статистически значимых не менее чем на 95% уровне) между количественными признаками у групп сортов коллекции различного эколого-географического происхождения, представленных сортиментом Беларуси, Польши, России и Украины.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании проведенных исследований установлено, что сопряженность между *урожаем зерна и высотой растений* у группы сортов Украины была средней положительной ($r=0,67$; $r=0,50$; $r=0,66$ и $r=0,69$), как в 2014 г.; 2015 г. и 2016 г., так и в среднем за 3 года (рисунок 1). Такая же закономерность прослеживалась и у группы белорусских сортов, однако коэффициент корреляции был ниже ($r=0,35$; $r=0,54$; $r=0,35$ и $r=0,46$).

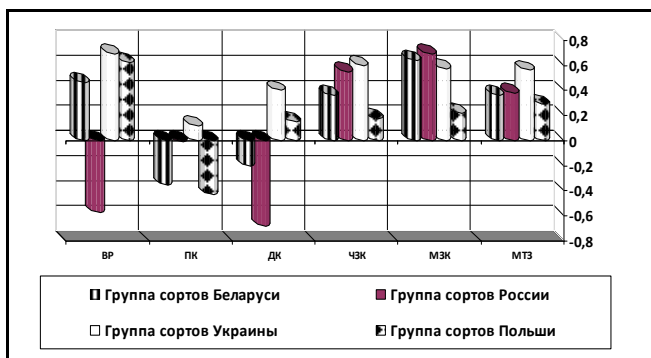


Рисунок 1 – Корреляционная зависимость между урожайностью и хозяйственно полезными признаками у групп сортов коллекции тритикале озимого (среднее за 2013-2016 гг.)

У сортов тритикале озимого из России вследствие полегания наиболее высокорослых из них отмечена противоположная закономерность. Так, сопряженность между изучаемыми признаками варьировала от слабой до средней отрицательной ($r= -0,14$; $r= -0,51$; $r= -0,56$ и $r= -0,57$). У группы сортов из Польши при погодных условиях, близких к среднепогодным значениям, была отмечена высокая сопряженность между урожайностью зерна и высотой растений ($r=0,72$). В экстремальных условиях 2015 г. и в среднем за три года величина данного показателя составила $r=0,69$ и $r=0,62$. Условия 2016 г. привели к изменению не только величины коэффициента корреляции, но и его знака. Так, сопряженность между урожайностью зерна и высотой растений была слабой отрицательной ($r= -0,08$).

В ходе исследований не было отмечено определенной закономерности при выявлении связи между *урожаем зерна и продуктивной кустистостью* как у различных по происхождению сортов тритикале озимого в одних и тех же погодных условиях, так и у определенной группы изучаемых сортов в зависи-

мости от года изучения. Сопряженность между данными признаками в среднем за годы исследований варьировала от средней отрицательной ($r = -0,43$) до слабой положительной ($r = 0,12$) (рисунок 1).

Установлено, что только у группы сортов тритикале озимого из России выявлена отрицательная средняя сопряженность между *урожаем зерна и длиной колоса* ($r = -0,53$; $r = -0,54$; $r = -0,31$ и $r = -0,68$) как в годы исследований, так и в среднем за 3 года. У остальных сортов коллекции не было отмечено определенной закономерности при выявлении связи между изучаемыми признаками.

У сортов коллекции из Беларуси отмечена положительная связь между *урожаем зерна и числом зерен в колосе* ($r = 0,25$; $r = 0,82$; $r = 0,69$ и $r = 0,36$), а также и между *урожаем зерна и массой зерна с колоса* ($r = 0,28$; $r = 0,77$; $r = 0,72$ и $r = 0,64$). Похожая закономерность наблюдалась и у группы сортов из России, исключение было отмечено только в экстремальных условиях 2015 г. Коэффициент корреляции между *урожаем зерна и числом зерен в колосе* составил $-0,65$; $-0,43$; $0,24$ и $0,56$ соответственно и между *урожаем зерна и массой зерна колоса* $-0,62$; $-0,37$; $0,67$ и $0,69$.

На основании проведенных исследований было выявлено, что у сортов коллекции тритикале озимого из России и Украины *продуктивность* достоверно коррелировала с *массой 1000 зерен*. При этом во все годы исследований и в среднем за 3 года у группы сортов из России сопряженность между данными признаками, варьировала от слабой положительной до сильной положительной ($r = 0,55$; $r = 0,22$; $r = 0,75$ и $r = 0,38$). Такая же закономерность прослеживалась и у сортов коллекции из Украины ($r = 0,65$; $r = 0,12$; $r = 0,33$ и $r = 0,55$).

У большей части исследованных сортов коллекции установлена достоверная отрицательная связь между *высотой растений и продуктивной кустистостью*. Причем у группы белорусских сортов и в годы исследований и в среднем за три года сопряженность варьировала от средней до сильной отрицательной ($r = -0,54$; $r = -0,77$; $r = -0,84$ и $r = -0,85$) (рисунок 2). У сортов коллекции из Польши и Украины коэффициенты корреляции были значительно ниже $-r = -0,47$; $r = -0,37$; $r = -0,14$; $r = -0,43$ и $r = -0,38$; $r = -0,35$; $r = -0,17$ и $r = -0,29$ соответственно. У группы сортов из России не было отмечено определенной закономерности при выявлении связи между *высотой растений и продуктивной кустистостью*. Отмечено, что сопряженность между *высотой растений и длиной колоса* у группы белорусских сортов была средней отрицательной ($r = -0,51$; $r = -0,49$; $r = -0,44$ и $r = -0,66$). У сортов коллекции тритикале озимого из России была отмечена противоположная закономерность. Коэффициент корреляции в годы исследований и в среднем за три года составил $0,43$; $0,22$; $0,58$; и $0,38$. У группы сортов из Польши и Украины не было отмечено определенной закономерности при выявлении связи между данными признаками.

Между *высотой растений и числом зерен в колосе* у группы белорусских сортов выявлена прямая корреляционная зависимость ($r = 0,62$; $r = 0,76$; $r = 0,31$ и $r = 0,67$). Такая же закономерность прослеживалась и у сортов коллекции из Польши, однако коэффициент корреляции был немного ниже ($r = 0,45$; $r = 0,11$;

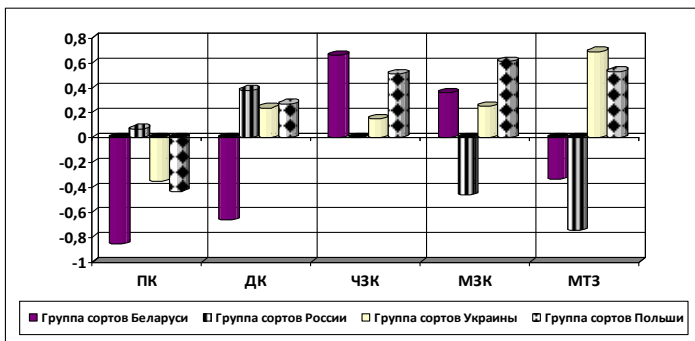


Рисунок 2 – Корреляционная зависимость между высотой растений и хозяйственно полезными признаками у групп сортов коллекции тритикале озимого (среднее за 2013-2016 гг.)

$r=0,41$ и $r=0,51$). У групп сортов из России и Украины в разнообразных почвенно-климатических условиях коэффициенты корреляции отличались не только по величине, но и его знаку.

Установлена достоверная прямая связь между *высотой растений и массой 1000 зерен* у сортов коллекции из Украины ($r=0,88$; $r=0,49$; $r=0,33$ и $r=0,69$) и Польши ($r=0,22$; $r=0,57$; $r=0,47$ и $r=0,53$) в годы исследований и в среднем за три года. У групп сортов тритикале озимого из России и Беларуси сопряженность между данными признаками была отрицательной ($r=-0,41$; $r=-0,58$; $r=-0,58$ и $r=-0,74$) и ($r=-0,17$; $r=-0,19$; $r=-0,44$ и $r=-0,34$) соответственно.

На основании проведенных исследований было выявлено, что у сортов коллекции тритикале озимого из Польши и Украины *длина колоса* достоверно коррелировала с *числом зерен и массой зерна с колоса*. При этом у группы сортов из Польши сопряженность между данными признаками была положительной и равнялась $r=0,82$; $r=0,58$; $r=0,80$; $r=0,68$ и $r=0,76$; $r=0,66$; $r=0,75$ и $r=0,74$ соответственно (рисунок 3). У сортов коллекции из Украины коэффициенты корреляции составляли $r=0,79$; $r=0,49$; $r=0,78$; $r=0,83$ и $r=0,54$; $r=0,76$; $r=0,47$; $r=0,72$. Не было отмечено определенной закономерности при выявлении связи между данными признаками у группы сортов из России – $r=-0,21$; $r=-0,14$; $r=0,25$; $r=-0,23$ и $r=-0,20$; $r=0,40$; $r=-0,14$; $r=-0,25$ и Беларуси – $r=-0,60$; $r=-0,35$; $r=0,47$; $r=-0,48$ и $r=-0,22$; $r=0,42$; $r=0,33$; $r=-0,19$.

Отмечено, что у всех изучаемых сортов тритикале озимого сопряженность между *числом зерен в колосе и массой зерна с колоса* была сильной положительной как в годы исследований, так и в среднем за три года (рисунок 4).

На основании проведенных исследований установлено, что сопряженность между *массой зерна с колоса и массой 1000 зерен* у групп сортов коллекции из Украины, Польши, России и Беларуси была положительной и в среднем за 3 года составила $r=0,59$; $r=0,55$; $r=0,50$ и $r=0,41$ соответственно.

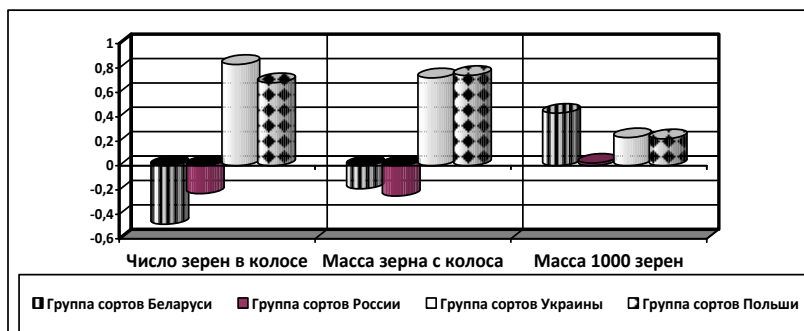


Рисунок 3 – Корреляционная зависимость между длиной колоса и хозяйственно полезными признаками у групп сортов коллекции тритикале озимого (среднее за 2013-2016 гг.)

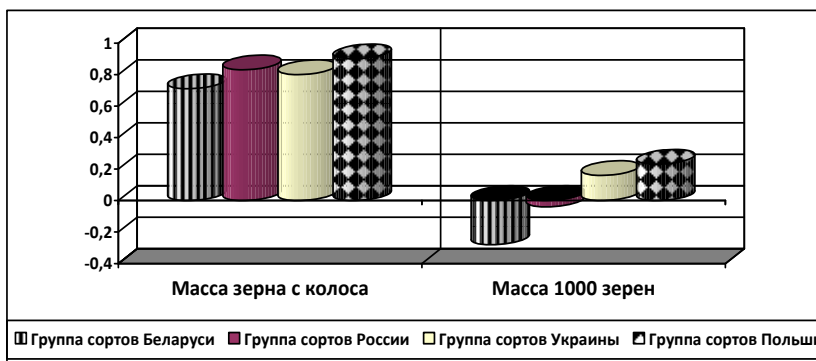


Рисунок 4 – Корреляционная зависимость между числом зерен в колосе, массой зерна с колоса и массой 1000 зерен у групп сортов коллекции тритикале озимого (среднее за 2013-2016 гг.)

Выводы

1. У различных по происхождению групп сортов коллекции тритикале озимого в условиях отдельного года, а так же среди определенной по эколого-географическому происхождению группы сортов в различные годы корреляционная зависимость между основными хозяйственно полезными признаками может различаться как по величине коэффициента, так и по его знаку.

2. В среднем за 2013-2016 гг. между основными хозяйственно полезными признаками выявлены следующие значения корреляционных связей:

– средняя положительная связь между *урожаем и высотой растений* ($r = 0,46$, $r = 0,62$, $r = 0,69$) у групп белорусских, польских и украинских сортов, а у сортов коллекции из России – средняя отрицательная корреляционная зависимость ($r = -0,57$);

– положительная связь между *урожаем и числом зерен в колосе* ($r=0,36$; $r=0,56$; $r=0,18$ и $r=0,60$), а также между величиной данного показателя и массой зерна с колоса ($r=0,63$; $r=0,69$ $r=0,21$ и $r=0,57$) у групп белорусских, польских, украинских и российских сортов;

– отрицательная связь между *высотой растений и продуктивной кустистостью* ($r = -0,85$, $r = -0,43$, $r = -0,35$) у сортов коллекции из Беларуси, Польши и Украины;

– средняя отрицательная связь между *высотой растений и длиной колоса* ($r = -0,66$) у группы белорусских сортов, а у сортов коллекции из России, Польши и Украины положительная корреляционная зависимость ($r=0,38$; $r=0,27$; $r=0,24$);

– средняя положительная связь между *высотой растений и числом зерен в колосе* ($r=0,67$; $r=0,51$) у групп белорусских и польских сортов;

– отрицательная корреляционная зависимость между *высотой растений и массой 1000 зерен* ($r= -0,74$; $r= -0,34$) у сортов коллекции из России и Беларуси, а у групп украинских и польских сортов – средняя положительная связь ($r=0,68$; $r=0,53$);

– положительная корреляционная зависимость между *длиной колоса и числом зерен в колосе* ($r=0,68$; $r=0,83$), а также между *длиной колоса и массой зерна с колоса* ($r=0,74$; $r=0,72$) у сортов коллекции из Польши и Украины, а у групп белорусских и российских сортов между данными показателями – отрицательная связь.

3. Выявленные различия корреляционной зависимости между хозяйственно полезными признаками групп сортов коллекции тритикале озимого из Беларуси, Польши, России и Украины целесообразно использовать при подборе родительских компонентов для гибридизации.

Литература

1. Falconer, D.S. Introduction to Quantitative Genetics / D.S. Falconer. – London : Longman, 1981. – 365 p.

2. Коробейников, Н.И. Корреляционный анализ признаков продуктивности яровой мягкой пшеницы и его использование в практической селекции / Н.И. Коробейников // Повышение эффективности селекции и семеноводства с.-х. растений: докл. и сообщ. VIII генетико-селекционной школы; 11-16 ноября 2001 г. / РАСХН, Сиб. отд-ние, СибНИИРС, НГАУ. – Новосибирск, 2001. – С. 62-72.

3. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.

4. Методические указания по программированию селекции сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа / под ред. В.Ф. Дорофеева. – Л.: ВИР, 1976. – 28 с.

5. Гриб, С.И. Урожайность зерна и адаптивность сортов коллекции тритикале озимого в Беларуси / С.И. Гриб [и др.] // Земледелие и селекция Беларуси : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол. Ф.И. Привалов [гл. ред.] [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – Вып. 53. – С. 281-288.

6. Кукунов, В.Г. О моделировании селекционного процесса / В.Г. Кукунов, Р.М. Карамышев // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 10-15.

7. *Смиряев, А.В.* Биометрия в генетике и селекции растений / А.В. Смиряев, С.П. Мартынов, А.В. Кильчевский. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 269 с.

8. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В.А. Драгавцев [и др.] // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 3. – С. 720-723.

9. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов испытаний) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. *Сидоров, А.В.* Создание и оценка селекционного материала яровой пшеницы для засушливых зон лесостепи Восточной Сибири : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / А.В. Сидоров; Новосиб. с.-х. ин-т. – Новосибирск, 1990. – 16 с.

11. *Никитина, В.И.* Изменчивость хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы и ячменя в условиях лесостепной зоны Сибири / В.И. Никитина. – Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2010. – 295 с.

GENETIC RESOURCES OF SPRING SOFT WHEAT AS A SOURCE OF EFFECTIVE BREEDING IN BELARUS

S.I. Grib, V.N. Bushtevich, E.I. Poznyak, N.M. Petrenko, V.A. Bandarchuk

Research results on the identification of correlation dependence between basic economic characters in 40 winter triticale collection varieties from Belarus, Russia, Ukraine and Poland with the aim of the determination of selection criteria in plant breeding for high productivity are presented.

УДК 633.13:631[541.2+559]

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ ОВСА ПОСЕВНОГО В СИСТЕМЕ ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ ПО ЭЛЕМЕНТАМ УРОЖАЙНОСТИ

А.А. Трушко, магистр с.-х. наук, С.П. Халецкий, кандидат с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 5.03.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук В.Н. Буштевич

Аннотация. Представлены результаты анализа общей и специфической комбинационной способности по высоте растений и структуре урожайности (масса 1000 зерен, количество зерен с метелки, продуктивная кустистость) при использовании метода полных диаллельных скрещиваний. Определены наиболее перспективные сорта для селекции на урожайность.

Введение. Овес – одна из основных распространенных зерновых культур в мировом земледелии. В Республике Беларусь посевные площади овса в 2014-2016 гг. составляли 148-154 тыс. га, валовой сбор 390-522 тыс. тонн, а средняя урожайность варьировала от 26,8 до 34,5 ц/га [1].

Зерно овса – прекрасный концентрированный корм. Оно имеет большое значение при выращивании молодняка и птицы, при откорме животных. В зерне овса содержится 12-13% белка, 40-45% крахмала и жира [2]. По содержанию жира (4-6%) зерно овса значительно превосходит другие злаковые культуры.

Особенно богат жиром зародыш зерна. В основном жир состоит из глицеридов олеиновой и линолевой кислот и хорошо усваивается животными [3].

Учитывая ценность овса посевного в Республике Беларусь проводятся научные исследования по биологии, селекции, совершенствованию технологии возделывания этой культуры. Большое внимание уделяется созданию новых сортов овса, сочетающих высокую продуктивность с высоким качеством зерна (содержание белка 12-14%, пленчатость 24-25%), устойчивых к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды [4]. В селекционном процессе начальным этапом работы селекционера является оценка исходного материала. Ряд признаков, по которым проводят отбор, является общим для всех направлений: высокая урожайность зерна, низкий процент пленок, двойных и пустых зерен, стойкость к осыпанию зерна и полеганию соломы, устойчивость к болезням. Как и при работе с другими культурами, отбираемые растения, линии, гибридные потомства овса оценивают по комплексу признаков, на которые ведется селекция [5].

Эффективность селекции во многом зависит от ценности родительских форм, включаемых в скрещивания. Эти компоненты подбираются с учетом требований, которые предъявляются к создаваемому сорту. Чем больше информации накоплено об исходном материале и о характере наследования селективируемых признаков, тем надежнее подбираются компоненты для гибридизации. Для этой цели необходимо перед включением генотипов в гибридизацию изучить их по комплексу хозяйственно-ценных признаков, определить характер наследования, основные генетические параметры в местных условиях. При этом нужно иметь в виду, что проявляется высокая степень изменчивости характера наследования под влиянием внешней среды [6].

Оценка комбинационной способности родительских форм позволяет предвидеть результаты будущих скрещиваний и сконцентрировать внимание на перспективном материале, избегая при этом затрат времени и средств на повторное получение и испытание гибридов от родителей, не имеющих практической ценности [7].

Исследования проведены с целью получения исходного материала для селекции овса посевного на повышенную продуктивность. В связи с этим была поставлена следующая задача: на основе изучения комбинационной способности образцов овса посевного выявить доноры по основным признакам продуктивности.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований послужили 5 сортов овса посевного и созданных на их основе 20 гибридов первого поколения (F₁). Три сорта селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (г. Жодино): сорт-стандарт *Запавет*, новые высокопродуктивные сорта *Фристайл* и *Мирт*, а также сорта зарубежной селекции *Bingo* (Польша) и *Ivory* (Германия). Исследуемые сорта включены в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Республике Беларусь, сорт *Фристайл* включен в Госреестр Российской Федерации.

Запавет – максимальная урожайность 96,2 ц/га была получена на Гродненском ГСУ в 2004 г. Сорт среднепоздний. Масса 1000 зерен 32,0-40,0 г. Сорт отличается выровненным стеблестоем, равномерным созреванием, и низкой пленчатостью зерна (23,0-26,0%). Имеет высокую продуктивную кустистость, относительно устойчив к полеганию и к поражению грибными болезнями. В Государственный реестр включен в 2006 г. [2].

Фристайл – максимальная урожайность 94,1 ц/га была получена в 2012 г. на Щучинском ГСУ. Среднеспелый сорт. Масса 1000 семян 41,4 г, пленчатость 23,4%. Сорт слабовосприимчив к красно-бурой пятнистости, устойчив к корончатой ржавчине. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,4 балла. Включен в список наиболее ценных по качеству сортов. В Государственный реестр включен в 2014 г. [2].

Мирт – максимальная урожайность 95,2 ц/га была получена на ГСХУ «Молодечненская СС». Среднеспелый сорт. Средняя масса 1000 зерен 34,5 г. Vegetационный период составил 82-90 дней. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,6 балла. Содержание белка в зерне 12,28%, жира 4,8%, пленчатость 24,4%. Год включения в Государственный реестр – 2017 [2].

Ivory – максимальная урожайность 85,5 ц/га была получена в 2009 г. на ГСХУ «Горецкая СС». Среднеспелый сорт зернофуражного направления, слабавосприимчив к красно-бурой пятнистости, устойчив к корончатой ржавчине. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,0 балла. Средняя масса 1000 зерен 42,1 г, пленчатость 23,6%. Сбор белка 6,6 ц/га, масла 1,4 ц/га. В 2012 г. включен в Госреестр и список наиболее ценных по качеству сортов [9].

Bingo – максимальная урожайность 98,4 ц/га была получена в 2012 г. на Щучинском ГСУ. Среднеспелый сорт зернофуражного направления. Масса 1000 семян 40,9 г, пленчатость 23,3%, устойчивости к полеганию 4.3 балла. Сорт слабавосприимчив к красно-бурой пятнистости, устойчив к корончатой ржавчине. Среднее содержание белка в зерне 11,7%. Сбор белка 6,4 ц/га. Пленчатость 22,4%. Включен в список наиболее ценных по качеству сортов зерновых культур. Год включения в Государственный реестр – 2013 [9].

Научные исследования по культуре овса проводились в 2016-2017 гг. на полях селекционно-семеноводческого комплекса «Перемежное», в фитотронно-тепличном комплексе и лабораторных условиях. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на средних супесях, подстилаемых с глубины 0,7 м суглинистой мореной. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCL) – 5,8-6,2, подвижный P_2O_5 – 260-340 мг/кг, обменный K_2O – 200-300 мг/кг почвы, гумус – 2,1-2,3%.

Предшественник – гречиха. Обработка почвы – зяблевая вспашка осенью и двукратная культивация перед посевом. Фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{80}K_{100}$ вносили осенью, азотные (N_{80}) весной под предпосевную культивацию.

Посев семян был произведен по схеме P_1, F_1, P_2 методом рендомизированных блоков в 4-х кратной повторности. Высевали по 20 зерен в ряд, площадь питания одного растения 100 см² (5x20). По краям рядков и вместо растений, которые не взошли, высевали проросшие семена яровой пшеницы.

Уборку растений проводили в фазу полной спелости со средней части де­лянки. Анализ структуры урожая осуществляли по 5 признакам у 20 растений каждой повторности. Для статистической обработки данных использовали метод дисперсионного анализа. Оценка исходного материала по комбинационной способности рассчитывалась по методике Гриффинга третьим методом [10].

Метеорологические условия в годы проведения исследований оказали су­щественное влияние на рост и развитие растений овса и урожайность посевов. Погодные условия вегетационного периода 2016 г. и 2017 г. были неблагопри­ятными для роста и развития растений овса. С самого начала вегетации и прак­тически до фазы налива зерна растения овса находились в сильном водном де­фиците. Так, в мае и июне, когда активно закладывается количество продук­тивных стеблей и число зерен в метелке, выпадало около половины месячных норм осадков.

Наибольший дефицит осадков отмечался в первую и третью декаду июня как в 2016 г., так и в 2017 г., что в последнем случае усугубилось высокими температурами в третьей декаде июня. Прошедшие в июле дожди в незначи­тельной степени улучшили общее состояние посевов. Отрицательным момен­том являлось появление подгона практически у всех образцов овса, что затруд­нило подготовку образцов к уборке и их последующую доработку.

Результаты исследования и их обсуждение. Общая комбинационная способность (ОКС) выражает среднюю ценность сорта в гибридных комбина­циях и измеряется средней величиной отклонения признака всех гибридов с участием этой родительской формы от общей средней по всем гибридам F₁.

Специфическая комбинационная способность (СКС) характеризует от­дельные комбинации, т.е. измеряется величиной отклонения признака в кон­кретном скрещивании на основании среднего качества изучаемых родительских форм.

По результатам дисперсионного анализа были установлены достоверные различия между гибридами по изучаемым хозяйственно-ценным признакам (таблица 1).

Высота растений – важный признак для селекции овса посевного, так как полегание посевов наносит существенный ущерб. При этом уменьшается нако­пление сухого вещества, ухудшается качество зерна, усложняется процесс уборки посевов. Степень полегания и уровень потенциальных потерь урожай­ности зависит как от погодных условий, так и от генетической детерминации признака «высота растений». При изучении комбинационной способности по признаку «высота растений» в практической селекции наиболее ценными яв­ляются формы с высокими, но отрицательными эффектами ОКС, определяю­щими устойчивость к полеганию (таблица 2).

Высокой степенью ОКС характеризовался сорт *Занавес* (1,91**). Отрица­тельная достоверная ОКС отмечена у сортов *Фрустайл* (-1,19**) и *Ivory* (-1,38**). Большая вероятность, что при использовании в качестве исходной формы для гибридизации сорта *Фрустайл* и *Ivory* будет способствовать созда­нию короткостебельного селекционного материала, а при использовании сорта

Таблица 1 – Показатели хозяйственно-ценных признаков сортов и гибридов F₁ овса посевного

Сорта и гибридные комбинации	Высота растений, см	Продуктивная кустистость, шт.	Количество зерен в метелке, шт.	Масса зерен с растения, г	Масса 1000 зерен, г
Фристайл	78,8	2,97	47,2	4,22	29,01
Фристайл х Запавет	79,5	1,79	40,4	1,89	26,02
Фристайл х Мирт	77,6	2,35	47,9	2,72	25,12
Фристайл х Айвори	78,0	2,17	24,9	1,87	33,97
Фристайл х Бинго	84,1	1,70	42,2	2,45	34,48
Запавет	85,2	2,69	44,7	3,82	31,47
Запавет х Фристайл	83,1	2,50	37,3	2,52	28,06
Запавет х Мирт	88,4	3,00	49,4	4,03	28,16
Запавет х Айвори	82,5	2,17	43,8	3,17	33,94
Запавет х Бинго	84,3	2,50	35,5	2,71	31,97
Мирт	84,9	2,92	43,9	4,20	31,88
Мирт х Фристайл	85,4	2,47	41,2	3,18	31,26
Мирт х Запавет	81,4	2,22	32,8	1,96	27,22
Мирт х Айвори	79,5	2,38	35,9	2,60	30,48
Мирт х Бинго	82,6	2,27	36,7	2,33	27,82
Айвори	79,7	2,75	30,6	3,54	41,60
Айвори х Фристайл	77,9	2,21	39,1	3,08	35,54
Айвори х Запавет	85,7	1,75	40,9	2,60	37,11
Айвори х Мирт	82,9	2,50	33,2	2,77	33,20
Айвори х Бинго	78,2	2,06	30,2	2,27	36,53
Бинго	78,0	2,39	44,6	3,96	36,40
Бинго х Фристайл	82,1	2,15	49,4	3,39	32,21
Бинго х Запавет	80,6	1,80	44,0	2,84	35,24
Бинго х Мирт	81,9	2,15	43,3	2,83	30,18
Бинго х Айвори	81,4	1,85	41,9	3,41	41,08
НСП ₀₅	1,39	0,191	1,79	0,304	0,304

Таблица 2 – Оценки эффектов общей (g_i), констант специфической (s_{ij}), варiances общей (σ²_{gi}) и специфической (σ²_{si}) комбинационной способности по признаку высота растений

Сорт	S _{ij} сорт					ĝ _i	σ ² _{gi}	σ ² _{si}
	1	2	3	4	5			
Фристайл	-					-1,19**	1,41	3,02
Запавет	-1,25**	-				1,91**	3,64	1,93
Мирт	0,22**	0,55**	-			0,60**	0,36	0,38
Ivory	-1,35**	1,71**	0,12*	-		-1,38**	1,90	1,65
Bingo	2,38**	-1,01**	-0,89**	-0,47**	-	0,061	0,0021	2,56

**НСР₀₁ g_i = 0,109

НСР₀₅ g_i = 0,081

**НСР₀₁ s_{ij} = 0,150

*НСР₀₅ s_{ij} = 0,112

Запавет у гибридов в последующих поколениях возможно появление высокорослых растений. В гибридной комбинации *Bingo x Фристайл* получена достоверная положительная константа СКС (2,38**). На основании этого можно сделать вывод, что в данной комбинации вероятно получение высокорослых линий. У гибридных комбинаций *Запавет x Фристайл* и *Ivory x Фристайл* установлена достоверная отрицательная константа СКС (-1,25**) и (-1,35) соответственно, которая подтверждает возможность получения в них короткостебельных линий. У большинства исследуемых генотипов варианты СКС больше вариантов ОКС. Это свидетельствует о том, что при наследовании признака «высота растений» у овса посевного основную роль играют доминантные гены. У сортов *Запавет* и *Ivory* варианты СКС меньше варианты ОКС это значит, что при наследовании признака основную роль играют гены с аддитивными эффектами.

Масса зерна с растения – это совокупный признак и складывается из массы 1000 зерен и продуктивной кустистости.

По массе зерна с растения положительные эффекты ОКС отмечены у сортов *Запавет* (0,0735**), *Мирт* (0,0956**) и *Bingo* (0,0661**) (таблица 3). На основании этого можно рекомендовать их использование в качестве исходных форм для гибридизации в селекции по данному признаку. Отрицательные эффекты ОКС получены у сортов *Фристайл* (-0,1249**) и *Ivory* (-0,1102**).

Таблица 3 – Оценки эффектов общей (g_i), констант специфической (s_{ij}), вариант общей ($\sigma^2 g_i$) и специфической ($\sigma^2 s_{ij}$) комбинационной способности по признаку масса зерна с растения

Сорт	S_{ij}					g_i	$\sigma^2 g_i$	$\sigma^2 s_{ij}$
	сорт							
	1	2	3	4	5			
Фристайл	-					-0,1249**	0,0156	0,1175
Запавет	-0,4783**					0,0735**	0,0054	0,1037
Мирт	0,2457**	0,0959**				0,0956**	0,0091	0,0549
Ivory	-0,0185**	0,1899**	-0,0348**			-0,1102**	0,0122	0,0188
Bingo	0,2510**	0,1924**	-0,3069**	-0,1365**	-	0,0661**	0,0044	0,0709

**HCP₀₁ g_i =
0,00015

HCP₀₅ (g_i) =
0,00011

**HCP₀₁ s_{ij} =
0,00021

*HCP₀₅ s_{ij} =
0,00016

Положительная достоверная константа СКС получена у гибридов *Мирт x Фристайл* (0,2457**), *Bingo x Фристайл* (0,2510**), *Мирт x Запавет* (0,0959**), *Ivory x Запавет* (0,1899**), *Bingo x Запавет* (0,1924**), что свидетельствует о большей вероятности получить в данных комбинациях линии с высокой массой зерна с растения.

Масса 1000 зерен сильно изменяется под влиянием условий выращивания. Несмотря на большую изменчивость – признак сортовой. Высокая масса 1000 зерен не всегда показатель большей продуктивности метелки, которая определяется также числом зерен в ней. Однако это важный признак, так как у крупных зерновок вес эндосперма и зародыша по отношению к весу околоплодника выше, чем у мелких зерновок.

На основании анализа комбинационной способности установлено, что высокой степенью ОКС характеризовались сорта *Ivory* (2,82**) и *Bingo* (2,08**) (таблица 4). Максимальная отрицательная достоверная ОКС отмечена у сорта *Mipt* (-2,92**). Поэтому в селекции на увеличение массы 1000 зерен в качестве исходной формы для гибридизации целесообразно использовать сорта *Ivory* и *Bingo*. В гибридных комбинациях *Ivory* x *Фристайл* и *Ivory* x *Запавет* получены положительные константы СКС (1,87** и 1,49**), а также *Bingo* x *Фристайл* и *Bingo* x *Запавет* (0,70** и 2,73**). В гибридных комбинациях *Запавет* x *Фристайл*, *Mipt* x *Запавет* и *Bingo* x *Ivory* получены отрицательные константы СКС (-3,11**, -1,10** и -3,67**). У сортов *Фристайл*, *Запавет* и *Bingo* варианта СКС превышает варианты ОКС, что указывает на преобладание доминантных генов в контроле наследования признака «масса 1000 зерен» и свидетельствует о возможности проявления положительных трансгрессий в последующих поколениях. У генотипов *Mipt* и *Ivory* варианта СКС меньше варианты ОКС, из этого следует, что при наследовании признака основную роль играют гены с аддитивными эффектами.

Таблица 4 – Оценки эффектов общей (g_i), констант специфической (s_{ij}), вариант общей (σ^2_{gi}) и специфической (σ^2_{si}) комбинационной способности по массе 1000 зерен

Сорт	S_{ij}					g_i	σ^2_{gi}	σ^2_{si}
	сорт							
	1	2	3	4	5			
Фристайл	-					-1,56**	2,41	4,53
Запавет	-3,11**	-				-0,41*	0,15	6,73
Мирт	0,54*	-1,10**	-			-2,92**	8,52	0,42
Ivory	1,87**	1,49**	0,32	-		2,82**	7,93	6,30
Bingo	0,70**	2,73**	0,24	-3,67**	-	2,08**	4,30	7,03

**НСП₀₁ g_i = 0,446

*НСП₀₅ (g_i) = 0,330

**НСП₀₁ s_{ij} = 0,610

*НСП₀₅ s_{ij} = 0,456

Число зерен в метелке зависит от числа колосков в ней и числа зерен в колоске. В колоске развивается 1-2 или 3 зерна. В трехзерных колосках вес вторых зерен выше, чем в двузерных.

