



ISSN 0130-156X

Национальная академия наук Беларуси
РУП “Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию”

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

61

Минск, 2025

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 61

Минск
«ИВЦ Минфина»
2025

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»,

Кравцов С.В., кандидат с.-х. наук, доцент – главный редактор,

Урбан Э.П. – доктор с.-х. наук, член-корреспондент НАН Беларуси – заместитель редактора;

Гриб С.И. – доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси,

Булавин Л.А. – доктор с.-х. наук, профессор

Булавина Т.М. – доктор с.-х. наук, профессор

Пилук Я.Э. – доктор с.-х. наук, профессор

Лужинский Д.В. – кандидат с.-х. наук

РУП «Институт почвоведения и агрохимии»:

Шашко Ю.К., доктор с.-х. наук, доцент

Богдевич И.М. – доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»:

Бушуева В.И., доктор с.-х. наук, профессор

Шелюто Б.В., доктор с.-х. наук, профессор

Перевод на английский язык Лавникевич О.С.

УДК [631.5/8+633](476)(082)

© РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию», 2025

© Оформление. УП «ИВЦ Минфина», 2025

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В ЗВЕНЕ ЗЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЖНИВНОЙ КУЛЬТУРЫ И СОЛОМЫ ПРЕДШЕСТВЕННИКА ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЙ

**А. Ч. Скируха, Л. Н. Грибанов, А. А. Усень, кандидаты с.-х. наук,
С. И. Туник, С. А. Лысенкова**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2025)

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению урожайности ячменя в звене зернового севооборота в зависимости от способов использования пожнивной культуры и соломы предшественника при разных системах удобрений. Установлено, что использование пожнивной горчицы на зеленый корм в сравнении с севооборотом без пожнивных в среднем за 2021–2023 гг. способствовало повышению урожайности ячменя в звене озимая рожь + горчица – ячмень с 37,1 до 40,1 ц/га (8,0 %) в сравнении с севооборотом без пожнивных культур. Если пожнивная культура возделывалась на сидерат, урожайность увеличивалась до 42,1 ц/га (13,5 %). Использование при минеральной системе удобрений соломы озимой ржи на удобрение без компенсирующей дозы минерального азота приводило к снижению урожайности ячменя до 34,9 ц/га (-5,9 % к варианту без заделки). Однако, если солома использовалась совместно с пожнивной горчицей на зеленое удобрение, урожайность ячменя повышалась на 8,9 % и составила 38,0 ц/га. Изменение урожайности ячменя происходило, в основном, за счет роста числа продуктивных стеблей, лучшей озерненности колоса и более высокой массы 1000 зерен.

Введение. В зерновых севооборотах концентрация посевов зерновых культур исключает возможность выращивания их в рамках традиционных севооборотов с размещением их по благоприятным бобовым и пропашным предшественникам. В севооборотах, специализированных на производстве зерна, неизбежны повторные посевы зерновых. В севооборотах с высоким удельным весом зерновых ухудшается фитосанитарное состояние посевов, что, несмотря на интенсивное применение минеральных удобрений, средств защиты растений, регуляторов роста, совершенствования способов обработки почвы не позволяет предотвратить снижение урожаев даже при не очень длительном бессменном выращивании большинства культур ввиду развивающегося процесса почвоутомления [1, 2].

Другой причиной снижения урожаев в севооборотах с высоким удельным весом зерновых культур является заделка соломы без компенсирующей дозы

азота. Солома колосовых культур (ржи, пшеницы, тритикале) отличается высоким содержанием углерода в форме целлюлоз, гемицеллюлоз, лигнина. По этой причине создается широкое соотношение C:N, достигающее 60:1–80:1, которое оказывает значительное влияние на скорость биохимического разложения соломы [3–6]. При применении соломы в чистом виде без компенсирующей дозы минерального азота в первый год внесения часто наблюдается снижение урожая сельскохозяйственных культур, обусловленное уменьшением доступного растениям минерального азота в результате иммобилизации его почвенными микроорганизмами.

Одним из эффективных способов повышения плодородия почв и увеличение урожая последующих культур в зерновых севооборотах является возделывание пожнивных на зеленый корм и сидерат. Запашка сидератов или послеуборочных остатков при возделывании пожнивных на корм приводит к улучшению агрохимических, водно-физических и биологических свойств почвы, что существенно повышает ее плодородие. В таких условиях заслуживает внимание совместное использование соломы в сочетании с пожновыми культурами [7–10]. В условиях интенсификации земледелия для повышения продуктивности пашни и улучшения плодородия почвы целесообразно использовать солому вместе с сидеральными культурами, которые выращиваются как промежуточные с дальнейшим использованием на корм и зеленое удобрение. Выращивание промежуточных культур перспективно и экономически выгодно в условиях Беларуси, так как после уборки ранних зерновых культур продолжительность пожнвного периода составляет 60–80 дней. Сроки своевременной заделки соломы совпадают с севом послеуборочных (пожнвных) промежуточных сидеральных культур. Поэтому азот, который необходимо вносить в почву с соломой в качестве компенсирующей дозы, может быть использован как прямое удобрение этих культур с переходом его в состав зеленой массы с высокой удобрительной ценностью. Богатая азотом зеленая масса пожнвных сидеральных культур при использовании ее вместе с соломой компенсирует недостаток азота в последней и делает сочетание этих видов органических удобрений высокоэффективным, близким к подстилочному навозу [11, 12].

В связи с вышеизложенным, является актуальным изучение влияния заделки соломы, пожнвных культур и их сочетания как средства, позволяющего устранить или уменьшить отрицательное влияние зернового предшественника и довести его до уровня благоприятного, что позволит повысить эффективность использования пашни в зерновом звене севооборота.

Условия и методика проведения исследований. Полевые опыты проводились в 2021–2023 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 50–80 см моренным суглинком. Пахотный слой почвы характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,48–2,57 %, азота – 0,117 %, подвиж-

ных форм фосфора – 278–290 мг/кг, калия – 254–261 мг/кг, pH – 5,7–6,1, гидролитическая кислотность – 2,27 мг-экв./кг почвы, сумма поглощенных оснований – 74,4 мг-экв./кг.

Опыты закладывали и проводили в соответствии с общепринятой методикой. Общая площадь делянки составляла – 75 м², учетная – 50 м², повторность – 3 кратная. В опытах возделывали следующие районированные сорта сельскохозяйственных культур: озимая рожь – Голубка, ячмень – Фэст, горчица белая – Ника.

Исследования проводили в звене севооборота озимая рожь + горчица белая – яровой ячмень в полевом зерновом севообороте с 75 % насыщением зерновыми культурами. Севооборот изучался на двух фонах органических удобрений (11,2 т/га и 22,4 т/га подстилочного навоза на 1 га пашни). Минеральные удобрения вносили отдельно либо в различных сочетаниях с органическими удобрениями с учетом биологических особенностей возделываемых культур и в соответствии с рекомендациями по применению удобрений. Под все культуры в изучаемых севооборотах использовали химические средства защиты от сорняков, болезней и вредителей согласно рекомендациям.

Учет урожая проводили сплошным методом со всей учетной площади делянки. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась методом дисперсионного анализа по Доспехову [13].

Метеорологические условия в период исследований существенно отличались от среднееголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству атмосферных осадков. Если в целом оценивать метеорологические условия в период проведения исследований, можно отметить, что сумма активных температур за май – сентябрь в 2021 г. была выше нормы на 3,7 %, в 2022 г. – на 0,4 %, в 2023 г. – на 9,9 %. При этом сумма атмосферных осадков за указанный выше период была ниже нормы в эти годы соответственно на 7,4; 18,2; 39,8 %. Гидротермический коэффициент ГТК за май-сентябрь составил в 2021 г. – 1,38, в 2022 г. – 1,26, 2023 г. – 0,85. Среднееголетнее значение этого показателя для региона, где проводились исследования, составляет 1,55. Это свидетельствует о недостаточном увлажнении вегетационных периодов для роста и развития сельскохозяйственных культур во все годы исследований, причем в наибольшей степени дефицит влаги отмечался в 2023 г. (таблица 1).

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации в годы исследований

Год	Сумма активных температур, °С		Количество атмосферных осадков, мм		Гидротермический коэффициент (ГТК)
	Факт	+/- %	Факт	+/- %	
2021	2464	+3,7	340,3	-7,4	1,381
2022	2385	+0,4	301,5	-18,2	1,264
2023	2611	+9,9	221,7	-39,8	0,85
Норма	2376		368,4		1,55

Результаты исследований и их обсуждение. Основной целью проводимых исследований являлось изучение закономерностей влияния заделки в почву растительных остатков пожнивных культур при возделывании на зеленый корм или сидерат, а также соломы на продуктивность пашни в зерновом звене полевого севооборота. В 2021–2023 гг. проведен учет урожайности ячменя в звене полевого севооборота озимая рожь – ячмень в зависимости от способов использования пожнивной культуры (горчицы белой) и соломы (озимой ржи) при разных системах удобрений (таблица 2).

Таблица 2. Влияние приемов интенсификации на структуру урожая ячменя в звене озимая рожь – ячмень

№ сев.	Приемы интенсификации		Сохранилось растений к уборке, шт/м ²	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
	система удобрений	солома, пожнивные					
11а	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	–	311	512	1,77	46,2	37,1
11б	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	–	292	577	1,97	46,0	41,8
12а	2Нс	–	287	477	1,69	45,0	37,1
12б	N ₄₀ P ₃₀ K ₄₅ + 2Нс	–	305	579	1,91	49,8	43,4
13а	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	з/удобрение	295	561	1,93	49,7	45,3
13б	Нс	–	269	423	1,64	45,9	30,2
14а	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	з/корм	308	580	1,92	48,6	43,2
14б	-	–	241	319	1,39	46,2	25,1
15а	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	з/корм	293	510	1,76	47,5	40,1
15б	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	з/удобрение	296	521	1,81	47,7	42,1
16а	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома	281	481	1,76	47,6	34,9
16б	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома + з/удобрение	292	503	1,79	47,6	38,0

Нс – навоз солоmistый – 11,2 т/га; 2Нс – навоз солоmistый – 22,4 т/га

Известно, что урожай зерна определяется отдельными элементами его структуры. Исследования, проведенные в условиях 2021–2023 гг., показали, что в посевах ячменя различия по количеству продуктивных стеблей составили по изучаемым приемам интенсификации 1,8 раза, по массе 1000 зерен – 4,8 г, а продуктивная кустистость колебалась в пределах 1,39–1,97. Наибольшее количество продуктивных стеблей, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен отличались в севооборотах с навозно-минеральной системой.

В период исследований проведен учет урожайности ячменя в звене полевого севооборота озимая рожь – ячмень в зависимости от способов использования пожнивной культуры (горчицы белой) и соломы (озимой ржи) при разных системах удобрений. Установлено, что в среднем за 2021–2023 гг. на урожайность ячменя в звене полевого севооборота озимая рожь – ячмень по-разному оказывали влияние приемы интенсификации. Наибольшая урожайность ячменя

отмечена в севооборотах, в которых в соответствии со схемой опыта вносили органические удобрения в форме соломистого навоза в сочетании с применением минеральных удобрений. В данных севооборотах урожайность ячменя варьировала от 41,8 до 45,3 ц/га. Более высокая урожайность ячменя отмечена в севообороте, где использовалась полная доза минеральных удобрений на фоне применения соломистого навоза с пожнивными культурами на зеленое удобрение (45,3 ц/га). Несколько ниже этот показатель был при навозно-минеральной системе удобрений с использованием пожнивных культур на зеленый корм – 43,2 ц/га. Самая низкая урожайность ячменя при данной системе удобрений отмечена в севообороте без пожнивных культур – 41,8 ц/га.

В севооборотах при минеральной системе удобрений на фоне использования пожливной культуры на зеленый корм и сидерат урожайность ячменя составила 40,1–42,1 ц/га. Использование горчицы на зеленый корм способствовало повышению урожайности ячменя с 37,1 до 40,1 ц/га (8,0 %) в сравнении с севооборотом без пожнивных культур, а если горчица использовалась на зеленое удобрение – до 42,1 ц/га (13,5 %) (таблица 3).

Таблица 3. Урожайность ячменя в зависимости от систем удобрений и способа использования пожливной культуры и соломы

Система удобрений	Способ использования пожливной культуры и соломы	Урожайность, ц/га	+/- к варианту без пожливных и соломы	Сбор с 1 га пашни, ц	
				к. ед.	переваримого протеина
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	-	37,1	-	45,6	2,97
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	-	41,8	-	51,4	3,34
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	зел./корм	43,2	+1,4	53,1	3,46
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	зел./удобрение	45,3	+3,5	55,7	3,62
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	зел./корм	40,1	+3,0	49,3	3,21
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	зел./удобрение	42,1	+5,0	51,8	3,37
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома	34,9	-2,2	42,9	2,79
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома + зел./удобрение	38,0	+0,9	46,7	3,04

НСП 05

2,51-2,70

Нс – навоз соломистый – 11,2 т/га

Использование при минеральной системе удобрений соломы озимой ржи без компенсирующей дозы минерального азота на удобрение не приводило к повышению урожайности ячменя. Она оказалась на 2,2 ц/га или на 5,9 % ниже урожайности ячменя, отмеченной в варианте с уборкой соломы с поля. Однако, если солома использовалась совместно с пожливной горчицей на зеленое удобрение, урожайность ячменя повышалась до 38,0 ц/га (8,9 %), что было на уровне минеральной системы удобрений с уборкой соломы с поля.

Необходимо отметить, что в среднем за 3 года система удобрений, основанная на применении органических удобрений в дозе 11,2 т/га, обеспечила урожайность ячменя 30,2 ц/га и уступила по этому показателю минеральной и органо-минеральной системам, где его урожайность составила 37,1 и 41,8 ц/га соответственно. При органической системе удобрений с внесением навоза в среднем 22,4 т/га урожайность ячменя составила 37,1 ц/га, то есть находилась на уровне минеральной системы удобрений. Самая низкая урожайность ячменя отмечена в варианте без применения органических и минеральных удобрений (22,7 ц/га) (таблица 4).

Таблица 4. Урожайность ячменя в зависимости от систем удобрений

Система удобрений	Урожайность, ц/га	+/- к варианту без удобрений	Сбор с 1 га пашни, ц	
			к. ед.	переваримого протеина
Без удобрений	22,7	-	27,9	1,82
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	37,1	+14,4	45,6	2,97
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀ + Нс	41,8	+19,1	51,4	3,34
2Нс	37,1	+14,4	45,6	2,97
Нс	30,2	+7,5	37,1	2,42
N ₄₀ P ₃₀ K ₄₅ +2Нс	43,4	+20,7	53,4	3,47

НСР 05

3,34-3,85

Нс – навоз солоmistый – 11,2т/га, 2Нс – навоз солоmistый – 22,4т/га

Причиной снижения урожайности ячменя в посевах при размещении его после зерновых культур является поражение растений фузариозной корневой гнилью (основной возбудитель (*Fusarium avenaceum*). Болезнь проявляется в фазу всходов, а также поражает корни взрослых растений в течение всей вегетации. В наших исследованиях заражение растений происходило в фазу всходов и начиналось в прикорневой части проростка в области прикрепления семени. Затем болезнь распространялась вниз, поражая корневую систему, которая впоследствии приобретала бурую окраску и загнивала, а растение погибало. В наших исследованиях в 2021–2023 гг. развитие *Fusarium* было невысоким и колебалось от 13,0 до 19,3 %. Уровень развития этой болезни в некоторой степени зависел от способа использования пожнивной горчицы и соломы (таблица 5).

Установлено, что при минеральной системе удобрений в звене севооборота озимая рожь – ячмень развитие болезни ячменя составило 13,1 %. Использование пожнивной горчицы на корм и сидерат способствовало снижению поражения растений до 13,0 и 12,8 % соответственно.

Использование соломы озимой ржи на удобрение без пожнивной культуры увеличивало развитие на ячмене *Fusarium* с 13,1 до 19,3 %, а при использовании вместе с соломой пожнивной культуры на зеленое удобрение развитие этой болезни снижалось с 19,3 до 14,3 %.

Таблица 5. Влияние приемов интенсификации на поражение ячменя *Fusarium sp.* в звене озимая рожь – ячмень при минеральной системе удобрений (среднее за 2021-2023 гг.)

Приемы интенсификации		Развитие <i>Fusarium sp.</i> , %	Урожайность ячменя, ц/га
система удобрений	солома, пожнивные		
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	–	13,1	37,1
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	з/к	13,0	40,1
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	з/у	12,8	42,1
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома	19,3	34,9
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	солома + з/у	14,3	38,0

Выводы

1. Наиболее высокая урожайность ячменя в период исследований отмечена в севообороте, где была использована полная доза минеральных удобрений на фоне применения соломистого навоза (навозно-минеральная система удобрений) с применением пожнивных культур на зеленое удобрение (45,3 ц/га). Немного ниже этот показатель был при навозно-минеральной системе удобрений с использованием пожнивных культур на зеленый корм – 43,2 ц/га. Самая низкая урожайность ячменя при данной системе удобрений отмечена в севообороте без пожнивных культур – 41,8 ц/га.

2. В севооборотах при минеральной системе удобрений на фоне использования пожливной культуры на зеленый корм и сидерат урожайность ячменя составила 40,1–42,1 ц/га. Использование пожливной горчицы на зеленый корм способствовало повышению урожайности ячменя с 37,1 до 40,1 ц/га (8,0 %) в сравнении с севооборотом без пожнивных культур. При использовании пожливной горчицы на зеленое удобрение урожайность ячменя увеличивалась до 42,1 ц/га (13,5 %).

3. Использование при минеральной системе удобрений соломы озимой ржи без компенсирующей дозы минерального азота на удобрение снижало урожайность ячменя на 2,2 ц/га или на 5,9 %. При совместном использовании соломы с пожливной горчицей на зеленое удобрение урожайность ячменя повышалась на 3,1 ц/га или на 8,9 %.

4. Причиной снижения урожайности ячменя в посевах при размещении его после зерновых культур является поражение растений фузариозной корневой гнилью (*Fusarium sp.*). При минеральной системе удобрений в звене севооборота озимая рожь – ячмень использование соломы озимой ржи на удобрение без пожливной культуры увеличивало развитие *Fusarium sp.* с 13,1 до 19,3 %, а при совместном использовании с соломой пожливной культуры на зеленое удобрение развитие *Fusarium sp.* снижалось до 14,3 %.

Литература

1. Наумов, Г.Ф. Некоторые проблемы аллелопатии в растениеводстве, их экономическое и народнохозяйственное значение / Г.Ф. Наумов // Аллелопатия и продуктивность растений: сб. науч.тр. / Харьков. с.-х. ин-т им. В.В.Докучаева. – 1988. – С. 5-12.

2. Гродзинский, А.М. Аллелопатия и почвоутомление / А.М. Гродзинский. – К.: Наукова думка, 1991. – 429 с.
3. Комаревцева, Л.Г. Использование соломы в качестве удобрения на дерново-подзолистых почвах / Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – №1(1). – С. 14-18.
4. Рижия, Е.Я. Влияние пожнивных остатков с различным отношением С/Н на эмиссию закиси азота из дерново-подзолистой супесчаной почвы / Е.Я. Рижия [и др.] // Почвоведение. – 2011. – №10. – С. 1251-1259.
5. Лапа, В.В. Влияние различного использования зеленой массы, редьки масличной, соломы, минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / В.В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1 (46). – С. 104-115.
6. Серая, Т.М. Высвобождение элементов питания при заделке соломы в дерново-подзолистые почвы в зависимости от ее видового состава и удобрения азотом / Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева, О.М. Бирюкова, Е.Г. Мезенцева // Агрохимия. – 2013. – №3. – С. 52-59.
7. Лошаков, В.Г. Плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность зерновых севооборотов при длительном использовании пожвливной сидерации / В.Г. Лошаков, Ю.Д. Иванов, В.А. Николаев //Известия ТСХА. – 2004. – №3. – С.3-14.
8. Дзюин, А.Г. Последействие сидератов и соломы в севообороте / А.Г. Дзюин, Г.П. Дзюин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №6 (49). – С. 38-42.
9. Матюк, Н.С. Изменение показателей плодородия почвы при разноглубинной заделке сидерата и соломы / Н.С. Матюк, В.Д. Полин, С.С. Зверева // Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона. – Иваново, 2018. – С.119-129.
10. Ахметзянов, М.Р. Сравнительный анализ продуктивности севооборотов в зависимости от внесения минеральных удобрений, соломы и промежуточного сидерата / М.Р. Ахметзянов, И.П. Таланов // Плодородие. – 2020. – №3. – С.34-37.
11. Скируха, А.Ч. Влияние использования пожнивных культур и заделки соломы на продуктивность зернового севооборота и изменение содержания органического вещества в почве // Молодежь и инновации-2009: матер. Межд. науч.-практ. конф., посв. 170-летию УО БСХА. – Горки, 2009. – Ч.1. – С. 204-207.
12. Скируха, А.Ч. Комплексное влияние систем удобрений, использования соломы и пожвливных культур на изменение содержания гумуса в почве зернового севооборота в условиях Беларуси // Зерновое хозяйство России. – 2013. №2. – С.47-51.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

BARLEY YIELD IN GRAIN CROP ROTATION DEPENDING ON THE WAYS OF USING THE POST HARVEST CROP AND PRECEDING CROP STRAW UNDER DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS

A.Ch. Skirukha, L.N. Gribanov, A.A. Usenya, S.I. Tupik, S.A. Lysenkova

The paper presents the results of the research on barley yield in grain crop rotation depending on the ways of using the post harvest crop and preceding crop straw under different fertilizer systems. It's established that the use of post harvest mustard for green fodder compared to crop rotation without post harvest crops, on average for 2021–2023, promoted the increase of barley yield in the winter rye + mustard-barley link from 37.1 to 40.1 c/ha (8.0%) in comparison with crop rotation without post harvest crops. If the post harvest crop was cultivated as green manure, the yield increased to 42.1 c/ha (13.5%). In a mineral fertilizer system using winter

rye straw as fertilizer without a compensating dose of mineral nitrogen brought about the decrease in barley yield to 34.9 c/ha (-5.9% compared to the option without incorporation). However, if straw was used together with post harvest mustard for green manure, barley yield increased by 8.9% and amounted to 38.0 c/ha. The change in barley yield occurred mainly due to the increase in the number of productive stems, better grain content and higher 1000-grain weight.

УДК [632.51:631.582]631.1(003.13)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ОТ СОРНЯКОВ

Е.А. Пучко, соискатель, **А.П. Гвоздов**, кандидат с.-х. наук, **Л.А. Булавин**,
доктор с.-х. наук, **Т.М. Булавина**, доктор с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 26.04.2025)

Рецензент: Холодинский В.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности защиты посевов от сорняков в звене зернопропашного севооборота кукуруза – ячмень – рапс. Установлено, что при возделывании культур данного звена зернопропашного севооборота наименьшая пестицидная нагрузка на окружающую среду (2,52–2,62 кг/га д.в.), наибольший чистый доход (2321,61–2380,4 руб/га) и рентабельность (38,7–43,1 %) получены при выращивании кукурузы после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) и применением на посевах рапса гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га).

Введение. Для максимальной реализации потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур большое значение имеет защита посевов от сорняков, которые конкурируют с культурными растениями за свет, воду, элементы минерального питания, а также вызывают распространение вредителей и болезней. Это приводит к значительному снижению урожайности [1], которое в почвенно-климатических условиях Беларуси может достигать у зерновых 30–37 %, рапса – 50–55 %, кукурузы – 90 % [2, 3].

Наибольшей вредоносностью отличаются многолетние сорные растения. Они размножаются семенами и подземными побегами, что позволяет при наличии благоприятных условий для роста и развития быстро восстанавливать свою популяцию [4, 5]. На протяжении двух последних десятилетий важнейшим приемом уничтожения многолетних сорняков в Беларуси, как и в других странах, являлось применение в послеуборочный период гербицидов на основе

глифосата. По расчетам специалистов в настоящее время эти гербициды в республике целесообразно использовать ежегодно на площади не менее 0,8–1,0 млн гектаров [6], что составляет 15,7–19,6 % пашни. При этом необходимо отметить, что во многих странах ведется дискуссия о необходимости значительного сокращения объемов применения гербицидов на основе глифосата с перспективой полного отказа от их использования. Это связано с тем, что производные глифосата являются канцерогенными и представляют опасность для здоровья населения и окружающей среды [7]. В то же время существуют эффективные устойчивые системы, в которых глифосат не используется [8].

В связи с вышеизложенным, пересмотр стратегии борьбы с многолетними сорняками, совершенствование существующего ассортимента гербицидов для их эффективного уничтожения при возделывании основных сельскохозяйственных культур имеет важное экологическое значение. К таким культурам относится кукуруза, которая в 2024 г. в Беларуси возделывалась на площади 1,22 млн гектаров, т.е. 23,4 % посевной площади [9]. Поэтому актуальным вопросом является изучение влияния агротехнических приемов и различных гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы с целью выявления возможности отказа от применения гербицидов на основе глифосата при возделывании этой культуры без снижения ее продуктивности.

Материалы и методика исследований. В 2020–2024 гг. изучали влияние агротехнических приемов и гербицидов на засоренность посевов и урожайность культур звена зернопропашного севооборота (кукуруза – ячмень – рапс). Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,63–2,82 %, P_2O_5 – 232–292 мг/кг, K_2O – 257–268 мг/кг почвы, pH – 5,72–5,87). Кукурузу возделывали после озимой пшеницы по отвальной вспашке, полупаровой обработке почвы, а также после пожнивной редьки масличной, применения глифосатсодержащего гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) с использованием на ее посевах гербицидов Балерина, СЭ (0,5 л/га), Гардо Голд, КС (4,0 л/га), МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), Аденго, КС (0,4 л/га). В контрольном варианте химическую прополку кукурузы не проводили. На посевах ярового ячменя применяли гербициды Балерина, СЭ (0,5 л/га) и Аксиал 50, КЭ (0,9 л/га), а рапса – Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га). Пестицидная нагрузка в звене зернопропашного севооборота варьировала в вариантах опыта в пределах 2,43–6,11 кг/га д.в. Технология возделывания изучаемых культур осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом.

При возделывании в севообороте сельскохозяйственных культур, различающихся по виду выращиваемой продукции, для оценки продуктивности пашни полученную урожайность необходимо перевести в кормовые единицы. Для перевода зеленой массы пожнивной редьки масличной в кормовые единицы используется коэффициент 0,11, зерна кукурузы – 1,28, зерна ячменя – 1,23, маслосемян рапса – 1,70 [9].

Под влиянием неблагоприятных погодных условий в осенне-зимний период 2022–2023 гг. отмечалась гибель значительной части растений озимого рапса, который весной 2023 г. был посеян яровым рапсом.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что под влиянием агроприемов, проводимых после уборки предшественника и изучаемых гербицидов, сбор кормовых единиц при возделывании кукурузы с учетом пожнивной редьки масличной изменялся в пределах 1,92–107,46 ц/га к.ед. Максимальным этот показатель был в вариантах, в которых кукурузу возделывали после пожнивной редьки масличной с применением гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и Аденго, КС (0,4 л/га). При возделывании ячменя сбор кормовых единиц изменялся в пределах 30,26–43,91 ц/га к.ед., а рапса – 21,93–26,18 ц/га к.ед. в зависимости от технологии возделывания предшествующей кукурузы и использования на посевах рапса гербицидов (таблица 1).

Сбор кормовых единиц в среднем на 1 га пашни в изучаемом звене зернопропашного севооборота изменялся под влиянием изучаемых агроприемов и гербицидов в пределах 18,04–58,48 ц/га. Наименьшим этот показатель был в варианте, где кукурузу возделывали по традиционной отвальной вспашке без применения гербицидов и на посевах рапса использовали только гербицид Пронит, КЭ (3,0 л/га). Максимальная продуктивность звена зернопропашного севооборота отмечалась при возделывании кукурузы после пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что сбор кормовых единиц в изучаемом звене зернопропашного севооборота при возделывании кукурузы с использованием гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) составил 53,17–53,40 ц/га в зависимости от применения гербицидов на посевах рапса. При возделывании кукурузы после полупаровой обработки почвы с внесением гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) этот показатель составил соответственно 53,54–53,65 и 53,65–53,77 ц/га, т.е. находился примерно на таком же уровне. При возделывании кукурузы после пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) сбор кормовых единиц был равен соответственно 58,28–58,39 и 58,37–58,48 ц/га (таблица 1).

Из вышеизложенного следует, что применение на посевах кукурузы гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) при возделывании этой культуры после полупаровой обработки почвы или пожнивной редьки масличной позволяет без снижения продуктивности звена зернопропашного севооборота уменьшить пестицидную нагрузку на окружающую среду в сравнении с использованием при возделывании кукурузы гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) с 6,11 до 2,52–2,92 кг/га д.в., т.е. на 52,2–58,7 % в зависимости от применения гербицидов на посевах рапса.

Таблица 1. Сбор кормовых единиц в звене зернопропашного севооборота

Агроприемы, проводимые после уборки предшественника кукурузы	Гербициды, применяемые при возделывании кукурузы	Пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	Сбор кормовых единиц, ц/га к.ед.			
			кукуруза	ячмень	рапс	среднее
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43*/2,73	1,92	30,26	21,93*/23,63	18,04*/18,60
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64/2,94	28,67	34,07	22,78/24,14	28,51/28,96
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43/4,73	66,56	35,42	23,12/24,31	41,70/42,10
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52/2,82	87,17	41,94	25,16/25,50	51,42/51,54
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62/2,92	87,75	41,94	24,99/25,33	51,49/51,61
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43*/2,73	2,69	32,35	22,61*/24,14	19,22*/19,73
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64/2,94	33,28	35,55	23,46/24,65	30,76/31,16
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43/4,73	75,26	37,27	23,63/24,82	45,39/45,78
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52/2,82	91,90	43,05	25,67/26,01	53,54/53,65
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62/2,92	92,16	43,30	25,50/25,84	53,65/53,77
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43*/2,73	19,78	31,37	22,27*/23,97	24,47*/25,04
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64/2,94	48,70	35,06	23,12/24,48	35,63/36,08
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43/4,73	88,77	36,65	23,46/24,65	49,63/50,02
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52/2,82	107,07	42,44	25,33/25,67	58,28/58,39
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62/2,92	107,46	42,31	25,33/25,67	58,37/58,48
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	3,81/4,11	3,20	39,85	24,14*/24,65	22,40*/22,57
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	4,02/4,32	35,20	41,57	24,31/24,99	33,69/33,92
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	5,81/6,11	91,90	42,80	24,82/25,50	53,17/53,40
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	3,90/4,20	94,59	43,67	25,84/26,01	54,70/54,76
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	4,00/4,30	94,98	43,91	25,67/26,18	54,85/55,02

Примечание: * – в числителе представлена пестицидная нагрузка и продуктивность звена севооборота без применения на посевах рапса гербицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га), а в знаменателе с использованием при возделывании этой культуры данного гербицида

Для более полной оценки полученных результатов по всем вариантам опыта была определена суммарная стоимость продукции культур, выращиваемых в звене зернопропашного севооборота, и суммарные производственные затраты на их возделывание. Установлено, что стоимость продукции культур зернопропашного севооборота в зависимости от изучаемых агроприемов и гербицидов изменялась в пределах 3433,5–8409,7 руб., а производственные затраты – 4850,42–6186,25 руб/га (таблица 2).

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что при возделывании кукурузы без применения гербицидов и использования на посевах рапса гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) производственные затраты превышали стоимость продукции культур звена зернопропашного севооборота на 856,28–1416,9 руб/га в зависимости от технологии возделывания кукурузы. При использовании на ее посевах гербицида Балерина, СЭ (0,5 л/га) лишь в варианте с применением Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) был получен чистый доход 342,83 руб/га, а рентабельность 6,7 %. При применении на посевах кукурузы гербицида Гардо Голд, КС (4,0 л/га) данные показатели изменялись в пределах 994,87–2279,7 руб/га и 18,8–41,8 %, МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) – 2113,31–2333,79 руб/га и 38,7–42,1 %, Аденго, КС (0,4 л/га) – 2147,36–2380,34 руб/га и 39,7–43,1 % (таблица 3). Наибольшими эти показатели были в вариантах, где МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и Аденго, КС (0,4 л/га) применяли на фоне полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной. При возделывании кукурузы с использованием гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) и внесением на посевах рапса гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) чистый доход в звене зернопропашного севооборота составил 2279,7 руб/га, а рентабельность 41,8 %, что примерно соответствовало уровню этих показателей при выращивании кукурузы после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га).

Аналогичная закономерность отмечалась и при использовании на посевах рапса гербицидов Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га), однако в этом случае чистый доход и рентабельность были несколько ниже из-за повышения производственных затрат. Так, при возделывании кукурузы после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) чистый доход изменялся в пределах 2201,28–2260,0 руб/га, а рентабельность – 35,8–39,8 %. В варианте, где кукурузу возделывали с применением гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) эти показатели были равны соответственно 2191,45 руб/га и 39,0 %. Полученные результаты свидетельствуют о том, что экологизация защиты посевов культур звена зернопропашного севооборота от сорняков и снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду не снижало экономической эффективности возделывания изучаемых культур.

Таблица 2. Стоимость продукции и производственные затраты на возделывание культур звена зернопропашного севооборота

Агроприемы, проводимые после уборки предшественника кукурузы	Гербициды, применяемые при возделывании кукурузы	Без применения Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га)				С применением Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га)			
		пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	стоимость продукции, руб.	производственные затраты, руб./га	пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	стоимость продукции, руб.	производственные затраты, руб./га	пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	стоимость продукции, руб.
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	3433,5	4850,42	2,73	3598,5	5007,41		
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	4716,0	4978,67	2,94	4848,0	5134,74		
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	6284,0	5289,13	4,73	6399,5	5444,75		
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	7552,0	5439,69	2,82	7585,0	5593,02		
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62	7550,5	5403,14	2,92	7583,5	5556,47		
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	3614,5	4910,57	2,73	3763,0	5067,10		
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	5022,0	5050,24	2,94	5137,5	5205,86		
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	6748,5	5376,24	4,73	6864,0	5531,86		
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	7831,5	5509,89	2,82	7864,5	5663,22		
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62	7835,0	5473,79	2,92	7868,0	5627,12		
3. Д ₁₀ . посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	4209,7	5439,09	2,73	4374,7	5596,08		
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	5572,2	5574,64	2,94	5704,2	5730,72		
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	7235,2	5893,79	4,73	7350,7	6049,41		
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	8366,7	6032,91	2,82	8399,7	6186,25		
	5. Аленго, КС (0,4 л/га)	2,62	8376,7	5996,36	2,92	8409,7	6149,70		
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	3,81	4088,0	4944,28	4,11	4137,5	5098,08		
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	4,02	5424,5	5081,67	4,32	5490,5	5235,92		
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	5,81	7739,0	5459,30	6,11	7805,0	5613,55		

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания культур зернопропашного севооборота

Агроприемы, проводимые после уборки предшественника кукурузы	Гербициды, применяемые при возделывании кукурузы	Без применения Фюзилад Форте, КЭ				С применением Фюзилад Форте, КЭ			
		пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	чистый доход, руб./га	рентабельность, %	пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	чистый доход, руб./га	рентабельность, %	пестицидная нагрузка, кг/га д.в.	чистый доход, руб./га
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	-1416,9	—	2,73	-1408,9	—	2,73	-1408,9
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	-262,67	—	2,94	-286,74	—	2,94	-286,74
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	994,87	18,8	4,73	954,75	17,5	4,73	954,75
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	2112,31	38,8	2,82	1991,98	35,6	2,82	1991,98
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2,62	2147,36	39,7	2,92	2027,03	36,5	2,92	2027,03
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	-1296,10	—	2,73	-1304,1	—	2,73	-1304,1
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	-28,24	—	2,94	-68,36	—	2,94	-68,36
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	1372,26	25,5	4,73	1332,14	24,1	4,73	1332,14
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	2321,61	42,1	2,82	2201,28	38,9	2,82	2201,28
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2,62	2361,21	43,1	2,92	2240,88	39,8	2,92	2240,88
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2,43	-1229,4	—	2,73	-1221,4	—	2,73	-1221,4
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2,64	-2,44	—	2,94	-26,52	—	2,94	-26,52
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	4,43	1341,41	22,8	4,73	1301,29	21,5	4,73	1301,29
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2,52	2333,79	38,7	2,82	2213,45	35,8	2,82	2213,45
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2,62	2380,34	39,7	2,92	2260,0	36,7	2,92	2260,0
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	3,81	-856,28	—	4,11	-960,58	—	4,11	-960,58
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	4,02	342,83	6,7	4,32	254,58	4,9	4,32	254,58
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	5,81	2279,7	41,8	6,11	2191,45	39,0	6,11	2191,45

Выводы

1. Продуктивность звена зернопропашного севооборота варьировала в пределах 18,04–58,48 ц/га к.ед. в зависимости от изучаемых агроприемов и гербицидов и достигала максимума при возделывании кукурузы после пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га). Применение на посевах кукурузы, возделываемой после полупаровой обработки почвы или пожнивной редьки масличной, гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) позволяет без снижения продуктивности пашни уменьшить пестицидную нагрузку на окружающую среду в звене зернопропашного севооборота в сравнении с использованием при возделывании кукурузы гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) с 6,11 до 2,52–2,92 кг/га д.в., т.е. на 52,2–58,7 % в зависимости от применения гербицидов на посевах рапса.

2. Наибольший экономический эффект при возделывании культур звена зернопропашного севооборота получен при выращивании кукурузы после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной с использованием гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) и применением на посевах рапса гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га). Чистый доход в этом случае находился в пределах 2321,61–2380,4 руб/га, рентабельность – 38,7–43,1 %. При возделывании кукурузы с использованием гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) указанные выше показатели составили соответственно 2279,7 руб/га и 41,8 %. Это свидетельствует о том, что экологизация защиты посевов культур звена зернопропашного севооборота от сорняков и снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду не снижает экономической эффективности возделывания изучаемых культур.

Литература

1. Земледелие: учебник / под ред. Г.И. Баздырева. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 108 с.
2. Майсеенко, А.В. Итоги работы гос. службы защиты растений в 2000 году и задачи на 2001 г. / А.В. Майсеенко, С.В. Сорока // Ахова раслін. – 2001. – №2. – С. 4–7.
3. Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах ярового рапса: аналитический обзор / Л.А. Булавин, Я.Э. Пилюк, С.С. Небышинец [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 42 с.
4. Миренков, Ю.А. О совершенствовании мер борьбы с многолетними сорными растениями / Ю.А. Миренков [и др.] // Вестник БГСХА. – №1. – 2020. – С. 70–75.
5. Саскевич, П.А. Агробιοлогическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П.А. Саскевич [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 328 с.
6. Сорока, С.В. Научное обоснование интегрированной системы применения гербицидов при возделывании озимых зерновых культур в Беларуси: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.07 / С.В. Сорока; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2019. – 44 с.
7. Германия вводит запрет на глифосат с 2024 года – защитники пчел добились своего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrarheute.com>.
8. Glyphosate Classified Carcinogenic by International Cancer Agency, Group Calls on U.S. to End Herbicide's Use and Advance Alternatives [Электронный ресурс]. – Режим досту-

на: <https://beyondpesticides.org/dailynewsblog/2015/03/glyphosate-classified-carcinogenic-by-international-cancer-agency-group-calls-on-u-s-to-end-herbicides-use-and-advance-alternatives/>

9. Кормовые нормы и состав кормов: справочное пособие / А.С. Шпаков, В.К. Назаров и др. – Минск: Ураджай, 1991. – 384 с.

PRODUCTIVITY OF GRAIN-ROW CROP ROTATION AND ECONOMIC EFFICIENCY OF PROTECTING PLANTINGS FROM WEEDS

E.A.Puchko, A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, T.M. Bulavina

The paper presents the results of the research on the efficiency of protecting plantings from weeds in the grain-row crop rotation maize-barley-rape. It's established that when cultivating crops of this link of grain-row crop rotation, the lowest pesticide load on the environment (2.52–2.62 kg/ha of active ingredient), the highest net income (2321.61–2380.4 rubles/ha) and profitability (38.7–43.1%) are obtained when growing maize after semi-fallow soil cultivation and stubble oilseed radish with the application of the herbicides MaisTer Power, OD (1.5 l/ha) or Adengo, SC (0.4 l/ha) and the herbicide Pronit, EC (3.0 l/ha) to rape.

УДК 633.853.494:631.582:631.1(003.13)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА В ЗВЕНЕ ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

Е.А. Пучко, соискатель, **А.П. Гвоздов**, кандидат с.-х. наук, **Л.А. Булавин**,
доктор с.-х. наук, **Т.М. Булавина**, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 29.01.2025)

Рецензент: Пилюк Я.Э., доктор с.-х. наук

Аннотация. *Представлены результаты исследований по изучению влияния агротехнических приемов и гербицидов, применяемых в звене зернопропашного севооборота, на засоренность посевов, урожайность маслосемян и экономическую эффективность возделывания рапса. Установлено, что наибольший чистый доход (680,88–712,96 руб/га) и рентабельность (38,3–40,1 %) рапс обеспечил при использовании гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) на фоне предшествующего применения на посевах кукурузы, возделываемой после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной, гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га).*

Введение. Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является защита посевов от сорняков, которые конкурируют с культурными растениями за элементы минерального питания, воду, свет и способствуют распространению вредителей и болезней. Это приводит к значительному снижению урожайности [1, 2], которое в почвенно-климатических усло-

виях Беларуси может достигать у зерновых 30–37 %, рапса – 50–55 %, а кукурузы – 90 % [3, 4].

Численность сорняков в посевах сельскохозяйственных культур зависит от потенциальной засоренности почвы, размещения культур в севообороте, технологии возделывания предшественника и, прежде всего, применения на его посевах гербицидов [5, 6]. Поэтому изучение значимости этих факторов в формировании сорного ценоза и влияние его на урожайность возделываемых культур в конкретных условиях произрастания имеет важное значение.

Материалы и методика исследований. В 2020–2024 гг. изучали влияние агротехнических приемов и гербицидов на засоренность посевов и урожайность культур звена зернопропашного севооборота (кукуруза – ячмень – рапс). Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,63–2,82 %, P_2O_5 – 232–292 мг/кг, K_2O – 257–268 мг/кг почвы, pH – 5,72–5,87). Кукурузу возделывали после озимой пшеницы по отвальной вспашке, полупаровой обработке почвы, а также после пожнивной редки масляной, применения глифосатсодержащего гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) с использованием на ее посевах гербицидов Балерина, СЭ (0,5 л/га), Гардо Голд, КС (4,0 л/га), МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), Аденго, КС (0,4 л/га). В контрольном варианте химическую прополку кукурузы не проводили. На посевах ярового ячменя применяли гербициды Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Аксиал 50, КЭ (0,9 л/га), а рапса – Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га). Пестицидная нагрузка в звене зернопропашного севооборота варьировала в вариантах опыта в пределах 2,43–6,11 кг/га д.в. Технология возделывания изучаемых культур осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом.

Под влиянием неблагоприятных погодных условий в осенне-зимний период 2022–2023 гг. отмечалась гибель значительной части растений озимого рапса, который весной 2023 г. был пересеян яровым рапсом.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что засоренность посевов рапса зависела от технологии возделывания первой культуры звена зернопропашного севооборота (кукуруза) и от применения гербицидов на посевах крестоцветной культуры. При возделывании рапса с внесением гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) численность сорняков в среднем за период исследований изменялась в пределах 6–76 шт/м², а их сырая масса – 9,5–135,2 г/м², в т.ч. пырея ползучего – 2–63 шт/м² и 3,3–114,5 г/м². При использовании на посевах рапса гербицидов Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) численность сорняков составляла 3–32 шт/м², а их сырая масса – 4,6–56,2 г/м², в т.ч. пырея ползучего 0–8 шт/м² и 0–16,9 г/м². Максимальными эти показатели были после возделывания кукурузы по вспашке без внесения гербицидов или с применением гербицида Балерина, СЭ (0,5 л/га), а минимальными – при использовании после уборки предшественника кукурузы глифосатсодержащего гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и внесении на ее посевах МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) [7].

Засушливые условия в период вегетации ярового рапса в 2023 г. (ГТК – 0,94) оказали негативное влияние на рост и развитие растений, урожайность маслосемян находилась на низком уровне, изменяясь в вариантах опыта в пределах 7,3–9,0 ц/га. В более благоприятных условиях 2024 г. урожайность маслосемян озимого рапса составляла 18,5–21,7 ц/га.

Установлено, что на урожайность маслосемян рапса оказывала влияние технология возделывания первой культуры звена севооборота (кукуруза), а также применяемый на посевах крестоцветной культуры гербицид Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га). При использовании на посевах рапса только гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) урожайность маслосемян в среднем за 2023–2024 гг. изменялась в вариантах опыта в пределах 12,9–15,2 ц/га (таблица 1) в зависимости от технологии возделывания предшествующей кукурузы, от которой зависела численность пырея ползучего в посевах последующей крестоцветной культуры. Наименьшим этот показатель был при возделывании кукурузы по вспашке без химической прополки, а наибольшим – при осеннем применении гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и использовании на посевах кукурузы МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га). Это свидетельствует о том, что в сложившихся условиях под влиянием технологии возделывания предшествующей кукурузы изменения урожайности маслосемян рапса в данном блоке опыта достигали 2,3 ц/га (17,8 %).

При возделывании рапса с использованием гербицидов Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) урожайность маслосемян в среднем за период исследований находилась в пределах 13,9–15,4 ц/га. Наибольшим этот показатель был при осеннем применении глифосатсодержащего гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и использовании на посевах кукурузы МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и Аденго, КС (0,4 л/га), а наименьшим – при возделывании кукурузы по вспашке без химической прополки. Под влиянием граминицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) прибавка урожайности маслосемян в сложившихся условиях находилась в пределах 0,1–1,0 ц/га (0,7–7,8 %) в зависимости от технологии возделывания предшествующей кукурузы. В целом по всем вариантам опыта различия по урожайности маслосемян достигали 2,5 ц/га (19,4 %).

Необходимо отметить, что при использовании на посевах кукурузы гербицидов Балерина, СЭ (0,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) с применением на посевах рапса Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) урожайность маслосемян этой крестоцветной культуры была несколько ниже по сравнению с вариантами, где на посевах кукурузы применяли МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и Аденго, КС (0,4 л/га), а на посевах рапса не использовали указанный выше граминицид. Данная закономерность обусловлена тем, что вредоносность пырея ползучего при использовании граминицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) прерывалась позже по сравнению с применением на предшествующей кукурузе гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га).

Таблица 1. Влияние технологии возделывания предшествующей кукурузы на урожайность рапса, ц/га [7]

Агроприемы, проводимые осенью под кукурузу	Гербициды, применяемые на посевах кукурузы	Гербициды, применяемые на посевах рапса					
		Пронит, КЭ (3,0 л/га) – фон			Фон + Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га)		
		2023 г.	2024 г.	среднее	2023 г.	2024 г.	среднее
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	7,3	18,5	12,9	7,8	20,0	13,9
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	7,7	19,1	13,4	8,1	20,2	14,2
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	7,8	19,3	13,6	8,2	20,4	14,3
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	8,6	20,9	14,8	8,8	21,2	15,0
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	8,5	20,8	14,7	8,7	21,0	14,9
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	7,6	19,0	13,3	8,0	20,3	14,2
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	8,0	19,5	13,8	8,3	20,6	14,5
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	8,0	19,7	13,9	8,3	20,9	14,6
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	8,8	21,3	15,1	9,0	21,5	15,3
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	8,7	21,3	15,0	8,9	21,4	15,2
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	7,4	18,8	13,1	8,0	20,1	14,1
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	7,9	19,2	13,6	8,3	20,4	14,4
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	8,0	19,5	13,8	8,3	20,6	14,5
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	8,7	21,1	14,9	8,9	21,3	15,1
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	8,6	21,2	14,9	8,8	21,4	15,1
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	8,2	20,1	14,2	8,3	20,6	14,5
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	8,3	20,3	14,3	8,5	20,9	14,7
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	8,5	20,7	14,6	8,7	21,2	15,0
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	8,9	21,5	15,2	9,0	21,5	15,3
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	8,8	21,3	15,1	9,0	21,7	15,4

НСР₀₅

0,7 1,8

Урожайность маслосемян рапса в вариантах, где предшествующую кукурузу возделывали по полупаровой обработке почвы или после пожнивной редьки масличной с внесением на ее посевах гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га), в среднем за период исследований без применения граминицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) изменялась в пределах 14,9–15,1 ц/га. Примерно на таком же уровне (15,0 ц/га) данный показатель находился при возделывании кукурузы с использованием после уборки предшественника гербицида Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и внесением на ее посевах гербицида Гардо Голд, КС (4,0 л/га) с применением на посевах рапса граминицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га). При этом гербицидная нагрузка в звене севооборота при использовании на посевах кукурузы гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) составляла 2,52–2,62 кг/га д.в., а при применении гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га) – 6,11 кг/га д.в., то есть увеличивалась в 2,3–2,4 раза.

Для объективной оценки полученных результатов была определена экономическая эффективность возделывания рапса в звене зернопропашного севооборота. С этой целью сопоставлялась стоимость продукции и производственные затраты на ее выращивание [8].

При определении производственных затрат были рассчитаны эксплуатационные затраты на выполнение технологических операций по возделыванию рапса. Расчеты проводились по методике определения показателей эффективности новой техники, применяемой в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [9]. При расчете эксплуатационных затрат учитывались амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание, ремонт и хранение, заработную плату механизаторов, топливо и смазочные материалы.

При возделывании рапса на его посевах наряду с изучаемыми гербицидами Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) применялись также регулятор роста Карамба, КЭ (0,8 л/га), инсектициды – Аспид, СК (0,1 л/га) и Каратэ Зеон, МСК (0,1 л/га), фунгицид – Эвклид, СК (0,4 л/га). В варианте, где рапс возделывали после выращивания предшествующей кукурузы по вспашке с внесением гербицида Гардо Голд, КС (4,0 л/га), эксплуатационные затраты составили 731,12 руб./га (таблица 2). В других вариантах эксплуатационные затраты изменялись в пределах 727,92–738,89 руб/га в зависимости от урожайности маслосемян и затрат на их транспортировку, очистку и сушку. Производственные затраты, включающие стоимость семян, минеральных удобрений, пестицидов и эксплуатационные затраты, варьировали в вариантах опыта в пределах 1768,48–1931,41 руб/га (таблица 3).

Установлено, что при возделывании рапса с использованием гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) чистый доход изменялся в пределах 360,02–712,96 руб/га, а рентабельность – 20,4–40,1 % в зависимости от технологии возделывания предшествующей кукурузы. Наибольшими эти показатели были в вариантах с возделыванием кукурузы после полупаровой обработки почвы и пожнивной

**Таблица 2. Расчет эксплуатационных затрат на возделывание рапса
по традиционной технологии**

Технологическая операция	Состав машинно-тракторного агрегата	Заработная плата, руб/га	Амортизация, руб./га	ТО и ремонты (включая хранение), руб/га	Топливо (включая смазочные материалы), руб/га	Итого, руб/га
Дискование	Беларус 3522 + АД-600	4,68	35,23	22,28	19,18	81,37
Внесение фосфорных удобрений	Беларус 1522 + РУ-8	0,55	8,22	5,21	7,03	21,01
Внесение калийных удобрений	Беларус 1522 + РУ-8	0,55	8,22	5,21	7,03	21,01
Вспашка	Беларус 3522 + ППО-9-45	7,75	31,7	39,07	51,15	129,67
Культивация	Беларус 3522 + АМП-8	2,29	16,9	18,07	10,55	47,81
Посев	Беларус 3522 + АПП-6П	3,06	64,66	35,3	39,96	142,98
Опрыскивание	Беларус 1221 + Меко-сан-3600-24	0,76	6,05	3,58	2,24	12,63
Опрыскивание	Беларус 1221 + Меко-сан-3600-24	0,76	6,05	3,58	2,24	12,63
Внесение азотных удобрений	Беларус 1522 + РУ-8	0,55	8,22	5,21	7,03	21,01
Опрыскивание	Беларус 1221 + Меко-сан-3600-24	0,76	6,05	3,58	2,24	12,63
Внесение азотных удобрений	Беларус 1522 + РУ-8	0,55	8,22	5,21	7,03	21,01
Опрыскивание	Беларус 1221 + Меко-сан-3600-24	0,76	6,05	3,58	2,24	12,63
Опрыскивание	Беларус 1221 + Меко-сан-3600-24	0,76	6,05	3,58	2,24	12,63
Комбайнирование с измельчением	GS12A1	7,7	48,16	30,2	33,89	119,95
Транспортировка	МАЗ-6501С5	2,09	1,68	1,58	2,67	8,02
Очистка и сушка зерна	КЗСВ-40	0,78	8,23	6,84	38,28	54,13
Всего		34,35	269,69	192,08	235,00	731,12

Таблица 3. Расчет производственных затрат на возделывание рапса, руб/га

Агроприемы, проводимые осенью под кукурузу	Гербициды, применяемые на посевах кукурузы	Семена	Удобрения	Пестициды	Эксплуатационные затраты	Производственные затраты
Пронит, КЭ (3,0 л/га)						
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	291,80	727,92	1768,48
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	730,21	1770,77
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	291,80	731,12	1771,68
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	736,61	1777,17
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	291,80	736,15	1776,71
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	291,80	729,75	1770,31
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	732,04	1772,60
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	291,80	732,49	1773,05
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	737,98	1778,54
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	291,80	737,52	1778,08
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	291,80	728,84	1769,40
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	731,12	1771,68
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	291,80	732,04	1772,60
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	737,06	1777,62
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	291,80	737,06	1777,62
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	291,80	733,86	1774,42
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	291,80	734,32	1774,88
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	291,80	735,69	1776,25
Пронит, КЭ (3,0 л/га) + Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га)						
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	444,22	732,49	1925,47
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	733,86	1926,84

Агроприемы, проводимые осенью под кукурузу	Гербициды, применяемые на посевах кукурузы	Семена	Удобрения	Пестициды	Эксплуатационные затраты	Производственные затраты
1. Д ₁₀ В ₂₀	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	444,22	734,32	1927,30
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	737,52	1930,50
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	444,22	737,06	1930,04
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	444,22	733,86	1926,84
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	735,24	1928,22
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	444,22	735,69	1928,67
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	738,89	1931,87
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	444,22	738,43	1931,41
3. Д ₁₀ , посев редки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	444,22	733,41	1926,39
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	734,78	1927,76
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	444,22	735,24	1928,22
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	737,98	1930,96
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	22,0	726,76	444,22	737,98	1930,96
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	22,0	726,76	444,22	735,24	1928,22
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	22,0	726,76	444,22	736,15	1929,13
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	22,0	726,76	444,22	737,52	1930,50

редки масличной с внесением гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га) – 680,88–712,96 руб/га и 38,3–40,1 %. Незначительно уступал этим вариантам по данным показателям вариант, где возделывали предшествующую кукурузу с использованием гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га). В этом случае чистый доход составил 632,75 руб/га, а рентабельность 35,6 % (таблица 4).