По количеству зерен в метелке высокие положительные эффекты ОКС проявились у всех сортов *Фристайл* (1,05**), *Запавет* (1,01**), *Mipt* (0,85**), *Bingo* (1,19**), кроме *Ivory* (-4,11**) (таблица 5). Используя данные сорта с положительными эффектами ОКС в качестве исходных форм для гибридизации в селекции по признаку «количество зерен в метелке» возможно проявление положительных трансгрессий. При создании селекционного материала с высоким показателем «количество зерен в метелке» вовлекать сорт *Ivory* нецелесообразно. Положительная константа СКС отмечена у гибридов *Mipt* x *Фристайл* (3,10**), *Bingo* x *Фристайл* (4,03**), *Ivory* x *Запавет* (5,96**), что свидетельствует о большей вероятности получить в данной комбинации линии с высоким количеством зерен в метелке. Отрицательная константа СКС отмечена у гибридов *Запавет* x *Фристайл* (-2,68**), *Ivory* x *Фристайл* (-4,45**), *Ivory* x *Mipt* (-

1,67**), *Bingo x Запавет* (-3,02**), *Bingo x Мирт* (-1,18**). У всех изучаемых сортов варианта СКС больше варианты ОКС, что указывает на преобладание доминантных генов в контроле наследования признака «количество зерен в метелке» у овса посевного.

Таблица 5 – Оценки эффектов общей (g_i), констант специфической (s_{ij}), вариант общей ($\sigma^2_{g_i}$) и специфической ($\sigma^2_{s_i}$) комбинационной способности по количеству зерен в метелке

Сорт	s_{ij}					g_i	$\sigma^2_{g_i}$	$\sigma^2_{s_i}$
	сорт							
	1	2	3	4	5			
Фристайл	-					1,05**	1,06	17,38
Запавет	-2,68**					1,01**	0,96	17,02
Мирт	3,10**	-0,25				0,85**	0,67	4,36
Ivory	-4,45**	5,96**	-1,67**			-4,11**	16,82	19,11
Bingo	4,03**	-3,02**	-1,18**	0,17	-	1,19**	1,37	8,68

**НСП₀₁ g_i =
0,625

**НСП₀₅ (g_i) =
0,467

**НСП₀₁ s_{ij} =
0,856

**НСП₀₅ s_{ij} =
0,639

Продуктивная кустистость является важным признаком урожайности, поскольку масса зерна с растения находится в прямой зависимости от числа продуктивных стеблей. В обычном посеве она равна 1-1,2. В селекционном питомнике (при редком посеве) она увеличивается в среднем до двух. При очень большой площади питания на высоком агрофоне растения могут развиваться по семь и более продуктивных стеблей. У них период выметывания и созревания растянут, метелки созревают неравномерно. Предпочтительнее отбирать растения с двумя тремя сильными метелками, чем растения с большим числом метелок, невыравненных по созреванию и размерам.

В результате анализа комбинационной способности выявлено, что по продуктивной кустистости достоверные положительные эффекты ОКС отмечены у сорта *Мирт*, а отрицательные на том же уровне достоверности у сортов *Фристайл*, *Ivory* и *Bingo*. На основании этого можно предположить, что целесообразно использовать сорт *Мирт* в селекции на высокую продуктивную кустистость. Положительная высокая константа СКС была получена у гибридов *Мирт x Запавет* (0,175**) и *Bingo x Ivory* (0,153**). У всех исследуемых сортов варианта СКС больше варианты ОКС, что указывает на преобладание доминантных генов в контроле наследования признака «продуктивная кустистость».

Выводы

1. Поиск исходных родительских форм, обладающих высокой комбинационной способностью, позволяет предопределять результаты планируемых скрещиваний, концентрировать внимание на эффективном селекционном материале. По комплексу исследуемых признаков рекомендуется привлекать в скрещивания сорта *Мирт* и *Bingo*.

Таблица 6 – Оценки эффектов общей (g_i), констант специфической (s_{ij}), варiances общей ($\sigma^2_{g_i}$) и специфической ($\sigma^2_{s_i}$) комбинационной способности по продуктивной кустистости

Сорт	s_{ij}					g_i	$\sigma^2_{g_i}$	$\sigma^2_{s_i}$
	сорт							
	1	2	3	4	5			
Фристайл	-					-0,0227**	0,0005	0,0009
Запавет	-0,018**					-0,0008	0,0000	0,0261
Мирт	-0,004	0,175**				0,2528**	0,0639	0,0217
Ivory	0,043**	-0,211**	0,015**			-0,0141**	0,0002	0,0233
Bingo	-0,021**	0,054**	-0,186**	0,153**	-	-0,2151**	0,0463	0,0204

**НСР₀₁ g_i =
0,00618

*НСР₀₅ g_i =
0,00461

*НСР₀₅ s_{ij} =
0,0063

**НСР₀₁ s_{ij} =

2. Сорт *Мирт* отличается высокой положительной ОКС по количеству зерен в метелке, массе зерна с растения, продуктивной кустистости и достоверно низкой положительной ОКС по высоте растений, а также имеет высокую достоверную отрицательную степень ОКС по массе 1000 зерен. Из этого следует, что использование данного генотипа в селекции овса посевного на урожайность и снижение высоты растений имеет большую вероятность получения низкорослых урожайных гибридов с высокой продуктивной кустистостью.

3. Сорт *Bingo* характеризуется высокой достоверной положительной ОКС по количеству зерен в метелке, массе 1000 зерен, низкой положительной ОКС по массе зерна с растения и продуктивной кустистости. На основании этого можно предположить, что использование данного сорта будет эффективным в селекции овса посевного на урожайность и элементы продуктивности растений.

4. По результатам оценки эффектов ОКС исходными родительскими формами для признакововой селекции овса предлагается использовать сорта: по продуктивной кустистости – *Мирт*; по количеству зерен в метелке – *Bingo*, *Запавет*, *Мирт* и *Фристайл*; по массе 1000 зерен – *Ivory* и *Bingo*; по массе зерна с растения – *Bingo*, *Запавет* и *Мирт*; по короткостебельности – *Ivory* и *Фристайл*.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сб. / Под ред. И.В. Медведева [и др.]. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017.
2. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сборник научных материалов / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; ред. Ф. И. Привалов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 447 с.
3. Коледа, К.В. Растениеводство / К.В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 480 с.
4. Телешина, А.Д. Эффективность методов и приемов селекции овса: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.Д. Телешина. – Жодино, 1996. – 128 с.
5. Лоскутов, И.Г. Овес (Avena L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность / И.Г. Лоскутов. – СПб: ВИР, 2007. – 335 с.

6. Цильке, Р.А. Принципы и методы селекции сельскохозяйственных культур // Селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. СибНИИСХ, 1975. – Т. 25. – С. 3-18.

7. Цильке, Р.А. Комбинационная способность сортов мягкой яровой пшеницы по крупности зерна в условиях Западной Сибири // Генетика, цитогенетика и селекция растений: собрание научных трудов. – Новосибирск, 2003. – С. 290-293.

8. Каталог сортов селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 308 с.

9. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года; под ред. В.А. Бейня [и др.]. – Минск: ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2013.

10. Федин, А.М. Статистические методы генетического анализа / М.А. Федин, Д.Я. Силис, А.В. Смиряев. – Москва: Колос, 1980. – 207 с.

COMBINING ABILITY OF OAT VARIETIES IN SYSTEM OF DIALLEL CROSSES BY YIELD ELEMENTS

A.A. Trushko, S.P. Khaletsky

Analysis results of general and specific combining ability by plant height and yield structure (thousand-kernel weight, kernel number per panicle, productive tillering capacity) using the method of full diallel crosses are presented. The best varieties for breeding for yield have been identified.

УДК 633.367.2:631.527

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ХОДЕ ДОМСТИКАЦИИ И СЕЛЕКЦИИ

А.А. Козловский, А.Н. Бугрова*, Н.С. Купцов*, канд. биол. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
*ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»
(Поступила 22.12.2017)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

Аннотация. В статье обобщаются сведения литературы по изменению структуры растения в ходе эволюции, доместикации и селекции люпина узколистного. Представлены закономерности изменения в организме растений в результате вмешательства человека. На основании результатов собственных исследований (1997-2007 гг.) показано, что интенсивные сорта, обладающие быстрым темпом роста и ксероморфной структурой листа, способствуют стабильности высокой урожайности. Разработана экспресс-методика отбора желательных генотипов.

Познание изменений в морфофизиологической структуре растения, которые происходят в процессе окультуривания и сознательной селекции, представляет не только большой теоретический интерес, но имеет и огромное прак-

тическое значение для уяснения направлений дальнейшей селекции современных культур и ускорения работ по созданию интенсивных сортов у новых интродуцентов.

К настоящему времени в мировой литературе имеются многочисленные сведения по изменению морфофизиологической структуры растений разных сельскохозяйственных культур в ходе доместикиции и селекции, однако они отрывочны и разрозненны [7, 12, 16, 18]. Это, вероятно, обусловлено тем, что у некоторых культур в настоящее время не имеется их диких предков, а у других отсутствуют современные интенсивные сорта.

В связи с этим мы в краткой форме ниже приведем результаты обобщения сведений литературы по эволюции структуры растения в ходе доместикиции и селекции.

Изменение морфофизиологического статуса растений в ходе эволюции. Общеизвестно, что в ходе фитоэволюции происходит ксероморфная иррадиация с мезоморфными и другими идиоадаптациями. Борьба за влагу и с влагой – основной двигатель эволюции у растений. Вершина фитоэволюции – ксерофиты с C_4 -типом фотосинтеза, рационально использующие воду и углекислый газ [10, 24]. Основное направление в эволюции семейств (злаковых, маревых, бобовых и других) вело от мезофильных растений (влаголюбивых) к ксерофильным (приспособленным к аридным условиям) [14]. При этом в дикой флоре самыми продуктивными являются плотные моноценозы, состоящие из ксерофитных растений [22]. Плотный ценоз сильнее иссушает почву, чем таковой с редким стоянием растений, стеблей, в результате чего выживают и приспособляются ксерофиты, а мезоморфы угнетаются и элиминируются [22]. У растений первичным и главным является их морфофизиологический статус (ксерофит, ксероморф, мезоморф и др.), а все остальное в их жизни вытекает из него [22]. Ксерофитные растения не только лучше переносят длительное обезвоживание, но так же, как и мезофиты, при влажности почвы от 40 до 60% от полной влагоемкости увеличивают урожайность и служат ярким примером сочетания продуктивности и устойчивости [12]. Кроме того, ксерофитные, ксероморфные и ксероморфно-суккулентные растения имеют более высокие значения удельной плотности листа и отличаются от мезоморфов сочетанием высокой интенсивности фотосинтеза и оптимальным водным режимом [9]. Следует особо подчеркнуть, что у растения по мере повышения яруса листьев происходит увеличение их ксероморфности. В пределах кроны длительно освещенные листья имеют более ксероморфную структуру, чем затененные. Ксероморфные листья обладают более высокой фотосинтетической активностью, чем таковые мезоморфные [13].

Таким образом, в ходе онтогенеза, эволюции семейств и фитоэволюции мезоструктура растения уклоняется в сторону ксероморфности, а, соответственно, и увеличения фотосинтетической активности. В дикой флоре самыми продуктивными являются плотные моноценозы, состоящие из ксерофитных растений.

Изменение морфофизиологического статуса растений в ходе доместикации и селекции. Многочисленные сведения литературы указывают на то, что в ходе доместикации увеличилась высота растений, а их мезоструктура отклонилась от ксероморфной диких форм в мезоморфную у окультуренных, чему способствовал улучшенный агрофон [5, 11, 12, 18]. Пахота, внесение удобрений, уничтожение сорняков, полив создавали для растений принципиально новый экологический фон, существенно отличающийся от таковых мест дикого произрастания растений. Этот фон способствовал как проявлению хозяйственно ценных признаков, так и закреплению их в потомстве в процессе искусственного отбора. В условиях агрофона регулировалось и направление естественного отбора, что способствовало в конечном итоге улучшению растений. При этом экологический фон культурных цензов усилил признаки мезоморфности и ослабил ксероморфность растений, которая способствовала экологической устойчивости их диких предков. Поэтому стародревние образцы культурных растений и экстенсивные сорта большинства видов (зерновых, зернобобовых, масличных, плодовых) по засухоустойчивости и интенсивности фотосинтеза уступают своим дикорастущим предкам [9, 12, 20].

Необходимо особо подчеркнуть, что в наше время интенсивное сельхозпроизводство в целях получения максимального количества качественной продукции с единицы площади пошло по пути оптимизации факторов агросистем и выращивания монокультур в более плотных ценозах по сравнению с таковым экстенсивным [8, 12, 19, 21, 25].

Отличительной чертой современного сельхозпроизводства является уплотнение гомогенных популяций [8, 21]. Это обстоятельство говорит о тождестве результатов максимализации получения продукции с единицы площади в дикой флоре и сельхозпроизводстве – уплотнение гомогенных ценозов.

Установлено [22], что уплотненные ценозы благоприятно влияют на сохранение особей от поломки ветром, повреждений животными, в том числе многочисленными насекомыми – переносчиками вирусных болезней. В плотном ценозе почти не бывает резких температурных скачков, что оптимизирует жизнедеятельность растений. Максимальные показатели температуры в плотном ценозе всегда бывают ниже, а минимальные – выше, чем за пределами ценоза. Чем плотнее ценоз, тем слабее в нем проявляется негативное действие ветра на транспирацию, испарение с поверхности почвы, смену температур. Воздушный поток почти не проникает внутрь плотного ценоза. Перемещение воздуха в нем осуществляется, главным образом, путем конвекции, то есть вертикальным перемещением воздушных масс и обусловлено их нагреванием и охлаждением. Слабое перемещение воздуха у почвы способствует накоплению углекислого газа и водяных паров в припочвенном слое и тем самым способствует ассимиляции. Сформированный плотный ценоз сильнее иссушает почву, чем таковой с редким стоянием растений. В нем обостряется конкуренция за воду, минеральное питание, свет. Ценоэкологические условия плотного ценоза действуют одновременно в том же направлении, что и таковые аридные, засуха, затенение. Эти условия предъявляют к растительному организму различных культур в

разных почвенно-климатических регионах возделывания унифицированные требования: иметь ксероморфную мезоструктуру листа, соответственно более высокую интенсивность фотосинтеза, ограниченный рост и компактный габитус, высокую устойчивость к полеганию [8, 9, 12, 17, 20, 23].

К настоящему времени в ходе целенаправленной селекции у подавляющего большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и плодовых, созданы интенсивные сорта с компактным габитусом и ксероморфной морфологической структурой, которые с успехом возделываются в современных плотных посевах, посадках [12, 21].

Необходимо отметить, что в ходе селекции интенсивных сортов не изменилась существенно активность фотосинтетического аппарата на уровне хлоропласта, но увеличился до оптимальных параметров ассимиляционный аппарат (листовое покрытие почвы составляет 5-8 м²/м²) [12], повысилась удельная поверхностная плотность листа, соответственно, возросла интенсивность фотосинтеза единицы его поверхности [9]; увеличилась доля генеративной сферы, а уменьшилась таковая вегетативной, что выразилась в повышении значений коэффициента хозяйственности [8]; в фотосинтетическом потенциале растений интенсивных сортов возросла доля верхних листьев, соответственно, увеличилась степень ксероморфности таких ценозов.

У растений интенсивных сортов люпина белого, люпина узколистного, произошла редукция симподиального ветвления, в результате чего листья ценоза в процессе формирования и функционирования лучше освещаются, что уклоняет агроценоз в ксероморфную сторону [7, 16, 17]. У интенсивных сортов в сравнении с экстенсивными в репродуктивный период формируется более мощная корневая система, что является одним их свойств ксероморфизма.

Интенсивные сорта активно преодолевают неблагоприятные условия среды посредством поддержания водного дефицита и ростовых процессов на более стабильном уровне, чем экстенсивные сорта [19]. В плотных моноценозах не фотосинтез создает урожай биомассы и его хозяйственной части, а интенсивные растения с помощью фотосинтеза [20]. Они в плотных ценозах осуществляют не только интенсивный фотосинтез, но при этом и активно потребляют его ассимилянты, т.е. обладают высокой аттрагирующей способностью генеративной сферы [15].

Необходимо подчеркнуть, что, несмотря на различные методы, которые использовали селекционеры при создании интенсивных сортов у разных культур (межлинейная и межсортовая гибридизация, мутагенез, полиплоидия), результат был один и тот же, а именно, создавались растения с ксероморфной морфологической структурой, приспособленной к плотному моноценозу и обеспечивающие более оптимальный оптический режим посева [12].

Таким образом, гомогенность сорта наряду с плотностью агроценоза является отличительной чертой современного сельскохозяйственного производства. Гомогенность сорта исключает острую конкурентность между особями в ценозе, а его уплотнение обеспечивает больший выход качественной продукции с единицы площади [8, 12].

Следует отметить, что наиболее ярко процесс интенсификации выразился в садоводстве [21, 25]. В настоящее время оптимальная плотность интенсивных садов на карликовых и суперкарликовых подвоях достигает 70 тыс. деревьев на 1 га, что в 350 раз больше экстенсивных садов (около 200 деревьев на 1 га). При этом средняя урожайность увеличилась в 3-5 раз, достигнув 40-50 тонн/га. Интенсивные плодовые деревья имеют ограниченный рост и компактную крону, ксероморфную мезоструктуру листа, высокую скороплодность с регулярным плодоношением.

Таким образом, в ходе интенсификации растениеводства уменьшилась высота растений, их габитус стал компактным, а морфофизиологическая структура уклонилась от мезоморфной экстенсивных сортов к ксероморфной интенсивных. Прогрессивная ксероморфная структура позволяет растениям интенсивных сортов активно использовать условия более плотного ценоза на богатом агрофоне и обеспечивать высокую урожайность.

Кроме того, следует отметить, что в наше время уже во многих странах мира энергоресурсоэкономность и природоохранность, отличительные черты экологического (органического) земледелия, уже становятся характерными для всего сельскохозяйственного производства [12]. Соответственно, дальнейшая селекция сельскохозяйственных культур должна быть направлена на выведение интенсивных энергоресурсоэкономных, природоохраняющих сортов с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности [12].

Обобщая изложенное выше, можно заключить, что в ходе селекции, эволюции семейств и фитоэволюции имеет место однонаправленность изменения структуры растений в сторону ксероморфизма.

Материал и метод исследования. Объектом изучения являлся люпин узколистный, закономерности изменения его морфофизиологического статуса в ходе эволюции диких форм, одичавших древних культурных образцов, экстенсивных и интенсивных сортов.

Морфофизиологические исследования проводились в соответствии с методическими указаниями [12].

Результаты исследований. Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) является естественным тетраплоидом: $2_n=40$, $n=20$, $x=10$. Самоопыляющийся вид. Родина – Средиземноморский генцентр [18]. Центром формообразования люпина узколистного является Пиренейский полуостров, где сконцентрировано наибольшее разнообразие истинно диких форм с очень примитивными признаками [3]. Центром же происхождения культурного люпина узколистного считается Балканский полуостров с островами Эгейского моря, так как в этом регионе имеются типично дикие формы и сконцентрировано очень большое разнообразие одичавших культурных форм. Из Древней Греции культурный люпин узколистный распространился далее в другие центры древних цивилизаций Средиземноморья [3, 18].

Введение в культуру и возделывание люпина узколистного в Древнем Средиземноморье является первым периодом в истории данной культуры. Использовался люпин узколистный в качестве зеленого удобрения, корма для ско-

та, лечебного средства, суррогата кофе и декоративной культуры [3, 18]. Возделывание люпина узколистного, начатое в древние времена в Средиземноморье, широко распространилось во второй половине 19-го века в странах Центральной, Северной и Восточной Европы. С этого времени наступил второй период истории данной культуры. Возделывался люпин узколистный как на зеленое удобрение, так и на корм для овец. В этот же период началась селекция сидеральных сортов, приспособленных к местным условиям. В конце 19-го столетия люпин узколистный из Европы был интродуцирован в Австралию, а в начале 20-го века в Новую Зеландию, Южную Африку, Америку. До 1935 г. во всех странах люпин узколистный использовался, главным образом, на зеленое удобрение [18].

Третий период в истории этой культуры начался в 1928 г. с момента создания Зенгбушем в Германии безалкалоидных (кормовых) форм и продолжается до настоящего времени [3, 18]. В течение этого периода на генетической основе сладких форм Зенгбуша в разных странах созданы серии кормовых сортов, которые позволили успешно возделывать культуру в конце прошлого столетия в Северном Полушарии (Россия, Беларусь, Польша, Германия, Дания и др.) на площади около 100 тыс. га, а в Южном Полушарии (Австралия, Новая Зеландия, Чили и др.) на площади около 1 млн га. В течение третьего периода люпин узколистный возделывается как на кормовые, так и пищевые цели. Кроме того, в этот период в Беларуси созданы интенсивные сорта люпина узколистного с редуцированным симподиальным ветвлением различного морфофизиологического типа (дикого, псевдодикого, квазидикого, щитковидного и колосовидного) с потенциальной урожайностью семян 5-6 т/га, которые внесены в Госреестры сортов и внедрены в сельскохозяйственное производство Беларуси (*Данко*, *Миртан*, *Першацвет* и др.), России (*Кристалл*, *Снежеть*, *Надежда* и др.) и стран Европейского союза (*Bordako*, *Borweta*, *Bora* и др.)

Таким образом, в настоящее время у люпина узколистного имеются как истинные дикие формы, так и одичавшие культурные образцы древних цивилизаций Средиземноморья, экстенсивные и интенсивные сорта. Эта уникальная особенность люпина узколистного относит его в разряд наиболее удачных и информативных объектов для изучения и познания тех изменений, которые произошли в растительном организме в процессе доместикиции и селекции. Информация такого рода ценна и необходима как для разработки направлений дальнейшей селекции этого вида, так и ввода в культуру новых видов люпина, их акклиматизации и ускоренного создания интенсивных сортов.

Наши многолетние (1997-2017 гг.) комплексные (морфологические, физиологические, биохимические, иммунологические, генетико-селекционные, агротехнические) сравнительные исследования диких форм, экстенсивных и интенсивных сортов люпина узколистного [4], а также сведения других исследователей [1, 2, 3] позволили установить ряд существенных изменений в организме растений в ходе доместикиции и селекции, т.е. в результате вмешательства человека (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение свойств и признаков люпина узколистного от истинно диких форм к окультуренным образцам и сортам

Свойства, признаки	Характеристики свойств, признаков			
	диких форм	одичавших древних культурных образцов	экстенсивных сортов	интенсивных сортов
1	2	3	4	5
Урожайность сухого вещества надземной массы, т/га	2-3	6-8	8-10	12-14
Урожайность семян, т/га	0,3-0,5	1-2	2-3	5-6
Доля массы семян в надземной фитомассе, %	15-17	17-25	25-30	40-45
Доля массы семян в фитомассе бобов, %	35-40	45-50	50-60	65-70
Доля массы ядра в фитомассе семян, %	22-25	22-25	22-24	21-24
Масса 1000 семян, г	50-70	80-180	110-200	120-160
Содержание алкалоидов в семенах, %	0,8-2,2	0,8-2,2	0,03-0,3	0,01-0,03
Водопроницаемость оболочек семян	твердокожурность, слабая водопроницаемость	твердокожурность, слабая водопроницаемость	мягкокожурность, хорошая водопроницаемость	мягкокожурность, отличная водопроницаемость
Распрескиваемость бобов	сильная	сильная	слабая	нерастрескиваемость
Тип ветвления	нормальное моноподиальное и симподиальное	нормальное моноподиальное и симподиальное	нормальное моноподиальное и симподиальное	редуцированное в разностепенной степени
Высота растений, см	50-70	70-110	70-110	60-80
Вегетационный период, сутки	130 и более	130 и более	100-130	75-100
Темп начального роста, мм/сутки	2-3	5-7	9-11	11-14

Продолжение таблицы 1				
1	2	3	4	5
Тип листа	ксероморфный	ксероморфный	ксероморфный, мезоморфный	ксероморфный
Удельная поверхностная плотность листа, мг/см ²	60-67	50-60	32-55	50-55
Интенсивность видимого фотосинтеза, мг СО ₂ /дм ² ·час.	8,6-12,7	6,1-6,8	4,1-6,8	6,1-6,8
Реакция на яровизацию	термочувствительность	термочувствительность	термочувствительность, нейтральность	нейтральность
Реакция на фотопериод	фотопериодическая чувствительность	фотопериодическая чувствительность	фотопериодическая чувствительность, фотопериодическая нейтральность	фотопериодическая нейтральность
Основной фон окраски семян	серый	серый	серый, белый	белый
Рисунок (узор) окраски семян	пестрая	пестрая	пестрая мраморность, пятнистость	отсутствует мраморность, пятнистость
Окраска цветков	синяя	синяя, фиолетовая	синяя, фиолетовая, розовая, бело-розовая, сиреневая	сиреневая, белая
Окраска листьев	темно-зеленая	темно-зеленая	темно-зеленая, зеленая, светло-зеленая, пурпурная	темно-зеленая, зеленая
Число цветков в центральной кисти, шт.	очень много (55-66)	от очень мало до много (7-54)	от очень мало до много (7-54)	много (36)
Максимальное количество семян в бобе, шт.	6, 7	6, 7	4, 5, 6, 7	6, 7
Угол отхождения ветвей от стебля	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°)	нормальный (38°-42°), острый (26°-32°), «прямой» (52°-62°)

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в ходе доместикиции и селекции люпина узколистного значительно возросла урожайность как сухого вещества (в 4 и более раз), так и семян (в 12 и более раз).

Масса 1000 семян увеличилась в 3 и более раз. Содержание алкалоидов в семенах уменьшилась от 0,8-2,2% до 0,01-0,3%. Темп начального роста увеличился в 4 и более раз. Сократился вегетационный период на 30 и более суток. Высота растений увеличилась от диких форм к экстенсивным сортам, а затем уменьшилась от экстенсивных к интенсивным сортам. Мезоструктура листа изменялась от ксероморфной диких форм к мезоморфной экстенсивных сортов, а затем снова к ксероморфной интенсивных сортов. Увеличилась доля генеративной сферы в массе растения, а вегетативной – уменьшилась. Произошла замена нормального ветвления на редуцированное, т.е. произошла оптимизация архитектоники растений. При этом габитус растений стал компактным, что наиболее выражено у щитковидных, метельчатых и колосовидных сортов. Произшедшие изменения в морфофизиологической структуре растений люпина узколистного обусловили их толерантность к фитоценотическим условиям плотных ценозов (120-160 растений на 1 м²). В конечном итоге прогрессивная структура растений интенсивного типа, изменяющая распределение света по глубине ценоза, обеспечила их высокую производительность в условиях плотного ценоза, и, соответственно, урожайность.

Необходимо особо подчеркнуть, что характерной чертой всех морфофизиологических типов интенсивных сортов люпина узколистного (псевдодикого, квазидикого, щитковидного, метельчатого и колосовидного) с потенциальной урожайностью семян 6-7 т/га, которые освоены и используются в сельскохозяйственном производстве Беларуси, России и стран ЕС, является ограниченное симподиальное ветвление, которое максимально редуцировано у колосовидных сортов (белорусского *Першацвет*, немецкого *Борвета*, российского *Надежда*, польского Сонет, датского *Прима*). Кроме того, лучшие по стабильности высокой урожайности интенсивные сорта люпина узколистного являются нейтральными по отношению к яровизации, фотопериоду и обладают быстрым темпом начального роста (*Данко*, *Бордако*, *Першацвет*, *Борвета*) или очень быстрым (*Миртан*, *Бора*).

Следует особо отметить, что из 27 сортов, внесенных в Госреестр Республики Беларусь в период 1993-2012 гг., только сорта с быстрым темпом начального роста (*Данко*, *Першацвет*) и очень быстрым темпом (*Миртан*) возделывались в отдельные годы на площадях, превышающих 8 тыс. га и использовались на протяжении 17 и более лет. Так, сорт *Миртан* уже возделывается на протяжении 21 года и максимум площадей (20643 га) имел в 2006 г., а сорт *Першацвет* возделывается 20 лет, максимум площадей (9538 га) занимал в 2006 г. Большинство же сортов со средним и медленным темпом начального роста возделывались в течение 2-9 лет и имели максимум площадей на уровне 0,1-4 тыс. га. Указанное, вероятно, обусловлено тем, что быстрый и очень быстрый темп начального роста способствует как более полному использованию ценозом

факторов весеннего плодородия почвы, так и повышению конкурентоспособности растений люпина узколистного по отношению к сорной растительности.

Соответственно, дальнейшую селекцию люпина узколистного мы ориентируем на выведение интенсивных сортов с быстрым и очень быстрым темпом начального роста. Для отбора из гибридных популяций указанных генотипов и их дальнейшей оценки нами разработана и используется экспресс-методика, в основу которой положена тесная корреляция ($r = 0,7-0,9$) длины гипокотыля, эпикотыля и их суммы с темпом начального роста (таблица 2). Методика позволяет с успехом отбирать и оценивать желательные генотипы как в лабораторных условиях в камерах SPBD, растильнях, так и в полевых условиях.

Таблица 2 – Корреляции темпа начального роста с длиной гипокотыля и эпикотыля

Сорт, образец	Длина, см			Темп начального роста, см/сут.	Коэффициенты корреляции темпа начального роста (r) с		
	гипокотыля	эпикотыля	сумма гипокотыля + эпикотылей		гипокотыля	эпикотыля	сумма гипокотыля + эпикотылей
	$X_{cp}+-Sx$	$X_{cp}+-Sx$	$X_{cp}+-Sx$	$X_{cp}+-Sx$			
Дикая форма	0,92+-0,03	0,64+-0,03	1,56+- 0,05	0,92+- 0,01	0,71	0,71	0,77
Миртан	2,26+-0,04	4,28+-0,5	6,55+- 0,09	1,36+- 0,01	0,86	0,83	0,86
Першацвет	1,16+-0,03	2,74+-0,04	3,91+- 0,07	1,13+- 0,01	0,83	0,89	0,90

Данная методика с успехом использовалась нами в процессе доместикации дикого люпина льнолистного (*L. linifolius* Roth) и люпина позднецветущего (*L. opsianthus* Atab. et Maiss.), которые характеризуются медленным и очень медленным темпом начального роста, но обладают ксероморфными листьями, интенсивность видимого фотосинтеза у которых выше таковых ксероморфных люпина узколистного (*L. angustifolius* L.) на 27% и 87%, соответственно [20].

Созданы четыре сладких образца с ксероморфными листьями льнолистного люпина, три из которых (*Лу-суп-1*, *Лу-суп-2*, *Лу-БКР-1*) обладают быстрым темпом начального роста, а один образец (*Лу-БЖР-1*) – очень быстрым темпом начального роста. Выведены два сладких образца с ксероморфными листьями позднецветущего люпина (*ОП-РЖР-1*, *ОП-РЖР-2*), которые имеют очень быстрый темп начального роста.

Все указанные образцы по урожайности семян превосходят стандартный сорт *Миртан* на 10-15%. Два лучших из них (*Лу-суп-1*, *Лу-БКР-1*) готовятся для передачи в Госсортоиспытание в 2019 г.

Кроме того, учитывая факт эколого-географической отдаленности мест формирования геномов люпина льнолистного (отложение вулканических лав на склонах Сицилии) и люпина позднецветущего (песчаные почвы побережья Португалии) лучшие сладкие образцы этих видов люпина планируется включить в генетико-селекционные исследования по созданию гибридов люпина узколистного с незатухающим гетерозисом.

Выводы

1. В ходе селекции, эволюции семейств и фитоэволюции имеет место односторонняя направленность изменения структуры растений люпина в сторону ксероморфизма.

2. На основании результатов собственных исследований (1997-2007 гг.) лучшие по стабильности высокой урожайности интенсивные сорта являются нейтральными по отношению к яровизации, фотопериоду, обладают быстрым темпом начального роста, ксероморфизмом, устойчивы к плотному ценозу.

3. Разработана и используется экспресс-методика, в основу которой положена тесная корреляция ($r = 0,7-0,9$) длины гипокотыля, эпикотыля и их суммы с темпом начального роста.

4. Созданы четыре сладких образца с ксероморфными листьями льнолистного люпина, выведены два сладких образца с ксероморфными листьями позднотцветущего люпина.

5. Дальнейшую селекцию люпина узколистного ориентируем на выведение интенсивных сортов с быстрым и очень быстрым темпом начального роста.

Литература

1. *Clements, J.C.* Catalogue of the Australian Lupin Collection / J.C. Clements, W.A. Cowling // Department of Agriculture of Western Australia. – 1991. – 186 p.

2. *Dracup, M.* Narrow-leaved lupins with restricted branching / M. Dracup, B. Thomson // Annals of Botany. – 85: 2000. – P. 29-35.

3. *Gladstones, J.S.* Distribution, origin, taxonomy, history and importance // In: J.S. Gladstones et al. (eds.), *Lupin as Crop Plants. Biology, Production and Utilization.* – 1998. – P. 1-39.

4. *Joernsgaard, B.* Adaptation of Lupins for Northern European Maritime / B. Joernsgaard, J.L. Christiansen, N. Kuptsov // Conditions. Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference, Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002. I.L.A. Canterbury, New Zealand, van santen and G. D. Hill (eds). – 2004. – P. 105-110.

5. *Pianka, E.R.* Evolutionary ecology. The University of Texas at Austin / E.R. Pianka // Harper and Row, Publishers; New York, Hagerstown, San Francisco, London, 1978. – P. 400.

6. *Sengbusch, R.* Susslupinen und Oillupinen. Die Entstehungs- geschichte einiger neuer Kulturpflanzen / R. Sengbusch // Landw. Jahrb. – 1942. – S. 723-880.

7. *Баханов, П.П.* К вопросу о физиологической модели высокопродуктивных сортов зернобобовых культур / П.П. Баханов, А.А. Гаврикова, А.И. Долгопалова // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. 28, №6. – С. 803-810.

8. *Бороевич, С.* Можем ли мы создавать сорта растений и породы животных по заранее разработанным моделям / С. Бороевич // Генетика и благосостояние человечества. – М. : Наука, 1981. – С. 154-156.

9. *Быков, О.Д.* О возможности селекционного улучшения фотосинтетических признаков сельскохозяйственных растений / О.Д. Быков, М.И. Зеленый // Физиология фотосинтеза. – М. : Наука, 1982. – С. 294-310.

10. *Гроссгейм, А.А.* К теории ксероморфогенеза / А.А. Гроссгейм // Проблемы ботаники. – 1950. – Вып. II. – С. 163-183.

11. *Жуковский, П.М.* Культурные растения и их сородичи / Н.М. Жуковский. – Л.: Колос. – 1971. – 750 с.

12. *Жученко, А.А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М. : РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с.

13. *Заленский, В.Р.* Учебник физиологии растений для ср. учеб, заведений / В.Р. Заленский. – Киев : Пирогов. т-ва, 1907. – 182 с.
14. *Засимович, В. П.* Жизненные формы, полиплоидия и эволюция видов семейств центросеменных // Цитология и генетика. – Киев : Наукова думка, 1965. – С. 5-38.
15. *Коновалов, Ю.Б.* Атрагирующая активность развивающихся плодов, семян и перспективы использования ее в качестве селекционного признака / Ю.Б. Коновалов // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М., 1975. – С. 34-43.
16. *Купцов, Н.С.* Закономерности эволюции мезоструктуры растений в ходе селекции на зерновую продуктивность и их использование в процессе синтеза интенсивных форм / Н.С. Купцов // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса : сб. научн. трудов. – Саратов, 1984. – Ч. 1. – С. 88-89.
17. *Купцов, Н.С.* Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов. – Брянск, Клинцы : КРТ, 2006. – 576 с.
18. *Майсурия, Н.А.* Люпин / Н.А. Майсурия, А.И. Атабекова. – М. : Колос, 1974. – 463 с.
19. Морфофизиологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур / под ред. В. С. Швелухи. – Минск : Ураджай, 1980. – 144 с.
20. *Насыров, Ю.С.* Генетический контроль фотосинтеза и пути дальнейшего повышения продуктивности растений / Ю.С. Насыров // Генетика и благосостояние человечества. – М. : Наука, 1981. – С. 508-517.
21. *Рябцева, Т.В.* Эволюция интенсификации сада / Т.В. Рябцева // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 12 (47). – С. 95-100.
22. *Синская, Е.Н.* Динамика вида / Е.Н. Синская // М., Л. : Сельхоз ГИЗ. – 1948. – 526 с.
23. *Старжицкий, С.Т.* Биологическая основа моделирования сельскохозяйственных растений // С.Т. Старжицкий // Генетика и благосостояние человечества. – М. : Наука, 1981. – С. 434-439.
24. *Тахтаджян, А.Л.* Основы эволюционной морфологии покрытосеменных / А.Л. Тахтаджян. – М., Л. : Наука, 1964. – 236 с.
25. *Шитт, П.Г.* Биологические основы агротехники плодоводства / П.Г. Шитт. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1952. – 363 с.

REGULARITIES OF MORPHOPHYSIOLOGICAL STRUCTURE CHANGES IN BLUE LUPINE PLANTS DURING DOMESTICATION AND BREEDING

A.A. Kozlovsky, A.N. Bugrova, N.S. Kuptsov

Literature data on structure changes in plants during evolution, domestication and breeding of blue lupine are generalized in the article. Regularities of changes in plant organisms due to human intervention are presented. It is shown that intensive varieties with high rates of growth and xeromorphic leaf structure promote the stability of high yields. Express-methods of the selection of desirable genotypes were developed.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЦМС G-ТИПА ПРИ СОЗДАНИИ ГИБРИДНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*)

С.И. Гордей, кандидат биол. наук, **Э.П. Урбан**, доктор с.-х. наук,
член-корр. НАН Беларуси

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 8.02.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Я.Э. Пилюк

Аннотация. В статье изложены основные результаты изучения инцихт-линий ржи по способности закреплять мужскую стерильность и восстанавливать фертильность пыльцы в поколениях для ЦМС G-типа. Установлена частота встречаемости генов закрепления стерильности в популяциях ржи. Созданы мужски стерильные аналоги выделенных закрепителей стерильности (материнские компоненты гетерозисных гибридов ржи) и экспериментальные гибриды F₁ ржи на основе ЦМС G-типа, которые изучены по основным хозяйственно-ценным признакам и выделены лучшие формы.

Введение. В настоящее время большинство гибридных сортов ржи создано на генетической основе ЦМС Р-типа «Рапра». Использование данного типа ЦМС обусловлено высокой частотой генов закрепления стерильности (ms) в популяциях ржи. Согласно литературным данным, в различных популяциях частота ms-генов составляет 90-97% [1]. Высокая частота генов закрепления стерильности позволяет в относительно короткие сроки создать систему ЦМС (мужски стерильный аналог, закрепитель стерильности, восстановитель фертильности), поддерживать в поколениях и размножать материнский компонент, а также вести семеноводство гибридного сорта. Вместе с тем, существенным недостатком Р-ЦМС является низкая частота генов восстановления фертильности. В настоящее время у известных коммерческих гибридов F₁, как правило, индекс восстановления фертильности относительно невысок, что приводит к пониженной озерненности колоса и восприимчивости к спорынье (*Claviceps purpurea*), особенно при дождливой погоде во время цветения [2]. Данная инфекция приводит к загрязнению ржаного зерна склероциями, содержащими токсичные алкалоиды. Для обеспечения достаточного количества пыльцы в семена гибридных сортов на основе Р-ЦМС, как выход из положения, приходится добавлять семена популяционного диплоидного сорта в соотношении: 90% семян гибрида F₁ и 10% семян популяционного сорта ржи, что приводит к некоторому снижению урожайности.

Наряду с селекционно-генетическими исследованиями, основанными на ЦМС Р-типа, проводятся работы с ЦМС G-типа «Guelzower». Он открыт Адольфом и Винклером в 1985 г. на сорте *Шлаглер*. Результаты исследований дают основание считать, что практически все линии ржи способны восстанавливать фертильность. Для ЦМС G-типа локализован ядерный ген восстановления фертильности ms1 (rf) на хромосоме 4RL, также описаны гены-модификаторы на хромосомах 3R (ms2), 6R (ms3) [3].

Основным барьером при создании гетерозисных гибридов ржи на генетической основе G-ЦМС является крайне низкая частота генов закрепления стерильности в популяциях. Несмотря на данное ограничение, в странах западной Европы возделываются гибридные сорта ржи на основе G-ЦМС: *Novus*, *Hellvus*, *Helltop*. По данным (неопубликованным) фирмы «Nordic Seed» данные гибриды в малой степени поражаются спорыньей, несколько более урожайны.

Использование G-ЦМС в селекции гибридных сортов актуально и для Республики Беларусь. Основной задачей здесь является выделение эффективных закрепителей стерильности. Решение данной задачи позволит без особых трудностей получать гибридные сорта без создания отцовских компонентов, поскольку в распоряжении имеется достаточное количество популяционных сортов, по которым ведется оригинальное семеноводство. В данной работе изложены основные результаты изучения генетической системы ЦМС G-типа с целью ее использования для создания гетерозисных гибридов F₁ озимой диплоидной ржи.

Материалы и методика исследований. Материалом для исследований послужили 3000 инцухт-линий озимой диплоидной ржи (2n=14) разного экологического происхождения, 5 мужски стерильных тестеров G-типа (Gülzower), сорта и гибриды диплоидной ржи.

Для выделения инцухт-линий – закрепителей стерильности и восстановителей фертильности проводили парные скрещивания (♀ МС-тестер × ♂ инцухт-линия) с использованием индивидуальных изоляторов. В поле уровень фертильности оценивался в баллах по шкале Гейгера (от 0 до 9) визуально по степени выброса пыльников из цветков во время цветения: 0-3 балла – стерильные, 4-5 – полуфертильные, 6-9 фертильные. Для лабораторной оценки фертильности пыльцы во время цветения фиксировали цветки ржи в 70%-ном этиловом спирте по 8-10 цветков с колоса, с 3-4 растений каждой линии, после чего изучали фертильность под микроскопом на ацетокарминовых препаратах по стандартной методике. В случае наличия на препаратах достаточного количества фертильной пыльцы, учитывалось до 500 пыльцевых зерен.

Помимо шкалы Гейгера предложена 4-х балльная оценка степени редукции пыльников: 4 балла – нормальные пыльники; 3 – слабо редуцированные (2/3 от длины нормальных); 2 – средне редуцированные (1/2 от длины нормальных) и балл 1 – сильно редуцированные (менее 1/3 длины нормально развитых пыльников).

Для предварительного изучения селекционной ценности форм ржи проводилась оценка *per-se* в питомниках микроиспытания: площадь делянки – 1 м² без повторностей, 200 зерен/м², каждая четвертая делянка – стандарт. Окончательное изучение гетерозисных гибридов ржи проводили в питомниках КСИ по общепринятой методике.

Закладка полевых опытов проводилась на дерново-подзолистой легкосуглинистой и рыхло-супесчаной почве с содержанием гумуса 2,02-2,53%, фосфора 153-257 мг/кг почвы, калия 242-289 мг/кг и рН почвы 5,86-6,2. Обеспеченность микроэлементами составила: Са (1282 мг), Mg (272 мг), В (0,51 мг), Си (1,6 мг), Zn (2,1 мг). Предшественник – озимый рапс на зерно. Обработка поч-

вы, посев и уход за посевами осуществлялись в соответствии с агротехникой, принятой для возделывания озимой ржи в Беларуси.

Результаты исследований и их обсуждение. В период 2005-2016 гг. изучено более 3000 инцухт-линий различного экологического происхождения по уровню закрепления и восстановления фертильности пыльцы при скрещиваниях с ЦМС-тестером. Из всех изученных инцухт-линий удалось выделить только 25, которые способны в полной степени закреплять стерильность пыльцы. Все остальные линии являлись восстановителями фертильности с индексом восстановления от 79 до 100%. Поскольку для данного типа ЦМС актуальность представляют закрепители стерильности, последующая работа по выделению селекционно-ценных форм велась только с ними.

Проведена оценка *per-se* [4] 25 линий-закрепителей в питомниках микроиспытаний по основным хозяйственно-полезным признакам (таблица 1). Стандартом являлась ранее выделенная инцухт-линия Л-345, характеризующаяся высоким уровнем самосовместимости, зимостойкости, продуктивности.

Таблица 1 – Результаты микроиспытания (*per-se*) линий – закрепителей стерильности для G-ЦМС озимой ржи (2013 г.)

Гибрид F ₁	Зимостой- кость, балл	Поражение мучни- стой росой, (1-9) 1- устойч., 9-воспр.	Поражение бу- рой ржавчиной, (1-9)	Урожай- ность, г/м ²	± к стан- дарту, %
Л-345 – ст.	8	2	1	672	
Г-1202	6	2	2	830	123,5
Г-1209	4	2	2	720	107,1
Г-1245	8	2	1	710	105,7
Г-1486	6	1	1	700	104,2
Г-1498	3	1	1	500	74,4
Г-1504	7	2	1	630	93,8
Г-1539	7	1	1	260	38,7
Г-1608	6	3	1	190	28,3
Г-1802	8	1	2	480	71,4
Г-1945	6	4	1	220	32,7
Г-1987	9	2	3	210	31,4
Г-2090	4	2	2	375	55,8
Г-2150	2	2	1	435	64,7
Г-2240	6	2	2	450	67,0
Г-2256	8	1	3	790	117,6
Г-2297	4	1	1	570	84,8
Г-2300	5	2	1	360	53,6
Г-2518	2	4	1	440	75,5
Г-2534	7	4	1	720	107,1
Г-2796	4	2	2	150	22,3
Г-2830	8	2	1	856	127,3
Г-3032	7	1	2	760	113,1
Г-3122	5	5	3	480	71,4
Г-3590	3	1	1	170	25,3
Г-4012	2	3	1	210	31,3

Как видно из таблицы, восемь инцухт-линий превзошли стандарт по урожайности. Однако остальные 17 форм также были включены в дальнейшие исследования по созданию системы ЦМС и гетерозисных гибридов F_1 ржи, поскольку все изученные линии являются носителями генов закрепления стерильности, что само по себе актуально для данного типа ЦМС. Кроме того, оценка *per-se* всех выделенных в разные годы закрепителей стерильности проводилась только один год, что не может достоверно отражать селекционную ценность.

На основании полученных результатов можно заключить, что частота генов закрепления стерильности в популяциях озимой ржи находится на уровне 0,8-1,0%, что крайне низко, так как поиск эффективных закрепителей стерильности требует изучения чрезвычайно большого количества инцухт-линий.

Низкая частота генов закрепления стерильности для ЦМС G-типа также существенно усложняет процесс размножения материнских компонентов, т.к. попадание в питомник первичного размножения даже нескольких пыльцевых зерен чужеродной формы приведет через 1-2 года к сильному засорению мужски стерильного материнского компонента фертильными генотипами, что в свою очередь нарушит «чистоту» гибридного сорта и снизит урожайность. Ранее нами установлено, что пространственная изоляция при семеноводстве МС компонентов Р-типа должна быть не менее 800 м, G-типа – не менее 1500 м.

Вместе с тем, высокая частота генов восстановления фертильности пыльцы в популяциях обеспечивает высокий индекс восстановления при использовании популяционных сортов в качестве отцовских компонентов гибридов независимо от материнского генотипа, что существенно сокращает затраты на создание отцовских компонентов [5].

В ходе исследований установлено, что в отличие от ЦМС типа «Рамра», для МС-форм G-типа характерна сильная редукция пыльников независимо от генотипа (рисунок 1), что говорит о высокой закрепляющей способности любого закрепителя стерильности. Как показали результаты цитологического анализа, в таких пыльниках, как правило, пыльцевые зерна вообще не формируются, в некоторых случаях формируется небольшое количество стерильных пыльцевых зерен.

На основании результатов проведенных исследований и литературных данных [6] можно сделать вывод, что для ЦМС G-типа характерны менее значимые функциональные нарушения в митохондриальном геноме по сравнению с Р-типом, что способствует более легкому восстановлению фертильности пыльцы у гибридов F_1 . Более сложный контроль Р-ЦМС со стороны ядерных генов и более выраженные нарушения в митохондриальном геноме обуславливает относительно легкое закрепление стерильности в поколениях и затрудняет восстановление фертильности, что является причиной варьирования уровня редукции пыльников у МС-линий типа Р-ЦМС.

С использованием ЦМС G-типа нами получен ряд экспериментальных гибридов F_1 , большинство из которых в течение трех лет изучения были на уровне или превышали стандартный гибридный сорт ржи Лобел-103 по уро-

жайности. В таблице 2 представлены результаты изучения некоторых из созданных гетерозисных гибридов F₁ на основе G-ЦМС.



А Б

Рисунок 1 – Мужски стерильная форма озимой ржи с сильно редуцированными пыльниками (А), фертильный закрепитель стерильности (Б)

Таблица 2 – Уровень конкурсного гетерозиса гибридов F₁ озимой ржи в питомнике конкурсного испытания (среднее за 2014-2016 гг.)

Селекционный номер	Зимостойкость, балл	Индекс восстановления, %	Урожайность, ц/га	± к стандарту, ц/га
Лобел-103 – стандарт	8	66,7	69,4	
G-13/2	8	90,7	73,6	4,2
G-13/4	7	93,3	68,2	-1,2
G-13/7	8	92,7	75,5	6,1
G-13/8	9	96,3	80,3	10,9
G-13/15	7	92,7	69,0	-0,4
G-13/19	6	95,7	70,9	1,5
G-13/21	8	94,0	82,1	12,7
G-13/26	8	89,0	74,2	4,8
G-13/32	7	96,7	71,8	2,4
G-13/41	9	95,0	79,2	9,8

НСР₀₅

3,8

Результаты изучения 10 гибридов F₁ показали, что все экспериментальные гибриды F₁ характеризовались высоким индексом восстановления (89,0-96,7%), в связи с чем поражение спорыньей было незначительным. Пять образцов достоверно превысили стандарт по урожайности. Гибридный сорт *Лобел-103* создан с использованием Р-ЦМС [7], где, как правило, существуют проблемы с

восстановлением фертильности пыльцы [8]. В данном случае индекс восстановления составил 66,7%, что во многом повлияло на уровень урожайности этого сорта. Визуально не отмечен более высокий уровень поражения *Лобел-103* склероциями спорыньи по сравнению с изучаемыми гибридами, поскольку в питомнике КСИ в непосредственной близости было много делянок с достаточным количеством пыльцы.

Таким образом, в результате проведенных исследований удалось выделить инцухт-линии, являющиеся эффективными закрепителями стерильности для G-ЦМС, а также получить гибриды F₁ с высоким индексом восстановления и потенциалом продуктивности.

Заключение

На основании настоящих и ранее проведенных исследований по изучению Р-ЦМС («Пампа») можно выделить основные отличительные особенности двух типов ЦМС: Р- и G-типов, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Отличительные особенности ЦМС G- и Р-типов озимой ржи

G-тип	Р-тип
Низкая частота генов закрепления стерильности в белорусских популяциях ржи	Низкая частота генов восстановления фертильности в белорусских популяциях ржи
Высокий индекс восстановления фертильности пыльцы у гибридов F ₁ независимо от родительских компонентов (85-100%)	Варьирование индекса восстановления фертильности пыльцы у гибридов F ₁ в зависимости от материнского и отцовского компонентов (от 1,5% до 92%)
Сильная редукция пыльников у МС-форм	Варьирование степени редукции пыльников у МС-форм от сильно- до средне- и слабoredуцированных
Более высокий уровень гетерозиса достигается у линейно-популяционных гибридов F ₁	Более высокий уровень гетерозиса обеспечивают тройные гибриды F ₁ (МС-гибрид x сорт-синтетик)
Гибриды F ₁ более устойчивы к спорынье благодаря высокому индексу восстановления фертильности пыльцы	Гибриды F ₁ менее устойчивы к спорынье из-за пониженного индекса восстановления фертильности пыльцы
Более полная экспрессия генов ЦМС	Менее выраженная экспрессия генов ЦМС из-за более сложного генетического контроля признака ЦМС

Являясь относительно новым типом, G-ЦМС менее изучена с генетической точки зрения и в плане практического использования в селекции гибридных сортов ржи. Анализ литературных данных и результаты наших исследований указывают на перспективность создания гибридных сортов ржи на генетической основе ЦМС G-типа. Однако, для широкого практического использования данного типа ЦМС необходимо решение следующих основных задач:

- изучение особенностей экспрессии ядерных ms генов и митохондриального генома, а также их взаимодействие при закреплении стерильности и восстановлении фертильности;
- изучение характера нарушений митохондриальной ДНК при формировании мужской стерильности;
- разработка биотехнологических и генно-инженерных методов создания линий закрепителей стерильности;
- расширение генофонда линий закрепителей стерильности с применением стандартных методик;
- разработка эффективной схемы селекции и семеноводства гибридных сортов ржи с использованием G-ЦМС.

Литература

1. Geiger, H.H. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.) / H.H. Geiger, F.W. Schnell // – Crop. Sci. – 1970. – Vol. 10. – P. 56-60.
2. Geiger, H.H. Hybrid rye and Heterosis / H.H. Geiger, T. Miedaner // Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. – Madison, Wisconsin, USA, 1999. – P. 439-450.
3. Melz, G. Genetics of a male-sterile rye of «G-type» with results of the first F₁ hybrids / G. Melz, Gu. Melz, F. Hartmann // In proc. Int. Symp. on rye breed. and gen. EUCARPIA. – Radzikow, 2001. – P. 43-50.
4. Madej, L. Ocena plodnosci mieszcancow zryta / L. Madej, R. Osinski, J. Jagodinski // Biuletyn Inst. Hodowli i Aklimat. Roslin. Radzikow, Poland. – 1995. – №195/196. – P. 283-290.
5. Гордей, С.И. Селекционно-генетические аспекты использования эффекта гетерозиса у озимой ржи (*Secale cereale* L.) / С.И. Гордей // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2002. – №1. – С. 103-108.
6. Даниленко, Н.Г. Миры геномов органелл / Н.Г. Даниленко, О.Г. Давыденко. – Минск, 2003. – 780 с.
7. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси (селекция, семеноводство, технология возделывания) // Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
8. Geiger, H.H. Heterosis of factorial inter-pool-single cross among elite winter rye inbred lines / H.H. Geiger, P. Wilde, M. Erfurt, J. Pakas // Proceedings of the Eucarpia Rye Meeting, Juli 4-7, 2001. – Radzikow, 2001. – P. 19-22.

RESULTS OF G-TYPE CMS STUDY AT THE DEVELOPMENT OF WINTER RYE (*SECALE CEREALE* L.) HYBRID VARIETIES

S.I. Hardzei, E.P. Urban

Main results of self-pollinated rye lines study on the ability of male sterility maintaining and pollen fertility restoration in generations for the G-type CMS are presented in the article. The frequency of occurrence of non-restorer genes in rye populations is established. Male sterile analogs of the selected non-restorers (female components of heterozygous rye hybrids) and experimental F₁ rye hybrids based on the G-type CMS were developed. They were studied for the main economic traits and the best genotypes were identified.

**ОЦЕНКА НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

И.В. Сацюк, кандидат с.-х. наук, **С.И. Гордей**, кандидат биол. наук,
В.В. Кот, **А.Э. Ардашникова**, **В.Ю. Трушко**, **А.Ю. Шанбанович**
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 27.02.2018)

Рецензент: доктор с.-х. наук Э.П. Урбан

Аннотация. В статье проанализированы результаты изучения нового селекционного материала озимой мягкой пшеницы в Центральной зоне Республики Беларусь. По результатам конкурсного сортоиспытания выделились сортообразцы, урожайность которых в зависимости от уровня интенсификации возделывания была выше стандарта или находилась с ним на одном уровне. Содержание сырого белка и сырой клейковины в данных сортообразцах соответствовало требованиям ГОСТ 9353-90, предъявляемым к зерну озимой пшеницы, используемому на продовольственные цели.

Введение. Республика Беларусь относится к числу стран, где почвенно-климатические условия не позволяют стабильно получать высококачественное зерно, близкое к зерну сильной пшеницы. Однако неправильно считать, что в почвенно-климатических условиях республики нельзя получить зерно необходимого качества [1]. Здесь так же, как и в других регионах производства озимой пшеницы, имеются вполне реальные возможности для повышения урожайности и качества зерна. Производство зерна высокого качества определяют тремя главными факторами: сортом, качеством семян и агротехникой возделывания. Использование в производстве зерна лучших районированных сортов, наиболее приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям республики, – важный фактор обеспечения высокой урожайности и качества зерна [2].

Перед передачей сорта в Государственное сортоиспытание в течение трех лет сортообразцы, показавшие наиболее стабильные и высокие показатели на ранних этапах селекционного процесса, проходят испытание в конкурсном сортоиспытании.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Предшественник озимый рапс. Посев проводили с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на гектар сеялкой «Wintersteiger» по методике двухфакторного опыта методом рендомизированных блоков в 4-кратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². Почва дерново-подзолистая (рН (KCl) 5,13-6,03; содержание подвижных форм P₂O₅ и обменного K₂O (по Кирсанову) – 262-280 и 330-376 мг/кг почвы соответственно, гумус (по Тюрину) 2,67-3,23%.

Объектами исследований были различные сортообразцы озимой пшеницы собственной селекции, изучаемые на двух уровнях интенсификации технологии возделывания.

Семена протравливали протравителем Баритон, КС в норме 1,5 л/т. Фосфорные и калийные удобрения ($P_{75}K_{120}$) во всех вариантах внесены общим фоном, также общим фоном внесено N_{130} , в т.ч. N_{20} с осени вместе с фосфорными удобрениями, N_{60} при возобновлении весенней вегетации, N_{50} в фазу конец кущения – начало выхода в трубку. На интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы при появлении флагового листа было дополнительно внесено N_{40} . Посевы осенью обрабатывали гербицидом Алистер Гранд, МД (ДК 11-13) в норме 0,7 л/га. На обоих уровнях интенсификации была проведена обработка посевов фунгицидом Зантара, КЭ (0,8 л/га) (ДК 37-39). На фоне повышения уровня азотного питания до 170 кг/га д.в. дополнительно проводили обработку ретардантом Моддус, КЭ в половинной норме (0,2 л/га) (ДК 30-31), также на интенсивной технологии возделывания проводили дополнительную защиту колоса фунгицидом Прозаро, КЭ (0,8 л/га) (ДК 61-63).

Содержание сырого протеина и клейковины в зерне пшеницы определяли методом ИК-спектроскопии на приборе NIRS-5000.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что способствовало более объективной оценке изучаемых сортообразцов озимой пшеницы.

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [3] с помощью пакета программ, входящих в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ СТАТ.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность стандартного сорта *Элегия* в 2015 г. составила 61,5 ц/га при возделывании озимой пшеницы по обычной технологии и 76,8 ц/га – по интенсивной технологии возделывания. Максимальная урожайность при возделывании по обычной технологии была получена у образца *0317* и составила 66,4 ц/га, что на 4,9 ц/га выше стандарта при НСР₀₅ 3,46 (таблица 1). Образцы под номерами *05107*, *0552-2* и *114/8-11* также превысили стандарт по урожайности, но в пределах наименьшей существенной разности. При возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии все изучаемые сортообразцы сформировали урожайность зерна ниже, чем у стандартного сорта *Элегия*, только сортообразец *114/8-11* сформировал практически одинаковую урожайность – 76,6 ц/га.

В 2016 г. урожайность сорта *Элегия* при обычной технологии возделывания составила 74,1 ц/га, а при интенсивной технологии этот показатель составил 76,0 ц/га. Наибольшая урожайность при обычной технологии возделывания получена у сортообразца под номером *05107* – 75,7 ц/га, что недостоверно превысило стандарт на 1,6 ц/га. При интенсивной технологии возделывания сортообразец под номером *05107* сформировал наибольшую урожайность (89,8 ц/га), превысив стандарт на 13,8 ц/га. Также существенную прибавку показали образцы под номерами *0317* (9,1 ц/га), *114/8-11* (12 ц/га), *07151* (4,7 ц/га).

Таблица 1 – Урожайность сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания, ц/га

Селекционный номер образца	2015 г.		2016 г.		2017 г.		Средняя	
	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология
Элегия (стандарт)	61,5	76,8	74,1	76,0	102,7	109,7	79,4	87,5
07106	51,7	51,5	61,8	67,5	88,2	98,5	67,2	72,5
0795-1	56,8	62,2	71,4	75,6	100,5	103,3	76,2	80,4
0795-2	57,9	64,8	74,3	65,2	109,9	116,0	80,7	82,0
07135	59,1	60,9	66,0	72,8	91,7	90,3	72,3	74,7
0317-1	66,4	70,1	73,1	78,8	88,7	91,2	76,1	80,0
0317-2	58,4	60,6	68,4	85,1	80,3	93,5	69,0	79,7
05107	62,0	72,3	75,7	89,8	88,8	92,0	75,5	84,7
0552-1	54,2	62,8	67,7	72,3	104,8	107,1	75,6	80,7
0552-2	62,9	71,5	68,2	72,9	111,6	117,5	80,9	87,3
114/8-11	64,0	76,6	72,6	88,0	104,4	107,8	80,3	90,8
07151	60,1	66,0	66,3	80,7	92,5	84,1	73,0	76,9
07162-1	55,3	69,2	69,2	79,1	99,9	97,3	74,8	81,9
07162-2	59,8	70,0	66,6	79,4	97,7	97,9	74,7	82,4
Среднее	59,3	66,8	69,7	77,4	97,3	100,4	75,4	81,5

HCP₀₅ мех. 1,30

HCP₀₅ сорт 3,46

HCP₀₅ част.ср. 4,89

HCP₀₅ мех. 1,45

HCP₀₅ сорт 3,86

HCP₀₅ част.ср. 5,46

HCP₀₅ мех. 1,67

HCP₀₅ сорт 4,43

HCP₀₅ част.ср. 6,26

Максимальная урожайность в опыте была получена в 2017 г. у сортообразцов под номерами 0552/2 и 0795 при возделывании по интенсивной технологии и составила 117,5 и 116,0 ц/га соответственно, что на 7,8 и 6,3 ц/га выше, чем у сорта Элегия ($HCP_{05} = 4,43$). Данные сортообразцы также сформировали максимальную урожайность зерна при возделывании по обычной технологии возделывания (111,6 и 109,9 ц/га соответственно) и достоверно превысили стандарт.

В среднем за годы исследований при обычной технологии возделывания выделились сортообразцы 0552-2 и 114/8-11, урожайность которых составила 80,9 и 80,3 ц/га и была выше стандарта на 1,5 и 0,9 ц/га соответственно. При интенсивной технологии возделывания эти же образцы имели максимальную урожайность (87,3 (-0,2 ц/га к стандарту) и 90,8 ц/га (+3,3 ц/га к стандарту). У образца 0795-2 при обычной технологии урожайность составила 80,7 ц/га, однако при интенсивной этот показатель значительно уступал стандарту.

Содержание сырого белка и сырой клейковины в годы исследований различалось в зависимости от условий года. Максимальное содержание сырого белка и сырой клейковины отмечено в 2015 г. и изменялось в пределах 14,2-17,7% и 33,4-43,2% соответственно (таблицы 2, 3), в 2016 г. – 11,5-16,9% и 26,3-

38,7% соответственно. Минимальные показатели по содержанию сырого белка и сырой клейковины были в 2017 г. – 11,2-15,5% и 20,5-32,3% соответственно.

Таблица 2 – Содержание сырого белка в сортообразцах озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания, %

Селекционный номер образца	2015 г.		2016 г.		2017 г.		Средняя	
	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология
Элегия (стандарт)	14,6	16,9	13,9	16,2	11,4	12,7	13,3	15,3
07106	16,6	17,7	13,1	15,6	11,3	13,3	13,7	15,5
0795-1	16,7	17,1	16,0	15,7	13,0	15,0	15,2	15,9
0795-2	15,5	16,0	14,8	16,9	11,2	12,2	13,8	15,0
07135	14,7	15,8	15,9	15,4	13,8	14,2	14,8	15,1
0317-1	14,9	15,7	14,9	16,0	13,7	13,8	14,5	15,2
0317-2	14,7	15,3	13,5	15,6	12,7	14,3	13,6	15,1
05107	16,3	16,7	11,5	14,7	13,6	13,8	13,8	15,1
0552-1	15,7	16,7	14,1	16,6	12,7	13,2	14,2	15,5
0552-2	15,0	15,6	15,3	15,5	12,3	12,7	14,2	14,6
114/8-11	14,2	15,5	12,6	13,8	13,5	14,6	13,4	14,6
07151	16,2	17,6	15,6	15,6	14,1	14,5	15,3	15,9
07162-1	15,3	16,5	11,8	15,7	14,1	13,9	13,7	15,4
07162-2	15,6	16,2	12,4	13,6	12,5	15,5	13,5	15,1
Среднее	15,4	16,4	14,0	15,5	12,9	13,8	14,1	15,2

В среднем за годы исследований содержание сырого белка в зависимости от уровня интенсификации у стандартного сорта *Элегия* составило 13,3 и 15,3%. Практически все изученные сортообразцы озимой пшеницы при возделывании по обычной и интенсивной технологии или превысили стандарт, или уступили ему незначительно. Такая же закономерность наблюдалась и по содержанию сырой клейковины.

Максимальное влияние на урожайность, содержание сырого белка и сырой клейковины в зерне изучаемых сортообразцов озимой пшеницы оказали климатические условия года. Корреляционный анализ показал их тесную взаимосвязь с урожайностью зерна ($r=0,87$), содержанием сырой клейковины в зерне ($r=0,78$) и средней зависимостью с содержанием сырого белка в зерне ($r=0,67$).

Различное содержание сырого белка и сырой клейковины в зерне в условиях обильного или недостаточного увлажнения зависело не только от изучаемого сортообразца, но и от уровня интенсификации технологии возделывания ($r=0,37$ и $r=0,30$ соответственно), и имело отрицательную зависимость с урожайностью зерна ($r=-0,62$ и $r=-0,74$ соответственно).

Таблица 3 – Содержание сырой клейковины в сортообразцах озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания, %

Селекционный номер образца	2015 г.		2016 г.		2017 г.		Средняя	
	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология	Обычная технология	Интенсивная технология
Элегия (стандарт)	33,9	38,5	31,8	38,3	23,8	28,6	29,8	35,1
07106	38,3	43,2	32,3	38,2	22,4	27,6	31,0	36,3
0795-1	38,0	39,8	37,5	37,6	26,1	31,8	33,9	36,4
0795-2	34,5	36,7	34,5	39,6	20,5	24,3	29,8	33,5
07135	34,4	36,7	36,8	36,2	27,2	29,4	32,8	34,1
0317-1	34,8	36,1	35,3	37,4	27,5	29,0	32,5	34,2
0317-2	33,5	36,4	30,7	36,3	25,3	28,9	29,8	33,9
05107	36,1	38,6	26,3	33,6	30,1	29,1	30,8	33,8
0552-1	34,9	36,4	31,2	37,7	27,2	27,3	31,1	33,8
0552-2	34,6	35,9	34,3	36,3	26,0	27,2	31,6	33,1
114/8-11	33,4	36,3	31,1	33,3	28,5	30,0	31,0	33,2
07151	38,0	39,9	37,1	36,5	30,8	29,9	35,3	35,4
07162-1	36,3	38,0	29,8	38,7	30,8	28,5	32,3	35,1
07162-2	36,5	38,3	29,2	32,9	25,7	32,3	30,5	34,5
<i>Среднее</i>	35,5	37,9	32,7	36,6	26,5	28,8	31,6	34,4

Заключение

По результатам исследований выделились сортообразцы *0552-2* и *114/8-11*, урожайность которых в зависимости от уровня интенсификации возделывания была выше стандарта или находилась с ним на одном уровне. Содержание сырого белка и сырой клейковины у данных сортообразцов соответствовало требованиям ГОСТ 9353-90, предъявляемым к зерну озимой пшеницы, используемому на продовольственные цели.

Литература

1. Мухаметов, Э.М. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э.М. Мухаметов [и др.]. – Минск: Дизайн ПРО. – 1996. – 256 с.
2. Тарануха, Г.И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений по агрономическим спец. / Г.И. Тарануха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 420 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. // Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 346 с.

**EVALUATION OF NEW BREEDING MATERIAL OF WINTER SOFT WHEAT
IN CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**I.V. Satsyuk, S.I. Hardzei, V.V. Kot, A.E. Ardashnikova, V.Yu. Trushko,
A.Yu. Shanbanovich**

Study results of new winter soft wheat breeding material in the Central zone of the Republic of Belarus are presented and analyzed. The results of the competitive variety trials allowed to identify the variety samples yield of which was higher than in the standard or was at the standard's level depending on the level of intensification. The contents of crude protein and crude gluten in those variety samples corresponded to the State Standards 9353-90 applicable to winter wheat grain used for food aims.