При совместном использовании на посевах рапса гербицидов Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) отмечалось увеличение производственных затрат из-за достаточно высокой стоимости Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га). В этом случае незначительное увеличение чистого дохода (на 8,01 руб/га)

Таблица 4. Экономическая эффективность возделывания рапса

Агроприемы, проводимые осенью под кукурузу	Гербициды, применяемые на посевах кукурузы	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты руб./га	Чистый доход руб./га	Рентабельность, %
Пронит, КЭ (3,0 л/га)					
1. Д ₁₀ В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2128,5	1768,48	360,02	20,4
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2211,0	1770,77	440,23	24,9
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2244,0	1771,68	472,32	26,7
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2442,0	1777,17	664,83	37,4
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2425,5	1776,71	648,79	36,5
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	2194,5	1770,31	424,19	24,0
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2277,0	1772,60	504,4	28,5
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2293,5	1773,05	520,45	29,4
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2491,5	1778,54	712,96	40,1
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2475,0	1778,08	696,92	39,2
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2161,5	1769,40	392,1	22,2
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2244,0	1771,68	472,32	26,7
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2277,0	1772,60	504,4	28,5
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2458,5	1777,62	680,88	38,3
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2458,5	1777,62	680,88	38,3
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2343,0	1774,42	568,58	32,0
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2359,5	1774,88	584,62	32,9
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2409,0	1776,25	632,75	35,6
Пронит, КЭ (3,0 л/га) + Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га)					
	1. Без гербицидов (контроль)	2293,5	1925,47	368,03	19,1

Агроприемы, проводимые осенью под кукурузу	Гербициды, применяемые на посевах кукурузы	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты руб./га	Чистый доход руб./га	Рентабельность, %
1. Д ₁₀ В ₂₀	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2343,0	1926,84	416,16	21,6
1. Д ₁₀ В ₂₀	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2359,5	1927,30	432,20	22,4
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2475,0	1930,50	544,50	28,2
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2458,5	1930,04	528,06	27,4
2. Д ₁₀ В ₂₀ К ₁₀ К ₁₀	1. Без гербицидов (контроль)	2343,0	1926,84	416,16	21,6
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2392,5	1928,22	464,28	24,1
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2409,0	1928,67	480,33	24,9
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2524,5	1931,87	592,63	30,7
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2508,0	1931,41	576,59	29,9
3. Д ₁₀ , посев редьки масличной, В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2326,5	1926,39	400,11	20,8
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2376,0	1927,76	448,24	23,3
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2392,5	1928,22	464,28	24,1
	4. МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га)	2491,5	1930,96	560,54	29,0
	5. Аденго, КС (0,4 л/га)	2491,5	1930,96	560,54	29,0
4. Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) + В ₂₀	1. Без гербицидов (контроль)	2392,5	1928,22	464,28	24,1
	2. Балерина, СЭ (0,5 л/га)	2425,5	1929,13	496,37	25,7
	3. Гардо Голд, КС (4,0 л/га)	2475,0	1930,50	544,50	28,2

под влиянием данного гербицида имело место лишь в варианте, где предшествующую кукурузу возделывали по вспашке без применения гербицидов, и отмечалась наибольшая численность в посевах рапса пырея ползучего. В других вариантах при совместном использовании гербицидов Пронит, КЭ (3,0 л/га) и Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) чистый доход снижался по сравнению с применением только гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) на 8,01–120,73 руб/га, а рентабельность – на 1,4–9,4 %.

Заключение

При возделывании рапса наибольший чистый доход (680,88–712,96 руб./га) и рентабельность (38,3–40,1 %) получены при использовании на его посевах гербицида Пронит, КЭ (3,0 л/га) на фоне предшествующего применения на посевах кукурузы, возделываемой после полупаровой обработки почвы и пожнивной редьки масличной, гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) или Аденго, КС (0,4 л/га). Незначительное снижение этих показателей (632,75 руб/га и 35,6 %) отмечалось при возделывании предшествующей кукурузы с использованием гербицидов Вольник Супер, ВР (2,5 л/га) и Гардо Голд, КС (4,0 л/га). Применение гербицида Фюзилад Форте, КЭ (2,0 л/га) было экономически целесообразным лишь при наибольшей численности в посевах рапса пырея ползучего, что отмечалось при возделывании предшествующей кукурузы без применения гербицидов.

Литература

1. Земледелие: учебник / под ред. Г.И. Баздырева. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 108 с.
2. Сорока, С.В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / С.В. Сорока, Л.И. Сорока / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колоград, 2016. – С. 83-84.
3. Майсеенко, А.В. Итоги работы гос. службы защиты растений в 2000 году и задачи на 2001 г. / А.В. Майсеенко, С.В. Сорока // Ахова раслін. – 2001. – №2. – С. 4-7.
4. Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах ярового рапса: аналитический обзор / Л.А. Булавин, Я.Э. Пилук, С.С. Небышинец [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 42 с.
5. Сорока, С.В. Засоренность посевов зерновых культур в зависимости от размещения их в севооборотах / С.В. Сорока, А.А. Усеня // Защита растений / Белорусский НИИ защиты растений. – Минск, 1998. – Вып. 22. – С. 123-128.
6. Сорока, С.В. Фитосанитарное состояние почв и посевов в Республике Беларусь: Анализ и некоторые пути решения проблемы / С.В. Сорока, Е.А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2012. – №3. – С. 3-5.
7. Пучко, Е.А. Зависимость засоренности посевов и урожайности рапса от применения гербицидов в звене севооборота / Е.А. Пучко, А.П. Гвоздов, Л.А. Булавин, М.А. Белановская, В.Д. Кранцевич // Земледелие и растениеводство. – 2025. – №1. – С. 36-40.
8. Баранов, Н.Н. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве / Н.Н. Баранов, В.А. Захаров. – М.: Колос, 1979. – С. 3-15.
9. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

ECONOMIC EFFICIENCY OF RAPE CULTIVATION IN GRAIN-ROW CROP ROTATION

E.A.Puchko, A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, T.M. Bulavina

The article demonstrates the results of the research on the impact of agricultural techniques and herbicides, used in grain-row crop rotation, on weed infestation, oilseed yield and economic efficiency of rape cultivation. It's established that rape provides the highest net income (680.88–712.96 rubles/ha) and profitability (38.3–

40.1%) with the application of the herbicide Pronit, EC (3.0 l/ha) against the background of preceding use of the herbicides MaisTer Power, OD (1.5 l/ha) or Adengo, SC (0.4 l/ha) in maize cultivated after semi-fallow soil treatment and stubble oilseed radish.

УДК 633.63:632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ПИЛОТ ПЛЮС, СК В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Е.А. Шкраба¹, соискатель, Н.А. Лукьянюк², доктор с.-х. наук,

¹РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

²КВС ЗААТ СЕ в Республике Беларусь

(Дата поступления статьи в редакцию 19.03.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности гербицида Пилот Плюс, СК (метамитрон, 480 г/л; ленацил, 120 г/л) в смеси с традиционными гербицидами в отношении падалицы рапса в посевах сахарной свеклы. Установлено, что использование гербицида Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) в смеси с Бицепс Гарант, КЭ является эффективным приемом контроля данного засорителя, снижая его численность на 96,4–98,3 %, а его массу на 97,9–99,2 %. В среднем за 3 года применение гербицида обеспечило получение урожая корнеплодов в пределах 55,3–56,8 т/га, что на 7,2–8,7 т/га выше, чем в эталоне с использованием Пилот, ВСК.

Введение. В настоящее время одним из доминирующих засорителей посевов сахарной свеклы является рапс. Введение его в структуру посевов в конце 80-х годов прошлого столетия с включением в свекловичный севооборот способствовало интенсивному его распространению. Последующий переход на возделывание свеклы без затрат ручного труда стал ключевым фактором, который сформировал отношение к рапсу, как к трудноискоренимому засорителю посевов сахарной свеклы. Проведенные ранее результаты мониторинга посевов сахарной свеклы (середина вегетации) свидетельствуют, что если в 1995–2000 гг. данный засоритель обнаружен не был, то в 2011–2015 гг. он был выявлен более, чем на 75 % посевов, а его доля в структуре сорняков составила 14,7 %. Несмотря на относительно низкую численность (1,0 растение/м²) к моменту уборки, его высокая конкурентная способность является причиной значительного недобора урожая корнеплодов, а также ухудшения качества уборки и условий хранения корнеплодов в полевых кагатах [1, 2].

Ассортимент гербицидов, контролирующих падалицу рапса в посевах сахарной свеклы, достаточно широк и включает продукты на основе фенмедифама, десмедифама, метамитрона, этофумезата, хлоридазона и трифлусульфурон-

метила. Их эффективность подтверждена многочисленными исследованиями, проводимыми в Беларуси. Однако системы контроля рапса с их использованием имеют и недостатки: строгое соблюдение сроков применения, относительно непродолжительный почвенный эффект. С появлением гербицида Пилот Плюс, КС, включающим в свой состав действующее вещество ленацил, появилась возможность дальнейшего совершенствования технологии контроля падалицы рапса [2, 3].

Основная цель наших исследований – разработать систему контроля падалицы рапса в посевах сахарной свеклы с использованием гербицида почвенного действия Пилот Плюс, СК.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на полях РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», расположенных в Несвижском районе Минской области. Почва опытного участка хорошо окультуренная, дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая песком глубже 0,7 м. Агрохимические показатели: $pH_{КС}$ – 6,04, содержание гумуса – 2,64 %, подвижного фосфора 208 мг/кг, обменного калия 543 мг/кг, бора 0,71 мг/кг почвы.

Опыт был заложен по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

Гербицид	Норма внесения и кратность обработки	Фаза культуры
1. Контроль (без прополки)	-	
2. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот, ВСК (эталон 1)	(1,0+1,5) × 3	ВВСН 11+14+18
3. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК	(1,0+1,25) × 3	ВВСН 11+14+18
4. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК	(1,0+1,5) × 3	ВВСН 11+14+18
5. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК	(1,0+1,75) × 3	ВВСН 11+14+18
6. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот, ВСК + Трицепс, ВДГ + ПАВ Адью, Ж (эталон 2)	(1,0+1,5+0,02+0,2) × 3	ВВСН 11+14+18
7. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК + Трицепс, ВДГ + ПАВ Адью	(1,0+1,25+0,02+0,2) × 3	ВВСН 11+14+18
8. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК + Трицепс, ВДГ + ПАВ Адью	(1,0+1,5+0,02+0,2) × 3	ВВСН 11+14+18
9. Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК + Трицепс, ВДГ + ПАВ Адью	(1,0+1,75+0,02+0,2) × 3	ВВСН 11+14+18

Повторность опыта – четырехкратная, учетная площадь делянки 25 м². Обработка почвы: вспашка на глубину 20–22 см с предварительным внесением фосфорных и калийных удобрений $P_{90}K_{240}$, культивация (10–12 см), предпосевная обработка АКШ-3,6 (4 см). Азотные удобрения вносили весной до посева в дозе N_{150} . Норма высева – 1,2 п.е./га. Борные удобрения вносили в фазы ВВСН 39 и ВВСН 43 из расчета 600 г бора на гектар. Фунгицид Рекс ДУО, 49,7% к.с., (0,6 л/га) – при появлении первых признаков церкоспороза.

Учет сорняков проводили согласно общепринятой методике через 15 суток (количественно-видовой) и через 30 суток после обработки (количественно-видовой и весовой).

Уборка механизированная трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определялась поделаяночным взвешиванием. Технологические качества определялись по общепринятым методикам на автоматической линии «Венема» [4,5].

Для статистической обработки экспериментальных данных применяли метод дисперсионного и корреляционного анализа при помощи пакета компьютерных программ, входящих в состав Microsoft Excel [6].

Результаты исследований. Засоренность посевов сахарной свеклы в опыте составляла 109,6–117,8 шт/м². В посевах доминировали однолетние двудольные сорняки: марь белая, горец выюнковый, ярутка полевая, фиалка полевая, щирица запрокинутая, пикульник обыкновенный, ромашка непахучая. Злаковый ценоз был представлен просом куриным. Численность рапса составила 15,7–15,8 шт/м².

Данные первого учета свидетельствуют о том, что снижение численности сорняков в изучаемых схемах составило 88,1–96,7 %. Применение гербицида Пилот Плюс, СК с нормами расхода 1,25 л/га, 1,5 и 1,75 л/га с Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га в сравнении с эталоном 1 обеспечило увеличение биологической эффективности баковой смеси на 4,2 %, 6,1 % и 7,4 % соответственно. В эталонном варианте (Пилот, ВСК с Бицепс Гарант, КЭ) эффективность против трудноискоренимых сорняков, таких как просо куриное, горец выюнковый, ромашка непахучая и фиалка полевая не превысила 38,3 %, 78,5 %, 74,3 % и 67,4 %, однако в вариантах с Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) она возросла до 61,1–70,6 %, 85,6–94,3 %, 87,1–95,7 % и 76,3–82,9 % соответственно. Менее значимые различия были получены между эталоном 1 и вариантами с Пилот Плюс, СК против мари белой 95,6–98,2 %, щирицы запрокинутой 89,8–95,5 %, пикульника обыкновенного 98,6–100 %, ярутки полевой 99,5–100 %, пастушьей сумки 100 %.

Гибель падалицы рапса при применении Пилот Плюс, СК в дозе 1,25–1,75 л/га составила 94,7–96,4%, что выше чем в эталонном варианте на 12,9–14,6%. В вариантах, где применяли Пилот Плюс, СК в норме 1,5–1,75 л/га отмечен рост эффективности против дремы белой (из семян) на 12,6–15,2% (таблица 2).

В сравнении с эталоном 1 в эталоне 2, где использовалась трехкомпонентная смесь с гербицидом Трицепс, ВДГ в норме расхода 20 г/га и ПАВ Адью (эталон 2) отмечено увеличение гибели сорняков на 4,8 %, в том числе проса куриного с 38,3 % до 77,8 %, горца выюнкового с 78,5 % до 85,8 %, щирицы запрокинутой с 90,9 % до 97,7 %, ромашки непахучей с 74,3 % до 91,4 %, фиалки полевой с 67,4 % до 75,4 %. Эффективность трехкомпонентной смеси против рапса составила 90,5 %, что на 8,7 % выше, чем в эталоне 1 (таблица 2).

В сравнении с эталоном 2 в вариантах с трехкомпонентной баковой смесью с Пилот Плюс, СК биологическая эффективность увеличилась на 2,3–3,8 %

и составила 95,2–96,7 %, при этом отмечен рост гибели горца выюнкового на 5,4–8,4 %, ромашки непахучей на 4,3–6,5 %, фиалки полевой – на 4,0–8,9 %. Эффективность трехкомпонентной смеси с Пилот Плюс, СК против падалицы рапса составила 98,1–100 %, что на 7,6–9,5 % выше эталона 2.

Таблица 2. Биологическая эффективность гербицида Пилот Плюс, учет 1 (среднее за 2019-2021 гг.)

Вариант	Просо куриное	Дрема белая	Горец выюнковый	Марь белая	Щирица запрокинутая	Ромашка непахучая	Пикульник обыкновенный	Ярутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Рапс	Подмаренник цепкий	Всего
1*	3,0	3,5	10,6	61,1	2,9	1,8	2,3	7,4	5,8	2,2	15,8	1,5	117,8
2	38,3	56,0	78,5	95,6	90,9	74,3	98,6	99,5	67,4	100,0	81,8	89,7	88,1
3	61,1	58,6	85,6	96,4	89,8	87,1	100,0	100,0	76,3	100,0	94,7	100,0	92,3
4	66,7	68,6	89,3	97,7	92,0	91,4	100,0	100,0	79,7	100,0	95,8	100,0	94,2
5	70,6	71,2	94,3	98,2	95,5	95,7	100,0	100,0	82,9	100,0	96,4	100,0	95,5
6	77,8	64,3	85,8	97,1	97,7	91,4	100,0	100,0	75,4	100,0	90,5	100,0	92,9
7	78,9	71,2	91,2	97,8	96,6	95,7	100,0	100,0	79,4	100,0	98,1	100,0	95,2
8	83,3	75,5	93,4	98,3	97,7	95,7	100,0	100,0	82,6	100,0	99,2	100,0	96,3
9	83,2	77,3	94,2	98,4	97,4	97,1	100,0	100,0	84,3	100,0	100,0	100,0	96,7

* - в контроле засоренность, шт./м²

Применение гербицида Трицепс, ВДГ (20 г/га) и ПАВ «Адью» (0,2 л/га) в баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) и Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) было малоэффективным, рост биологической эффективности не превысил 1,2–2,9 %. При этом отмечено увеличение гибели проса куриного на 12,6–17,8 % и дремы белой на 6,1–12,6 % при норме расхода Пилот Плюс 1,25–1,75 л/га, а также горца выюнкового на 4,1–6,6 %, щирицы запрокинутой на 5,7–6,8 % и ромашки непахучей на 4,3–8,6 % при норме расхода Пилот Плюс 1,25–1,5 л/га. Эффективность против рапса при применении трехкомпонентной смеси возрасла на 3,4–3,6 %.

По результатам второго учета отмечено дальнейшее снижение численности сорняков как в контроле на 8,2 шт/м², так и в вариантах опыта. В первом случае причиной является внутренняя конкуренция сорных растений, во втором – остаточное действие гербицидов в основном почвенного действия и гербицида Трицепс, ВДГ на трудноискоренимые сорняки. Гибель сорняков в опытных вариантах составила 90,3–97,8 %, а их масса в сравнении с контролем снизилась на 95,4–99,2 %. Было отмечено, что наибольшее снижение численности сорняков и соответственно увеличение биологической эффективности в сравнении с первым учетом было получено в вариантах, где в баковых смесях применяли Пилот Плюс, СК с нормой расхода 1,25 л/га. Гибель падалицы рапса в изучаемых вариантах находилась на уровне 87,8–100,0 %, причем наибольшая

эффективность в отношении данного засорителя была получена при использовании баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот Плюс, СК 1,75 л/га + Трицепс, ВДГ 0,02 кг/га + Адью, Ж 0,2 л/га (таблица 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность гербицида Пилот Плюс, учет на 30-е сутки (среднее за 2019-2021 гг.).

Вариант	Просо куриное	Дрема белая	Горец вьюнковый	Марь белая	Щирица запрокинутая	Ромашка непахучая	Пихульник обыкновенный	Ярутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Репс	Подмаренник цепкий	Всего
Гибель сорняков, %													
1	2,6	3,2	9,1	62,5	2,6	1,9	2,0	4,2	3,1	1,8	15,7	1,0	109,6
2	46,8	56,3	78,5	96,9	89,1	80,3	97,5	100,0	58,5	100,0	87,8	100,0	90,3
3	59,5	63,7	91,4	97,8	89,1	92,1	100,0	100,0	71,3	100,0	96,4	100,0	94,3
4	51,9	68,4	93,2	98,7	91,0	92,1	100,0	100,0	72,9	100,0	97,4	100,0	95,1
5	64,6	70,0	96,2	99,0	94,9	96,1	100,0	100,0	78,7	100,0	98,3	100,0	96,3
6	79,7	67,9	89,4	98,2	98,7	94,7	100,0	100,0	71,3	100,0	96,1	100,0	95,2
7	81,0	71,6	92,5	98,8	100,0	97,4	100,0	100,0	74,5	100,0	98,7	100,0	96,4
8	83,5	75,8	94,3	98,9	100,0	97,4	100,0	100,0	79,3	100,0	99,4	100,0	97,1
9	86,1	80,0	97,1	99,2	100,0	98,7	100,0	100,0	81,9	100,0	100,0	100,0	97,8
Снижение вегетативной массы сорных растений, % к контролю													
1	29,9	174,0	115,3	4338,4	38,8	25,8	36,0	16,0	21,0	23,3	1574,0	9,0	6401,4
2	61,3	79,6	80,7	98,5	79,4	75,7	94,4	100,0	71,0	100,0	91,3	100,0	95,4
3	73,3	76,4	91,8	98,5	87,3	89,3	100,0	100,0	77,0	100,0	97,9	100,0	97,4
4	76,6	73,9	92,2	99,2	92,0	90,3	100,0	100,0	81,3	100,0	98,5	100,0	98,0
5	78,8	84,0	94,7	99,4	95,1	93,2	100,0	100,0	81,7	100,0	99,1	100,0	98,6
6	90,5	82,5	91,0	99,1	97,4	90,8	100,0	100,0	79,4	100,0	97,4	100,0	97,9
7	87,2	87,7	93,9	99,2	100,0	94,2	100,0	100,0	84,5	100,0	99,2	100,0	98,7
8	87,7	87,6	92,7	99,4	100,0	96,1	100,0	100,0	75,0	100,0	99,6	100,0	98,9
9	91,6	87,3	96,7	99,5	100,0	98,1	100,0	100,0	84,9	100,0	100,0	100,0	99,2

Проведена оценка хозяйственной эффективности применения гербицидов. Установлено что использование в баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот, ВСК 1,5 л/га + Трицепс, ВДГ 20 г/га + ПАВ Адью 0,2 л/га (эталон 2) обеспечило достоверное увеличение урожайности корнеплодов и выход сахара с гектара на 10,1 т/га и 1,4 т/га соответственно в сравнении с двухкомпонентной баковой смесью Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот, ВСК 1,5 л/га (эталон 1) (таблица 4).

Замена гербицида Пилот, ВСК на Пилот Плюс, СК с нормами расхода 1,25 л/га, 1,5 л/га и 1,75 л/га в двухкомпонентной смеси в среднем за 3 года обеспечила достоверную прибавку урожайности на 8,7 т/га, 7,2 т/га и 7,9 т/га и выхода сахара с гектара 1,4 т, 1,2 т, 1,2 т. В 2021 г. повышение урожайности отмечено

только в варианте, где Пилот Плюс, СК применяли с нормой 1,25 л/га (59,1 т/га). Статистически подтвержденное увеличение сахаристости в сравнении с эталоном 1 получено лишь в варианте, где применяли Пилот Плюс, СК с нормой 1,5 л/га.

Таблица 4. Продуктивность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Урожайность, т/га				Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее			
1	4,4	1,9	2,9	3,1	16,4	51,4	0,4
2	59,2	30,0	55,0	48,1	16,3	52,8	6,4
3	68,5	42,9	59,1	56,8	16,6	51,0	7,8
4	66,4	42,4	56,7	55,3	16,8	53,1	7,6
5	68,0	43,8	56,2	56,0	16,6	50,9	7,6
6	67,9	43,2	63,6	58,2	16,4	50,7	7,8
7	71,4	42,2	62,4	58,7	16,4	54,8	7,7
8	69,3	41,7	61,1	57,4	16,7	52,4	7,8
9	70,1	41,8	62,0	58,0	16,6	53,0	7,8
НСР₀₅	2,8	2,4	2,3	2,5	0,44		0,38

Применение гербицида Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) в трехкомпонентной смеси в среднем за 3 года не оказало влияния на показатели урожайности – 58,2 т/га и 57,4–58,7 т/га, сахаристости 16,4 % и 16,6–16,8 % и выхода сахара с гектара 7,8 т и 7,7–7,8 т соответственно в сравнении с эталонным вариантом. При этом в 2019 г. в варианте с Пилот Плюс, СК 1,25 л/га отмечено повышение урожайности корнеплодов на 3,5 т/га, а в 2021 г. в варианте, где применяли Пилот Плюс, СК 1,5 л/га, был достоверно более низкий показатель урожайности корнеплодов – 61,1 т/га против 63,6 т/га в эталоне 2.

Продуктивность корнеплодов в вариантах с трехкомпонентной смесью Бицепс Гарант, КЭ, Пилот Плюс, СК и Трицепс, ВДГ в среднем за годы исследований составила по урожайности 57,4–58,7 т/га и выходу сахара 7,7–7,8 т/га и оказалась соизмерима с двухкомпонентными вариантами – 55,3–56,8 т/га и 7,6–7,8 т/га соответственно. Однако в 2019 г. в варианте с Пилот Плюс, СК (1,25 л/га) трехкомпонентная смесь имела достоверно более высокую урожайность, а в 2021 г. при использовании Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) с Трицепс, ВДГ получена прибавка урожайности корнеплодов 3,3–5,8 т/га, что достоверно выше чем у двухкомпонентной смеси.

Проведена оценка экономической целесообразности применения гербицида Пилот Плюс, СК в контроле падалицы рапса. Установлено, что при трехкратном внесении гербицида Пилот Плюс, СК с нормами 1,25–1,75 л/га в смеси с Бицепс Гарант, КЭ в сравнении с эталоном, где применяли Пилот, ВСК (1,5 л/га) стоимость дополнительной продукции составила 924,4–1012,7 руб/га.

Несмотря на возросшие производственные затраты, которые в вариантах с Пилот Плюс, СК составили 3378,71–3532,09 руб/га, чистый доход от применения данного препарата составил 2394,11–2632,15 руб/га, что на 786,33–1023,37

руб/га (48,9–63,7 %) выше, чем в эталонном варианте с Пилот, ВСК. В вариантах, где применяли Пилот Плюс, СК рентабельность производства была на 20,4–30,5 % выше, а себестоимость продукции на 7,4–11,0 руб/т ниже. Отмечено, что наилучшие экономические показатели были получены в варианте, где применяли Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) и Пилот Плюс, СК (1,25 л/га) (таблица 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность применения гербицида Пилот Плюс, СК в баковых смесях на посевах сахарной свеклы

Вариант	Стоимость продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб/т
1	324,1	2203,90	-1879,79	-85,3	710,9
2	4998,2	3390,41	1607,78	47,4	70,5
3	6010,9	3378,71	2632,15	77,9	59,5
4	5922,6	3448,88	2473,75	71,7	62,4
5	5926,2	3532,09	2394,11	67,8	63,1
6	6084,8	3577,99	2506,82	70,1	61,5
7	6137,1	3517,64	2619,44	74,5	59,9
8	6110,9	3588,98	2521,97	70,3	62,5
9	6137,9	3671,60	2466,25	67,2	63,3

При применении трехкомпонентной смеси Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК + Трицепс, ВДГ наибольшие показатели чистого дохода и наименьшие себестоимости продукции были получены при применении Пилот Плюс, СК в норме 1,25–1,5 л/га 2521,97–2619,44 руб/га и 59,9–62,5 руб/т, что на уровне двухкомпонентной смеси Бицепс Гарант, КЭ + Пилот Плюс, СК, при этом в сравнении с двухкомпонентной смесью отмечалось снижение рентабельности производства на 1,4–3,5 %.

Выводы

1. Двухкомпонентная баковая смесь гербицидов Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) и Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) является эффективным приемом контроля падалицы рапса в посевах сахарной свеклы, обеспечивая биологическую эффективность 96,4–98,3 % по численности и 97,9–99,2 % по массе сорняков. Использование данной комбинации обеспечивает высокую гибель падалицы рапса независимо от погодных условий в период проведения обработок. Данная смесь гербицидов обеспечивает получение урожайности корнеплодов 55,3–56,8 т/га и выход сахара 7,6–7,8 т/га. Экономически оправданным является использование двухкомпонентной баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) + Пилот Плюс, ВСК 1,25–1,5 л/га, где получены наиболее высокие показатели чистого дохода 2473,75–2632,15 руб/га, рентабельности 71,7–77,9 % и наименьшая себестоимость корнеплодов 59,5–62,4 руб/т.

2. Применение трехкомпонентной баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) + Пилот Плюс, СК (1,25–1,75 л/га) + Трицепс, ВДГ (0,02 кг/га) + ПАВ

Адью (0,2 л/га) оправдано для контроля посевов сахарной свеклы при высокой численности проса куриного, дремы белой, горца вьюнкового, щирицы запрокинутой и ромашки непахучей. Экономически оправданным является использование трехкомпонентной баковой смеси Бицепс Гарант, КЭ (1,0 л/га) + Пилот Плюс, СК (1,25–1,5 л/га) + Трицепс, ВДГ (0,02 кг/га) + ПАВ Адью (0,2 л/га), где получены наиболее высокие показатели чистого дохода 2521,97–2619,44 руб/га, рентабельности 70,3–74,5 % и наименьшая себестоимость корнеплодов 59,9–62,5 руб/т.

Литература

1. Лукьянюк, Н.А. Особенности формирования сорного ценоза в посевах сахарной свеклы Республики Беларусь / Н. А. Лукьянюк // Защита растений : сборник научных трудов / РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию", Республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт защиты растений". – Минск : Колорград, 2020. – Вып. 44. – С. 35-43.
2. Гайтюкевич, С.Н. Биологическая и хозяйственная эффективность применения комбинаций гербицидов против падалицы рапса озимого и другой сорной растительности в посевах сахарной свеклы / С.Н. Гайтюкевич, Е.А. Шкраба // Научное обеспечение отрасли свекловодства: материалы междунар. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», Несвиж, 5-6 сентября 2018 г. ; редкол.: М.И. Гуляка [и др.]. – Минск : Беларус. Навука, 2013. – С. 173-184.
3. Гаджиева, Г. И. Гербицид Пилот плюс, СК в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева // Научное обеспечение отрасли свекловодства : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Несвиж, 5–6 сент. 2018 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Опыт. науч. ст. по сахар. свекле ; под ред. Ю.М. Четчинина, С.А. Мелентьевой, М.И. Гуляки. – Минск, 2018. – С. 157–173.
4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; РУП «Институт защиты растений». – Несвиж, 2007. – 58 с.
5. Глеваский, И.В. Свекловодство : практикум / И.В. Глеваский, В.Ф. Зубенко, А.С. Мельниченко – Киев : Выща шк., 1989. – 206 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов) : учебник / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1985. – 351 с.

EFFICIENCY OF APPLYING THE HERBICIDE PILOT PLUS, SC TO SUGAR BEET

E.A. Shkraba, N.A. Lukyaniuk

The article presents the results of the studies on the efficiency of the herbicide Pilot Plus, SC (metamitron, 480 g/l; lenacyl, 120 g/l) mixed with traditional herbicides against rape fallen seeds in sugar beet plantings. It's established that the use of the herbicide Pilot Plus, SC (1.25-1.75 l/ha) in a mixture with Biceps Garant, EC is an effective method for controlling this weed, reducing its number by 96.4-98.3 %, and its weight by 97.9-99.2 %. On average, over 3 years, the use of the herbicide has ensured the root tuber yield of 55.3-56.8 t/ha, which is 7.2-8.7 t/ha higher than in the standard with Pilot, WSC.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ В ТЕХНОЛОГИИ CONVISO® SMART В КОНТРОЛЕ ПАДАЛИЦЫ РАПСА (CLEARFIELD)

Е.А. Шкраба¹, соискатель, **Н.А. Лукьянюк**², доктор с.-х. наук

¹РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

²КВС ЗААТ СЕ в Республике Беларусь

(Дата поступления статьи в редакцию 13.03.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних исследований по изучению эффективности гербицида Конвизо 1, МД (форамсульфурон, 50 г/л; тиенкарбазон-метил, 30 г/л) в смеси с традиционными гербицидами в отношении падалицы рапса Clearfield в посевах сахарной свеклы. Выявлено, что использование Конвизо 1, МД двукратно в смеси с гербицидами Пилот Плюс (0,7 л/га + 1,5 л/га) и Ленацил БетаМакс, СП (0,7 л/га + 0,5 кг/га) является эффективным приемом контроля данного засорителя, снижая его численность на 75,4–86,1 %, а его массу – на 90,0–93,8 %. В среднем за 3 года применение гербицидов обеспечило получение урожая корнеплодов в пределах 54,3–55,3 т/га, что на 7,7–8,7 т/га выше, чем в варианте с применением Конвизо 1, МД в чистом виде.

Введение. Сахарная свекла – одна из наиболее экономически значимых технических культур. Посевные площади в Беларуси составляют 90–100 тыс. га при урожайности 40–50 т/га. Посевные площади под рапсом в настоящее время находятся на уровне 400–450 тыс. га, что обусловлено высокой рентабельностью ее возделывания. Поскольку обе эти культуры предъявляют схожие требования к плодородию почвы, то сахарную свеклу и рапс в большинстве хозяйств размещают в одном звене севооборота. В посевах сахарной свеклы падалица рапса – конкурентоспособный засоритель [2, 5].

Приход на рынок гибридов рапса, используемых по системе Clearfield, усугубляет сложившуюся неблагоприятную фитосанитарную ситуацию и увеличивает стоимость защитных мероприятий в звене севооборота на 30–35 % [2, 5]. Особенно актуальна данная проблема при возделывании сахарной свеклы по технологии CONVISO® SMART, поскольку падалица рапса Clearfield имеет генетическую устойчивость к гербицидам из группы 2 (ALS-ингибиторам). Использование комплекса агротехнических приемов имеет важное значение в контроле его численности, но не обеспечивает необходимого уровня чистоты посева. Для надежного контроля данного засорителя необходимо использовать гербициды партнеры не из группы 2 [1].

Основная цель наших исследований – разработать систему контроля падалицы рапса гибридов Clearfield в посевах сахарной свеклы, возделываемой по технологии CONVISO® SMART.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на полях РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», расположенных в Несвижском районе Минской области. Почва опытного участка хорошо окультуренная, дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая песком глубже 0,7 м. Агрохимические показатели: pH_{KCl} – 6,04, содержание гумуса – 2,64 %, подвижного фосфора – 208 мг/кг, обменного калия – 543 мг/кг, бора – 0,71 мг/кг почвы.

Опыт был заложен по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

Гербицид	Норма внесения и кратность обработки	Фаза культуры
1. Контроль	–	–
2. Конвизо 1, МД + Мери, Ж (эталон)	(0,7 л/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
3. Конвизо 1, МД + Бетанал МаксПро, МД + Мери, Ж	(0,7 л/га + 0,75 л/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
4. Конвизо 1, МД + Бетанал МаксПро, МД + Мери, Ж	(0,7 л/га + 1,0 л/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
5. Конвизо 1, МД + Бетанал МаксПро, МД	(0,7 л/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
6. Конвизо 1, МД + Ленацил БетаМакс, СП + Мери, Ж	(0,7 л/га + 0,25 кг/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
7. Конвизо 1, МД + Ленацил БетаМакс, СП + Мери, Ж	(0,7 л/га + 0,5 кг/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
8. Конвизо 1, МД + Этосат, СК + Мери, Ж	(0,7 л/га + 0,5 кг/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
9. Конвизо 1, МД + Этосат, СК + Мери, Ж	(0,7 л/га + 1,0 кг/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18
10. Конвизо 1, МД + Пилот Плюс, СК + Мери, Ж	(0,7 л/га + 1,5 кг/га + 1,0 л/га) × 2	ВВСН 12+18

Повторность опыта – четырехкратная, учетная площадь делянки – 25 м². Обработка почвы: вспашка на глубину 20–22 см с предварительным внесением фосфорных и калийных удобрений в дозе $P_{90}K_{240}$, культивация (10–12 см), предпосевная обработка АКШ-3,6 (4 см). Азотные удобрения вносили весной до посева в дозе N_{150} . Посев с нормой высева 1,2 п.е./га. Высеваемый гибрид – СМАРТ КАЛЛЕДОНИЯ КВС. Борные удобрения вносили в фазы ВВСН 39 и ВВСН 43 в дозе 600 г бора на гектар, фунгицид Рекс ДУО, 49,7% к.с. (0,6 л/га) – при появлении первых признаков церкоспороза.

Учет сорняков проводили согласно общепринятой методике через 15 суток (количественно-видовой) и 30 суток после обработки (количественно-видовой и весовой). Уборка – механизированная трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определялась поделачным взвешиванием. Технологические качества определялись по общепринятым методикам на автоматической линии «Венема» [4, 6].

Для статистической обработки экспериментальных данных применяли метод дисперсионного и корреляционного анализа при помощи пакета компьютерных программ, входящих в состав Microsoft Excel [3].

Результаты исследований. За период исследований численность сорняков в контроле варьировала в пределах 111,6–126,8 шт/м². В посевах доминировали однолетние двудольные сорняки: марь белая, горец выюнковый, ярутка полевая, пастушья сумка, фиалка полевая, щирица запрокинутая; из однолетних злаковых сорняков – просо куриное. Численность рапса в опытных посевах составила 25,6–26,0 шт/м².

По результатам первого учета снижение численности сорняков в изучаемых вариантах составило 79,4–95,2 %.

Установлено, что применение гербицида Конвизо 1, МД в смеси с ПАВ Метро, Ж является высокоэффективным приемом контроля мари белой, ярутки полевой, пастушьей сумки, горца выюнкового, фиалки полевой, пикульника обыкновенного, ромашки непахучей и щирицы запрокинутой (гибель более 95 %). Средняя эффективность (75–95 %) получена у проса куриного, низкая – вероники персидской, дремы белой. Снижение численности падалицы рапса (CLEARFILD) в данном варианте не превысило 12,5 %.

При применении в качестве гербицида партнера Бетанал Макс ПРО, МД в нормах 0,75–1,0 л/га отмечено увеличение биологической эффективности против вероники персидской на 12,3–28,6 % (78,6–92,9 %), падалицы рапса (CLEARFILD) – на 29,1–44,1 % (41,6–56,6 %) (таблица 2).

При использовании гербицида Этосат, СК (этофумезат, 500 г/л) отмечен рост гибели проса куриного на 5,5 %, вероники персидской на 35,7 %. Снижение численности падалицы рапса составило 27,9 % (при норме 0,5 л/га) и 39,3 % (при норме 1,0 л/га).

Ленацил БетаМакс, СП (ленацил, 800 г/кг), как партнер Конвизо 1, МД, обеспечил более высокую гибель вероники персидской на 21,4–28,6 %, проса куриного – на 3,3–5,5 %, дремы белой – на 4,0–8,0 %. Биологическая эффективность против падалицы рапса составила 62,8 % (норма 0,25 кг/га) и 77,3 % (норма 0,5 кг/га).

Наибольшее снижение численности сорняков при первом учете было установлено при применении Конвизо 1, МД с Пилот Плюс, СК (метамитрон 480 г/л + ленацил 120 г/л) – 95,2 %, при этом гибель проса куриного возросла на 3,3 %, дремы белой – на 8,0 %, вероники полевой – на 21,4 %. Биологическая эффективность против падалицы рапса (CLEARFILD) составила 82,3 % и была наибольшей среди изучаемых вариантов.

При проведении второго учета гибель сорняков варьировала в пределах от 79,6 % (эталон) до 83,4–95,7 % в вариантах с гербицидом партнером, а снижение массы сорняков – от 78,2 % до 81,3–97,2 % соответственно. Снижение численности трудноискоренимых сорняков (дрема белая, вероника персидская) в эталоне составило 65,6 % и 62,5 %, а их массы – 74,1 % и 53,3 % соответствен

Таблица 2. Биологическая эффективность гербицида Конвизо 1, МД в баковых смесях, учет на 15-е сутки, %
среднее за 2019-2021 гг.)

№	Просо куриное	Дрема белая	Горцы вьюнко- вые	Марь белая	Широк. запро- кинутая	Ромашка непа- хучая	Пилульник обыкновенный	Лрутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сум- ка	Ране	Вероника пер- сидская	Всего
1*	3,0	3,3	13,7	53,7	2,4	1,2	1,5	5,4	4,3	5,3	26,0	2,8	126,8
2	94,5	65,7	99,8	99,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	12,5	64,3	79,4
3	96,7	67,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	41,6	78,6	86,3
4	95,6	68,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	56,6	92,9	89,7
5	96,7	65,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	46,9	89,3	87,5
6	97,8	69,7	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	62,8	85,7	90,8
7	100,0	73,7	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	77,3	92,9	94,1
8	100,0	65,7	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	27,9	100,0	83,9
9	100,0	66,7	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	39,3	100,0	86,3
10	97,8	73,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	82,3	85,7	95,2

*- в контроле засоренность, шт/м²

но. Гибель рапса в данном варианте была 23,3 %, а снижение его массы – 40,6 %.

В вариантах, где применяли Бетанал МАКС ПРО, МД с Конвизо 1, МД биологическая эффективность против вероники персидской составила 81,3–93,8 % по количеству и 66,7–93,3 % по массе сорняка, что на 19,2–21,3 % и 13,4–40,0 % выше, чем в эталоне, причем максимальные показатели были в варианте с нормой расхода препарата 1,0 л/га совместно с ПАВ Метро.

Установлено влияние Бетанал МАКС ПРО, МД на дрему белую, где гибель сорняка возросла на 6,6–9,7 %, а снижение массы – на 2,8–6,8 %. Отмечен положительный, но недостаточный эффект данной смеси против падалицы рапса (CLEARFIELD), где снижение его численности составило 45,7–58,6 %, а массы 62,3–72,6 %, причем наибольшая эффективность данной смеси была в годы с умеренной температурой и достаточным или избыточным увлажнением почвы после применения гербицида.

Баковая смесь Конвизо 1, МД с гербицидом Этосат, СК может быть рекомендована и предложена для использования против вероники персидской, где снижение ее численности составило 96,9–100 %, а массы 80–100 %. Биологическая эффективность против падалицы рапса не превысила 34,5–47,7 % по количеству и 53,5–58,9 % по массе сорняка.

Гербицид Ленацил Бета МАКС, СП в норме 0,5 кг/га оказался высокоэффективным партнером с Конвизо 1, МД при контроле вероники персидской, где снижение ее численности составило 93,8 %, массы 86,7 %, а также возможным против дремы белой, где данные показатели были 74,2 % и 80,0 % соответственно. Данный препарат также может быть предложен для контроля падалицы рапса (CLEARFIELD), где гибель засорителя составила 75,4 % и снижение его массы 90,0 %. Эффективность сильно зависела от погодных условий, и максимальные результаты были получены в годы с умеренной температурой и достаточной влажностью почвы в период применения (таблица 3).

Баковая смесь Пилот Плюс, СК (1,5 л/га) с Конвизо 1, МД обеспечила высокую биологическую эффективность против вероники персидской – 93,8 % по количеству и 86,7 % по массе и среднюю против дремы белой 74,2 % и 80,9 % соответственно. В данном варианте получена наивысшая биологическая эффективность против падалицы рапса (CLEARFIELD), где снижение его численности составило 86,1 %, а массы 93,8 %.

Использование в качестве партнера Конвизо 1, МД гербицидов Бетанал Макс Про, МД (1,0 л/га), Ленацил Бета Макс, СП (0,25–0,5 кг/га) и Пилот Плюс, СК (1,5 л/га) обеспечило достоверную прибавку урожайности корнеплодов 4,0–8,8 т/га. Гербицид Этосат, СК (0,5–1,0 л/га) в баковой смеси с Конвизо 1, МД явился причиной снижения урожайности корнеплодов на 0,5–2,0 т/га, что свидетельствует о возможном фитотоксическом влиянии гербицида в данной норме на культуру.

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Конвизо 1, МД в баковых смесях, учет на 30-е сутки (среднее за 2019-2021 гг.)

Вариант	Просо кури- ное	Дрема белая	Горцы вьюн- ковы	Марь белая	Щирица за- прокнутая	Ромашка не- пахучая	Пикунник обыкновен- ный	Ярутка поле- вая	Фиалка поле- вая	Пастушья сумка	Ране	Вероника перепицкая	Всего
Снижение численности сорняков, %													
1*	3,1*	3,1	8,0	53,9	2,6	1,4	1,2	1,9	2,2	2,6	25,6	3,2	111,6
2	96,8	65,6	99,2	99,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	23,3	62,5	79,6
3	96,8	72,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	45,7	81,3	85,8
4	97,8	75,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	58,6	93,8	89,3
5	96,8	71,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	52,3	93,8	87,6
6	97,8	72,0	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	62,6	87,5	89,7
7	100,0	74,2	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	75,4	93,8	93,0
8	97,8	65,6	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	34,5	96,9	83,4
9	97,8	67,7	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	47,7	100,0	86,6
10	100,0	74,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	86,1	93,8	95,7
Снижение массы сорняков, %													
1*	35,5	49,9	68,3	2718,7	56,3	36,2	40,5	7,8	8,0	17,3	1989,7	15,0	5144,2
2	89,2	74,1	97,1	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	40,6	53,3	78,2
3	93,4	78,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	62,3	66,7	84,9
4	98,1	80,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	72,4	93,3	89,0
5	94,4	76,9	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	72,6	93,3	88,9
6	98,1	80,1	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	78,8	80,0	91,3
7	100,0	72,9	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,0	86,7	95,6
8	96,7	71,9	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	53,5	80,0	81,3
9	96,9	77,9	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	58,9	100,0	83,7
10	100,0	80,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,8	86,7	97,2

* - в контроле засоренность, шт/м², масса сорняков, г/м²

Влияния на сахаристость корнеплодов изучаемые гербициды не оказали – 16,0–16,3 %. Статистически доказуемые прибавки выхода сахара с гектара получены в вариантах, где применяли в качестве гербицида партнера Конвизо 1, МД Бетанал Макс Про, МД (1,0 л/га) + Метро (1,0 л/га) – 0,6 т/га, Ленацил Бета Макс, СП (0,5 кг/га) – 0,8 т/га, Пилот Плюс, СК (1,5 л/га) – 1,1 т/га (таблица 4).

Таблица 4. Продуктивность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Урожайность, т/га				Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя			
1	4,7	1,7	1,7	2,7	15,6	54,5	0,3
2	59,8	26,9	53,5	46,7	16,1	53,6	6,3
3	64,7	32,3	50,2	49,1	16,0	53,0	6,4
4	61,2	38,9	57,2	52,4	16,2	53,8	6,9
5	63,2	36,5	52,3	50,7	16,2	53,6	6,7
6	65,3	33,2	54,7	51,1	16,3	49,7	6,8
7	66,3	38,5	58,1	54,3	16,0	51,4	7,1
8	64,0	26,4	48,1	46,2	16,0	50,3	6,1
9	61,8	26,2	46,2	44,7	16,0	50,6	5,9
10	70,5	38	57,4	55,3	16,2	51,0	7,4
НСР₀₅	5,2	2,2	3,06	3,71	0,49		0,54

Отмечены различия по влиянию гербицидов на продуктивность сахарной свеклы в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Метеорологические условия 2019 г. можно охарактеризовать как стрессовые для сахарной свеклы, особенно на начальных этапах ее развития. Достоверные прибавки урожайности корнеплодов были получены при применении гербицидов Ленацил Бета Макс, СП – 5,5–6,5 т/га и Пилот Плюс, СК – 10,7 т/га.

В 2020 г. жарком и влажном в вариантах с Бетанал МАКС ПРО, МД, Ленацил Бета МАКС, СП и Пилот Плюс, СК прибавки урожайности корнеплодов составили 5,4–11,6 т/га.

В 2021 г. с избыточным увлажнением и низкими температурами в начале вегетации достоверные прибавки урожайности корнеплодов 3,7–4,6 т/га были получены в вариантах с Бетанал МАКС ПРО, МД (1,0 л/га) + Метро (1,0 л/га), Ленацил Бета МАКС, СП (0,5 кг/га) и Пилот Плюс, СК (1,5 л/га).

Проведен расчет экономической эффективности в изучаемых вариантах. Установлено, что максимальные производственные затраты были при применении Бетанал Макс Про, МД (0,75–1,0 л/га) и Пилот Плюс, СК 1,5 л/га – 3929,08–4014,4 руб/га и 4084,94 руб/га. Наибольший чистый доход и рентабельность получены в вариантах с Пилот Плюс, СК 1,5 л/га – 1626,17 руб/га и 39,8 % и Ленацил Бета Макс, СП – 1661,37 руб/га и 42,8 %, они же имели и наименьшую себестоимость продукции – 73,9 руб/т и 71,4 руб/т соответственно (таблица 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность применения баковых смесей Конвизо 1, МД на посевах сахарной свеклы

Вариант	Стоимость продукции, руб/га	Производственные затраты, руб/га	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб/т
1	268,5	2201,52	-1933,01	-87,8	815,4
2	4793,2	3717,65	1075,52	28,9	79,6
3	5008,2	3929,08	1079,12	27,5	80,0
4	5411,6	4014,40	1397,21	34,8	76,6
5	5236,0	3953,43	1282,61	32,4	78,0
6	5309,9	3801,00	1508,93	39,7	74,4
7	5538,6	3877,23	1661,37	42,8	71,4
8	4712,4	3810,08	902,32	23,7	82,5
9	4559,4	3896,58	662,82	17,0	87,2
10	5711,1	4084,94	1626,17	39,8	73,9

Выводы

В системе Конвизо СМАРТ слабочувствительными к гербициду Конвизо 1, МД являются вероника персидская, дрема белая, падалица рапса (CLEARFIELD). Для их контроля рекомендуется использование баковых смесей с классическими гербицидами.

Гербицид Бетанал МАКС ПРО, МД рекомендуется использовать в норме 1,0 л/га с ПАВ МЕРО (1,0 л/га) для контроля вероники персидской. Против падалицы рапса (CLEARFIELD) данная комбинация имеет среднюю эффективность и в сильной степени зависит от фазы сорняка и погодных условий в период применения. Применение данной смеси экономически оправдано и обеспечило получение урожайности корнеплодов 52,4 т/га и выход сахара с гектара 6,9 т.

Гербицид Ленацил Бета МАКС, СП в норме 0,5 кг/га рекомендуется применять против вероники персидской и падалицы рапса (CLEARFIELD). Возможно его использование и для контроля всходов дремы белой (из семян). Применение данной смеси обеспечило получение урожайности корнеплодов 54,3 т/га, выхода сахара с гектара 7,1 т и позволило получить чистый доход 1626,17 руб/га при рентабельности 39,8 % и себестоимости продукции 73,9 руб/т.

Применение Пилот Плюс, СК с нормой 1,5 л/га является высокоэффективным приемом контроля падалицы рапса (CLEARFIELD) и вероники персидской, а также его можно использовать при высокой численности дремы белой. Применение данной смеси обеспечило получение урожайности корнеплодов 55,3 т/га, выход сахара с гектара 7,4 т, чистый доход составил 1661,37 руб/га, рентабельность 42,8 %, себестоимость продукции 1,4 руб/т.

Литература

1. Барановский, А.М. Выращивание сахарной свеклы в Республике Беларусь по инновационной технологии CONVISO SMART / А.М. Барановский, С.Н. Гайтюкевич, Н.А. Лукьянюк // Сахар. – 2019. – №8. – С.10-14.

2. Гайтюкевич, С.Н. Биологическая и хозяйственная эффективность применения комбинаций гербицидов против падалицы рапса озимого и другой сорной растительности в посевах сахарной свеклы / С.Н. Гайтюкевич, Е.А. Шкраба // Научное обеспечение отрасли свекловодства: матер. Межд. науч.-практ. конф., посв. 90-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», Несвиж, 5-6 сентября 2018 г.; редкол.: М.И. Гуляка [и др.]. – Минск : Беларус. Навука, 2013. – С. 173-184.

3. Глеваский, И. В. Свекловодство : практикум / И. В. Глеваский, В. Ф. Зубенко, А. С. Мельниченко – Киев : Выща шк., 1989. – 206 с.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1985. – 351 с.

5. Лукьянюк, Н.А. Особенности формирования сорного ценоза в посевах сахарной свеклы Республики Беларусь / Н. А. Лукьянюк // Защита растений : сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений». – Минск : Колорград, 2020. – Вып. 44. – С. 35-43.

6. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; РУП «Институт защиты растений». – Несвиж, 2007. – 58 с.

EFFICIENCY OF TANK MIXTURES OF HERBICIDES IN CONVISO® SMART TECHNOLOGY IN CONTROLLING RAPE FALLEN SEEDS (CLEARFIELD)

E.A. Shkraba, N.A. Lukyaniuk

The paper presents the results of three-year studies on the efficiency of the herbicide Conviso 1, OD (foramsulfuron, 50 g/l; thienencarbazone-methyl, 30 g/l) mixed with traditional herbicides against Clearfield rape fallen seeds in sugar beet. It's established that double application of Conviso 1, OD mixed with the herbicides Pilot Plus (0.7 l/ha + 1.5 l/ha) and Lenacil BetaMax, WP (0.7 l/ha + 0.5 kg/ha) is an effective method for controlling this weed, reducing its numbers by 75.4-86.1% and its weight by 90.0-93.8%. On average, over 3 years, the use of the herbicides has ensured the root tuber yield of 54.3-55.3 t/ha, which is 7.7-8.7 t/ha higher than with using Conviso 1, OD in its pure form.

УДК 633.358:632.954:632.51

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА МОРИОН, СК ПРИ ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ ГОРОХА ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

М.Н. Крицкий кандидат с.-х. наук, **М.В. Евсеенко**, кандидат с.-х. наук,

В.Ч. Шор, кандидат с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 01.04.2025)

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

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности гербицида почвенного действия на основе ком-

бинации действующих веществ изопротурон, 500 г/л и дифлюфеникан, 100 г/л в форме суспензионного концентрата Морион, СК на посевах гороха сорта Презент. Установлено, что наиболее распространенными сорными растениями в посевах гороха в 2023 г. были фиалка полевая и пикульник обыкновенный, а в 2024 г. доминировала марь белая. Биологическая эффективность изучаемого препарата через 30 дней после внесения по отношению к варианту без внесения гербицидов составила в условиях недостатка влаги 2023 г. 53,3–59,4 % по численности сорняков и 59,3–64,8 % по их массе, а в 2024 г. в условиях нормально-го увлажнения – 88,8–93,1%, и 97,3–97,9 % соответственно.

Введение. Защита гороха от сорной растительности является неотъемлемой частью технологии возделывания культуры, позволяющая сохранить до 60–70 % урожая. Тактика защиты гороха от сорной растительности основывается на нескольких базовых направлениях. Это, в первую очередь, борьба с многолетней сорной растительностью, предусматривающая осеннее использование гербицидов сплошного действия, довсходовое применение препаратов почвенного действия и использование гербицидов по вегетации против однолетних двудольных и злаковых сорняков.

Расширение спектра применяемых препаратов позволяет более гарантировано подобрать гербицид под существующий видовой состав сорняков на конкретном участке. С появлением нового гербицида Морион, КС возникла необходимость его хозяйственной и биологической оценки на посевах гороха.

В состав гербицида входят 2 действующих вещества: изопротурон и дифлюфеникан, которые относятся к химическому классу производных феноксиникотинанилидов. Предназначены для защиты озимой пшеницы и озимой ржи от однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4-Д и МЦПА, и некоторых злаковых сорных растений. Изопротурон блокирует процесс фотосинтеза, дифлюфеникан воздействует на меристемные ткани, что снижает возможность возникновения резистентности у сельскохозяйственных растений. При почвенном применении препарат действует в момент появления всходов сорняков, при послевсходовом применении – в течение 5–7 дней. Скорость действия и появление симптомов гербицидного воздействия (хлороз или некроз листьев) зависят от температуры воздуха и влажности почвы [1, 2, 3].

Как гербициды почвенного действия, препараты изопротурона и дифлюфеникана используются в системах защиты посевов люпина как в чистом виде, так и в комбинациях с другими препаратами [4]. На посевах люпина узколистного при применении баковых смесей гербицидов на основе *изопротурона*, 500 г/л и *дифлюфеникана*, 100 г/л (*Гром*, КС) была получена наибольшая прибавка урожайности при использовании комбинаций препаратов *Гром*, КС (0,5 л/га) + *Прометрекс Фло*, КС (1,5 л/га) и *Гром*, КС (0,5 л/га) + *Пульсар*, ВР (0,5 л/га) – 5,7 и 4,0 ц/га (32,0 и 22,5 %) соответственно [5].

Исследования по оценке гербицидов с данными действующими веществами проводились во многих странах мира. *Дифлюфеникан* (иногда называе-

мый DFF) – гербицид, используется для борьбы с сорняками, включая дикуую редьку на пастбищах, посевах люпина, чечевицы и полевого гороха. Он используется в Австралии, Европе, а в феврале 2024 г. был зарегистрирован в Северной Америке, ожидается регистрация для использования на посевах сои и кукурузе. Препараты с данным действующим веществом обеспечивают как контактную, так и остаточную активность. Остаточную активность препарата можно ожидать в течение 8 недель после применения при благоприятных условиях выращивания [6, 7].

Целью наших исследований было изучение биологической и хозяйственной эффективности гербицида почвенного действия на основе комбинации действующих веществ *изопротурон*, 500 г/л и *дифлюфеникан*, 100 г/л в форме суспензионного концентрата Морион, СК на посевах гороха сорта Презент.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2023–2024 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком. Содержание гумуса – 2,81–2,90 %, P_2O_5 – 181–228 мг/кг, K_2O – 286–315 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 6,45–6,53. Предшественник – озимые зерновые. Возделывание гороха осуществлялось в соответствии с отраслевым регламентом [8]. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь делянки – 30 м². Расположение делянок – рендомизированное. Объектом исследования являлся сорт гороха Презент.

Проводилось изучение гербицида почвенного действия на основе комбинации действующих веществ *изопротурон*, 500 г/л и *дифлюфеникан*, 100 г/л в форме суспензионного концентрата Морион, СК в 2 нормах расхода – 0,75 и 1,0 л/га. В качестве эталонного препарата использовали гербицид Гром, КС, в состав которого также входили *изопротурон*, 500 г/л и *дифлюфеникан*, 100 г/л. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га. Учет засоренности посевов проводили количественно-весовым методом через 30 и 60 дней после химической прополки по общепринятой методике [9]. Численность сорных растений и их сырую вегетативную массу определяли на закрепленных площадках площадью 0,25 м². Уборку гороха проводили в фазу полной спелости комбайном Wintersteiger Delta. Статистическая обработка полученных результатов проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10].

Метеорологические условия в значительной степени отличались от среднеемноголетних значений как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. За период вегетации апрель – август 2023 г. температурный режим превысил норму на 7,2 %, а в 2024 г. – на 12,5 %. Сумма осадков в 2023 г. оказалась ниже среднеемноголетнего показателя на 47,2 %. В период посева и внесения гербицидов почвенного действия во 2 декаду 2023 г. выпало 1,2 мм осадков при среднеемноголетней норме 14,7 мм, в то время как во 2 декаду 2024 г. выпало 23,1 мм осадков. Гидротермический коэффициент (ГТК) в 2023 г. составил 0,8, а в 2024 г. – 1,4.