УДК 633.358:631.526.3(476)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО
В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Л.И. Гвоздова, В.Ч. Шор, М.Н. Крицкий, кандидаты с.-х. наук
А.А. Козловский, Е.В. Карпович, Т.В. Тихомирова, Е.В. Семенова*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
*Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт
генетических ресурсов растений им.Н.И. Вавилова»
(Поступила 9.02.2018 г.)*

Рецензент: канд. с.-х. наук И.С. Матыс

***Аннотация.** В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов гороха посевного различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР по основным хозяйственно-полезным признакам, с целью выявления источников для использования в селекционном процессе.*

Введение. Горох – ценная кормовая и продовольственная культура, которая формирует почти во всех почвенно-климатических зонах республики по сравнению с остальными зернобобовыми самые высокие урожаи семян и зеленой массы. Однако необходимо отметить, что полегание посевов и потери урожая при механизированной уборке являются основными проблемами при возделывании гороха. В связи с этим селекция гороха направлена на преодоление таких негативных с точки зрения сельскохозяйственного производства биологических особенностей культуры, как сильная облиственность и индетерминантный рост, неравномерность созревания, полегаемость растений, растрескиваемость бобов и осыпаемость семян, поражаемость болезнями. Успехи современной селекции позволяют получать генотипы и с высокой продуктивностью, одновременностью созревания бобов на растении, высоким содержанием белка в зерне и зеленой массе, устойчивые к болезням [1].

Для успешной селекции высокоурожайных, устойчивых к полеганию и экологически адаптированных сортов гороха наиболее важное значение имеют

длина растения, число и размер междоузлий, а также элементы продуктивности.

Эффективность всей селекционной работы во многом определяется наличием и изучением исходного материала. Причем реальный прогресс в селекции может дать метод подбора родительских пар с учетом их генетических различий. Поэтому одной из первостепенных задач является изучение коллекционного материала в местных условиях и вовлечение их в дальнейшем в селекционный процесс. Коллекция гороха ежегодно пополняется лучшими селекционными образцами из Беларуси, России, некоторых стран Западной Европы [2].

Создание сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям, требует знания генофонда культуры и наличия перспективного исходного материала. Это позволит лучшие образцы по комплексу хозяйственно ценных признаков использовать в качестве родительских форм в гибридизации при создании нового исходного материала.

Материал и методика проведения исследований. Исследования по изучению коллекционного материала гороха посевного проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». В коллекционном питомнике изучался 61 сортообразец разных экотипов, отличающихся по морфотипу растения.

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, характеризуется следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH –5,6-6,1; содержание подвижного P_2O_5 175-185 мг/кг, K_2O – 230-260 мг/кг почвы. Предшественник – овес. Фосфорные и калийные удобрения вносили осенью под зяблеву вспашку общим фоном в дозе $P_{90}K_{120}$.

Закладка коллекционного питомника осуществлялась согласно общепринятой методике ВИР [3]. Все образцы, поступающие в коллекцию, изучали в течение 3 лет на продуктивность, а также проводили фенологические наблюдения и морфологические описания по общепринятым методикам [4].

Уход за посевами заключался в поддержании междурядий в чистом от сорняков состоянии. Для борьбы с гороховой плодояркой была проведена обработка инсектицидом БИ-58 новый (1 л/га), Биская (0,2-0,3 л/га), с тлей – обработка инсектицидом Актара (0,1 кг/га).

Урожайность определяли путем ручного обмолота снопа, вручную отобранного со всей делянки.

Климатические условия центральной части Республики Беларусь являются благоприятными для возделывания гороха. Различные погодные условия в годы проведения исследований позволили провести наиболее полную оценку изучаемого материала.

Результаты исследований и их обсуждение. При изучении коллекции гороха посевного выявлена различная реакция сортообразцов на меняющиеся условия окружающей среды. Выделены лучшие сортообразцы как по отдельным селекционно-ценным признакам, так и по их комплексу.

Как видно из таблицы 1, изучаемые коллекционные образцы имели разное эколого-географическое происхождение – более чем из 21 страны, однако

наибольшее количество из России (33%). Что касается морфотипа листа, то преимущество отдается листочковому типу (64%). Это связано с тем, что горох с листочковым морфотипом более изучен, чем усатый. Если анализировать по странам, то в некоторых ведут селекцию только по одному морфотипу листа. Так, Польша, Финляндия, Австралия и Швеция предпочтение отдают образцам с усатым морфотипом листа; Болгария листочковым, Россия и Нидерланды занимаются изучением гороха с разным морфотипом листа.

Сортообразец *Атлант* в полевых условиях оказался невсхожим в течение трех лет.

Длина растений важна в селекции при создании сортов гороха различного направления использования. Для кормовых целей наиболее подходят высоко-рослые сорта, которые имеют высокую урожайность зеленой массы. Высоко-рослыми (101-160 см) являются образцы *Saksa* – 106 см, *Petleshkovo* – 114 см, №35297 – 138 см, *Jl-2056 POL.6.af* – 111 см, *OR-2151* – 106 см. К полукарликовым формам (31-60 см) относятся 16 сортообразцов: *Korotkostebel'nyi 1*, *Laurel*, *Mercato*, *P1Y/73*, *HJA 51666*, *Snowbird*, *HJA 51667*, *ORGOR. ST 75/109*, *Carrera*, *Усатый*, *Kazar*, *Ariana. Azur*, *Solara*, *SH 95-69-3*; *F03M3*. Остальные сортообразцы относятся к среднерослым с длиной растения 61-100 см. Современные зерновые сорта в основном представлены среднерослыми и полукарликовыми формами.

Длина растения контролируется двумя группами генов, одни из которых определяют длину междоузлия, другие количество их на стебле. В изучаемых образцах гороха количество всех междоузлий варьировало от 12 до 24 шт. с одного растения. Количество продуктивных междоузлий составило от 2 до 7 шт. Максимальное количество продуктивных междоузлий сформировали образцы *X 95 P069*, *F04-7*, *Emerald GEM Kneifel Erbsen* – 7, *Орловский* – 7, №35297 – 7, *OR-2151* – 7, *k-8414* – 7. Тенденция увеличения всех междоузлий не связывается с увеличением количества продуктивных междоузлий.

Наибольшее количество бобов с одного растения гороха за годы исследований отмечено у следующих сортообразцов: *Diacol Boyaca* (13 штук), *Saksa* (12 шт.), *Petleshkovo* (12 шт.), *Jl-2056 POL.6.af* (12 шт.), *OR-2151* (12 шт.).

Количество семян с одного растения находилось в пределах от 11 шт. у *Korotkostebel'nyi 1* до 76 шт. у *P.s.29301428*. Отмечен ряд образцов с наибольшим количеством семян с одного растения: *P.s.29301428* (76 шт.), *Jl-2056 POL.6.af* (67 шт.), *Petleshkovo* и *OR-2151* (62 шт.).

Селекционный интерес представляют образцы с устойчивым к полеганию стеблем, высокой продуктивностью семян в сочетании с коротким стеблем за счет уменьшения длины междоузлий: *Mercato*, *Snowbird*, *Solara*, *Лу-268-98*, *Усатый*.

Изучение периода вегетации – важная оценка в селекционном процессе, она обеспечивает принадлежность сорта к конкретной группе скороспелости. Вегетационный период образцов составил от 64 до 85 дней. К раннеспелым с вегетационным периодом от всходов до созревания 61-70 дней можно отнести 10 сортообразцов: *Laurel*, *Snowbird*, *F.C.3954*, *ST 75/109*, *WL-1263*, *ID*

Таблица 1 – Морфологические, биологические и хозяйственные признаки изучаемых сортов бобов гороха посевного (среднее за 2015-2017 гг.)

Образец	Страна происхождения	Морфотип листа	Вегетационный период, дней	Длина растения, см	Количество междоузлий, шт.			Количество бобов, шт.	Число семян, шт.
					всего	продуктивных	7		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Emerald Gem Kneifel	Германия	лист.	74	93	17	7	7	33	
Erbesen	Lithuania	лист.	79	80	19	4	7	27	
368-Felsiu	Germany	лист.	81	106	22	6	12	57	
Saksa	Bulgaria	лист.	85	114	23	6	12	62	
Petleshkovo	Россия	лист.	81	79	15	3	5	22	
Zimostoiikii Gibrud 165/10	India	лист.	76	98	20	5	10	30	
BR-2	Россия	лист.	83	47	17	3	5	11	
KorotkostebeГлуи 1	Россия	лист.	78	79	20	7	9	34	
Орловский	Германия	лист.	69	43	12	3	5	22	
Laurel	Latvia	лист.	81	93	20	3	4	20	
Priekul'skii 3038	Россия	лист.	78	87	13	6	8	31	
Zenit	Bulgaria	лист.	78	86	19	8	13	44	
Diasol Voyasa	Россия	лист.	78	94	19	6	9	30	
Mnogoplodnuy	Netherlands	лист.	84	47	14	3	5	24	
Mercato	Poland	усог.	76	91	18	5	9	39	
Milewska	Poland	усог.	81	52	16	4	7	32	
P1Y/73	Turkey	лист.	77	138	20	7	11	46	
№ 35297	Россия	лист.	76	99	17	3	9	21	
Mutant Bezusyi Rannii	USA	лист.	65	47	14	4	7	24	
Snowbird	Pakistan	лист.	64	58	16	5	8	36	
F. C.3954									

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
L5275	Sweden	лист.	78	84	17	4	6	26
HJA51666	Finland	усог.	70	57	17	3	6	26
HJA51667	Finland	усог.	74	55	16	5	7	31
Флагман Usach	Россия	лист.	78	78	15	3	6	23
Neosyrayushchiysa	Украина	усог.	78	90	18	4	8	27
Orogot	Россия	лист.	73	53	17	4	8	39
740/86	Украина	лист.	64	75	13	5	8	18
ST 75/109	Germany, Dem. Republic	лист.	67	51	15	5	7	28
Solara	Netherlands	усог.	78	56	18	4	6	22
Nord	Россия	усог.	79	85	20	4	6	26
Khar'kovskii 29	Ukraine	лист.	75	72	16	3	6	32
D'Eterminantnyi V'shi	Ukraine	лист.	82	73	15	3	5	36
Sprut	Россия	усог.	78	96	23	4	7	33
HJA 51824	Finland	усог.	77	61	17	4	7	35
J1-2056 POL.6.af	Польша	усог.	85	111	27	6	12	67
HJA 51829 J1-1810	Finland	усог.	79	56	22	3	6	24
OR-2141	Россия	лист.	82	97	19	5	10	41
OR-2151	Россия	усог.	77	106	15	7	12	62
k-8414	Mexico	усог.	81	97	23	7	8	51
WL-1263	Швеция	лист.	70	88	12	5	5	35
Aksaisky Usatui	Россия	усог.	76	87	18	5	9	49
Алант	Россия	нет всходов	нет всходов	нет всхо- дов	нет всходов	нет всходов	нет всходов	нет всхо- дов
Орел 318	Россия	лист.	74	94	20	4	8	39

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
P.s.29301428	Австралия	лист.	81	82	24	8	2	76
Лу-268-98	Россия	лист.	81	62	15	3	4	19
Сток	Россия	усог.	83	71	20	5	9	34
Ольбек КСИ	Россия	лист.	77	85	20	3	4	18
Ig 115223 IFR1 3639	Непал	лист.	83	100	28	6	10	47
Памяти Хангильдина	Россия	усог.	74	91	18	5	8	34
Б-2860/1	Россия	усог.	75	87	17	4	6	38
Б-3414/6P	Россия	усог.	74	64	18	3	5	18
Azug	Германия	усог.	74	57	17	3	5	20
ID 29201199	Австралия	лист.	68	99	19	6	7	35
X 95 P069, F04	Болгария	лист.	78	76	20	7	10	40
ID 29600561	Австралия	лист.	81	83	19	4	5	24
ID 29200910	Австралия	лист.	66	68	17	4	7	19
SH 95-69-3;F03M3	Болгария	лист.	67	36	15	2	2	10
Kazar	Франция	лист	76	39	18	3	3	12
Усатый	Голландия	ус	81	47	17	5	10	47
Апана	Канада	ус	78	46	17	2	3	14
Саггера	Канада	ус	79	42	17	2	3	11

29200910, ID 29201199, SH 95-69-3;F03M3, HJA51666, 740/86. Семнадцать образцов отличались позднеспелостью (период вегетации 81-85 дней). Остальные образцы – среднеспелые (71-80 дней).

Одним из важнейших направлений селекции является создание высокопродуктивных сортов. Высокая урожайность ценоза обеспечивается наилучшим развитием основных элементов структуры каждого растения. В изучаемой коллекции образцы *Усатый* и *P.s.29301428, ID 29600561, 368-FELSIU, Zimostoikii Gibrid 165/10, Laurel* низкоурожайные с урожайностью до 300 г/м². 12 образцов сформировали очень высокую урожайность (свыше 500 г/м²): *BR-2, Орловский, Diacol Boyaca, Snowbird, F.C.3954, Флагман, Solara, Azur, ID 29200910, SH 95-69-3;F03M3, Ariana, Carrera*. К высокоурожайным (401-500 г/м²) можно отнести следующие сортообразцы: *Petleshkovo, Zenit, Milewska, L5275, Mnogoplodnuy, HJA51666, HJA51667, Usach Neosypayushchiysya, Orgor, Nord, Determinantnyi Vshi, JI-2056 POL.6.af, Kazar, ID 29201199, Б-2860/1, Б-3414/6P, Памяти Хангильдина*. Остальные образцы среднеурожайные 301-400 г/м².

Окраска семенной оболочки изучаемых сортообразцов розово-желтая, воскоподобная, светло-желтая, изумрудная, желто-зеленая, коричневая, черная, светло-бурая (таблица 2), Селекционную ценность представляют сортообразцы, которые имеют розовато-желтую и однородную желто-зеленую окраску.

Таблица 2 – Характеристика основных элементов продуктивности гороха посевного (среднее 2015-2017 гг.)

Образец	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян г/м ²	Форма семян	Окраска семенной оболочки
1	2	3	4	5
Emerald Gem Kneifel Erbsen	207	482	сферическая	розово-желтая
368-Felsiu	173	254	яйцевидная	светло-желтая
Saksa	138	391	сферическая	розово-желтая
PetleshkovO	188	409	неправильная	светло-желтая
Zimostoikii Gibrid 165/10	189	176	цилиндрическая	желто-зеленая
BR-2	223	534	неправильная	изумрудная
Korotkostebel'nyi 1	348	271	сферическая	розово-желтая
Орловский	199	521	яйцевидная	светло-желтая
Laurel	226	203	сферическая	светло-желтая
Priekul'skii 3038	180	338	яйцевидная	розово-желтая
Zenit	287	440	яйцевидная	светло-желтая
Diacol Boyaca	252	530	ромбовидная	коричневая
Mnogoplodnuy	232	458	сферическая	светло-желтая
Mercato	184	366	сферическая	розово-желтая
Milewska	190	460	яйцевидная	изумрудная
P1Y/73	237	316	яйцевидная	светло-желтая
№ 35297	209	371	яйцевидная	светло-желтая
Mutant Bezusy'i Rannii	285	392	сферическая	светло-желтая
Snowbird	263	560	цилиндрическая	желто-зеленая
F.C.3954	230	537	яйцевидная	светло-желтая

Продолжение таблицы 2				
1	2	3	4	5
L5275	218	498	сферическая	желто-зеленая
HJA51666	214	486	сферическая	коричневая
HJA51667	209	496	неправильная	светло-желтая
Флагман	302	525	сферическая	розово-желтая
Usach Neosypayushchiysya	240	482	неправильная	красно-коричневая
Orgor	210	496	сферическая	светло-желтая
740/86	260	292	неправильная	желто-зеленая
ST 75/109	209	350	яйцевидная	светло-желтая
Solara	290	578	сферическая	воскоподобная
Nord	247	498	яйцевидная	желто-зеленая
Khar'kovskii 29	230	366	яйцевидная	розово-желтая
Determinantnyi Vshi	275	432	яйцевидная	розово-желтая
Sprut	199	360	яйцевидная	розово-желтая
HJA 51824	208	354	треугольная	желто-зеленая
Jl-2056 POL.6.af	223	451	сферическая	розово-желтая
HJA 51829 Jl-1810	235	320	яйцевидная	светло-бурое
OR-2141	214	370	яйцевидная	розово-желтая
OR-2151	195	328	яйцевидная	розово-желтая
k-8414	199	317	сферическая	розово-желтая
WL-1263	316	375	сферическая	воскоподобное
Aksaisky Usatui	218	402	яйцевидная	розово-желтая
Атлант	нет всходов	нет всходов	нет всходов	нет всходов
Орел 318	309	377	яйцевидная	розово-желтая
P.s.29301428	163	199	сферическая	розово-желтая
Лу-268-98	271	407	яйцевидная	розово-желтая
Стоик	254	352	яйцевидная	розово-желтая
Ольбеж КСИ	280	525	цилиндрическая	черное
Ig 115223 IFPI 3639	185	308	сферическая	розово-желтая
Памяти Хангильдина	294	462	сферическая	розово-желтая
Б-2860/1	278	428	яйцевидная	розово-желтая
Б-3414/6P	276	491	яйцевидная	розово-желтая
Azur	250	552	яйцевидная	светло-желтое
ID 29201199	212	404	сферическая	розово-желтая
X 95 P069, F04	220	342	неправильная	желто-зеленая
ID 29600561	172	274	яйцевидная	розово-желтая
ID 29200910	219	562	сферическая	розово-желтая
SH 95-69-3;F03M3	274	535	яйцевидная	светло-желтое
Kazar	166	407	сферическая	желто-зеленая
Усатый	270	225	яйцевидная	светло-желтое
Agiana	326	541	яйцевидная	розово-желтая
Carrera	296	712	яйцевидная	светло-желтое

Форма семян – один из основных признаков в селекционном процессе. Еще Г. Менделем было установлено, что округлые семена с гладкой поверхностью доминируют над мозговыми семенами со сморщенной поверхностью. В изучаемой коллекции 46 сортообразцов представлены сферической или яйцевидной формой с гладкой поверхностью. 15 образцов имеют неправильную, цилиндрическую или ромбовидную форму с разной степенью сморщенности семядолей. Наибольший интерес для селекционера представляют образцы сферической или яйцевидной формы с гладкой поверхностью, которые имеют «простые» округлые крахмальные зерна с хорошо выраженной слоистостью. Такие семена отличаются привлекательным внешним видом и высокими товарными качествами.

Масса 1000 семян – признак, который в меньшей степени зависит от внешних условий и во многом контролируется генотипом. Данный показатель изменялся от 138 до 326 г. Крупное зерно (M_{1000} – 251-350 г) сформировали *Ariana*, *Усатый*, *SH 95-69-3;F03M3*, *Б-3414/6Р*, *Б-2860/1*, *Памяти Хангильдина*, *Ольбеж КСИ*, *Стонк*, *Лу-268-98*, *Орел 318*, *WL-1263*, *Determinantnyi Vshi*, *Solara*, *740/86*, *Snowbird*, *Korotkostebel'nyi 1*, *Zenit*. Сортообразец *Saksa* отличался мелкосемянностью (M_{1000} – 138 г). Остальные образцы имеют среднюю массу 1000 семян (151-250 г). Для создания сортов универсального направления селекционный интерес представляют крупносемянные образцы с массой 1000 семян 210-250 г, а укосно-кормового направления – 120-150 г. Это важно для снижения затрат на посевной материал.

Выводы

1. В результате исследований выделены коллекционные образцы, рекомендованные в качестве источников хозяйственно-ценных признаков в селекции гороха посевного:

– с длиной стебля 101-160 см: образцы *Saksa* (106 см), *Petleshkovo* (114 см), №35297 (138 см), *JI-2056 POL.6.af* (111 см), *OR-2151* (106 см);

– с длиной стебля 31-60 см 16 сортообразцов: *Korotkostebel'nyi 1*, *Laurel*, *Mercato*, *PIY/73*, *HJA51666*, *Snowbird*, *HJA51667*, *ORGOR. ST 75/109*, *Carrera*, *Усатый*, *Kazar*, *Ariana*. *Azur*, *SOLARA*, *SH 95-69-3;F03M3*;

– с наибольшим числом бобов с одного растения: сортообразцы *Diacol* *Boyaca* (13 шт.), *Saksa* (12 шт.), *Petleshkovo* (12 шт.), *JI-2056 POL.6.af* (12 шт.), *OR-2151* (12 шт.)

– с наибольшим количеством семян с одного растения: *P.s.29301428* (76 шт.), *JI-2056 POL.6.af* (67 шт.), *Petleshkovo* и *OR-2151* (62 шт.);

– с высокой урожайностью (свыше 500 г/м²): *BR-2*, *Орловский*, *Diacol* *Boyaca*, *Snowbird*, *F.C.3954*, *Флагман*, *SOLARA*, *Azur*, *ID 29200910*, *SH 95-69-3;F03M3*, *Ariana*, *Carrera*.

2. Селекционный интерес представляют образцы с устойчивым к полеганию стеблем, высокой продуктивностью семян в сочетании с коротким стеблем за счет уменьшения длины междоузлий: *Mercato*, *Snowbird*, *Solara*, *Лу-268-98*, *Усатый*.

Литература

1. *Фадеева, А.Н.* Основные достижения и направления в селекции гороха / А.Н. Фадеева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 65-67.
2. *Курлович, Б.С.* Генофонд и селекция зернобобовых культур / Б.С. Курлович и [др.] // Теоретические основы селекции. – Санкт-Петербург, 1995. – Т 3 – 438 с.
3. Коллекция мировых генетических ресурсов зернобобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания / *М. А. Вишнякова* и [др.] – Санкт-Петербург; ГНУ ВИР, 2010 – 141 с.
4. Унифицированный классификатор гороха *Pisum L.* / *Ф.И. Привалов* [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 54 с.

STUDY RESULTS OF PEA COLLECTION IN BELARUS

**L.I. Gvozdova, V.Ch. Shor, M.N. Kritsky, A.A. Kozlovsky,
E.V. Karpovich, T.V. Tikhomirova, E.V. Semyonova**

Research results of the study of collection field pea accessions of different ecological and geographical origin from the VIR world collection by the main economic characters for the identification of sources for their use in breeding process are presented in the article.

УДК 633.367.2:631.526.32

АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L.*) ПО ГЕНАМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Н.В. Анисимова*, канд. биол. наук, **Е.Н. Сысолятин***, **М.Н. Крицкий, В. Ч. Шор**, кандидаты с.-х. наук, **В.В. Гринь, А.А. Козловский, А.В. Кильчевский***, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

* Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

(Поступила 9.02.2018)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований исходного материала люпина узколистного различного происхождения и генотипирования коллекции образцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius L.*) с использованием ДНК-маркеров, связанных с генами, контролирующими фенотипическое проявление хозяйственно-ценных признаков. Выявлены образцы, обладающие хозяйственно-полезными признаками и представляющие интерес для селекции на территории Республики Беларусь.

Введение. Одной из ценных для условий Республики Беларусь высокобелковых бобовых культур является люпин узколистный (*Lupinus angustifolius L.*), который рассматривается не только как источник сбалансированного, легкоусвояемого и экологически чистого белка, но и как фактор биологизации земледелия.

Основная ценность люпина заключается в высоком содержании белка в семенах и зеленой массе. Количество белка, сбалансированного по аминокислотному составу, в зерне колеблется от 30 до 34% и более. Зерно люпина используется в качестве высокобелковой добавки в рационах всех видов сельскохозяйственных животных. Зеленая масса содержит от 18 до 23% белка в переводе на сухое вещество и используется в кормлении животных в свежескошенном виде, а также для приготовления грубых и сочных кормов. На основании расчетов, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», оптимальные посевные площади люпина в Республике Беларусь должны составить 100 тыс. га при общей потребности в зернобобовых культурах 350 тыс. га. Возделывание люпина в сельскохозяйственных предприятиях республики определяется необходимостью балансирования по белку концентрированных кормов, что в конечном итоге позволит сократить импорт дорогостоящего высокобелкового сырья.

Создание высокопродуктивных и устойчивых к заболеваниям сортов люпина является важной селекционной задачей, решению которой способствует применение современных генетических методов.

Современная генетика располагает сведениями о ряде генов, кодирующих хозяйственно значимые признаки люпина узколистного и детерминирующих устойчивость к некоторым болезням. Установлен ген низкой алкалоидности люпина *iucundus*, ген проницаемости оболочки семян *mollis*, ген чувствительности к яровизации *Ku*, а также гены *tardus* и *lentus*, в рецессивном состоянии обеспечивающие нерастрескиваемость бобов. Для этих экономически важных генов разработаны тесно сцепленные с ними ДНК-маркеры, которые позволяют проводить отбор ценных генотипов [1-5]. Вероятно, существуют и другие гены, влияющие на проявление хозяйственно важных признаков, которые пока не идентифицированы.

Имеется информация о генах, детерминирующих устойчивость к некоторым заболеваниям. Устойчивость к антракнозу у узколистного люпина детерминируется геном *Lanr1*, для которого созданы молекулярные маркеры AnSeq3 и AnSeq4, находящиеся на расстоянии 0,9 сМ от гена [6]. У некоторых сортов устойчивость к антракнозу определяется геном *R* (молекулярный маркер AnManM1) [7]. Большинство образцов люпина узколистного белорусской селекции несут восприимчивые к антракнозу аллели [8]. Однако применение ДНК-маркеров позволяет эффективно выявлять источники аллелей устойчивости и использовать их в селекционной работе при создании новых сортов.

Поиск селекционно-ценных генов и генетических источников устойчивости, разработка молекулярных маркеров значительно облегчают и ускоряют процесс селекции сортов люпина с необходимыми хозяйственными характеристиками и устойчивостью к болезням, а также значительно уменьшает трудоемкость и финансовые затраты на их создание.

Целью работы явилось исследование коллекции люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с применением ДНК-маркеров к основным генам хо-

зяйственно-ценных признаков и устойчивости к антракнозу и выявление перспективных образцов, несущих целевые аллели.

Материалы и методика исследований. Полевые исследования проводились в 2015-2017 гг. в селекционном севообороте РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м мореным суглинком, связно-супесчаная. Характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} – 6,2-6,4; содержание P₂O₅ – 200-260 мг/кг, K₂O – 220-270 мг/кг почвы, гумуса – 2,11-2,46%.

Закладка полевых экспериментов проводилась по общепринятым методикам. Предшественник – озимые зерновые. В опытах изучались сорта и образцы люпина узколистного различного эколого-географического происхождения (41 шт.). В качестве стандарта высевали сорта *Перицацвет*, *Миртан*. Площадь деланки – 1-10 м². Повторность опыта четырехкратная, расположение деланок – рендомизированное

Агротехнические мероприятия проводили в сроки и согласно технологическому регламенту. Фосфорно-калийные удобрения вносили общим фоном в основную заправку из расчета P₆₀K₉₀.

Молекулярно-генетические исследования проводили в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси с использованием известных методик ДНК-типирования с помощью специфических маркеров к генам хозяйственно-ценных признаков [1-7]. В качестве источника ДНК использовали фрагмент листа растений на стадии бутонизации. ПЦР проводили на амплификаторе MJ Mini (Bio-Rad), для визуализации продуктов амплификации использовали гель-электрофорез в 1,5% агарозном геле и капиллярный электрофорез на генетическом анализаторе ABI 3500 (Applied Biosystems).

Результаты исследований и обсуждение. В отделе зернобобовых культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проводится селекционная работа по созданию сортов люпина узколистного трех направлений использования. За годы проводимых селекционных исследований в отделе сформирована многочисленная коллекция сортов, сортообразцов и гибридных форм этой культуры. Для проведения молекулярно-генетических исследований отобраны перспективные образцы исследуемой коллекции люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в количестве 41 шт.

С использованием методов молекулярно-генетического анализа проведено ДНК-типирование образцов люпина узколистного по ключевым генам хозяйственно-ценных признаков: гены нерастрескиваемости бобов *lentus* (маркеры LeM1, LeM2), *tardus* (маркер TaLi), ген низкой алкалоидности *lucundus* (маркер lucLi), ген восприимчивости к яровизирующим температурам *ku* (маркер KuNM1), ген проницаемости оболочки семян *mollis* (маркер MoLi), гены устойчивости к антракнозу *Lanr1*, *R* (маркеры DCAnS, AnMan соответственно).

Признак нерастрескиваемости бобов контролируется двумя известными комплементарными генами *tardus* и *lentus*, рецессивные аллели которых снижают самопроизвольное растрескивание бобов при созревании.

Анализ гена нерастрескиваемости бобов *lentus* с помощью маркеров LeM1 и LeM2 [4] показал наличие культурных аллелей нерастрескиваемости LeM1^d (126 п.н.) и LeM2^d (204 п.н.) у всех проанализированных образцов.

Поскольку маркеры LeM1 и LeM2 являются доминантными, они дают фрагмент даже при наличии одной копии культурного аллеля гена *lentus*. При этом вторая копия указанного гена может быть в диком аллельном состоянии и не выявляться при маркировании. Дикий доминантный аллель *Le* надежно обнаруживается лишь в гомозиготном состоянии, о чем свидетельствует отсутствие диагностического фрагмента маркера на электрофоретическом спектре. Таким образом, при использовании указанных маркеров необходим дальнейший маркерный и фенотипический контроль признака в последующих поколениях для отслеживания и выбраковки возможных носителей дикого аллеля этого гена.

Результат маркерного анализа с помощью маркера TaLi к гену *tardus* [3] показал, что у 80% исследованных образцов выявлен аллель нерастрескиваемости бобов гена *tardus* TaLi^d размером 511 п.н. (рисунок 1).

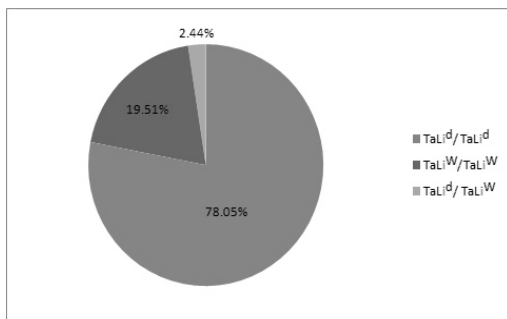
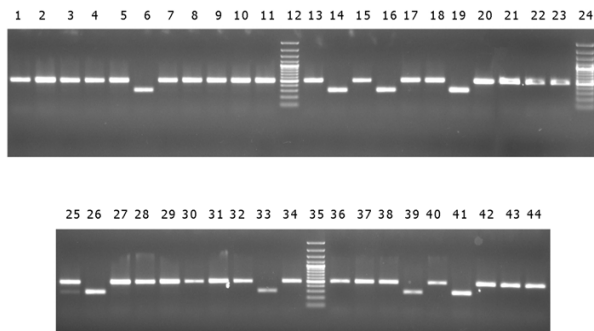


Рисунок 1 – Частота встречаемости аллелей гена нерастрескиваемости бобов *tardus* в исследуемой коллекции люпина узколистного: TaLi^d – аллель нерастрескиваемости, TaLi^W – аллель растрескиваемости

Однако значительная часть образцов, входящих в состав коллекции (около 20%), несет дикий аллель этого гена TaLi^W (309 п.н.), детерминирующий нежелательный признак – самопроизвольное растрескивание бобов в процессе созревания (рисунок 2).

Каждый из двух известных генов (*tardus* и *lentus*), контролирующих склонность плодов люпина к растрескиванию, лишь частично уменьшает растрескивание и не может гарантировать полную сохранность бобов. Для преодоления этого нежелательного для коммерческих сортов свойства необходимо присутствие в геноме селективируемого образца двух указанных генов. Добиться этого можно, используя методы ДНК-контроля для сопровождения селекционного процесса.



1 – Мирган st, 2 – 17ks -5 msa, 3 – 17ks -3 msa, 4 – 17ks -6 msa, 5 – 17ks -7 msa, 6 – 17ks -8 msa, 7 – 17ks -9 msa, 8 – 17ks -1 msa, 9 – 7ks -01 msa, 10 – 17ks -10 msa, 11 – 17ks -16 msa, 13 – 17ks -14 msa, 14 – 17ks -15 msa, 15 – 17ks -13 msa, 16 – 17ks -17 msa, 17 – 17ks -12 msa, 18 – 17ks -11 msa, 19 – 17kol-16 msa, 20 – 17kol-15 msa, 21 – 17kp-5 msa, 22 – 17kp-7 msa, 23 – 17kp-9 msa, 25 – 17kp-12 msa, 26 – 17kp-21 msa, 27 – 17kp-25 msa, 28 – 17kp-33 msa, 29 – 17kp-37 msa, 30 – 17kp-82 msa, 31 – 17kp-88 msa, 32 – 17kol-21 msa, 33 – 17kol-24 msa, 34 – 17kp-47 msa, 36 – 17kp-87 msa, 37 – 17kol-28 msa, 38 – 17kol-31 msa, 39 – 17kol-35 msa, 40 – 17kol-36 msa, 41 – 17kol-40 msa, 42 – 17kol-47 msa, 43 – 17kol-48 msa, 44 – Першацвет st, 12, 24, 35 – маркер GeneRuler 100 bp+

Рисунок 2 – Результаты генотипирования коллекции образцов узколистного люпина с помощью маркера TaLi к гену неастрескиваемости бобов *tardus*

Главным геном, определяющим содержание алкалоидов у люпина узколистного, считается *iucundus*. Анализ аллельного состояния этого гена с использованием маркера *IucLi* [1] показал, что все исследованные коллекционные образцы несут культурные аллели пониженного содержания алкалоидов *IucLi^d* (291 п.н.) (рисунок 3). Поскольку признак алкалоидности у люпина является полигенным, а *IucLi* – единственный разработанный на сегодняшний день ДНК-маркер к гену *iucundus*, селекцию на пониженное содержание алкалоидов необходимо осуществлять при строгом контроле фенотипа из-за возможного восстановления алкалоидности в результате возможной рекомбинации или неаллельного взаимодействия генов при переопылении с растениями, несущими гены высокой алкалоидности.

Маркерный анализ коллекции по признаку зависимость от яровизации проводили с использованием маркера *KuHM1* к гену *Ku* [5]. Результаты ДНК-типирования показали, что все исследованные генотипы несут доминантный культурный аллель термонейтральности *Ku* (рисунок 4), что свидетельствует об отсутствии потребности в яровизации.

Влагопроницаемость оболочки семян у люпина узколистного контролируется геном *mollis*, к которому существует тесно сцепленный ДНК-маркер. Анализ коллекции образцов с применением маркера *MoLi* [2] показал, что все об-

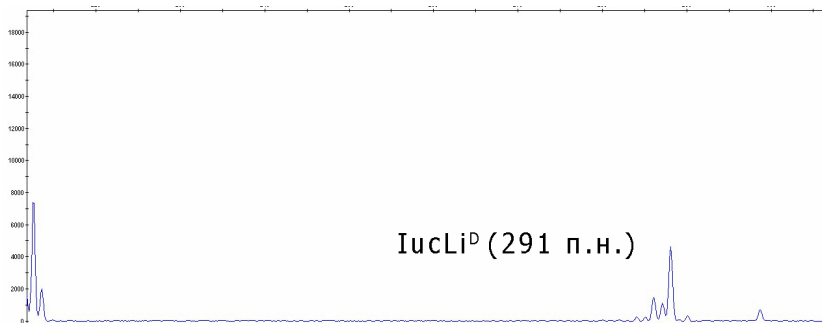


Рисунок 3 – Выявленный фрагмент маркера IucLi^D (291 п.н.), соответствующий аллелю пониженного содержания алкалоидов

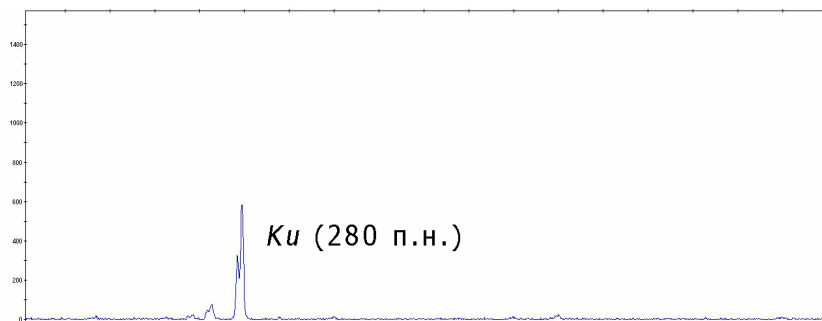


Рисунок 4 – Выявленный у всех образцов фрагмент маркера KuHM1^D (280 п.н.), соответствующий аллелю нетребовательности к яровизации

разцы в коллекции несут культурный аллель, детерминирующий формирование влагопроницаемой оболочки семян MoLi^d (314 п.н.) (рисунок 5).

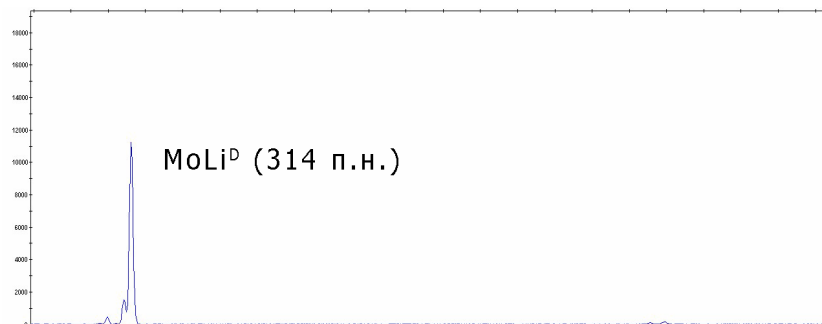


Рисунок 5 – Выявленный у образцов коллекции фрагмент маркера MoLi^d (314 п.н.), соответствующий аллелю мягкокожурности

Маркерный анализ признака устойчивости к антракнозу осуществляли с помощью маркеров к гену *R* сорта *Mandelup* (AnManM1) и к гену *Lanr1* (DCAnS).

Маркер AnManM1 в случае наличия аллеля устойчивости при амплификации образует фрагмент длиной 228 п.н., тогда как аллели восприимчивости приводят к образованию фрагментов длиной 212 и 214 п.н. Также известен аллель, характерный для сорта *Murman* длиной 226 п.н. Результаты генотипирования исследуемой коллекции показали, что основная часть образцов (90,2%) несут аллели восприимчивости к антракнозу (212 и 214 п.н.) по этому гену. Образцы *Murman st*, *17ks -1 msa*, *17ks -7 msa*, *17ks -6 msa* показывали наличие аллеля, характерного для сорта *Murman*, длиной 226 п.н. с неизученным фенотипическим проявлением [8]. Образцы *17ks -5 msa*, *17ks -6 msa* гетерозиготны по гену *R*.

В результате амплификации с маркером DCAnS к гену *Lanr1* образуется фрагмент длиной 77 п.н. В случае наличия восприимчивого аллеля (C) этот фрагмент специфически расщепляется по образующемуся сайту рестриктазой TaqI на фрагменты длиной 43 и 34 п.н. В случае наличия аллеля устойчивости сайта рестрикции не образуется. Генотипирование исследуемых образцов с помощью маркера DCAnS показало наличие аллелей устойчивости у 14 из 41 проанализированных генотипов (34%).

Заключение

Проведено ДНК-типирование коллекции образцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с использованием ДНК-маркеров, связанных с генами, контролирующими фенотипическое проявление ключевых хозяйственно-ценных признаков, определяющих возможность и направление использования исследуемого образца в сельскохозяйственной практике.

Результаты маркерного анализа исследуемой коллекции показали, что по признакам «пониженное содержание алкалоидов» (ген *iucundus*), «отсутствие потребности в яровизации» (ген *Ku*), «влагопроницаемость оболочки семян» (ген *mollis*), «нерастрескиваемость бобов» (ген *lentus*) у всех образцов, включенных в состав коллекции, выявлены культурные аллели.

По гену нерастрескиваемости бобов *tardus* в исследуемой коллекции выявлен полиморфизм. 19,5% образцов несут дикий аллель, детерминирующий нежелательный признак самопроизвольное растрескивание боба в процессе созревания.

По маркеру к гену устойчивости к антракнозу *R* сорта *Mandelup* 90,2% проанализированных образцов несут аллели восприимчивости к данной болезни. Образцы *Murman st*, *17ks -1 msa*, *17ks -5 msa*, *17ks -6 msa* показали наличие аллеля с неизвестным фенотипическим эффектом, характерного для сорта *Murman*, длиной 226 п.н., который на 2 нуклеотида короче аллеля устойчивости сорта *Mandelup* (228 п.н.). Генотипирование с помощью маркера DCAnS к гену устойчивости к антракнозу *Lanr1* показало наличие аллелей устойчивости у 34% проанализированных образцов. Из результатов генотипирования следует,

что аллели гена *Lanr1*, детерминирующие устойчивость к антракнозу, имеют большее распространение в исследуемой коллекции образцов люпина узколистного в сравнении с геном R.

Последующий ДНК-контроль полученных гибридных форм позволит эффективно выявлять и отбирать генотипы, несущие культурные аллели хозяйственно-ценных признаков, для продолжения селекционной работы и своевременно выбраковывать комбинации с дикими аллелями, выщепляющимися в гибридных популяциях.

Литература

1. Li, X. Development of a DNA marker tightly linked to low-alkaloid gene *iucundus* in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). / X. Li, H. Yang, B. Buirchell, G. Yan // Crop Past Sci, 2011. – № 62. – P. 218-224.
2. Li, X. A molecular marker linked to the *mollis* gene conferring soft-seediness for marker-assisted selection applicable to a wide range of crosses in lupin (*Lupinus angustifolius* L.) breeding / X. Li, B. Buirchell, G. Yan, H. Yang // Mol Breed. – 2012. – Vol. 29. – P. 361-370.
3. Li, X. Development of a co-dominant DNA marker tightly linked to gene *tardus* conferring reduced pod shattering in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) / X. Li, G. Yan, D. Renshaw, H. Yang. – Euphytica, 2010. – № 176. – P. 49-58.
4. Boersma, J.G. Development of two sequence-specific PCR markers linked to the *le* gene that reduces pod shattering in narrow-leaved Lupin (*Lupinus angustifolius* L.) / J.G. Boersma, B.J. Buirchell, K. Sivasithamparam, H. Yang // Genet Mol Biol. – 2007. – Vol. 30. – P. 623-629.
5. Boersma, J.G. Development of a sequence-specific marker linked to the *Ku* gene which removes the vernalization requirement in narrow-leaved lupin / J.G. Boersma, B.J. Buirchell, K. Sivasithamparam, H. Yang // Plant breed. – 2007. – Vol. 126. – P. 306-309.
6. Application of next-generation sequencing for rapid marker development in molecular plant breeding: a case study on anthracnose disease resistance in *Lupinus angustifolius* L. / H. Yang [et al.] // BMC Genomics. – 2012. – Vol. 13. – P. 318.
7. Yang, H. A strategy to develop molecular markers applicable to a wide range of crosses for marker assisted selection in plant breeding: a case study on anthracnose disease resistance in lupin (*Lupinus angustifolius* L.) / H. Yang, D. Renshaw, G. Thomas, B. Buirchell, M. Sweetingham // Mol Breed. – 2008. – Vol. 21. – P. 473-483.
8. Стержневая генетическая коллекция *Lupinus angustifolius* L.: генетика, формирование биологического банка генов, использование / Н.С. Купцов [и др.]; рец.: С.И. Гриб, В.С. Анохина; НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2014. – 126 с.

ANALYSIS OF BLUE LUPINE (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) COLLECTION BY GENES OF ECONOMIC CHARACTERS

**N.V. Anisimova, E.N. Sysolyatin, M.N. Kritsky, V.Ch. Shor, V.V. Grin,
A.A. Kozlovsky, A.V. Kilchevsky**

*Research results of blue lupine initial material of different origin and genotyping of blue lupine (*Lupinus angustifolius* L.) accession collection using DNA markers associated with the genes controlling phenotypic manifestation of economic characters are presented in the article. The accessions possessing economic characters and important for breeding in the Republic of Belarus were identified.*

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТРАКНОЗУ

В.Ч. Шор, М.Н. Крицкий, Ю.К. Шашко, кандидаты с.-х. наук,
А.А. Козловский, науч. сотрудник, **Ю.А. Дашкевич**, мл. науч. сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила 20.02.2018 г.)

Рецензент: канд. биол. наук Г.В. Будевич

Аннотация. Представлены результаты селекционных исследований люпина узколистного зернового и универсального направления использования. Приведены результаты изучения новых сортообразцов люпина узколистного в конкурсном сортоиспытании и на инфекционном фоне. В конкурсном сортоиспытании выделены сортообразцы, обладающие хозяйственно-полезными признаками, высокой продуктивностью с определенной устойчивостью к антракнозу и представляющие интерес для селекции на территории Республики Беларусь.

Антракноз – заболевание люпина узколистного, вызываемое грибом *Colletotrichum lupini*. В последние десятилетия все люпиносеющие страны мира столкнулись с этой опасной болезнью – антракнозом (ожоговой пятнистостью), которая ежегодно существенно снижает урожайность семян и зеленой массы, а в эпифитотийные годы полностью уничтожает посевы неустойчивых сортов всех видов люпина. Устойчивость к нему носит не абсолютный, а относительный характер: высокоустойчивые образцы или сорта также могут поражаться инфекцией, но в значительно меньшей степени, чем неустойчивые. В годы развития эпифитотий антракноза происходит значительное снижение урожайности именно у восприимчивых к патогену сортов. Относительно общего числа генов, связанных с толерантностью к антракнозу, до сих пор нет единого мнения [1].

По обобщенным данным, наиболее устойчивы к антракнозу американский люпин тарви и средиземноморский узколистный люпин, а наиболее восприимчивы – средиземноморские белый и желтый люпины.

Большое значение в снижении вредоносности антракноза имеет устойчивость сорта. Однако иммунные сорта в настоящее время отсутствуют, в то время как по степени устойчивости среди сортов наблюдается достаточно высокое варьирование признака [2].

Сорта различных стран обладают разной степенью устойчивости к антракнозу. Эти предположения подтвердились результатами сравнительной оценки устойчивости к антракнозу современных сортов узколистного люпина, проведенные немецкими исследователями. Так, в группу высокоустойчивых к антракнозу сортов вошли два австралийских сорта (*Wonga, Tanjil*), два белорусских сорта (*Першацвет, Данко*), один немецкий сорт (*Bora*), в группу среднеустойчивых 5 австралийских сортов (*Myallie, Unicrop, Gungurru, Belara, Ilyarrie*), 3 немецких сорта (*Boltensia, Borlana, Boruta*) и 3 польских сорта (*Wersal, Poonez, Elf*).

Уровень устойчивости к антракнозу сортов, селекционного материала, вероятно, зависит от различных комбинаций неаллельных генов, контролирующей устойчивость к данной болезни. По данным гибридологического анализа, в генотипе белорусских сортов *Миртан* и *Першацвет*, показывающих устойчивость к антракнозу на уровне сортов *Wonga* и *Tanjil*, содержатся блоки из трех неаллельных доминантных генов Rcl1 Rcl2 Rcl3 [1].

В селекции люпина узколистного на повышение толерантности к антракнозу целенаправленное скрещивание между собой образцов с разными блоками генов устойчивости дает возможность создания генотипов, содержащих блоки их четырех и более генов устойчивости к данной болезни.

В настоящее время селекционеры из разных стран заняты созданием более устойчивых к антракнозу сортов посредством объединения в одном генотипе неаллельных генов устойчивости к болезни. Также разрабатываются ДНК-маркеры, сцепленные с геном устойчивости к заболеванию, что позволяет эффективно выявлять источники аллелей устойчивости и использовать их в селекционной работе при создании новых сортов на более ранних этапах селекционного процесса.

Селекционные исследования по данной культуре проводятся достаточно давно. Благодаря нашим усилиям в последние годы создана серия сортов различного направления использования, отличающихся более высокой семенной продуктивностью, неагрессивностью бобов, с низким содержанием алкалоидов, способных давать урожайность зерна в пределах 40-50 ц/га и более. Так, начиная со второй половины 2000-х гг. и по настоящее время, сотрудниками отдела зернобобовых культур был выведен ряд сортов люпина узколистного, 10 из которых – *Прывабны*, *Дзіўны*, *Ян*, *Добрыня*, *Жодинский*, *Ранний*, *Кармавы*, *Геркулес*, *Василек*, *Талант* – были внесены в Госреестр Беларуси [2, 3].

Однако, несмотря на имеющиеся положительные моменты, в вопросах создания современных сортов люпина узколистного остается много важных проблем, которые требуют решения в ближайшем будущем. Большинство созданных сортов, особенно первых, характеризующихся многими ценными свойствами, не обладают необходимым комплексом биологических и хозяйственно-полезных признаков, и, главным образом, устойчивостью к основным болезням. Среди сортов, включенных в Госреестр Республики Беларусь, лишь несколько обладают повышенной устойчивостью к антракнозу.

В последние годы в рамках Государственной научно-технической программы «Агрокомплекс – устойчивое развитие» НАН Беларуси выполнялись работы по созданию сортов люпина узколистного с потенциальной урожайностью семян от 3,5 до 5,5 т/га, характеризующихся высоким качеством продукции, толерантностью к основным болезням. В связи с этим проводятся целенаправленные совместные исследования селекционеров и фитопатологов по созданию новых сортообразцов, устойчивых к антракнозу.

Целью работы явилась оценка созданного нового селекционного материала по основным хозяйственно-ценным признакам и выделение перспективных образцов люпина узколистного различного направления использования, обла-

дающих высокой потенциальной продуктивностью и устойчивостью к болезням и, главным образом, к антракнозу.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2013-2016 гг. в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 6,3, содержание P_2O_5 210-260 мг/кг, K_2O 230-280 мг/кг почвы, гумус 2,30-2,40%. Предшественник – озимые зерновые. Изучали селекционные образцы люпина узколистного зернового направления (11 шт.) и универсального (10 шт.). В качестве стандартов высевали сорта *Першацвет* и *Миртан*. Площадь делянки 10 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Погодные условия в годы исследований характеризовались разнообразием температурного режима и количеством выпавших осадков. Температурный фон в период вегетации в целом превышал средние многолетние значения. Осадки распределялись неравномерно на протяжении каждого из исследуемых периодов. Разнообразие в погодных условиях в период проведения исследований позволило дать достаточно объективную оценку изучаемым сортообразцам.

Результаты исследований и обсуждение. В настоящее время исследования по селекции люпина узколистного в отделе зернобобовых культур Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию проводятся с целью создания сортов трех различных направлений использования: зернового, универсального и зеленоукосного. В период 2013-2015 гг. в конкурсном сортоиспытании изучали 11 образцов люпина узколистного зернового направления использования и 10 универсального. Для создания данных сортообразцов подбор пар для скрещивания проводили с учетом информации различных мировых научных учреждений по устойчивости к антракнозу. Так, при создании селекционного материала использовали в гибридизации в качестве источников высокой продуктивности *Першацвет*, *Гелена*, *Прывабны*, *Жодинский*, *Ян*, устойчивости к антракнозу *Wonga*, *Tanjil*, *Kalya*, *Frost*, *Першацвет*, *Миртан* и др.

Итоговыми критериями при оценке селекционного материала являются выживаемость растений, их индивидуальная продуктивность, складывающаяся из элементов структуры урожайности. В равных условиях одинаковая урожайность может быть получена у различных сортов и образцов за счет различных элементов ее структуры.

В среднем за годы исследований продуктивность лучших сортообразцов зернового направления составила 40,8-49,5 ц/га, что на 2,3-11,0 ц/га (6,0-28,6%) выше стандартного сорта *Першацвет* (таблица 1). В результате изучения сортообразцов зернового направления нами выделен сортообразец *К-24*, который показал урожайность в среднем за годы исследования 45,4 ц/га и превысил по этому показателю сорт *Першацвет* на 6,0 ц/га (16,0%). Что касается величины урожайности по годам исследований, то следует отметить, что максимальное значение ее было получено у сортообразца *К-24* в 2014 г. – 50,1 ц/га, что превысило аналогичный показатель сорта-стандарта на 9,1 ц/га (22,2%). Минимальная урожайность семян *К-24* была отмечена в 2013 г. и составила 39,4 ц/га, что было выше стандартного сорта *Першацвет* на 3,9 ц/га (11,0%).

Таблица 1 – Продуктивность сортообразцов узколистного люпина зернового направления использования в конкурсном сортоиспытании (среднее за 2013-2015 гг.)

Сортообразец	Вегетационный период, сутки	Урожайность, ц/га		Масса 1000 семян, г
		семян	+/- к ст	
Першавет, st	83	37,5	-	122,0
К-11	90	43,4	5,9*	150,0
К-16**	91	41,6	4,1*	145,0
К-24	92	43,5	6,0*	132,0
К-41	95	44,9	7,4*	150,0
К-42	88	42,5	5,0*	172,0
К-45	91	40,0	2,5	178,0
К-48	87	39,1	1,6	138,0
К-50	99	34,6	-2,9	126,0
К-56**	99	47,5	10,0*	157,0
С-11	95	45,2	7,7*	140,0
НСР ₀₅			3,0	

Примечание: * – достоверное превышение по отношению к стандартному сорту, ** – урожайность сортообразцов только за 2015 г.

Урожайность сортообразцов универсального направления составила 38,2-45,4 ц/га. Максимальную продуктивность зерна и сухого вещества зеленой массы показали сортообразцы *К-5*, *К-37*, *С-7*, *С-12*, *К-42*, *С-14*, которые превысили стандартный сорт на 2,5-6,4 ц/га зерна (6,3-16,1%), а по продуктивности сухого вещества зеленой массы на 3,4-17,9 ц/га (3,8-12,0%) (рисунок 1).

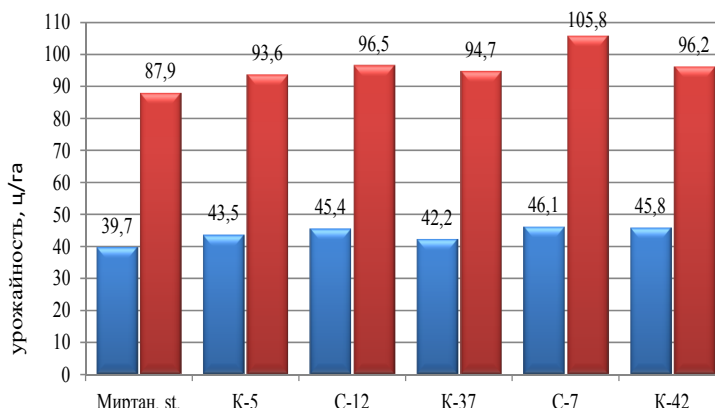


Рисунок 1 – Урожайность зерна и сухого вещества сортообразцов универсального направления использования в КСИ (среднее за 2013-2015 гг.)

В среднем за 2013-2015 гг. по урожайности семян сортообразец *С-7* превысил сорт *Миртан* на 6,4 ц/га (16,1%), сортообразец *К-5* на 3,8 (9,6%). Макси-

мальное значение у *C-7* было отмечено в 2013 г. и составило 51,7 ц/га, *K-5* в 2013 г. – 47,1 ц/га. Наименьшим этот показатель был в 2015 г. – 38,3 ц/га и 39,2 ц/га соответственно.

Вегетационный период у 5 сортообразцов зернового направления оказался на 2-6 суток длиннее, чем стандартного сорта *Першацвет*, а у остальных на 7-14 суток. Выделившиеся по продуктивности сортообразцы универсального направления использования оказались более скороспелыми, чем стандарт, на 4-11 дней.

Селекционная стратегия отдела ориентирована на выведение сортов, обладающих не только высокой продуктивностью, устойчивых к плотному ценозу, неблагоприятным факторам среды, но и, главным образом, устойчивых к болезням. Все изучаемые селекционные образцы параллельно проходили оценку на инфекционных фонах в лаборатории иммунитета.

Изучение селекционных образцов на инфекционном фоне. Селекция на устойчивость к антракнозу проводилась при жестком контроле материала на инфекционных фонах. Полевой инфекционный питомник размещался вне полей севооборота, преимущественно на изолированном участке, защищенном от ветра с юго-восточной стороны, где дольше сохраняется точка росы. Оценка исходного и селекционного материала проводилась при инокуляции семян и заражении растений в период вегетации. Суспензия спор возбудителя антракноза готовилась из расчета не менее $3-5 \times 10^6$ спор в 1 мл воды. Образец помещали в полиэтиленовый пакет, заливали необходимым количеством споровой суспензии так, чтобы все семена были погружены в раствор. В таком виде семена находились при температуре не менее 20 °С в течение 8-12 часов, затем извлекались и сразу высевались. Параллельно высевали те же образцы без инокуляции патогеном. Через 10 образцов размещали стандарт и сорт-накопитель инфекции. На наш взгляд, наиболее достоверной является оценка на стадии всходов – двух пар настоящих листьев и в фазу сизых бобов, то есть в наиболее уязвимые для заражения фазы развития люпина. Каждое погибшее растение диагностируется для установления причины гибели. Повторная инокуляция проводится в фазу бутонизации после выпадения осадков, в пасмурную погоду или в вечерние часы под росу. Если сохраняется сухая и жаркая погода, то необходимо инокуляцию повторить.

В условиях фитотронно-тепличного комплекса (ФТК) создание инфекционных фонов к антракнозу позволяет продлить исследования в зимний период. Особенностью оценки антракнозоустойчивости в ФТК является отсутствие самовозобновления инфекции, поскольку нет условий для прорастания спор (влага от полива растений быстро испаряется и сохраняется не более 1-2 часов, или вовсе отсутствует). Поэтому при заражении растений необходимо создание влажной камеры, причем неоднократно. Для этого почва под растениями обильно увлажняется, растения опрыскивают водой, затем тщательно и равномерно вносят инокулюм на все части растений. Делянки или сосуды полностью укрывают полиэтиленовой пленкой, размещая ее на опоры. Влажная камера выдерживается не менее суток [2].

Целенаправленная работа по созданию антракнозоустойчивых сортов была начата с 2005 г. В период 2014-2016 гг. было проведено изучение более 15 селекционных сортообразцов. В результате были выделены сортообразцы *К-5* и *С-7*, которые показали устойчивость на уровне стандартных сортов *Першацвет* и *Миртан*, которые также являются устойчивыми к антракнозу. Следует отметить, что степень поражения образцов и стандартных сортов зависела также от погодных условий, складывающихся в конкретный год. В этом плане оптимальным для развития антракноза оказался 2014 г., где степень поражения антракнозом на всходах составила у образца *К-5* 68,1%, *С-7* 36,7% а у стандартов *Першацвет* и *Миртан* 56,0% и 52,2% соответственно (таблица 2). В то же время в период сизого боба она была минимальной у обоих образцов (5,1-7,3%). В год, неблагоприятный для развития антракноза, которым оказался 2015 г., распространенность антракноза на образце *К-5* в период всходов не отмечалась, на образце *С-7* составила 2,6% при распространенности на стандартах 1,7-1,9% в период всходов и 10,0-20,2% в фазу сизого боба.

Таблица 2 – Распространенность антракноза на изучаемых образцах на инфекционных фонах, %

Сорт, образец	Распространенность антракноза, %		
	всходы (ВВСН 15)	фаза сизого боба (ВВСН 75)	всего
2014 г.			
Першацвет, st.	56,0	36,0	92,0
Миртан, st.	52,2	21,7	73,9
К-5	68,1	7,5	75,6
С-7	36,7	26,6	63,3
2015 г.			
Першацвет, st.	1,7	20,2	21,9
Миртан, st.	1,9	10,0	11,9
К-5	0,0	7,3	7,3
С-7	2,6	5,1	7,7
2016 г.			
Миртан, st.	16,7	26,4	43,1
К-5	15,3	27,8	43,1
С-7	8,2	34,3	42,5
Среднее			
Першацвет, st.	28,9	28,1	57,0
Миртан, st.	23,6	19,4	43,0
К-5	27,8	14,2	42,0
С-7	15,8	22,0	37,8

В результате комплексной оценки селекционного материала люпина узколистного, как зернового направления использования, так и универсального, получены достоверные данные о перспективности новых сортообразцов по продуктивности их зерна, зеленой массы, а также устойчивости к антракнозу. В результате сортообразцы *К-5* и *С-7*, показавшие высокий потенциал продуктивности и устойчивости к антракнозу, были переданы в Государственное сортоис-

пытание. Сортообразец *К-5* под названием *Гусляр*, а сортообразец *С-7* под названием *Альянс*. Характеристика сорта *Гусляр* универсального направления использования представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика нового сорта кормового узколистного люпина *Гусляр* по хозяйственно-ценным признакам, КСИ (среднее за 2011-2015 гг.)

Показатель	Миртан	К-5 (Гусляр)
Высота растений, см	55-60	63-65
Тип ветвления	обычный	обычный
Масса 1000 семян, г	134,0	152,8
Вегетационный период, сут.	102	105
Темп роста, балл	7	7
Устойчивость к антракнозу, балл	7	8
Урожайность, ц/га		
зерна	43,6	47,2
± к ст.		+3,6
сухого вещества зеленой массы	83,1	90,4
± к ст.		7,3

Сорт выведен методом индивидуального отбора родоначального растения из F₂ гибридной комбинации с последующей оценкой на инфекционном фоне на устойчивость к антракнозу путем многократного отбора. Сорт обычного типа ветвления универсального направления высотой до 65 см, масса 1000 семян – 152,8 г. В среднем за три года превысил стандартный сорт *Миртан* на 3,4 ц/га зерна и на 5,9 ц/га сухого вещества. Сорт отличается высокой однородностью, стабильностью и имеет четкие апробационные признаки: листья темно-зеленые, цветки сиреневые, семена белые.

Сорт относится к разновидности *var. albosyringeus*. Технология возделывания данного сорта – стандартная для сортов узколистного люпина универсального направления.

Переданный в Государственное сортоиспытание сорт *Альянс* (сортообразец *С-7*) универсального (зернового и зеленоукосного) направления использования с нередуцированным обычным типом ветвления (дикий тип). Обладает быстрым темпом роста и развития, раннеспелый. Обладает высокой однородностью, стабильностью. Отличительные апробационные признаки: семядоли зеленые, лист и стебель зеленые, цветки белые, семена белые. Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый. Содержание белка в семенах составляет 32-34%, алкалоидов 0,03-0,06%. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомопсису, толерантен к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ), высоко толерантен к антракнозу. Сортообразец выведен методом индивидуального отбора растений из потомства гибридной комбинации и на инфекционном антракнозном фоне. Относится к разновидности *var. candidus*.

Заключение

В результате конкурсного сортоиспытания и изучения на инфекционных фонах созданных сортообразцов люпина узколистного были выделены, переданы в Государственное сортоиспытание два сортообразца универсального направления использования *Гусяр* и *Альянс*. Данные сортообразцы показали достаточный высокий потенциал продуктивности при устойчивости к антракнозу на уровне толерантных стандартов *Першацвет* и *Миртан*. Сортообразец *К-5* в среднем за три года превысил стандартный сорт *Миртан* на 3,2 ц/га зерна и на 5,9 ц/га сухого вещества. Сортообразец *С-7* за время испытания превысил сорт *Миртан* по урожайности семян на 6,4 ц/га, т.е. на 16,1%, а урожайности сухого вещества зеленой массы – на 17,3 ц/га, т.е. на 20,0%.

Сортообразец *Гусяр* успешно прошел Государственное сортоиспытание и был включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь по республике с 2017 г.

Литература

1. Гришин, С.Ю. Идентификация гена устойчивости к антракнозу *Lanr 1* у люпина узколистного (*Lupinus angustifolius*) с помощью ДНК-маркеров *AnSeg3 AnSeg4* / С.Ю. Гришин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Том 50, №1. – С. 30-36.

2. Будевич Г.В. Создание образцов узколистного люпина, устойчивых к антракнозу / Будевич Г.В., Шашко Ю.К., Гринь В.В. // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее: сборник материалов Международной научно-практической конференции; 15-16 ноября 2012 г., г. Жодино, т. 2, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: 2012, с. 28-30.

3. Гринь, В.В. Результаты селекции люпина узколистного в Республике Беларусь / В.В. Гринь [и др.] // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тез. докладов Межд. науч.-практ. конф. / ВНИИ люпина, 12-14 июля 2005 г. – Брянск, 2005 – С. 73-76.

4. Купцов Н.С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посеы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов // Брянск, Клинцы: издательство ГУП «Клинцовская городская типография». 2006. – 576 с.

RESULTS OF BLUE LUPINE BREEDING FOR PRODUCTIVITY AND TOLERANCE TO ANTHRACNOSE

V.Ch. Shor, M.N. Kritsky, Yu.K. Shashko, A.A. Kozlovsky, Yu.A. Dashkevich

Research results of blue lupine breeding of grain and universal use are presented in the article. Study results of new blue lupine variety samples in competitive variety testing and against an infection background are discussed. In the competitive variety testing, the variety samples with economic characters, high productivity and certain tolerance to anthracnose which are suitable for breeding in the Republic of Belarus have been identified. Two of the identified variety samples were selected for the transfer to the State Inspection for Variety Testing for study.

ОЦЕНКА ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОГО РАПСА *BRASSICA NAPUS* L. ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА ГЕТЕРОЗИС

Н.Н. Бобко, научный сотрудник, Я.Э. Пилюк, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 3.03.2018 г.)

Рецензент: доктор с.-х. наук, член-корреспондент Э.П.Урбан

Аннотация. В статье отражены результаты экспериментальных исследований по оценке исходного материала для гетерозисной селекции рапса. Определена общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационная способность нового исходного материала. Созданы и выделены наиболее ценные самоопыленные линии озимого рапса по комплексу хозяйственно-полезных признаков. Представлены перспективы использования выделенного материала в гетерозисной селекции.

Введение. Рапс является одной из важнейших и наиболее востребованных масличных культур в мире. В настоящее время перспективным направлением в селекции является создание гибридов. В Германии, Франции, Канаде, Польше, Китае и других странах в сравнении с сортами межлинейные гибриды показали существенные стабильные прибавки урожая (до 20-30%). Использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и генов восстановления фертильности (Rf) является наиболее технологичным для получения гибридов в промышленных масштабах. В настоящее время у рапса известно несколько систем ЦМС и их модификаций. В зарубежных селекционных программах, связанных с коммерческим производством гибридов озимого рапса, используются в основном *ogura* ЦМС-(*ogu*) и *M SL-GMS* система (NPZ Lembeke, Германия) [1].

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в отделе масличных культур исследования по созданию гибридов F₁ озимого и ярового рапса проводятся с 1988 г., в основном с использованием систем *ogura* ЦМС-(*ogu*) и *polima* ЦМС-(*pol*), а с 2009 г. в гетерозисной селекции озимого рапса используется еще и система CMSC 301, представленная фирмой «Dieckmann Seeds», Германия.

Подбор исходного материала и характеристика его по комбинационной способности, являются важнейшим условием селекционного процесса [2, 3, 4]. Комбинационная способность является одним из основных критериев оценки компонентов, используемых для создания гибридов. Проблема оценки комбинационной способности, ее общего и специфического действия возникает в связи с поиском исходного материала – сортов и линий, используемых в качестве родительских форм при получении гибридов F₁. Для оценки КС исходного материала применяются в основном методы диаллельных и топкроссных скрещиваний [5, 6]. Метод диаллельных скрещиваний весьма трудоемкий по исполнению, но считается более информационным,

позволяющим установить одновременно ОКС и СКС конкретных форм [7, 8, 9]. Комбинационная способность – это наследственный признак, который передается потомству как при скрещивании, так и при самоопылении. Многие ученые считают, что ОКС определяется аддитивными наследственными факторами, а в основе СКС лежит эпистаз, доминирование и сверхдоминирование [10, 11, 12].

Для того чтобы сократить сроки создания сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе и рапса, необходимо постоянно проводить исследования по оценке исходного материала на комбинационную способность. Именно на основе таких исследований, чаще всего, решается вопрос о возможности использования тех или иных образцов в гетерозисной и традиционной селекции. Более продуктивные гибриды возникают именно при скрещивании между собой сортов и линий с высокой комбинационной способностью, что было установлено при подборе родительских пар [13]. Такая процедура позволяет концентрировать усилия на материале, обладающем, наряду с ценными хозяйственно-полезными признаками, еще и высокой КС.

Представление об относительной важности генов, контролирующих развитие отдельного признака, дает оценка эффектов ОКС, констант СКС и вариантов СКС отдельных форм, а также позволяет конкретизировать пути использования изучаемых родительских форм.

Задачей наших исследований было выделение перспективных линий озимого рапса с высокой комбинационной способностью (КС) для создания их стерильных аналогов, а также определение возможных путей их дальнейшего использования в селекционной работе в качестве компонентов при создании гибридов или при получении линейных (популяционных) сортов.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2012-2014 гг. в полевых условиях на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Образцы изучали в опытах в трехкратной повторности по схеме рандомизированных блоков.