Результаты исследований и обсуждение. В гербицидной системе защиты посевов всех зернобобовых культур, и в том числе гороха, важное значение имеют гербициды почвенного действия, однако они проявляют высокую эффективность против сорной растительности в условиях достаточного увлажнения: при влажности почвы не ниже 60–65 % НВ и температуре воздуха 20 °С и выше. В условиях недостаточного увлажнения эффект может быть получен только в случае выпадения осадков в первые дни после обработки. Отсутствие осадков в течение 8–10 дней после внесения гербицида ведет к полной потере гербицидной активности под влиянием солнечных лучей. Поэтому при условии оптимальных климатических условий для борьбы с сорняками на 3–4 день после посева осуществляют внесение гербицидов почвенного действия [11].

Проведенный учет сорных растений показал, что в 2023 г. наиболее распространенными были фиалка полевая (*Viola arvensis*) – 93 шт/м² (39,0 % от общего количества), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*) – 92 шт/м² (39,0 %) и марь белая (*Chenopodium album*) – 15 шт/м² (6,0 %). Другие виды (пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), виды горцев, падалица рапса и просо куриное (*Echinochloa crus galli* (L.) Beauv.) присутствовали в количестве от 3 до 12 шт/м² (1–12,0 % от общего количества). В 2024 г. в сорном ценозе доминировала марь белая – 188 шт/м² (62,0 % от общего количества) (рисунки 1–А и 1–Б).

Для оценки эффективности гербицида Морион, СК против однолетних двудольных и злаковых сорняков в 2023–2024 гг. была проведена обработка посевов гороха до всходов культуры.

В 2023 г. учет биологической эффективности препарата через 30 дней после внесения показал снижение численности сорняков на 53,3–59,4 %, их массы на 59,3–64,8 % по отношению к варианту без внесения гербицида (таблица 1). В варианте применения эталона Гром, КС (1,0 л/га) общая биологическая эффективность составила 59,8 %, снижение массы – 65,3 %.

Количество мари белой на обработанных гербицидом Морион, СК вариантах было на 70,0–77,3 % ниже по отношению к контролю в зависимости от нормы расхода препарата, а ее масса снизилась на 72,6–78,1 %. Препарат Морион, СК в изучаемых нормах также показал высокую эффективность против падалицы рапса – 73,8–77,5 % по численности и 74,4–78,3 % по массе. Эффективность этого гербицида против видов горцев составила 53,8–61,3 %, их масса при этом снизилась на 56,4–64,1 %; фиалки полевой – 50,5–58,1 %, снижение массы на 54,9–62,4 %; пастушьей сумки – 69,2–75,0 %, снижение массы на 70,0–76,7 %; звездчатки средней – 71,7–76,7 %, снижение массы на 73,5–77,9 %; пикульника обыкновенного – 48,9–53,3 %, снижение массы на 49,8–55,0 %, проса куриного – 33,3–50,0 %, снижение массы на 42,9–57,1 % в зависимости от нормы внесения. В эталонном варианте эти же показатели были равны соответственно 76,7; 76,3; 62,5; 57,0; 76,7; 75,0; 55,4 и 46,7 %, снижение массы – 79,2; 76,4; 66,7; 60,9; 78,3; 76,5; 56,2 и 57,1 % соответственно.

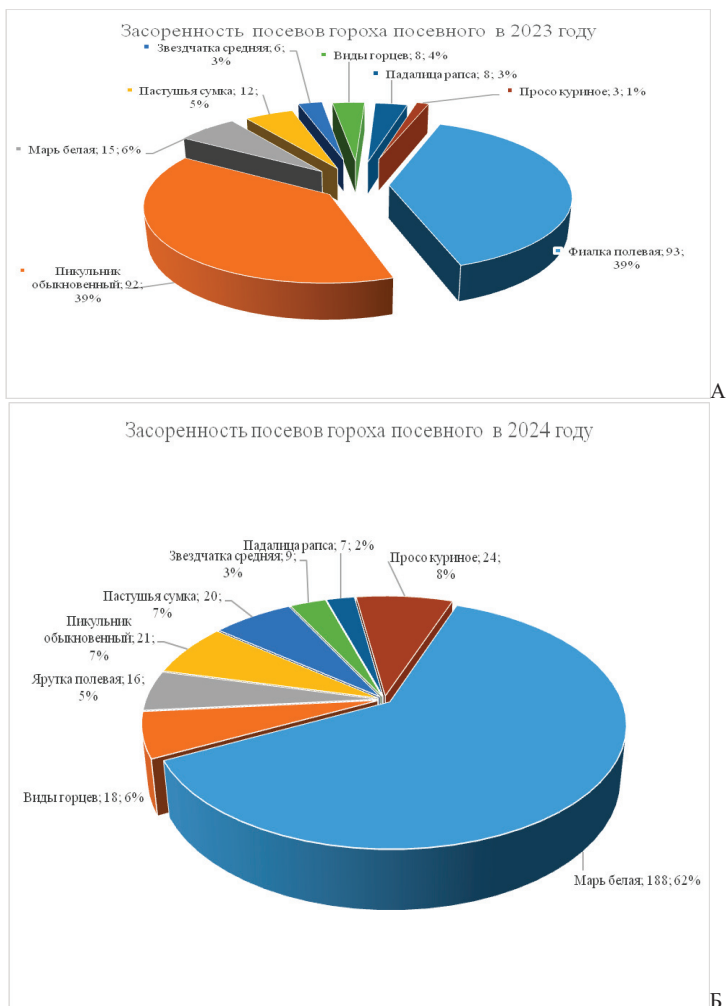


Рисунок 1. Засоренность посева гороха в 2023-2024 гг. (А –2023 г., Б – 2024 г.)

В 2024 г. биологическая эффективность препарата через 30 дней после внесения была выше и составила 88,8–93,1 % по численности, а масса сорняков при этом снизилась на 97,3–97,9 % по отношению к варианту без внесения гербицидов. В варианте, где применялся эталонный гербицид, биологическая эффективность составила 94,4 %, а снижение массы – 98,6 %.

Внесение гербицида Морион, СК на 100,0 % снижало численность и сырую массу таких сорняков, как марь белая, ярутка полевая, звездчатка средняя, пас-

тушья сумка по отношению к контролю независимо от нормы расхода препарата. Препарат Морион, СК в изучаемых нормах показал высокую эффективность против падалицы рапса – 85,7–100,0%, а также пикульника обыкновенного – 76,2–81,0 %, а их сырая масса уменьшилась на 98,6–100,0 % и 96,5 % соответственно. Эффективность препарата против видов горцев составила 11,1–61,1 %, их масса при этом снизилась на 88,9–91,7 %; проса куриного – 50,0–58,3 % снижение массы на 41,7–50,0 % в зависимости от нормы внесения. В эталонном варианте (Гром, КС (1,0 л/га) полная гибель отмечалась у мари белой; ярутки полевой, падалицы рапса, пикульника обыкновенного, звездчатки средней и пастушья сумки. Биологическая эффективность у видов горцев составила 66,7 и 91,7 %, проса куриного – 54,2 и 50,0 %.

Таблица 1. Биологическая эффективность гербицидов в посевах гороха через 30 дней после внесения, %

Вид сорняков	Вариант			
	контроль (без применения гербицида)*	Гром, КС (эталон) 1,0 л/га	Морион, СК 0,75 л/га	Морион, СК 1,0 л/га
2023 г.				
Марь белая	<u>15</u> 27,4	<u>76,7</u> 79,2	<u>70,0</u> 72,6	<u>77,3</u> 78,1
Виды горцев	<u>8</u> 7,8	<u>62,5</u> 66,7	<u>53,8</u> 56,4	<u>61,3</u> 64,1
Фиалка полевая	<u>93</u> 13,3	<u>57,0</u> 60,9	<u>50,5</u> 54,9	<u>58,1</u> 62,4
Пастушья сумка	<u>12</u> 6,0	<u>76,7</u> 78,3	<u>69,2</u> 70,0	<u>75,0</u> 76,7
Звездчатка средняя	<u>6</u> 6,8	<u>75,0</u> 76,5	<u>71,7</u> 73,5	<u>76,7</u> 77,9
Пикульник обыкновенный	<u>92</u> 77,7	<u>55,4</u> 56,2	<u>48,9</u> 49,8	<u>53,3</u> 55,0
Падалица рапса	<u>8</u> 20,3	<u>76,3</u> 76,4	<u>73,8</u> 74,4	<u>77,5</u> 78,3
Всего двудольных сорняков	<u>234</u> 159,3	<u>60,0</u> 65,3	<u>53,6</u> 59,4	<u>59,5</u> 64,8
Всего однодольных сорняков (просо куриное)	<u>3</u> 0,7	<u>46,7</u> 57,1	<u>33,3</u> 42,9	<u>50,0</u> 57,1
Общая эффективность	<u>237</u> 160,0	<u>59,8</u> 65,3	<u>53,3</u> 59,3	<u>59,4</u> 64,8
2024 г.				
Марь белая	<u>188</u> 15,8	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Виды горцев	<u>18</u> 3,6	<u>66,7</u> 91,7	<u>11,1</u> 88,9	<u>61,1</u> 91,7

Вид сорняков	Вариант			
	контроль (без применения гербицида)*	Гром, КС (эталон) 1,0 л/га	Морион, СК 0,75 л/га	Морион, СК 1,0 л/га
Ярутка полевая	<u>16</u> 1,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Падалица рапса	<u>7</u> 7,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>85,7</u> 98,6	<u>100,0</u> 100,0
Пикульник обыкновенный	<u>21</u> 8,6	<u>100,0</u> 100,0	<u>76,2</u> 96,5	<u>81,0</u> 96,5
Звездчатка средняя	<u>9</u> 3,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Пастушья сумка	<u>20</u> 3,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Всего двудольных сорняков	<u>279</u> 42,4	<u>97,8</u> 99,3	<u>92,1</u> 98,1	<u>96,1</u> 98,6
Всего однодольных сорняков (Просо куриное)	<u>24</u> 0,6	<u>54,2</u> 50,0	<u>50,0</u> 41,7	<u>58,3</u> 50,0
Общая эффективность	<u>303</u> 43,0	<u>94,4</u> 98,6	<u>88,8</u> 97,3	<u>93,1</u> 97,9

*Примечание. В контроле (без обработки) в числителе указана численность (шт/м²); в знаменателе – масса сорняков (г/м²);

Учет численности сорной растительности через 60 дней после применения гербицидов показал, что эффективность гербицида Морион, СК в 2023 г. против мари белой составила 60,0–68,3 %, падалицы рапса – 60,0–70,0 %, горцев – 48,3–53,3 %, фиалки полевой – 40,0–45,0 %, пастушьей сумки – 58,9–65,6 %, звездчатки средней – 60,0–66,7 %, пикульника обыкновенного – 39,8–44,6 % в зависимости от норм внесения препарата. Определение количества растений проса куриного через 60 дней после химической прополки показало, что обработка посевов гороха гербицидом Морион, СК в нормах 0,75 и 1,0 л/га обеспечила биологическую эффективность на уровне 29,3–41,7 %. Эффективность эталона Гром, КС (1,0 л/га) в уничтожении куриного проса оказалась на уровне 40,0 %, что было сопоставимо с обработкой гербицидом Морион, СК (1,0 л/га).

Рассматривая влияние изучаемого препарата на сорняки в целом в посевах гороха следует отметить, что показатели общей биологической эффективности гербицида Морион, СК находились на уровне 42,2–48,0 %. В результате применения эталонного гербицида засоренность снизилась на 47,8 %.

Определение сырой массы сорняков через 60 дней после обработки гербицидами посевов гороха показало, что вегетативная масса всех сорных растений в контрольном варианте составила 694,9 г/м². При внесении гербицида Морион, СК в нормах 0,75 и 1,0 л/га масса сорняков снизилась на 49,3 и 54,9 % соответственно. В эталонном варианте масса всех сорных растений снизилась на 54,3 %.

В 2024 г. через 60 дней после внесения эффективность гербицида Морион, СК против ярутки полевой, пикульника обыкновенного, падалицы рапса, звездчатки средней, пастушьей сумки составила 100,0 %. Количество мари белой снизилось на 99,1–100,0 %, видов горцев – на 45,5–27,3 % в зависимости от норм внесения препарата. Учет численности проса куриного через 60 дней после химической прополки показал, что обработка посевов гороха гербицидом Морион, СК в нормах 0,75 и 1,0 л/га обеспечила биологическую эффективность 38,2–47,1 %. Эффективность эталонного гербицида против куриного проса была 35,3 %. Показатели общей биологической эффективности гербицида Морион, СК находились на уровне 87,8–88,7 %. В результате применения эталонного гербицида засоренность снизилась на 87,0 %.

Сырая масса всех сорных растений в контрольном варианте через 60 дней после обработки гербицидами посевов гороха составила 882,0 г/м². При внесении гербицида Морион, СК в нормах 0,75 и 1,0 л/га масса сорняков снизилась на 95,5 и 96,1 %. В эталонном варианте масса всех сорных растений снизилась на 94,9 %.

Урожайность зерна гороха в сложившихся условиях 2023–2024 гг. составила в варианте без применения гербицида 26,3 ц/га при варьировании по годам от 16,3 до 36,4 ц/га (таблица 2). В варианте с применением препарата Гром (эталон) урожайность составила 17,7–44,9 ц/га, что на 1,4–8,5 ц/га (5,0 ц/га в среднем) или 8,6–23,4 % выше контрольного варианта.

В вариантах, где применялся гербицид Морион, СК в нормах внесения 0,75 и 1,0 л/га урожайность была выше на 0,9 и 8,8 ц/га или 5,5 и 24,2 % соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2. Влияние гербицидов на урожайность зерна гороха посевного

Вариант	Норма, л/га	Урожайность, ц/га			Отклонение от контроля	
		2023 г.	2024 г.	средняя	ц/га	%
Контроль (без обработки)		16,3	36,4	26,3	-	100
Гром, КС – эталон	1,0	17,7	44,9	31,3	5,0	119,0
Морион, СК	0,75	17,2	44,9	31,1	4,8	118,3
Морион, СК	1,0	17,6	45,2	31,4	5,1	119,4
НСР ₀₅		1,7	3,6			

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее распространенными сорными растениями в посевах гороха были фиалка полевая и пикульник обыкновенный в 2023 г., а мари белая доминировала в 2024 г. Анализ биологической и хозяйственной эффективности гербицида почвенного действия на основе комбинации действующих веществ изопротурон, 500 г/л и дифлюфеникан, 100 г/л в форме суспензионного концентрата Морион, СК на посевах гороха посевного сорта Презент показал, что биологическая эффективность изучаемого препарата через 30 дней после внесения составляла в услови-

ях недостатка влаги 2023 г. 53,3–59,4 % по численности и 59,3–64,8 % по массе; в 2024 г. в условиях нормального увлажнения – 88,8–93,1 % по численности и 97,3–97,9 % по массе по отношению к варианту без внесения гербицидов.

При использовании гербицида Морион, СК в нормах внесения 0,75 и 1,0 л/га урожайность была выше по сравнению с контролем на 0,9 и 8,8 ц/га или 5,5 и 24,2 % соответственно.

Литература

1. Морион [Электронный ресурс] // Сайт АО Фирма «Август». – Режим доступа: <https://avgust.com/products/rf/morion>. – Дата доступа: 14.02.2025.
2. Голубев, А.С. Изучение эффективности осенней обработки зерновых культур гербицидом Морион / А.С. Голубев, Т.А. Маханькова // Вестник защиты растений. – 2018. – 1 (95). – С. 52–56.
3. Сорока, С.В. Эффективность гербицидов на основе изопротурона и дифлюфеникана в посевах озимых зерновых культур / С.В. Сорока // Защита растений. – 2016. – Вып. 40. – С. 108–124.
4. Пискун, А.В. Государственный реестр средств защиты (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / А.В. Пискун [и др.]; Справочное издание. – Минск: «Акварель принт» ООО «Промкомплекс», 2020. – 742 с.
5. Евсеенко, М.В. Влияние гербицидов почвенного действия на засоренность посевов и урожайность зерна люпина узколистного / М.В. Евсеенко [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: С.В. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – Вып. 60. – С. 10–16.
6. Brodal Options [Electronic resource]: <http://agrobasesapp.com/australia/pesticide/brodal-options>. – Date of access: 14.02.2025.
7. Gonzales, P. R. Experiments with isoproturon for the control of weeds in cereal crops [Electronic resource] / R.Ponce Gonzales, J. Senas Rodrigues // http://researchgate.net/publication/230302153_Experiments_with_isoproturon_for_the_control_of_weeds_in_cereal_crops. – Date of access: 14.02.2025.
8. Возделывание гороха на зерно (отраслевой регламент) / В.Ч. Шор, М.Н. Крицкий, Ю.И. Пешко [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур, технических и кормовых растений : сб. отрасл. регл. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; рук. разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – С. 106–113.
9. Методические указания по оценке эффективности гербицидов / РУП «Институт защиты растений» ; УО «Белорусский государственный технологический университет» ; под ред.: Е. А. Якимович, С. В. Сорока – Минск : Колорград, 2024. – С.73.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Изучение особенностей применения гербицидов почвенного действия на люпине / М.В. Евсеенко [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: С.В. Кравцов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Вып. 59. – С. 41–50.

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE HERBICIDE MORION, SC IN PROTECTING PEA FROM WEEDS

M.N. Kritsky, M.V. Evseenko, V.Ch. Shor

The paper presents the results of studying biological and economic efficiency of a soil-acting herbicide based on the combination of active ingredients isoproturon, 500 g/l

and diflufenican, 100 g/l in the form of suspension concentrate Morion, SC on pea of the Present variety. It was established that the most common weeds in pea in 2023 were field violet and hemp nettle, and in 2024 white goosefoot dominated. The biological efficiency of the studied preparation 30 days after application in relation to the option without herbicide application was 53.3-59.4% in terms of weed number and 59.3-64.8% in terms of their weight under moisture deficiency conditions in 2023, and 88.8-93.1% and 97.3-97.9%, respectively, in 2024 under normal moisture conditions.

УДК 633.31:632.954

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА ГЛОБАЛ, ВР НА БЕСПОКРОВНЫХ ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ

Л. В. Володькина, А. А. Боровик, И. А. Черепок, кандидаты с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 02.04.2025)

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

Аннотация. В статье приведены результаты исследований за 2023–2024 гг. по применению гербицида Глобал, ВР (действующее вещество имазамокс, 40 г/л) на беспокровных посевах люцерны посевной в фазу первого-второго тройчатого листа. Установлено, что при внесении в норме 0,75–1,2 л/га в чистом виде и совместно с ПАВ (Корнет, 0,2 л/га) по биологической эффективности он не уступает эталонному препарату Пульсар, ВР (1,0 л/га) и снижает численность однолетних двудольных сорняков на 58,8–78,6 %, их массу – на 52,7–74,4 %, засоренность злаковыми сорняками сокращается на 100 %. Снижение засоренности посевов люцерны повышает сбор зеленой массы в среднем за два года на 9,8–21,7 %, сухого вещества на 9,3–19,3 %.

Введение. Одной из самых распространенных высокобелковых кормовых культур является люцерна, она возделывается более чем в 80 странах, занимая свыше 40 млн га [1]. Около четверти ее посевов приходится на США, где она является третьей по ценности полевой культурой, уступая только кукурузе и соевым бобам [2]. Согласно инвентаризации многолетних трав на пашне в 2024 г. площадь, занятая люцерной, составила 313,8 тыс. га. Помимо этого она используется в бобово-злаковых травосмесях, высеваемых на пашне. Как правило, люцерна сеется беспокровно, либо подсеивается под покров однолетних трав на зеленую массу. На беспокровных посевах предусматривается применение гербицидов. Возможен и вариант беспокровного безгербицидного посева, где с сорняками борются методом подкашивания. Этот метод пригоден только на чистых от сорняков полях. В противном случае, при безгербицидном возделывании увеличивается в посевах количество многолетних сорняков, поэтому ре-

комендуется посев только после 2–3-кратного боронования [3]. На создаваемых бобово-злаковых травостоях используются препараты с действующим веществом бентазон, на одновидовых посевах культуры – препараты с действующим веществом как бентазон, так и имазамокс. Гербициды из последней группы применяются как почвенные и как повсходовые против двудольных и злаковых сорняков.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, развивающейся на водноледниковой супеси, подстилаемой с глубины 1,0 м мореным суглинком. Пахотный слой опытных участков имел следующие агрохимические показатели: pH – 6,1–6,4, содержание гумуса в почве 2,16–2,38 %, подвижных форм фосфора – 240–250 мг/кг, обменного калия – 230–250 мг/кг почвы. Предшественники – редька масличная на семена, фацелия пижмолистная на семена. Посев проведен в первой декаде мая беспокровно, норма высева 4 млн шт/га. Объектом исследований являлся сорт люцерны посевной Будучыня. Оценивалась биологическая и хозяйственная эффективность применения гербицида Глобал, ВР (действующее вещество имазамокс, 40 г/л). Обработка посевов проводилась в фазу 1–2 тройчатых листьев люцерны посевной и в ранние фазы роста сорняков (всходы – 1–2 пары настоящих листьев). Норма расхода рабочей жидкости 200 л/га. Эталонном был гербицид Пульсар, ВР. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь делянки 20 м².

Вегетационный период в 2023 г. характеризовался нетипичностью по отношению к среднегодовым значениям, высокой суммой активных температур, недостаточным количеством и неравномерным выпадением атмосферных осадков. В мае среднесуточная температура воздуха соответствовала норме (13,2 °C), а осадков выпало лишь 8 % от нормы. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. Дефицит влаги в почве ощущался до октября, поскольку с мая по сентябрь (данные метеостанции Борисов) выпало лишь 181 мм осадков при норме 370 мм.

В первой половине мая 2024 г. температурные условия приближались к многолетним значениям, а осадков выпало меньше нормы. Особенно засушливой оказалась вторая декада месяца. И в целом за май выпало 13,4 мм осадков (21 % от нормы) при среднесуточной температуре воздуха на 1,8 °C выше многолетнего значения. Теплее обычного (на 1,5 °C) с обильными осадками (+ 38 %) был первый летний месяц. Такая погода благоприятствовала хорошему росту растений люцерны. В июле среднесуточная температура воздуха превышала норму на 2,0 °C, составив 20,8 °C. Небольшой дефицит осадков в это время при таком температурном режиме приводил к потере тургора листьев. Жаркая погода с высокими дневными температурами в августе с существенным дефицитом осадков привела к снижению темпов роста люцерны и формированию

последнего укуса травостоев. С мая по сентябрь выпало 281 мм осадков при норме 370 мм.

Результаты исследований и обсуждение. Учеты засоренности посевов люцерны посевной перед обработкой гербицидами показали, что два опытных участка характеризовались различной степенью засоренности по годам исследований. Так, в 2023 году на участке, размещенном после редьки масличной на семена, перед обработкой в посеве присутствовали однолетние двудольные сорняки в количестве 129–157 шт/м², в том числе: фиалка полевая 30–47 шт/м², марь белая – 25–37 шт/м², ярутка полевая 20–24 шт/м², пастушья сумка – 16–27 шт/м², горец вьюнковый – 13–18 шт/м² и др.; из однолетних злаковых сорняков просо куриное – 6–13 шт/м². Общая засоренность посева перед обработкой составила 141–164 шт/м² в зависимости от варианта. Количество взошедших растений люцерны было в пределах 132–160 шт/м², а полевая всхожесть ее вследствие быстрого пересыхания верхнего слоя почвы составила 33,0–40,0 %.

В 2024 г. в посевах люцерны, размещенных после фацелии на семена, доминирующими видами сорняков были марь белая – 33–40 шт/м² и пастушья сумка – 32–39 шт/м². В посевах присутствовали растения ярутки полевой и горца вьюнкового. Общая засоренность посева перед обработкой составила 124–136 шт/м² в зависимости от варианта. Густота растений люцерны в фазу первого-второго тройчатого листа перед обработкой гербицидами варьировала в пределах от 136–152 шт/м², полевая всхожесть – 34–38 %.

Учет количества сорных растений в 2023 г. через 30 дней после обработки гербицидами показал, что применение препаратов привело к снижению числа и массы однолетних двудольных сорняков на 58,8–71,2 % и 52,7–61,0 % соответственно. Однолетние злаковые сорняки уничтожены полностью (таблица 1). Общая биологическая эффективность гербицида Глобал, ВР в норме расхода 0,75–1,2 л/га по однолетним сорнякам как по числу, так и их по массе, составила 56,3–63,8 %, а с добавлением ПАВ (Корнет, 0,2 л/га) – 61,5–72,9 %. Биологическая эффективность эталонного гербицида Пульсар, ВР составила 67,0 % по числу сорняков и 59,6 % по их массе.

Гербицид Глобал, ВР в изучаемых нормах расхода показал максимальную эффективность против ярутки полевой – 83,3–100,0 %, пастушья сумки – 91,7–100 %, проса куриного и редьки полевой – 100 % в зависимости от нормы внесения. Эффективность препарата против фиалки составила 43,3–55,0 %, мари белой – 35,9–56,3 % в зависимости от нормы внесения.

Гербицид Глобал, ВР (0,75 л/га и 1,2 л/га) в смеси с Корнет (ПАВ), ВК (0,2 л/га) показал максимальную эффективность против ярутки полевой, пастушья сумки, проса куриного и редьки полевой – 100 %. Эффективность препарата против фиалки составила 40,0–50,0 %, мари белой – 44,9–61,3 % в зависимости от нормы внесения.

Учет количества сорных растений в 2024 г. через 30 дней после обработки гербицидами показал, что применение препаратов привело к снижению числа и массы однолетних двудольных сорняков на 64,3–78,6 % и 56,4–74,4 % соответ-

ственно (таблица 2). Однолетние злаковые сорняки в обработанных травостоях отсутствовали. Общая биологическая эффективность гербицида Глобал, ВР в норме расхода 0,75–1,2 л/га по однолетним сорнякам как по числу, так и их по массе, составила 58,2–75,0 %, а с добавлением ПАВ (Корнет, 0,2 л/га) – 69,2–79,4 %. Биологическая эффективность эталонного гербицида Пульсар, ВР составила 79,4 % по числу сорняков и 72,7 % по их массе.

Таблица 1. Биологическая эффективность гербицидов через 30 дней после внесения, % к контролю (2023 г.)

Виды сорняков	Вариант					
	контроль (без гербицида) **	Глобал, ВР (0,75 л/га)	Глобал, ВР (1,2 л/га)	Пульсар, ВР (1,0 л/га) (эталон)	Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (0,75 л/га + 0,2 л/га)	Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (1,2 л/га + 0,2 л/га)
Фиалка полевая	<u>32</u>	<u>45.9</u>	<u>43.3</u>	<u>45.5</u>	<u>43.9</u>	<u>46.8</u>
	60	55,0	45,0	39,0	40,0	50,0
Марь белая	<u>42</u>	<u>48.0</u>	<u>56.3</u>	<u>59.3</u>	<u>60.0</u>	<u>61.3</u>
	501	35,9	36,5	46,1	52,1	44,9
Ярутка полевая	<u>25</u>	<u>83.3</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
	141	91,5	100,0	100,0	100,0	100,0
Пастушья сумка	<u>12</u>	<u>91.7</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
	57	94,7	100,0	100,0	100,0	100,0
Горец вьюнко- вый	<u>20</u>	<u>28.6</u>	<u>35.7</u>	<u>46.2</u>	<u>33.3</u>	<u>41.2</u>
	267	53,9	61,8	59,6	43,8	46,1
Просо куриное	<u>11</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
	99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Редька полевая	<u>28</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
	51	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Прочие дву- дольные	<u>18</u>	<u>50.0</u>	<u>54.5</u>	<u>53.8</u>	<u>72.7</u>	<u>73.3</u>
	150	37,6	40,0	39,6	44,0	46,8
БЭ по всем сор- някам, %	<u>188</u>	<u>61.2</u>	<u>63.8</u>	<u>67.0</u>	<u>68.6</u>	<u>72.9</u>
	1326	56,3	59,0	59,6	61,5	63,9
БЭ по двудоль- ным сорнякам, %	<u>177</u>	<u>58.8</u>	<u>61.6</u>	<u>65.0</u>	<u>66.7</u>	<u>71.2</u>
	1227	52,7	55,7	56,4	58,4	61,0
БЭ по злаковым сорнякам, %	<u>11</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>	<u>100.0</u>
	99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание: *- в числителе снижение количества сорняков, в знаменателе – их массы;

** - в варианте без применения гербицидов – число и масса сорняков, шт./м², г/м².

В 2023 г. также выявлена высокая эффективность препарата Глобал, ВР против ярутки и пастушья сумки. Эффективность препарата против мари бе-

лой была на уровне 49,2–66,6 %, фиалки полевой – 57,1–67,9 % в зависимости от нормы внесения, а при внесении его в смеси с Корнет (ПАВ), ВК эти показатели составили 63,7–75,0 % и 64,3–78,6 % соответственно.

Таблица 2. Биологическая эффективность гербицидов через 30 дней после внесения, % к контролю (2024 г.)

Виды сорняков	Вариант					
	контроль (без гербицида) **	Глобал, ВР (0,75 л/га)	Глобал, ВР (1,2 л/га)	Пульсар, ВР (1,0 л/га) (эталон)	Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (0,75 л/га + 0,2 л/га)	Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (1,2 л/га + 0,2 л/га)
Марь белая	<u>36</u> 440	<u>63,9</u> 49,2	<u>66,6</u> 58,7	<u>72,2</u> 64,8	<u>69,4</u> 63,7	<u>75,0</u> 68,1
Пастушья сумка	<u>16</u> 56	<u>87,5</u> 82,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Фиалка полевая	<u>14</u> 48	<u>57,1</u> 60,4	<u>67,9</u> 65,0	<u>71,4</u> 66,1	<u>64,3</u> 68,5	<u>78,6</u> 71,0
Ярутка полевая	<u>12</u> 70	<u>92,3</u> 88,9	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Горец вьюнковый	<u>8</u> 112	<u>25,0</u> 59,6	<u>50,0</u> 71,3	<u>62,5</u> 80,4	<u>37,5</u> 63,4	<u>75,0</u> 86,2
Просо куриное	<u>4</u> 36	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0
Прочие двудольные	<u>12</u> 94	<u>41,7</u> 42,5	<u>58,3</u> 52,4	<u>66,6</u> 57,3	<u>50,0</u> 48,6	<u>75,0</u> 61,5
БЭ по всем сорнякам, %	<u>102</u> 856	<u>65,7</u> 58,2	<u>75,0</u> 67,8	<u>79,4</u> 72,7	<u>73,5</u> 69,2	<u>79,4</u> 75,5
БЭ по двудольным сорнякам, %	<u>98</u> 820	<u>64,3</u> 56,4	<u>74,0</u> 66,4	<u>78,6</u> 71,6	<u>72,5</u> 67,8	<u>78,6</u> 74,4
БЭ по злаковым сорнякам, %	<u>4</u> 36	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0

Примечание: * - в числителе снижение количества сорняков, в знаменателе – их массы;

** - в варианте без применения гербицидов – число и масса сорняков, шт./м², г/м².

Урожайность зеленой массы и сухого вещества люцерны составила в варианте без применения гербицида в среднем за два года исследований 143 и 36,7 ц/га соответственно (таблица 3). В варианте с применением гербицида Глобал, ВР (0,75 л/га и 1,2 л/га) урожайность зеленой массы составила 157 и 162 ц/га, сухого вещества – 40,1 и 40,8 ц/га. Эти показатели были выше контрольного варианта на 15–19 и 3,5–4,1 ц/га или на 9,8–12,6 % соответственно. Использование гербицида Глобал, ВР (0,75 л/га и 1,2 л/га) в смеси с Корнет (ПАВ), ВК (0,2 л/га) показало лучший результат по урожайности зеленой массы (170–174 ц/га) и сухого вещества (43,1–43,8 ц/га) и превысило контроль по этим показателям на 17,4–21,7 %.

Таблица 3. Урожайность зеленой массы и сухого вещества люцерны посевной первого года вегетации

Вариант	Урожайность, ц/га			Сохраненный урожай, ц/га		
	2023 г.	2024 г.	среднее	2023 г.	2024 г.	среднее
Контроль (без обработки)	<u>139</u> 36,1	<u>147</u> 37,2	<u>143</u> 36,7	-	-	-
Глобал, ВР (0,75 л/га)	<u>153</u> 39,7	<u>162</u> 40,5	<u>157</u> 40,1	<u>14</u> 3,6	<u>15</u> 3,3	<u>15</u> 3,5
Глобал, ВР (1,2 л/га)	<u>151</u> 39,2	<u>172</u> 42,3	<u>162</u> 40,8	<u>12</u> 3,1	<u>25</u> 5,1	<u>19</u> 4,1
Пульсар, ВР (1,0 л/га) (эталон)	<u>144</u> 37,4	<u>165</u> 41,5	<u>155</u> 39,5	<u>5</u> 1,3	<u>18</u> 4,3	<u>12</u> 2,8
Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (0,75 л/га + 0,2 л/га)	<u>163</u> 42,4	<u>176</u> 43,8	<u>170</u> 43,1	<u>24</u> 6,3	<u>29</u> 6,6	<u>27</u> 6,5
Глобал, ВР + Корнет (ПАВ), ВК – (1,2 л/га + 0,2 л/га)	<u>164</u> 42,6	<u>184</u> 44,9	<u>174</u> 43,8	<u>25</u> 6,5	37 7,7	<u>31</u> 7,1
НСР ₀₅	<u>14,9</u> 3,2	<u>17,2</u> 4,3				

Примечание. В числителе урожайность зеленой массы, в знаменателе сухого вещества.

Заключение

Гербицид Глобал, ВР в норме расхода 0,75–1,2 л/га в чистом виде и с ПАВ (Корнет, 0,2 л/га) по эффективности не уступает эталонному препарату Пульсар, ВР (1,0 л/га) и сокращает численность однолетних двудольных сорняков на 58,8–78,6 %, их массу – на 52,7–74,4 %, засоренность злаковыми сорняками снижается до 100 %. Уменьшение засоренности посевов люцерны повышает урожайность зеленой массы в среднем за два года на 9,8–21,7 %, сухого вещества – на 9,3–19,3 %.

Литература

1. Агротехника возделывания сортов люцерны селекции ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса на семенные и кормовые цели (рекомендации). – М.: ФГУ РЦСК, 2008. – 39 с.
2. Putnam, D. Alfalfa, Wildlife and the Environment / D. Putnam et al. // The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century. – 2001. – 24 p.
3. Клевер или люцерна? И другие вопросы по бобовым травам / Н. В. Лешик, В. А. Радовня, А. А. Боровик, М. М. Коротков // Наше сельское хозяйство. – 2024. – № 7. – С. 58–66.

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE HERBICIDE GLOBAL, WS IN ALFALFA OPEN SOWINGS

L. V. Volodzkina, A. A. Borovik, I. A. Cherepok

The paper presents the results of the studies for 2023–2024 on the application of the herbicide Global, WS (active ingredient imazamox, 40 g/l) to alfalfa open sowing at the first-second triple leaf stage. It's established that, when it is applied in a dose

of 0.75–1.2 l/ha in its pure form and together with SAA (Kornet, 0.2 l/ha), it is not inferior to the reference preparation Pulsar, WS (1.0 l/ha) in terms of biological efficiency and reduces the number of annual dicotyledonous weeds by 58.8–78.6 %, their weight - by 52.7–74.4 %; infestation with cereal weeds is reduced by 100 %. A decrease in weed infestation of alfalfa increases green mass yield by 9.8–21.7% and dry matter by 9.3–19.4 % on average over two years.

УДК 632.954:633.15

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ВЕРСИЯ, МД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

И.Г. Бруй¹, доктор с.-х. наук, **В.В. Холодинский¹**, **О.В. Ключкова¹**, кандидаты с.-х. наук, **Н.В. Соболевская¹**, лаборант, **Ф.И. Привалов²**, доктор с.-х. наук
¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
²ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»
(Дата поступления статьи в печать 28.05.2025)

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения гербицида Версия, МД (пропизохлор, 370 г/л+тербутилазин, 185 г/л л) для защиты посевов кукурузы от однолетних сорных растений. Установлено, что при внесении этого препарата до появления всходов или в фазу 2-3 листьев культуры гибель сорняков и урожайность зеленой массы находились примерно на таком же уровне, как и при использовании гербицида Гардо Голд, МД.

Введение. Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур. Наряду с расширением посевных площадей (в Беларуси уже более 1 млн гектаров) производители отдают предпочтение возделыванию высокопродуктивных сортов и гибридов, технология возделывания которых предусматривает обязательную защиту посевов от сорной растительности, так как кукуруза обладает очень низкой конкурентоспособностью с сорняками. А. В. Гринько отмечал, что наличие сорного ценоза нарушает воздушный, пищевой и световой режимы посевов, в результате чего снижение урожайности зерна кукурузы достигает на слабо засоренных полях 5–10 %, на средне засоренных – 15–20 %, а на сильно засоренных полях урожайность зерна может снижаться в 1,5–2 раза и более [1]. При высокой численности сорных растений без химической прополки потери урожая зеленой массы кукурузы достигают 60,0–71,9 %, зерна – 64,5–92,2 % [2, 3].

По данным исследований РУП «Институт защиты растений» в посевах кукурузы произрастает до 69 видов сорных растений. В посевах культуры в ботаническом отношении сорная растительность характеризуется сравнительно по-

стоянным видовым составом с некоторыми различиями по агроклиматическим зонам.

При сильной засоренности посевов кукурузы различными сорняками и недостаточностью проведения эффективной борьбы с ними механическими приемами большое значение имеют химические средства – гербициды [4]. Химический метод защиты посевов культурных растений от сорняков на данном этапе развития растениеводства является приоритетным направлением с позиции гарантированного сохранения урожая. Однако следует обратить внимание на то, что применение того или иного вида гербицидов должно быть научно обоснованным с проведением фитосанитарной оценки, соблюдением всех агротехнологических приемов и внедрением в производство современных технологий возделывания кукурузы [5]. Важное значение имеет срок применения гербицидов. При довсходовой обработке культурное растение не подвергается конкурентному влиянию сорняков в начале своего развития. С другой стороны, после всходов обработка позволяет адаптировать гербициды к спектру сорняков, наблюдаемому во время применения, но сорные растения не должны быть слишком развиты [6].

Постоянный поиск гербицидов и замена традиционных средств на современные препараты, обладающие повышенной селективностью, хозяйственной эффективностью и низкой токсикологической нагрузкой на объекты окружающей среды, показал перспективным применение многокомпонентных гербицидов, содержащих 2–3 действующих вещества с различным механизмом действия, что позволяет охватить больший спектр сорняков, снизить затраты на химическую прополку и повысить рентабельность производства [7, 8].

Целью исследований было установление биологической и хозяйственной эффективности гербицида Версия, МД (Щелково Агрохим, Россия), предназначенного для контроля однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах кукурузы в условиях Беларуси.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2022–2023 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва на участке дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на песчанистом суглинке. Агрохимические показатели: гумус – 1,9–2,1 %, содержание P_2O_5 – 280–295 мг/кг, K_2O – 265–325 мг/кг, pH – 5,7–5,9. Предшественник – пшеница яровая (2022 г.) и картофель (2023 г.). Агротехника возделывания кукурузы – общепринятая для Центральной зоны Республики Беларусь. Внесение удобрений: азот – 80 кг/га, фосфор – 40 кг/га, калий – 90 кг/га д.в.

Повторность опыта четырехкратная, площадь делянки 28–38 м², расположение делянок рендомизированное. Исследования проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь [9]. Видовой состав сорной растительности определялся по А.В. Фисюнову [10].

Гибрид кукурузы Пандорас высевали с нормой 100 тыс. зерен на гектар в 2022 г. и гибрид СИ Амбадор – 100 тыс. зерен на гектар в 2023 г.

Схема опыта включала варианты с применением препарата Версия, МД (пропизохлор, 370 г/л+тербутилазин, 185 г/л) в норме расхода 3,0 и 4,0 л/га. Для сравнения использовали гербицид с тем же химическим классом действующих веществ (хлорацетанилиды + триазины) – Гардо Голд, СЭ (с-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), который на протяжении длительного времени применяется для защиты кукурузы в норме расхода 3,0–4,0 л/га. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Изучали два срока применения препаратов: до всходов культуры и в фазу 2–3 листьев кукурузы.

Погодные условия весной, на момент посева и начального развития растений кукурузы в 2022 г., характеризовались среднесуточными температурами воздуха ниже нормы и высокой влагообеспеченностью (145–178 % от нормы в мае-июне). В 2023 г. температура воздуха была несколько выше климатической нормы со значительным недостатком выпавших осадков. Их количество составило 61,5 % от нормы в апреле, 8,0 % – в мае и 31,9 % – в июне.

Результаты исследований и их обсуждение.

Довсходовое применение. Учеты и наблюдения, проведенные после химической прополки, показали высокое гербицидное действие препарата Версия, МД против однолетних злаковых и двудольных сорняков. Через месяц после применения гербицида до всходов кукурузы общая засоренность в варианте без гербицида составила 253 и 278 шт./м² массой 998 и 284 грамма в 2022 г. и 2023 г. соответственно. Гербицид Версия, МД в норме расхода 3,0–4,0 л/га предотвращал прорастание мари белой, падалицы рапса, ярутки полевой, горца вьюнкового, подмаренника цепкого, проса куриного и полностью уничтожал звездчатку среднюю, пикульник обыкновенный, фиалку полевую, мятлик полевой. Эффективность гербицида против мари белой составила – 97,0–100 %, подмаренника цепкого – 40–100 %, горца вьюнкового – 71–82 %, проса куриного – 33–100 % в зависимости от нормы внесения и влагообеспеченности в годы проведения исследований. Недостаток почвенной влаги в 2023 году объясняет невысокую эффективность гербицидов против проса куриного. В целом, биологическая эффективность гербицидов Версия, МД и Гардо Голд, МД после довсходового внесения составила по однолетним двудольным сорнякам 91–99 %, по злаковым – 40–100 %, сырая масса сорного ценоза снизилась на 92–97 % (таблица 1).

Применение гербицидов в фазу 2–3 листьев кукурузы. Оценка исходной засоренности посевов кукурузы перед применением гербицидов в фазу 2–3 листьев культуры свидетельствует о распространении в посевах мари белой (до 278 шт./м²), пикульника обыкновенного (до 8 шт./м²), горца вьюнкового (до 12 шт./м²), проса куриного (до 12 шт./м²) и других однолетних сорняков, находящихся в фазе «семядоли – 2 настоящих листа». Общий уровень засоренности перед обработкой посевов в фазу 2–3 листьев культуры составил 54 и 326 шт./м².

Таблица 1. Биологическая эффективность гербицидов в снижении численности однолетнего сорного ценоза в посевах кукурузы на 30-е сутки после довсходового применения, %

Вид сорных растений	Контроль	Версия, МД,		Гардо Голд, МД	
		3 л/га	4 л/га	3 л/га	4 л/га
1	2	3	4	5	6
2022 год					
Всего сорняков	253/998	98/97	99/99	99/99	98/92
В т.ч. двудольных	227	97	99	91	98
<i>преобладающие в ценозе:</i>					
Марь белая	29	100	100	100	96
Подмаренник цепкий	6	100	100	100	100
Пастушья сумка	17	94	100	100	100
Горец вьюнковый	11	81	82	81	91
Звездчатка средняя	26	100	100	100	100
Фиалка полевая	133	100	100	100	98
Окончание таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Злаковых:	26	85	100	90	100
Просо куриное	16	75	100	83	100
Мятлик полевой	10	100	100	100	100
2023 год					
Всего сорняков	278/284	90/97	91/98	90/97	92/97
В т.ч. двудольных	260	94	95	93	96
<i>преобладающие в ценозе:</i>					
Марь белая	206	97	98	98	97
Подмаренник цепкий	10	40	60	60	80
Пикульник обыкновен.	4	100	100	100	100
Горец вьюнковый	14	71	71	57	79
Фиалка полевая	18	100	100	89	100
Злаковых:	20	40	40	50	50
Просо куриное	18	33	33	44	44
Мятлик полевой	2	100	100	100	100

Примечание: в контрольном варианте представлено количество сорняков, шт/м² и сырая масса сорняков, г/м²; в других вариантах – снижение этих показателей, %

Учеты показали, что после химической прополки кукурузы общая засоренность в варианте без гербицида составила 109 и 300 шт/м², а сырая масса 580 и 710 г. Гербицид Версия, МД в норме расхода 3–4 л/га снизил количество мари белой на 97–100 %, подмаренника цепкого – на 83–100 %, пастушья сумки – на 94–100 %, горца вьюнкового – на 60–83 %, пикульника обыкновенного – на 100 %, звездчатки – на 90–100 %, фиалки полевой – на 75–98 %, проса куриного – на 47–100 %, мятлика полевого – на 80–100 %. В целом, биологическая эффективность препарата Версия, МД при применении в фазу 2–3 листьев культуры обеспечила биологическую эффективность по однолетним двудольным сорнякам 95–97 %, по злаковым – 48–86 %. Сырая масса сорного ценоза

снизилась на 95–97 %. Биологическая эффективность эталонного гербицида Гардо Голд, МД в норме расхода 3-4 л/га по числу однолетних сорняков составила 89–98 % и 94–98 % по их массе.

Учет засоренности посевов кукурузы, проведенный перед уборкой, подтвердил, что гербициды Версия, МД и Гардо Голд, МД обеспечивают высокую эффективность по уничтожению однолетних сорняков, как при довсходовом применении, так и при применении их в фазу 2–3 листьев культуры. Это способствовало формированию более высокой урожайности зеленой массы кукурузы относительно контрольного варианта в среднем за годы исследований на 174–214 % при применении гербицидов до всходов культуры и на 217–239 % при применении их в фазу 2–3 листа кукурузы (таблица 3).

Таблица 2. Биологическая эффективность гербицидов при внесении в фазу 2-3 листа кукурузы, %

Вид сорных растений	Контроль	Версия, МД		Гардо Голд, МД	
		3 л/га	4 л/га	3 л/га	4 л/га
2022 год					
Всего сорняков	109/580	94/97	97/95	97/94	97/98
В т.ч. двудольных	94	95	97	97	96
преобладающие в ценозе:					
Марь белая	10	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	3	90	100	100	100
Пастушья сумка	10	94	100	100	100
Горец вьюнковый	6	75	83	83	83
Пикульник обыкновен.	4	100	100	100	100
Звездчатка	10	90	100	100	100
Фиалка полевая	48	96	98	98	98
Злаковых:	15	86	93	86	93
Просо куриное	10	75	100	83	100
Мятлик полевой	10	80	100	80	90
2023 год					
Всего сорняков	300/70	89/96	93/95	89/94	90/94
В т.ч. двудольных	264	95	97	97	95
преобладающие в ценозе:					
Марь белая	224	97	98	98	99
Подмаренник цепкий	12	100	83	83	83
Горец вьюнковый	10	60	80	40	70
Звездчатка	2	100	100	100	100
Фиалка полевая	16	75	88	88	88
Злаковых:	36	48	60	49	38
Просо куриное	34	47	59	47	35
Мятлик полевой	2	100	100	100	100

Примечание: в контрольном варианте представлено количество сорняков, шт/м² и сырая масса сорняков, г/м²; в других вариантах – снижение этих показателей, %

Необходимо отметить, что достоверных различий по влиянию сроков внесения и норм расхода изучаемых гербицидов на урожайность кукурузы, как правило, не отмечалось.

Таблица 3. Хозяйственная эффективность гербицидов при возделывании кукурузы

Гербицид	Норма расхода, л/га	Урожайность зеленой массы, ц/га			Сохранено к контролю	
		2022 г.	2023 г.	среднее	ц/га	%
Довсходовое применение						
Контроль (без гербицида)		148	20	84		
Версия, МД	3,0	250	217	234	150	178
Версия, МД	4,0	262	266	264	180	214
Гардо Голд, МД	3,0	239	221	230	146	174
Гардо Голд, МД	4,0	271	223	247	163	194
Обработка в фазу 2–3 листьев культуры						
Версия, МД	3,0	264	305	285	201	239
Версия, МД	4,0	238	273	256	172	204
Гардо Голд, МД	3,0	241	261	251	167	199
Гардо Голд, МД	4,0	259	274	267	183	217
НСР ₀₅		54	66			

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что биологическая эффективность гербицидов Версия, МД и Гардо Голд, МД при довсходовом внесении составила по однолетним двудольным сорнякам 91–99 %, по злаковым – 40–100 %, а при внесении в фазу 2–3 листьев кукурузы – 95–97 % и 48–86 % соответственно.

Изучаемые гербициды существенно не различались по влиянию на урожайность зеленой массы кукурузы, которая в зависимости от сроков внесения и нормы расхода препаратов находилась в среднем за 2022–2023 гг. в пределах 230–285 ц/га.

Литература

1. Гринько, А. В. Эффективность гербицидов при комплексном засорении кукурузы // Агрономия и лесное хозяйство. – 2015. – С. 53–57.
2. 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.
3. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / под ред. С.В. Сороки. – Минск, 2005. – С. 161–169.
4. Малаканова, В. П. Эффективность химических мер защиты родительских форм кукурузы от сорняков в Краснодарском крае / В. П. Малаканова, Р. В. Ласкин, В. Ю. Пацкан // Кукуруза и сорго. – 2013. – С. 25–28.

5. Кагермазов, А. М. Применение гербицидов на посевах кукурузы как один из факторов получения высоких урожаев / А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 2 (94). – С. 48–53.

6. Современное применение гербицидов для защиты кукурузы – обзор от экспертов / [Электронный ресурс]. – 2004. – № 2. – Режим доступа: <https://news.rambler.ru/diy/48251135-sovremennoe-primeneniye-gerbitsidov-dlya-zaschity-kukuruzu-obzor-ot-ekspertov/> – Дата доступа: 05.05.2025.

7. 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. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: «Колоград», 2016. – Вып. 40. – С. 43–51.

8. Кагермазов, А. М. Экономическая эффективность применения химических средств защиты растений против сорной растительности на посевах кукурузы в предгорной зоне Кабардино-Балкарии / А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов // Известия КБНЦ РАН. – 2019. – № 2. – С. 96–102.

9. 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.

10. Фисюнов, А.В. Сорные растения: Альбом-определитель / А.В. Фисюнов – М.: Колос, 1984. – 320 с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE HERBICIDE VERSIA, OD IN MAIZE CULTIVATION

I.G. Brui, V.V. Kholodinsky, O.V. Klochkova, N.V. Sobolevskaa, F.I. Privalov

The paper presents the results of the research on the efficiency of applying the herbicide Versia, OD (propisochlor, 370 g/l + terbuthylazine, 185 g/l) for protecting maize from annual weeds. It's established that with pre-emergence application of this preparation or at the 2-3 leaf stage, the death of weeds and green mass yield are approximately at the same level as with the application of the herbicide Gardo Gold, OD.

УДК 633.367.2:631.532.027:631.81.338

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

О.В. Клочкова, В.В. Холодинский, кандидаты с.-х. наук

И.Г. Бруй, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,

(Дата поступления статьи в редакцию 05.05.2025)

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

Аннотация. *Представлены результаты изучения эффективности применения защитно-стимулирующих составов на основе микроудобрений и протра-*

вителя Максим XL в технологии возделывания люпина узколистного. Введение в протравитель Максим XL, КС микроудобрения Наноплант Со, Мп, Си, Fe повышало урожайность зерна на в среднем за три года на 13,0 % (3,3 ц/га). Использование в защитном составе микроудобрения Наноплант Мп повышало урожайность в годы исследований на 16,2 % или 4,1 ц/га. Эффективность удобрения Наноплант Си по годам исследований была менее значимой: рост урожайности в среднем за три года составил 10,7 % (2,7 ц/га). Применение Наноплант Со повышало урожайность на 12,3 % или 3,1 ц/га.

Введение. В настоящее время люпин рассматривается не только как источник сбалансированного, легкоусвояемого и экологически чистого белка, но и как фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения [7]. Основной причиной низкой урожайности люпина узколистного является поражение болезнями. Из всего комплекса болезней, встречающихся в посевах люпина узколистного, значительные потери урожая семян происходят из-за поражения его растений и бобов грибными болезнями. Первостепенное значение принадлежит антракнозу (*Colletotrichum lupini* var. *Lupini*), фузариозному увяданию (*Fusarium oxysporum* Schl.) и серой гнили (*Botrytis cinerea* Per.). Распространение данных болезней в посевах люпина не позволяет реализовать его потенциал продуктивности [5]. Ограниченный выбор фунгицидов, разрешенных к применению на узколистном люпине и предназначенных для обработки растений по вегетации, и их невысокая фунгицидная активность способствовали изучению эффективности новых фунгицидов против болезней люпина. Это является важной задачей для сохранения урожайности люпина узколистного, что, в конечном итоге, поможет расширить площади этой ценной культуры.

В системе защиты растений в течение многих лет доминирующим является химический метод. Несмотря на негативное влияние пестицидов на окружающую среду достойной альтернативы ему пока не найдено. Поэтому химики уделяют большое внимание совершенствованию препаративных форм, норм расхода, расширению спектра действия пестицидов. Применение высокоэффективных фунгицидов в период вегетации люпина узколистного позволит значительно сократить поражение растений, бобов патогенными микроорганизмами и в конечном итоге снизить потери урожая семян этой высокобелковой культуры [1].

Условия проведения исследований. Полевые опыты с люпином узколистным проводились в 2012–2014 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Смолевичского района Минской области по интенсивным технологиям возделывания культуры согласно отраслевому регламенту [3].

Технология возделывания предусматривала внесение фосфорных и калийных удобрений осенью под вспашку в дозах 60 и 100 кг/га д.в. соответственно, азотных – в дозе 30 кг/га д.в. под предпосевную культивацию. Посев проводился в оптимальные сроки сеялкой Джон Дир согласно схеме опыта: в 2011 г. – 3

мая, в 2012 г. – 22 апреля, 2013 г. – 6 мая, 2014 г. – 8 апреля. Норма высева 2 млн всхожих семян на гектар. Перед посевом определяли лабораторную всхожесть семян, массу 1000 зерен, проводили фитоэкспертизу и рассчитывали весовую норму высева семян.

В опытах были проведены следующие учеты и наблюдения: определение фаз роста люпина узколистного согласно унифицированному классификатору люпина [9], а также учет основных элементов структуры урожая культуры. Урожайность определяли методом сплошного обмолота поделаяночно комбайном САМПО-130. Убранное зерно пересчитывалось на 100 % чистоту и 14 % влажность. Статистическую обработку проводили по методике Б.А. Доспехова (1985), используя программу «Excel».

Почва на участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH (KCl) 5,9–6,1, содержание подвижного фосфора – 210–276 и обменного калия – 266–294 мг/кг почвы, гумуса – от 2,2 до 2,4 %. Гидролитическая кислотность 1,68–1,80, сумма поглощенных оснований – 7,8–10,1 мг-экв /100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 52,4–58,4 %. Предшественник – озимые зерновые культуры. Учетная площадь делянки 10 м², повторность – 4-х кратная.

Объектом исследований являлись сорта люпина узколистного Першацвет и Миртан.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно отличались от среднееголетних значений, как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

Погодные условия для вегетации люпина 2011 г. преимущественно были благоприятными. Только в первой декаде июня наблюдались засушливые явления – дефицит осадков и превышение среднесуточной температуры над средней многолетней составило 5,6 °С. В третьей декаде июня и первой декаде июля наблюдалось избыточное выпадение осадков. Температура воздуха во второй и третьей декадах июля – на 3,0–4,2 °С превысила среднюю многолетнюю. Высокая температура в сочетании с выпавшими осадками способствовала распространению болезней (антракноза и фузариоза) на растениях люпина узколистного.

Погодные условия 2012 г. значительно отличались от средне-многолетних показателей. В среднем сумма активных температур была выше на 182 °С, а сумма осадков ниже на 32,2 мм. Кроме того, в период интенсивного роста люпина узколистного в мае отмечен значительный недостаток влаги – 6–60 % от нормы, а в июле в период налива зерна в первой и третьей декадах выпало осадков 21 и 15 % от нормы, что снизило урожайность культуры.

2013 г. был более благоприятным для роста и развития люпина узколистного. Суммарное количество осадков за вегетационный период люпина узколистного составило 264,4 мм осадков, что близко к норме, однако сумма активных температур была выше нормы на 226 °С.

Результаты и их обсуждение. Введение в технологию возделывания люпина любых химических средств интенсификации независимо от направления их использования, будь то гербициды, протравители, фунгициды, значительно снижает ростовые процессы у люпина и оказывает негативное влияние на количество и активность клубеньковых бактерий на корнях, угнетая способность культуры накапливать симбиотический азот в ризосфере [8].