Исходным материалом для включения в диаллельные скрещивания являлись пять самоопыленных линий озимого рапса: А-08, Л-02, А-Л, Д-05 и И-09, в результате которых получено и проанализировано 20 гибридных комбинаций. На основании средних данных по повторностям проведен дисперсионный анализ комбинационной способности по методу 3 Гриффинга в модификации, который включает в себя прямые и обратные скрещивания без данных о родительских формах [11].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного дисперсионного анализа между гибридами F_1 озимого рапса (таблица 1) установлены высоко достоверные различия по общей и специфической комбинационной способности по всем изучаемым признакам. Выявлены достоверные реципрокные эффекты.

Анализ результатов оценки ОКС по признаку «семенная продуктивность растений» показал, что высокую оценку эффектов ОКС при НСР g , $p=0,01$ (0,20) имеют самоопыленные линии: А-08, Д-05 и И-09 (рисунок 1). Они представляют большую практическую ценность для создания исходного материала

Таблица 1 – Дисперсионный анализ комбинационной способности гибридов F₁ озимого рапса

Признак	Источник варьирования	Сумма квадратов SS	Степени свободы df	Средний квадрат ms	F факт	F табл. P 0,05
1	2	3	4	5	6	7
Продуктивность растения, г/м ²	ОКС	506,11	4	126,53	2226,97	2,63
	СКС	1991,90	10	199,19	3505,89	2,03
	Реципрокные эффекты	1331,85	10	133,18	2344,15	2,03
	Случайное отклонение		38	0,06		
Масса 1000 семян, г	ОКС	2,05	4	0,51	345,46	2,63
	СКС	0,87	10	0,09	58,71	2,03
	Реципрокные эффекты	1,79	10	0,18	120,32	2,03
	Случайное отклонение			0,00		
Количество стручков на растении, шт.	ОКС	2599,04	4	649,76	59,95	2,63
	СКС	17269,65	10	1726,96	159,33	2,03
	Реципрокные эффекты	23804,64	10	2380,46	219,62	2,03
	Случайное отклонение			10,84		
Количество стручков на центральной кисти, шт.	ОКС	339,54	4	84,89	10,43	2,63
	СКС	451,48	10	45,15	5,55	2,03
	Реципрокные эффекты	456,37	10	45,64	5,61	2,03
	Случайное отклонение			8,14		
Количество семян в стручке на центральной кисти, шт.	ОКС	20,80	4	5,20	29,19	2,63
	СКС	18,53	10	1,85	10,40	2,03
	Реципрокные эффекты	81,03	10	8,10	45,50	2,03
	Случайное отклонение			0,18		
Длина центральной кисти, см	ОКС	163,13	4	40,78	11,96	2,63
	СКС	234,94	10	23,49	6,89	2,03
	Реципрокные эффекты	461,97	10	46,20	13,54	2,03
	Случайное отклонение		38	3,41		
Количество ветвей первого порядка, шт.	ОКС	4,74	4	1,18	13,42	2,63
	СКС	8,88	10	0,89	10,06	2,03
	Реципрокные эффекты	16,95	10	1,70	19,22	2,03
	Случайное отклонение			0,09		

Продолжение таблицы 1						
1	2	3	4	5	6	7
Высота растения, см	ОКС	471,79	4	117,95	70,08	2,63
	СКС	205,85	10	20,59	12,23	2,03
	Реципрокные эффекты	1039,71	10	103,97	61,78	2,03
	Случайное отклонение			1,68		
Высота ветвления, см	ОКС	1368,33	4	342,08	28,90	2,63
	СКС	600,15	10	60,02	5,07	2,03
	Реципрокные эффекты	1917,92	10	191,79	16,20	2,03
	Случайное отклонение			11,84		

в гетерозисной селекции и могут использоваться для создания новых высокоурожайных сортов озимого рапса. Линии Л-02 ($g=-6,22$) и А-Л ($g=-2,49$) имеют отрицательные оценки эффектов ОКС по признаку семенная продуктивность, однако, и из них можно отобрать высокоурожайные комбинации, но они, как правило, не используются для создания гибридов. У всех изучаемых линий вариация СКС больше, чем вариация ОКС, т.е. главную роль в наследовании данного признака выполняют гены с доминантными и эпистатическими эффектами. В результате исследований были выделены лучшие гибридные комбинации по семенной продуктивности растений: Л-02×А-08, А-Л×А-08, Д-05×А-Л и И-09×Д-05.

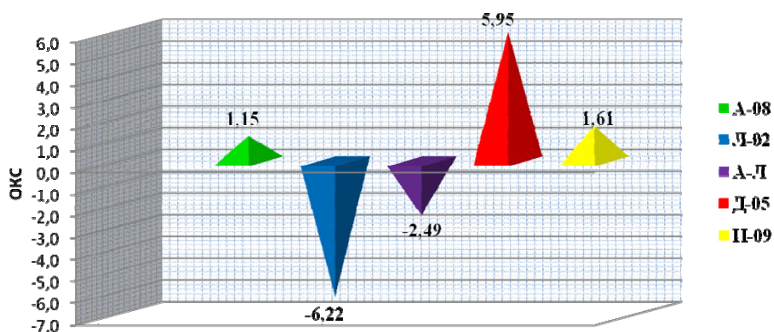


Рисунок 1 – Эффекты ОКС образцов озимого рапса по общей продуктивности растений

Результаты оценки эффектов ОКС (q_i), варiances ОКС и СКС линий и константы СКС линий озимого рапса по всем изучаемым признакам представлены в таблицах 2 и 3.

Достоверными положительными оценками эффектов ОКС ($g_i=0,41$ и $0,12$ соответственно) при НСР g_i $p=0,01$ ($0,03$) и варiances СКС по массе 1000 семян обладают линии А-Л и Д-05, что позволяет использовать их для создания высоко-

Таблица 2 – Оценки эффектов ОКС (q_i) и варiances ОКС и СКС линий озимого рапса

Показатель		Линия				
		А-08	Л-02	А-Л	Д-05	И-09
Продуктивность растений, г/м ²	q_i	1,14**	-6,22	-2,49	5,96**	1,61**
	ОКС	1,30	38,72	6,19	35,52	2,59
	СКС	134,65	41,50	59,48	146,12	116,12
Масса 1000 семян, г	q_i	-0,23	-0,32	0,41**	0,12**	0,03*
	ОКС	0,05	0,10	0,17	0,01	0,00
	СКС	0,01	0,03	0,06	0,05	0,07
Количество стручков на растении, шт	q_i	4,47**	-17,53	-1,10	8,57**	5,59**
	ОКС	18,81	306,13	0,08	72,33	30,16
	СКС	1334,53	575,58	1040,88	1106,95	218,82
Количество стручков на центральной кисти, шт	q_i	-1,42	-3,65	6,32**	-0,13	-1,13
	ОКС	1,16	12,47	39,14	-0,83	0,42
	СКС	28,00	17,42	29,41	7,70	-0,16
Количество семян в стручке на центральной кисти, шт	q_i	0,49**	-0,71	-1,19	1,10**	0,30*
	ОКС	0,22	0,48	1,40	1,20	0,07
	СКС	0,59	0,65	1,05	0,47	1,21
Длина центральной кисти, см	q_i	-0,05	-2,48	3,87**	-2,27	0,93
	ОКС	-0,35	5,81	14,65	4,80	0,51
	СКС	16,33	6,45	12,13	8,26	2,77
Количество ветвей первого порядка, шт	q_i	-0,29	-0,09	-0,47	0,67**	0,18
	ОКС	0,07	0,00	0,21	0,44	0,02
	СКС	0,52	0,23	0,45	0,66	0,04
Высота растения, см	q_i	-2,17	3,95**	5,36**	-2,13	-5,00
	ОКС	4,54	15,39	28,58	4,37	24,87
	СКС	4,89	12,26	15,31	6,96	5,74
Высота ветвления, см	q_i	-7,35	5,05**	10,25**	-6,41	-1,55
	ОКС	52,72	24,26	103,92	39,81	1,17
	СКС	25,78	12,86	32,42	38,10	-3,51

Таблица 3 – Константы СКС линий озимого рапса

Признак	Константы СКС				
	Линия	А-08	Л-02	А-Л	Д-05
1	2	3	4	5	6
Продуктивность, г/м ²	А-08				
	Л-02	10,98**			
	А-Л	11,54**	-4,44		
	Д-05	-15,21	-4,79	1,93**	
	И-09	-7,31	-1,76	-9,01	18,08**
Масса 1000 семян, г	А-08				
	Л-02	-0,01			
	А-Л	0,16**	0,18**		
	Д-05	-0,14	-0,26	0,06*	
	И-09	-0,01	0,08**	-0,41	0,34**

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Количество стручков на растении, шт	А-08				
	Л-02	20,97**			
	А-Л	39,94**	-40,57		
	Д-05	-57,67	15,16**	22,17**	
	И-09	-3,24	4,44*	-21,54	20,34**
Количество стручков на центральной кисти, шт	А-08				
	Л-02	-3,76			
	А-Л	10,00**	-5,74		
	Д-05	-4,31	5,72**	-1,90	
	И-09	-1,92	3,78*	-2,36	0,50
Количество семян в стручке на центральной кисти, шт	А-08				
	Л-02	0,11			
	А-Л	-0,59	1,40**		
	Д-05	-0,86	-0,68	0,62**	
	И-09	1,34**	-0,83	-1,43	0,91**
Длина центральной кисти, см	А-08				
	Л-02	-3,07			
	А-Л	6,07**	-2,59		
	Д-05	-5,02	4,22**	0,39	
	И-09	2,02	1,45	-3,87	0,41
Количество ветвей первого порядка, шт	А-08				
	Л-02	0,82**			
	А-Л	0,05	-0,69		
	Д-05	-1,24	-0,10	1,15**	
	И-09	0,36*	-0,04	-0,51	0,19
Высота растения, см	А-08				
	Л-02	-0,14			
	А-Л	3,89**	-5,46		
	Д-05	-0,77	4,87**	-2,38	
	И-09	-2,98	0,74	3,96**	-1,72
Высота ветвления, см	А-08				
	Л-02	-7,11			
	А-Л	2,74	5,93*		
	Д-05	8,15**	1,15	-10,85	
	И-09	-3,78	0,03	2,19	1,55

Примечание: * – 95% уровень значимости; ** – 99% уровень значимости.

когетерозисных гибридов и для получения высокоурожайных линейных сортов. Положительная оценка эффекта ОКС при НСР g_i $p=0,05$ (0,02) линии И-09 ($g_i=0,03$) при высоком значении дисперсии СКС позволяет использовать ее для получения высокогетерозисных гибридов. Дисперсия ОКС линий А-08, Л-02, А-Л превышает дисперсию СКС, т.е. наследование данного признака обусловлено генами с аддитивными эффектами. У остальных линий дисперсия СКС больше,

чем варианта ОКС, следовательно, в этом случае ведущую роль выполняют гены с доминантными и эпистатическими эффектами. Наибольшее значение СКС по данному признаку проявилось у линий в следующих комбинациях А-Л×А-08, А-Л×Л-02, И-09×Л-02, Д-05×А-Л и И-09×Д-05.

Высокой оценкой ОКС по общему количеству стручков на растении НСР g_i $p=0,01$ (2,83) обладают линии: Д-05 ($g_i=8,57$), И-09 ($g_i=5,59$), А-08 ($g_i=4,47$), а у линий А-Л и Л-02 ее значение низкое отрицательное ($g_i=-1,10$ и $-17,53$ соответственно). Линии Д-05 и А-08 можно использовать как компонент для создания высокоурожайных гибридов, т.к. у них высокая вариация СКС сочетается с высокой оценкой эффектов ОКС. Самоопыленную линию И-09 с высокой ОКС и низкой СКС следует использовать в скрещиваниях для получения композиционных гибридов озимого рапса или для получения синтетических сортов-популяций. У всех изучаемых линий варианты ОКС существенно ниже, чем варианты СКС, что свидетельствует о преобладающей роли в наследовании данного признака генов с доминантными и эпистатическими эффектами. Наибольшие значения констант СКС проявились в комбинациях Л-02×А-08, А-Л×А-08, Д-05×Л-02, Д-05×А-Л и И-09×Д-05.

По признаку «количество стручков на центральной кисти» НСР g_i $p=0,01$ (2,45) высокой общей комбинационной способностью (ОКС) обладает линия А-Л ($g_i=6,32$). Высокая вариация СКС (39,14), говорит о том, что эту линию можно успешно использовать как родительскую форму при создании гибридов F_1 и линейных сортов. Вариация ОКС линии преобладает над вариацией СКС, т.е. наследование данного признака обусловлено генами с аддитивными эффектами. Все остальные линии характеризуются низкой ОКС ($g_i=-0,13$ и $-3,65$), что ограничивает их использование в селекционном процессе на данный признак, а высокие варианты СКС линий А-08 и Л-02 повышают возможность применения их в практической селекции. Превышение вариации СКС над ОКС свидетельствует о действии, в основном, генов с доминантными и эпистатическими эффектами. Лучшими комбинациями по СКС были линии А-Л×А-08, Д-05×Л-02 и И-09×Л-02.

Линия Д-05 ($g_i=0,67$) при НСР g_i $p=0,01$ (0,25) обладает высоким достоверным показателем ОКС по признаку «количество ветвей первого порядка», она также имеет высокое значение вариации СКС (0,66) и может быть использована как для создания гибридов, так и сортов-популяций. Целесообразность дальнейшего использования в селекционном процессе линий А-08 и Л-02 с высокими вариантами СКС зависит от величины их специфической комбинационной способности. У всех линий вариация СКС выше, чем вариация ОКС, что говорит о преобладании в наследовании признака генов с доминантными и эпистатическими эффектами. По специфической комбинационной способности (СКС) наиболее перспективными комбинациями по данному признаку являются Л-02×А-08, Д-05×А-Л, И-09×А-08.

Высокая положительная оценка эффектов ОКС по признаку «количество семян в стручке на центральной кисти» была у линий Д-05 ($g_i=1,10$) и А-08 ($g_i=0,49$) при НСР g_i $p=0,01$ (0,36) в сочетании с низкой СКС, что предполагает

их использование в схемах для получения композиционных гибридов озимого рапса или для создания популяционных сортов. Положительная оценка эффекта ОКС при НСР g_i $p=0,05$ (0,27) линии И-09 ($g_i=0,30$) при высоком значении дисперсии СКС позволяют рекомендовать ее для получения высокогетерозисных гибридов. Наибольшие значения констант СКС по этому признаку выявлены в комбинациях И-09×А-08, А-Л×Л-02, Д-05×А-Л и И-09×Д-05.

По признаку «длина центральной кисти» высокой оценкой эффекта ОКС при НСР g_i $p=0,01$ (1,59) установлена у линии А-Л ($g_i=3,87$), которая имеет также высокую дисперсию СКС и может быть использована как для создания высокогетерозисных гибридов, так и сортов. Наследование данного признака у этой линии обусловлено генами с аддитивными эффектами, т.к. значение дисперсии ОКС преобладает над дисперсией СКС. По данному признаку лучшими комбинациями были: А-Л×А-08 и Д-05×Л-02.

По признаку «высота растений» наибольший интерес представляют линии, обладающие слабой положительной или высокой отрицательной оценкой эффектов ОКС, т.к. актуальной задачей гетерозисной и популяционной селекции является создание низкорослых гибридов и сортов рапса. Линии И-09 ($g_i=-5,00$), А-08 ($g_i=-2,17$) и Д-05 ($g_i=-2,13$) представляют особую ценность для селекции, т.к. имеют высокое (положительное) сочетание ОКС по продуктивности и низкое (отрицательное) по высоте растений. У линии Д-05 основную роль в наследовании данного признака выполняют гены с доминантными и эпистатическими эффектами, т.к. дисперсия СКС значительно превышает дисперсию ОКС. У остальных линий дисперсии ОКС, в основном, превышают дисперсии СКС, что говорит о преобладании генов с аддитивными эффектами.

Линии А-08 ($g_i=-7,35$), Д-05 ($g_i=-6,41$), И-09 ($g_i=-1,55$) характеризуются низкой ОКС по признаку «высота ветвления» и представляют определенный интерес для селекции гибридов и сортов озимого рапса с низкой высотой ветвления, которая коррелирует со многими биометрическими показателями этой культуры. Линии А-08 и Д-05 обладают высокой дисперсией СКС по этому признаку. Линию И-09 с низкой СКС можно использовать для получения композиционных гибридов. В наследовании данного признака преобладают гены с аддитивными эффектами, т.к. дисперсия ОКС у изучаемых линий существенно выше, чем дисперсия СКС.

Выводы

На основании исследований по оценке эффектов ОКС, констант и дисперсий СКС новых самоопыленных линий и перспективных гибридов озимого рапса выявлен характер наследования основных признаков и показаны конкретные пути дальнейшего их использования в селекции культуры. Проведенными исследованиями установлено, что линия А-08 обладает положительными оценками эффектов ОКС по признакам: общее количество стручков на растении, количество семян в стручке на центральной кисти, продуктивность растений с 1 м^2 ; линия Д-05 – по общему количеству стручков на растении,

массе 1000 семян, количеству семян в стручке на центральной кисти, количеству ветвей первого порядка, продуктивности растений с 1м²; линия И-09 – по общему количеству стручков на растении, массе 1000 семян, количеству семян в стручке на центральной кисти, продуктивности растений с 1м²; линия А-Л – по массе 1000 семян, количеству стручков на центральной кисти и длине центральной кисти, которые оказывают положительное влияние на семенную продуктивность и могут быть использованы в гетерозисной и популяционной селекции.

По специфической комбинационной способности (СКС) по трем и более селекционным признакам, определяющим семенную продуктивность культуры лучшими, были следующие комбинации: Л-02×А-08, А-Л×А-08, Д-05×А-Л, И-09×Д-05 и Д-05×Л-02.

Литература

1. Шкет, В.Н. Комбинационная способность линий озимого рапса (*Brassica napus* L.) в системе скрещивания линия × тесткр / В.Н. Шкет, Ю.Ю. Поморова, Н.С. Осик // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: материалы межд. науч.-практ. конф.; Жодино, 10-11 июля 2008 г.; в 2 т. / Научн.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, 2008. – Т. 2. – С. 165-169.
2. Пилюк, Я.Э. Дисперсионный анализ как метод оценки селекционного материала рапса / Я.Э. Пилюк // Земледелие и растениеводство: сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: М.А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж: Несв. укр. тип. им. С. Будного, 2005. – Вып. 41. – С. 192-198.
3. Турбин, Н.В. Теоретические основы и методы современной селекции растений / Н.В. Турбин // Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур. – М., 1972. – С. 27-47.
4. Федин, М.А. Статистические методы генетического анализа / М.А. Федин, Д.Я. Силис, А.В. Смирязев. – М.: Колос, 1980. – 207 с.
5. Горлов, С.Л. Селекция озимого рапса (*Brassica napus*) на гетерозис: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / С.Л. Горлов. – К., 1995. – 70 л.
6. Югенхеймер, Р.У. Кукуруза: Улучшение сортов, производство семян, использование. – М.: Колос, 1979. – 519 с.
7. Дремлюк, Г.К. Метод оценки комбинационной способности при нерегулярных скрещиваниях // Доклады ВАСХНИЛ. – 1976. – № 1. – С. 10-15.
8. Турбин, Н.В. О принципах и методах селекции растений на комбинационную способность / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева // Гетерозис: теория и методы практического использования. – Минск: Наука и техника. – 1961. – С. 59-111.
9. Карпачев, В.В. Научное обоснование и результаты селекции рапса и тритикале в лесостепи центрального черноземного региона : дис. ... докт. с.-х. наук : 06.01.05 / В. В. Карпачев. – М., 2005. – 223 л.
10. Пилюк, Я.Э. Анализ комбинационной способности линий озимого рапса *Brassica napus* L. с использованием диаллельных скрещиваний / Я.Э. Пилюк, В.В.Зеленяк, Л.В. Хотылева, А.В. Бакановская // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси; редкол.: А.В. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2009. – С. 90-96.
11. Турбин, Н.В. Диаллельный анализ в селекции растений / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина. – Минск, 1974. – 184 с.
12. Griffing, V. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Austral. J. Biol. Sci. – 1956. – v.9. – P. 463-493.

13. Чан Динь Лонг. Оценка комбинационной способности некоторых сортов риса методом диаллельных скрещиваний / Чан Динь Лонг, Хоанг Ван Фан, Чан Ван Зиен, Фам До Ким Ханг, Ле тхи Чау Зунг, Нгуен Минь Фьюнг // Доклады ВАСХНИЛ. – 1990. – №4. – С. 16-20.

EVALUATION OF INBRED LINES OF WINTER RAPESEED BRASSICA NAPUS L. FOR HETEROSIS BREEDING

N.N. Bobko, Y.E. Piliuk

The results of experimental researches on heterosis rapeseed breeding are discussed in the article. General and specific combining ability of new initial material has been determined. The most valuable self-pollinated winter rapeseed lines have been developed and selected by a complex of economic characters. Possibilities of the use of the selected material in heterosis breeding are presented.

УДК 633.174:581.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

**В.Н. Куделко, Н.А. Лужинская кандидаты с.-х. наук, В.П. Бакай,
П.О. Кошевой**

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Поступила в печать 27.02.2018)*

Рецензент: канд. с.-х. наук И.С. Матыс

Аннотация. В статье представлен анализ полевого изучения образцов проса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР с целью выявления источников хозяйственно-ценных признаков для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Введение. Просо – культура высоких потенциальных возможностей [1], однако недостаточный адаптивный потенциал районированных в настоящее время сортов проса в Беларуси является одной из основных причин нестабильной урожайности, особенно в неблагоприятные по погодным условиям годы [2, 3]. Республика Беларусь и, в частности, Минская область, является северной границей ареала распространения данной культуры [4]. Главным фактором, лимитирующим урожайность в этой зоне, является температура воздуха. Поэтому сорта проса, возделываемые в данной местности, должны обладать, в первую очередь, таким ценным признаком, как раннеспелость, т.е. возможность за относительно короткий вегетационный период сформировать полноценный урожай. Также, по мнению ряда селекционеров [5, 6, 7], к признакам, отличающимся стабильностью в разных условиях произрастания, относятся масса 1000 зерен, цвет зерна, форма метелки, интенсивность антоциановой окраски. Успешная селекционная работа по созданию адаптивных сортов предполагает наличие признаков для отбора [8]. В этой связи важная роль отводится изучению

нового селекционного материала, который может быть использован в дальнейшем для рекомбинации селекционных форм и создания ценных сортов.

Значительная часть генетических ресурсов проса сохранена в мировой коллекции Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) [9]. Коллекция насчитывает более 9000 образцов различного географического происхождения [10].

Отдел генетических ресурсов крупяных культур ВИР сохраняет мировое разнообразие вида *Panicum miliaceum* L. Ежегодно передаются новые коллекционные образцы проса для размножения, поддержания и изучения мировых генетических ресурсов на Белорусском опорном пункте в г. Жодино и их использование в селекционном процессе. Эти образцы пополняют коллекционный фонд проса белорусского Генбанка. Дальнейшее изучение коллекции будет способствовать ее эффективному использованию в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

Материал и методика проведения исследований. В период с 2014 г. по 2016 г. из ВИРа поступило 224 образца проса, которым отведено важное место среди коллекций зерновых культур на Белорусском опорном пункте ВНИИР им. Н.И. Вавилова.

Коллекция проса представлена селекционными сортами, генетическими и селекционными линиями, гибридами и мутантами различного эколого-географического происхождения. Также в коллекции имеются местные образцы, собранные в 4-х областях Беларуси (Брестской, Гомельской, Гродненской и Могилевской). Они обладают высоким адаптивным потенциалом и наиболее приспособлены к условиям возделывания. Привлечение их в селекционный процесс будет способствовать повышению общего потенциала продуктивности.

Разнообразие погодных условий за годы проведения исследований позволило провести наиболее полную оценку изучаемого материала по комплексу или отдельным хозяйственно-полезным признакам.

Изучение коллекционного материала проса проводили в 2014-2016 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 5,3-6,6, содержание P_2O_5 – 178-254 мг/кг, K_2O – 278-420 мг/кг почвы, гумуса – 2,29-2,72%.

В коллекционном питомнике изучали 109 образцов проса разных экотипов, отличающихся по морфологии развития.

Закладка коллекционного питомника осуществлялась согласно общепринятым методикам [11]. Обработка почвы, посев и уход за посевом осуществлялись в соответствии с агротехникой принятой для возделывания проса в Беларуси [12]. В качестве стандарта использовали сорт проса *Галинка* селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», который размещался через каждые 10 номеров. Образцы первого года изучения высевали вручную без повторностей, площадь делянки – 1 м², норма посева – 300 зерен/м².

Образцы, поступающие в коллекцию, изучаются в течение 3 лет на продуктивность, а также проводятся фенологические наблюдения и морфологические описания. Устойчивость растений к основным болезням, вредителям и полеганию определяли визуально по 9-балльной шкале согласно унифицированному классификатору для проса [13].

Лабораторный анализ структуры урожая проводился согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции проса [14].

Результаты и их обсуждение. Изучавшиеся образцы проса имеют разное эколого-географическое происхождение. Так, основную долю (45,3%) коллекции составляли образцы из Украины, 33,7% из Беларуси, 18,6% из России и по 1,2% из Венгрии и Казахстана (рисунок).

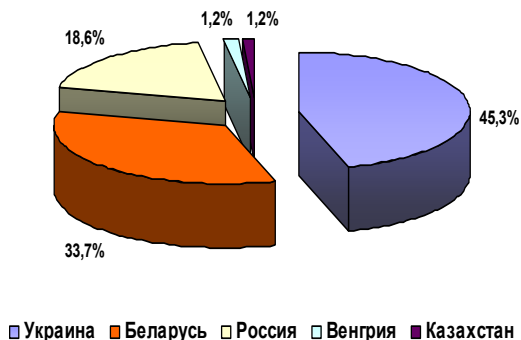


Рисунок – Разнообразие коллекции проса по географическому происхождению

Изученные образцы представлены 15-ю разновидностями, наиболее распространена *miliaceum* (развесистая форма метелки, желтая окраска зерна), *coccineum* (развесистая форма метелки, красная окраска зерна) и *cinereum* (развесистая форма метелки, серая окраска зерна). К самым малочисленным относилась *patentissimum* (раскидистая форма метелки, коричневая окраска зерна).

Образцы проса различались между собой по скороспелости, высоте растений, форме метелки, окраске зерновой оболочки, форме куста и т.д.

Форма куста у изучаемых образцов была четырех типов: прямая, наполовину развесистая, развесистая и стелющаяся. Последние три формы характерны, в основном, для местных белорусских образцов.

Самые ранние всходы отмечались у образцов с желтой окраской зерна, более поздние – с красной, серой и коричневой. За годы исследований период «посев – всходы» у различных сортообразцов составлял от 9 до 14 суток, причем данный показатель очень сильно варьировал в зависимости от года исследований.

Средняя продолжительность вегетационного периода составляла от 85 дней у образца *IB0 11974* (Гомельская обл.) до 122 у образца *Полиплоид 1190* (Россия), *Харьковское 56* (Украина) и *Уральское 109* (Россия). Наиболее скороспелые образцы *Слобожанске* (Украина), *IB0 11962* (Брестская обл.), *Веселопо-*

долянское 311 (Украина), Воронежское 897 (Россия). Сорт-стандарт (Галинка) входил в группу среднеспелых образцов. В целом скороспелостью отличались образцы белорусского происхождения (IBO 11986, IBO 11976, IBO 11963, IBO 11977, IBO 11961). Большая часть коллекции относится к средне- и позднеспелым образцам.

Просо относится к культурам, которые зачастую используются для получения зеленой массы, урожайность которой во многом зависит от высоты растений. В условиях центральной части Беларуси высота растений изучаемых образцов варьировала от 63,3 до 122,8 см. Большая часть коллекции проса имеет высоту растений до 110 см (среднерослая группа), именно эта часть коллекционных образцов была достаточно устойчива к полеганию (6-9 баллов). Стандарт характеризовался средней высотой (120,6 см) и относительной устойчивостью к полеганию (7 баллов). Короткостебельностью отличались образцы *Линия 568* (67,3 см), *Полиплоид из ВНИИЗБК 1545* (68,0 см), *ат 129 №2* (68,8 см), *Линия 2594* (73,3 см), *Полиплоид №1190* (72,0 см) российского происхождения, а также местные белорусские образцы *IBO 11966* (75,8 см), *IBO 11974* (91,9 см), *IBO 11961* (91,4 см), *IBO 11978* (93,0 см), *IBO 11957* (94,7 см). К наиболее высокорослым можно отнести образцы *Fertodi 6* (Венгрия), *Воронежское 98* (Россия) при средней высоте растений 122,1 и 121,5 см соответственно. При этом устойчивость к полеганию у данных образцов составляла 6 баллов.

Важным элементом продуктивности растения является длина метелки. Основная масса изученных образцов имела метелку средней длины (21,4-29,6 см). Выделились по этому признаку белорусские образцы *IBO 11986*, *IBO 11961*, *IBO 11963*, *IBO 11985*, *IBO 11977*, *IBO 11970*, длина метелки у них варьировала от 28,6 до 32,4 см. Наибольшую длину метелки имели образцы из Украины *Золотистые* (34,2 см), *Веселоподолянское 534* (33,5см), *Олитан* (32,9см). Однако, чем длиннее метелка, тем более растянут период ее созревания. Короткая метелка (19,5-22,6 см) была у образцов *Крупноскорое* (Россия), *Харьковское 71* (Украина), *ат 129 №2* (Россия), *IBO 11966* (Брестская обл.), *Чаривне* (Украина).

Озерненность метелки у проса изменялась от 112 шт. у образца *ат 129 №2* (Россия) до 783 шт. у сорта *Юбилейное* (Украина). С большим числом зерен в метелке выделились следующие образцы: *Радуга* (Россия), *IBO 11970* (Брестская обл.), *Витрило* (Украина), *IBO 11974* (Гомельская обл.), *Янтарное* (Украина), *IBO 11983* (Гомельская обл.), *Омрияне* (Украина), *IBO 11969* (Брестская обл.), *Вольное* (Россия). В зависимости от года изучения в меньшей степени изменялся данный показатель у сорта *Веселоподолянское 16*, *Веселоподолянское 311*, *Слобожанске* и *Харьковское 22* из Украины, а также образца *IBO 11979* (Брестская обл.), *IBO 11986* (Гродненская обл.).

Одним из главных элементов структуры урожайности является масса 1000 зерен. Этот показатель изменяется в зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания. Условия 2014-2016 гг. были не совсем благоприятными для вегетации проса, особенно в периоды формирования урожая, что не позволило растениям сформировать крупные семена. Анализ полученных результатов показал, что масса 1000 зерен у изучаемых образцов изменялась от 4,1 г у

сорта *Веселоподолянское 176* (Украина) до 8,4 г у сорта *Крупноскорое* (Россия). 8 образцов различного происхождения превысили показатель стандарта *Галинка* (6,8 г). Наиболее высокие показатели по этому признаку получены у образцов *Веселоподолянское 311*, *Мутант 82-7417*, *Била Альтанка* (Украина), *Воронежское 902*, *Полиплоид из №1190*, *Вольное* и *Линия 568* (Россия).

Стабильностью массы 1000 зерен отличались образцы из Гомельской и Брестской области *IB0 11984* (6,8 г), *IB0 11977* (6,7 г), *IB0 11974* (6,3 г), *IB0 11970* (6,1 г). Все они находились на уровне стандарта.

Одним из важнейших направлений селекции является создание высокопродуктивных сортов. Наибольший интерес представляют высокопродуктивные сорта, которые меньше подвержены влиянию погодных условий. Полученные результаты полевой оценки урожайных свойств коллекционных образцов проса показали, что диапазон изменения продуктивности растений в наших условиях был довольно широким (от 0,5 до 8,9 г). Это один из основных показателей продуктивности сорта. Так, наибольшую массу зерна с главной метелки имели образцы из России *Янтарное* (8,2 г), *Юбилейное* (5,4 г), *Веселоподолянское 311* (4,9 г), *Вольное* (4,7 г), *Мироновское 51* (4,6 г), а также *IB0 11970* (4,3 г), *IB0 11979* (4,0 г), *IB0 11969* (3,2 г) (Брестская обл.). Наименьшую (менее 1 г) – *Мутант 83-7255*, *Харьковское 86* (Украина) и *IB0 11971* (Могилевская обл.). У сорта стандарта (*Галинка*) данный показатель за годы исследований находился на уровне 4,3 г.

На формирование урожайности проса немаловажное значение оказывает и продуктивная кустистость. Интенсивность кушения у разных сортов различная, но больше всего она зависит от условий выращивания. В наших исследованиях наибольшая продуктивная кустистость отмечалась у местных белорусских образцов *IB0 11963*, *IB0 11957*, *IB0 11969*, *IB0 11958*, а также у сортов из Украины *Веселоподолянское 334*, *Лилове*, *Харьковское 57*.

С учетом характера проявления различных селекционно-ценных признаков в качестве исходного материала для селекции в условиях Беларуси можно рекомендовать следующие источники:

- скороспелости – *IB0 11974* (Гомельская обл.), *Слобожанске* (Украина), *IB0 11962* (Брестская обл.), *Веселоподолянское 311* (Украина), *Воронежское 897* (Россия);

- короткостебельности и устойчивости к полеганию – *Линия 568*, *Полиплоид из ВНИИЗБК 1545*, *ат 129 №2* (Россия), а также местные белорусские образцы *IB0 11966*, *IB0 11961*, *IB0 11974*;

- высокой озерненности метелки – *Юбилейное* (Украина), *Радуга* (Россия), *IB0 11970* (Брестская обл.), *Витрило* (Украина), *IB0 11974* (Гомельская обл.), *Янтарное* (Украина), *IB0 11983* (Гомельская обл.), *Омрияне* (Украина);

- крупнозерности, с высокой массой 1000 зерен – *Крупноскорое* (Россия), *Веселоподолянское 311*, *Мутант 82-7417* и *Била Альтанка* (Украина);

- продуктивности метелки – образцы из России *Янтарное*, *Юбилейное*, *Веселоподолянское 311*, *Вольное*, а также *IB0 11970*, *IB0 11979* (Брестская обл.).

Выводы

1. В мировой коллекции ВИР содержится уникальный генофонд вида *Panicum miliaceum L.*, необходимый в качестве исходного материала для создания новых сортов.
2. Изучение проса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР позволило выделить 29 источников хозяйственно-ценных признаков, которые рекомендуется использовать в селекционном процессе.
3. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности поддержания и сохранения изученных коллекционных образцов проса как ценного исходного материала.