Современные технологии позволяют снять или уменьшить вредоносность пестицидов на культуру путем применения регуляторов роста, физиологически активных веществ и микроудобрений. При этом оптимизируется метаболизм растений, начиная с самого раннего гетеротрофного периода питания. Следует отметить, что самым распространенным и дешевым способом повышения адаптационных свойств культуры является использование в защитных составах для протравливания семян и растений стимуляторов роста, микроэлементов и аминокислот [4, 6].

Урожайность зерна люпина узколистного в опыте по изучению микроудобрений по годам исследований составила в среднем 27,0 ц/га. При этом в 2012 г. она равнялась 25,7 ц/га, в 2013 г. – 23,0 ц/га, в 2014 г. – 32,5 ц/га.

В вариантах проведения посева непротравленными семенами (контроль) урожайность зерна в годы исследований была 20,3; 18,6 и 29,4 ц/га соответственно. Обработка семян защитно-стимулирующими составами в среднем за годы исследований позволила получить дополнительно 5,1 ц/га (22,4 %) зерна люпина (рисунок).

Благоприятные условия 2014 г. позволили сформировать наибольший урожай зерна – 32,5 ц/га, а вклад микроудобрений в формирование урожайности в сравнении с менее урожайными годами был наименьшим – прирост урожайности зерна составил 3,9 ц/га (13,3 %) в среднем по опыту. Достоверно повысило урожайность применение удобрений Наноплант Мп – на 7,8 ц/га (25,5 %) и аминокислотного удобрения Фертигрейн Старт – на 3,9 ц/га (12,7 %). Влияние остальных удобрений на формирование урожая находилось в пределах ошибки опыта.

В среднем за три года исследований наибольшую прибавку урожайности относительно контрольного варианта обеспечили защитно-стимулирующие составы на основе протравителя Максим XL и микроудобрения Наноплант Мп – +4,1 ц/га (16,2 %). Примерно равную эффективность показали препараты Наноплант Со и Наноплант комплексный – 3,1–3,3 ц/га. Наноплант Су и аминокислотные удобрения повысили урожайность зерна культуры на 2,7 ц/га или 10,7 %.

Заключение

Обработка семян защитно-стимулирующими составами на основе микроудобрений и протравителя Максим XL позволяет получить дополнительно в среднем 5,1 ц/га зерна люпина (22,4 %). Удобрения на основе аминокислот Террасорб Комплекс и Фертигрейн Старт два года из трех повышали урожай-

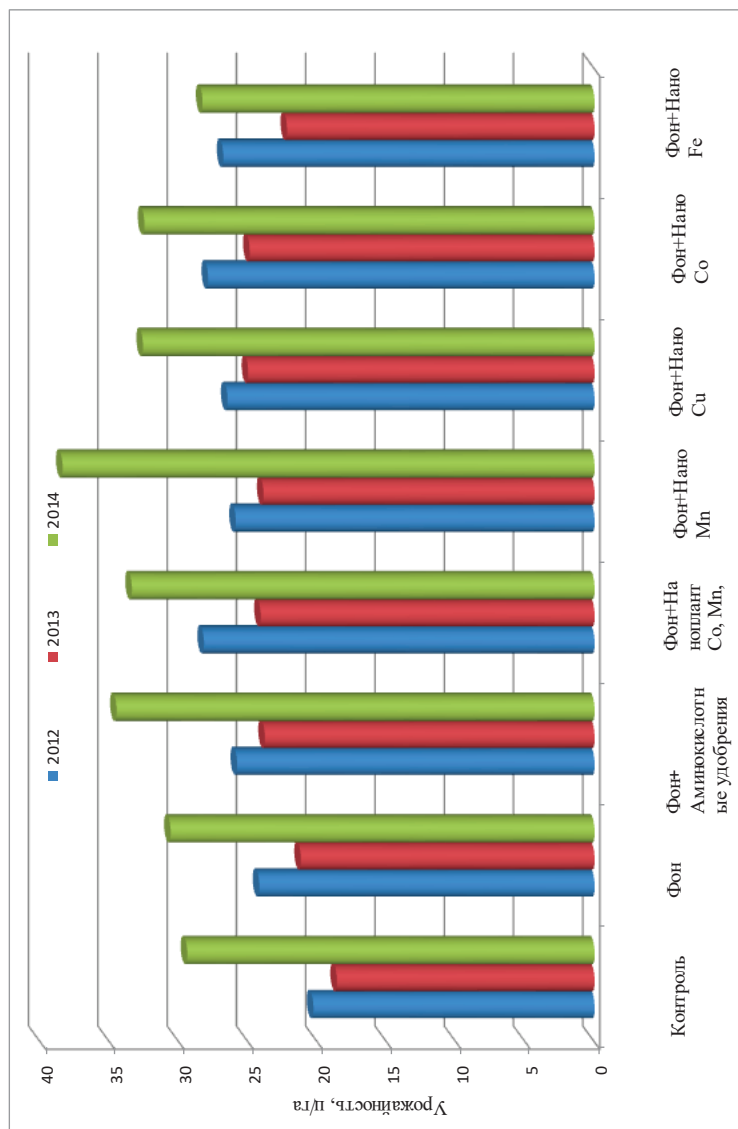


Рисунок. Влияние обработки семян защитно-стимулирующими составами на основе протравителя Максим XL и микроудобрений на урожайность зерна люпина узколистного (среднее за 2012–2014 гг.).

ность люпина узколистного на 12,3-12,7 %, в среднем за годы исследований прибавка к варианту обработки семян протравителем Максим XL, СК составила 10,7 % (2,7 ц/га). Введение в протравитель Максим XL, КС микроудобрения Наноплант Со, Мп, Си, Fe повышало урожайность зерна на 9,2–16,5 %, а в среднем за три года – на 13,0 % (3,3 ц/га). Использование в защитном составе микроудобрения Наноплант Мп повышало урожайность в годы исследований на 7,0–25,5 %, в среднем за три года – на 16,2 % или 4,1 ц/га. Эффективность удобрения Наноплант Си по годам исследований была менее значимой: рост урожайности составил от 6,5 до 17,9 %, в среднем за три года – 10,7 % (2,7 ц/га). Применение Наноплант Со повышало урожайность в годы исследований на 6,2–17,5 %, в среднем за три года на 12,3 % или 3,1 ц/га.

Литература

1. Гаджиева, Г. И. Методические указания по определению зараженности семян люпина антракнозом / Г. И. Гаджиева, Н. С. Гутковская. – НАН Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Институт защиты растений». – Минск, Институт защиты растений, 2013. – 19 с.
2. Грабовская, В. Г. Изучение эффективности фунгицидов против болезней люпина узколистного / В. Г. Грабовская // Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Ветеринария. Зоотехния : сб. науч. ст. по материалам XVI междунар. студ. науч. конф. Гродно, 26 марта, 14 мая, 21 мая 2015 г. / УО Гродненский госуд. аграрн. ун-т. – Гродно, 2015. – С. 77–78.
3. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / НППЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – 2-е изд. – Минск : Беларус. навука, 2013. – С. 174–183.
4. Персикова, Т. Ф. Влияние микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на показатели структуры урожайности люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 37–40.
5. Пимохова, Л. И. Фунгицид нового поколения для защиты посева люпина узколистного / Л. И. Пимохова [и др.] / Научно-производственный журнал Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №3. – С. 134–139.
6. Привалов, Ф. И. Роль микроэлементов в предпосевной подготовке семян / Ф. И. Привалов // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 2. – С. 10–12.
7. Привалов, Ф. И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф.И. Привалов, В.Ч. Шор // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі (серыя аграрных навук). – 2015. – № 2. – С. 47–53.
7. Шор, В. Ч. Зернобобовые культуры. Работа над ошибками / В. Ч. Шор, Н. С. Купцов, Н. А. Базылева // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 26–32.
8. Шор, В. Ч. Люпин узколистый: работаем по шкале ВВСН / В. Ч. Шор, Н. С. Купцов, А. А. Козловский // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 41–48.

COMPARATIVE EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS IN PRE-SOWING TREATMENT OF NARROW-LEAVED LUPINE SEEDS

O.V. Klochkova, V.V. Kholodinsky, I.G. Brui

The paper presents the results of studying the efficiency of using protective and stimulating compositions based on microfertilizers and the Maxim XL protectant in

the cultivation technology of narrow-leaved lupine. The introduction of the Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe microfertilizer into the Maxim XL, SC protectant increased the grain yield by 13.0% (3.3 c/ha) on average over three years. The use of the Nanoplant Mn microfertilizer in the protective composition increased the yield by 16.2% or 4.1 c/ha over the years of the research. The efficiency of the Nanoplant Cu fertilizer over the years of the research was less significant: the yield increase was 10.7% (2.7 c/ha) on average over three years. The use of the Nanoplant Co increased the yield by 12.3% or 3.1 c/ha.

УДК 633.853.494 «324»:631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОРФОРЕГУЛЯТОРОВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

Я. Э. Пилюк, доктор с.-х. наук, **Т.Н. Лукашевич, Е.П. Решетник**, кандидаты с.-х. наук, **А. А. Бородько**, научный сотрудник, **А.В. Шаповалов**, младший научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 22.05.2025)

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению биологической и хозяйственной эффективности морфорегуляторов Сетар, СК; Карамба турбо, ВК; Архитект, СЭ; Баклер, КМЭ; Тилмор, КЭ; Колосаль, КЭ и Рэгги, ВК при возделывании озимого рапса. Установлено, что обработка посевов в фазу стеблевания регуляторами роста снижает высоту растений на 6–14 см (5,6–13 %), высоту ветвления – на 15,8–20,6 см (32,6–42,6 %) и способствует увеличению диаметра корневой шейки на 20,9–30,2 %, что оказало положительное влияние на элементы структуры урожая и обеспечило прибавку урожайности маслосемян рапса озимого 4,5–6,0 ц/га или 12,0–16,0 % по сравнению с вариантом без применения морфорегуляторов.

Введение. Для получения высокой урожайности озимого рапса необходимо соблюдать все технологические приемы его возделывания, а именно: сроки и нормы высева семян, протравливание их инсекто-фунгицидными препаратами, защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей, сбалансированное минеральное питание [1–4].

В настоящее время кроме вышеуказанных агротехнических приемов важную роль в увеличении производства маслосемян озимого рапса играют регуляторы роста растений. Они тормозят вытягивание стебля, способствуют повышению морозо- и зимостойкости растений рапса, уменьшают размер клеток и количество влаги в них и формируют хорошо развитую корневую систему [5–7]. Торможение роста растений рапса идет за счет подавления действия гормо-

нов роста (гиббереллинов и ауксинов). В результате этого растения меньше вытягиваются, образуется более компактная розетка и корневая шейка с большим диаметром. При применении фунгицидов с росторегулирующим эффектом контролируется развитие фомоза, альтернариоза, ложномучнистой росы [8, 9, 5, 6, 10, 11]. Регуляторы роста способствуют изменению архитектоники растений путем снижения их высоты и улучшения освещенности растений в посеве [12, 13, 14].

Изучение морфорегуляторов на посевах озимого рапса требует уточнения эффективности новых препаратов, норм и сроков их применения путем изучения их влияния на рост и развитие растений, величину прибавки урожайности маслосемян и их качества. Указанные вопросы являются весьма актуальными, особенно в связи с расширением посевных площадей рапса в Республике Беларусь.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва опытного поля дерново-подзолистая супесчаная, pH – 6,0–6,14, содержание P_2O_5 – 186–242, K_2O – 225–345 мг/кг почвы, гумуса – 2,02–2,34 %. Технология возделывания озимого рапса на маслосемена – общепринятая для данной зоны. Предшественник рапса озимого – ячмень. Срок сева – 20 августа. Норма высева – 0,8 млн/га всхожих семян.

В опытах изучали следующие морфорегуляторы:

– **фунгициды с росторегулирующим эффектом** – Сетар, СК (дифеноконазол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л); Баклер, КМЭ (тебуконазол, 200 г/л + метконазол, 50 г/л); Тилмор, КЭ (протиоконазол, 80 г/л + тебуконазол, 160 г/л); Колосаль, КЭ (тебуконазол, 250 г/л);

– **регуляторы роста** – Карамба турбо, ВК (мепикват хлорид 210 г/л + метконазол, 30 г/л); Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пираклостробин, 100 г/л + прогексадион-кальция, 25 г/л);

– **ретарданты** – Центрино, ВК (хлормекватхлорид, 750 г/л); Рэгги, ВК (хлормекватхлорид, 750 г/л).

Все морфорегуляторы вносили в фазу стеблевания. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые и лабораторные учеты и анализ растений и маслосемян проводили согласно методике Государственного испытания (1988), методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2007), Методическим указаниям по регистрационным испытаниям регуляторов роста в сельском хозяйстве (2014). Оценку технологических качеств рапса проводили по общепринятым и усовершенствованным методикам: содержание в семенах сырого жира и белка методами Сосклета и инфракрасной спектроскопии, содержание глюкозинолатов – с использованием палладиевого реактива в модификации ВНИИМК (1995, ISO/CD 9167-3), жирнокислотного состава масла – методом газожидкостной хроматографии (ВНИИМК, 1986, ISO 9167-1).

Во время проведения исследований погодные условия различались как по годам, так и по отношению к средним многолетним (рисунки 1, 2). Среднесуточная температура воздуха в августе и сентябре 2019 г. была близкой к норме. Она равнялась соответственно 17,2 и 12,3 °С при норме 17,2 и 11,8 °С. В октябре и ноябре этот показатель превышал норму на 2,7 и 3,2 °С. Осадков за август выпало в 1,6 раза больше нормы. Сентябрь и октябрь были сухими. Осадки составляли 61,1 и 73,8 % от нормы. В итоге осенняя вегетация озимого рапса закончилась примерно на 1 месяц позже среднеемноголетних данных.

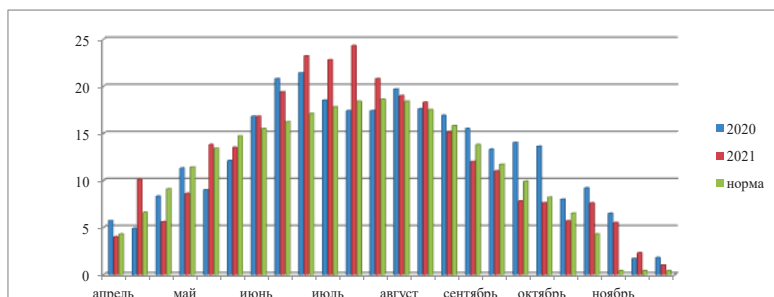


Рисунок 1. Среднесуточная температура воздуха (по данным метеостанции г. Борисов)

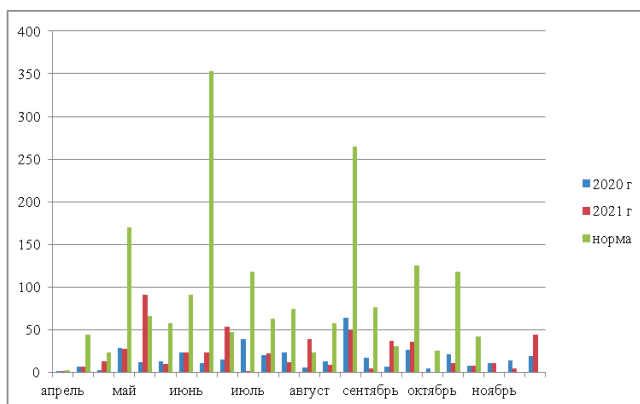


Рисунок 2. Сумма атмосферных осадков (по данным метеостанции г. Борисов)

В течение весенне-летнего периода 2020 г. (апрель-июль) погодные условия характеризовались недостатком влаги. Так, за апрель выпало осадков 22,6, в мае – 94,0, июне – 55,1 и июле – 85,4 % от многолетней нормы. Апрель и июнь были теплыми. Температура в среднем в апреле (6, °С) была близкой к

норме (6,3 °C), а в июне она уже превышала на 3,4 °C. Июль по температуре воздуха и осадкам был близким к среднегодовым значениям. В целом, погодные условия вегетационного периода 2019–2020 гг. были благоприятными для роста и развития озимого рапса.

Осень 2020 г. была очень теплой, температура воздуха за август на 0,9 °C, сентябрь на 2,5 °C и октябрь на 4,0 °C превышала норму. Осадков в этот период выпало на 13,4 % больше, чем по норме. Однако сентябрь и октябрь характеризовались недостатком влаги. Их доля составила 76,6 и 60,9 % от нормы.

В апреле 2021 г. средняя за месяц температура воздуха была близкой к норме – 6,6 °C и 6,7 °C соответственно, в мае на 1,2 °C ниже, в июне на 3,5 °C, а в июле на 4,3 °C выше нормы. Апрель и июнь были сухими. В мае выпавшие осадки составили 225,4 %, июне – 210,2 % от среднегодовой нормы.

В целом, в 2020 г. за 105 дней (период от возобновления вегетации до уборки) накопилось 1463 °C, в 2021 г. за 108 дней – 1740 °C при многолетней норме 1491 °C.

Результаты исследований и их обсуждение. Регуляция ростовых процессов рапса озимого в весенний период усиливает продуктивное ветвление растений, увеличивает число стручков и семян в них, повышает массу 1000 семян, что оказывает положительное влияние на урожайность и качество маслопродукции. Все изучаемые нами препараты при весеннем их применении оказали ингибирующее и стимулирующее действие на элементы архитектуры растений озимого рапса. В среднем за годы исследований на 20 день после внесения морфорегуляторов высота растений снижалась на 6–14 см или 5,6–13,0 %, а высота ветвления на 15,8–20,6 см или 32,6–42,6 %. При этом увеличились длина корня на 7,8–15,6 % и диаметр корневой шейки на 20,9–30,2 % по сравнению с контрольным вариантом без обработки морфорегуляторами (МР) (таблица 1).

Таблица 1. Параметры развития растений озимого рапса на 20 день после внесения морфорегуляторов (среднее за 2020-2021 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Высота растений, см	Высота ветвления, см	Длина корня, см	Диаметр корневой шейки, см
Контроль - без обработки (МР)	-	108	48,4	19,2	1,29
Сетар, СК	0,5	94	30,4	21,3	1,66
Карамба турбо, ВК	0,8	100	28,7	22,2	1,63
Архитект, СЭ + сульфат аммония	1,0+0,6	98	31,6	21,2	1,56
Баклер, КМЭ	0,8	100	27,8	21,7	1,68
Тилмор, КЭ	0,9	102	30,2	21,5	1,60
Колосаль, КЭ +Рэгги, ВК	1,5+0,5	102	29,4	22,1	1,56
Рэгги, ВК	1,75	100	31,4	21,4	1,62
Центрино, ВК	1,75	98	32,6	20,7	1,62

Обработка посевов в фазу стеблевания рапса озимого регуляторами роста фунгицидного действия и фунгицидами с рострегулирующим эффектом обеспечила высокую хозяйственную эффективность (таблица 2).

Таблица 2. Хозяйственная эффективность морфорегуляторов в посевах озимого рапса при их весеннем применении

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю	
		2020 г.	2021 г.	среднее	ц/га	%
Контроль – без обработки (МР)	-	39,2	36,0	37,6	-	-
Сетар, СК	0,5	43,9	41,4	42,6	5,0	13,3
Карамба турбо, ВК	0,8	45,4	38,8	42,1	4,5	12,0
Архитект, СЭ + сульфат аммония	1,0+0,6	45,7	39,0	42,4	4,8	12,8
Баклер, КМЭ	0,8	45,1	40,0	42,6	5,0	13,3
Тилмор	0,9	44,7	40,9	42,8	5,2	13,8
Колосаль, КЭ +Рэгги, ВК	1,5+0,5	45,2	42,1	43,6	6,0	16,0
Рэгги, ВК	1,75	45,0	41,2	43,1	5,5	14,6
Центрино, ВК	1,75	44,4	41,1	42,8	5,2	13,8
НСР ₀₅		2,47	2,12			

Прибавка урожайности маслосемян озимого рапса по отношению к контрольному варианту в среднем за 2 года составила от 4,5 до 6,0 ц/га или от 12,0 до 16,0 % в зависимости от препарата. Разница по урожайности между изучаемыми регуляторами роста составила в среднем 1,5 ц/га или была в пределах ошибки опыта. Так, применение фунгицида с рострегулирующим эффектом Сетар, СК обеспечило урожайность маслосемян в среднем за 2 года 42,6 ц/га, ретарданта Рэгги, ВК – 43,1 ц/га.

Учет элементов структуры урожая озимого рапса показал, что на обработанных МР вариантах число стручков на растении изменялось в пределах от 177 до 187 шт., число семян в стручке – 24,3–24,9 шт., масса 1000 семян – 4,10–4,20 г и превысило контрольный вариант - без обработки (МР) на 8,6-14,7 %, 7,5-10,2 % и 2,5-5,0 %, соответственно (таблица 3).

Наименьшее количество стручков (177 шт.) было на растениях озимого рапса при внесении регулятора роста Архитект, СЭ с сульфатом аммония, а наибольшее (187 шт.) – при внесении препарата Баклер, КМЭ. Морфорегуляторы практически не оказали влияния на показатель «число семян в стручке», которое изменялось в опыте от 24,3 до 24,9 шт. Наибольшая масса 1000 семян (4,2 г) была получена при применении препаратов Тилмор, КЭ и Рэгги, ВК.

Биохимический анализ маслосемян показал, что регуляция ростовых процессов в посевах озимого рапса весной оказывает положительное влияние на качество полученного урожая. В зависимости от применяемых препаратов со-

держание жира в семенах изменялось в пределах от 44,2 до 45,7 %, белка – от 21,6 до 22,8 %, глюкозинолатов – от 0,80 до 0,88 %, тогда как в контрольном варианте – 43,1; 23,0 и 0,93 % соответственно.

Таблица 3. Влияние весеннего применения морфорегуляторов в посевах озимого рапса на элементы структуры урожая (среднее за 2020-2021 гг.)

Вариант	Норма расхода препарата, л/га, кг/га	Число, шт.		Масса 1000 семян, г
		стручков на растении	семян в стручке	
Контроль – без обработки (МР)	-	163	22,6	4,00
Сетар, СК	0,5	182	24,9	4,10
Карамба турбо, ВК	0,8	181	24,8	4,10
Архитект, СЭ + сульфат аммония	1,0+0,6	177	24,3	4,16
Баклер, КМЭ	0,8	187	24,5	4,12
Тилмор, КЭ	0,9	187	24,7	4,20
Колосаль, КЭ + Рэгги, ВК	1,5+0,5	185	24,4	4,14
Рэгги, ВК	1,75	181	24,9	4,20
Центрино, ВК	1,75	179	24,4	4,16

Продуктивность озимого рапса была высокой. Сбор масла в зависимости от вида морфорегулятора составила 17,6–18,8 ц/га, белка – 8,4–9,6 ц/га, что выше варианта без обработки МР соответственно на 13,5–21,3 % и 1,2–15,7 % (таблица 4). Самый высокий сбор масла был получен при внесении ретарданта Центрино, ВК (18,8 ц/га), а белка – баковой смеси препаратов Колосаль, КЭ + Рэгги, ВК (9,6 ц/га).

Таблица 4. Качество маслосемян и продуктивность озимого рапса в зависимости от весеннего применения морфорегуляторов (среднее за 2 года)

Вариант	Норма расхода, л/га, кг/га	Содержание, %			Сбор с 1 га, ц	
		сырого жира	сырого белка	глюкозинолатов	масла	белка
Контроль - без обработки (МР)	-	43,1	23,0	0,93	15,5	8,3
Сетар, СК	0,5	44,2	22,8	0,80	18,8	9,4
Карамба турбо, ВК	0,8	45,4	21,6	0,87	17,6	8,4
Архитект, СЭ + сульфат аммония	1,0+0,6	45,5	22,2	0,88	17,7	8,7
Баклер, КМЭ	0,8	44,2	22,1	0,85	17,7	8,8
Тилмор, КЭ	0,9	44,7	22,1	0,82	18,3	9,0
Колосаль, КЭ + Рэгги, ВК	1,5+0,5	44,4	22,7	0,86	18,7	9,6
Рэгги, ВК	1,75	44,2	22,0	0,87	18,2	9,1
Центрино, ВК	1,75	45,7	21,9	0,84	18,8	9,0
Среднее по РР					18,2	9,0

Выводы

1. Применение регуляторов роста в посевах озимого рапса обеспечило увеличение урожайности маслосемян в среднем за 2 года исследований в зависимости от вида применяемого препарата на 4,5–6,0 ц/га или 12–16 %. По влиянию на величину урожайности маслосемян препараты были практически равноценны.

2. Морфорегуляторы способствовали повышению сбора масла озимого рапса на 17,6–18,8 %, белка – на 8,4–9,6 ц/га, что выше, чем на варианте без обработки соответственно на 13,5–21,3 и 1,2–1,5 %. Самый высокий сбор масла был получен при внесении препарата Центрино, ВК (18,8 ц/га), а белка – Колосаль, КЭ + Регги, ВК (9,6 ц/га).

3. Применение морфорегуляторов оказало ингибирующее влияние на высоту растений, которая снижалась на 5,6–13,0 %, высота ветвления – на 32,6–42,6 %. При этом длина корня увеличивалась на 7,8–15,6 %, а диаметр корневой шейки на 20,9–30,2 %.

4. Все изучаемые препараты способствовали увеличению числа стручков на растении озимого рапса на 8,6–14,7, числа семян в стручке – на 7,5–10,2 %, а массы 1000 семян – на 2,5–5,0 %. Существенного различия по влиянию морфорегуляторов на элементы структуры озимого рапса не наблюдалось.

Литература

1. Шекунова, С. Ф. Рапс: внимание к каждому приему / С. Ф. Шекунова // Наше сель. хоз-во. – 2015. – № 13. – С. 4–10.
2. Пиллюк, Я. Э. Основные приемы возделывания озимого рапса в Беларуси / Я. Э. Пиллюк, В. М. Белявский, С. Г. Яковчик // Ахова раслін. – 2002. – № 4. – С. 11–14.
3. Озимый рапс / Ф. И. Привалов, А. А. Аутко, В. В. Гракун [и др.] // Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.] ; под общ. ред. А. А. Аутко, Ф. И. Привалова. – Минск, 2021. – Гл. 2. – С. 265–362.
4. Шашко, К. Г. О причинах гибели озимых зерновых культур и рапса в 2011 году / К. Г. Шашко, Я. Э. Пиллюк, Ю. К. Шашко // Наше сель. хоз-во. – 2011. – № 7. – С. 32–36.
5. Сердюк, О.А. Сравнительная оценка эффективности препаратов из группы триазолов против склеротиниоза и фомоза на рапсе озимом [Электронный ресурс] / О.А. Сердюк // Сельскохозяйственный журнал. – Режим доступа: [gruppy-triazolov-protiv-sklerotinioza-i-fomoza-na-rapse-ozimom/](#) – Дата доступа: 28.02.2023.
6. Запрудский, А.А. Эффективность применения росторегулятора Сетар, СК в посевах озимого рапса весной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.syngenta.by/novosti/raps/effektivnost-primeneniya-rostoregulyator-setar-sk-v-posevah-ozimogo-rapsa-vesnoy>. – Дата доступа: 17.03.2020.
7. Воробьев, М. Озимый рапс и не только: ТОП-10 рострегулирующих препаратов! [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/ozimyy-raps-i-ne-tolko-10-rostreguliruyushchih-preparatov>. – Дата доступа: 26.05.2023.
8. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края / Л. А. Горлова, В.В. Сердюк, О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2019. – № 8. – С. 76–78.
9. Гаджикурбанов, А. Ш. Влияние препаратов роста на продуктивность сортов озимого рапса в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан / А. Ш. Гаджикурбанов // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2020. – № 4. – С. 9–12.

10. Пивень, В.Т. Снижение вредоносности болезней озимого рапса / В. Т. Пивень, О. А. Сердюк // Масличные культуры : Науч.-технич. бюлл. ВНИИМК. – Краснодар, 2010. – Вып. 2 (144-145). – С. 15-17.

11. Ханько, А.А. Применение регуляторов роста фунгицидного действия на озимом рапсе / А. А. Ханько, Н.С. Колосова, Е. И. Шершенва // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 16-17 февраля 2017 г. / БГСХА. – Горки, 2017. – С. 246-248.

12. Amrein, J. The use of CGA 163935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape / J. Amrein, J. Rufener, M. Quadranti // Brighton Crop Protection Conference, 1989. – Weeds:89-94. – Mode of acces: <https://eurekamag.com/research/001/986/001986299.php>. – Date of access: 29.12.2022.

13. Гаджикурбанов, А. Ш. Продуктивность сортов озимого рапса на фоне применения регуляторов роста / А. Ш. Гаджикурбанов, В. Г. Плющиков // Изв. Дагестанского ГАУ. – 2020. – № 4 (8). – С. 46-50.

14. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О. А. Шаповал [и др.]. – М : ВНИИА, 2009. – 60 с.

EFFICIENCY OF USING MORPHOREGULATORS IN WINTER RAPE DURING THE SPRING PERIOD OF VEGETATION

Ya.E. Piliuk, T.N. Lukashevich, E.P. Reshetnik, A.A. Borodzko, A.V. Shapovalov

The paper presents the results of the research on establishing biological and economic efficiency of the morphoregulators Setar, SC; Caramba turbo, WC; Architekt, SE; Buckler, MEC; Tilmor, EC; Kolosal, EC and Reggy, WC in winter rape cultivation. It's established that crops treatment at the stem formation stage with growth regulators reduces the plant height by 6–14 cm (5.6–13%), the branching height by 15.8–20.6 cm (32.6–42.6%) and contributes to the increase of the root collar diameter by 20.9–30.2%, which has a positive effect on the elements of the yield structure and ensures the increase of winter rape yield by 4.5–6.0 c/ha or 12.0–16.0% compared to the option without the use of morphoregulators.

УДК 633.853.494:631[531.04+84+811.98]:631.559

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА, УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ РАПСА ЯРОВОГО

С.Ю. Храмченко, научный сотрудник, **Я.Э. Пилиук**, доктор с.-х. наук,
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 29.05.2025)

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию различных сроков сева, доз азотных удобрений и регуляторов роста на основные элементы структуры урожайности рапса ярового (число стручков на

растении, число семян в стручке и масса 1000 семян). Установлено, что наибольшее число стручков на растении (154,7–169,3 шт.), число семян в стручке (18,5–20,7 шт.) и массу 1000 семян (4,00–4,27 г) рапс яровой сформировал при первом (раннем) сроке сева и применении регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания в зависимости от уровня азотного питания.

Рапс – перспективная, пластичная культура, с высоким адаптационным потенциалом, которая успешно произрастает на полях республики и за ее пределами. Совершенствование интенсивной технологии возделывания сортов рапса ярового позволяет обеспечивать высокую семенную продуктивность. Важным фактором также является использование современных технологий и методов ухода за посевами, таких как рациональное внесение удобрений и оптимальные сроки сева, защита посевов от сорняков, вредителей, болезней и своевременное внесение регуляторов роста растений, которые улучшают качество «жизни» растений, увеличивают урожайность и облегчают уборку рапса [1, 2]. Формирование урожайности рапса ярового является сложным процессом взаимодействия растений с комплексом факторов окружающей среды. Развитие растений и формирование структуры урожая зависят не только от погодных условий, от генотипа (сорта, гибрида), но и приемов используемой агротехнологии. Важными показателями структуры урожая рапса ярового являются число стручков на растении, число семян в стручке и масса 1000 семян. По мнению многих исследователей, посредством внесения минеральных удобрений можно значительно увеличить число стручков на растении рапса ярового [3, 4]. На конечном этапе созревания этой культуры масса 1000 семян является важнейшим элементом структуры, так как за счет крупности семян может сформироваться более высокий урожай рапса. Урожайность семян рапса ярового зависит от внешних условий, особенно в период цветения – опыления и формирования семян [5].

Целью наших исследований явилось установление влияния регуляторов роста Карамба Турбо и Рэгни на элементы семенной продуктивности рапса ярового (число стручков на растении, число семян в стручке и масса 1000 семян) при различных сроках их применения, а также в зависимости от доз азотных удобрений и сроков сева.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая связно-супесчаная, подстилаемая с глубины более 1 м моренным суглинком. Мощность пахотного горизонта 20–22 см. Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH (KCL) – 5,6–6,0, подвижные формы P_2O_5 – 227–250 мг/кг; K_2O – 341–395 мг/кг почвы (по Кирсанову), гумус (по Тюрину) – 2,50–2,99 %. Объект исследования – рапс яровой сорта Яровит. Предметом исследования были регуляторы роста Карамба Турбо (0,7 л/га), Рэгни (1,2 л/га), которые вносили в фазу 4–6 настоящих листьев культуры (ДК 14–16) или в фазу стеблевания рапса ярового (ДК 31–33), а также при дву-

кратном их применении. Регуляторы роста изучали при трех уровнях азотного питания (N_{60} , N_{120} и N_{120+60}) на фоне $P_{60}K_{120}$ и при трех сроках сева рапса ярового: первый (ранний) – при прогревании почвы на $+5^{\circ}C$ на глубину заделки семян, последующие – спустя 14 дней после предыдущего, согласно схеме опыта, представленной в таблице. Азотные удобрения (N_{60} , N_{120}) вносили в предпосевную культивацию, а дозу азота N_{120+60} вносили дробно: $2/3$ дозы (N_{120}) в предпосевную культивацию и N_{60} в подкормку в фазу стеблевания. Предшественник – яровые зерновые культуры. Учетная площадь делянки – 20 м^2 , повторность 4-х кратная. Норма высева – 1,7 млн всхожих семян на гектар. Технология возделывания рапса ярового на маслосемена – общепринятая для данной зоны [6]. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые и лабораторные учеты и структурный анализ растений проводили согласно методике Государственного испытания [7], методике ВИР [8] и методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [9]. Погодные условия за годы исследований существенно отличались от среднеемноголетних значений и между собой, но в целом были благоприятными для возделывания культуры.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам многолетних исследований установлено, что наибольшее влияние на формирование урожайности маслосемян рапса ярового из изученных технологических приемов возделывания этой культуры оказывают сроки сева, уровень азотного питания и применение регуляторов роста [10].

В среднем за три года исследований установлено, что применение регуляторов роста растений на посевах рапса ярового оказало положительное влияние на элементы семенной продуктивности (число стручков на растении, число семян в стручке и масса 1000 семян) (таблица). Внесение регуляторов роста при первом (раннем) сроке сева рапса ярового способствовало формированию большего числа стручков на растении по отношению к контролю во всех вариантах опыта с внесением азотных удобрений в дозе N_{60} от 141,7 до 154,7 шт., при N_{120} – 153,6–160,3 шт., а при внесении N_{120+60} – 164,5–169,3 шт. в зависимости от препарата и срока его применения, что выше контроля на 4,0–13,5; 4,1–8,6 и 3,0–6,0 % соответственно.

При обработке посевов рапса ярового препаратом Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания число стручков на растении составило 154,7–169,3 шт., что выше контроля на 6,0–13,5 % в зависимости от уровня азотного питания, а в фазу 4–6 настоящих листьев этот показатель был ниже и составил 143,4–165,6 шт. на растение. Внесение препарата Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 настоящих листьев культуры способствовало увеличению числа стручков на растении на 3,0–5,6 % по отношению к контролю и составило 141,7–164,5 шт. в зависимости от уровня азотного питания. При внесении препарата в фазу стеблевания на одном растении рапса ярового формировалось 149,4–166,6 стручков, что было выше контрольного варианта на 4,3–9,6 % соответственно. При двукратном внесении регуляторов роста Карамба Турбо, 0,6 л/га (ДК 14–16) и Рэгги, 0,9 л/га (ДК 31–33) число стручков на растении варьировало от 147,3 до 164,5 шт., превысило

Таблица. Влияние регуляторов роста, сроков сева и уровня азотного питания на основные элементы структуры урожайности рапса ярового (среднее за 2020-2022 гг.)

Вариант	Число стручков на растении, шт.			Число семян в стручке, шт.			Масса 1000 семян, г		
	Срок сева			Срок сева			Срок сева		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
N₆₀P₆₀K₁₂₀									
Контроль	136,3	128,8	118,5	17,2	16,3	15,4	3,61	3,29	2,70
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 14-16)	143,4	136,2	124,7	18,0	17,1	16,0	3,75	3,44	2,89
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 14-16)	141,7	135,3	123,1	18,1	17,2	15,8	3,80	3,42	2,81
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 31-33)	154,7	141,2	131,2	18,5	17,5	16,5	3,81	3,46	2,94
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 31-33)	149,4	139,8	127,4	18,3	17,4	16,3	3,82	3,42	2,82
Карамба Турбо 0,6 л/га (ДК 14-16) + Рэгги 0,9 л/га (ДК 31-33)	147,3	138,1	125,2	18,1	17,5	16,1	3,82	3,45	2,88
N₁₂₀P₆₀K₁₂₀									
Контроль	147,6	139,1	126,4	18,0	17,1	16,0	3,76	3,49	3,00
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 14-16)	153,6	143,3	133,5	18,6	17,8	16,7	3,89	3,65	3,15
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 14-16)	155,8	143,4	130,8	19,0	17,7	16,5	3,96	3,65	3,12
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 31-33)	160,3	146,5	137,8	19,3	18,1	17,3	4,00	3,66	3,22
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 31-33)	158,5	145,5	135,2	19,1	18,1	17,1	3,99	3,59	3,20
Карамба Турбо 0,6 л/га (ДК 14-16)+ Рэгги 0,9 л/га (ДК 31-33)	156,9	142,6	133,4	19,0	17,9	16,9	3,92	3,56	3,16
N₍₁₂₀₊₆₀₎ P₆₀K₁₂₀									
Контроль	159,7	147,2	125,6	19,1	17,9	16,8	4,01	3,68	3,07
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 14-16)	165,6	152,8	133,6	20,0	18,6	17,6	4,18	3,85	3,23
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 14-16)	164,5	151,9	132,4	19,9	18,5	17,3	4,15	3,83	3,21
Карамба Турбо, 0,7 л/га (ДК 31-33)	169,3	160,0	136,5	20,7	18,8	18,0	4,27	3,93	3,33
Рэгги, 1,2 л/га (ДК 31-33)	166,6	153,5	134,3	20,5	18,5	17,6	4,19	3,86	3,25
Карамба Турбо 0,6 л/га (ДК 14-16)+ Рэгги 0,9 л/га (ДК 31-33)	164,5	153,6	132,4	20,2	18,9	17,5	4,20	3,81	3,23

контроль на 3,0–8,1 % и существенно изменялось от уровня азотного питания. Наибольшее число стручков на растении в среднем за три года исследований рапс яровой сформировал при первом (раннем) сроке сева и применении регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания на всех уровнях азотного питания: 154,7 шт. (N₆₀), 160,3 шт. (N₁₂₀) и 169,3 шт. (N₁₂₀₊₆₀), что было выше контрольного варианта на 13,5; 8,6 и 6,0 % соответственно. Увеличение

доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120+60} способствовало росту числа стручков на растении. Так, в среднем по вариантам, обработанным регуляторами роста, число стручков составило при внесении азотных удобрений N_{60} 147,3 шт., N_{120} – 157,0 шт. и N_{120+60} – 166,1 шт. (что выше на 6,6 % и 12,8 % по отношению к N_{60}).

При посеве рапса ярового через 14 дней после оптимального срока сева число стручков на растении снижалось по отношению к первому сроку сева на 6,2–8,1 %, и в среднем в вариантах с обработкой регуляторами роста оно составило 138,1–154,4 шт. в зависимости от уровня азотного питания. Применение регуляторов роста на посевах второго срока сева рапса ярового во всех вариантах опыта способствовало увеличению числа стручков на растении по отношению к контролю: при внесении N_{60} от 135,3 до 141,2 шт., при N_{120} – 142,6–146,5 шт., а при N_{120+60} – 151,9–160,0 шт. в зависимости от препарата и срока, что выше контроля на 5,0–9,6; 2,5–5,3 и 3,2–8,7 % соответственно.

При внесении препарата Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания число стручков на растении составило 141,2 шт. при дозе азотных удобрений N_{60} , при N_{120} – 146,5 шт., а при N_{120+60} – 160,0 шт., что выше контроля на 9,6; 5,3 и 8,7 %, соответственно. В варианте с применением Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу 4–6 настоящих листьев число стручков было ниже и составило 136,2 шт. (N_{60}), 143,3 шт. (N_{120}) и 152,8 шт. (N_{120+60}), превысило контрольный вариант на 5,7; 3,0 и 3,8 %, соответственно. Число стручков на растении в варианте с внесением препарата Рэгги (1,2 л/га) в фазу стеблевания составило 139,8–153,5 шт., что было выше контроля на 4,3–8,5 % в зависимости от уровня азотного питания. При применении Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 настоящих листьев рапса ярового показатель «число стручков на растении» изменялся от 135,3 до 151,9 шт. (+3,1–5,0 % к контролю). При двукратном применении регуляторов роста Карамба Турбо, 0,6 л/га (ДК 14–16) и Рэгги, 0,9 л/га (ДК 31–33) число стручков на растении составило 138,1 шт. при внесении N_{60} , при N_{120} – 142,6 шт., а при внесении N_{120+60} – 153,6 шт., что выше контрольного варианта на 7,2; 2,5 и 4,3 % соответственно. Максимальное число стручков на растении при втором сроке сева было получено в варианте с внесением регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания на всех уровнях азотного питания: 141,2 шт. (N_{60}), 146,5 шт. (N_{120}) и 160,0 шт. (N_{120+60}). Увеличение доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120+60} при втором сроке сева также способствовало росту числа стручков на растении. Так, в среднем по вариантам, обработанным регуляторами роста, число стручков составило при внесении азотных удобрений N_{60} 138,1 шт., N_{120} – 144,3 шт. и N_{120+60} – 154,4 шт., что выше на 4,5 и 11,8 % по отношению к варианту N_{60} .

При посеве рапса ярового через 28 дней после наступления оптимальных сроков сева число стручков на растении было существенно ниже по сравнению с ранним сроком сева. Так, в среднем на обработанных регуляторами роста вариантах число стручков при внесении азотных удобрений N_{60} составило 126,3 шт., при N_{120} – 134,1 шт., при N_{120+60} – 133,8 шт., что ниже соответственно на

14,3 %; 14,6 % и 19,4 % по сравнению с первым (ранним) сроком сева. Установлено, что при третьем сроке сева наибольшее число стручков на растении (137,8 шт.) было сформировано в варианте с использованием регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания (ДК 31-33) при внесении 120 кг/га азота. Установлено, что при более высоком уровне азотного питания (N_{120+60}) при позднем (майском) сроке сева число стручков на растении снижалось, что связано с полеганием культуры [11] в фазу цветения и, как следствие, – частичная гибель цветков и завязи в период цветения и плодообразования. Внесение азотных удобрений в дозе N_{120+60} в посевах рапса ярового было эффективным только на ранних сроках сева.

Число семян в стручке зависело в основном от срока сева и уровня азотного питания. В наших опытах при первом сроке сева семян в стручке насчитывалось от 18,0 до 20,7 шт., при втором сроке сева – от 17,1 до 18,9 шт., при третьем – от 15,8 до 18,0 шт. в зависимости от регулятора роста и срока его внесения, а также от уровня азотного питания. Максимальное число семян в стручке было получено при раннем (апрельском) сроке сева рапса ярового и внесении препарата Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания и составило 18,5 шт. при внесении N_{60} , при N_{120} – 19,3 шт., а при внесении N_{120+60} – 20,7 шт., что выше контроля на 7,6; 7,2 и 8,4 % соответственно. При позднем сроке сева число семян в стручке значительно снижалось по отношению к раннему сроку сева. Так, в среднем по вариантам, обработанным регуляторами роста, число семян в стручке составило при внесении азотных удобрений N_{60} 16,1 шт., N_{120} – 16,9 шт. и N_{120+60} – 17,6 шт., что ниже соответственно на 11,5 %; 11,1 % и 13,3 % по сравнению с первым (ранним) сроком сева.

При изучении влияния регуляторов роста на массу 1000 семян рапса ярового установлено, что наибольшее влияние на этот показатель оказали сроки сева и уровень азотного питания. Так, наибольшая масса 1000 семян рапса ярового была сформирована при первом (раннем) сроке сева и составила от 3,75 до 3,82 г при внесении N_{60} , при N_{120} – 3,89–4,00 г, а при внесении N_{120+60} – 4,15–4,27 г в зависимости от препарата и срока его внесения. Максимальная масса 1000 семян была получена при первом (апрельском) сроке сева рапса ярового и при применении препарата Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания и составила 4,00 г с внесением азотных удобрений в дозе N_{120} и при N_{120+60} – 4,27 г, что выше контроля на 6,4 и 6,5 % соответственно.

Увеличение доз азотных удобрений с N_{60} до N_{120} и N_{120+60} способствовало росту массы 1000 семян. Так, в среднем по вариантам опыта с применением регуляторов роста масса 1000 семян составила при внесении азотных удобрений в дозе N_{60} 3,80 г, N_{120} – 3,95 г и N_{120+60} – 4,20 г (что выше на 3,9 и 10,5 % по отношению к N_{60}).

При втором сроке сева масса 1000 семян была ниже и составила 3,42–3,93 г в зависимости от регулятора роста и срока его внесения, а также уровня азотного питания. Увеличение доз азотных удобрений также способствовало увеличению массы 1000 семян у рапса ярового. Наибольшим этот показатель был в ва-

рианте с внесением Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания на всех уровнях азотного питания и составил 3,46 г (N_{60}), 3,66 г (N_{120}) и 3,93 г (N_{120+60}).

Исследованиями установлено, что при третьем (позднем) сроке сева происходит достоверное снижение массы 1000 семян по отношению к первому (раннему) сроку на 24,5 % (N_{60}), 19,7 % (N_{120}) и 22,6 % (N_{120+60}) в среднем по всем обработанным регуляторами роста вариантам опыта. Максимальная масса 1000 семян при третьем сроке сева была получена в варианте с внесением препарата Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания и изменялась от 2,94 до 3,33 г в зависимости от уровня азотного питания.

Выводы

1. В результате исследований по изучению влияния различных сроков сева, доз азотных удобрений и применения регуляторов роста на основные элементы структуры урожайности рапса ярового установлено, что наибольшее число стручков на растении (154,7–169,3 шт.), число семян в стручке (18,5–20,7 шт.) и массу 1000 семян (4,00–4,27 г) рапс яровой сформировал в зависимости от уровня азотного питания при первом (раннем) сроке сева и при применении регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания.

2. Увеличение доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120} и N_{120+60} в среднем по всем вариантам опыта, обработанным регуляторами роста, при первом (раннем) сроке сева обеспечило увеличение массы 1000 семян на 3,9–10,5 %, числа семян в стручке на 4,4–11,5 % и числа стручков на растении на 6,6–12,8 % по отношению к уровню азотного питания в дозе N_{60} . Внесение азотных удобрений в дозе N_{120+60} на посевах рапса ярового способствовало увеличению числа стручков на растении только на ранних сроках сева культуры.

3. При третьем сроке сева наибольшее число стручков на растении (137,8 шт.) было сформировано в варианте с применением регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания (ДК 31–33) и при внесении 120 кг/га азота. При этом число семян в стручке в среднем по всем вариантам с внесением регуляторов роста существенно снижалось (на 11,1–13,3 %) по отношению к раннему сроку сева в зависимости от уровня азотного питания. Исследованиями установлено достоверное снижение массы 1000 семян при третьем (позднем) сроке сева по отношению к первому (раннему) сроку на 24,5 % (N_{60}), 19,7 % (N_{120}) и 22,6 % (N_{120+60}) в среднем по всем обработанным регуляторами роста вариантам опыта.

Литература

1. Сухочева, Н. А. Совершенствование управления эффективностью производства масличных культур : монография / Н. А. Сухочева, Т. И. Грудкина. – Орел : ОрелГАУ, 2022. – 187 с. – С. 40.
2. Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси : дис. ... д-ра с.-х. наук в виде науч. докл. : 06.01.05 ; 06.01.09 / Я. Э. Пилюк. – Жодино, 2021. – 80 с.

3. Кшникаткина, А. Н. Агроэкологическое изучение масличных культур семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья / А. Н. Кшникаткина, Т. Я. Прахова, А. П. Крылов // Нива Поволжья. – 2018. – №1 (46). – С. 54-60.

4. Байкалова, Л. П. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на элементы структуры и урожайность ярового рапса / Л. П. Байкалова, А. В. Бобровский, А. А. Крючков // Вестник КрасГАУ. – 2020. – №3 (156). – С. 3-10.

5. Korenko M., Matussekova E., Bulgakov V., Kurylo V. Formation of crop yields of energy crops depending on the soil and weather conditions formation of crop yields of energy crops depending on the soil and weather conditions // J. Acta technolog-ica agriculturae. – 2021. – № 1. – С. 41-47

6. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; рук. Разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 380-396.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. – М., 1988. – 121 с.

8. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур / ВИР – СПб., 1976. – 23 с.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов /. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 105 с.

10. Влияние сроков сева, доз азотных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество маслосемян рапса ярового / Я. Э. Пилук, С. Ю. Храмченко, Т. Н. Лукашевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2023. – Вып. 59. – С. 162–170.

11. Храмченко, С. Ю. Морфологические показатели растений и устойчивость к полеганию рапса ярового в зависимости от регуляторов роста, сроков сева и доз азотных удобрений / С. Ю. Храмченко, Я. Э. Пилук // Земледелие и растениеводство. – 2025. – № 1(155). – С. 17–21.

INFLUENCE OF SOWING DATES, NITROGEN NUTRITION LEVEL AND GROWTH REGULATORS ON THE BASIC ELEMENTS OF SPRING RAPE YIELD STRUCTURE

S.Yu. Khramchenko, Ya.E. Piliuk

The paper demonstrates the results of the research on the influence of different sowing dates, doses of nitrogen fertilizers and growth regulators on the basic elements of the yield structure of spring rape (the number of pods per plant, the number of seeds per pod and the 1000-grain weight). It's established that spring rape forms the greatest number of pods per plant (154.7–169.3 pcs.), the number of seeds per pod (18.5–20.7 pcs.) and the 1000-grain weight (4.00–4.27 g) at the first (early) sowing date and with the application of the growth regulator Caramba Turbo (0.7 l/ha) at the stem formation stage, depending on the level of nitrogen nutrition.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДА ОСКАР, КЭ НА ПОСЕВАХ РАПСА ОЗИМОГО

И.Г. Бруй, доктор с.-х. наук, **В.В. Холодинский**, кандидат с.-х. наук,
К.С. Шанбанович, **А.Н. Титова**

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 2.05.2025)

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

Аннотация. В статье приведены данные исследований биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Оскар, КЭ на рапсе озимом против альтернариоза. Установлено, что степень поражения растений рапса озимого альтернариозом зависит от влагообеспеченности в период вегетации от 1,2 до 23,4 % в годы с недостатком осадков до 17,9–42,4 % при достаточном и избыточном увлажнении. Фунгицид Оскар, КЭ способствовал снижению развития альтернариоза на стручках на 81,5–90,7 % и сохранению урожайности маслосемян в среднем на 14,0–20,0 %.

Введение. Существует большое количество методов по защите растений от негативного воздействия факторов внешней среды. К ним можно отнести несколько категорий: химические, агротехнические, биологические и комбинированные. В данной статье раскрыта тема роли фунгицидов в защите растений, относящихся к химическому методу защиты, который подразумевает обработку растений химическими средствами.

Под химическими средствами защиты растений понимают действующие и вспомогательные вещества, входящие в химический препарат для защиты растений или их продуктов.

Основные группы химических соединений: инсектициды – препараты в борьбе с вредителями, гербициды – препараты в борьбе сорной растительностью и фунгициды – химические средства в борьбе с болезнями растений [1]. Защита растений от заболеваний с помощью фунгицидов помогает сохранить урожайность и улучшить качество продукции.

Фунгициды подразделяют на две группы – защитные и лечащие (системные). Защитные препараты предназначены для предупреждения заражения растений болезнями и не могут вылечить уже заболевшее растение. Данный тип препаратов локализуется на поверхности в местах попадания на растение. Они поражают в основном репродуктивные органы грибов и предотвращают заражение. Защитные фунгициды могут быть контактными и системными. Защитные системные препараты проникают в растение или могут быть усвоены им в безопасных концентрациях и предотвращают поражение частей, удаленных от мест нанесения препарата. Лечащие препараты обладают способностью унич-

тожать фитопатогены, которые уже проникли в растение. Лечащие контактные препараты не могут передвигаться по растению, так как обладают только местным проникающим действием. Они подавляют и репродуктивные, и вегетативные органы гриба. Лечащие системные фунгициды обладают способностью проникать в растения или усваиваться ими, передвигаться из корней в стебли и листья, уничтожая фитопатогенные грибы, живущие в тканях растений.

Фунгициды в зависимости от назначения можно разделить на три группы: для обработки вегетирующих растений, для протравливания семенного и посадочного материала и для обработки почвы [2].

Одним из эффективных фунгицидов, используемых по вегетации и, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, является препарат Оскар, КЭ – комбинированный фунгицид для защиты зерновых, бобовых и масличных культур от комплекса заболеваний с выраженным физиологическим эффектом. Комбинация метаболически стабильного пираклостробина, 125 г/л (контактные свойства) и подвижного тебуконазола 125 г/л (системные свойства) обеспечивает комплексную защиту растений на всех этапах патогенеза [3]. Пираклостробин относится к группе соединений, известных как стробилурины, относящихся к полусинтетическим аналогам природных антибиотиков, выделенных из грибов рода *Strobilurus*. Он действует как ингибитор митохондриального дыхания у грибов-патогенов, блокирует перенос электронов в цикле Кребса, что приводит к нарушению энергетического обмена и гибели патогена. Основные преимущества этого механизма включают высокую специфичность и низкий риск токсичности для неклоточных организмов [5]. Тебуконазол относится к триазолам третьего поколения с широким диапазоном системного действия и широко используется в качестве составного компонента комбинированных препаратов для обработки вегетирующих растений зерновых злаков и рапса для профилактических обработок и на ранних стадиях развития болезней [4].

Цель исследований – изучение эффективности фунгицида Оскар, КЭ в контроле болезней рапса озимого, наносящих значительный экономический ущерб. Альтернативой относят к наиболее широко распространенному и вредоносному заболеванию этой культуры [6]. Возбудители болезни поражают растения рапса озимого на всех стадиях вегетации от 4–7 листьев осенью до фазы созревания. Причем, устойчивых или толерантных к альтернативизму сортов и гибридов пока не создано [7].

Материалы и методика. В 2022–2024 гг. на полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проводил исследования по оценке биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Оскар, КЭ, ООО ЗемелякОФФ на посевах рапса озимого сорта Буян (2022 г.), гибрида Сафер (2023 г.), сорта Николай (2024 г.).

Пахотный горизонт опытных полей характеризовался реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной (рН – 5,5–5,7), содержанием подвижного фосфора от 165 до 344 мг/кг, обменного калия – от 220 до 450 мг/кг почвы, гумуса

от 1,8 до 2,2 %. Агротехника возделывания – согласно отраслевому регламенту на фоне минерального питания $N_{160}P_{40}K_{120}$.

Учеты степени поражения рапса озимого болезнями осуществляли в динамике по общепринятым методикам [8, 9].

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показывают, что степень поражения растений рапса озимого альтернариозом зависит от погодных условий. Так, развитие альтернариоза в условиях недостатка осадков в 2023 г. находилось на депрессивном уровне (1,2–5,6 %) до фазы развития семян в стручках (ВВСН 78). И только после прошедшего дождя отмечено увеличение поражения растений. Развитие альтернариоза на стручках в фазу спелости (ВВСН 84–86) оценивалось в 23,4 %. В 2022 г. и 2024 г. метеорологические условия в период весенне-летней вегетации, характеризовавшиеся осадками в апреле – мае выше нормы способствовали появлению первых признаков альтернариоза на листьях уже в начале цветения. К середине цветения развитие болезни листьев составило 3,8–17,9 %, интенсивно нарастая к фазе спелости – R = 34,7–42,4 % (рисунок 1).

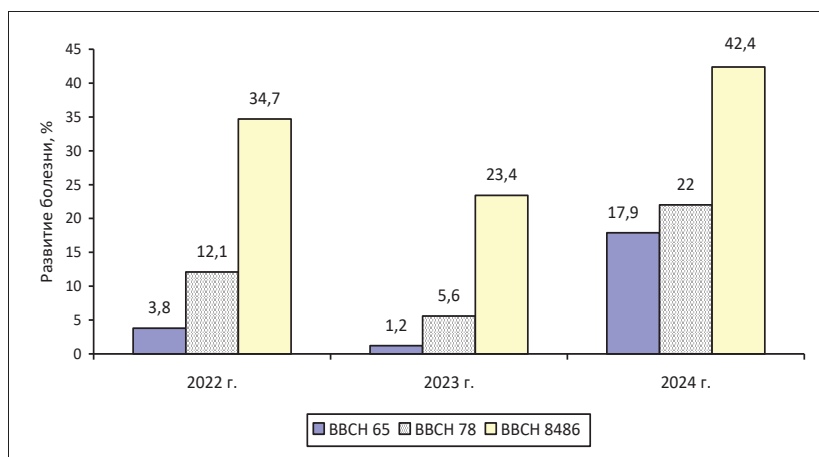


Рисунок 1. Развитие альтернариоза в посевах рапса озимого, %

Обработка посевов рапса озимого фунгицидом Оскар, КЭ в середине цветения в норме расхода 0,8 и 1,2 л/га обеспечила высокую эффективность по снижению развития болезни: в 2022 г. биологическая эффективность фунгицида составила 81,5–90,7 % при развитии (R) в контроле 34,7 %, в 2023 г. – 85,9–82,0 % при R в контроле 23,4 %, в 2024 г. – 79,3–88,9 %, при R в контроле 42,4 % (рисунок 2).

Высокая степень подавления грибной инфекции фунгицидом Оскар, КЭ позволила сохранить урожайность маслосемян значительно выше варианта, где не применяли фунгициды в период цветения рапса (контроль) (таблица 1).

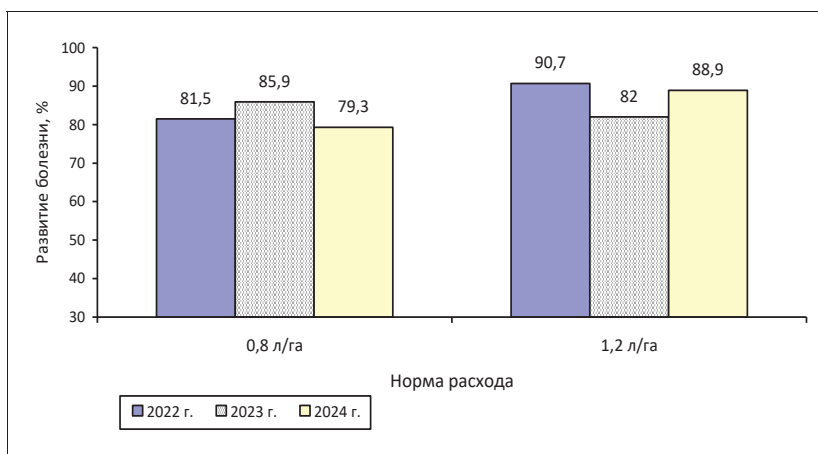


Рисунок 2. Биологическая эффективность фунгицида Оскар, КЭ в снижении развития альтернариоза на стручках рапса озимого, %

Таблица 1. Влияние фунгицида Оскар, КЭ на урожайность маслосемян рапса озимого, ц/га

Год исследований	Контроль	Оскар, 0,8 л/га	Оскар, 1,2 л/га	НСР ₀₅
2022 г.	20,7	23,2	26,8	<i>2,1</i>
± к контролю, ц/га / %		2,5 / 12,1	6,1 / 29,4	
2023 г.	31,5	35,2	35,7	<i>2,9</i>
± к контролю, ц/га / %		3,6/ 11,4	4,1 / 13,0	
2024 г.	33,3	39,1	40,2	<i>3,4</i>
± к контролю, ц/га / %		5,8/ 17,4	6,9/ 20,7	
Среднее	28,5	32,5	34,2	
± к контролю, ц/га / %		4,0 / 14,0	5,7 / 20,0	

Использование препарата Оскар, КЭ в норме расхода 0,8 л/га сохраняло от 11,4 до 17,4 % урожайности (2,5–5,8 ц/га). Повышение нормы расхода до 1,2 л/га позволило сохранять от 13,0 до 29,4 % (4,1–6,1 ц/га) урожайности маслосемян рапса озимого. В среднем за 2022–2024 гг. сохраненная урожайность составила 14,0–20,0 %.

Выводы

Фунгицид Оскар, КЭ (пираклостробин, 125 г/л, тебуконазол, 125 г/л), обеспечивает эффективную защиту рапса озимого от альтернариоза на стручках

на уровне 79,3–90,7 % при развитии болезни в контроле 23,4–42,4 %, что позволяет сохранять дополнительно до 11,4–17,4 % урожайности маслосемян.

Литература

1. Дубовицкая, Л. К. Химические средства защиты растений: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и самостоятельной работы / сост. Л. К. Дубовицкая, Т. П. Колесникова, С. В. Стокоз. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. – С. 4.
2. Миренков, Ю. А. Химическая защита растений. Курс лекций: учебно-методическое пособие / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 7.
3. АгроСервер.ру – информационная поддержка сельского хозяйства и пищевой промышленности [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа <https://agroserver.ru/b/fungitsid-oskar-tebukonazol-piraklostrobin-1862076.htm>. – Дата доступа: 19.05.2025.
4. Crop Science [Электронный ресурс] / Россия, 2025. – Режим доступа <https://www.cropscience.bayer.ru/tebukonazole>. – Дата доступа: 21.05.2025.
5. Пиракlostробин / К.И. Малич [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа <https://malich.tech/articles/piraklostrobin/>. – Дата доступа: 28.05.2025.
6. Лешкевич, Н. В. Биологические пороги вредоносности альтернариоза в посевах озимого рапса в условиях Республики Беларусь / Н. В. Лешкевич // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 43–46.
7. Лешкевич, Н. В. Влияние гидротермических условий на развитие альтернариоза в посевах озимого рапса / Н. В. Лешкевич // Защита растений: сб. науч. тр. / РНДУП «Институт защиты растений»; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск. – 2022. – № 46. – С. 111–120.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
9. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2022. – 59 с.

EFFICIENCY OF USING THE FUNGICIDE OSCAR, EC TO CONTROL ALTERNARIA BLIGHT ON WINTER RAPE

I.G. Brui, V.V. Kholodinsky, K.S. Shanbanovich, A.N. Titova

The article presents the data of the research on biological and economic efficiency of the fungicide Oscar, EC applied to winter rape against Alternaria blight. It's established that the degree of damage to winter rape caused by alternaria blight depends on moisture supply during the vegetation period from 1.2 to 23.4% for the years with the precipitation up to 17.9–42.4% and with sufficient and excessive moisture. The fungicide Oscar, EC promotes the reduction of alternaria blight development on pods by 81.5–90.7% and saves oil yield by 14.0–20.0% on average.

ВРЕДНОСТЬ ФИТОФАГОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ В БЕЛАРУСИ

С.А. Гайдарова, научный сотрудник, **А.А. Запрудский**, доктор с.-х. наук,
Д.Ф. Привалов, кандидат с.-х. наук, **А.М. Яковенко**, кандидат с.-х. наук
(Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2025)

Рецензент: Якимович Е.А., кандидат с.-х. наук

Аннотация. Выявлено, что в посевах озимой сурепицы доминантными вредителями являлись стеблевой капустный скрытнохоботник, рапсовый цветоед и семенной скрытнохоботник. В зависимости от погодных условий при увеличении численности стеблевого капустного скрытнохоботника на 1 имаго/м² потери урожая семян культуры составили 0,21–0,35 ц/га, при увеличении численности рапсового цветоеда на 1 имаго/растение – 0,49–0,60 ц/га, а семенного скрытнохоботника на 1 имаго/м² – 0,41–0,59 ц/га. С учетом уровня планируемого урожая при применении инсектицидов из различных химических групп ЭПВ стеблевого капустного скрытнохоботника составил 6,8–10,1 имаго/м², рапсового цветоеда – 2,5–5,9 имаго/растение, семенного скрытнохоботника 2,0–5,2 имаго/м².

Введение. В Республике Беларусь в последние годы особое внимание стало уделяться озимой сурепице (*Brassica campestris* var. *oleifera*.), семена которой используются в различных отраслях промышленности. Культура обладает скороспелостью и холодостойкостью, менее требовательна к плодородию почвы, но более устойчива к неблагоприятным условиям перезимовки, чем озимый рапс [1, 2, 3, 4, 5]. В связи с этим альтернативной культурой озимому рапсу, особенно в северных регионах республики, является озимая сурепица [2, 3].

Почвенно-климатические условия Беларуси весьма благоприятны для возделывания озимой сурепицы, однако дальнейшее расширение посевных площадей и получение высокой и стабильной урожайности маслосемян требует разработки технологии защиты культуры от вредных организмов, в частности, от фитофагов. Вместе с тем, одним из сдерживающих факторов реализации продуктивного потенциала озимой сурепицы является ежегодное ухудшение энтомологической обстановки в посевах крестоцветных культур на фоне повышенного температурного режима при перезимовке вредителей, высоких сумм эффективных температур в период вегетации, что в совокупности создает оптимальные условия для массового распространения и размножения фитофагов [6].

В условиях Беларуси отсутствуют данные о видовом составе и структуре доминирования вредителей, также не установлены пороги их вредоносности, что, в совокупности, и является целью наших исследований.

Условия и методика исследований. Исследования по изучению видового состава, структуры доминирования фитофагов проводили в 2022–2024 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», в хозяйствах республики, возделывающих озимую сурепицу. Вредоносность стеблевого капустного скрытнохоботника, рапсового цветоеда и семенного скрытнохоботника определялась методом химического контроля, предложенным Л. И. Трепашко [7] и В. И. Танским [8]. В опытах использовали препараты из различных химических групп и механизма действия при различном уровне планируемой урожайности культуры: контактный инсектицид – (альфа-циперметрин, 100 г/л, МК) – 0,15 л/га; системный инсектицид – (тиаклоприд, 480 г/л, СК) – 0,15 л/га; комбинированный двухкомпонентный инсектицид – (ацетамиприд, 25 г/л + эсфенвалерат, 35 г/л, МЭ) – 0,3 л/га; комбинированный трехкомпонентный инсектицид – (альфа-циперметрин, 125 г/л + имидаклоприд, 100 г/л + клотианидин, 50 г/л, СК) – 0,12 л/га.

Технология возделывания культуры – общепринятая для Центральной агроклиматической зоны. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [9]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Ежегодный мониторинг энтомологической ситуации показывает, что в посевах крестоцветных культур встречаются более 20 видов фитофагов, которые повреждают растения на протяжении всего периода развития. Установлено, что наиболее многочисленными являются отряды жесткокрылые – *Coleoptera* (42,9 %), чешуекрылые – *Lepidoptera* (19,1 %), в меньшем количестве представлены двукрылые – *Diptera* (9,5 %), равнокрылые – *Homoptera*, перепончатокрылые – *Hymenoptera* и полужесткокрылые – *Hemiptera* – 4,8 % соответственно.

В 2022–2024 гг. в посевах озимой сурепицы осенью из всего комплекса вредителей встречались рапсовая блошка с численностью 0,3–0,4 имаго/м² в фазе 4–5 листьев культуры и 0,5–1,0 имаго/м² в фазе 6–8 листьев. В 2022–2023 гг. в фазе 3–4 настоящих листьев культуры отмечалось увеличение численности ложногусениц рапсового пилильщика. В фазе 5–6 настоящих листьев из-за низких показателей среднесуточной температуры воздуха (4,0–4,2 °C) в период исследований насчитывалось 0,9–1,2 особи/растение. При достижении фазы 6–7 листьев культуры наблюдалось снижение численности ложногусениц до 0,1–0,3 особи/растение. В 2024 г. при продолжительном периоде повышенного температурного режима в осенней период отмечалось значительное увеличение количества ложногусениц рапсового пилильщика – 6–8 особей/растение, также отмечался лет бабочки капустной моли (*Plutella xylostella* L.), присутствовали в посевах капустная тля (*Brevicoryne brassicae* L.) и капустная белянка (*Pieris brassicae* L.) [1, 6].

В период весенней вегетации в агроценозе озимой сурепицы доминировали следующие виды фитофагов: стеблевой капустный скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus quadridens* P.), рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F) и се-

менной скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus assimilis* P.). Отмечено, что массовый выход жуков стеблевого капустного скрытнохоботника отмечался в период, когда среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах 12–14 °С. В 2022 г. в южных регионах Беларуси появление фитофага отмечалось в начале апреля, в центральных и северных во второй – третьей декадах апреля. В сложившихся погодных условиях 2023–2024 гг. заселение посевов фитофагом в южных регионах республики отмечено в начале второй декады марта, в центральных – в конце второй декады апреля, северных – в третьей декаде апреля [6].

Появление рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы в 2022 г. отмечалось в фазе «конец стеблевания», в 2023–2024 гг. – в фазе «начало бутонизации». В фазе полной бутонизации в годы исследований численность фитофага составляла 3,3–7,0 имаго/растение. В 2022 г. последующее понижение среднесуточной температуры воздуха до 5–7 °С в фазе «конец бутонизации» обеспечило снижение численности жуков до 1,6 имаго/растение [4, 10, 11].

В 2022–2024 гг. появление имаго семенного скрытнохоботника (*Ceutorrhynchus assimilis* P.) на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах озимой сурепицы отмечалось в фазе полной бутонизации, однако массовое развитие началось в конце бутонизации.

Учитывая, что в посевах озимой сурепицы в период весенней вегетации доминировали такие фитофаги, как стеблевой капустный скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus quadridens* P.), рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.) и семенной скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus assimilis* P.), наши исследования были направлены на установление их вредоносности.

Анализ литературных источников показал, что имаго стеблевого капустного скрытнохоботника незначительно вредят посевам озимого рапса, тогда как личинки, повреждающие внутреннюю часть стебля, способствуют нарушению процессов роста и развития растений и, как следствие, приводят к недобору урожая [12].

В наших исследованиях оценка вредоносности стеблевого капустного скрытнохоботника показала, что опрыскивание растений в фазе стеблевания озимой сурепицы вышеуказанными препаратами, обеспечило снижение поврежденности стеблей до 8,7–9,4 %, тогда как варианте без применения инсектицида она составила 75,3 % (таблица 1). При этом во все годы исследований отмечено влияние поврежденности стеблей на формирование отдельных элементов структуры урожайности, которое выражалось в уменьшении количества стручков на растении, числа семян в стручке и массы 1000 семян при применении инсектицидов. В целом, достоверно сохраненный урожай семян озимой сурепицы в вариантах с применением препаратов составлял 2,0–2,5 ц/га или 17,2–21,1 %.

В ходе исследований были рассчитаны уравнения линейной регрессии, характеризующие зависимость величины потерь урожая от численности имаго стеблевого капустного скрытнохоботника в фазе стеблевания. Согласно прове-

денным расчетам получены коэффициенты вредоносности, которые отражали потери урожая при увеличении численности имаго вредителя на одну особь/м². В 2022 г. при пониженном температурном режиме (-2,4 °С к норме) с достаточным количеством осадков потери урожая были в пределах 0,21 ц/га. При повышенном температурном режиме в апреле 2023–2024 гг. (+1,5–1,8 °С к норме) потери составляли 0,28–0,35 ц/га (таблица 2).

Таблица 1 – Влияние поврежденности стеблевого капустного скрытнохоботника на урожайность семян озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Поврежденность стеблей, %	Число стручков, шт/растение	Число семян в стручке, шт.	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
					ц/га	%
Без применения инсектицида	75,3	86,5	10,0	11,7	–	–
Контактный инсектицид	8,7	91,7	10,7	13,7	2,0	17,2
Системный инсектицид	9,4	92,3	10,8	13,9	2,2	18,9
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	9,4	92,1	10,8	14,0	2,3	19,9
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	8,8	92,5	10,9	14,2	2,5	21,1

Примечание: НСР₀₅ – 2022 г. – 1,4 ц/га, 2023 г. – 1,7 ц/га, 2024 г. – 1,5 ц/га.

Таблица 2 – Влияние температурного режима на вредоносность стеблевого капустного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R ²)	Потери урожая, ц/га	Среднесуточная температура воздуха, °С	
					в апреле	± к норме
2022	$Y = 11,61 - 0,291x$	-0,85	0,72	0,21	4,8	-2,4
2023	$Y = 12,81 - 0,348x$	-0,90	0,81	0,28	8,7	+1,5
2024	$Y = 14,09 - 0,376x$	-0,96	0,93	0,35	9,0	+1,8

Полученные данные позволили рассчитать экономические пороги вредоносности стеблевого капустного скрытнохоботника. Выявлено, что экономический порог вредоносности (ЭПВ) имаго вредителя с учетом различного уровня планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил: контактный инсектицид – *альфа-циперметрин*, 100 г/л, МК (0,15 л/га) – 6,8–8,3 имаго/м²; системный инсектицид – *тиаклоприд*, 480 г/л, СК (0,15 л/га) – 7,2–9,4; комбинированный двухкомпонентный инсектицид – *ацетамиприд*, 25 г/л + *эсфенвалерат*, 35 г/л, МЭ (0,3 л/га) – 8,8–9,6; комбинированный трехкомпонент-

ный инсектицид – *альфа-циперметрин*, 125 г/л + *имidakлоприд*, 100 г/л + *кло-тианидин*, 50 г/л, СК (0,12 л/га) – 9,0–10,1 имаго/м² (таблица 3).

Таблица 3 – Экономические пороги вредоносности стеблевого капустного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Экономические пороги вредоносности (имаго/м ²) при планируемой урожайности		
	10 ц/га	15 ц/га	20 ц/га
Контактный инсектицид	8,3	7,2	6,8
Системный инсектицид	9,4	8,9	7,2
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	9,6	9,0	8,8
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	10,1	9,2	9,0

Оценка вредоносности рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы позволила установить, что при внесении инсектицидов в начале бутонизации культуры численность имаго в варианте без обработки составила 5,7 особей/растение, тогда как в обрабатываемых вариантах – 0,5–0,7 особей/растение (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние численности рапсового цветоеда на урожайность семян озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Численность имаго/растение	Число стручков, шт/растение	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
				ц/га	%
Без применения инсектицида	5,7	75,0	11,2	–	–
Контактный инсектицид	0,7	91,7	13,6	2,4	21,3
Системный инсектицид	0,5	94,3	14,2	3,0	26,7
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	0,5	94,3	14,2	3,0	26,4
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	0,5	94,7	14,3	3,1	27,4

Примечание: НСР₀₅ – 2022 г. – 1,7 ц/га, 2023 г. – 2,2 ц/га, 2024 г. – 2,0 ц/га.

По данным литературных источников, в начале бутонизации озимого рапса жуки рапсового цветоеда питаются пыльцой, тычинками и пестиками в бутонках. Поврежденные бутоны опадают без цветоножки [12]. В наших исследованиях характер повреждения бутонов имаго рапсового цветоеда озимой сурепицы был схож с озимым рапсом. В этой связи при оценке элементов структуры урожайности озимой сурепицы отмечено, что в варианте без применения инсектицида число стручков на растении составляло 75,0 шт. и было ниже на 16,7–19,7 шт/растение по сравнению с обрабатываемыми вариантами (таблица 4).

Отмечено, что достоверно сохраненный урожай семян озимой сурепицы в вариантах с применением инсектицидов из различных химических групп и механизма действия составил 2,4–3,1 ц/га или 21,3–27,4 %.

В результате проведенного статистического анализа, были получены коэффициенты вредоносности, которые отражали потери урожая при увеличении численности имаго рапсового цветоеда на 1 особь/растение. Установлено, что в 2022 г. при среднесуточной температуре воздуха в мае ниже уровня среднеголетних значений ($-2,5^{\circ}\text{C}$ к норме), потери урожая составили 0,49 ц/га (таблица 5). В 2023 г. при температурном режиме, соответствующем норме, снижение урожая семян озимой сурепицы составило 0,56 ц/га. В 2024 г. при среднесуточной температуре воздуха выше нормы на $1,4^{\circ}\text{C}$ потери урожая семян культуры составили 0,60 ц/га.

Таблица 5 – Влияние температурного режима на вредоносность рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R^2)	Потери урожая, ц/га	Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	
					в мае	$\pm$ к норме
2022	$Y = 12,22 - 0,543x$	-0,95	0,90	0,49	10,8	-2,5
2023	$Y = 13,14 - 0,590x$	-0,97	0,95	0,56	13,3	0,0
2024	$Y = 11,16 - 0,651x$	-0,96	0,92	0,60	14,7	+1,4

Выявлено, что ЭПВ имаго рапсового цветоеда с учетом различного уровня планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил: контактный инсектицид – *альфа-циперметрин*, 100 г/л, МК (0,15 л/га) – 2,5–4,3 имаго/растение; системный инсектицид – *тиаклоприд*, 480 г/л, СК (0,15 л/га) – 2,8–4,9; комбинированный двухкомпонентный инсектицид – *ацетамиприд*, 25 г/л + *эсфенвалерат*, 35 г/л, МЭ (0,3 л/га) – 3,2–5,4; комбинированный трехкомпонентный инсектицид – *альфа-циперметрин*, 125 г/л + *имдаклоприд*, 100 г/л + *клотианидин*, 50 г/л, СК (0,12 л/га) – 4,7–5,9 имаго/растение (таблица 6).

Таблица 6 – Экономические пороги вредоносности рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Экономические пороги вредоносности (имаго/растение) при планируемой урожайности		
	10 ц/га	15 ц/га	20 ц/га
Контактный инсектицид	4,3	3,5	2,5
Системный инсектицид	4,9	3,9	2,8
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	5,4	4,6	3,2
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	5,9	5,1	4,7

Оценка вредоносности имаго семенного скрытнохоботника показала, что при опрыскивании посевов в фазе полной бутонизации озимой сурепицы поврежденность стручков составила 12,5–14,3 % при 76,4 % в варианте без применения инсектицида (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние поврежденности семенного скрытнохоботника на урожайность семян озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Поврежденность стручков, %	Число семян в стручке, шт.	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
				ц/га	%
Без применения инсектицида	76,4	8,5	11,0	—	—
Контактный инсектицид	14,3	10,4	13,5	2,5	22,6
Системный инсектицид	13,3	10,6	13,9	2,9	25,9
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	13,0	10,7	14,0	3,0	27,2
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	12,5	10,7	13,9	2,9	26,6

Примечание: НСР₀₅ – 2022 г. – 1,5 ц/га, 2023 г. – 1,8 ц/га, 2024 г. – 1,4 ц/га.

Согласно данным литературных источников, вредоносность семенного скрытнохоботника в посевах озимого рапса заключается в поедании личинками семян внутри стручка, при этом снаружи такие плоды не отличаются от здоровых. Через 3–5 недель питания личинки проделывают в створке стручка отверстие диаметром 0,8 мм и уходят на окукливание в почву [12].

В наших опытах в посевах озимой сурепицы при применении инсектицида в фазе полной бутонизации культуры число семян в стручке составляло 10,4–10,7 шт., что на 1,9–2,2 шт. больше, чем в варианте без обработки. В результате сохраненный урожай семян культуры был на уровне 2,5–3,0 ц/га или 22,6–27,2 % (таблица 7).

Согласно проведенным расчетам, были получены коэффициенты вредоносности, которые отражали потери урожая при увеличении численности имаго семенного скрытнохоботника на 1 особь/м². Выявлено, что при пониженном температурном режиме в мае (–2,5 °С к норме) потери урожая составляли 0,41 ц/га. При показателе температуры воздуха в пределах нормы потери составили 0,49 ц/га, а при температуре выше на 1,4 °С к норме – 0,59 ц/га (таблица 8).

Установлено, что ЭПВ семенного скрытнохоботника с учетом планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил для контактного препарата 2,0–3,9 имаго/м², системного препарата – 2,7–4,3, комбинированного двухкомпонентного – 3,1–4,9, комбинированного трехкомпонентного – 3,5–5,2 имаго/м² (таблица 9).

Таблица 8 – Влияние температурного режима на вредоносность семенного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R ²)	Потери урожая, ц/га	Среднесуточная температура воздуха, °С	
					в мае	± к норме
2022	$Y = 11,04 - 0,471x$	-0,93	0,86	0,41	10,8	-2,5
2023	$Y = 11,61 - 0,537x$	-0,96	0,92	0,49	13,3	0,0
2024	$Y = 12,60 - 0,610x$	-0,98	0,96	0,59	14,7	+1,4

Таблица 9 – Экономические пороги вредоносности семенного скрытнохоботника в посевах озимой сурепицы (среднее за 2022–2024 гг.)

Вариант	Экономические пороги вредоносности (имаго/м ²) при планируемой урожайности		
	10 ц/га	15 ц/га	20 ц/га
Контактный инсектицид	3,9	2,5	2,0
Системный инсектицид	4,3	3,5	2,7
Комбинированный инсектицид двухкомпонентный	4,9	3,7	3,1
Комбинированный инсектицид трехкомпонентный	5,2	4,7	3,5

Заключение

В 2022–2024 гг. в посевах озимой сурепицы доминировали фитофаги в период весенней вегетации: стеблевой капустный скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus quadridens* P.), рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.) и семенной скрытнохоботник (*Ceutorrhynchus assimilis* P.).

Потери урожая семян озимой сурепицы при увеличении численности имаго стеблевого капустного скрытнохоботника на 1 особь/м² при пониженном температурном режиме в апреле (-2,4 °С к норме) составили 0,21 ц/га, при повышенной температуре (+1,5...+1,8 °С к норме) – 0,28–0,35 ц/га. ЭПВ стеблевого капустного скрытнохоботника с учетом различного уровня планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил 6,8–10,1 имаго/м².

Снижение урожая семян озимой сурепицы при увеличении численности имаго рапсового цветоеда 1 особь/растение при среднесуточной температуре воздуха в мае ниже уровня среднесезонных значений (-2,5 °С к норме) составило 0,49 ц/га, при температурном режиме, соответствующем норме, – 0,56 ц/га, а при повышенном на 1,4 °С к норме – 0,60 ц/га. ЭПВ рапсового цветоеда с учетом различного уровня планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил 2,5–5,9 имаго/растение.

При увеличении численности имаго семенного скрытнохоботника на 1 особь/м² при пониженном температурном режиме в мае (–2,5 °С к норме) потери урожая составляли 0,41 ц/га. При показателе температуры воздуха в пределах нормы потери доходили до 0,49 ц/га, а при температуре выше нормы на 1,4 °С – 0,59 ц/га. ЭПВ семенного скрытнохоботника с учетом планируемой урожайности семян озимой сурепицы от 10 до 20 ц/га составил 2,0–5,2 особи/м².

Литература

1. Лешкевич, Н. В. Фитосанитарное состояние и защита озимой сурепицы от вредных организмов / Н. В. Лешкевич, А. А. Запрудский, И. В. Богомолова [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 5. – С. 42–48.
2. Аляпкин, А. В. Эффективность выращивания озимой сурепицы в Полесской зоне / А. В. Аляпкин // Земледелие и защита растений. – 2006. – № 5 (48). – С. 42–44.
3. Рапс и сурепица : (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар, Л. Адам, Г. Власенко [и др.] ; ред.: Д. Шпаар. – 2-е изд., пер. и расш. – М. : [б. и.], 2007. – 320 с.
4. Утеуш, Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – Киев : Наук. думка, 1979. – 228 с.
5. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
6. Гайдарова, С. А. Динамика численности доминантных видов вредителей в агроценозе озимой сурепицы в Беларуси / С. А. Гайдарова, А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. – Вып. 48. – С. 210–217.
7. Трепашко, Л. И. Эколого-экономическое обоснование и разработка системы управления вредоносностью фитофагов в агроценозах зерновых культур : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.11 / Трепашко Людмила Ивановна ; Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Прилуки, 1999. – 40 с.
8. Танский, В. И. Биологические основы вредоносности насекомых / В. И. Танский. – М. : Агропромиздат, 1988. – 182 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Гайдарова, С. А. Оценка эффективности инсектицида Борея НЕО, СК против рапсового цветоеда в посевах озимой сурепицы / С. А. Гайдарова, А. А. Запрудский // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам ХХУП Межд. науч.-практ. конф.: Агрономия. Защита растений (Гродно, 22 марта 2024 г.) / МСХ и продовольствия РБ, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно, 2024. – С. 78–79.
11. Лешкевич, Н. В. Вредные объекты в посевах озимой сурепицы / Н. В. Лешкевич, А. А. Запрудский, С. А. Гайдарова // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2024. – № 9. – С. 24–29.
12. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков : (рекомендации) / С. В. Сорока, А. А. Запрудский, В. В. Агейчик [и др.] ; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Колорград, 2016. – 124 с.

HARMFULNESS OF PHYTOPHAGES IN WINTER CRESS IN BELARUS

S.A. Gaidarova, A.A. Zaprudsky, D.F. Privalov, A.M. Yakovenko

It was identified that the dominant pests in winter cress were cabbage stem weevil, rape blossom beetle and seed weevil. Depending on weather conditions, with increasing the number of cabbage stem weevil by 1 imago/m², the loss of the crop seed yield was 0.21–0.35 c/ha; with increasing the number of rape blossom beetle by 1 imago/plant – 0.49–0.60 c/ha and seed weevil by 1 imago/m² – 0.41–0.59 c/ha. Taking into account the planned yield level when using insecticides from various chemical groups, the economic injury level of cabbage stem weevil was 6.8–10.1 imagoes/m², of rape blossom beetle – 2.5–5.9 imagoes/plant and of seed weevil 2.0–5.2 imagoes/m².

УДК 633.521:631 [531.027.2:811.98]

НАКОПЛЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М.Е. Маслинская¹, кандидат с.-х. наук, **Л.Ф. Кабашиникова**², доктор биол. наук, **Н.С. Савельев**¹, **Е.В. Черехулина**¹, кандидаты с.-х. наук

¹РУП «Институт льна», аг. Устье

²ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
margo.maslinskaya@mail.ru

Аннотация. В полевых опытах изучено влияние препаратов биологического происхождения на накопление фотосинтетических пигментов в растениях льна. В фазе «елочка» не отмечено стимулирующего действия на содержание суммарного хлорофилла (Хл (a+b)) в листьях, однако наблюдалось значительное увеличение каротиноидов по сравнению с контролем. В период «бутонизация – цветение» суммарное содержание хлорофилла в листьях составило 0,770–1,201 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,228–0,400 мг/г сырой массы. В фазе «зеленая спелость» суммарное содержание хлорофилла Хл (a+b) в листьях составило 0,784–1,554 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,208–0,388 мг/г сырой массы, в коробочках – 0,108–0,277 мг/г сырой массы; каротиноидов в листьях – 0,370–0,595 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,095–0,165 мг/г сырой массы, 0,055–0,097 мг/г сырой массы. В результате проведенных исследований выделены варианты с комплексным использованием препарата Агромик, Ж, а также с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом Гордебак, Ж, применение которых способствует максимальному накоплению фотосинтетических пигментов растениями льна масличного и формированию более высокого урожая.

Введение. В поиске путей согласования интенсивности фотосинтеза и хозяйственной продуктивности большие надежды возлагаются на выяснение вклада в фотосинтез целого растения не только листьев, но и других содержащих хлорофилл органов [1–2]. Общеизвестно, что хлорофилл содержат не только листья, но и нелистовые органы (стебли, части цветков, плоды). Исследования показали, что вклад этих органов в фотосинтез целого растения у некоторых растений в определенные периоды может даже превышать вклад фотосинтеза листьев [4–6]. Были установлены функциональные особенности разных ассимилирующих органов. Отмечено, что фотосинтез нелистовых органов менее подавляется в условиях засухи [7–8]. В Республике Беларусь сравнительно недавно начаты исследования по апробации биопрепаратов в посевах льна масличного. Изучено влияние биопрепаратов на основе грибов-антагонистов: Триходермин-БЛ – на основе штамма *Trichoderma viride* Т 13–82 2 %-ная р.ж. и Фунгилекс, Ж – на основе штамма *Trichoderma* sp. D-11 1 %-ная р.ж. [9]. Показано, что фунгицидная обработка биологическими препаратами Триходермин-БЛ (2%) и Фунгилекс, Ж (1 %) способствует сдерживанию развития болезней в период вегетации культуры, а также способствует росту и развитию растений льна масличного. Основной микробиологических препаратов служат живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма, которые позволяют создать огромную концентрацию полезных форм микроорганизмов (в грамме препарата содержится до 1–1,5 млрд клеток бактерий) в нужном месте и в нужное время [10]. Важным является проведение исследований по влиянию таких препаратов на формирование продуктивности растений льна [11].

Цель исследований – установить влияние биопрепаратов на накопление фотосинтетических пигментов в растениях льна масличного в различные фазы их развития.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований служили растения льна масличного сорта Дар, выращенные в полевых условиях в 2021–2023 гг., препараты биологического происхождения Агромик, Ж, Гордебак, Ж, Бактофиш, Ж, Бактопин, Ж, Вермикс, Ж. Площадь опытной делянки – 16 м², площадь учетной – 12,5 м², повторность 4-х кратная. Опыты заложены согласно общепринятой методике [12]. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: рН – 4,7–6,1; содержание Р₂О₅ (по Кирсанову) – 210–368 мг/кг почвы, К₂О (по Масловой) – 205–284 мг/кг почвы, гумуса (по Тюрину) – 1,39–1,70 %. Схема полевого опыта включала предпосевную обработку семян (с) на протравочной машине ПС-10 с нормой расхода рабочей жидкости 7 л/т, обработку растений в фазу «елочка» (в) с использованием опрыскивателя Мекосан-2500-24, а также комплексную обработку (с+в) изучаемыми препаратами в рекомендуемых дозах. Определение содержания фотосинтетических пигментов проведено согласно методике Шлыка [13].

Метеорологические условия в годы исследований значительно различались, что способствовало проведению более объективной оценки. Так, 2021 г. можно охарактеризовать как относительно благоприятный (ГТК=0,74), 2022 г.

и 2023 г. – как благоприятные для возделывания льна масличного (ГТК=1,17 и 1,57 соответственно). Полученные данные статистически обработаны в программах Statistica и Excel.

Результаты исследований. Проведенный анализ содержания фотосинтетических пигментов в фазе «елочка» показал, что изученные биопрепараты не оказывают стимулирующего действия на содержание суммарного хлорофилла (Хл (a+b)) в листьях (рисунок 1). При этом отмечено значительное увеличение в них каротиноидов при применении препарата Агромик, Ж в вариантах с обработкой семян и вегетирующих растений (0,330 и 0,313 мг/г сырой массы соответственно), Гордебак, Ж при обработке по вегетации (0,316 мг/г сырой массы), Бактофиш, Ж при обработке семян (0,316 мг/г сырой массы), а также Бактопин, Ж во всех изучаемых вариантах (0,318, 0,322 и 0,315 мг/г сырой массы соответственно) (рисунок 1).

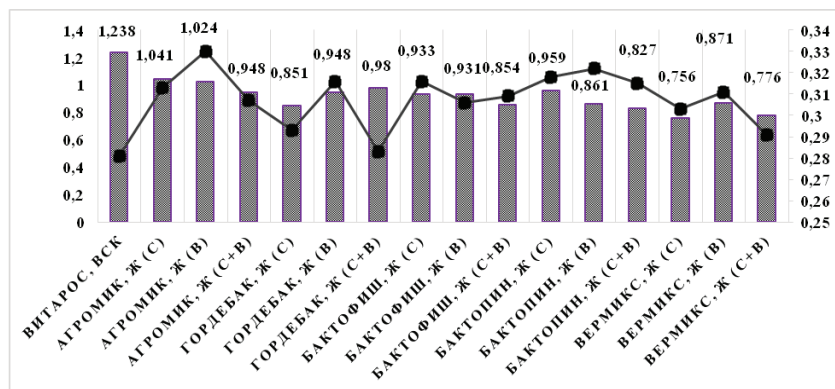


Рисунок 1. Суммарное содержание хлорофилла (Хл (a+b)) и каротиноидов в листьях сортов льна масличного, мг/г сырой массы, фаза «елочка» (среднее за 2021-2023 гг.)

Известно, что биосинтез фотосинтетических пигментов идет во всех зеленых частях растений [14–16]. Бесспорно, основной фотосинтезирующий орган льна – лист. Однако, как показал практический опыт, стебли и коробочки также содержат Хл и каротиноиды, хотя и в меньших количествах. В период «бутионизация – цветение» проведены анализы содержания фотосинтетических пигментов как в листьях, так и в стеблях растения (таблица 1).

Установлено, что суммарное содержание хлорофилла в анализируемый период в листьях составило 0,770–1,201 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,228–0,400 мг/г сырой массы. При этом наиболее высокие значения в листьях отмечены в контрольном варианте (1,201 мг/г сырой массы), на уровне контроля можно выделить варианты с применением препаратов Гордебак, Ж и Бактопин, Ж при обработке вегетирующих растений (1,181 и 1,192 мг/г сырой массы соответственно), а также вариант с обработкой семян препаратом Бактофиш, Ж (1,199

Таблица 1. Содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в листьях и стеблях льна масличного сорта Дар в период «бутонизация – цветение» (среднее за 2021-2023 гг.)

Вариант	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	Хл (<i>a+b</i>)	Каротиноиды	Хл <i>a/Хл b</i>	Хл/Карот
Листья						
Витарос, ВСК	0,984	0,217	1,201	0,467	4,537	2,570
АгроМик, Ж (с)	0,796	0,170	0,966	0,386	4,685	2,501
АгроМик, Ж (в)	0,917	0,199	1,116	0,474	4,601	2,356
АгроМик, Ж (с+в)	0,737	0,174	0,910	0,470	4,245	1,979
Гордебак, Ж (с)	0,625	0,145	0,770	0,343	4,319	2,240
Гордебак, Ж (в)	0,927	0,254	1,181	0,458	3,748	2,598
Гордебак, Ж (с+в)	0,660	0,168	0,828	0,398	3,941	2,112
БактоФиш, Ж (с)	0,956	0,243	1,199	0,493	3,941	2,433
БактоФиш, Ж (в)	0,754	0,194	0,948	0,375	3,93	2,525
БактоФиш, Ж (с+в)	0,804	0,207	1,011	0,393	3,908	2,570
Бактопин, Ж (с)	0,922	0,249	1,171	0,482	3,700	2,430
Бактопин, Ж (в)	0,947	0,245	1,192	0,474	3,854	2,516
Бактопин, Ж (с+в)	0,706	0,159	0,866	0,346	4,428	2,497
Вермикс, Ж (с)	0,901	0,204	1,104	0,443	4,421	2,496
Вермикс, Ж (в)	0,937	0,208	1,145	0,454	4,504	2,520
Вермикс, Ж (с+в)	0,804	0,190	0,994	0,400	4,227	2,487
<i>НСР₀₅</i>	0,028-0,030	0,008-0,009	0,063-0,065	0,012-0,013	0,080-0,082	0,043-0,044
Стебли						
Витарос, ВСК	0,234	0,069	0,303	0,119	3,349	2,553
АгроМик, Ж (с)	0,179	0,057	0,236	0,092	3,185	2,565
АгроМик, Ж (в)	0,239	0,084	0,323	0,120	2,850	2,687
АгроМик, Ж (с+в)	0,204	0,069	0,274	0,105	2,938	2,604
Гордебак, Ж (с)	0,194	0,068	0,262	0,100	2,860	2,628
Гордебак, Ж (в)	0,205	0,065	0,270	0,107	3,163	2,516
Гордебак, Ж (с+в)	0,193	0,083	0,275	0,093	2,375	2,949
БактоФиш, Ж (с)	0,210	0,085	0,296	0,106	2,474	2,786
БактоФиш, Ж (в)	0,199	0,074	0,272	0,102	2,697	2,674
БактоФиш, Ж (с+в)	0,199	0,070	0,269	0,101	2,852	2,655
Бактопин, Ж (с)	0,223	0,087	0,309	0,114	2,570	2,703
Бактопин, Ж (в)	0,244	0,104	0,348	0,123	2,368	2,840
Бактопин, Ж (с+в)	0,161	0,067	0,228	0,084	2,434	2,729
Вермикс, Ж (с)	0,247	0,100	0,347	0,128	2,479	2,711
Вермикс, Ж (в)	0,266	0,133	0,400	0,124	1,986	3,238
Вермикс, Ж (с+в)	0,234	0,125	0,359	0,113	1,891	3,180
<i>НСР₀₅</i>	0,007-0,008	0,005-0,007	0,011-0,012	0,003-0,005	0,102-0,104	0,052-0,053

Примечание: с – обработка семян, в – обработка вегетирующих растений

мг/г сырой массы). При анализе содержания суммарного хлорофилла в стеблях отмечены препараты Агромик, Ж, Бактопин, Ж, Вермикс, Ж (применение по вегетации), а также вариант с обработкой семян препаратом Вермикс, Ж, превышающие контроль (0,323; 0,348; 0,400 и 0,347 мг/г сырой массы соответственно при значениях в контроле 0,303 мг/г сырой массы). Содержание каротиноидов в листьях превышало контроль Вермикс, ВСК в анализируемый период при использовании препарата Агромик, Ж в вариантах с обработкой по вегетации и комплексном использовании (0,474 и 0,470 мг/г сырой массы соответственно), а также в вариантах с обработкой семян препаратом Бактопин, Ж (0,493 мг/г сырой массы), обработкой семян и вегетирующих растений препаратом Бактопин, Ж (0,482 и 0,474 мг/г сырой массы соответственно). В стеблях лишь в вариантах с применением препарата Вермикс, Ж при обработке семян и вегетирующих растений (0,128 и 0,124 мг/г сырой массы соответственно), а также препарата Бактопин, Ж с обработкой по вегетации (0,123 мг/г сырой массы) отмечено превышение содержания каротиноидов относительно контроля.

В результате анализа полученных результатов выделен препарат Бактопин, Ж, применение которого при обработке по вегетации способствовало максимальному накоплению суммарного хлорофилла и каротиноидов, превышающему контрольный вариант как в листьях, так и стеблях растений.

Для определения влияния биопрепаратов на содержание фотосинтетических пигментов льна масличного сорта Дар в фазе «зеленая спелость» оценка их содержания проводилась в листьях, стеблях и коробочках в период формирования.

Увеличение содержания Хл (a+b) в пересчете на единицу сырой массы в листьях происходило во всех вариантах опыта на 12,76–98,21 %. Значимое увеличение отмечено при комплексном применении препарата Агромик, Ж (на 82,14 %), использовании препарата Гордебак, Ж по вегетации (на 98,21 %) и Бактопин, Ж по вегетации (на 82,02 %). Содержание каротиноидов в пересчете на единицу сырой массы листьев показало достоверное увеличение при применении тех же препаратов – на 51,08; 60,81 и 54,59 % соответственно. Это доказывает, что данные биопрепараты позволяют увеличить суммарное содержание хлорофиллов (a+b) в растениях, что, в свою очередь, может способствовать повышению значений основных хозяйственно-ценных признаков.

Увеличение суммарного содержания хлорофилла в стеблях по сравнению с контрольным вариантом отмечено лишь при обработке семян и комплексной обработке препаратом Агромик, Ж, (0,325 и 0,337 мг/г сырой массы соответственно при значениях контрольного варианта 0,281 мг/г сырой массы), а также при обработке семян и вегетирующих растений препаратом Гордебак, Ж (0,305 и 0,388 мг/г сырой массы соответственно) (рисунок 2).

При анализе содержания Хл (a+b) в пересчете на единицу сырой массы в коробочках наиболее высокие его значения отмечены при обработке семян и комплексной обработке препаратом Агромик, Ж и составили 0,228 и 0,206 мг/г

сырой массы, а также при обработке семян и комплексной обработке препаратом Вермикс, Ж и составили 0,224 и 0,277 мг/г сырой массы соответственно.

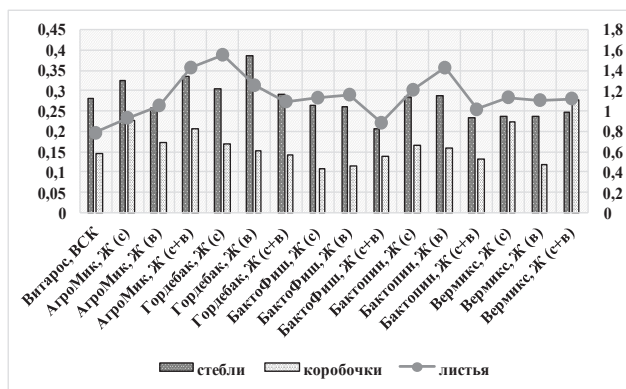


Рисунок 2. Содержание суммарного хлорофилла в листьях, стеблях и коробочках льна в стадии зеленой спелости, мг/г сырой массы (среднее за 2021-2023 гг.)

Количество каротиноидов в листьях в стадии зеленой спелости при применении биопрепаратов превышало контроль во всех вариантах опыта (рисунки 3). Наиболее высокие значения получены в вариантах при комплексной обработке препаратом Агромикс, Ж (0,559 мг/г сырой массы), при обработке семян и вегетирующих растений препаратом Гордебак, Ж (0,595 и 0,525 соответственно), а также при обработке растений по вегетации препаратом Бактопин, Ж (0,572 мг/г сырой массы).

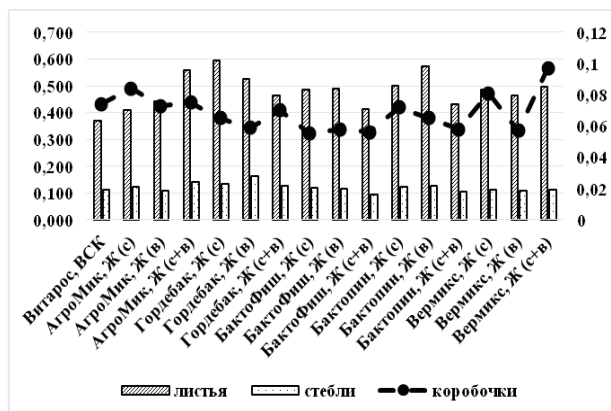


Рисунок 3. Содержание каротиноидов в листьях, стеблях и коробочках льна масличного, мг/г сырой массы (среднее за 2021-2023 гг.)

В стеблях отмечено шесть вариантов, количество каротиноидов в которых было ниже контроля, максимальное количество установлено в вариантах с использованием препарата Агромик, Ж при комплексной обработке (0,140 мг/г сырой массы), препарата Гордебак, Ж при обработке семян (0,135 мг/г сырой массы) и вегетирующих растений (0,165 мг/г сырой массы). Содержание каротиноидов в коробочках лишь в четырех вариантах превышало контроль: при обработке семян и комплексной обработке препаратами Агромик, Ж и Вермикс, Ж (0,084 и 0,075; 0,081 и 0,097 мг/г сырой массы соответственно). Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что обработка биопрепаратами Агромик, Ж (комплексное использование), Гордебак, Ж (обработка семян и вегетирующих растений) способствует формированию более высокого урожая за счет продления периода синтеза фотосинтетических метаболитов.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применение препаратов биологического происхождения в фазе «елочка» не оказывает стимулирующего действия на содержание суммарного хлорофилла (Хл (a+b)) в листьях льна масличного, однако способствует накоплению каротиноидов в вариантах с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом Агромик, Ж (0,330 и 0,313 мг/г сырой массы соответственно), обработкой по вегетации препаратом Гордебак, Ж (0,316 мг/г сырой массы), обработкой семян препаратом Бактофиш, Ж (0,316 мг/г сырой массы), а также при применении препарата Бактопин, Ж во всех изученных вариантах (0,318, 0,322 и 0,315 мг/г сырой массы соответственно).

При оценке содержания фотосинтетических пигментов в фазе «зеленая спелость» отмечены варианты с комплексной обработкой препаратом Агромик, Ж, а также с обработкой семян и вегетирующих растений препаратом Гордебак, Ж, в которых выявлены наиболее высокие значения содержания суммарного хлорофилла (в листьях – 1,254–1,554 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,305–0,388 мг/г сырой массы, в коробочках – 0,154–0,206 мг/г сырой массы) и каротиноидов (в листьях – 0,525–0,595 мг/г сырой массы, в стеблях – 0,135–0,165 мг/г сырой массы, в коробочках – 0,059–0,075 мг/г сырой массы) во всех частях растения. Данные препараты выделены как наиболее эффективные в технологии возделывания льна масличного, так как их применение способствует продлению периода синтеза фотосинтетических метаболитов.

Литература

1. Joyard J., Block M.A., Douce R. Molecular aspects of plastid envelope biochemistry. – 1991. – V. 199. – P. 489-509.
2. Demmig-Adams B., Adams W.W. Xanthophyll cycle in nature: uniform response to excess direct sunlight among higher plant species // *Planta*. – 1996. – V. 198., №3. – P. 461-470.
3. Demmig-Adams B., Gilmore A.M., Adams W.W. In vivo functions of carotenoids in higher plants // *FASEB J.* – 1996. – V. 10. – P. 403-412.

4. Bjorkman, O., Demmig B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins // *Planta*. – 1987. – V. 170. № 4. – P. 489-504.
5. Bjorkman, O. High-irradiance stress in higher plants and interection with other stress factors // *Progress in Photosynthesis Research*. 1987. V.1V. P. 11-18.
6. Bjorkman, O. Viewpoints on photosynthetic response and adaptation to environmental stress // *Photosynthesis*. – 1989. – P. 45-58.
7. Андрианова, Ю.Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е. Андрианова, И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 2000. – 135 с.
8. Чирков, В.И. Связь фотосинтеза с продуктивностью растений / В.И. Чирков // *Соросовский обозревательный журнал*. – 1977. – №12. – С.23-27.
9. Нехведович, С.И. Защита посевов льна масличного от болезней биологическими препаратами [Электронный ресурс] / С.И. Нехведович // *Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: матер. между. науч.-практ. конф. (06-26 апреля 2015 г., г. Краснодар)*, 2015. С. 198-199. URL: http://vniitti.ru/conf/conf2015/sbornik_conf2015.pdf (дата обращения 12.02.2024).
10. Емелев, С.А. Влияние биопрепаратов различного происхождения на яровой ячмень сорта Родник Прикамья / С.А. Емелев, Е.Ю. Савиных // *Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XIX Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, Киров, 25 ноября 2021 года*. – Киров: Вятский государственный университет, 2021 – С. 299-303.
11. Прудников, А.Д. Использование биопрепаратов при выращивании льна-долгунца на семена. / А.Д. Прудников, А.Г. Прудникова, М.С. Морозов // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: матер. всероссийской науч.-практ. конф. в 2 частях*. – Благовещенск, 2021. – Часть I. – С.105-109.
12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Шлык, А.А. Биохимические методы в физиологии растений / А.А. Шлык. – М.: Наука, 1971. – 226 с.
14. Чайка, М.Т. Физиологические аспекты формирования фотосинтетического аппарата хлебных злаков, определяющие их продуктивность и устойчивость к внешним воздействиям / М.Т. Чайка, Л.Ф. Кабашникова, А.С. Климович, С.А. Михайлова // *Физиология и биохимия культурных растений*. – 1995. – Т. 27, № 1-2. – С. 77–85.
15. Кабашникова, Л.Ф. Особенности развития растений ярового ячменя при обработке семян физиологически активными веществами / Л.Ф. Кабашникова [и др.] // *Весці акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук*. – 1998. – № 1. – С. 67–72.
16. Голуб, И.А. Разработка новых технологических приемов обработки семян, обеспечивающих повышение урожайности и качества маслосемян льна масличного / И.А. Голуб [и др.] // *Земледелие и защита растений*. – 2016. – №5 (108). – С.39-45.

ACCUMULATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN OIL FLAX PLANTS WITH THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

M.E. Maslinskaya, L.F. Kabashnikova, N.S. Savelyev, E.V. Chereukhina

In field experiments, the effect of biological preparations on the accumulation of photosynthetic pigments in flax plants was studied. At the "herringbone" stage, no stimulating effect on the content of total chlorophyll (Chl (a+b)) in leaves was noted, but a significant increase in carotenoids was observed compared to the standard.

During the "budding - flowering" period, the total chlorophyll content in leaves was 0.770-1.201 mg / g, in stems - 0.228-0.400 mg / g of crude mass. At the "green ripeness" phase, the total chlorophyll content Chl (a+b) in leaves was 0.784-1.554 mg / g, in stems - 0.208-0.388 mg / g, in capsules - 0.108-0.277 mg / g of crude mass; carotenoids in leaves - 0.370-0.595 mg/g, in stems - 0.095-0.165 mg/g, 0.055-0.097 mg/g of crude mass. As a result of the studies, the options were identified with the complex use of the preparation Agromik, L, as well as with the treatment of seeds and vegetative plants with the preparation Gordebak, L, the use of which contributed to the maximum accumulation of photosynthetic pigments by oil flax and the formation of a higher yield.

УДК 633.2.031

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ТРАВСТОЕВ С КОСТРЕЦОМ БЕЗОСТЫМ

Н.Ф. Терлецкая¹, кандидат биол. наук, **Е.Р. Клыга**², кандидат с.-х. наук,
А.С. Антонюк¹, научный сотрудник

¹Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

²РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по оценке продуктивности трехкомпонентных травостоев с кострцом безостым на осушенной дерново-глеевой почве. Установлено, что при сенокосном режиме использования в травостоях костреца с люцерной и дополнительными злаковыми компонентами (овсяницей луговой, овсяницей тростниковой, фестулолиумом) в среднем за первые три года пользования формируется урожайность зеленой массы 564,5–581,6 ц/га, урожайность сухого вещества – 110,9–115,0 ц/га. Результаты химического анализа корма показали, что своевременная уборка травостоев (начало выметывания злакового вида и бутонизация бобового вида) гарантирует получение качественной надземной биомассы, соответствующей по содержанию сырой клетчатки, сырого протеина и обменной энергии зоотехническим требованиям.

Перспективным направлением в формировании устойчивой кормовой базы в соответствии с Государственной программой «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы и Директивой Президента Республики Беларусь № 6 «О развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли» является совершенствование структуры посевных площадей с учетом природно-климатических условий, в том числе увеличение доли бобовых и бобово-злаковых трав с целью обеспечения сельскохозяйственных животных полноценными кормами [1, 2, 3].

Многолетние травы являются наиболее дешевым и доступным источником получения высокопитательной кормовой массы, богатой протеином, углеводами, ценными аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами. Данные культуры хорошо сочетаются в травосмесях, и, благодаря различной зрелости, могут использоваться в системе зеленого конвейера. Кроме того, возделывание многолетних трав способствует улучшению свойств почвы. Так, многолетние бобовые травы, благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями, обогащают почву азотом, доступным для усвоения растениями, злаковые – улучшают структуру почвы, препятствуют водной и ветровой эрозии. Применение бобово-злаковых травосмесей многолетних трав в севооборотах увеличивает урожай зерновых, крупяных и пропашных культур за счет обогащения почвы легкоусвояемым азотом [4].

Для создания высокопродуктивных агрофитоценозов большое значение имеет правильный подбор культур с использованием наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям видов и сортов [5, 6].

Одной из перспективных кормовых культур семейства мятликовых является костреч безостый, отличающийся высокой урожайностью и хорошими кормовыми достоинствами. Растения характеризуются теневыносливостью, зимостойкостью, засухоустойчивостью, способностью расти на всех типах почв [5, 7]. Гармоничное сочетание костреча безостого с бобовыми (люцерна, клевер) и злаковыми (овсяница луговая или тростниковая, фестулолиум) видами многолетних трав является важным средством увеличения производства кормов высокого качества, соответствующего зоотехническим требованиям.

Цель настоящей работы – оценка продуктивности трехкомпонентных травостоев с костречом безостым, возделываемых на осушенной дерново-глеевой почве.

Методика проведения исследований. Полевые исследования проводились на опытном стационаре в СУП «Савушкино» Малоритского района Брестской области в 2020–2022 гг. Опыты были заложены на осушенной дерново-глеевой почве.

Объектом наблюдения являлись трехкомпонентные травостои с костречом безостым сорта Выдатны, люцерной изменчивой сорта Вега 87 и дополнительными злаковыми компонентами (овсяницей луговой сорта Зорка, овсяницей тростниковой сорта Таямница, фестулолиумом сорта Удзячны).

Состав изучаемых травосмесей и норма высева семян их компонентов следующие:

- 1) костреч безостый, 2 млн шт/га + люцерна изменчивая, 6 млн шт/га + овсяница тростниковая, 3 млн шт/га;
- 2) костреч безостый, 2 млн шт/га + люцерна изменчивая, 6 млн шт/га + овсяница луговая, 2,5 млн шт/га;
- 3) костреч безостый, 2 млн шт/га + люцерна изменчивая, 6 млн шт/га + фестулолиум, 2 млн шт/га.