Литература

1. Соловьев, А.В. О накоплении сухой массы у растений проса в связи с условиями минерального питания / А.В.Соловьев, М.К. Каюмов // С.-х. биология, Сер. биол. растений. – 2008. – №5. – С.107-109.
2. Корзун, О.С. Просо в Беларуси / О.С. Корзун, Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров. – Гродно, 2013. – 198 с.
3. Кравцова, В.Н. Продолжительность периода вегетации и межфазных периодов разных разновидностей проса как критерий пригодности для возделывания в северной зоне Беларуси / В.Н. Кравцова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. научн. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: М. А. Кадыров [гл. ред.][и др.]. – Минск, 2006 г. – Вып. 42. – С. 237-247.
4. Просвиркина, А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса / А.Г. Просвиркина. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 159 с.
5. Крацов, С.В. Изучение и создание исходного материала проса для селекции на урожайности и крупность зерна: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / С.В. Крацов; РНИ-УП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» – Жодино, 2003. – 20 с.
6. Тихонов, Н.П. Генетические аспекты исследования окраски зерна (цветковых пленок) у проса посевного / Н.П. Тихонов // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений: Мат. н.-пр. конф., посвященной памяти профессора А.П. Лоханова, октябрь, 2005 г. ; редкол.: В. И. Зотиков [и др.]. – Орел: ВНИИЗБК, 2006. – С. 66-72.
7. Сидоренко, В.С. Селекция проса для различных направлений использования / В.С. Сидоренко [и др.] // Rolul culturilor leguminoase si furajere in agricultura republicii Moldova: material conferintei international, 17 iunie 2010, Republica Moldova, Balti. – Chisinau, 2010. – С. 168-172.
8. Введенская, И.О. Оценка генетического разнообразия проса обыкновенного (*Panicum miliaceum L.*) на основе использования ДНК-маркеров / И.О. Введенская [и др.] // С.-х. биология. – 2002. – №5. – С. 56-63.
9. Лысов, В.Н. Каталог-справочник мировой коллекции ВИР (Просо обыкновенное) / В.Н. Лысов // Под ред. П.М. Жуковского. – Л., 1961. – Вып. 5. – 44 с.
10. Сайт Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.vir.nw.ru/index_r.htm – Дата доступа: 9.02.2018
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2012. – С. 138-145.
13. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum L.*) / Л.В. Григорашенко, С.Г. Холод, О.І. Рудник, В.К. Рябчун, Л.Н. Кобизева, С.М. Горбачова. – Харків, 2009. – 62 с.

14. Лысов, В.Н. Просо – Panicum miliaceum L. / В.Н. Лысов //Культурная флора СССР: в 3 томах; под ред. А. А. Корнилова. – Т. 3: Гречиха, просо, рис. – Л.: «Колос», 1975. – С. 124-236.

STUDY RESULTS OF MILLET FROM VIR COLLECTION IN CENTRAL PART OF BELARUS

V.N. Kudelko, N.A. Luzhinskaya, V.P. Bakat

The analysis of the study of millet accessions of different ecological and geographical origin from the VIR world collection under field conditions with the aim of identification of sources of economic characters for further use in the breeding process is presented in the article.

УДК 633.521:631.576

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛОРУССКИХ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ МАСЛОСЕМЯН

А.Ю. Шанбанович, соискатель*

РУП «Институт льна»

(Поступила 14.02.2018)

Рецензент: канд. биол. наук Г.В. Будевич

Аннотация. *Сообщаются результаты изучения пригодности районированных белорусских сортов льна масличного для производства льняного масла. Показано, что по величине урожайности размах изменчивости составляет от 0,7 до 4,0%, в то время как сбор масла варьирует более значительно – от 7,2 до 20,6% благодаря различному его содержанию в маслосеменах. Наиболее высокий сбор масла обеспечивал сорт Салют. По содержанию α-линоленовой кислоты (омега-3) сорта также слабо различаются между собой. Минимальное количество омега-3 в маслосеменах отмечено у сорта Опус.*

Введение. Увеличение объема качественных продуктов питания при крайне низких энергетических затратах у большинства современных людей становится причиной патологий, связанных с метаболизмом обмена веществ [1]. В сложившейся ситуации требуется создание функциональных пищевых продуктов, позитивно воздействующих на жизнедеятельность человека, источников незаменимых биологически активных соединений, которые в организме не синтезируются, а поступают в основном с растительной пищей, например, ненасыщенные жирные кислоты, основным источником которых является льняное масло, получаемое из маслосемян льна масличного [2].

Лен масличный – ценная техническая и продовольственная культура многостороннего использования, которую возделывают в основном для получения семян, служащих для производства льняной муки, масла, быстросохнущих

*Работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук, профессора И.А. Голуба

олиф, косметических и лекарственных препаратов. Современные его сорта обладают урожайностью 2,5-3,0 т/га и более, содержат в семенах 18-33% высококачественного растительного белка, а их масличность в абсолютно сухом состоянии достигает 53%, благодаря чему льняное масло находит широкое применение во многих отраслях промышленности и медицине [3]. В общей структуре мировых посевов льна преобладают его масличные формы, они занимают около 84-85% всех площадей льна и лишь 15-16% приходится на долю долгунцовых, возделываемых для производства волокна [4]. Поэтому наряду с селекцией льна-долгунца, которая ведется в Беларуси уже больше полувека, с 1998 г. начато создание сортов льна масличного. За этот период было районировано пять сортов льна масличного: *Брестский*, *Опус*, *Илим*, *Салют* и *Фокус* [5]. Они стали объектом наших исследований по сбору и качеству льняного масла. Особое внимание было уделено определению сортовых особенностей при их возделывании в одинаковых условиях по выходу α -линоленовой кислоты (АЛК), определяющей диетическое качество получаемого пищевого льняного масла.

Методика и условия проведения исследований. Исследования были проведены в 2014-2015 гг. на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области. Повторность полевого опыта – четырехкратная, площадь делянок в опыте 12,5 м². Обработка результатов проводилась по общепринятым методикам [7]. Размах урожайности маслосемян и сбора масла с гектара оценивали по методике Зыкина [8]. Агротехника – общепринятая для возделывания льна масличного в Республике Беларусь [6]. Норма высева – 9,0 млн всхожих семян на гектар. Способ сева – узкорядный. Предшественник – зерновые культуры. Минеральные удобрения внесены в форме АФК (азотно-фосфорно-калийное). Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, удовлетворяющая требованиям льна масличного по агрохимическому составу. Пахотный горизонт всех опытных полей характеризовался реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной, с содержанием подвижного фосфора 200-210 мг/кг, обменного калия 180-220 мг/кг почвы, гумуса 1,69-2,18%.

Погодные условия в период исследований отличались от средних многолетних показателей. В 2014 г. в период вегетации температура воздуха, превышающая норму, а также недостаток влаги до самой уборки, увеличили продолжительность появления всходов, однако в период вегетации в целом они были относительно благоприятными для формирования урожая маслосемян в пределах 13-15 ц/га. В 2015 г. агрометеорологические условия в начальный период были более благоприятными для роста и развития растений льна масличного. Верхний слой почвы находился в умеренно влажном состоянии. В дальнейшем в период вегетации наблюдалась умеренно теплая, в отдельные дни жаркая погода. Количество выпавших осадков было незначительным, однако, достаточные запасы продуктивной влаги в почве (в полуметровом горизонте от 40 до 90 мм) способствовали формированию более высоких урожаев семян льна масличного по сравнению с 2014 г. – от 14,9 ц/га до 16,8 ц/га.

Вегетационный период 2014 г. можно рассматривать как менее благоприятный для возделывания льна масличного по сравнению с 2015 г. Различные

погодные условия позволили определить их влияние на урожайность маслосемян и сбор масла с гектара в зависимости от сорта.

Результаты и обсуждение. Ценность льняного масла определяется высоким содержанием в нем α -линоленовой кислоты, которая относится к семейству полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3, присутствующих, главным образом, в морепродуктах и гораздо реже в растительных и животных продуктах. В настоящее время льняное масло – самый богатый растительный источник АЛК, на долю которой приходится 49-66% от суммы жирных кислот [9]. Из экспериментальных данных, полученных за годы исследований, можно сделать вывод о весьма узком межсортовом полиморфизме по содержанию жирных кислот в сортах льна масличного белорусской селекции в среднем за два года, в том числе и по АЛК (таблица 1).

Таблица 1 – Жирнокислотный состав маслосемян у сортов льна масличного белорусской селекции, %

Сорт	Наименование кислот				
	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	@ Линоленовая (АЛК)
Брестский	5,72	3,79	14,91	13,59	61,49
Илим	5,00	3,32	15,57	15,51	60,19
Опус	5,88	3,74	15,25	17,66	57,00
Салют	5,36	3,67	16,47	14,89	59,72
Фокус	4,95	3,61	14,40	14,72	61,92

Размах изменчивости между сортами (d, %) составлял по α -линоленовой кислоте всего 0,8%, по линолевой 2,3%, по олеиновой 1,3%, следовательно, сбор той или иной жирной кислоты можно регулировать, главным образом, величиной урожайности маслосемян.

Анализ средней величины урожайности за годы исследований показал, что исследуемые сорта мало различались между собой по данному показателю. Выделяется только сорт *Салют*, который на 1,2-1,6 ц/га или 7,5-9,9% формировал урожайность маслосемян выше остальных (рисунок 1), однако сбор масла с гектара у сортов льна масличного (среднее за 2014-2015 гг.) не находился в прямой зависимости от урожайности маслосемян, его выход также довольно существенно зависел от содержания жирных кислот в маслосеменах.

Анализ последнего показателя свидетельствует, что изучаемые нами сорта различались между собою по содержанию масла в маслосеменах, которое находится в пределах от 44,6% у сорта *Брестский* до 49,5% у сорта *Фокус* (рисунок 2). Различия между сортами по содержанию масла в маслосеменах составляют 4,7%, что является относительно значимой величиной и свидетельствует о возможности увеличивать этот показатель селекционным путем, а также необходимостью использования обоснованных технологических приемов [9].

Основное различие между белорусскими сортами льна масличного обеспечивается, прежде всего, содержанием масла в маслосеменах, поэтому важным

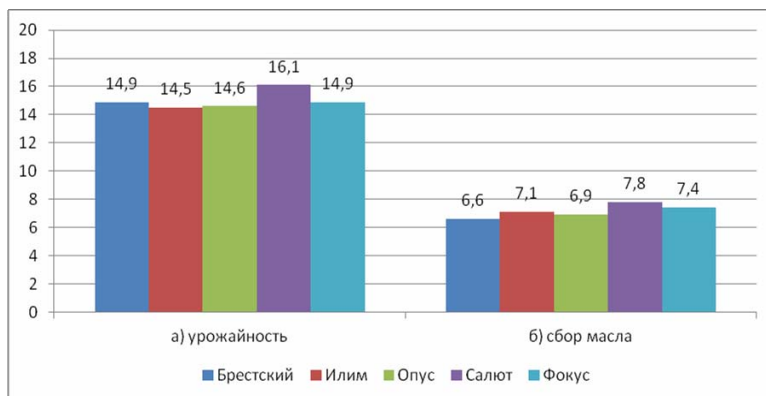


Рисунок 1 – Урожайность маслосемян и сбор масла с гектара у сортов льна масличного, ц/га (среднее за 2014-2015 гг.)

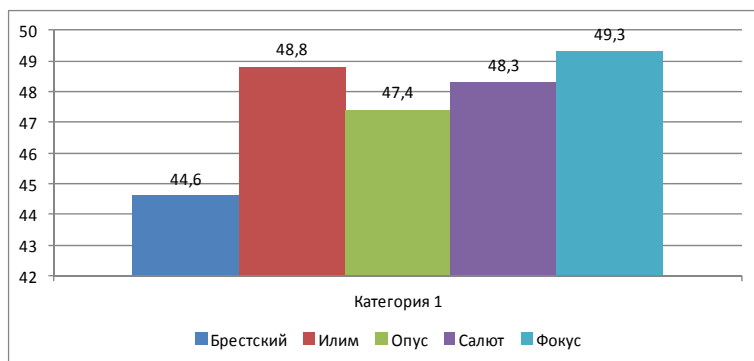


Рисунок 2 – Содержание масла в маслосеменах сортов льна масличного, % (среднее за 2014-2015 гг.)

показателем является стабильность его содержания в зависимости от погодных условий года. Оказалось, что этот показатель больше всего зависит от условий года у сорта *Салют*, у которого различия по содержанию масла в семенах достигали 5,0%, а наиболее стабильным был у сорта *Опус* и составил 1,9%, т.е. в 2,6 раза меньше, чем у сорта *Салют* (таблица 2). Это указывает на необходимость систематического ежегодного контроля содержания масла в маслосеменах даже в случае районирования сортов льна масличного.

Общеизвестно, что величина урожайности является интегрирующим показателем плотности посевов и продуктивности отдельного растения. В силу того, что растения льна масличного не ветвятся, урожайность формируется в основном благодаря их количеству на единице площади [11]. Семена льна масличного соответствовали требованиям СТБ 1123-98 [12], что обеспечило формирова-

Таблица 2 – Урожайность, выход и содержание масла в семенах льна масличного в зависимости от условий года

Сорт	2014 г.			2015 г.			Различие между годами		
	Урожайность семян, ц/га	Содержание масла, %	Выход масла, ц/га	Урожайность семян, ц/га	Содержание масла, %	Выход масла, ц/га	Урожайность, (d%)	Выход масла с га, (d%)	Содержание масла, %
Брестский	14,8	43,0	6,4	14,9	46,2	6,9	0,7	7,2	3,2
Илим	13,6	47,1	6,4	15,3	50,4	7,7	11,1	16,9	3,3
Опус	13,5	46,4	6,3	15,7	48,3	7,6	14,0	20,6	1,9
Салют	15,3	45,8	7,0	16,8	50,8	8,5	7,7	17,6	5,0
Фокус	14,0	47,7	6,7	15,8	51,3	8,1	11,4	19,7	3,6
НСР ₀₅	0,24			0,89					

ние достаточной густоты стояния растений на единице площади, которая перед уборкой составила в среднем за 2014-2015 гг. на одном метре квадратном от 760 растений у сорта *Опус*, до 790 у сортов *Салют* и *Фокус* (таблица 3).

Таблица 3 – Формирование густоты посева сортов льна масличного (среднее за 2014-2015 гг.)

Сорт льна	Качество семян		Полевая всхожесть, %	Выживаемость растений, %	Количество растений, шт. на 1 м ²
	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %			
Брестский	96,5	95,0	84,4	81,6	780
Опус	91,0	90,5	84,0	81,0	770
Илим	95,0	93,5	81,8	79,6	760
Салют	100	100	87,1	82,9	790
Фокус	98,0	98,0	86,9	83,3	790

Однако, несмотря на оптимальный стеблестой при возделывании сортов льна масличного, продуктивность одного растения оставалась невысокой (таблица 4) и, как следствие, урожайность ценоза не превышала 13,5-16,8 ц/га.

Таблица 4 – Элементы продуктивности растения льна масличного (среднее за 2014-2015 гг.)

Сорт льна	Количество коробочек на растении, шт.	Число семян в коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г	Количество семян с растения, шт.
Брестский	5,7	6,2	6,2	35,3
Опус	5,7	6,2	6,2	35,3
Илим	5,8	6,3	6,1	36,5
Салют	5,7	6,4	6,2	36,4
Фокус	5,8	6,3	6,1	36,5

Можно отметить, что возделываемые в настоящее время сорта льна масличного отличаются средней продуктивностью семян как отдельно стоящего растения, так и ценоза в целом. Это свидетельствует о необходимости подбора технологических приемов возделывания для повышения адаптивности этих сортов льна масличного не только в условиях северной области, но и в других регионах Республики Беларусь.

Выводы

1. Урожайность маслосемян в среднем за два года составила 14,5-16,1 ц/га, сбора масла 6,6-7,8 ц/га. Максимальную урожайность и сбор масла обеспечивал сорт *Салют* – 16,1 и 7,8 ц/га соответственно, минимальные показатели были у сорта *Брестский* – 14,9 и 6,6 ц/га.

2. Наибольшее содержание ненасыщенных жирных кислот в маслосеменах отмечается у сортов *Фокус* и *Илим* – 49,3 и 48,8% соответственно.

3. Нестабильное содержание масла в маслосеменах в зависимости от погодных условий было характерно для сорта *Салют*, различия составили 5,0%. У сорта *Опус* разница в содержании ненасыщенных жирных кислот в маслосеменах была 1,9%, что в 2,6 раза ниже, чем у сорта *Салют*, у остальных изучаемых сортов различия в содержании масла находились в пределах 3,2-3,6%.

Литература

1. *Копышев, В.А.* Ваше питание: полезно ил опасно? / В.А. Копышев. – М. Экономика, 1996 – 158 с.

2. *Лукомец, В.М.* Лен масличный – культура перспективная / В.М. Лукомец, В.Т. Пивень, Н.М. Тишков // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2013. – №2. – 20 с.

3. *Зубцов, В.А.* Лен – прядильная и масличная культура / В.А. Зубцов и др. // Учебное пособие. – Тверь, 2017. – 304 с.

4. *Рожмина, Т.А.* Образцы прядильного и масличного льна (*Linum ussitatissimum* α) – источник эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию и ее зависимость от температуры / Т.А. Рожмина, Н.И. Лошанова // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – 51, №3. – С. 310-317.

5. *Андроник, Л.Е.* Результаты селекции льна масличного / Л.Е. Андроник, Е.В. Иванова, М.Е. Маслинская, А.Н. Снопов // Приложение к журналу «Земледелие и защита растений». – 2017. – №4. – С. 41-43.

6. Возделывание льна масличного на семена // Организационно-технологические нормы возделывания кормовых и технических культур; Под общей редакцией академика В.Г. Гусакова и Ф.И. Привалова: Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2012. – С. 296-309.

7. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 336 с.

8. *Зыкин, В.А.* Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В.А. Зыкин, И.А. Белов, В.М. Россеев // Доклады РАСХН. – 2000 №2. – С. 5-7.

9. *Голуб, И.А.* Возделывание льна масличного в Республике Беларусь / И.А. Голуб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов /// Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; ред: Ф.И. Привалов [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 666-682.

10. Шадыро, О.И. Разработка устойчивых к окислению биологически активных добавок к пище на основе льняного масла / О.И. Шадыро, А.А. Сосновская, И.П. Едимичева // Весті НАН Беларусі. – 2017. – № 3. – С. 109-130.

11. Прудников, В.А. Основные приемы сортовой агротехники льна масличного / В.А. Прудников // Приложение к журналу «Земледелие и защита растений». – 2017. – №4. – С. 43-45.

12. СЕМЕНА ЗЕРНОБОБОВЫХ, МАСЛИЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР. Сортовые и посевные качества. Технические условия, СТБ 1123-98. – Минск, 1998.

CHARACTERISTICS OF MAIN INDICES OF BELARUSIAN OIL FLAX VARIETIES BY YIELD AND QUALITY OF OILSEEDS

A.Yu. Shanbanovich

The results of the study of the fitness of recognized Belarusian oil flax varieties for oil production are discussed. It is shown that the variation of range by yield was from 0.7 to 4.0%, while the oil yield varied more significantly i.e. from 7.2 to 20.6%, due to different oil content in oilseeds. The highest yield of oil was provided by Salyut variety. The varieties were also slightly different from each other by the content of α -linolenic acid (omega-3). The minimum content of omega-3 in oilseeds was obtained in Opus variety.

УДК 633.521:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Е.Л. Андроник, канд. с.-х. наук, **Е.В. Иванова**, канд. с.-х. наук
РУП «Институт льна», аг. Устье
(Поступила 26.03.2018)

Рецензент: канд. с.-х. наук Д.В. Лужинский

Аннотация. В статье показаны результаты изучения 15 линий льна масличного в селекционном сортоиспытании. Выделены 4 раннеспелые формы с периодом вегетации 81,5-83,0 сут.; 7 образцов с высотой растений 58,6-59,8 см; 5 линий, высокоустойчивых к фузариозному увяданию (развитие болезни от 5,4% до 8,6%). Отмечены 3 формы, превышающие стандартный сорт Салют по урожайности семян на 10,9-13,6% и 3 сортообразца с урожайностью 24,5-24,9 ц/га. Отобраны линии с массой 1000 семян 6,97-7,23 г, с содержанием масла 43,8-45,8% и сбором масла 9,4-10,0 ц/га.

Определение стратегии на ближайшую перспективу является важнейшим условием повышения эффективности селекции. В настоящее время интенсификация сельскохозяйственного производства идет по двум направлениям: выведение новых сортов соответствующего уровня урожая и качества продукции и разработка системы земледелия, агротехнических приемов. Направление по созданию новых сортов использует теоретические разработки с определенными признаками и свойствами, соответствующими высоким уровням урожая и его

качества в заданных условиях среды. Второй путь направлен на улучшение условий роста и развития растений в процессе онтогенеза с целью получения высококачественного и высокого урожая.

В связи с увеличением численности населения и изменением рациона все большее место в решении проблемы обеспечения продовольствием занимает продукция растениеводства. Растительное масло удовлетворяет потребность человека в жирах более чем на 60%.

С начала 90-х гг. в республике возникла острая потребность в отечественном растительном масле, которое раньше поступало из других регионов. В настоящее время собственное производство насыщает рынок только на 30-35% от потребности. Наряду с получением масла из рапса и подсолнечника, большое значение имеет возделывание селекционных сортов льна масличного, которые в условиях республики Беларусь могут формировать более 20 ц/га семян, из которых можно получать масло с пищевыми и лечебными свойствами.

В настоящее время все производимые семена льна, кроме семенного фонда, используются на корм скоту и приготовление технического льняного масла. Использование семян льна в пищевой, медицинской и химической промышленности незначительно из-за невысоких объемов производства и низкого качественного состава масла. Поэтому остро стоит задача получения сортов льна масличного отечественного происхождения с высокой семенной продуктивностью, отличными качествами масла и внедрения их в сельскохозяйственное производство.

Увеличивающийся спрос на широкий ассортимент продуктов из семян льна диктует увеличение посевных площадей льна масличного. В последнее время наблюдается устойчивая тенденция к изменению ожиданий потребителей: теперь продукты питания должны не только удовлетворять физиологические потребности человека в энергии, но и быть полезными для здоровья. Поэтому создание сортов льна масличного является существенным вкладом в решение проблемы обеспечения республики пищевым и техническим растительным маслом.

Материал и методика проведения исследований. В 2016-2017 гг. в питомнике селекционного сортоиспытания изучали линии льна масличного. Селекционные питомники, как составная часть селекционных посевов культуры, размещались в селекционном севообороте лаборатории селекции льна масличного РУП «Институт льна», расположенного в а. г. Устье Оршанского р-на Витебской области. Размещение и посев питомников, уход и наблюдения за посевами велись по методике ВНИИЛ [8].

При изучении сортообразцов учитывали: устойчивость к полеганию (балл), устойчивость образцов к болезням на инфекционном фоне (%), высоту растений (см), продолжительность периода вегетации (сут.), урожайность семян (ц/га), содержание масла в семенах (%), сбор масла с единицы площади (ц/га), жирнокислотный состав масла.

При подборе участков для посева селекционных питомников льна масличного учитывали гранулометрический состав, показатели кислотности, обеспе-

ченность элементами минерального питания, выравненность участка, предшественник [1, 2]. Обработку почвы и внесение удобрений проводили согласно отраслевому регламенту по возделыванию льна масличного.

Агрохимическое обследование почвы проводили осенью предшествующего посева льна года путем взятия почвенных проб. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины ниже 1 м мореным суглинком. Агрохимические показатели почвенных участков приведены в таблице 1. Предшественник – яровые зерновые.

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвенных участков под посев селекционных питомников

Показатель	2016 г.	2017 г.
Кислотность почвы, pH (KCL)	5,5	5,6
Содержание гумуса, %	1,6	1,6
Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы	260	220
Содержание обменного калия, мг/кг почвы	180	242,5

По мере созревания почвы была проведена ее обработка, внесены минеральные удобрения из расчета потребности растений льна, выноса их с урожаем и плодородия почвы. Вносили микроудобрения цинка в виде его сульфата в дозе 1 кг/га (д.в.).

Учетная площадь делянки питомника составляла 20,0 м², повторность – 4-кратная. Сев контрольного питомника и питомника селекционного сортоиспытания был проведен сеялкой точного высева «Wintersteiger». Норма высева 8 млн всхожих семян на 1 га. В качестве стандарта использовали районированный в Республике Беларусь с 2014 г. сорт *Салют*. Каждую делянку отмечали этикеткой (рисунок 1).



Рисунок 1 – Вид питомников селекционного сортоиспытания в 2016 г. (а) и 2017 г. (б)

Мероприятия по уходу за посевами питомников включали обработку против льняной блохи препаратом Карате зеон (0,150 л/га); химпрополку против однолетних двудольных сорняков проводили смесью препаратов Гербитокс,

ВРК (0,5 л/га) и Секатор турбо (0,088 л/га); химпрополку против злаковых сорняков смесью препаратов Лонтрел-300, ВР (0,3 л/га) + Миура, КЭ (1 л/га). В процессе вегетации применялась ручная прополка и рыхление междурядий.

Содержание масла в семенах определяли методом Рушковского. Принцип метода заключался в экстрагировании жира эфиром из обезвоженной растительной навески и последующим ее взвешиванием.

Посев селекционных номеров на инфекционном фузариозном фоне проводили вручную под маркер с междурядьями 20 см с опозданием от основных селекционных посевов на 2 недели [7]. На рядок высевали 100 семян. Через каждые 20 номеров размещали стандарт и высоко восприимчивый к заболеванию сорт. Учет пораженности льна фузариозом проводили в период вегетации растений льна и перед уборкой. Характеристику сортообразцов по степени устойчивости дифференцировали по следующим параметрам: со степенью развития фузариозного увядания до 20% – устойчивые, с 20% до 30% – слабопоражаемые; с 30% до 50% – среднепоражаемые и свыше 50% – сильнопоражаемые [6].

В течение всего периода вегетации в питомнике проводили учет полегания сортообразцов (в случае проявления фактора). Оценку проводили на третий день после прохождения ливневого дождя и окончательную – перед уборкой. Для оценки использовали пятибалльную шкалу, где балл 5 – отсутствие полегания, 4 – слабое полегание (стебли слегка наклонены), 3 – среднее полегание (машинная уборка затруднена), 2 – сильное полегание (машинная уборка очень затруднена или невозможна).

Убирали делянки питомников тереблением с последующим вязанием в снопы. Уборку начинали при достижении растениями полной спелости. Урожай семян определяли методом сплошного учета.

Жирнокислотный состав масла сортообразцов питомника сортоиспытания определяли в Центральной республиканской лаборатории по определению качества новых сортов сельскохозяйственных растений ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений».

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ Microsoft Office Excel [3].

Результаты исследований. Сортообразцы питомника представлены различными группами спелости (средняя продолжительность вегетационного питомника за годы исследований составила от 81,5 до 89,5 суток). Период вегетации на уровне стандартного сорта имели линии 52-5-9-2, 19-6-16-4, 07-16-4-2, 14-4-5-8-16-1, 093-Г50-11 и 53-Г5-3-1-4 (таблица 2). Выделены раннеспелые формы с периодом вегетации 81,5-83,0 сут. (СИ 4, СИ 14-16).

Высота растений генотипов питомника варьировала в пределах 58,6-67,1 см, наиболее низкорослыми формами были 19-6-16-4, 157-Г3-5-1-2-1, 53-Г5-3-1-4, 14-4-5-8-16-1, 53-Г5-3-3-5-1, 52-5-9-2 и 26-Б2-1-1-2-1 с высотой растений 58,6-59,8 см.

Все образцы питомника устойчивы к полеганию (балл устойчивости 4,9-5,0), за исключением делянки 11, которая по этой причине была выбракована в поле.

Таблица 2 – Характеристика образцов питомника селекционного сортоиспытания (среднее за 2016-2017 гг.)

№ делянки/шифр	Высота растений, см	Период вегетации, сут.	Устойчивость к полеганию, балл	Развитие болезни на ИФ, %	Урожайность семян		Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %	Сбор масла, ц/га
					ц/га	+ к ст, %			
ст. Салют	58,9	89,0	5,0	19,3	22,8	-	6,46	41,5	8,2
СИ 2 (52-5-9-2)	59,8	89,5	5,0	12,5	25,5	11,8	6,63	43,8	9,7
СИ 3 (19-6-16-4)	58,6	88,5	5,0	11,8	24,9	9,2	6,18	44,4	9,6
СИ 4 (26-Б2-1-1-2-1)	59,9	82,5	5,0	14,1	23,3	2,1	5,48	39,9	8,1
СИ 5 (07-16-4-2)	61,3	88,0	5,0	7,3	25,9	13,6	7,23	44,3	10,0
СИ 6 (65-4-11-5)	67,1	84,5	5,0	7,0	21,4	-	6,11	37,4	6,9
СИ 7 (14-4-5-8-16-1)	59,5	87,5	5,0	12,7	23,8	4,4	6,97	45,8	9,4
СИ 8 (09-56-2-3-2-2-3)	63,7	85,0	5,0	58,8	23,1	1,3	6,34	37,2	7,5
СИ 9 (093-Г50-11)	60,1	87,5	5,0	13,7	23,6	3,5	6,41	36,5	7,5
СИ 10 (53-Г5-3-1-4)	59,4	88,0	4,9	22,3	21,0	-	6,24	39,0	7,1
СИ 12 (131-Г5-9-5)	61,9	85,5	5,0	11,6	24,5	7,5	6,00	36,2	7,7
СИ 13 (17-Г5-2-3-2-2-2)	60,5	84,5	5,0	8,6	23,1	1,3	5,85	37,4	7,5
СИ 14 (53-Г5-3-3-5-1)	59,7	83,0	5,0	7,5	24,9	9,2	6,49	38,3	8,3
СИ 15 (157-Г3-5-1-2-1)	59,1	81,5	5,0	5,4	25,3	10,9	6,66	39,3	8,6
СИ 16 (07-6-18-15-52)	62,8	83,0	5,0	10,8	24,6	7,9	6,55	39,1	8,4
НСР ₀₅	5,87	3,15	0,01	4,22	3,17		0,39	5,95	2,21

Определена устойчивость образцов к фузариозному увяданию. Наибольшее развитие болезни на инфекционном фоне в сравнении со стандартным сортом *Салют* (19,3%) (величина этого показателя у восприимчивого сорта составила 68,4%) отмечали на делянках №10 и №8 (59,4% и 63,7%), в этой связи они отнесены к неустойчивым формам. Высокую устойчивость проявили линии СИ 5 (7,3%), СИ 6 (7,0%), СИ 13 (8,6%), СИ 14 (7,5%) СИ 15 (5,4%).

Размах изменчивости по урожайности семян генотипов питомника сортоиспытания за два года изучения составил 4,9 ц/га при варьировании показателя в пределах 21,0-25,9 ц/га. По этому признаку среди изученных линий питомника следует выделить сортообразцы, достоверно превосходящие стандарт на 10,9% (СИ 15), на 11,8% (СИ 2) и 13,6% (СИ 5). Кроме этого, следует отметить делянки №3, №12 и №14 с урожайностью 24,5-24,9 ц/га.

Масса 1000 семян селекционных линий варьировала в пределах 5,48-7,23 г. Лучшие показатели признака отмечены у образцов СИ 5 (7,23 г), СИ 7 (6,97 г).

В среднем за два года исследований масличность семян сортообразцов питомника сортоиспытания колебалась от 36,2% (131-Г5-9-5) до 45,8% (14-4-5-8-16-1). Больше в сравнении со стандартом (41,5%) содержание масла отмечено у генотипов 52-5-9-2 (на 2,3 абс. %), 07-16-4-2 (на 2,8 абс. %), 19-6-16-4 (на 2,9 абс. %) и 14-4-5-8-16-1 (на 4,3 абс. %).

Важным показателем, характеризующим лен масличный, является сбор масла с гектара посева, позволяющий учитывать не только урожайность семян, но и их масличность. Сбор масла с гектара посева у сортообразцов питомника составлял 6,9-10,0 ц/га. Максимальные значения данного показателя отмечены у линий СИ 2 (9,7 ц/га), СИ 3 (9,6 ц/га), СИ 5 (10,0 ц/га) и СИ 7 (9,4 ц/га), которые продолжат изучение в следующем году.

Таким образом, комплексом селекционно-ценных признаков (выделены по двум и более признакам) обладали линии СИ 3, СИ 4, СИ 5, СИ 7, СИ 14 и СИ 15.

Показатели качества масла семян льна масличного подвержены значительным изменениям в зависимости от погодных условий. Пониженная температура, и, главным образом, увеличение влажности влекут за собой удлинение вегетационного периода, позволяющее семенам накопить больше масла [4, 5]. Установлена прямая зависимость содержания альфа-линоленовой кислоты в масле семян льна масличного от среднесуточной температуры воздуха в течение 21 дня после цветения. Большое количество осадков в сочетании со среднесуточной температурой воздуха около 15 °С в фазу зеленой спелости приводят к снижению содержания омега-3 в масле семян льна масличного [9].

Жирнокислотный состав масла определяли у линий, представляющих селекционную ценность по показателям продуктивности в виду высокой стоимости анализа. У изучаемых образцов в 2016 г. содержание насыщенных жирных кислот варьировало в пределах: пальмитиновая кислота – 4,7-5,3%; стеариновая – 2,5-3,4% (таблица 3). Содержание олеиновой кислоты по образцам варьировало от 17,5% до 26,5%; линолевой – от 10,3% до 15,3%; линоленовой – от 54,5% до 59,5%.

Таблица 3 – Содержание жирных кислот в масле линий селекционного питомника, % (2016 г.)*

Линия	Пальмитиновая кислота	Стеариновая кислота	Олеиновая кислота	Линолевая кислота	Линоленовая кислота
Салют, st	5,3	3,2	19,2	14,4	57,8
СИ 2	5,3	3,2	19,6	14,9	56,7
СИ 3	5,5	3,0	17,8	14,4	59,0
СИ 5	4,7	3,4	17,5	14,6	59,5
СИ 7	4,7	3,4	18,1	14,3	59,3
СИ 13	5,1	2,7	26,5	10,3	54,9
СИ 14	5,3	2,5	22,1	12,4	57,3
СИ 15	5,0	2,7	20,2	15,3	56,7
СИ 16	5,1	2,7	24,3	13,0	54,5

* – данные представлены за 1 год в виду несовпадения линий, отобранных для анализа

У образцов с высоким содержанием α -линоленовой кислоты (СИ 3, СИ 5, СИ 7) отмечено пониженное содержание олеиновой и пальмитиновой кислот, что свидетельствует об их отрицательной корреляции с данной кислотой ($r=-0,91$ и $r=-0,24$ соответственно). С повышением α -линоленовой кислоты повышалось содержание линолевой ($r=0,58$) и стеариновой кислот ($r=0,69$).

Массовая доля пальмитолеиновой и арахиновой кислот у образцов составляла до 0,1% и не представлена в таблице.

Выводы

1. Изучение 15 селекционных линий льна масличного в селекционном сортоиспытании в течение 2016-2017 гг. позволило выделить лучшие из них, обладающие рядом хозяйственно-полезных признаков для целей селекции. Выделены 4 раннеспелые линии с периодом вегетации 81,5-82,8 сут.; 7 низкорослых линий высотой 58,6-59,8 см; 5 линий, устойчивых к фузариозному увяданию с развитием болезни от 5,4% до 8,6%; 3 линии, превышающие стандартный сорт *Салют* на 10,9-13,6% по урожайности семян; 2 линии с массой 1000 семян 6,97-7,23 г; 3 линии с высоким содержанием (43,8-45,8%) и сбором масла с единицы площади (9,4-10,0 ц/га); а также 6 линий, обладающих комплексом селекционных признаков.

2. Содержание насыщенных жирных кислот в семенах варьировало в пределах: пальмитиновая кислота – 4,7-5,3%; стеариновая – 2,5-3,4%. Содержание полиненасыщенных жирных кислот по изучаемым образцам варьировало: олеиновой кислоты от 17,5% до 26,5%; линолевой кислоты от 10,3% до 15,3%; линоленовой кислоты от 54,5% до 59,5%.

3. Установлена отрицательная корреляционная связь содержания α -линоленовой кислоты с содержанием олеиновой и пальмитиновой кислот ($r=-0,91$ и $r=-0,24$ соответственно) и положительная связь – с линолевой ($r=0,58$) и стеариновой ($r=0,69$) кислотами.

Литература

1. Андроник, Е.Л. Технология возделывания льна масличного в Республике Беларусь / Е.Л. Андроник, Е.В. Иванова // Сучасний стан і перспективи розвитку аграрного сектору України: матеріали II всеукраїнська науково-практична конференція. 11-12 жовтня, 2017 р. м. – Дніпро. – С. 5-7.
2. Голуб, И.А. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь / И.А. Голуб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 666-682.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – 399 с.
4. Ермаков А.И. Зависимость химического состава семян льна от условий выращивания в различных почвенно-климатических зонах // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 1958. – Т. 31. – № 3. – С. 36-59.
5. Ермаков А.И. Об изменчивости соотношения жирных кислот в масле подсолнечника и льна / А.И. Ермаков, О.М. Мегорская // Тр. По прикл. бот., ген. и сел. – 1972. – Т. 35. – № 3. – С. 142-151.
6. Курчакова, Л.Н. Устойчивость образцов национальной коллекции русского льна к основным грибным заболеваниям / Л.Н. Курчакова [и др.], под. общ. ред. Л.Н. Кучаковой. – Торжок, 2000. – 96 с.
7. Лучина, Н.Н. Методы создания инфекционных фонов с целью изучения устойчивости льна-долгунца к фузариозному увяданию / Н.Н. Лучина // Сб. науч. тр./ БелНИИЗ. – Минск, 1971. – Вып. 15: Земледелие и растениеводство в БССР. – С. 158-162.
8. Методические указания по селекции льна. – Торжок, 2004. – 44 с.
9. Пороховинова Е.А. Биохимическое разнообразие льна по жирнокислотному составу семян в генетической коллекции ВИР и влияние условий среды на его проявление / Е.А. Пороховинова, Т.В. Шеленга // Экологическая генетика. – 2016. – Т. XIV. – № 1. – С. 13-26.

TRIAL RESULTS OF OIL FLAX BREEDING LINES

E.L. Andronik, E.V. Ivanova

Study results of 15 oil flax lines in breeding variety trials are discussed in the article. 4 early-ripening forms with vegetation period of 81.5-83.0 days, 7 samples with plant height of 58.6-59.8 cm, and 5 lines highly resistant to Fusarium blight (disease development from 5.4 to 8.6%) were isolated. 3 forms exceeding standard Salyut by seed yield by 10.9-13.6% and 3 variety samples with the yield of 2.45-2.49 t/ha were identified. The lines with thousand-seed weight of 6.97-7.23 g, oil content of 43.8-45.8%, and oil yield of 1.0 t/ha were selected.

**ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ИСКУССТВЕННОГО ОПЫЛЕНИЯ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ
NIGELLA SATIVA L.)**

А.Л. Исакова, аспирантка, В.Н. Прохоров*, доктор биологических наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

*Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси
(Поступила 19.12.2017)

Рецензент: канд. с.-х. наук Е.Р. Клыга

Аннотация. Нигелла – эфирно-масличная, пряно-ароматическая культура семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss). В настоящее время актуальным направлением работы с нигеллой является создание сортов, адаптированных к условиям произрастания в Республике Беларусь. В результате исследований по изучению сроков искусственного опыления нигеллы посевной за 2014-2015 гг. были отмечены следующие закономерности: наибольший процент завязавшихся плодов (95%) был получен при опылении цветка, находящегося в 6-й фазе развития, свежесобранной пыльцой с 6.00-10.00 часов, наименьший (60%) – при опылении цветка, находящегося в 5-й фазе развития, с 14.00-18.00 часов пыльцой, хранившейся двое суток. Завязываемость плодов (семян) при опылении в различные временные интервалы находилась в среднем на уровне 74,1%. Для проведения дальнейшей селекционной работы по внутривидовой гибридизации нигеллы посевной были выявлены лучшие фазы онтогенеза цветка нигеллы, сроки хранения пыльцы и установлены наиболее пригодные временные интервалы для проведения искусственного опыления на данной культуре.

Введение. Нигелла посевная (*Nigella sativa* L.) – эфирно-масличное, пряно-ароматическое растение семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss). Родовое название нигелла (*Nigella* L.) происходит от латинского слова «*nigellus*» – грамматическая форма слова «*niger*» – черный, из-за черной окраски семян. В роде, по мнению многих ботаников, около 25 видов, распространенных в Западной Европе, Северной Африке и Западной Азии. 10-11 видов встречаются на территории России и сопредельных стран [7]. По данным Р. М. Paarakh, такое название черному тмину дали португальские и турецкие купцы, изначально данную культуру называли зира (*Bunium persicum* Voiss.), позже тмин клубнекаштановый (*Carum bulbocastanum* Koch.) и тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.) [11, 12].

Из 25 видов рода *Nigella*, используемых как специя для лечебных и парфюмерных целей, наибольшее распространение получила нигелла посевная (*Nigella sativa* L.). В настоящее время данное растение культивируется во многих странах: Европа (Германия, Испания, Эстония, Украина, Молдова, Россия, Польша); Азия (Иран, Ирак, Индия, Пакистан, Китай, Афганистан, Турция, Саудовская Аравия, Узбекистан, Азербайджан, Дагестан); Африка (Египет, Тунис, Судан, Эфиопия); Северная Америка (США) [8].

Плоды нигеллы – это крупные удлинённые многолисточки; состоят из трех-семи плодочистиков, каждая из которых содержит многочисленные семязачатки. Листочки зернисто-бугристые, вздутые, почти до вершины сросшиеся, длиной до 1,5 см, по спинке округлые, с закругленным носиком. Семена нигеллы посевной клиновидно-трехгранные, черные, морщинисто-бугорчатые с сильным пряно-перечным ароматом.

Плоды созревают в августе – октябре в зависимости от зоны возделывания. Хорошо развитое растение образует до 200 и более семян. Характерная особенность нигеллы посевной: листочки при созревании самостоятельно не растрескиваются, а только при механическом воздействии. При выращивании в промышленных масштабах это очень ценное качество, значительно сокращающее потери урожая семян [6, 7].

В условиях Республики Беларусь нигелла посевная проходит полный цикл развития от образования зиготы до формирования семян. На одном растении формируется в среднем 15-20 цветков; длительность цветения одного цветка 5-6 дней, одного растения – 10 дней. Цветки нигеллы правильные, одиночные. Чашелистики, в числе пяти, голубоватые, 1-1,5 см длиной [2, 5].

В настоящее время актуальным направлением работы с данной культурой является создание сортов, адаптированных к условиям произрастания в Республике Беларусь. Эффективным методом создания новых сортов для перекрестноопыляющихся растений является гибридизация – перенос пыльцы с пыльников тычинок одного цветка на рыльце пестика другого цветка того же вида (сорта).

Селекционная работа с нигеллой посевной в Беларуси ранее не проводилась, что вызвало необходимость в изучении данного вопроса с использованием опыта зарубежных ученых и разработке методики гибридизации для эффективного ведения селекции на масличность, урожайность, декоративность [7, 11].

Для успешной работы в проведении скрещиваний видов (сортов) нигеллы необходимо было изучить процессы опыления как в естественных (природных), так и в искусственных условиях (принудительное опыление).

Н.М. Найда, М. Шлаш из Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в своих исследованиях, проведенных в северной зоне Сирии, подробно описывают механизм опыления цветка нигеллы в естественных условиях среды: «При раскрытии цветка тычинки изогнуты внутрь, пыльники закрывают плодочистики, а стилодии выставляются из цветка. В связи с тем, что плодочистики закрыты незрелыми пыльниками, а воспринимающая поверхность стилодиев значительно удалена от созревших пыльников (пространственная изоляция), на первых стадиях после раскрытия цветка автогамия невозможна. Если насекомые не опылили цветок, происходит самоопыление, для чего в цветке предусмотрен следующий механизм: стилодии плодочистиков изгибаются к тычинкам (в это время созревают внутренние круги тычинок) и пыльца попадает на рыльце без постороннего вмешательства» [9, 10].

Таким образом, характерными типами опыления для нигеллы являются в равной степени, как ксеногамия, так и автогамия. Ксеногамия – когда пыльца с

тычинок цветка, расположенного на одном растении, попадает на пестик цветка другого растения, но того же вида. Самоопыление, или автогамия – когда пыльца с тычинок попадает на рыльце пестика того же цветка [1, 3, 10].

Целью исследований являлось изучение процессов искусственного опыления нигеллы посевной в условиях северо-востока Беларуси. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- выявить лучшие фазы индивидуального развития цветка для проведения опыления (5-я, 6-я, 7-я фазы развития цветка [4]);

- определить сроки хранения пыльцы (свежесобранные, 3-х, 6-ти часовые, сутки и двое суток хранения);

- установить оптимальные временные интервалы для проведения опыления (с 6.00 до 10.00 часов; с 10.00 до 14.00; с 14.00 до 18.00 часов);

- определить процент завязываемости плодов (семян) нигеллы.

Методика проведения исследований. Исследования проводили на учебно-опытном поле кафедры плодоовощеводства УО БГСХА в 2014-2015 гг. Объектом исследования являлся образец нигеллы посевной, полученный из ННЦ РАН «Никитский ботанический сад», Республика Крым.

Опыление нигеллы выполняли спустя 3-5 суток после начала цветения. У растений, выбранных для опыления, обрывали свежераспустившиеся цветки и успевшие завязаться плоды.

Перед нанесением пыльцы у цветков, находящихся в 5-й фазе развития, проводили кастрацию – удаление пыльников из цветков материнских растений. Пыльники удаляли пинцетами прежде, чем они начинали растрескиваться, и из них стала высыпаться пыльца. Для кастрации оставляли 3-4 цветка. После кастрации цветок помещали под ватный изолятор. Спустя два-три дня проводили опыление цветков, уже кастрированных, находящихся в 6-й, 7-й фазе развития.

Пыльцу собирали в период массового цветения с цветков, находящихся в 6-й и 7-й фазах развития. Примерно на 10 растениях отцовской формы собирали цветки и производили опыление либо сразу свежесобранной пыльцой, либо в лабораторных условиях подсушивали, предварительно удалив лепестки и пестик при комнатной температуре, избегая попадания солнечного света, и откладывали на хранение.

Опыление проводили либо с помощью препаровальной иглы с мягким пористым наконечником, намазывая пыльцу на рыльца пестиков, либо стряхивая пыльцу с подсушенных пыльников непосредственно на пестики материнского цветка. После опыления надевали изоляторы и навешивали этикетку, на лицевой стороне которой простым карандашом писали порядковый номер, а на внутренней – число опыленных цветков, дату опыления. Затем эти же данные записывали в специальный журнал.

Результаты и обсуждение. В результате изучения сроков опыления нигеллы посевной за 2014-2015 гг. нами были отмечены следующие закономерности. Высокий процент завязавшихся плодов (85%) при опылении свежесобранной пыльцой был выявлен в 5-й фазе развития цветка в период с 10.00 до 14.00 часов, низкий процент завязавшихся плодов (60%) на этой стадии развития

цветка отмечен при опылении с 14.00 до 18.00 часов пыльцой, хранившейся в течение двое суток (таблица).

Таблица – Результаты искусственного опыления нигеллы в различных фазах развития цветка, временных интервалах сбора пыльцы и сроках ее хранения (среднее за 2014-2015 гг.)

Фаза развития материнского цветка	Срок хранения пыльцы, собранной из цветков отцовского растения	Временной интервал	Количество семян, шт.	Количество плодов, шт.	Завязавшиеся плоды, %
1	2	3	4	5	6
5-я фаза развития цветка	опыление свежесобранной пыльцой	с 6.00 до 10.00	585	7,5	75
		с 10.00 до 14.00	546	7	70
		с 14.00 до 18.00	507	6,5	65
	опыление пыльцой, собранной спустя 3 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	624	8	80
		с 10.00 до 14.00	663	8,5	85
		с 14.00 до 18.00	585	7,5	75
	опыление пыльцой, собранной спустя 6 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	546	7	70
		с 10.00 до 14.00	507	6,5	65
		с 14.00 до 18.00	507	6,5	65
	опыление пыльцой, собранной спустя сутки после сбора	с 6.00 до 10.00	624	8	80
		с 10.00 до 14.00	507	6,5	65
		с 14.00 до 18.00	585	7,5	75
	опыление пыльцой, собранной спустя двое суток после сбора	с 6.00 до 10.00	546	7	70
		с 10.00 до 14.00	546	7	70
		с 14.00 до 18.00	468	6	60
6-я фаза развития цветка	опыление свежесобранной пыльцой	с 6.00 до 10.00	741	9,5	95
		с 10.00 до 14.00	702	9	90
		с 14.00 до 18.00	702	9	90
	опыление пыльцой, собранной спустя 3 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	663	8,5	85
		с 10.00 до 14.00	663	8,5	85
		с 14.00 до 18.00	624	8	80
	опыление пыльцой, собранной спустя 6 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	702	9	90
		с 10.00 до 14.00	663	8,5	85
		с 14.00 до 18.00	624	8	80
	опыление пыльцой, собранной спустя сутки после сбора	с 6.00 до 10.00	702	9	90
		с 10.00 до 14.00	585	7,5	75
		с 14.00 до 18.00	624	8	80
	опыление пыльцой, собранной спустя двое суток после сбора	с 6.00 до 10.00	663	8,5	85
		с 10.00 до 14.00	624	8	80
		с 14.00 до 18.00	624	8	80

Продолжение таблицы					
1	2	3	4	5	6
7-я фаза развития цветка	опыление свежесобранной пыльцой	с 6.00 до 10.00	624	8	80
		с 10.00 до 14.00	624	8	80
		с 14.00 до 18.00	585	7,5	75
	опыление пыльцой, собранной спустя 3 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	546	7	70
		с 10.00 до 14.00	624	8	80
		с 14.00 до 18.00	546	7	70
	опыление пыльцой, собранной спустя 6 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	546	7	70
		с 10.00 до 14.00	585	7,5	75
		с 14.00 до 18.00	663	8,5	85
	опыление пыльцой, собранной спустя сутки после сбора	с 6.00 до 10.00	663	8,5	85
		с 10.00 до 14.00	624	8	80
		с 14.00 до 18.00	624	8	80
опыление пыльцой, собранной спустя двое суток после сбора	с 6.00 до 10.00	585	7,5	75	
	с 10.00 до 14.00	585	7,5	75	
	с 14.00 до 18.00	507	6,5	65	

В процессе исследований выявлено, что опыление цветков, находящихся в 6-й фазе развития, пыльцой разных сроков хранения было выше в сравнении с опылением цветков, находящихся в 5-й и 7-й фазах развития.

При опылении цветка свежесобранной пыльцой в период 6.00-10.00 часов выявлен высокий процент завязавшихся плодов (95%). 75% завязавшихся плодов отмечено при опылении с 10.00 до 14.00 часов пыльцой, хранившейся сутки после сбора. 85% завязавшихся плодов было выявлено при опылении цветка, находящегося в 7-й фазе развития, пыльцой, хранившейся в течение 6 часов после сбора (14.00-18.00) и пыльцой, хранившейся сутки после сбора (6.00-10.00). 65% завязавшихся плодов отмечено при опылении с 14.00 до 18.00 часов пыльцой, хранившейся двое суток после сбора.

Выводы

1. Наибольший процент завязавшихся плодов (95%) был получен при опылении с 6.00 до 10.00 часов цветка, находящегося в 6-й фазе развития, свежесобранной пыльцой, наименьший (60%) – при опылении цветка, находящегося в 5-й фазе развития, с 14.00-18.00 часов пыльцой, хранившейся двое суток. Завязываемость плодов (семян) при опылении в различные временные интервалы находилась в среднем на уровне 74,1%.

2. Выявлены лучшие фазы онтогенеза цветка нигеллы, сроки хранения пыльцы и установлены наиболее пригодные временные интервалы для проведения искусственного опыления данной культуры. Полученные результаты исследований позволят более эффективно проводить дальнейшую селекционную работу по внутривидовой гибридизации.

Литература

1. Анатомия и морфология растений: практ. пособие для студентов спец. 1 – 31 01 01-02 «Биология (науч.-пед. деят.)» / Н.М. Дайнеко [и др.]. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.
2. Дудченко, А.Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения / А.Г. Дудченко, А.С. Козьяков. – К.: Наукова Думка, 1989. – 304 с.
3. Ермакова, И.П. Физиология растений / И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 640 с.
4. Исакова, А.Л. Онтогенез цветка нигеллы посевой (*Nigella sativa* L.) и нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.) / А.Л. Исакова, В.Н. Прохоров // Молодежь и инновации – 2015: матер.Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых; Горки, 27-29 мая 2015 г. / БГСХА, редкол.: П.А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – Ч. 1. – С. 8-10.
5. Исакова, А.Л. Особенности роста и развития нигеллы дамасской (*Nigella damascena*) и нигеллы посевой (*Nigella sativa*) в условиях Беларуси / А.Л. Исакова [и др.] // Вестник Белорус. гос. сельхоз. акад. – 2015. – №2. – С. 60-64.
6. Лавренов, В.К. Энциклопедия лекарственных растений народной медицины / В.К. Лавренов, Т.В. Лавренова. – Санкт-Петербург: Изд. Дом «Нева», 2003. – 125 с.
7. Немтинов, В.И. Сорта нетрадиционных овощных растений: направление использования / В.И. Немтинов, Ю.Н. Дементьев // КубГАУ. – Краснодар, 2015. – №4 (55). – С. 173.
8. Шиш, С.Н. Физиолого-биохимические особенности *Nigella sativa* L. при культивировании в Беларуси / С.Н. Шиш [и др.] // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: матер. Межд. науч. конф., посв. 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси; Минск, 6-8 июня 2017 г. / Национальная академия наук Беларуси; Центральный ботанический сад; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Медисонт, 2017. – Ч. 2. – С. 152-156.
9. Шлаш, М. Онтогенез и перспективы рационального использования чернушки посевой (*Nigella sativa* L.) в условиях Сирии / М. Шлаш // Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова РАСХН. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с.
10. Шлаш, М. Особенности цветения и опыления чернушки посевой / М. Шлаш, Н.М. Найда, А.А. Детков // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: матер. V Междунар. симпозиума. Пущино, Москва, 2003. – Т. 2. – 108 с.
11. Datta, Animesh K. Black cumin (*Nigella sativa* L.) – a review / Animesh K. Datta, Aditi Saha, Arnab Bhattacharya // Journal of plant development sciences. – 2012. – Vol.4, P. 1-43.
12. Paarakh, P.M. *Nigella sativa* Linn. – A comprehensive review / P. M. Paarakh // Indian J. Nat. Prod. – 2010. – Vol.1. – P. 409-429.

STUDY OF FACTORS EFFECTING EFFICIENCY OF ARTIFICIAL POLLINATION OF NIGELLA SATIVA L.

A.L. Isakova, V.N. Prokhorov

Nigella sativa L. is an essential oil, spicy aromatic crop of Ranunculaceae family. The current main direction in *Nigella sativa* L. breeding is the development of varieties adapted to growth conditions of the Republic of Belarus.

The researches on the study of *Nigella sativa* L. artificial pollination terms conducted in 2014-2015 revealed the following regularities: the highest percentage of fruits (95%) was obtained by pollination of a flower in the 6th phase of development with freshly collected pollen from 6.00 to 10.00 a.m., while the smallest percentage (60%) was when pollinating a flower in the 5th development phase with pollen stored for two days from 2.00-6.00 p.m. Setting of fruits (seeds) at pollination at different

time intervals was on average 74.1%. The best phases of Nigella sativa L. flower ontogenesis, holding period of pollen, and the most suitable time intervals for artificial pollination were identified for further breeding work on Nigella sativa L. intraspecific hybridization.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алексеев В.Н. 215
Андроник Е.Л. 337
Анисимова Н.В. 300
Ардашникова А.Э. 286
Бакай В.П. 325
Бандарчук В.А. 251
Безлюдный В.Н. 100, 234
Белановская М.А. 57, 160
Белявский В.М. 173
Беляй О.М. 198
Берестов И.И. 62, 68, 234
Бирюкович А.Л. 191
Бобко Н.Н. 316
Бугрова А.Н. 267
Булавин Л.А. 17, 40, 57, 146, 160
Булавина Т.М. 40, 105, 112
Бушгевич В.Н. 245, 251
Васько П.П. 198, 209
Витковский Г.В. 215
Власов А.Г. 105, 112
Власюк Н.П. 187
Володькин Д.Н. 153
Гайтюкевич С.Н. 23
Гвоздов А.П. 17, 40, 57, 146, 160
Гвоздова Л.И. 50, 291
Гончаревич Т.В. 222
Гордей С.И. 279, 286
Гриб С.И. 68, 251
Грибанов Л.Н. 4
Гринь В.В. 300
Дашкевич Ю.А. 308
Демидович С.А. 228
Долгова Е.Л. 62
Евсеенко М.В. 32, 50
Зуев Е.В. 245
Иванова Е.В. 337
Исакова А.Л. 239, 345
Исаченко С.А. 180
Карпович Е.В. 291
Кильчевский А.В. 300
Клыга Е.Р. 209
Козлов А.А. 32, 215
Козловская З.Г. 198
Козловский А.А. 267, 291, 300, 308
Костюченко Н.Н. 204
Кот В.В. 286
Кравцов В.И. 75
Кранцевич В.Д. 57, 160
Крицкий М.Н. 50, 291, 300, 308
Куделко В.Н. 81, 325
Кушцов Н.С. 267
Куркина Г.Н. 44, 86
Куцев Д.Н. 10
Куцева В.Н. 4
Ленский А.В. 57, 160
Лешкевич Н.В. 119
Лихтарович В.Ф. 4
Лужинская Н.А. 325
Маркевич И.М. 245
Матыс И.С. 245
Мелешкевич М.А. 44, 86, 153
Мельников Р.В. 62, 68
Мишина М.Ю. 239
Надточаев Н.Ф. 153
Никитина Т.М. 209
Ольшевская Н.Б. 209
Петренко Н.М. 251
Пешко Ю.И. 32, 50
Пилюк Я.Э. 173, 316
Подорский М.В. 126
Позняк Е.И. 251
Поплевко В.И. 215
Прохоров В.Н. 239, 345
Пынтиков С.А. 17, 40, 57
Пынтикова В.А. 40
Решетник Е.П. 173
Романович А.Н. 191
Сацюк И.В. 146, 286
Седукова Г.В. 180, 228
Симченков Д.Г. 17
Синицкий В.П. 17
Скируха А.Ч. 4
Сорока А.В. 204
Степаненко Н.С. 44, 86, 153

Степанова Н.В. 166
Столепченко В.А. 198
Сысолятин Е.Н. 300
Тихомирова Т.В. 291
Трушко А.А. 258
Трушко В.Ю. 286
Урбан Э.П. 279
Филипченко С.В. 105, 112
Фудзии Ё. 239
Халецкий С.П. 105, 112, 258
Ханкевич В.А. 57, 160
Холодинская Н.Л. 44, 86
Холодинский В.В. 40, 100
Черехина Е.В. 92
Чечеткина И.В. 133
Чирко Е.М. 222
Шанбанович А.Ю. 286, 331
Шашко М.Н. 140
Шашко Ю.К. 140, 308
Шиманский Л.П. 75
Шкраба Е.А. 23
Шлапунов В.Н. 191
Шор В.Ч. 32, 50, 291, 300, 308

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Грибанов Л.Н., Скируха А.Ч., Куцева В.Н., Лихтарович В.Ф.</i> Формирование урожайности зерновых культур при высокой концентрации их в севооборотах	4
<i>Куцев Д.Н.</i> Влияние предшественников, способов обработки почвы и азотных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы	10
<i>Симченков Д.Г., Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Сеницкий В.П., Пынтиков С.А.</i> Влияние способов основной обработки почвы на урожайность маслосемян ярового рапса	17
<i>Гайтюкевич С.Н., Шкраба Е.А.</i> Эффективность применения гербицидов для защиты посевов сахарной свеклы от сорняков и падалицы озимого рапса	23
<i>Пешко Ю.И., Шор В.Ч., Евсеенко М.В., Козлов А.А.</i> Влияние гербицидов на засоренность посевов люпина желтого	32
<i>Гвоздов А.П., Холодинский В.В., Булавин Л.А., Булавина Т.М., Пынтиков С.А., Пынтикова В.А.</i> Эффективность применения гербицидов при возделывании озимого тритикале	40
<i>Куркина Г.Н., Холодинская Н.Л., Мелешкевич М.А., Степаненко Н.С.</i> Эффективность гербицидов в повторных посевах кукурузы	44
<i>Евсеенко М.В., Шор В.Ч., Крицкий М.Н., Гвоздова Л.И., Пешко Ю.И.</i> Влияние гербицида Глобал, ВР на засоренность посевов и урожайность гороха	50
<i>Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Пынтиков С.А., Кранцевич В.Д., Белановская М.А., Ханкевич В.А., Ленский А.В.</i> Экономическая эффективность применения гербицидов при возделывании картофеля	57
<i>Берестов И.И., Долгова Е.Л., Мельников Р.В.</i> Высота растений пшеницы яровой мягкой и отзывчивость на азотное удобрение в зависимости от сорта и доз азота	62
<i>Гриб С.И., Берестов И.И., Мельников Р.В.</i> Урожайность сортов пшеницы яровой мягкой и элементы ее структуры при разном уровне азотного питания растений	68
<i>Кравцов В.И., Шиманский Л.П.</i> Влияние хелатных форм микроудобрений на урожайность зеленой массы кукурузы	75
<i>Куделко В.Н.</i> Эффективность применения протравителей семян при возделывании проса	81
<i>Холодинская Н.Л., Мелешкевич М.А., Степаненко Н.С., Куркина Г.Н.</i> Влияние фунгицидных протравителей на полевую всхожесть семян и продуктивность кукурузы	86
<i>Черехина Е.В.</i> Влияние протравителей и защитно-стимулирующих составов на морфологические и анатомические характеристики стебля льна-долгунца	92

<i>Холодинский В.В., Безлюдный В.Н.</i> Влияние погодных условий вегетационного периода на интенсивность налива зерна озимой мягкой пшеницы	100
<i>Власов А.Г., Халецкий С.П., Булавина Т.М., Филипченко С.В.</i> Реакция овса на применение ретардантов в зависимости от условий возделывания	105
<i>Власов А.Г., Халецкий С.П., Булавина Т.М., Филипченко С.В.</i> Эффективность применения на посевах овса ретарданта ЦеЦеЦе при различном уровне азотного питания	112
<i>Лешкевич Н.В.</i> Видовой состав и патогенность грибов рода <i>Alternaria</i> , доминирующих на озимом рапсе в условиях Республики Беларусь	119
<i>Подорский М.В.</i> Определение расового состава возбудителя желтой пятнистости <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> в Республике Беларусь	126
<i>Чечеткина И.В.</i> Биологическая и хозяйственная эффективность применения баковых смесей фунгицидов и микроэлементов на посевах сахарной свеклы	133
<i>Шашко М.Н., Шашко Ю.К.</i> Эффективность применения фунгицида Скайвэй ХПРО, КЭ против фузариоза колоса и зерна озимой пшеницы	140
<i>Булавин Л.А., Сацюк И.В., Гвоздов А.П.</i> Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы	146
<i>Володькин Д.Н., Надточаев Н.Ф., Мелешкевич М.А., Степаненко Н.С.</i> Агроекономическая эффективность выращивания на зерно и силос гибридов кукурузы различной скороспелости в центральной части Беларуси	153
<i>Булавин Л.А., Гвоздов А.П., Белановская М.А., Ханкевич В.А., Кранцевич В.Д., Ленский А.В.</i> Эффективность возделывания ячменя и клевера лугового в звене зернотравяного севооборота	160
<i>Степанова Н.В.</i> Приготовление льняной тресты с использованием натуральных гуминовых удобрений	166
<i>Пиллюк Я.Э., Белявский В.М., Решетник Е.П.</i> Урожайность и качество маслосемян озимой сурепицы типа «000» в зависимости от сроков и норм высева	173
<i>Седукова Г.В., Исаченко С.А.</i> Параметры накопления и предельные плотности загрязнения почв радионуклидами для производства нормативно чистой продукции озимого рапса на территории радиоактивного загрязнения	180
<i>Власюк Н.П.</i> Влияние сроков сева и норм высева люцерны на ее урожайность	187
<i>Шлапунов В.Н., Бирюкович А.Л., Романович А.Н.</i> Продуктивность люцерны при посеве под покров ячменя	191
<i>Васько П.П., Столепченко В.А., Беляй О.М., Козловская З.Г.</i> Сравнительная оценка фестулолиума и райграса пастбищного на засухоустойчивость	198
<i>Сорока А.В., Костюченко Н.Н.</i> Продуктивность и питательная ценность пастбищных бобово-злаковых травостоев на торфяно-минеральной почве	204
<i>Васько П.П., Клыга Е.Р., Ольшевская Н.Б., Никитина Т.М.</i> Комбинированное использование травостоев на основе коостреца и фестулолиума	209

- Витковский Г.В., Поплевко В.И., Алексеев В.Н., Козлов А.А.* Урожайность 215
многолетних бобовых трав на дерново-подзолистых почвах в западном
регионе Республики Беларусь
- Чирко Е.М., Гончаревич Т.В.* Влияние десикации на урожайность и посе- 222
вные качества семян суданской травы сорта *Пружанская* в условиях Бре-
стской области
- Седукова Г.В., Демидович С.А.* Возделывание смешанных посевов силос- 228
ных и бобовых культур на загрязнённых радионуклидами землях
- Безлюдный В.Н., Берестов И.И.* Определение содержания сырой клетчат- 234
ки в зерне ярового ячменя с использованием ближней инфракрасной спек-
троскопии
- Исакова А.Л., Мишина М.Ю., Фудзиш Ё., Прохоров В.Н.* Компонентный 239
состав летучих соединений, выделяемых семенами нигеллы посевной
(*Nigella sativa* L.)

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕHOBOДСТВО

- Маркевич И.М., Матыс И.С., Бушневич В.Н., Зуев Е.В.* Генетические ре- 245
сурсы яровой мягкой пшеницы – источник результативной селекции в Бе-
ларуси
- Гриб С.И., Бушневич В.Н., Позняк Е.И., Петренко Н.М., Бандарчук В.А.* 251
Анализ сопряженности хозяйственно полезных признаков различных по
происхождению групп сортов коллекции тритикале озимого
- Трушко А.А., Халецкий С.П.* Комбинационная способность сортов овса посе- 258
севного в системе диаллельных скрещиваний по элементам урожайности
- Козловский А.А., Бугрова А.Н., Купцов Н.С.* Закономерности изменения 267
морфологической структуры растения люпина узколистного в ходе
доместикации и селекции
- Гордей С.И., Урбан Э.П.* Результаты изучения ЦМС G-типа при создании 279
гибридных сортов озимой ржи (*Secale cereale* L.)
- Сацюк И.В., Гордей С.И., Кот В.В., Ардашникова А.Э., Трушко В.Ю.,* 286
Шанбанович А.Ю. Оценка нового селекционного материала озимой мяг-
кой пшеницы в Центральной зоне Республики Беларусь
- Гвоздова Л.И., Шор В.Ч., Крицкий М.Н., Козловский А.А., Карпович Е.В.,* 291
Тихомирова Т.В. Результаты изучения коллекции гороха посевного в ус-
ловиях Беларуси
- Анисимова Н.В., Сысолятин Е.Н., Крицкий М.Н., Шор В.Ч., Гринь В.В.,* 300
Козловский А.А., Кильчевский А.В. Анализ коллекции люпина узколистно-
го (*Lupinus angustifolius* L.) по генам хозяйственно-ценных признаков
- Шор В.Ч., Крицкий М.Н., Шапко Ю.К., Козловский А.А., Дашкевич Ю.А.* 308
Результаты селекции люпина узколистного на продуктивность и толе-
рантность к антракнозу
- Бобко Н.Н., Пиллок Я.Э.* Оценка инбредных линий озимого рапса *Brassica* 316
napus L. для селекции на гетерозис

<i>Куделко В.Н., Лужинская Н.А., <u>Бакай В.П.</u></i> Результаты изучения проса из коллекции ВИР в условиях центральной части Беларуси	325
<i>Шанбанович А.Ю.</i> Характеристика основных показателей белорусских сортов льна масличного по урожайности и качеству маслосемян	331
<i>Андроник Е.Л., Иванова Е.В.</i> Результаты испытаний селекционных линий льна масличного	337
<i>Исакова А.Л., Прохоров В.Н.</i> Изучение факторов, влияющих на эффективность искусственного опыления нигеллы посевной (<i>Nigella sativa</i> L.)	345
ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	352

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 54

Дизайн обложки Н. П. Засулевич
Ответственный за выпуск Т. М. Булавина

Подписано в печать 22.05.2017 г. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 21,16. Уч.-изд. л. 23,52.

Тираж 75 экз. Заказ 154.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.