Учеты и наблюдения проводились согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и методике опытов на сенокосах и пастбищах [8, 9]. Уборку травостоев проводили в фазу бутонизации бобового компонента и начала выметывания злаковых трав.

Результаты исследований и обсуждение. В условиях вегетационного периода 2020 г. в трехкомпонентных травостоях с кострцом безостым в первый год пользования в 1 укосе сформировалась урожайность зеленой массы на уровне 184,3–237,2 ц/га ($НСР_{05} = 6,31$) (рисунок 1). Наиболее высокая урожайность надземной биомассы получена в варианте с посевом травосмеси на основе костреца, люцерны и фестулолиума.

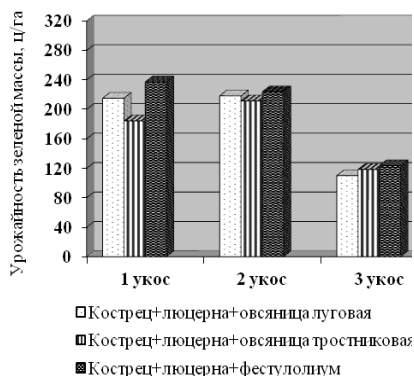


Рисунок 1. Урожайность зеленой массы сенокосных травостоев с кострцом безостым первого года пользования (2020 г.)

Во 2 укосе урожайность изучаемых травостоев составила 211,8–223,8 ц/га зеленой массы ($НСР_{05} = 9,50$). Как и в 1 укосе наиболее высокая урожайность получена в травостоях на основе костреца, люцерны и фестулолиума. В 3 укосе сформировалась более низкая урожайность надземной биомассы по сравнению с двумя предыдущими – 110,0–123,6 ц/га ($НСР_{05} = 9,31$), что обусловлено засушливыми условиями второй половины вегетационного периода.

В сумме за вегетацию в 2020 г. в трехкомпонентных травостоях с кострцом безостым при трехукосном использовании урожайность зеленой массы составила 514,3–584,6 ц/га. Наиболее высокая урожайность надземной биомассы получена в посевах костреца с люцерной и фестулолиумом.

В 2021 г. в изучаемых травостоях с кострцом безостым в 1 укосе сформировалась высокая урожайность зеленой массы 302,1–312,0 ц/га ($НСР_{05} = 13,38$) (рисунок 2). Во 2 укосе урожайность надземной биомассы не превышала 152,7 ц/га ($НСР_{05} = 8,14$), в 3 укосе – 126,3 ц/га ($НСР_{05} = 9,99$).

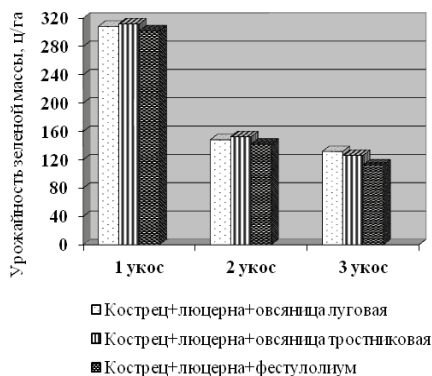


Рисунок 2. Урожайность зеленой массы сенокосных травостоев с кострецом безостым второго года пользования (2021 г.)

В сумме за вегетацию урожайность зеленой массы в трехкомпонентных травостоях с кострецом составила 557,0–591,0 ц/га. Следует отметить, что во второй год пользования травостоями наиболее высокая урожайность получена в посевах костреца с люцерной и овсяницами. При включении в травосмесь костреца с люцерной в качестве дополнительного злакового компонента фестулолиума урожайность надземной биомассы составила 557,0 ц/га.

В погодных условиях 2022 г. в изучаемых травостоях самая высокая урожайность зеленой массы – 258,6–284,7 ц/га ($НСР_{05} = 14,28$) также сформировалась в 1 укосе (рисунок 3). Во 2 укосе урожайность надземной биомассы не превышала 176,4 ц/га ($НСР_{05} = 6,77$), в 3 укосе – 160,1 ц/га ($НСР_{05} = 9,18$). Следует отметить, что в 1 и 2 укосах наиболее высокая урожайность получена в посевах костреца с люцерной и овсяницей луговой, в 3 укосе – костреца с люцерной и овсяницей тростниковой.

В сумме за вегетацию в третий год пользования травостоями урожайность надземной биомассы составила 551,8–613,6 ц/га. Наиболее высокая урожайность сформировалась в посевах костреца с люцерной и овсяницами.

В среднем за годы исследований в трехкомпонентных травостоях с кострецом безостым при трехукосном использовании сформировалось 564,5–581,8 ц/га зеленой массы.

Результаты исследований показали, что в изучаемых травостоях с кострецом безостым содержание сырого протеина варьировало от 17,3 % до 21,0 %, клетчатки – от 21,7 % до 28,0 %, обменной энергии – от 9,8 до 10,7 МДж/кг сухого вещества (таблица 1).

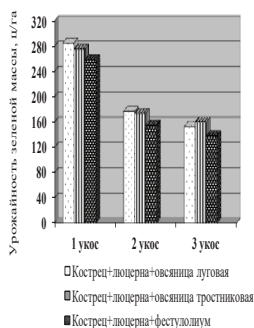


Рисунок 3. Урожайность зеленой массы сенокосных травостоев с кострцом безостым третьего года пользования (2022 г.)

Таблица 1. Качество зеленой массы сенокосных травостоев с кострцом безостым

Травосмесь	Содержание в сухом веществе		
	сырого протеина, %	сырой клетчатки, %	обменной энергии, МДж/кг
1	2	3	4
Первый год пользования (2020 г.), 1 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	18,7	23,6	10,4
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	18,5	21,7	10,7
Кострец + люцерна + фестулолиум	20,4	24,3	10,4
2 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	20,3	25,3	10,2
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	20,6	25,6	10,2
Кострец + люцерна + фестулолиум	19,5	25,0	10,2
3 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	18,9	24,5	10,3
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	18,3	25,8	10,1
Кострец + люцерна + фестулолиум	19,8	24,1	10,4
Второй год пользования (2021 г.), 1 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	19,8	27,8	10,0
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	19,9	26,7	10,2

Окончание таблицы 1			
1	2	3	4
Кострец + люцерна + фестулолиум	21,0	25,6	10,4
2 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	19,0	26,7	10,2
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	17,6	27,8	10,0
Кострец + люцерна + фестулолиум	18,6	26,4	10,2
3 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	19,1	28,0	10,0
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	17,8	26,4	10,2
Кострец + люцерна + фестулолиум	18,4	26,8	10,2
Третий год пользования (2022 г.), 1 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	20,4	23,6	10,5
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	17,9	27,0	9,9
Кострец + люцерна + фестулолиум	17,3	27,6	9,8
2 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	19,8	23,9	10,4
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	20,0	24,6	10,3
Кострец + люцерна + фестулолиум	20,5	24,0	10,4
3 укос			
Кострец + люцерна + овсяница луговая	18,0	24,7	10,2
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	17,8	25,3	10,1
Кострец + люцерна + фестулолиум	18,2	25,6	10,1

В среднем за 2020–2022 гг. в трехкомпонентных травостоях с кострецом сформировалась урожайность сухого вещества на уровне 110,9–115,0 ц/га, сбор сырого протеина составил 21,5–22,4 ц/га, выход кормовых единиц – 93,9–97,8 ц/га (таблица 2).

Таблица 2. Продуктивность сенокосных травостоев с кострцом безостым

Травосмесь	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Урожайность сухого вещества, ц/га				
Кострец + люцерна + овсяница луговая	105,2	115,1	124,7	115,0
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	102,9	116,2	123,9	114,3
Кострец + люцерна + фестулолиум	110,5	109,8	112,3	110,9
Сбор сырого протеина, ц/га				
Кострец + люцерна + овсяница луговая	20,4	22,4	24,5	22,4
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	19,8	21,9	22,9	21,5
Кострец + люцерна + фестулолиум	22,0	21,8	20,7	21,5
Выход кормовых единиц, ц/га				
Кострец + люцерна + овсяница луговая	90,4	94,1	108,9	97,8
Кострец + люцерна + овсяница тростниковая	89,5	96,9	102,2	96,2
Кострец + люцерна + фестулолиум	95,1	94,5	92,0	93,9

Выводы

1. В условиях вегетационных периодов 2020–2022 гг. в трехкомпонентных травостоях с кострцом безостым, люцерной и дополнительными злаковыми компонентами (овсяницей луговой, овсяницей тростниковой, фестулолиумом) на осушенной дерново-глеевой почве в среднем за три года урожайность зеленой массы составила 564,5–581,8 ц/га, урожайность сухого вещества – 110,9–115,0 ц/га. Наиболее высокая урожайность зеленой массы и сухого вещества сформировалась в травостоях с участием кострца безостого, люцерны и овсяницы луговой.

2. Возделываемые трехкомпонентные травостой с кострцом безостым при своевременной уборке соответствуют по качеству корма зоотехническим требованиям. Содержание сырого протеина в них находилось на уровне 17,3–21,0 %, клетчатки – 21,7–28,0 %, обменной энергии – 9,8–10,7 МДж/кг сухого вещества. В среднем за три года сбор сырого протеина составил 21,5–22,4 ц/га, выход кормовых единиц – 93,9–97,8 ц/га.

Литература

1. Лобан, А.Г. Теоретические аспекты формирования устойчивой кормовой базы сельскохозяйственных организаций / А.Г. Лобан // Аграрная экономика. – 2023 – № 5. – С. 51–64.
2. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 10.02.2021. – 5/48758.
3. О развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли: директива Президента Республики Беларусь, 4 марта 2019 г., № 6 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 05.03.2019. – 1/18237.
4. Структура и качество кормовой массы различных видов многолетних трав / З.А. Зарьянова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 115–121.
5. Силос из бинарных злаково-бобовых травосмесей на основе кострца безостого и фестулолиума в рационах коров / Н.В. Пилук [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 38–46.
6. Васько, П.П. Подбор видов и сортов для многокомпонентных травосмесей пастбищного и сенокосного использования / П.П. Васько, Е.Р. Клыга // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В.Ю. Агеев [и др.]; ред.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2020. – С. 525–529.
7. Васько, П.П. Возделывание кострца безостого на корм и семена / П.П. Васько, В.А. Столепченко // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов; ред.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 406–413.
8. Новоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шеховцов. – М.: ВИК, 1983. – 198 с.
9. Методика опытов на сенокосах и пастбищах ВНИИ / В.Г. Игловиков [и др.]. – М.: ВИК, 1971. – 233 с.

ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF THREE-COMPONENT GRASS STANDS WITH AWNLESS RUMP

N.F. Tsiarletskaia, E.R. Klyga, A.S. Antoniuk

The paper presents the results of the research on the assessment of productivity of three-component grass stands with awnless brome on drained soddy gley soil. It's established that when using awless brome with alfalfa and additional cereal components (meadow fescue, tall fescue, festulolium) in grass stands for hay making, on average, over the first three years of use, the yield of green mass is formed at the level of 564.5–581.6 c/ha, the yield of dry matter – at the level of 110.9–115.0 c/ha. The results of the chemical analysis of forage show that timely harvesting of grass stands (the beginning of cereal species heading and legume species budding) guarantees obtaining high-quality above-ground biomass that meets zootechnical requirements in terms of crude fiber, crude protein and exchange energy content.

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ НА РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Е.Р. Клыга, кандидат с.-х. наук, **Н.Б. Ольшевская**, научный сотрудник,
Т.М. Никитина, младший научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 23.04.25)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению формирования урожая зеленой массы одновидовых, бинарных и многокомпонентных злаковых и бобово-злаковых травостоев на различных фонах азотного питания, а также равномерность поступления зеленой массы по годам пользования в период 2015–2018 гг. Наименее урожайными были злаковые травостои, формирующие от 132,6–147,5 ц/га на фоне без внесения минерального азота до 332,2–357,5 ц/га зеленой массы на фоне N_{180} (по 60 кг/га д.в. азота под каждый укос). Максимально высокий урожай отмечен в варианте многокомпонентной травосмеси с люцерной и клевером луговым, сформировавшей в среднем за период исследований от 410,1 ц/га на фоне N_0 до 584,4 ц/га зеленой массы на фоне N_{180} .

Введение. В Республике Беларусь насчитывается около 800 тыс. га укосной площади многолетних трав на пахотных землях. Из них 77,8 % представлены бобовыми и бобово-злаковыми травостоями, остальная часть – многолетними злаковыми травами.

Для современного кормопроизводства является актуальным вопрос формирования сырьевого конвейера со стабильной продуктивностью кормовых культур, а для этого требуется создание искусственных агрофитоценозов многолетних трав с продуктивным долголетием на пашне не менее 3–4 лет, пригодных для интенсивного использования.

Травостои, созданные на основе многолетних трав интенсивного типа, устойчивых к многократному использованию, позволяют получить за вегетацию 3–4 укоса зеленой массы при сенокосном режиме использования. Протеиновая и энергетическая питательность таких кормов составляет 16–19 % сырого протеина и 10,5–10,8 МДж/кг сухого вещества обменной энергии.

Целью наших исследований было изучение хода формирования урожайности надземной биомассы, проведение сравнительного анализа по продуктивности одновидовых, бинарных и многокомпонентных злаковых и бобово-злаковых травостоев на различных фонах азотного питания, а также изучение равномерности поступления зеленой массы по годам пользования.

Методика проведения исследований. Научные исследования проводились 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 гумуса 2,01–2,15 %, подвижного фосфора – 199–232 мг/кг, подвижного калия – 201–254 мг/кг почвы.

Закладку опыта проводили в 2014 г. (1-й год жизни травостоев), учет зеленой массы – с 2015 г. (1-й год пользования).

Фосфорные и калийные минеральные удобрения вносили в год посева (2014) под предпосевную культивацию в дозе $P_{60}K_{90}$. В 2015–2017 гг. их вносили в осенний период после проведения последнего укоса.

Азотные удобрения применяли по следующей схеме:

1. N_0 – контроль,
2. N_{30} – в период начала вегетации и после проведения каждого укоса,
3. N_{60} – в период начала вегетации и после проведения каждого укоса.

Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 38 м², повторность – 4-х кратная. Учет урожая проводили при достижении травостоем фазы флагового листа кормоуборочным комбайном Неже-212. Ежегодно травостой формировали по три укоса.

Изучались следующие травосмеси:

1. *Фестулолиум + клевер ползучий,*
2. *Фестулолиум + клевер луговой,*
3. *Фестулолиум + люцерна,*
4. *Кострец + люцерна,*
5. *Ежа + овсяница тростниковая + фестулолиум + клевер белый,*
6. *Люцерна + овсяница тростниковая + фестулолиум + клевер белый,*
7. *Фестулолиум,*
8. *Кострец,*
8. *Кострец + овсяница луговая,*
9. *Кострец + овсяница тростниковая,*
10. *Фестулолиум + овсяница луговая + овсяница тростниковая.*

В работе использованы «Методика опытов на сенокосах и пастбищах» В.Г. Игнатьева и «Методика полевого опыта» Б.А. Доспехова [5, 9].

Результаты исследований и обсуждение. Проведенные в период 2014–2018 гг. исследования свидетельствуют о том, что величина урожайности изучаемых травостоев зависит от погодных условий, от компонентного состава, от дозы вносимых азотных удобрений, а также и от года пользования травостоем.

Формирование урожайности зеленой массы. Наименее продуктивными по урожайности зеленой массы были злаковые травостои, как одно- так и многокомпонентные. При этом следует отметить, что травостой фестулолиума по уровню урожайности не уступали травостоем с участием костреца безостого (таблица 1).

На фоне безазотного питания травостой фестулолиума в чистом виде в среднем за период исследований обеспечили урожайность 144,0 ц/га, при вне-

сении N_{90} величина урожайности составила 259,7 ц/га, а при внесении N_{180} – 332,2 ц/га. При этом максимальный уровень урожайности был сформирован в 1-й год пользования (296,8 ц/га зеленой массы в среднем по вариантам), однако со 2-го по 4-й годы пользования снижался незначительно, что отображено на рисунке 1.

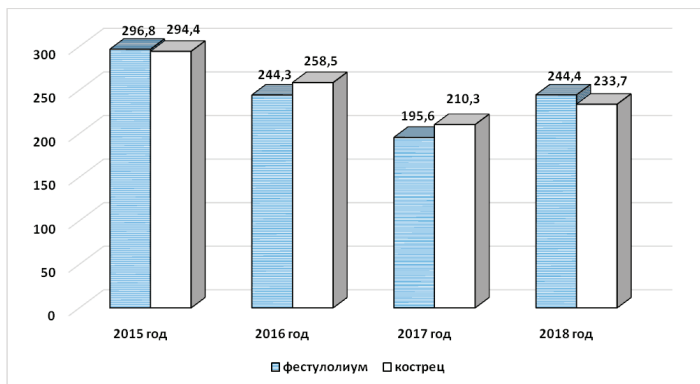


Рисунок 1. Формирование урожайности зеленой массы травостоев фестулолиума и костреца беззотого по годам пользования, ц/га

Аналогичным образом формировали урожайность и травостой костреца беззотого, обеспечив в 1-й год пользования (2015) на фоне беззотного питания 203,5 ц/га зеленой массы, на фоне N_{90} величина прибавки урожая составила 54,3 % (314,0 ц/га), на фоне N_{180} уровень урожайности увеличился на 79,7 %, что составило 365,7 ц/га зеленой массы в сумме за 3 укоса. Средняя величина урожайности в варианте с одновидовым посевом костреца составила 294,4 ц/га, во 2-й год пользования (2016) – 258,5 ц/га, в 3-й – 210,3 ц/га, в 4-й – 233,7 ц/га зеленой массы.

В двух- и трехкомпонентных вариантах, состоящих из злаковых трав, формировался примерно такой же уровень урожайности, как и у одновидовых травостоев. В среднем за период исследований вариант *кострец + овсяница луговая* обеспечил урожайность 254,1 ц/га, вариант *фестулолиум + овсяница луговая + овсяница тростниковая* – 239,5 ц/га зеленой массы (таблица 1).

Наиболее продуктивными были бинарные и многокомпонентные травосмеси с участием бобового компонента, от которого зависела не только величина урожайности зеленой массы, но и характер ее распределения по годам пользования.

На рисунке 2 представлен характер распределения и величина урожайности бинарных бобово-злаковых травостоев на основе фестулолиума на фоне без внесения минерального азота (N_0).

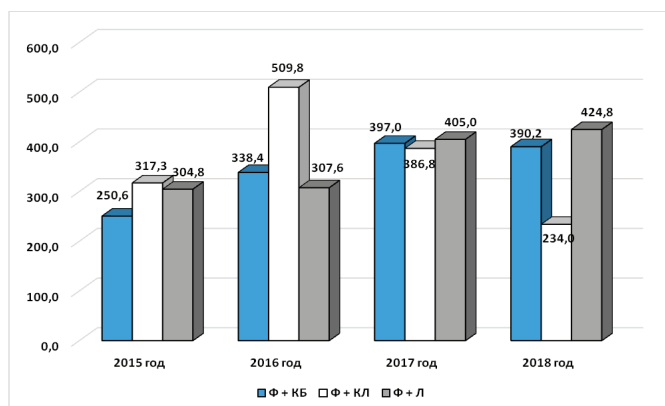
**Таблица 1. Урожайность зеленой массы травостоев по годам пользования
на различных фонах азотного питания, ц/га**

Состав травосмеси	Доза азо- та, кг/га	2015 (1-й г.п.)	2016 (2-й г.п.)	2017 (3-й г.п.)	2018 (4-й г.п.)	Среднее
Фестулолиум + клевер белый	N ₀	250,6	338,4	397,0	390,2	344,1
	N ₉₀	375,9	424,4	460,6	436,0	424,2
	N ₁₈₀	391,7	498,6	522,6	471,4	471,1
Среднее		339,4	420,5	460,1	432,5	413,1
Фестулолиум + клевер луговой	N ₀	317,3	509,8	386,8	234,0	362,0
	N ₉₀	439,4	639,2	471,4	334,2	471,1
	N ₁₈₀	472,8	667,4	533,8	381,4	513,9
Среднее		409,8	605,5	464,0	316,5	449,0
Фестулолиум + люцерна	N ₀	304,8	307,6	405,0	424,8	360,6
	N ₉₀	397,1	491,8	513,2	526,6	482,2
	N ₁₈₀	463,9	577,8	559,4	602,0	550,8
Среднее		388,6	459,1	492,5	517,8	464,5
Кострец + люцерна	N ₀	296,5	368,8	419,8	473,6	389,7
	N ₉₀	393,0	614,6	521,0	518,6	511,8
	N ₁₈₀	466,5	628,2	606,8	588,4	572,5
Среднее		385,3	537,2	515,9	526,9	491,3
Ежа + овсяница тро- стниковая + фесту- лолиум + клевер бе- лый	N ₀	287,9	278,0	375,2	291,0	308,0
	N ₉₀	423,1	505,6	460,2	450,4	459,8
	N ₁₈₀	424,1	520,2	530,0	518,2	498,1
Среднее		378,4	434,6	455,1	419,9	422,0
Люцерна + клевер луговой + ежа + ов- сяница луговая + тимофеевка	N ₀	339,4	463,8	398,6	438,4	410,1
	N ₉₀	427,9	589,2	516,8	511,4	511,3
	N ₁₈₀	490,0	649,4	586,5	611,6	584,4
Среднее		419,1	567,5	500,6	520,5	501,9
Фестулолиум	N ₀	206,0	108,0	111,4	150,4	144,0
	N ₉₀	315,5	256,6	200,0	266,8	259,7
	N ₁₈₀	368,8	368,4	275,4	316,0	332,2
Среднее		296,8	244,3	195,6	244,4	245,3
Кострец	N ₀	203,5	102,6	123,8	141,8	142,9
	N ₉₀	314,0	276,4	199,0	240,0	257,4
	N ₁₈₀	365,7	396,6	308,2	319,4	347,5
Среднее		294,4	258,5	210,3	233,7	249,2
Кострец + овсяница луговая	N ₀	213,5	129,4	112,8	134,4	147,5
	N ₉₀	321,5	278,4	194,8	234,4	257,3
	N ₁₈₀	369,7	401,6	292,6	366,0	357,5
Среднее		301,6	269,8	200,1	244,9	254,1
Фестулолиум + ов-	N ₀	194,0	93,0	118,4	124,8	132,6

Состав травосмеси	Доза азота, кг/га	2015 (1-й г.п.)	2016 (2-й г.п.)	2017 (3-й г.п.)	2018 (4-й г.п.)	Среднее
сяница луговая + овсяница тростниковая	N ₉₀	319,4	247,4	200,6	250,4	254,5
	N ₁₈₀	378,4	360,6	288,0	343,2	342,6
Среднее		297,3	233,7	202,3	239,5	243,2

В 1-й год пользования (2015) минимальной была урожайность в варианте *фестулолюм* + *клевер белый*, составляющая 250,6 ц/га зеленой массы. На второй год пользования величина урожайности выросла на 87,8 ц/га, что составило 338,4 ц/га зеленой массы в сумме за вегетацию. Урожайность на 3-й и 4-й годы пользования была примерно одинаковой, составляя 397,0 и 390,2 ц/га соответственно. При внесении азотных удобрений величина урожайности значительно увеличивалась, составляя на фоне N₉₀ в 2015 г. 375,9 ц/га, в 2016 г. – 424,4 ц/га, в 2017 г. – 460,6 ц/га и в 2018 г. – 436,0 ц/га зеленой массы.

Аналогичным образом увеличивался уровень урожайности и на фоне N₁₈₀. В среднем за годы пользования величина урожайности зеленой массы на фоне без минерального азота составила 344,1 ц/га, на фоне N₉₀ – 424,2 ц/га, на фоне N₁₈₀ – 471,1 ц/га.



Примечание: Ф – фестулолюм, КБ – клевер белый, КЛ – клевер луговой, Л – люцерна

Рисунок 2. Урожайность зеленой массы бинарных бобово-злаковых травостоев на основе фестулолюма на фоне без внесения минерального азота по годам пользования, ц/га

В варианте *фестулолюм* + *клевер луговой* отмечался иной характер распределения величины урожая по годам пользования, что объясняется биологией роста и развития клевера лугового. На фоне без внесения минерального азота в 1-й год пользования суммарная за вегетацию урожайность составила 317,3 ц/га. Максимально высокий уровень урожайности отмечался во 2-й год пользо-

вания травостоем – 509,8 ц/га. В дальнейшем уровень урожайности снижался, составляя 386,8 ц/га в 3-й год пользования и 234,0 ц/га зеленой массы на 4-й год пользования травостоем, что на 275,8 ц/га, или более чем в 2 раза меньше относительно 2-го года пользования, т.е. долевое распределение величины урожая по годам пользования составило 21,9; 35,2; 26,7 и 16,2 % соответственно.

При внесении минерального азота величина урожайности также значительно возрастала. На максимальном фоне N_{180} в 1-й год пользования было получено 472,8 ц/га, во 2-й год пользования – 667,4 ц/га, в 3-й – 533,8 ц/га, в 4-й – 381,4 ц/га зеленой массы в сумме за вегетацию.

Бинарный вариант *фестулолиум + люцерна* достигал максимально высокого уровня урожайности лишь к 3-му году пользования, что объясняется биологией роста и развития люцерны.

На фоне N_0 в варианте *фестулолиум + люцерна* величина урожайности в 1-й год пользования составила 304,8 ц/га, оставаясь на таком же уровне и во 2-й год пользования – 307,6 ц/га зеленой массы в сумме за вегетацию. На 3-й год пользования отмечалось увеличение уровня урожайности на 97,4 ц/га, что составило 405,0 ц/га зеленой массы. И в 2018 г., т.е. на 4-й год пользования, суммарная величина урожайности составила 424,8 ц/га.

Травостой *фестулолиума* с *люцерной* также был отзывчив на внесение минерального азота. Средняя по годам пользования величина урожайности на фоне N_0 составила 360,6 ц/га, на фоне N_{90} – 482,2 ц/га (+121,6 ц/га), на фоне N_{180} – 550,8 ц/га (+190,2 ц/га) зеленой массы.

В бинарном варианте *кострец + люцерна* долевое распределение величины урожая по годам пользования составило 19,0; 23,7; 26,9 и 30,4 % соответственно. В абсолютном выражении на фоне N_0 в 1-й год пользования было сформировано 296,5 ц/га, во 2-й год пользования 368,8, в 3-й – 419,8 ц/га, в 4-й – 473,6 ц/га зеленой массы.

При внесении минерального азота также возрастала и величина урожайности, составляя на фоне N_{180} 466,5; 628,2; 606,8 и 588,4 ц/га зеленой массы соответственно по годам пользования. Величина средней за 4 года пользования урожайности составила 389,7 ц/га на фоне N_0 , 511,8 ц/га на фоне N_{90} (+122,1 ц/га) и 572,5 ц/га на фоне N_{180} (+182,8 ц/га).

Многокомпонентный вариант *ежа + овсяница тростниковая + фестулолиум + клевер белый* на фоне без внесения минерального азота обеспечил среднюю по годам пользования (2015–2018 гг.) урожайность зеленой массы 308,0 ц/га, на фоне N_{90} – 459,8 ц/га (+151,8 ц/га), на фоне N_{180} + 498,1 ц/га (+190,1 ц/га). Максимальная урожайность формировалась ко 2-му году пользования, оставаясь в дальнейшем на достаточно высоком уровне. На примере варианта с внесением N_{90} суммарная за вегетацию величина урожайности составила 423,1 ц/га в 1-й год пользования, во 2-й год пользования увеличилась до 505,6 ц/га, в 3-й год пользования – 460,2 ц/га и в 4-й – 450,4 ц/га зеленой массы.

Более продуктивной по уровню урожайности зеленой массы была многокомпонентная травосмесь *люцерна + клевер луговой + ежа + овсяница луговая*

+ *тимOFFеевка*, обеспечившая среднюю за период исследований урожайность зеленой массы 501,9 ц/га. Максимальный уровень урожайности формировался ко 2-му году пользования (2016) за счет входящего в состав клевера лугового, и оставался в последующем на достаточно высоком уровне благодаря люцерне.

На фоне N_0 величина урожайности составила в 1-й год пользования 339,4 ц/га, во 2-й год пользования – 463,8 ц/га, в 3-й – 398,6 ц/га, в 4-й – 438,4 ц/га зеленой массы.

Внесение минерального азота обеспечивало увеличение величины урожая зеленой массы. На фоне N_{90} урожайность по годам пользования составила 427,9; 589,2; 516,8 и 511,4 ц/га соответственно. Максимально высокой была урожайность на фоне N_{180} , составляя 490,0; 649,4; 586,5 и 611,6 ц/га соответственно.

Долевое участие величины урожайности по годам пользования на примере варианта с внесением N_{180} имело следующий характер распределения: 21,0 % в 1-й год пользования, 27,8 % во 2-й год пользования, 25,1 % в 3-й и 26,2 % на 4-й год пользования изучаемым травостоем, т.е. можно говорить о равномерном распределении величины урожая зеленой массы по годам пользования в данном варианте, а также о наиболее высокой его продуктивности в сравнении со злаковыми и бинарными бобово-злаковыми травостоями.

Выводы

1. Урожайность зеленой массы изучаемых нами травостоев в период исследований 2015–2018 гг. была достаточно высокой и зависела от погодных условий, компонентного состава, а также продолжительности (года пользования) их использования.

2. Изучаемые варианты со злаковыми видами многолетних трав, как в чистом виде, так и в составе травосмесей, максимальный уровень урожайности формируют в 1-й год пользования, во 2-й и последующие годы пользования величина урожайности снижается, особенно на фоне без внесения минерального азота.

3. Внесение азотных удобрений является обязательным приемом при возделывании многолетних злаковых трав, увеличивающим урожайность зеленой массы. Изучаемые травостои злаковых трав на фоне N_0 формировали 132,6 (*фестулолиум* + *овсяница луговая* + *овсяница тростниковая*) – 147,5 (*кострец* + *овсяница луговая*) ц/га зеленой массы, на фоне N_{90} уровень урожайности увеличился до 254,5 (*фестулолиум* + *овсяница луговая* + *овсяница тростниковая*) – 259,7 (*фестулолиум*) ц/га. Урожайность изучаемых вариантов на фоне N_{180} составила 332,2 (*фестулолиум*) – 357,5 (*кострец* + *овсяница луговая*) ц/га зеленой массы.

4. Величина урожайности и характер ее распределения по годам пользования бинарных и многокомпонентных бобово-злаковых травостоев определяется не только погодными условиями вегетации, но и входящим в состав бобовым компонентом.

5. Наименее продуктивным из изучаемых бинарных вариантов был травостой с участием клевера ползучего, формирующий по годам пользования 339,4; 420,5; 460,1 и 432,5 ц/га зеленой массы. Величина урожайности также зависела от уровня азотного питания, составляя в среднем за период исследований (2015–2018 гг.) 344,1 ц/га на фоне N₀, 424,2 ц/га на фоне N₉₀ и 471,1 ц/га на фоне N₁₈₀.

Вариант с клевером луговым был более урожайным и максимально высокий уровень урожайности формировал во 2-й год пользования, что составило 409,8; 605,5; 464,0 и 316,5 ц/га зеленой массы в среднем по годам пользования.

Наиболее урожайными были бинарные варианты с люцерной, формирующие 385,3–388,6 ц/га в 1-й; 459,1–537,2 ц/га во 2-й; 492,5–515,9 ц/га в 3-й и 517,8–526,9 ц/га зеленой массы в 4-й год пользования.

При внесении азотных удобрений величина урожайности возрастала, составляя в среднем по вариантам 360,6–389,7 ц/га на фоне N₀, 482,2–511,8 ц/га на фоне N₉₀, 513,9–550,8 ц/га на фоне N₁₈₀.

6. Многокомпонентные изучаемые варианты бобово-злаковых травосмесей характеризовались высоким уровнем урожайности и стабильным характером ее распределения по годам пользования. Вариант с участием клевера ползучего обеспечил 378,4; 537,2; 515,9 и 526,9 ц/га зеленой массы, вариант с участием люцерны и клевера лугового – 419,1; 567,5; 500,6 и 520,5 ц/га зеленой массы соответственно по годам пользования.

Внесение минерального азота окупалось увеличением величины урожайности зеленой массы, составляющей 308,0 ц/га на фоне N₀, 459,8 ц/га на фоне N₉₀, 498,1 ц/га на фоне N₁₈₀ в варианте *ежа + овсяница тростниковая + фестулум + клевер белый* и 410,1; 511,3; 584,4 ц/га соответственно в варианте *люцерна + клевер луговой + ежа + овсяница луговая + тимopheевка*.

Литература

1. Cernoch, V. Benefits of *Festulolium* varieties in European agriculture / V. Cernoch, O. Groenbaek // Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation. – Wageningen, the Netherlands, 15-17 June, 2015. – Vol. 20: Grassland and forages in high output dairy farming systems. – P. 386-388.
2. Frankof-Lindberg, B.E. Digestibility and fibre content of leaves and straw of three *Festulolium* hybrids during spring regrowth / B.E. Frankof-Lindberg, K.-F. Olsson // Proceedings of the 21th General Meeting of the European Grassland Federation / Grassland Science in Europe. – Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008. – Vol. 13: Biodiversity and Animal Feed Future: Challenges for Grassland Production. – P. 456-458.
3. Lyszczaż, R. Ilościowe i jakościowe parametry oceny wybranych odmian kostrzewy lakowej, zycicy trwalej i *Festulolium*. / R. Lyszczaż // Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. – 2001. – №474. – P. 225-233.
4. Великдань, Н.Т., Желтопузов В.Н. Динамика накопления биомассы урожая в одновидовых и смешанных посевах многолетних трав // Сб. науч. тр. Всерос. НИИ овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 2, № 9. – С. 214–220.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

6. Клыга, Е.Р. Фестулолиум агробиологические аспекты возделывания: аналитический обзор / Е.Р. Клыга, П.П. Васько. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 68 с.

7. Лазарев, Н.Н. Урожайность и ботанический состав бинарных и многокомпонентных травосмесей с клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) при интенсивном использовании / Н.Н. Лазарев, Т.В. Костинова // Изв. ТСХА. – 2013. – № 4. – С. 85-94.

8. Листков, В.Ю. Продуктивность бинарной травосмеси на основе люцерны в зависимости от фона минерального питания / В.Ю. Листков, А.Ф. Петров // Вестник НГАУ. – 2019. – № 1 (50). – С. 133-138.

9. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игольников [и др.]. – М: ВИК, 1971. – 233 с.

FORMATION OF GREEN MASS YIELD OF CEREAL AND LEGUME-CEREAL GRASS STANDS ON VARIOUS BACKGROUNDS OF NITROGEN NUTRITION OVER THE YEARS OF USE

E.R. Klyga, N.B. Olshevskaya, T.M. Nikitina

The article presents the results of the studies on the formation of green mass yield of single-species, binary and multi-component cereal and legume-cereal grass stands on various backgrounds of nitrogen nutrition, as well as the uniformity of green mass supply over the years of use for 2015-2018. The least productive were cereal grass stands, forming from 132.6–147.5 c/ha without application of mineral nitrogen to 332.2–357.5 c/ha of green mass against the background of N_{180} (60 kg/ha of active ingredient of nitrogen for each mowing). The highest yield was observed in the option of a multi-component grass mixture with alfalfa and red clover, which formed on average over the period of research from 410.1 c/ha against the background of N_0 to 584.4 c/ha of green mass against the background of N_{180} .

УДК 633.3:631.5

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА СКОРОСТЬ ВЛАГООТДАЧИ ПРИ ПРОВЯЛИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

Н. С. Яковчик¹, доктор с.-х. наук, доктор экон. наук, **Н. Н. Зенькова²**,
канд. с.-х. наук, **О. Ф. Ганущенко²**, канд. с.-х. наук, **О. В. Зенькова²**

¹Белорусский государственный аграрный технический университет
²Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины»

(Дата поступления статьи в редакцию 16.06.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по установлению влияния технологических приемов (плющение стеблей) бобовых трав специальными устройствами и способов скашивания (в расстил и валок) на

скорость влагоотдачи зеленой массы для ускорения проявлявания до минимально необходимого уровня.

Введение. Климат Беларуси характеризуется повышенным увлажнением, где получение высококачественного корма из проявленных трав затруднительно из-за частых кратковременных дождей, утренней росы. Сочетание типичных параметров погодных условий и существующих технологий заготовки кормов (традиционное скашивание бобовых трав в валок без плющения) в нашей республике не позволяет достигнуть в течение одного светового дня необходимого минимального уровня СВ (CB_{min}), тем более при скашивании бобовых в фазе стеблевания при уровне СВ 10–12 % [1, 2].

Быстрое проявлявание бобовых трав проблематично в производственных условиях по целому ряду причин: очень высокая исходная влажность зеленой массы – до 88–90 %. В результате этого уже на стадии транспортировки измельченная масса в фазе стеблевания за счет избытка не связанной воды начинает выделять сок. Высокое содержание белка у бобовых неизменно сопровождается повышенным количеством связанной в коллоидах воды, в результате чего динамика влагоотдачи при их проявливании резко снижается по сравнению со злаками в условиях благоприятной устойчивой погоды. При высокой урожайности зеленой массы бобовых трав в ранние фазы вегетации (300–350 ц/га) даже при скашивании в расстил на 1 м² приходится 3–3,5 кг массы, что неизбежно снижает скорость их проявлявания (оптимум – до 1,5 кг/м²) [1, 2].

Необходимо оптимальное сочетание различных параметров погодных условий (повышенная инсоляция, температура и скорость движения воздуха, отсутствие дождей в предшествующие и последующие сутки, низкая относительная влажность воздуха и т.д.), что в погодных условиях нашей республики довольно проблематично.

Цель исследований – изучение влияния фазы вегетации растений и технологических приемов на скорость влагоотдачи при проявливании многолетних бобовых трав для заготовки консервированных кормов.

Методика исследований. Проведено исследование, в ходе которого определили продолжительность и скорость проявлявания многолетних бобовых трав I укоса в зависимости от применяемых технологических приемов. Научно-хозяйственный эксперимент проходил в 2023 г. В первый укос клевер луговой, люцерну посевную и галегу восточную убирали в фазу стеблевания и бутонизации. Использовали также различные технологические приемы предварительной обработки зеленой массы: скашивание в расстил с плющением стеблей (первый вариант), скашивание в расстил без плющения стеблей (второй вариант), скашивание в валок с плющением стеблей (третий вариант) и скашивание в валок без плющения стеблей (четвертый вариант).

При проведении исследования контролировали содержание СВ (влажность) в свежескошенном и проявленном сырье, а также продолжительность его сушки до достижения уровня СВ 35, 40 и 45 % (соответственно варианты А,

Б и В по степени проявления бобовых трав, приемлемые для производства). Длительность проявления растений учитывали исключительно в световых (дневных) часах. Скашивали после полного схода росы в 11.00. Влажность зеленой массы определяли во второй и в последующие световые дни в период с 9.00 до 21.00, то есть контролировали этот показатель на протяжении 12 часов.

Скорость влагоотдачи (%/ч) рассчитывали с учетом длительности проявления в световых часах и разницы в содержании СВ в массе за соответствующий период. Для оперативного получения данных по уровню СВ в свежескошенном и проявленном сырье использовали портативный анализатор кормов.

Результаты исследований. Расчеты показали, что в первом укосе урожайность зеленой массы клевера лугового, люцерны посевной и галеги восточной, убранных в фазы стеблевания и бутонизации, составляла соответственно 68 и 115, 124 и 168 и 180 и 228 ц/га. Сравнительно невысокая урожайность сырья была обусловлена практически полным отсутствием дождей в период вегетации (май – начало июня).

На основании проведенных исследований был сделан вывод о том, что на скорость влагоотдачи повлияли как степень проявления сырья, так и вид предварительной механической обработки растений (таблицы 1–3). Установлено, что у всех изучаемых бобовых трав скорость влагоотдачи снижалась по схеме:

первый вариант → второй вариант → третий вариант → четвертый вариант;

вариант А → вариант Б → вариант В.

В ходе исследования была выявлена высокая обратная корреляционная связь (r) между фактическим уровнем СВ в проявляемом сырье и скоростью влагоотдачи культур, убранных в фазы стеблевания и бутонизации в условиях длительной засухи: клевера лугового – от r 0,85115 до –0,93461 и от r 0,86452 до –0,92541, люцерны посевной – от r 0,85913 до –0,9601 и от –0,83386 до –0,90783), галеги восточной – от r 0,704 до –0,91031 и от –0,734 до –0,91654.

Максимальная скорость влагоотдачи зафиксирована при проявлении клевера лугового (из-за наименьшей урожайности среди изучаемых культур), а средняя и минимальная – при просушивании люцерны посевной и галеги восточной.

Например, в фазу стеблевания в течение первых световых часов скорость проявления зеленой массы убранных клевера лугового, люцерны посевной и галеги восточной (скашивание в расстил с плющением стеблей) составляла соответственно 4,68; 2,93 и 2,45 %/час (таблицы 1–3). Таким образом, установлено, что в фазу стеблевания клевер луговой подсыхал гораздо быстрее (благодаря меньшей исходной урожайности), чем люцерна посевная и галега восточная в 1,6 и 1,9 раза соответственно.

Таблица 1. Продолжительность проявления в световых часах и скорость влагоотдачи клевера лугового

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
Фаза стабилизации					
В растил с плющением:			В растил с плющением:		
при скашивании	13,2	—	при скашивании	17	—
5 часов	36,6	4,68 (в первые 5 часов)	6 часов	35,9	3,15 (в первые 6 часов)
9 часов	41	1,1 (с 6-го по 9-й час)	12 часов	41,2	0,88 (с 7-го по 12-й час)
15 часов	46,6	0,93 (с 10-го по 15-й час)	19 часов	45,7	0,64 (с 13-го по 19-й час)
За весь световой период	46,6	2,22 (15 час)		45,7	1,51 (19 час)
В растил без плющения:					
при скашивании	13,2	—	при скашивании	17	—
6 часов	35,4	4,44 (в первые 6 часов)	6 часов	35,4	3,06 (в первые 6 часов)
11 часов	40,9	0,91 (с 7-го по 11-й час)	12 часов	40,8	0,77 (с 7-го по 12-й час)
19 часов	45,4	0,56 (с 12-го по 19-й час)	19 часов	45,6	0,6 (с 13-го по 19-й час)
За весь световой период	45,4	1,69 (19 час)		45,6	1,36 (21 час)
В валок с плющением:					
при скашивании	13,2	—	при скашивании	17	—
6 часов	34,8	3,6 (в первые 6 часов)	7 часов	35,9	2,7 (в первые 7 часов)
13 часов	40,6	0,83 (с 7-го по 13-й час)	15 часов	41,2	0,66 (с 8-го по 15-й час)
23 часа	45,6	0,5 (с 14-го по 23-й час)	23 часа	45,3	0,51 (с 16-го по 23-й час)
За весь световой период	45,6	1,40 (23 час)		45,3	1,36 (23 час)

В валок без плю- щения:		В валок без плю- щения:		
при скашивании	13,2	—	17	—
7 часов	34,8	3,09 (в первые 7 часов)	35,7	2,34 (в первые 8 часов)
15 часов	40,6	0,73 (с 8-го по 15-й час)	40,3	0,58 (с 9-го по 16-й час)
25 часов	45,2	0,46 (с 16-го по 25-й час)	45,7	0,49 (с 17-го по 27-й час)
За весь световой период	45,2	1,28 (25 час)	45,7	1,06 (27час)

Максимальную скорость влагоотдачи изучаемых бобовых трав (предельно быстрое повышение уровня СВ в проявляемом сырье) регистрировали в первый световой день в течение первых часов после уборки. К концу первого светового дня скорость влагоотдачи растений заметно снижалась. В следующие световые дни этот процесс влагоотдачи заметно снижался. Например, при просушивании галеги восточной, убранной в фазу бутонизации (скашивание в расстил без площения стеблей), скорость влагоотдачи в первый световой день составила 1,85 %/ч, во второй – 0,43, а в третий – 0,37 %/ч (таблица 3). Очевидно, это объясняется уменьшением доли свободной воды в клетках растений и повышением в них удельного веса связанной (коллоидной) воды по мере увеличения продолжительности и степени проявления трав, а также выпадением росы в ночной период ко второму и последующим световым дням проявления.

При уборке клевера лугового в фазу стеблевания со скашиванием в расстил и площении стеблей, в варианте В (по степени проявления сырья), содержания СВ около 45 % (фактически было 46,6 %) достигали в течение 15 световых часов, а при скашивании его с формированием валка без площения стеблей (фактически 45,2 % СВ) – за 25 световых часов (таблица 1).

Таким образом, при формировании валка без площения стеблей (4 вариант) продолжительность проявления в световых часах была в 1,7 раза выше по сравнению со скашиванием этой культуры в расстил с предварительной механической обработкой растений (1 вариант).

Показатели, характеризующие продолжительность проявления и скорость влагоотдачи зеленой массы клевера лугового, убранного в разные фазы вегетации, представлены в таблице 1.

Данные наших исследований свидетельствуют о том, что даже в солнечную погоду в течение первого светового дня не удалось достичь уровня СВ не менее 45 % (значение, при котором все бобовые культуры силосуются без образования масляной кислоты). СВ составляло около 35 % как при скашивании растений в фазу стеблевания, так и при их уборке в фазу бутонизации. Из такого сырья можно получить качественный силаж только при внесении в зеленую массу бактериальных консервантов и соблюдении технологии заготовки корма.

Показатели, характеризующие продолжительность проявления и скорость влагоотдачу клевера посевной, убранной в разные фазы вегетации, представлены в таблице 2.

Для закладки лабораторных емкостей к подбору проявленной массы (по варианту А с СВ около 35 %) клевера лугового в фазу стеблевания приступали во второй половине первого светового дня: при первом варианте – с 16.00, при четвертом – с 18.00. Подбор проявленной массы (вариант А) скошенного в фазу бутонизации клевера лугового выполняли на один час позже: при первом варианте – с 17.00, при четвертом – с 19.00. К подбору проявленной массы люцерны посевной (уровень СВ достигал 35 %), убранной как в фазу стеблевания, так и в

Таблица 2. Продолжительность проявлявания в световых часах и скорость влагоотдачи люцерны посевной

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
Фаза стеблевания			Фаза бутонизации		
В расстил с плющением:			В расстил с плющением:		
при скашивании	14,8	—	в момент скашивания	17,2	—
7 часов	35,3	2,93 (в первые 7 часов)	7 часов	36,4	2,74 (в первые 7 часов)
13 часов	40,1	0,8 (с 7-го по 13-й час)	13 часов	40,6	0,7 (с 8-го по 13-й час)
21 час	45,8	0,71 (с 14-го по 21-й час)	22 часа	46,1	0,61 (с 14-го по 22-й час)
За весь световой период	45,8	1,48 (21 час)		46,1	1,31 (22 час)
В расстил без плющения:			В расстил без плющения:		
при скашивании	14,8	—	при скашивании	17,2	—
8 часов	36,3	2,69 (в первые 8 часов)	8 часов	36,4	2,4 (в первые 8 часов)
15 часов	41,1	0,69 (с 9-го по 15-й час)	15 часов	40,6	0,6 (с 9-го по 15-й час)
22 часа	45,7	0,67 (с 16-го по 22-й час)	25 часов	46,1	0,55 (с 16-го по 25-й час)
За весь световой период	45,7	1,40 (22 час)		46,1	1,16 (25 час)
В валок с плющением:			В валок с плющением:		
при скашивании	14,8	—	при скашивании	17,2	—
9 часов	36,3	2,39 (в первые 9 часов)	9 часов	36,4	2,13 (в первые 9 часов)
17 часов	41,1	0,6 (с 10-го по 17-й час)	17 часов	40,6	0,53 (с 10-го по 17-й час)
25 часов	45,8	0,59 (с 18-го по 25-й час)	28 часов	46,1	0,5 (с 18-го по 28-й час)
За весь световой период	45,8	1,24 (25 час)		46,1	1,03 (28 час)

В валок без плю- щения:			В валок без плю- щения:		
при скашивании	14,8	—	при скашивании	17,2	—
10 часов	35,9	2,11 (в первые 10 часов)	10 часов	35,7	1,85 (в первые 10 часов)
22 часов	41,9	0,5 (с 11-го по 22-й час)	21 час	40,9	0,47 (с 11-го по 21-й час)
32 часа	45,3	0,34 (с 23-го по 32-й час)	32 часа	45,3	0,4 (с 22-го по 32-й час)
За весь световой период	45,3	0,95 (32 час)		45,3	0,88 (32 час)

фазу бутонизации, приступали к концу первого светового дня: при первом варианте – с 18.00, при четвертом – с 21.00.

При уборке галеги восточной в фазы стеблевания и бутонизации особенно актуально использовать такие технологические приемы, как скашивание в расстил с плющением стеблей и без него (первый и второй варианты). Исследования показали, что скашивание галеги в валок, как с плющением стеблей, так и без него (третий и четвертый варианты) менее эффективно, поскольку в первый световой день невозможно проявить сырье до минимально необходимого уровня СВ 35 %, а поэтому получить из него качественный силаж невозможно (без использования очень дорогих химических консервантов) даже при соблюдении требований по заготовке корма.

Показатели, характеризующие продолжительность проявливании и скорость влагоотдачи галеги восточной, убранной в разные фазы вегетации, представлены в таблице 3.

Для закладки лабораторных емкостей к подбору галеги, убранной в фазы стеблевания и бутонизации, приступали в конце первого светового дня, когда уровень СВ в проявляемой массе достигал около 35 % (вариант А): в 1 варианте (при скашивании в расстил с плющением стеблей) – в 20.00, во 2 варианте (при скашивании в расстил без плющения) – в 21.00.

Если в проявленных бобовых травах 1 укоса содержание СВ составляет около 40 %, заготовить качественный корм можно и без консервантов. Однако следует учитывать, что в течение первого светового дня такое сырье получилось в условиях нашего опыта только при проявлении клевера лугового, убранного исключительно в фазу стеблевания. При уборке этой культуры в фазу бутонизации высушить массу до содержания в ней СВ 40% можно лишь на второй световой день, что неизбежно приводит к существенным потерям наиболее ценных питательных веществ в ночное время, когда процесс проявливании полностью прекращается. При использовании малоэффективных технологических приемов (скашивание в валок как с плющением, так и без него) в процессе уборки люцерны посевной и галеги восточной период их проявливании даже в солнечную погоду увеличивается до 3–4 световых дней.

Заключение

Плющение (направленное механическое повреждение) стеблей бобовых трав специальными устройствами при их скашивании в расстил способствует повышению скорости влагоотдачи зеленой массы и ускорению проявливании до содержания минимально необходимого уровня СВ около 35 %.

Литература

1. Зенькова, Н. Н. Научно-практические рекомендации по планированию и производству кормов для дойного стада : методические рекомендации / Н. Н. Зенькова, В. Г. Микуленок. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 35 с
2. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве : практическое руководство / Н. Н. Зенькова [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Зеньковой, О. Ф. Ганущенко. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 176 с.

Таблица 3. Продолжительность проявления в световых часах и скорость влагоотдачи галети восточной

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
	Фаза стеблевания			Фаза бутонизации	
В расстил с плющением: при скашивании			В расстил с плющением: при скашивании		
	14,2	—		17,2	—
	36,3	2,45 (в первые 9 часов)		35,4	2,02 (в первые 9 часов)
	41,1	0,53 (с 10-го по 18-й час)		40,2	0,48 (с 10-го по 19-й час)
	45,9	0,48 (с 19-го по 28-й час)		45,3	0,42 (с 20-го по 31-й час)
За весь световой период	45,9	1,13(28 час)		45,3	0,91 (31 час)
В расстил без плющения: при скашивании			В расстил без плющения: при скашивании		
	14,2	—		17,2	—
	35,8	2,16 (в первые 10 часов)		35,7	1,85 (в первые 10 часов)
	40,9	0,46 (с 11-го по 21-й час)		40,9	0,43 (с 11-го по 22-й час)
	45,2	0,43 (с 22-го по 31-й час)		45,3	0,37 (с 23-го по 34-й час)
За весь световой период	45,2	1,00 (31 час)		45,3	0,83(34 час)
В валок с плющением: при скашивании			В валок с плющением: при скашивании		
	14,2	—		17,2	—
	36,6	1,87 (в первые 12 часов)		36,9	1,7 (в первые 11 часов)
	41	0,4 (с 13-го по 23-й час)		41,2	0,38 (с 12-го по 25-й час)
	46,6	0,37 (с 24-го по 38-й час)		45,7	0,3 (с 26-го по 40-й час)
За весь световой период	46,6	0,85(38 час)		45,7	0,71(40 час)

В валок без плю- щения:			В валок без плю- щения:		
при скашивании	14,2	—	при скашивании	17,2	—
12 часов	35,8	1,8 (в первые 12 часов)	12 часов	35,7	1,54 (в первые 12 часов)
25 часов	40,9	0,39 (с 13-го по 25-й час)	26 часов	40,9	0,37 (с 13-го по 26-й час)
39 часов	45,2	0,31 (с 26-го по 39-й час)	42 часа	45,3	0,28 (с 27-го по 42-й час)
За весь световой период	45,2	0,79 (39 час)		45,3	0,67 (42 час)

3. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов : [Электронный ресурс] / Н. Н. Зенькова [и др.]. – Витебск : ВГАБМ, 2021. – 356 с. Режим доступа: <https://https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura>. – Дата доступа: 15.07.2022.

4. Научно-технологические основы производства и использования кормов в молочном скотоводстве : монография Н. С. Яковчик [и др.] ; под общ. ред. И. В. Брило. – Минск, 2022. – 492 с.

INFLUENCE OF TECHNIQUES ON THE RATE OF MOISTURE LOSS DURING PERENNIAL LEGUME GRASSES DRYING

N. S. Yakovchik, N. N. Zenkova, O. F. Ganushchenko, O. V. Zenkova

The article presents the results of the studies to establish the influence of techniques (flattening of stems) of legume grasses with special devices and mowing methods (in a spreading and roll) on the rate of moisture loss of green mass to accelerate drying to the minimum required level.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

ФОРМИРОВАНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО БАНКА СЕМЯН В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, **И.С. Матыс**, кандидат с.-х. наук,
И.М. Маркевич научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
Дата поступления статьи в редакцию 01.04.2025

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. Представлены результаты формирования, сохранения и использования генетических ресурсов растений национального банка семян РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Созданная в период 2000–2024 гг. коллекция генетических ресурсов растений является важнейшим резервом ценных источников исходного материала для селекции. В итоге многолетнего полевого и лабораторного изучения коллекционного материала выделены доноры и источники ценных признаков и свойств растений, которые активно используются в селекции. Сформированы базовые, активные, рабочие, полевые, коллекции семян исходного образца, целевые признаковые, стержневые коллекции по наиболее значимым в экономическом отношении сельскохозяйственным растениям. Плодотворно функционирует Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений, включенный в Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние Республики Беларусь. За период 2000–2024 гг. с использованием генофонда ресурсов растений в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано более 480 сортов зерновых, зернобобовых, масличных, технических и кормовых культур, 56 сортов включены в Государственный реестр РФ.

Введение. Мировые генетические ресурсы растений рассматриваются во всем мире как основной источник улучшения сельскохозяйственных культур на ближайшие десятилетия, обеспечения продовольственной безопасности населения Земли, залог благосостояния населения каждой страны, способствующий устойчивому развитию экономики [1]. Природный и созданный деятельностью человека генетический фонд растительных ресурсов представляет собой материальную и интеллектуальную национальную ценность, он обеспечивает непрерывное развитие продовольственной базы государства. Мировым сообществом признаны суверенные права стран на их биологические ресурсы и вместе с этим – ответственность стран и народов за сохранение биологического разнообразия. Потеря генетического разнообразия снижает возможности для ведения стабильного сельского хозяйства в неблагоприятных условиях природной сре-

ды при быстром изменении метеорологических условий. Сохранение и приумножение биоразнообразия – главная цель создания генетических банков растений для предотвращения генетической эрозии культивируемых сортов и их диких родичей. Генные банки сохраняют генетическое разнообразие и делают его доступным для ученых разных стран (комиссия ФАО, 2013 г.).

На территории СССР генетические ресурсы хозяйственно полезных растений были сосредоточены во Всесоюзном институте прикладной ботаники и новых культур (ВИР им. Н.И. Вавилова) и находились в свободном доступе для ученых всех республик Советского союза. После распада СССР был нарушен систематический обмен коллекционным материалом, отсутствовала координация в работе по генетическим ресурсам культурных растений в Республике Беларусь. В это время в мире все больше внимания стали уделять продовольственной безопасности. Назрела необходимость формирования национальной структуры фонда генетических ресурсов и в нашей стране. Стимулом для этого послужило Межправительственное соглашение о сотрудничестве в области сохранения и использования генетических ресурсов культурных растений 11 государств-участников СНГ, подписанное 4 июня 1999 г., включая Республику Беларусь [2].

С 2000 г. в стране разработана и начала функционировать Государственная программа «Создание национального генетического фонда хозяйственно полезных растений» («Генофонд растений»), в результате выполнения которой в 2000–2005 гг. и 2007–2010 гг. в республике сформирован генетический фонд культурных растений. Развитие исследований в данном направлении в 2011–2019 гг. привело к созданию в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений (далее генный банк). Созданные коллекции генетических ресурсов хозяйственно полезных растений генбанка обеспечивают запросы селекционеров на источники хозяйственно полезных признаков и свойств, необходимых для создания высокопродуктивных, ресурсо- и энергосберегающих сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и служат первоосновой обеспечения продовольственной безопасности Республики Беларусь [3].

Материалы и методика. Образцы генофонда, селекционный материал, сорта растений сохраняются, документируются и оцениваются по широкому комплексу хозяйственно-биологических признаков полевыми и лабораторными методами. Определяются генетико-биохимические и физиологические показатели оценки качества продукции и устойчивости растений к биотическим и абиотическим факторам среды, выделенные источники и доноры, сформированные целевые признаковые коллекции используются для создания новых сортов.

Результаты исследований. В отделе генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проводятся целенаправленные научные исследования в области сбора, изучения и сохране-

ния генетических ресурсов растений. В 2012 году собранные коллекции ресурсов растений зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных культур, сахарной свеклы и льна были признаны объектами национального достояния, а в 2019 году Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924 переименованы в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», который объявлен Национальным достоянием Республики Беларусь.

Генный банк позволяет сосредоточить растительное разнообразие нашего центра и других научных учреждений республики в одном месте, гарантировать относительную безопасность его сохранения, обеспечить возможность целенаправленного изучения, расширить доступность к использованию генетических ресурсов растений для отечественных и зарубежных ученых. В основу его формирования положены следующие принципы: сохранение подлинности образца семян; поддержание жизнеспособности и генетической целостности образца; физическая сохранность коллекции; пополнение и использование зародышевой плазмы; обеспечение информации; активное управление генным банком [4]. В нем собрано и сохраняется более 54,3 тысяч коллекционных образцов в составе 47 культур, 753 вида. Из них: активная коллекция – 15987 образцов и базовая коллекция – 14985 образцов охватывают генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные коллекционные образцы. Коллекция семян исходного образца – 23376 шт. В составе коллекций генного банка 38 % образцов белорусского происхождения, 62 % – других стран мира (126 стран). Коллекции генного банка пополняются путем обмена коллекционным материалом с генными банками мира, научно-исследовательскими и учебными учреждениями, между отечественными и зарубежными селекционерами. При формировании коллекций образцов обращается внимание, в первую очередь, на запросы отечественной селекции и растениеводства, осуществляется поиск новых видов и форм, местных и селекционных сортов, источников и доноров селекционно ценных признаков.

В генном банке на хранении находится семенной материал генетических ресурсов растений зерновых (пшеница озимая, пшеница яровая, рожь озимая, тритикале озимое, тритикале яровое, ячмень яровой, овес яровой) – 9535 образцов из 73 стран мира (2 семейства, 5 родов, 61 вид, 300 разновидностей), кукурузы (*Zea mays* L.) – 1354 образца из 17 стран мира; зернобобовых (горох посевной, горох полевой (пелюшка), вика посевная яровая, люпин желтый, люпин узколистный, соя, бобы кормовые) – 33520 оригинальных образцов из 46 стран мира; крупяные (гречиха, просо и просовидные) – 771 оригинальный образец, 2 семейства, 4 рода, 5 видов, 15 разновидностей из 25 стран мира; кормовые (бобовые, злаковые травы, свёкла кормовая) – 3433 образца из 45 стран мира; масличные (рапс озимый, рапс яровой, редька масличная, сурепица, горчица белая, горчица сарепская, подсолнечник) – 1883 образца и состоит из 4 родов, 6 видов,

Таблица 1. Состав коллекций Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2024 г.

Тип коллекции	Количество образцов	Цель создания и характер использования
Коллекции семян генетических ресурсов растений исходного образца	23376	Коллекции семян генетических ресурсов белорусского и зарубежного происхождения являются основой для эффективного обеспечения исходным материалом селекционного процесса по группам культур. Эффективно используются в селекции, позволяют сохранять оригинальность образцов в ограниченном количестве, сохраняются при температуре от 0 до +3 °С
Активная коллекция генетических ресурсов растений	15987	Активная коллекция генетических ресурсов растений хранится в камере среднесрочного хранения, коллекционные образцы сохраняются при температуре от 0 до +3 °С в течение 15 лет в количестве 15 тыс. всхожих семян. Коллекция предполагает обмен коллекционным материалом с другими генбанками для использования в селекции
Базовая коллекция генетических ресурсов растений	14985	Базовая коллекция направлена на сохранение наиболее ценной части собранного генофонда растений для будущих поколений в количестве 2 тыс. всхожих семян каждого образца. Сохранение коллекционных образцов осуществляется в камере долгосрочного хранения (при температуре -18 °С до 40 лет).
ВСЕГО	54348	

5 разновидностей из 33 стран мира; свекла сахарная (*Beta vulgaris* L.) – 335 образцов; лен (*Linum* L.) – 993 образца; овощные культуры – 153 образца и коллекция дикорастущих хозяйственно полезных растений (в том числе диких родичей культурных растений), представленная 1349 образцами семян природных популяций, которые относятся к 475 видам, 285 родам, 62 семействам. В их числе 89 редких видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. В относительном выражении наибольший удельный вес составляют образцы зерновых культур – 43 %. Зернобобовые составляют 20 % коллекционного фонда, масличные (крестоцветные) – 8 %, крупяные – 3 %, кормовые – 12 % и 14 % других культур.

Поступление образцов для пополнения коллекции генного банка. Пополнение – это процесс сбора семян для включения в генный банк вместе с соответствующей информацией. Коллекции генетических ресурсов растений пополняются путем запроса коллекционного материала из генных банков мира, научно-исследовательских и учебных учреждений, от отечественных и зарубежных селекционеров, а также в результате экспедиционных сборов семян аборигенных сортов и диких родичей. Только за период 2024 г. собрано 469 коллекционных образцов из России, Эстонии (Jogeva PBI), Китая (Хэйлуцзянская Академия), Чехии (Gene Bank), генных банков Словакии и Узбекистана.

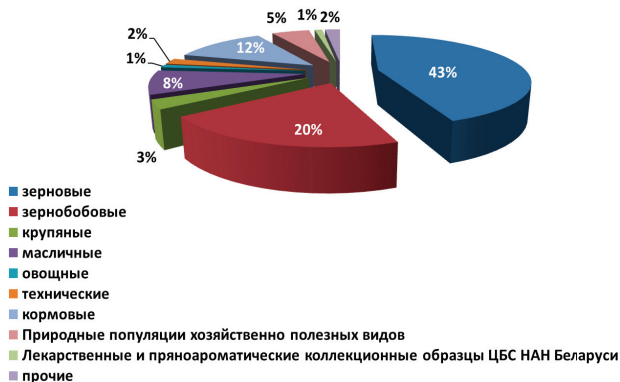


Рисунок 1. Видовой состав коллекции семян исходного образца (2024 г.)

Каждый образец, включенный в основной каталог после комплексного изучения в полевых и лабораторных условиях, размножается для закладки на длительное и оперативное хранение в контролируемых условиях (-18°C) и ($+4^{\circ}\text{C}$) соответственно. Периодически проводится инвентаризация состояния семян сохраняемых образцов и осуществляется постоянный контроль за своевременностью их посева. За период с 2021 г. по 2024 г. в процессе проведения научных исследований в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» были сформированы 22 целевые признаковые коллекции растений, из них: 10 – зерновых (озимая и яровая пшеница, озимая диплоидная и тетраплоидная рожь, озимое и яровое тритикале, ячмень озимый и яровой, овес); 4 – зернобобовых (люпин желтый и узколистный, горох, вика); 4 – крестоцветных (озимый и яровой рапс, сурепица, горчица); 4 – злаковых трав (овсяница тростниковая, овсяница луговая, тимopheевка луговая, фестулолиум); выделено более 100 генетических источников селекционно ценных признаков растений.

Документирование данных по характеристике и оценке генетического материала особенно важно для целенаправленного использования соответствующих коллекций и в помощь идентификации индивидуальных образцов. Информация об образцах необходима генному банку для управления и ведения коллекции, для осуществления обмена и предоставления пользователям зародышевой плазмы и прилагается ко всем распространяемым материалам. Паспортные данные представляют собой минимальный объем данных, которые имеются для каждого образца, чтобы гарантировать надлежащее управление. Для записи паспортных данных используются международные стандарты, паспортные идентификаторы разнообразных культур ФАО/МИГРР. Документирование и создание Национальной информационной системы позволяет оперативно систематизировать, анализировать информацию и осуществлять сотру-

ничество в глобальном масштабе. В 2024 г. База паспортных данных генетических ресурсов растений Республики Беларусь (БДГРРРБ) объединяет информацию по 35423 коллекционным образцам генофонда растений. Новой информацией пополнены паспортные БД генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и содержат сведения по 22861 образцу более чем из 80 стран мира, описательные базы данных коллекционных образцов растений включают информацию по 7853 образцам зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных, кормовых растений и кукурузы.

Мониторинг жизнеспособности семян. В генном банке осуществляется систематический контроль за состоянием всхожести семян коллекционных образцов, мониторинг жизнеспособности семян, воспроизведение и размножение семенного материала коллекционных образцов.



Рисунок 2. Проверка жизнеспособности и всхожести семян образцов в коллекции, 2024 г.

Только за 2024 г. проведена инвентаризация и проверка всхожести семенного материала активной коллекции со сроком хранения образцов свыше 5 лет, поступившего на хранение в 2019 г. Проверено 943 образца зерновых, зернобобовых, крестоцветных, крупяных растений и льна активной коллекции. По результатам мониторинга образцы с пониженной всхожестью переданы в рабочие коллекции для восстановления всхожести семенного материала. Часть образцов, которые имеют всхожесть ниже 50 %, высеяны для воспроизведения в условиях фитотронно-тепличного комплекса.

Для изучения коллекционных образцов и использования в селекционном процессе за период 2020–2024 гг. из коллекций генбанка передано в научные подразделения РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» более 2936 коллекционных образцов, другим отечественным ученым – 1080 образцов.

За 2020-2024 гг. 69 новых сортов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» дополнили коллекции генбанка: яровой пшеницы (Восточка 17, Вена, Знамя, Зорка); озимой ржи (Камея 16, Забава, гибрид Белги, Жалейка); озимой пшеницы (Велена, Асима, Варя, Лея, Стася, Илви, Грея); озимого тритикале (Атлет 17, Гродно, Звено, Славко, Медео, Борец, Экватар, Авеню); ярового тритикале (Новое, Дело); ярового ячменя (Кор-

нет, Колдун, Дева, Мажор, Бизнес, Венед, Литвин, Фантик); озимого ячменя (Буслик); овса (Реверанс, Квант, Зенит); гречихи (Омега, Менка, Делива); гороха полевого (Спринт, Стимул, Капрал); люпина узколистного (Ярык, Купец Димьян, Искандер, Жакей); озимого рапса (Буян, Николай, Федор, Витень, Медей, Мавр, Кардинал, Родник); ярового рапса (Верас, Вихрь, Феникс, Изумруд, Ягуар, Гелиус); многолетних трав (райграса пастбищного Хуторской, фестулолиума Метеор, Галубоўскі, тимофеевки луговой Забава, клевера лугового Ятвяг, клевера гибридного Балотны прыгажун, житняка гребенчатого Маларыцкі). Новые сорта зерновых растений (пшеницы мягкой, ржи, ячменя, тритикале) имеют потенциальную урожайность до 100–120 ц/га, обладают высоким качеством зерна, устойчивы к полеганию, болезням, толерантны к абиотическим стрессовым факторам. Сорта зернобобовых имеют потенциальную урожайность до 60 ц/га; рапса – до 65 ц/га.

Заключение

Коллекции семян Национального генного банка являются стратегическим ресурсом и первоосновой создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов, а их сбор, сохранение и эффективное использование способствует обеспечению продовольственной безопасности страны. В итоге многолетнего полевого и лабораторного изучения национального генофонда растительных ресурсов выделены доноры и источники ценных признаков и свойств растений и сформированы целевые признаковые коллекции, которые активно используются для реализации приоритетных направлений селекции. Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» включен в Государственный реестр научных объектов, составляющих национальное достояние. За период 2000–2024 гг. с использованием генофонда ресурсов растений в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано более 480 сортов зерновых, зернобобовых, масличных, технических и кормовых культур, 56 сортов включены в Государственный реестр РФ.

Литература

1. Дзюбенко, Н.И. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России // Вестник Российской академии наук. – 2015. – Том 85, № 1, – С. 3–8.
2. Гриб, С.И. Приоритеты стратегии и направления селекции полевых культур в Беларуси // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. Межд. науч.-практ. конф., посв. 90-летию со дня основания 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. 214–215.
3. Матыс, И.С. Ex situ сохранение гермоплазмы ортодоксальных семян в Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» / Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование // РУП

«Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Четыре четверти, 2019. – С. 18-21.

4. Формирование, сохранение и изучение коллекции генетических ресурсов растений *ex situ* (методические рекомендации) / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс, [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2018 – 44 с.

FORMATION, CONSERVATION AND RESULTS OF USE OF PLANT GENETIC RESOURCES OF THE NATIONAL BANK OF SEEDS IN PLANT BREEDING

S.I. Grib, I.S. Matys, I.M. Markevich

The paper presents the results of formation, conservation and use of plant genetic resources of the National Bank of Seeds of the Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming. The collection of plant genetic resources created for 2000-2024 is the most important reserve of valuable sources of the breeding material. As a result of field and laboratory studies of the collection material for many years, donors and sources of valuable traits and properties of plants are identified, which are actively used in breeding. Base, active, working and field seed collections are formed as well as targeted trait and core collections of the most economically important crops. The National Bank of Seeds of Genetic Resources of Economically Important Plants functions successfully. The National Bank is included in the State Register of the scientific objects of the National Heritage of the Republic of Belarus. For 2000-2024 using the gene pool of plant resources more than 480 varieties of cereals, legumes, oil crops, industrial crops and fodder crops were created in the Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming; 56 varieties are included in the State Register of the Russian Federation.

УДК 633.3:631.52

ФОРМИРОВАНИЕ И СОХРАНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИЙ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

М.Н. Крицкий, кандидат с.-х. наук, **И.С. Матыс**, кандидат с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Дата поступления статьи в редакцию 02.05.2025

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье приведены результаты по формированию, сохранению и изучению коллекций зернобобовых растений. Коллекция зернобобовых растений в Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» состоит из 3520 коллекционных образцов из 46 стран мира. Активная коллекция зернобобовых растений насчитывает 2061 образец, базовая коллекция – 1288 образцов. Представлено описание выделенных источников хозяй-

ственно-ценных свойств по ряду признаков по гороху, люпину и сое, результаты создания признаковых коллекций зернобобовых растений и использования их в селекционном процессе с целью получения современных высокопродуктивных сортов, а также результаты создания и районирования сортов.

Генетические ресурсы растений – основа обеспечения продовольственной безопасности Беларуси и мирового сообщества. Хранение и рациональное использование генетических ресурсов растений в современном мире наиболее эффективно осуществляется путем формирования национальных банков генетических ресурсов, о чем свидетельствует более чем 100-летний мировой опыт человечества. На планете создано около 1800 генных банков растений, в которых на 2024 г. сохранялось 7,5 млн образцов семян растений [1].

Целенаправленная научно-исследовательская работа по сбору, изучению, сохранению генетических ресурсов растений и их рациональному использованию в Республике Беларусь позволила создать Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», который объявлен Национальным достоянием Республики Беларусь, в составе которого более 54,3 тыс. коллекционных образцов 47 культур. Коллекция структурирована по семействам, родам в соответствии с ботанической классификацией и включает 393 рода, 753 вида. Благодаря эффективной работе в данном направлении впервые в Республике Беларусь сформированы коллекции по наиболее значимым в экономическом отношении полевым сельскохозяйственным культурам: активные и базовые коллекции, целевые признаковые, стержневые коллекции и коллекционные образцы, не имеющие аналогов в мире [2].

Бобовые, как правило, выращивают ради их семян, богатых белками, минералами и другими питательными веществами, такими как витамины, клетчатка и антиоксиданты. Бобовые культуры в основном являются самоопыляющимися растениями, а это значит, что у них узкая генетическая база, что затрудняет программы по улучшению сортов. Тем не менее, традиционные и современные методы селекции внесли значительный вклад в улучшение агрономических характеристик, устойчивость к стрессам и повышение питательных свойств бобовых культур [3].

Любая селекционная работа, основанная на генетических методах, как правило, должна сопровождаться и подтверждаться полевыми исследованиями. Одним из основных этапов по созданию высокопродуктивных сортов является первоначальное изучение коллекционного материала различного эколого-географического происхождения для выявления источников хозяйственно-ценных признаков с последующим вовлечением их в селекционную работу. Данной работе были посвящены наши исследования.

Материалы и методика исследований. Изучение коллекционного материала зернобобовых культур проводилось в 2017–2024 гг. на опытных участках РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва

опытного поля – дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м мореным суглинком, связносупесчаная: pH_{KCl} – 5,6–6,4, содержание P_2O_5 – 200–280 мг/кг, K_2O – 220–290 мг/кг почвы, гумуса – 2,1–2,5 %; Полевые опыты проводили по общепринятым методикам. Предшественник – озимые и яровые зерновые. Площадь делянки – 0,1–3 м².

Закладка коллекционных питомников, оценка и изучение осуществлялись согласно общепринятым методикам [4–8].

Агротехнические мероприятия проводились согласно технологическому регламенту.

Результаты исследований. В 2000 г. была начата работа по формированию коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур, которая в настоящее время насчитывает 3520 коллекционных образцов из 46 стран мира. В состав коллекции входят горох посевной, горох полевой, вика посевная, люпин узколистный, люпин желтый, люпин белый, соя, бобы кормовые, вигна, чина, нут, фасоль, чечевица. Главная ценность этих растений заключается в большом количестве белка, содержащегося в семенах (20–55 %) и в зеленой массе (16–27 %).

Основными зернобобовыми видами, представленными в коллекции Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», являются люпин (34 % от общего количества образцов) и горох (32 % от общего количества образцов). Образцов вики яровой насчитывается 11 %, образцов кормовых бобов – 9 %, и образцов сои – 8 % от общего количества. Другие виды занимают около 6 %. Видовой состав коллекции зернобобовых растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» представлен на рисунке 1.

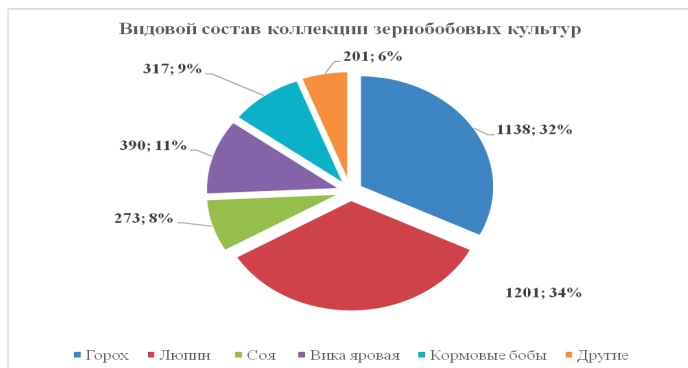


Рисунок 1. Видовой состав коллекции зернобобовых растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Семенная коллекция генетических ресурсов гороха (*Pisum L.*). насчитывает 1138 коллекционных образцов, включает 5 видов, 12 разновидностей. Коллекция представлена лучшими образцами гибридного происхождения, созданными лабораторией зернобобовых культур, образцами из 46 стран мира [3]. Год основания коллекции – 1986. Коллекция в 2024 г. пополнилась новыми источниками селекционно-ценных признаков гороха: усатый тип листа – Триумф Сибири, Сибур 2, Демос, HDK 96, Докучаевский, Таловец 70, Наир Solara, Аксакайский усатый 55, Оптимус, Амиор, Bel'mondo, Dzhekpot; морфотип «хамелеон» – Ягуар; по окраске листа – зеленая (Триумф Сибири, Сибур 2, Демос, Фокор, Дударь, Докучаевский, Таловец 70, Наир, Родник, Solara), сизо-зеленая (HDK 96, HDK 106, HDK 107, HDK 108); по форме семян – округлая (Сибур 2, Триумф, Сибири Демос, HDK 96, Дударь, Наир, Родник, Solara, Легион, Ягуар, Оптимус); черная окраска семенного рубчика – Оптимус; неосыпаемость – Триумф Сибири, Демос, Фокор; по высоте стеблестоя – очень низкие формы (20–31 см) HDK 106, HDK 108; низкие формы (31–60 см) Триумф Сибири, Демос, Фокор, HDK 96; средние формы высоты стеблестоя (61–100 см) Сибур 2, Докучаевский; по урожайности – Сибур 2, Докучаевский [3]. Источники селекционно-ценных признаков по гороху: образцы, устойчивые к полеганию – Тип (Австрия), Астронавт (Германия); детерминированность – Минский зерновой (Беларусь), Саламанка (Германия) рекомендованы для использования в селекции. Сформированы признаковые коллекции гороха по признаку «быстрый темп начального роста» (6 образцов) из 4 стран мира.

Семенная коллекция генетических ресурсов вики яровой (*Vicia L.*) насчитывает 390 образцов. Коллекция включает 2 вида, 2 разновидности из 43 стран мира. Год основания коллекции – 1986. Все коллекционные образцы вики посевной яровой находятся в хранилище национального генетического фонда хозяйственно полезных растений, как в рабочей, так и в активной коллекциях, сформирован страховой фонд по всем образцам, находящимся на хранении.

Семенная коллекция генетических ресурсов люпина (*Lupinus L.*). насчитывает 1201 образец, включает 18 видов и 48 разновидностей из 29 стран мира. Год основания коллекции – 1986. В геномном банке сохраняется уникальная коллекция люпина, отражающая его культигenez. Она включает дику форму из Средиземноморья (ГБГ-13), а также серию кормовых сортов, созданных в Беларуси в ходе селекции и имеющих различную морфофизиологическую структуру [4]. Сформированы 4 признаковые коллекции, 2 признаковые коллекции по люпину узколистному по признакам: признак «детерминантность ростовых процессов» (8 образцов) из 6 стран мира и по признаку «быстрый темп начального роста» (6 образцов) из 3 стран мира.

Паспорт признаковой коллекции:

Культура – Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius L.*);

Тип коллекции – признаковая;

Количество образцов – 8;

Перечень признаков, по которым создана коллекция, – детерминантность;

Количество ботанических видов, представленных в коллекции, – 1;

Число стран, из которых происходят образцы коллекции, – 6;

Количество образцов, зарегистрированных в «Национальном каталоге генетических ресурсов растений Республики Беларусь» – 8.

Паспорт признаковой коллекции люпина узколистного по признаку детерминантность представлен в таблица 1.

Таблица 1. Паспорт признаковой коллекции люпина узколистного *Lupinus angustifolius* L. по признаку детерминантность

Признак	Национальный каталожный номер	Название образца	Страна происхождения
Детерминантность	BC04000389	85A198-15ExL12RQ	Австралия
	BC04000522	Жемчуг	Россия
	BC04000704	Д. 42 ПЕ 1	Беларусь
	BC04000703	Д. 41 ПР 3	Беларусь
	BC04000596	Prima	Дания
	BC04000540	Ліпень	Беларусь
	BC04000635	Фазан	Украина
	BC04000606	Рамонак	Беларусь

В коллекцию на хранение в 2024 г. поступили новые источники селекционно-ценных признаков люпина узколистного: по урожайности – ГБ1121-1, ТЭ и др; люпина желтого по урожайности – Новозыбковский 100, Mister и др. Сор-та люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) Миртан, Першацвет, Михал, Привабны, Ян, Добрыня, Кармавы, Жодзінскі, Ранні, Геркулес, Василек, Талант, Гусяр, Ванюша, Альянс, Ярык, Купец и новые сорта люпина узколистно-го Димьян, Искандер и Жакей; сорта люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) Жемчуг, Владко, Алтын, включенные в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Выделено 10 источников селекционно-ценных признаков и рекомендованы для использования в селекции по люпину узколистному с быстрым темпом начального роста Bordako (BC04000800) (Германия), Кормовой №2 (IBO22484) (Латвия), Т-22 (IBO22489) (Латвия); детерминантность – 12 85A176-3ExL12RT (BC04000340) Австралия, Prima, (BC04000596) (Дания), Д. 42 ПЕ1 (BC04000704) (Беларусь).

Семенная коллекция генетических ресурсов сои (*Glycine max* (L.) Merr.) насчитывает 273 образца, включая 3 вида из 33 стран мира. Год основания коллекции – 2005. В 2024 г. коллекцию дополнили новые источники селекционно-ценных признаков: по урожайности – Сибиряда, Припять; по массе 1000 семян – Черемшанка, Орлея, СГ 22; по окраске растения к уборке – рыжая (Соер 3, Сибиряда, Alaska) и белесая (Мезенка, Аннушка) и др.

Семенная коллекция генетических ресурсов бобов кормовых (*Vicia faba* L.) насчитывает 314 образцов, включая 1 вид и 3 разновидности из 33 стран мира. Год основания коллекции – 2005.

Каждый коллекционный образец коллекции зернобобовых растений, включенный в основной каталог, после комплексного изучения в полевых и лабораторных условиях поступает на длительное и оперативное хранение в контролируемых условиях (-18 °C) и (+4 °C). Активная коллекция зернобобовых растений насчитывает 2061 образец, базовая коллекция – 1288 образцов.

Использование генетических ресурсов зернобобовых культур и современных методик отбора и оценки в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» позволило за последние 5 лет создать и районировать 8 современных сортов зернобобовых культур, которые внесены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь: 5 сортов люпина с потенциальной урожайностью 4,5–6,0 т/га: Купец (2022 г.), Ярык (2022 г.) Жакей, Димьян и Искандер (2024 г.) и 3 сорта гороха с потенциальной урожайностью 4,0–6,0 т/га: Спринт (2022 г.), Стимул (2023 г.) и Капрал (2023 г.), а также с целью расширения перечня отечественных сортов с продуктивностью на уровне зарубежных в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» для испытания с 2024 г. передано 5 сортов: 3 сорта гороха посевного безлисточкового морфотипа; сорт люпина белого Грек, а также люпина узколистного Линкор, в 2025 г. – 3 сорта: сорт гороха посевного Респект и созданные совместно с РНДУП «Полесский институт растениеводства» сорт люпина узколистного Талер и сорт сои Пантера.

Заключение

Изучение коллекционных образцов зернобобовых растений различного эколого-географического происхождения позволило выделить источники селекционно-ценных признаков, создать признаковые коллекции зернобобовых растений и использовать их в селекционном процессе с целью получения современных высокопродуктивных сортов, а также создать и районировать ряд сортов гороха, люпина и сои.

Литература

1. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Четыре четверти, 2019. – 452 с.
2. Формирование, сохранение и изучение коллекции генетических ресурсов растений *ex situ* (методические рекомендации) / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс, [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2018 – 44с.
3. Raina, A. Editorial: Legume breeding in transition: innovation and outlook / A. Raina, RA,S. Laskar Khan, NB
4. Tomlekova, W., Ravelombola M. Thudi / Front. Genet. 14:1221551. Doi: 10.3389/fgene.2023.1221551/
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Унифицированный классификатор гороха *Pisum L.*/ Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 63 с.

7. Унифицированный классификатор *Vicia sativa* L. / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 63 с.

8. Стержневая генетическая коллекция *Lupines angustifolius* L. Генетика, формирование биологического банка генов, использование / Н.С. Купцов, Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2014. – 127 с.

9. Унифицированный классификатор рода *Lupinus* L. / Ф.И. Привалов, И.С. Матыс [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 63 с.

FORMATION, CONSERVATION AND STUDY LEGUMES GENETIC RESOURCES COLLECTIONS

M.N. Kritsky, I.S. Matys

The paper demonstrates the results of formation, conservation and study of the collections of leguminous plants. The collection of leguminous plants in the National Bank of Seeds of Genetic Resources of Economically Important Plants at the Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming consists of 3,520 accessions from 46 countries of the world. The active collection of leguminous plants includes 2,061 accessions and the base collection – 1,288 accessions. The identified sources of economically important properties for a number of traits of peas, lupine and soybeans are described. The results are presented of creating the trait collection of leguminous plants and their use in breeding in order to obtain modern highly productive varieties, as well as the results of creating and recognizing the varieties.

УДК 633.14«324»:631[527+523]

СОЗДАНИЕ АДАПТИВНЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ F₁ ОЗИМОЙ РЖИ

Урбан Э.П., доктор с.-х. наук, **Гордей С.И.**, кандидат биол. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 08.05.2025)

Рецензент: Буштевич В.Н., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены основные практические результаты по созданию новых высокоадаптивных, конкурентоспособных сортов и гибридов F₁ озимой ржи за последние годы. Представлены характеристики новых сортов и гибрида F₁. Сформулированы нерешенные проблемы и дальнейшие основные направления в селекции ржи: повышение устойчивости к полеганию, к засухе, к предуборочному прорастанию зерна в колосе, улучшение качественных показателей зерна ржи для целевого использования.

В современном мировом производстве зерна озимая рожь играет значительно меньшую роль, чем другие зерновые культуры. Однако в земледелии

ряда стран Северной и Центральной Европы рожь имеет немаловажное значение. Основное производство ее сосредоточено в России, Польше, Германии, Дании, Беларуси и северной части Украины. На долю этих стран приходится около 80 % всего мирового сбора зерна озимой ржи. Россия остается ведущей ржано-производящей державой в мировом сообществе: на ее долю приходится более одной трети всех посевов и 1/4 валового сбора зерна ржи в мире.

В Беларуси за последние 10 лет площади посева озимой ржи сократились более чем в 3 раза и составляют в настоящее время 240–270 тыс. га, а валовые сборы –745–860 тысяч тонн. В структуре зерновых она занимает не более 8–10 % (в 1990 г. было 36,5 %) .

Рожь – культура универсального назначения. Однако основное ее использование – продовольственное. Благодаря сбалансированности питательных веществ ржаной хлеб в течение ряда столетий обеспечивал полноценность питания населения огромных территорий страны. Ржаной хлеб из муки грубого помола на заквасках был не только продуктом питания, но и постоянным мощным профилактическим средством против ожирения, атеросклероза, ишемической болезни, нервных и даже онкологических заболеваний. Натуральный ржаной хлеб оберегал потомство, а, следовательно, и здоровье всей нации.

Значительная часть зерна ржи используется на фуражные цели. Наличие в зерне ржи антипитательных веществ (пентозанов, 5-алкилрезорцинолов) ограничивает его применение в кормлении скота и птицы, но различные методы обработки зерна (экструдирование, ферментирование, плющение, консервирование и т.д.) позволяют использовать в кормлении животных до 70 % от общего количества концентратов. Научные исследования показали положительное значение озимой ржи не только в кормлении, но и при воспроизводстве стада крупного рогатого скота.

Весной рожь раньше других культур дает зеленую массу, которую можно использовать на подкормку всем видам скота и птицы, закладку сенажа и раннего силоса, на приготовление высокопитательной травяной муки и гранул. С целью получения высококачественных объемистых кормов и зернофуража перспективны смешанные посевы озимой ржи с озимой викой.

Помимо продовольственного и кормового назначения, зерно озимой ржи представляет ценность как техническое сырье для крахмального и спиртового производства.

В современных эколого-экономических условиях перспективным является получение биотоплива из растительного сырья. Наиболее эффективной из зерновых культур считается озимая рожь. Для этих целей можно использовать не только зерно, но и его отходы, а также измельченную ржаную солому методом термохимической переработки.

Зерно ржи используется, главным образом, на продовольствие, для получения спирта и на фуражные цели в виде компонента комбикормов. Увеличение производства продовольственного зерна озимой ржи позволило бы поставить его на экспорт.

Высокая адаптационная способность, стабильность получения урожая зерна, агротехническая значимость как хорошего предшественника в сочетании с традиционным использованием в питании ржаного хлеба, кормопроизводстве, получении крахмала, спирта и других продуктов ставят рожь в ряд важнейших сельскохозяйственных культур.

Создание новых конкурентоспособных сортов и гибридов является одним из важных звеньев в получении высоких урожаев и обеспечении продовольственной безопасности страны.

Исходя из современных требований, в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» разработана стратегия селекции озимой ржи. В селекционных исследованиях предусматривается скрининг мирового генофонда, выделение источников и создание доноров селекционно-ценных признаков, методов использования экспериментальной полиплоидии, гибридизации, целенаправленное формирование сложных гибридных популяций, выведение гетерозисных гибридов F_1 на основе ЦМС.

Материалы и методы исследований. Селекция озимой ржи в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ведется по трем основным направлениям: создание популяционных диплоидных сортов, популяционных тетраплоидных сортов и диплоидных гибридов F_1 на основе ЦМС (рисунок 1).



Рисунок 1. Направления селекции озимой ржи в Беларуси

Исходным материалом для популяционной селекции на протяжении многих лет исследований служат сорта, образцы разных стран мира, где в тех или иных объемах возделывается озимая рожь. В последние годы наибольший удельный вес представлен белорусскими образцами в качестве исходного материала для селекции новых сортов и гибридов F_1 ржи (рисунок 2).

В течение многих лет исследований разработаны и постоянно совершенствуются схемы селекционных процессов диплоидной и тетраплоидной популяционной ржи [1].



Рисунок 2. Разнообразие экологического происхождения образцов, используемых в качестве исходного материала в селекции ржи

Разработана и адаптирована для условий Беларуси схема селекции гетерозисных гибридов F_1 , представленная в ряде предыдущих публикаций [2–4].

Для создания гетерозисных гибридов F_1 использован широкий спектр инцухт-линий, ЦМС-источников, источников самосовместимости, сортов, гибридов и образцов ржи разных стран мира [5].

Результаты и их обсуждение. В течение нескольких десятилетий селекционной работы в Беларуси создан ряд высокопродуктивных популяционных сортов и гибридов F_1 озимой ржи. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь на 2025 г. включено 48 сортов и гибридов F_1 ржи, из них: 18 отечественных популяционных сортов и 4 гибрида F_1 , а также 3 популяционных сорта и 23 гибрида F_1 иностранной селекции [6].

За последние годы произошло значительное обновление ассортимента озимой ржи, создан ряд высокопродуктивных сортов и гибридов с укороченным стеблем, зимостойких, с повышенной устойчивостью к полеганию и прорастанию зерна на корню. Значительно возросла и экологическая стабильность новых сортов, общая адаптивность к неблагоприятным факторам среды, хлебопекарные и кормовые достоинства. Именно наши отечественные сорта и гибриды ржи более приспособлены к нашему климату по сравнению с иностранными, т.к. создавались в экологических условиях Республики Беларусь.

В последние годы сорта и гибриды F_1 озимой ржи белорусской селекции занимают около 90 % площадей, отводимых под рожь в Республике Беларусь. Такие новые сорта как Камея 16, Улисса, Жалейка, Залесная, гибрид F_1 Белги из года в год расширяют свои посевные площади, постепенно заменяя ранее созданные валообразующие сорта, такие как Паўлінка, Офелия, Голубка, Пламя, Пралеска и др.

Камя 16 – тетраплоидный популяционный сорт с доминантным типом короткостебельности, среднеспелый, вегетационный период 315–325 дней (на уровне контроля). Зимостойкость высокая – 8–9 баллов (87,5–95,5 %). Сорт среднестебельный, устойчивость к полеганию выше стандарта на 0,5–1,0 балла. Высота растений – 1,35–1,45 м. Озерненность колоса на уровне 70,0 %, масса зерна со среднего колоса – 1,87–2,12 г, масса 1000 зерен – 49,7–51,4 г, содержание белка – 10,8–11,9 %. Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании составила 70,0 ц/га, превышение над контрольным сортом Пралеска – 5,3 ц/га. Устойчив к мучнистой росе и бурой ржавчине. Возделывается на хлебопекарные, кормовые и технические цели. Включен в Государственный реестр Беларуси с 2021 г.

Белги (F₁) – межлинейный диплоидный гибрид F₁. Получен при скрещивании мужски стерильной линии (МС-8/15 – ♀) с самоопыленной линией – восстановителем фертильности (Ф-25/ – ♂). Средняя урожайность за годы испытания в КСИ – 84,3 ц/га, превышение над контрольным гибридным сортом Лобел 103 – 3,5 ц/га. Высота растений 1,20–1,23 м. Высокая устойчивость к полеганию (8–9 баллов), зимостойкость – 85–95%. Максимальная урожайность – 101,0 ц/га (ГСХУ «Горецкая СС», 2021 г.). Включен в Государственный реестр Беларуси с 2022 г.

Улисса – диплоидный сорт-популяция с рецессивным типом короткостебельности. Сорт среднеспелый, высокозимостойкий (80,4–95,6 %). Высота растений 1,25–1,40 м. Озерненность колоса на уровне 85–88%, масса зерна со среднего колоса – 1,29–1,45 г, масса 1000 зерен 28,0–36,5 г, содержание белка 8,8–10,5 %. Сорт универсального назначения. По данным государственного сортоиспытания за 2020–2022 гг. средняя урожайность сорта составила 64,0 ц/га, что на 2,3 ц/га выше контрольного. Максимальная урожайность сорта – 92,9 ц/га – получена на ГСХУ «Горецкая СС» в 2022 году. Сорт не рекомендуется возделывать на торфяно-болотных почвах. Включен в Государственный реестр сортов РБ с 2023 г.

Жалейка – популяционный диплоидный сорт с рецессивно-полигенным типом короткостебельности. Высота растений 1,35–1,45 м. Озерненность на уровне 82–85 %, масса зерна со среднего колоса – 1,45–1,56 г, масса 1000 зерен – 31,0–36,5 г, содержание белка – 9,5–10,3 %, перезимовка – 85–90 %. Средняя урожайность за годы испытания в ГСИ составила 63,5 ц/га, на 2,4 ц/га превысив контроль, максимальная урожайность – 85,4 ц/га (Лепельская СС, 2022 г.). Устойчив к основным листовым болезням и может возделываться для хлебопекарных, кормовых и технических целей. Включен в Государственный реестр сортов РБ по Брестской, Гомельской и Минской областям с 2024 г.

Залесная – тетраплоидный среднеспелый сорт, полученный с использованием метода полиплоидизации закисью азота (N₂O) диплоидного сорта Алькора с последующей гибридизацией с тетраплоидной формой ЖР-2 и индивидуально-семейными отборами в поколениях.

По сравнению с другими тетраплоидными сортами сорт Залесная отличается более развитой корневой системой; более высокой устойчивостью к полеганию; более высокой озерненностью колоса; более высокой массой 1000 зерен (до 63,9 г).

По хлебопекарным качествам превосходит контроль Камея 16: более высокое ЧП (234 сек. и выше) и высота амилограммы.

Сорт универсального (продовольственного, кормового и технического) направления. Средняя урожайность зерна за 2022–2024 годы испытания составила 55,52 ц/га, максимальная – 76,2 ц/га – получена в 2024 году на ГСХУ Молодечненская СС, что на 8,6 ц/га выше контроля. Зимостойкость оценивается в 8–9 баллов. Содержание белка в зерне 11,5–13,6 %. Включен в Государственный реестр сортов с 2025 года по всем областям Республики Беларусь.

В настоящее время государственное сортоиспытание проходят новые популяционные сорта ржи Ветразь, Дубрава, Купалинка, Вязинка и 2 новых гибрида F₁ озимой ржи Батлейка и Ризона, которые в ближайшее время смогут полностью заменить иностранные аналоги.

Заключение

В результате многолетних исследований достигнуты значимые практические результаты в селекции озимой ржи с использованием современных методов, включая молекулярно-генетические. Наличие широкого генетического спектра исходного материала позволяет создавать конкурентоспособные сорта и гибриды F₁ озимой ржи.

Вместе с тем, следует отметить, что многие проблемы в селекции ржи пока не полностью решены, среди которых наиболее актуальными являются:

- устойчивость к полеганию (совершенствование архитектуры растения, использование доноров короткостебельности). Следует признать, что среди всех зерновых культур рожь наименее устойчива к полеганию;

- устойчивость к засухе. Несмотря на то, что рожь является одной из самых адаптивных и неприхотливых культур, необходима целенаправленная селекция на повышение устойчивости к засушливым условиям, которые в последние годы регулярно наблюдаются в течение весенне-летней вегетации;

- устойчивость к предуборочному прорастанию зерна в колосе;

- качественные показатели зерна ржи для целевого использования: хлебопекарное, производство комбикормов, производство крахмала и переработка на спирт, биогаз.

Особое внимание следует уделить повышению генетического потенциала продуктивности за счет использования эффекта гетерозиса, а также, в целом, повышению эффективности селекционного процесса за счет использования ДНК-технологий.

Литература

1. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси (селекция, семеноводство, технология возделывания) / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
2. Урбан, Э. П. Озимая рожь / Э. П. Урбан, С. И. Гордей, И. А. Гордей // Генетические основы селекции растений : в 4 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Институт генетики и цитологии; науч. ред.: А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Т. 2 : Частная генетика растений, Гл. 3. – С. 120-155.
3. Hardzei, S. Heterosis in rye / S.Hardzei // UPOV publication. – Geneva. – 2012. – № 356(E). – p. 22–28
4. Урбан, Э.П. Выращивание семян гибридов F₁ озимой ржи / Э. П. Урбан, С. И. Гордей // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 229-234.
5. Гордей С.И. Создание родительских компонентов и гибридного сорта озимой ржи Белги (F1). / Э.П. Урбан, Д.Ю. Артюх, К.Г. Мельничук, М.М. Горовая, Ю.С. Соловей, Т.В. Ровдо // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56. – С. 283-292.
6. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2025. – 300 с.

УДК 633.15:[633.527:631.524.85]

ОЦЕНКА И ОТБОР СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КУКУРУЗЫ ПО ПРИЗНАКАМ ЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ

В.И. Кравцов, Л.П. Шиманский, кандидат с.-х. наук

РНДУП «Полесский институт растениеводства», vii.krawtsov2016@yandex.ru

(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент Надточаев, Н.Ф., кандидат с.-х. наук

В статье приведены результаты оценки нового исходного материала (селекционных образцов) кукурузы по жароустойчивости. В лабораторных условиях проведен первоначальный скрининг жаровыносливости 118 селекционных образцов, выделены селекционные образцы (70 номеров) с высокой потенциальной жаровыносливостью. В полевых условиях проведена оценка жаростойкости селекционного материала по прямым и косвенным признакам, исходный материал классифицирован по полевой всхожести после термообработки семян – выделено 25 образцов с высокой полевой всхожестью (90–100 %). Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее субоптимальных (40–41 °С) температур, выделен 21 образец со степенью завязываемости пыльцы более 80 %. Проведено два цикла отбора, для дальнейшей селекционной работы выделено 27 селекционных образцов с выраженными признаками жаростойкости.

Введение. С 2000 г. резко возросла вероятность наступления высоких температур. Рост продолжительности и интенсивности волн жары приходится, главным образом, на юго-восточную часть Беларуси. По данным ученых Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси предполагается, что в последующие 30–40 лет темпы повышения температурного режима будут находиться в пределах 1 °C за десятилетие, что негативно скажется на продуктивности многих возделываемых в республике сельскохозяйственных культур [1].

Экстремально высокие температуры во второй половине вегетации кукурузы, на которую приходится цветение и формирование зерна кукурузы, в настоящее время часто повторяющееся явление, особенно в южных областях республики. Температуры воздуха выше 35 °C на фоне пониженной влагообеспеченности и низкой относительной влажности воздуха часто приводят к значительному недобору урожая кукурузы за счет нарушения процессов органогенеза.

При почвенной и воздушной засухе, сопровождаемой высокими температурами воздуха (выше 32 °C), корневая система не обеспечивает нормального водоснабжения для сохранения клеток в тургорном состоянии, и растение начинает увядать. Видимое увядание кукурузы в течение четырех дней за одну неделю до выброса метелок снижает урожайность до 25 %, в период цветения – молочной спелости – до 50 % и в фазе восковой спелости – до 40 %.

При высоких температурах воздуха (35–40 °C) нормальные физиологические функции растения угнетаются, а при температуре около 50 °C сворачивается протоплазма и клетки погибают. Особенно чувствительны к жаре генеративные органы растений. Жаркая и засушливая погода на поздних этапах органогенеза приводит к значительному повреждению листьев у кукурузы, ослаблению накопления и оттока пластических веществ в зерне, угнетению деления клеток эндосперма, что в конечном результате негативно влияет на выполненность зерна и влечет за собой снижение урожайности. Высокая температура во время цветения отрицательно влияет на количество цветков, рыльцев пестиков, а также на формирование зерна. Температура воздуха выше 35 °C подавляет процессы оплодотворения и налива зерна кукурузы, которые непосредственно связаны с конечным выходом продукции [2].

Репродуктивная стадия наиболее чувствительна к сверхвысоким температурам. В растениях кукурузы, подверженных стрессу высокой температурой, снижается количество пыльцы и ее жизнеспособность, что негативно сказывается на процессе оплодотворения. Тепловой стресс во время репродуктивной фазы вызывает усыхание рылец, стерильность пыльцы и плохое завязывание семян, что приводит к резкому снижению урожайности. Потеря урожайности в репродуктивной фазе из-за температурного стресса связана как с уменьшением количества зерен, так и со снижением их массы [3].

Важно отметить, что при повышенных температурах нормальный процесс развития эндосперма в растениях кукурузы завершается полностью, но значи-

тельно ускоренными темпами. Более того, развитие эндосперма кукурузы ускоряется при повышенных дневных и ночных температурах, а не только при дневном потеплении; это предполагает, что воздействие температурного стресса сильно зависит от времени суток и тяжести стресса [4].

Селекция на устойчивость к неблагоприятным факторам среды предполагает наличие соответствующего исходного материала, использование различных искусственно созданных фонов для его изучения, широкое экологическое испытание и комплексную оценку, начиная с ранних этапов селекции. В связи с этим в селекционных программах повышению устойчивости гибридов к неблагоприятному действию факторов внешней среды в критические этапы онтогенеза должно быть уделено первостепенное внимание.

Важное значение в селекции кукурузы приобретают формы, которые за счет внутренних механизмов способны противостоять стрессовому воздействию и приспосабливаться к таким условиям без существенных нарушений физиологических параметров жизнедеятельности растительного организма. Поэтому отбор исходного материала по признакам жароустойчивости – важный элемент повышения адаптации растений к действию неблагоприятных факторов на уровне синтетических популяций, который дает возможность не только выявить реакцию селекционного образца на действие стресс-фактора, но и выяснить закономерности формирования адаптивного потенциала устойчивых и неустойчивых форм. Это будет способствовать реализации приоритетного направления селекции кукурузы – созданию адаптивно устойчивых гибридов, способных формировать стабильно высокие урожаи при жестких гидротермических условиях в связи с глобальным потеплением климата [5].

Методика проведения исследований. Объектами исследования выступали селекционные образцы кукурузы из гетерозисных групп Айодент, Ланкастер и Зубовидная Канады.

Лабораторный метод определения жаровыносливости

Метод оценки жаровыносливости основан на сохранении лабораторной всхожести семян после воздействия на них субоптимальных температур (метод В. Г. Шахбазова).

Сравниваемые образцы (50 семян) помещали в марлевые мешочки и погружали в прогретую до 66 °С баню водного термостата на 20 мин. После прогрева мешочки с семенами переносили в воду комнатной температуры и после остывания семена закладывали в растительный материал. Проращивание проводили при 30 °С в течение 5 суток. Сохранность всхожести определяли по формуле:

$$P = (\text{число проросших после прогревания семян} / \text{число проросших в контроле}) \times 100.$$

Определение жаростойкости по степени депрессии ростовых процессов после прогревания

Параллельно с учетом всхожести семян на пятые сутки в каждой из чашек в контроле и в опыте срезали корешки и ростки и помещали их в бюксах в термостат на 3 часа при 105 °С.

Сухую массу проростков в контроле принимали за 100 % (х), сухую массу в опыте за (у), определяли в процентах от сухой массы в контроле. Степень депрессии в накоплении сухой массы проростками после прогревания определяли по формуле:

$$r = 100 - y/x \times 100 \, \%.$$

Образцы с меньшим снижением сухой массы проростков после прогревания по сравнению с контролем являются более жаростойкими.

Полевой метод определения жаровыносливости

Данный метод основан на сохранении жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур (39–42 °С) по сравнению с контролем (25 °С). Способ разработан в лаборатории физиологии кукурузы. Метод пригоден для массовой идентификации и отбора селекционного материала на жаростойкость. Суть метода заключается в том, что пыльцу после тепловой обработки наносят на рыльца початка вегетирующего растения. Жаростойкие формы отбирают по количеству завязавшихся зерен на стержне початка. Прогрев пыльцы осуществляется при температуре 40 °С.

В период цветения у селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2023 г. в лабораторных условиях оценку жаровыносливости проходили 118 селекционных образцов из питомника исходного материала (3–4 год инбридинга).

Различия образцов по лабораторной всхожести семян после нагревания позволили классифицировать селекционный материал на группы в зависимости от сохранившейся лабораторной всхожести (таблица 1). Анализ полученных результатов показал, что 57,6 % образцов после обработки семян имели лабораторную всхожесть семян 92–100 % (группы 1, 2), лабораторную всхожесть семян на уровне 70–91 % имели 17,87 % образцов (группы 3, 4), лабораторную всхожесть ниже 69 % имели 19,5 % образцов.

Селекционный материал был классифицирован по степени депрессии в накоплении сухой массы проростками после прогревания (таблица 2). Отмечено, что 62,7 % селекционных образцов имели низкую степень депрессии ростовых процессов после нагревания (0–10,9 %), 17,8 % образцов имели высокую степень депрессии (более 30 %), 16,1 % образцов – средний уровень депрессии (11–30).

Таким образом, в результате проведения лабораторной оценки жаровыносливости (на семенах) был проведен первоначальный скрининг селекционного материала. Выделены селекционные образцы (**70 номеров**) с высокой потенциальной жаровыносливостью. Отобранные при проведении лабораторной оценки жаровыносливости селекционные образцы были высеяны в полевых условиях.

Подсчет полевой всхожести селекционных образцов показал существенные различия и позволил классифицировать исходный материал на условные группы (таблица 3). Выделено 25 образцов с высокой полевой всхожестью (90–

100 %) – группы 1, 2, 54,2 % образцов имели полевую всхожесть ниже 80 % – группы 4–7.

Таблица 1. Классификация селекционных образцов по сохранности лабораторной всхожести семян после термической обработки (2023 г.)

Группа	Интервал сохранности лабораторной всхожести	Количество образцов	Шифр селекционного образца
1	100 %	36	ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-124-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2, ПИМ 2/018-167-2
2	92–99 %	34	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-144-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3
3	80–91 %	12	ПИМ 2/018-29-2, ПИМ 2/018-42-2, ПИМ 2/018-46-1, ПИМ 2/018-47, ПИМ 2/018-48, ПИМ 2/018-49-2, ПИМ 2/018-52, ПИМ 2/018-53-2, ПИМ 2/018-54-1, ПИМ 2/018-54-2, ПИМ 2/018-88-2, ПИМ 2/018-124-2
4	70–79 %	9	ПИМ 2/018-36-1, ПИМ 2/018-39, ПИМ 2/018-54-3, ПИМ 2/018-57-1, ПИМ 2/018-96-1, ПИМ 2/018-96-2, ПИМ 2/018-102-1, ПИМ 2/018-128, ПИМ 2/018-163-2
5	50–69 %	15	ПИМ 2/018-8-2, ПИМ 2/018-27-2, ПИМ 2/018-37-1, ПИМ 2/018-38-2, ПИМ 2/018-40-2, ПИМ 2/018-41-2, ПИМ 2/018-53-1, ПИМ 2/018-63-1, ПИМ 2/018-66-1, ПИМ 2/018-67-1, ПИМ 2/018-69, ПИМ 2/018-70, ПИМ 2/018-75-2, ПИМ 2/018-79-2, ПИМ 2/018-163-1
6	<50 %	8	ПИМ 2/018-10-2, ПИМ 2/018-41-1, ПИМ 2/018-59-1, ПИМ 2/018-62-2, ПИМ 2/018-67-3, ПИМ 2/018-84-1, ПИМ 2/018-85-2, ПИМ 2/018-157-1

Таблица 2. Классификация селекционных образцов по степени депрессии ростовых процессов после прогревания (2023 г.)

Группа	Степень депрессии, %	Количество образцов	Шифр селекционного образца
1	0-10,9	74	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-8-2, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-29-2, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-46-1, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-52, ПИМ 2/018-54-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-69, ПИМ 2/018-75-2, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-88-2, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-96-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-124-1, ПИМ 2/018-124-2, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2, ПИМ 2018-144/-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-163-2, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3, ПИМ 2/018-167-2
2	11,0-20,9	14	ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-47, ПИМ 2/018-48, ПИМ 2/018-49-2, ПИМ 2/018-54-1, ПИМ 2/018-57-1, ПИМ 2/018-63-1, ПИМ 2/018-102-1, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-139-1
3	21,0-30,0	5	ПИМ 2/018-42-2, ПИМ 2/018-53-1, ПИМ 2/018-53-2, ПИМ 2/018-54-3, ПИМ 2/018-84-1
4	>30	21	ПИМ 2/018-36-1, ПИМ 2/018-39, ПИМ 2/018-96-2, ПИМ 2/018-128, ПИМ 2/018-27-2, ПИМ 2/018-37-1, ПИМ 2/018-38-2, ПИМ 2/018-40-2, ПИМ 2/018-41-2, ПИМ 2/018-10-2, ПИМ 2/018-41-1, ПИМ 2/018-59-1, ПИМ 2/018-62-2, ПИМ 2/018-67-3, ПИМ 2/018-85-2, ПИМ 2/018-157-1, ПИМ 2/018-66-1, ПИМ 2/018-67-1, ПИМ 2/018-70, ПИМ 2/018-79-2, ПИМ 2/018-163-1

В период цветения с метелок селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы. Критерием отбора жаро-

выносливых образцов являлся процент завязываемости зерновок при опылении початков обработанной пыльцой.

Таблица 3. Классификация селекционных образцов полевой всхожести после прогрева (2023 г.)

Группа	Интервал полевой всхожести	Количество образцов коллекции	Шифр селекционного образца
1	100 %	15	ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2
2	90-99 %	10	ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2
3	80-89 %	7	ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-167-2
4	70-79 %	10	ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-124-1
5	60-69 %	10	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-139-1
6	50-59 %	6	ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-98
7	<50 %	12	ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-144-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3

В среднем по питомнику завязываемость зерновок селекционных образцов при опылении початков термически обработанной пыльцой была относительно высокой и составила 71,2 %. Выделены образцы *с высокой степенью термостойчивости пыльцы* (завязываемость более 85 %): ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2. Выделены образцы с термонеустойчивой пыльцой (завязываемость ниже 50 %): ПИМ 2/018-132-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-136-2.

Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур. В питомнике 10 % изу-

чаемых селекционных образцов имели процент завязываемости зерновок при опылении обработанной пыльцой ниже 50 %. У 60 % образцов завязываемость зерновок составила на уровне 51-75 %. Выделен 21 образец со степенью завязываемости пыльцы более 80 % – рисунок 1.



Рисунок 1. Классификация селекционных образцов по термоустойчивости пыльцы

Сопоставляя результаты полевой оценки по термоустойчивости семян и пыльцы при первом цикле отбора выделены селекционные образцы с высокими показателями жаровыносливости для дальнейшей селекционной проработки при создании жаровыносливых самоопыленных линий:

- с высокой сохранностью полевой всхожести семян после термообработки: ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2;

- с высокой степенью жизнеспособности пыльцы после термообработки: ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2;

- с комплексной устойчивостью (по двум показателям): ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2.

Таким образом, в результате лабораторного и полевого изучения селекционных образцов по показателям жаровыносливости при проведении первона-

чального скрининга и первого цикла отбора в 2023 г. выделен **31 селекционный образец** для дальнейшей селекционной проработки при создании жаровыносливых самоопыленных линий кукурузы.

В 2024 г. была проведена оценка жаровыносливости выделившихся при первом цикле отбора образцов по сохранению жизнеспособности пыльцы после термической обработки и в полевых условиях по комплексу косвенных признаков, характеризующих жаровыносливость с одновременным самоопылением (инцухтированием), тестированием и проведением **второго цикла отбора** с одновременным инцухтированием выделившихся генотипов.

В период цветения у селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию (экспозиция – 41 °С, *более высокая температура воздействия на пыльцу по сравнению с первоначальной экспозицией для повышения эффективности отбора*) с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы. Критерием отбора жаровыносливых образцов являлся процент завязываемости зерновок при опылении початков обработанной пыльцой и в естественных условиях на фоне аномально высоких дневных температур.

Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур (вариант 2). В питомнике 3 изучаемые селекционные образцы имели стерильную пыльцу. У 61,2 % образцов завязываемость зерновок была на уровне 56–80 %. Выделено 7 образцов со степенью завязываемости пыльцы более 80 % (рисунок 2).

Результаты завязываемости зерновок при опылении початков селекционных образцов термически обработанной и необработанной пыльцой отражены в таблице 4. В среднем по первому варианту (необработанная пыльца) завязываемость зерновок составила 72,3 %, во втором варианте завязываемость была на 9,2 % ниже и составила 63,1 %.

При сопоставлении двух вариантов оценки выделились селекционные образцы с высоким (более 80 %) процентом завязываемости зерновок при термическом стрессе. Следует отметить, что опыление растений в естественных условиях проходило на фоне аномально высоких температур (выше 32 °С), то есть был сформирован естественный провокационный фон для отбора жароустойчивых форм (вариант 1).

По результатам оценки завязываемости зерновок при сопоставлении двух вариантов выделены селекционные образцы, **устойчивые** к высоким температурам в период опыления и показавшие низкий процент череззерницы при первом и втором вариантах оценки: ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2.

Средний уровень завязываемости зерновок при двух вариантах оценки (70–75 %) показали селекционные образцы ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-94-2.



Рисунок 2 – Классификация селекционных образцов по термоустойчивости пыльцы (2024 г.)

Таблица 4. Процент завязываемости зерновок при опылении початков селекционных образцов термически обработанной и необработанной пыльцой (2024 г.)

№	Шифр селекционного образца	Завязываемость зерновок, %	
		В 1 Опыление необработанной пыльцой	В 2 Опыление термически обработанной пыльцой
1	ПИМ 2/018-5-2	87,8	72,2
2	ПИМ 2/018-7-2	0	0
3	ПИМ 2/018-8-1	84,0	81,2
4	ПИМ 2/018-8-3	79,9	0
5	ПИМ 2/018-9-1	80,7	0
6	ПИМ 2/018-12-3	84,7	70,3
7	ПИМ 2/018-15-2	78,9	84,2
8	ПИМ 2/018-29-1	84,2	80,0
9	ПИМ 2/018-37-3	75,6	74,6
10	ПИМ 2/018-51-2	73,1	76,0
11	ПИМ 2/018-55	75,0	64,8
12	ПИМ 2/018-88-1	70,1	72,6
13	ПИМ 2/018-94-2	77,0	73,1
14	ПИМ 2/018-98	60,3	67,0
15	ПИМ 2/018-103-1	67,1	69,6
16	ПИМ 2/018-124-1	24,1	51,4
17	ПИМ 2/018-129-1	87,5	77,6
18	ПИМ 2/018-129-2	0	0
19	ПИМ 2/018-133-2	78,1	86,0
20	ПИМ 2/018-134-2	82,2	74,7
21	ПИМ 2/018-135	66,2	50,3
22	ПИМ 2/018-137-1	80,3	57,8

№	Шифр селекционного образца	Завязываемость зерновок, %	
		В 1 Опыление необработанной пылью	В 2 Опыление термически обработанной пылью
23	ПИМ 2/018-138-1	74,9	73,9
24	ПИМ 2/018-138-2	88,0	77,2
25	ПИМ 2/018-139-1	75,5	56,5
26	ПИМ 2/018-139-2	85,9	86,2
27	ПИМ 2/018-140-2	83,8	82,5
28	ПИМ 2/018-141-1	86,9	62,0
29	ПИМ 2/018-141-2	83,6	79,5
30	ПИМ 2/018-142-1	81,2	81,4
31	ПИМ 2/018-142-2	85,8	73,6
<i>Среднее</i>		72,3	63,1

Пыльца образцов ПИМ 2/018-7-2 и ПИМ 2/018-129-2 (вариант 1) была высокочувствительной к воздействию высоких температур и оказалась стерильной – на початках данных образцов зерновок не завязалось (**неустойчивые образцы**).

Выделились образцы, которые при опылении необработанной пылью имели высокий процент завязываемости зерновок, а при опылении термически обработанной пылью значительно снижали завязываемость зерновок (**нетолерантные к высоким температурам**): ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-141-1.

Заключение

При проведении лабораторной и полевой оценки жаровыносливости селекционного материала и двух циклов отбора для дальнейшей селекционной работы выделено **27 селекционных образцов** с выраженными признаками жаростойкости.

Литература

1. Логинов, В.Ф. Современные изменения климата Беларуси / В.Ф. Логинов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8. № 1. – С. 51-74.
2. Саратова, Т. М. Селекція нових жаростійких ліній кукурудзи гетерозисної групи Ланкастер / Т.М. Саратова, Г. Л. Філіпов, Є. І. Беліков, Т. Г. Купріченкова // Селекція нових жаростійких ліній кукурудзи гетерозисної групи Ланкастер / Зернові культури. – 2017. – №10. – С. 114-117.
3. Waqas, M. A. Thermal stresses in maize: effects and management strategies / M. A. Waqas, X. Wang, S. A. Zafar, M. A. Noor, H. A. Hussain // Plants. – 2021. – № 10. – Art. 293. doi.org/10.3390/plants10020293
4. Hussain, H. A. Individual and concurrent effects of drought and chilling stresses on morphophysiological characteristics and oxidative metabolism of maize cultivars / H. A. Hussain, M. Shengnan, S. Hussain, U. Ashraf, Q. Zhang, S. A. Anjum, I. Ali, L. Wang // BioRxiv. – 2019. – Art. 829309. doi.org/10.1101/829309
5. Галкина, А.А. Влияние повышенных температур на растения кукурузы (продуктивность, физиологические аспекты, флуоресценция хлорофилла) / А.А. Галкина, И.Л. Бишаро-

EVALUATION AND SELECTION OF MAIZE BREEDING MATERIAL ON HEAT RESISTANCE TRAITS

V. I. Krautsou, L.P. Shimansky

The article presents the results of the evaluation of a new source material (breeding samples) of maize on heat resistance. The initial screening of heat tolerance of 118 breeding samples was carried out in the laboratory, and breeding samples (70 numbers) with high potential heat tolerance were identified. In the field heat resistance of the breeding material was assessed by direct and indirect traits, the source material was classified according to field germination after heat treatment of seeds - 25 samples with high field germination (90-100%) were identified. The breeding samples were classified on viability of pollen after exposure to suboptimal (40-41 °C) temperatures; 21 samples with pollen setting rate of more than 80% were identified. Two selection cycles were carried out; 27 breeding samples with obvious traits of heat resistance were identified for further breeding work.

УДК 633.13

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОВСА ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Г. Власов, кандидат с.-х. наук **М.Ф. Носкевич**, мл. научный сотрудник
Т.М. Булавина, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент: Холодинский В.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты изучения лабораторных методик оценки селекционного материала овса по засухоустойчивости. Представлена новая методика, основанная на дифференцировании образцов по относительной длине первого листа при проращивании на наклонной плоскости в фильтровальной бумаге. Установлено, что методы лабораторной оценки селекционного материала овса на засухоустойчивость в высушающих рулонах, рулонах помещенных в 3,8 % раствор сахарозы и предложенный нами способ проращивания семян на наклонной плоскости репрезентативны. Наибольшей засухоустойчивостью отличались образцы BYAS-20/17, BYAS-18/16 и сорт Скорпион. Чувствителен к стрессовым условиям был образец BYAS-20/51.

Введение. Эффективность агропромышленного производства Республики Беларусь во многом зависит от погодных условий в период вегетации растений, на который приходится от 22 до 81 % колебаний урожайности зерновых по го-

дам [1]. Средний валовой сбор зерна в неблагоприятные по погодным условиям годы снижается в республике до 5,5–6 млн тонн зерна, а в благоприятные достигает 9,5 млн тонн [2]. Овес возделывается в Беларуси на площади 140–150 тыс. га и является одной из основных фуражных и продовольственных культур.

В последние годы в Беларуси увеличилось количество засух, что приводит к снижению урожайности зерновых культур. При этом наиболее опасные майские почвенные засухи случаются в шести-семи годах из десяти [3, 4]. Для стабилизации валовых сборов зерна актуально создание сортов зерновых культур, устойчивых к засухе. Наибольший вред для зерновых культур оказывают засухи в весеннее и летнее время, когда происходит формирование у растений генеративных органов и опыление цветков. Известно, что ранний сев овса в основном обусловлен критической потребностью растений во влаге на ювенильном этапе развития. Для прорастания семян требуется около 65 % воды, что значительно больше, чем у других хлебных злаков: ячмень – 50 %, пшеница – 55 % [5]. Недостаток влаги во время сева снижает полевую всхожесть и задерживает развитие вторичной корневой системы. Дефицит осадков в первой половине вегетации овса влияет на формирование у растений генеративных органов и приводит к недобору урожая зерна [6].

Учитывая вышеизложенное, актуальным является проведение исследований по дифференциации селекционного материала овса по признаку «засухоустойчивость» для создания современных высокоадаптивных сортов. В Республике Беларусь работы в этом направлении ранее не проводились.

Оценка засухоустойчивости сортов и образцов овса связана с большими трудностями из-за сложности самого явления засухи и отсутствия надежных методов, позволяющих проводить первичную оценку на ранних этапах развития растений (например, на прорастающих семенах). Испытания на засухоустойчивость в полевых или вегетационных условиях трудоемки и требуют многолетних наблюдений. Для первичного отбора наиболее засухоустойчивых генотипов из большого объема гибридного материала необходима разработка простых методов диагностики.

Большинство существующих лабораторных методик определения засухоустойчивости разрабатывались для пшеницы, ячменя, кукурузы и риса без учета особенностей культуры овса. Имеющиеся публикации по изучению этого вопроса на культуре [7, 8] нуждаются в валидации для подтверждения успешности использования применяемых методик.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в лаборатории овса РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в лабораторных (2024 г.) и полевых условиях (2021–2024 гг.).

Для оценки засухоустойчивости селекционного материала овса в лабораторных условиях использовались несколько методик. Первая основана на анализе депрессии ростовых процессов при проращивании семян в слабонасыщенном (3,8 %) растворе сахарозы и воде, в изложении Л.О. Петункиной [7]. Вторая по методике В.И. Полонского [9, 10], которая предусматривает изучение

ростовых процессов при проращивании семян в постепенно высыхающих и увлажненных рулонах. Для оценки использовалась также собственная методика имитации засухи при проращивании семян в слое фильтровальной бумаги на наклонной плоскости, одна из сторон которой помещена в растильню с водой, детальное описание которой представлено ниже. В качестве исходного материала исследований использовались 7 образцов овса. На основании характеристики Н.И. Наумовой [11] для контроля по признаку засухоустойчивости использовался сорт овса Скорпион.

Исследования в полевых условиях проводились на полях селекционно-семеноводческого комплекса «Перемежное» Смолевичского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая 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, обменный K_2O – 200–300 мг на 1 кг почвы, гумус – 2,1–2,3 %. Предшественником овса являлась гречиха. Обработка почвы – зяблевая вспашка осенью и двукратная культивация весной перед посевом. Удобрения из расчета P_2O_5 80 кг/га и K_2O 100 кг/га д.в. вносили осенью, N – 90 кг/га д.в. весной под предпосевную культивацию.

Уборка урожая проводилась поделяночно методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность.

Погодные условия в период проведения исследований характеризовались как контрастные. Гидротермический коэффициент, показывающий отношение количества осадков к сумме температур выше 10 °С, за анализируемый период характеризовал условия вегетационных периодов 2021, 2022, 2024 годы как умеренно увлажненные (ГТК 1,53; 1,36; 1,21), а 2023 г. как засушливый (ГТК 0,76). В то же время, исходя из критического периода по отношению к влаге вегетации овса «выход в трубку – выметывание», приходящегося на май и июнь, только в 2021 г. и 2022 г. количество осадков превышало среднееголетние значения 140 мм и составляло 222 и 161 мм соответственно. В 2024 г. их количество за указанный выше период составляло 120 мм, а в 2023 г. лишь 30 мм, т.е. имел место недостаток и острый дефицит влаги.

Результаты исследований и обсуждение. Первоначально для оценки устойчивости генотипов овса к недостатку влаги использовался метод постепенно высыхающих рулонов. Показателем интенсивности ростовых процессов (ИРП) у сортообразцов являлось соотношение длины проростка и корней в высыхающих и увлажненных рулонах (контроль). При снижении водообеспеченности прорастающих семян по сравнению с условиями контроля у образцов, устойчивых к искусственно вызванной засухе, наблюдалось более интенсивное развитие проростков и корней. Наибольшая длина проростков отмечалась у образцов BYAS-20/17, Скорпион, BYAS-22/37, а корней – BYAS-20/17, BYAS-18/16, Скорпион. Наименьший индекс ростовых процессов отмечен у образцов BYAS-20/60, BYAS-20/51 (таблица 1).

Таблица 1. Оценка засухоустойчивости образцов овса в постепенно высыхающих рулонах

Образец	Средняя длина проростка, см			Средняя длина корня, см			Урожайность в полевых условиях (среднее за 2021–2024 гг.), ц/га
	контроль	опыт	ИРП	кон-троль	опыт	ИРП	
BYAS-17/22	0,83	1,17	140,90	3,79	4,18	110,27	58,0
BYAS-18/16	0,83	1,40	168,97	3,67	4,69	127,70	59,8
BYAS-18/28	1,06	1,35	127,47	4,73	5,09	107,71	55,8
BYAS-20/17	0,94	1,77	187,36	4,07	5,77	141,81	61,0
BYAS-20/51	0,78	0,81	103,93	3,88	4,25	109,49	54,4
BYAS-20/60	1,76	1,50	84,97	6,00	6,10	101,70	56,6
Скорпион	1,27	1,62	127,53	4,75	5,96	125,28	59,5
BYAS-22/37	1,32	1,61	122,00	4,35	5,03	115,80	55,7
Кoeff. корреляции			0,79	–	–	0,83	–

НСР₀₅

2,1–2,8

Установлено, что урожайность опытных образцов овса коррелировала с соотношением длины проростков ($r = 0,79$) и корней ($r = 0,83$) в высыхающих и контрольных рулонах. Отличие от оригинального метода В.И. Полонского заключалось в том, что в проводимом опыте изучалась корреляция вышеуказанных показателей с урожайностью зерна, а не с переменными в дихотомической шкале. В связи с вышеизложенным, лабораторная методика определения засухоустойчивости в высыхающих рулонах вполне репрезентативна для культуры овса в группе генотипов с урожайностью зерна 55–60 ц/га (в среднем за четыре года) и показывает, что образцы, в наибольшей степени реализующие потенциал в полевых условиях, проявляют лучшие показатели ростовых процессов при лабораторной оценке засухоустойчивости.

При оценке засухоустойчивости по методике, изложенной О.Л. Петункиной, установлено, что у изучаемых образцов овса депрессия ростовых процессов проростков и корней происходила с различной интенсивностью. В наибольшей степени вышеуказанные показатели снижались у образцов BYAS-18/28 и BYAS-20/51. В то же время наименьшее уменьшение ростовых процессов как проростка так и средней длины корня отмечалось у BYAS-18/16, BYAS-20/17, Скорпион. Проведенный корреляционный анализ депрессии оцениваемых признаков с формируемой урожайностью зерна в полевых условиях выявил высокую корреляцию ($r=0,75$) в отношении длины проростка и аналогично высокую ($r=0,78$) к средней длине корня (таблица 2). Следовательно, вышеизложенная лабораторная методика определения засухоустойчивости в слабонасыщенном 3,8 % растворе сахарозы может быть использована для оценки селекционного материала по этому показателю. Необходимо отметить высокую степень корреляции метода высыхающих рулонов с урожайностью зерна и аналогично высокую при оценке образцов овса в рулонах с 3,8 % раствором сахарозы.

Таблица 2. Оценка депрессии ростовых процессов образцов овса в 3,8 % растворе сахарозы

Образец	Длина проростков, см			Средняя длина корня, см			Урожайность, среднее за 2021–2024 гг. ц/га
	конт-роль	сахара-роза	отношение сахара-роза / контроль *100	конт-роль	сахара-роза	отношение сахара-роза / контроль *100	
BYAS-17/22	4,15	2,85	68,6	6,75	4,15	61,5	58,0
BYAS-18/16	4,51	3,38	75,0	6,12	4,4	71,8	59,8
BYAS-18/28	6,4	3,6	56,3	8,66	5,08	58,7	55,8
BYAS-20/17	6,67	4,58	68,6	8,24	6,4	77,7	61,0
BYAS-20/51	8,18	4,04	49,4	8,45	5,38	63,7	54,4
BYAS-20/60	8,46	5,83	68,9	9,39	6,39	68,0	56,6
Скорпион	7,49	4,77	63,7	9,62	6,99	72,7	59,5
BYAS-22/37	7,55	4,7	62,3	8,41	5,6	66,6	55,7
Коэффициент корреляции			0,75	—	—	0,78	—

НCP₀₅

2,1–2,8

На основании проведенных исследований по эффективности лабораторных методов оценки засухоустойчивости и изученной реакции генотипов на формируемый стресс недостатка влаги предлагается методика, предусматривающая использование принципов, указанных в исследованиях В. И. Полонского. Новая селективная среда основана на способности фильтровальной бумаги «поднимать» воду на определенную высоту за счет эффекта смачивания.

Сущность метода заключается в следующем. Растения выращивали на наклонной плоскости длиной 70 см, на которой размещали два слоя фильтровальной бумаги, затем на ней раскладывали семена. Для обеспечения контакта семян с фильтровальной бумагой сверху накладывали промокательную или туалетную бумагу, которая обеспечивала наклонувшимся семенам свободное прохождение проростка, и армирующую сетку. Все перечисленное закреплялось на наклонной плоскости резинками через 5–7 см. Наклонная плоскость делилась на 5–6 секторов по 10 см, на каждом отрезке размещали по 5 семян. Нижняя часть плоскости устанавливалась в растительную среду с водой, при этом нижние семена располагались на 1,0–1,5 см выше ее поверхности. Угол наклона плоскости составлял 30–40°, величина его корректировалась с учетом плотности используемой фильтровальной бумаги, которая влияла на максимальную высоту смачивания водой. После появления проростков над растениями включали искусственный свет, в осенний, весенне-летний период достаточно естественного освещения. После разворачивания 1-го листа (на 10–11 день), измеряли его длину на всех секторах и рассчитывали среднюю величину. Ввиду того, что степень ростовых процессов у образцов генетически обусловлена, сравнительную оценку проводили в относительном выражении по длине листа в первом и последующих секторах. При этом максимальную длину листа в первом секторе принимали за 100 %. На основании полученных результатов строился график. Повторность опыта 4-кратная. Оценка чувствительности образцов овса к дефициту влаги представлена на рисунках 1 и 2.



Рисунок 2. Вегетационный опыт создания засушливых условий на наклонной плоскости

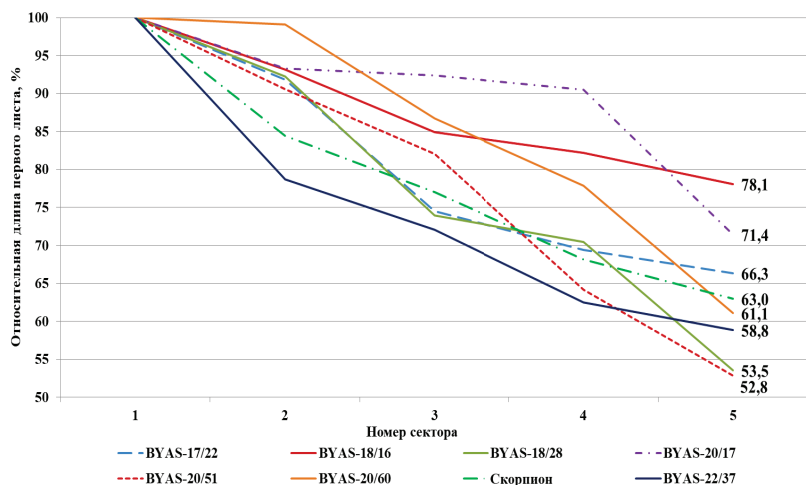


Рисунок 3. Зависимость относительной длины первого листа от положения растений овса на наклонной плоскости

У оцениваемых образцов овса выявлено, что в наименьшей степени длина листа снижалась у BYAS-17/22 BYAS-18/16, BYAS-20/17 и Скорпион, а в наибольшей – у BYAS-18/28 и BYAS-20/51 (рисунок 2).

Проведенный корреляционный анализ между урожайностью зерна в среднем за 2021–2024 гг. изучаемых образцов (таблицы 1, 2) и относительной длиной первого листа в пятом секторе установил наличие сильной степени корреляции между этими показателями ($r=0,86$).

Сравнительный анализ результатов, полученных по трем методикам, выявил, что среди анализируемых образцов овса наибольшей засухоустойчивостью отличались BYAS-20/17, BYAS-18/16 и Скорпион. Наиболее чувствителен к засушливым условиям был BYAS-20/51.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что методы лабораторной оценки селекционного материала овса на засухоустойчивость в высыхающих рулонах, рулонах помещенных в 3,8 % раствор сахарозы и предложенный нами способ проращивания семян на наклонной плоскости вполне репрезентативны. По всем трем методикам получены схожие выводы по изучаемым образцам. Так, наибольшей засухоустойчивостью отличались BYAS-20/17, BYAS-18/16 и Скорпион, а более чувствителен к засушливым условиям был BYAS-20/51.

Литература

1. Сачок, Г. И. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси / Г. И. Сачок, Г. А. Камышенко. – Минск: Бел. наука, 2006. – 243 с.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
3. Клочков, А. В. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, О. С. Клочкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 2. – С. 101–105.
4. Блетько, В. Н. Засухи в Беларуси / В. Н. Блетько, Н. В. Мельчакова // Родная прырода. Грамадска-палітычны, навукова-папулярны экалагічны часопіс. – 2019. – № 8. – С. 16–18.
5. Культурная флора. Т. 2, ч. 3. Овес / Н. А. Родионова [и др.]; под ред. В. Д. Кобылянского, В. Н. Солдатова. – М.: Колос, 1994. – 368 с.
6. Баталова, Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе / Г. А. Баталова. – Киров: Орма, 2013. – 287 с.
7. Петункина, Л. О. Физиологическая оценка устойчивости овса / Л. О. Петункина, С. В. Свиркова, Н. А. Маевская, А. А. Старцев // Вестник КемГУ, 2012. – № 4 (52) – Т. 1. – С. 20–24.
8. Любимова, А. В. Генетическая засухоустойчивость современных сортов овса посевного как ответ глобальному изменению климата / А. В. Любимова, В. С. Мамаева, А. А. Менщикова // Аграрный вестник Урала, 2022. – № 06 (221). С. 49–59.
9. Полонский, В. И. Физиологические методы диагностики селекционно-ценных признаков растений: автореф. дис. ... док. биол. наук: 06.01.05, 03.00.12 / В. И. Полонский; Институт биофизики СО РАН. – Санкт-Петербург, 2004. – 30 с.
10. Оценка функционального состояния растений: продукционные, селекционные и экологические аспекты / В. И. Полонский; ред.: Ю. Л. Гуревич, В. А. Кратасюк; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». – Красноярск: [б. и.], 2014. – 408 С.
11. Наумова, Н. И. Сравнительная оценка устойчивости интродуцированных сортообразцов ярового овса к засушливому климату Астраханской области / Н. И. Наумова // Аграрный научный журнал, 2022. – № 9. – С. 47–51.

DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR EVALUATING OATS BREEDING MATERIAL ON DROUGHT RESISTANCE

A.G. Vlasov, M.F. Noskevich, T.M. Bulavina

The paper presents the results of studying laboratory methods for evaluating oats breeding material on drought resistance. A new methodology is presented based on differentiating samples on the relative length of the first leaf when germinated on an inclined plane in filter paper. It is established that the methods for laboratory evaluation of oats breeding material on drought resistance in drying rolls, rolls placed in a 3.8% sucrose solution and the proposed method of seed germination on an inclined plane are representative. The highest drought resistance was demonstrated by the samples BYAS-20/17, BYAS-18/16 and the Scorpion variety. The sample BYAS-20/51 was sensitive to stress conditions.

УДК 631.559:633.112.9«324»:631.526.32:581.4

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ОТ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк,

кандидаты с.-х. наук, Лаптенюк М.М.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 11.03.2025)

Рецензент: Гордей С.И., кандидат биол. наук

Аннотация. В результате изучения сортов коллекции тритикале озимого выделены источники высокой урожайности зерна и короткостебельности для целенаправленного использования в селекционных программах. Установлено влияние метеорологических условий на урожайность зерна и высоту растений в различные стадии развития тритикале, определены диапазоны варьирования изучаемых признаков. Выявлена оптимальная высота растений с позиции получения высоких урожаев у изучаемых сортов тритикале озимого.

Введение. В последнее время зерновые и зернобобовые культуры в структуре посевных площадей Беларуси занимают около 40–44 % [1]. Поэтому увеличивать выход зерна за счет расширения посевов уже невозможно. Основным резервом роста валового сбора зерна является внедрение в производство высокоурожайных сортов, которые наравне с высокой зерновой продуктивностью должны противостоять биотическим и абиотическим стрессорам [2, 3].

В производстве наиболее востребованы короткостебельные сорта с высокой урожайностью, так как высокорослые при возделывании по интенсивной технологии часто полегают, за счет чего потери зерна при уборке могут достигать 10–50 % [4–8].

Материал и методика проведения исследований. Исследования по изучению 20 отечественных и 25 российских сортов тритикале озимого (*Triticosecale Witt.*) с целью выделения источников высокой урожайности и короткостебельности проводили в 2021–2024 гг. в условиях центральной части Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта: pH (в KCl) – 5,8–6,2, подвижный P_2O_5 – 262–338 мг/кг, обменный K_2O – 200–300 мг/кг почвы, гумус – 2,0–2,2 %. Предшественник – овес.

Минеральные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносили осенью под вспашку. Гербицид Кугар (1,0 л/га) применяли осенью. Весной после возобновления вегетации проводили подкормку азотными удобрениями в дозе 60 кг д.в./га + 30 кг д.в./га в фазу начала выхода в трубку.

В качестве контроля использовали отечественный сорт тритикале озимого Динамо.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались как по температурному режиму, так и по количеству и периодичности выпадавших осадков (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика вегетационного периода (апрель–июль), 2021–2024 гг.

Год исследований	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
ГТК (апрель–июль)	1,57	2,13	0,85	1,67
ГТК апрель	1,24	6,28	0,43	3,27
ГТК май	3,58	2,81	0,08	0,38
ГТК июнь	1,67	1,18	0,71	1,82
ГТК июль	0,50	1,71	1,70	1,72
Сумма температур выше 10 °C апрель, °C	157	130	206	287
Сумма температур май, °C	359	333	397	446
Сумма температур июнь, °C	594	569	548	557
Сумма температур июль, °C	679	543	561	626
Сумма температур апрель–июль, °C	1789	1575	1712	1916
Сумма осадков апрель, мм	19,5	81,6	8,9	94,0
Сумма осадков май, мм	128,5	93,6	3,0	17,0
Сумма осадков июнь, мм	99,1	67,3	39,1	101,4
Сумма осадков июль, мм	34,2	92,8	95,2	108,0
Сумма осадков апрель–июль, мм	281,3	335,3	146,2	320,4

На основании градации по ГТК [9] 2023 г. является засушливым, 2021 г. – оптимальным по увлажнению, 2022 г. и 2024 г. – влажными.

Результаты исследований и их обсуждение. У изучаемых отечественных и российских сортов тритикале озимого выявлена дифференциация как по высоте растений, так и по урожайности зерна (таблица 2).

В среднем по выборке у белорусских и российских сортов тритикале урожайность зерна варьировала от 92,2 и 85,2 ц/га в избыточно увлажненном 2022 г. до 56,5 и 51,9 ц/га в засушливом 2023 г. Неблагоприятные метеорологи-

ческие условия приводили к увеличению ее генотипической изменчивости от 12,7 до 21,6 % и от 12,6 до 23,4 % соответственно.

Таблица 2. Характеристика тритикале озимого по урожайности зерна и высоте растений

Год исследования		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Белорусские сорта					
Урожайность зерна, ц/га.	Среднее значение	62,0±2,3	92,2±2,6	56,5±2,7	74,4±2,1
	Min-max	41,0-83,8	73,2-113,0	31,3-77,1	56,8-88,0
	Коэффициент вариации, %	16,2	12,7	21,6	12,6
Высота растений, см	Среднее значение	130±2,9	129±3,0	105±3,0	124±2,6
	Min-max	106-153	103-151	84-143	98-140
	Коэффициент вариации, %	10,1	10,4	12,6	9,5
Российские сорта					
Урожайность зерна, ц/га.	Среднее значение	72,6±2,0	85,2±2,1	51,9±2,4	70,3±2,1
	Min-max	53,4-90,2	69,5-106,0	28,0-84,5	50,4-93,6
	Коэффициент вариации, %	13,9	12,6	23,4	15,0
Высота растений, см	Среднее значение	120±2,8	115±2,4	88±1,9	114±2,4
	Min-max	97-152	95-144	74-110	94-144
	Коэффициент вариации, %	11,6	10,2	10,9	10,6

В 2021 г. урожайность зерна у отечественных сортов тритикале озимого была значительно ниже (на 14,6 %), чем у российских из-за более низкой перезимовки растений в результате поражения снежной плесенью.

На выраженность признака у группы белорусских сортов существенное влияние оказывали метеорологические условия апреля – ГТК ($r_a = 0,9998$), месячная сумма осадков ($r_a = 0,8267$) и месячная сумма температур ($r_a = -0,2696$). У российских сортов на величину урожайности зерна влияли в большей степени погодные условия апреля и мая – ГТК ($r_a = 0,8558$, $r_m = 0,7075$), месячная сумма осадков ($r_a = 0,6537$, $r_m = 0,6872$) и месячная сумма температур ($r_a = -0,4432$, $r_m = -0,5224$).

В среднем за анализируемый период урожайность зерна у 23 сортов коллекции превышала 70 ц/га (рисунок 1) и была достоверно выше контроля Динамо (72,0 ц/га) у 4 отечественных – Экватор (80,0 ц/га), Кастусь (77,1 ц/га), Михась (75,8 ц/га), Благо (75,4 ц/га) и 6 российских сортов тритикале озимого – Аргус (91,8 ц/га), Азнавур (77,2 ц/га), Гектор (76,6 ц/га), Л-9767Т6П20 (76,3 ц/га), Атаман Платов (75,7 ц/га), Трибун (75,4 ц/га).

Следует отметить, что сорта Аргус (Россия) и Экватор (Беларусь) являются наиболее ценными источниками высокой продуктивности, так как у них во все

годы исследований величина данного показателя превышала контроль, а модификационная изменчивость признака была минимальной ($V=11,4\%$ и $19,8\%$).

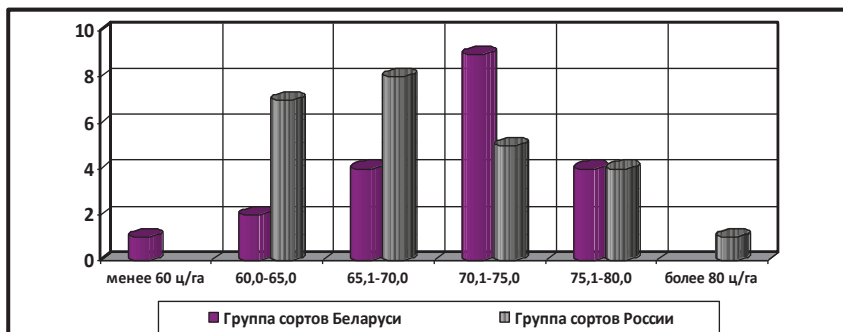


Рисунок 1. Распределение сортов тритикале озимого по урожайности зерна в зависимости от их происхождения, шт. (среднее за 2021-2024 гг.)

На основании анализа высоты растений тритикале озимого выявлена неоднородная реакция генотипов на погодные условия периода вегетации. В среднем по выборке у белорусских и российских сортов максимальная величина данного показателя была отмечена в оптимальном по увлажнению 2021 г. – 130 и 120 см (таблица 2) при очень высоком количестве осадков (507 % от нормы) во 2-ю декаду мая (фаза «трубкования»). Необходимо отметить, что у группы отечественных сортов высота растений в 2021 г. и 2022 г. практически не отличалась. В условиях 2023 г. при почти полном отсутствии осадков в мае величина данного показателя в среднем у анализируемых групп была минимальной – 105 и 88 см.

Метеорологические условия в период вегетации существенно не влияли на величину генотипической изменчивости высоты растений у отечественных ($V = 9,5\text{--}12,6\%$) и российских сортов тритикале озимого ($V = 10,2\text{--}11,6\%$).

Во все годы исследований в среднем по выборке высота растений у российских сортов была ниже на 7,7–16,2 % при максимальной ее разбежке в лимитированных условиях засушливого года.

На выраженность признака у отечественных и российских сортов тритикале озимого существенное влияние оказывали метеорологические условия апреля-июня – ГТК ($r_a = 0,5838$, $r_m = 0,7841$, $r_{ин} = 0,7501$ и $r_a = 0,6680$, $r_m = 0,5908$, $r_{ин} = 0,8052$), месячная сумма осадков ($r_a = 0,5089$, $r_m = 0,7914$, $r_{ин} = 0,7785$ и $r_a = 0,7142$, $r_m = 0,59968$, $r_{ин} = 0,8093$) и месячная сумма температур ($r_{ин} = 0,7655$ и $r_{ин} = 0,5728$).

В среднем у 92 % коллекционных образцов из России высота растений не превышала 120 см, а у 80 % белорусских находилась в пределах 101–130 см (рисунок 2). Были выделены короткостебельные (> 100 см) [10] сорта тритикале –

Пилигрим (94 см), Тихон (96 см), Гольдвар (96 см), Тихон 15 (97 см), Богуслав (98 см) (Россия) и Ковчег (98 см) (Беларусь). Модификационная изменчивость высоты растений у них варьировала от 9,0 % (Гольдвар) до 17,4 % (Богуслав).

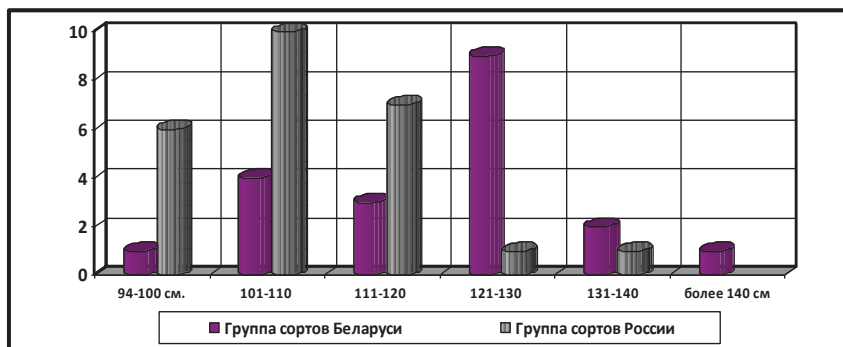


Рисунок 2. Распределение сортов тритикале озимого по высоте растений в зависимости от их происхождения, шт. (среднее за 2021-2024 гг.)

Анализируя взаимосвязь между урожайностью зерна и высотой растений видно, что в среднем за годы исследований у 61,5 % высокопродуктивных (71,4–80,0 ц/га) отечественных сортов тритикале (Березино, Антось, Динамо, Авеню, Благо, Михась, Кастусь, Экватор) высота растений составляла 118–130 см (рисунок 3). У сортов Прометей (70,1 ц/га), Амулет (72,1 ц/га) и Звено (74,2 ц/га) высота растений варьировала от 133 до 146 см, а у Медео (72,9 ц/га) и ИЗС 4 (73,7 ц/га) равнялась 101 и 110 см.

У 60 % высокоурожайных (72,0–91,8 ц/га) российских сортов (Хлебороб, Трибун, Атаман, Платов, Гектор, Азнавур, Аргус) высота растений варьировала от 108 до 115 см (рисунок 4). За пределами этого диапазона находились еще 4 сорта тритикале озимого – Л-9767Т6П20 (76,3 ц/га) (119 см), Тихон (70,5 ц/га) (96 см), Гольдвар (74,0 ц/га) (96 см), Тихон 15 (74,7 ц/га) (96 см).

Для определения величины и направления корреляционных связей между урожайностью зерна и высотой растений у тритикале озимого была проведена градация изучаемых сортов по высоте растений (от 90 до 140 см) с интервалом 10 см.

В среднем за годы исследований у белорусских сортов тритикале озимого выявлена корреляционная зависимость между парами «урожайность зерна – высота растений 100–110 см» ($r = 0,5590$), «урожайность зерна – высота растений 121–130 см» ($r = -0,4849$) и «урожайность зерна – высота растений 131–140 см» ($r = -0,2341$). У российских сортов коллекции установлена корреляционная сопряженность между «урожайностью зерна и высотой растений 90–100 см» ($r = -0,6520$), «урожайностью зерна и высотой растений 100–110 см»

($r = 0,4636$) и «урожайностью зерна и высотой растений 111–120 см» ($r = -0,5961$).

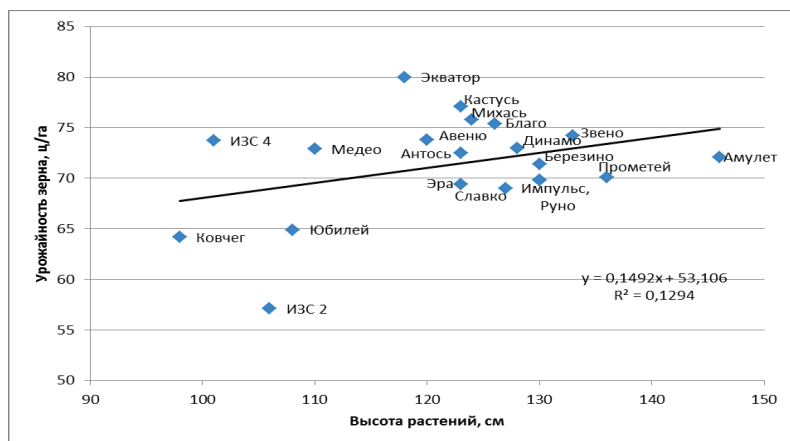


Рисунок 3. Зависимость урожайности зерна от высоты растений у белорусских сортов тритикале озимого (среднее за 2021–2024 гг.)

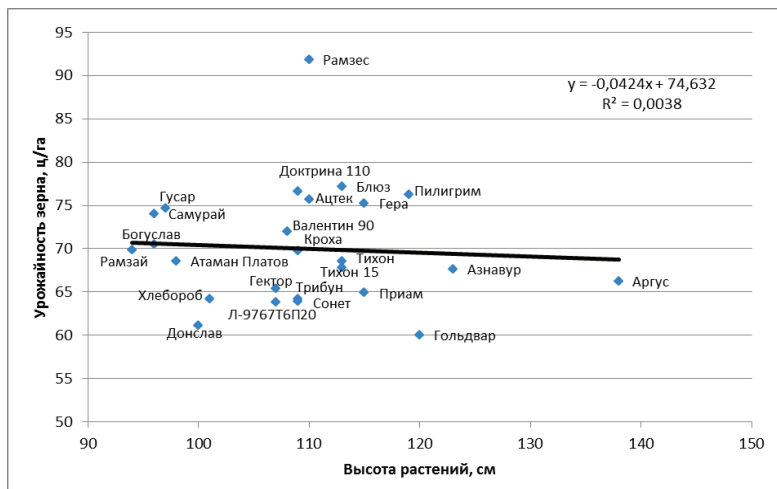


Рисунок 4. Зависимость урожайности зерна от высоты растений у российских сортов тритикале озимого (среднее за 2021–2024 гг.)

Необходимо отметить, что у белорусских сортов тритикале озимого в оптимальный по увлажнению год (2021 г.) и год с избыточным увлажнением

(2022 г.) корреляционная зависимость была выше между «урожайностью зерна и высотой растений 100–110 см» ($r = -0,8711$ и $r = 0,8094$). В условиях 2024 г. сильная корреляционная сопряженность была отмечена между парами «урожайность зерна – высота растений 111–120 см» ($r = 0,8395$) и «урожайность зерна – высота растений 131–140 см» ($r = -0,8163$), а в засушливых условиях между «урожайностью зерна и высотой растений 90–100 см» ($r = 0,9022$).

У российских сортов тритикале в условиях, близких к среднепогодным значениям, более высокая сопряженность была отмечена между «урожайностью зерна и высотой растений 100–110 см» ($r = -0,6826$). В 2022 г. и 2024 г. между парами «урожайность зерна – высота растений 100–110 см» ($r = -0,7488$ и $r = 0,5058$) и «урожайность зерна – высота растений 121–130 см» ($r = 0,8987$ и $r = -0,6279$), а в условиях 2023 г. между «урожайностью зерна и высотой растений 90–100 см» ($r = -0,5903$).

Заключение

Сравнительная оценка белорусских и российских сортов тритикале озимого позволила выделить источники:

- высокой урожайности зерна ($> 75,0$ ц/га): Экватор, Кастусь, Михась, Благо (Беларусь) Аргус, Азнавур, Гектор, Атаман Платов, Трибун (Россия);

- короткостебельности (> 100 см): Пилигрим, Тихон, Гольдвар, Тихон 15, Богуслав (Россия) и Ковчег (Беларусь).

Отмечено, что в почвенно-климатических условиях центральной части Беларуси у высокоурожайных сортов российской селекции оптимальная высота растений составляет 108–115 см, а у белорусских сортов тритикале озимого – 118–130 см.

Установлено, что на формирование урожайности зерна тритикале наиболее существенное влияние оказывали уровень влагообеспеченности апреля-июня ($r_a = 0,5089$ – $0,7142$, $r_m = 0,59968$ – $0,7914$, $r_{ин} = 0,7785$ – $0,8093$) и сумма температур июня ($r_{ин} = 0,5728$ – $0,7655$).

Величина и направление корреляционных связей между «урожайностью зерна и высотой растений» у тритикале озимого изменялись в зависимости от температурного режима и влагообеспеченности в период вегетации растений, происхождения сортов, а также от высоты растений.

Литература

1. Республика Беларусь, 2024 : статистический ежегодник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; под ред. И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2024. – 317 с.

2. Гриб, С.И. Приоритеты стратегии и направления селекции полевых культур в Беларуси / С.И. Гриб // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : матер. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5-6 июля 2017 г. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 214–215.

3. Мережко, А.Ф. Генетические ресурсы тритикале – важный фактор диверсификации зерна – и кормопроизводства / А.Ф. Мережко // Зерно и хлеб России (II Международный конгресс) – Санкт-Петербург, 2006. – С. 144-145.

4. Альдеров, А.А. Генетические основы низкорослости тетраплоидных пшениц и стратегия создания нового исходного материала для селекции : автореф. дис. ... доктора биол. наук : 03.00.15, 06.01.05 / А.А. Альдеров ; ВИР. – Санкт-Петербург, 1991. – 42 с.

5. Дорофеев, В.Ф. Поиск путей улучшения тритикале. Проблемы и возможности развития селекции / В.Ф. Дорофеев, У.К. Куркиев // Селекция и семеноводство. – М., 1985. – № 5. – С. 25-27.

6. Ковалев, В.М. Полегание посевов зерновых культур и применение ретардантов / В.М. Ковалев, К.А. Касаева // С.-х. биология. – 1990. – № 1. – С. 72-81.

7. Куркиев, К.У. Селекционно-ценные, устойчивые к полеганию линии гексаплоидного тритикале / К.У. Куркиев, У.К. Куркиев // Зерновое хозяйство. – 2008. – № 1-2. – С. 51-53.

8. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны / Дацюк П.В. [и др.]. – Рязань, 2007. – 38 с.

9. Агроклиматические ресурсы гидрометеорологических наблюдений / под ред. М. А. Гольберга, В. И. Мельника. – Минск, 1985. – 451 с.

10. Klasifikator x Triticale Müntzing. – Praha: [б.и.], 1981. – 33 p.

DEPENDENCE OF GRAIN YIELD OF WINTER TRITICALE VARIETIES ON PLANT HEIGHT

S.I. Grib, V.N. Bushtevich, E.I. Poznyak, Laptенок M.M.

As a result of studying the varieties of the winter triticale collection, sources of high grain yield and short stems were identified for targeted use in breeding programs. The influence of meteorological conditions on grain yield and plant height at different stages of triticale development was established, the variation ranges of the studied traits were determined. The optimal plant height was identified in relation to obtaining high yields of the studied varieties of winter triticale

УДК 633.111«324»: 631.526.32(476)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (*Triticum aestivum* L.) ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЗЕРНА

И.В. Сацюк, кандидат с.-х. наук, **В.В. Кот**, **А.А. Ардашникова**,

В.Ю. Трушко, **Р.Н. Ковтун**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила в редакцию 05.05.2025)

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенных в 2022–2024 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», по изучению новых сортообразцов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в Центральной зоне Республики Беларусь. По урожайно-

сти зерна выделились сортообразцы озимой пшеницы под номерами 3042 (122/4-18); 1267 (205/5-19); 1250 (147/16-19), превышающие средний контрольный сорт на 7,3; 10,5; 12,6 ц/га соответственно. Содержание в зерне сырого белка и сырой клейковины соответствовало требованиям ГОСТ 9353-90, предъявляемым к зерну озимой пшеницы, используемой на продовольственные цели.

Введение. Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства является обеспечение населения достаточным количеством продовольствия и зернофуража при наиболее полном использовании природно-экологического потенциала. Для этого необходимо повысить урожайность и качество продукции, внедряя в производство высокоурожайные, устойчивые к болезням и вредителям новые сорта озимой пшеницы. Для каждого региона Беларуси должен быть свой сортовой состав, адаптированный к местным почвенно-климатическим условиям.

Пшеница – основная продовольственная культура. В ее зерне много белка и других ценных веществ. Пшеничную муку применяют в хлебопечении и кондитерской промышленности. Зерно используют для производства крупы, макарон, кондитерских изделий, спирта и другой продукции. Пшеница представляет большую кормовую ценность. Это отруби, мякина, солома, зеленая масса. Озимая пшеница более урожайная, чем другие зерновые злаки. Существующие пути повышения урожайности основаны на создании сортов пшеницы с высоким потенциалом продуктивности и ее реализации посредством совершенствования технологий возделывания [1–3].

Увеличение продуктивности и улучшение качества зерна пшеницы во многом зависит от селекционной работы, в процессе которой выводятся современные высокопродуктивные сорта, устойчивые к воздействию стрессовых факторов, отвечающие современным требованиям производства.

Озимая пшеница – это культура с высоким потенциалом урожайности, который может быть реализован только при наличии генетической устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.

Материалы и методика исследований. Полевые опыты по оценке селекционных образцов в рамках проведения конкурсного сортоиспытания были заложены на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2022–2024 гг. Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая мореной на глубине 0,5 м, со следующими агрохимическими показателями: кислотность pH (в KCl) варьировала в диапазоне 5,13–6,03; содержание подвижных форм P_2O_5 и обменного K_2O (по методу Кирсанова) составляло 262–280 и 330–376 мг/кг почвы соответственно, гумуса (по методу Тюрина) – в пределах 2,67–3,23 %.

Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на гектар, применяя методику однофакторного опыта с использова-

нием метода системных блоков в трехкратной повторности. Площадь учетной делянки составляла 10 м².

Объектом исследования были селекционные образцы озимой пшеницы. Семенной материал протравлен протравителем Максим форте, КС с нормой расхода 2,0 л/т. Система удобрения предусматривала внесение фосфорных и калийных удобрений (Р₆₀К₁₂₀) общим фоном. Азотные удобрения вносили в дозе N₂₀₀: N₂₀ – с осени совместно с фосфорными удобрениями, N₇₀ – при возобновлении весенней вегетации, N₇₀ – в фазу окончания кущения – начала выхода в трубку, N₄₀ – в фазу выхода флагового листа. Суммарная доза азотного удобрения 200 кг/га д.в. вносилась для создания провокационного фона для изучения образцов озимой пшеницы на устойчивость к полеганию. Регулятор роста не вносили. Все остальные агротехнологические приемы по уходу за посевом проводились согласно технологическому регламенту [4].

Качество зерна оценивали в отделе биохимии и биотехнологии методом ИК-спектроскопии на приборе NIRS-5000.

Метеорологические условия в период исследований различались по температурному режиму и осадкам, что способствовало объективной оценке изучаемых сортов образцов.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5] с использованием Microsoft Excel и компьютерной программы АВ СТАТ.

Результаты исследований и их обсуждение. В питомнике конкурсного сортоиспытания изучались селекционные сорта образцы озимой пшеницы с различными генетическими и морфо-биологическими признаками. В процессе селекционного изучения часть образцов по ряду признаков была отбракована: по урожайности, выровненности, устойчивости к болезням, полеганию и т.д.

Одним из ключевых элементов структуры урожайности является продуктивный стеблестой. Среди изучаемых сортов образцов количество продуктивных стеблей в среднем за годы проведения исследований варьировало от 409 до 526 шт/м². Максимальное количество в среднем за 2022–2024 гг. было сформировано у сорта образца 0560 (378/15-16) и составило 526 шт/м², минимальное – 409 шт/м² – у образца под номером 3042 (126/22-18). Наиболее благоприятным годом для формирования продуктивного стеблестоя в среднем по опыту являлся 2023 (таблица 1).

По результатам проведенного анализа структуры урожайности в среднем за 2022–2024 гг. число зерен в колосе изучаемых сортов образцов варьировало от 40,4 до 51,3 шт. Наибольшее число зерен имели сорта образцы 3042 (126/22-18) и 65/1-18 – 50,7 и 51,3 шт. соответственно. Меньше всего зерен сформировалось у сорта образца 084 (100/5-18) – 40,4 шт. В среднем по опыту наибольшим этот показатель был в 2022 г. Необходимо отметить, что в данном году был сформирован наименьший продуктивный стеблестой (таблица 2).

Таблица 1. Продуктивный стеблестой изучаемых сортообразцов озимой пшеницы, шт/м²

Селекционный номер образца	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
65/1-18	430	476	441	449
084 (100/5-18)	485	475	486	482
3042 (122/4-18)	453	420	392	422
3042 (126/22-18)	434	391	402	409
122 (268/89-18)	487	515	462	488
0560 (378/15-16)	512	611	455	526
05147	378	532	365	425
1267 (205/5-19)	550	459	395	468
1250 (147/16-19)	434	551	429	471
Контроль*	532	436	422	463
Среднее	430	476	441	
НСР ₀₅	38,7	40,1	39,3	

* В 2022–2023 гг. в роли контрольного сорта выступал сорт озимой мягкой пшеницы Элегия, в 2024 г. – Амелия.

Таблица 2. Число зерен в колосе у изучаемых сортообразцов озимой пшеницы, шт.

Селекционный номер образца	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
65/1-18	52,7	51,7	47,6	50,7
084 (100/5-18)	45,6	37,9	37,6	40,4
3042 (122/4-18)	52,5	45,9	47,5	48,6
3042 (126/22-18)	61,3	47,7	45,1	51,3
122 (268/89-18)	47,1	38,7	39,4	41,7
0560 (378/15-16)	59,1	41,5	47,2	49,3
05147	67,1	45,0	45,7	52,6
1267 (205/5-19)	50,4	42,0	43,0	45,1
1250 (147/16-19)	48,4	41,0	46,6	45,3
Контроль*	47,5	38,9	43,9	44,0
Среднее	53,2	43,0	47,0	
НСР ₀₅	2,16	2,22	2,13	

* В 2022–2023 гг. в роли контрольного сорта выступал сорт озимой мягкой пшеницы Элегия, в 2024 г. – Амелия.

Анализ полученных результатов показал, что у изучаемых образцов масса 1000 зерен изменялась от 37,4 до 47,9 г. Установлено, что наиболее тяжеловесное зерно было сформировано у образцов под селекционными номерами 1267 (205/5-19), 1250 (147/16-19), 3042 (122/4-18) и составило 48,1; 47,9; 47,3 г соответственно. Самое легковесное зерно было сформировано у сортообразца 0560 (378/15-16) – 37,4 г. Максимальная масса 1000 зерен наравне с продуктивным стеблестоем была сформирована в 2023 году (таблица 3).

Таблица 3. Масса 1000 зерен изучаемых сортообразцов озимой пшеницы, г

Селекционный номер образца	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
65/1-18	41,3	40,2	42,8	41,4
084 (100/5-18)	42,9	51,2	44,9	46,3
3042 (122/4-18)	46,7	48,6	46,5	47,3
3042 (126/22-18)	45,7	49,3	45,6	46,9
122 (268/89-18)	44,6	46,2	46,6	45,8
0560 (378/15-16)	31,2	41,3	39,6	37,4
05147	35,9	43,0	43,8	40,9
1267 (205/5-19)	39,4	51,1	53,7	48,1
1250 (147/16-19)	45,7	49,7	48,3	47,9
Контроль*	39,8	47,0	46,8	44,5
Среднее	41,3	49,5	42,8	
НСР ₀₅	2,67	2,72	2,81	

* В 2022–2023 гг. в роли контрольного сорта выступал сорт озимой мягкой пшеницы Элегия, в 2024 г. – Амелия.

Экспериментальные данные показали высокую вариабельность урожайности зерна изучаемых сортообразцов по годам. По результатам исследований урожайность сортообразцов озимой пшеницы в среднем за период 2022–2024 гг. варьировала от 87,0 до 100,1 ц/га. Максимальная урожайность зафиксирована у сортообразца 3042 (126/22-18) в 2022 г. и составила 121,6 ц/га, минимальная – у образца 05147 в 2024 г. (67,8 ц/га). В среднем за годы исследования урожайность сортообразца 1250 (147/16-19) составила 100,1 ц/га, что превысило показатели среднего контрольного сорта на 12,6 ц/га. Средняя урожайность по всем изученным сортообразцам за период исследований составила 93,0 ц/га, что характеризует высокий потенциал селекционного материала озимой пшеницы в условиях центральной части Республики Беларусь (таблица 4).

Таблица 4. Урожайность зерна сортообразцов озимой пшеницы, ц/га

Селекционный номер образца	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее
65/1-18	92,9	98,6	85,3	92,2
084 (100/5-18)	94,7	92,1	76,8	87,9
3042 (122/4-18)	110,0	92,6	81,7	94,8
3042 (126/22-18)	121,6	92,0	81,7	98,4
122 (268/89-18)	102,2	91,9	79,3	91,1
0560 (378/15-16)	93,6	105,0	80,5	93,0
05147	90,9	102,2	67,8	87,0
1267 (205/5-19)	108,6	98,8	86,7	98,0
1250 (147/16-19)	95,8	112,5	92,0	100,1
Контроль*	98,0	81,8	82,7	87,5
Среднее	100,8	96,8	81,4	
НСР ₀₅	4,28	5,26	4,35	

Содержание сырого протеина и клейковины является важным показателем качества зерна, так как напрямую влияет на его пищевую и технологическую ценность. Высокое содержание белка и клейковины делает зерно более пригодным для производства муки с улучшенными хлебопекарными свойствами. Среднее содержание сырого протеина за годы исследований варьировало от 13,8 % (образец 0560 (378/15-16)) до 16,8 % (образец 084 (100/5-18)), а сырой клейковины – от 29,2 % до 37,0 % соответственно. Средний контрольный сорт имел 15,3 % белка и 31,6 % клейковины в среднем по опыту.

Наибольшее содержание сырого протеина и клейковины во все годы наблюдались у образца 084 (100/5-18) и превысили контроль на 1,5 % (сырой протеин) и 5,4 % (сырая клейковина). Наименьшие значения зафиксированы у образца 0560 (378/15-16), который уступил контролю по изучаемым показателям качества зерна (таблица 5).

Установлено, что образец 084 (100/5-18) стабильно демонстрирует высокие показатели по содержанию сырого протеина и сырой клейковины, что делает его перспективным для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Таблица 5. Содержание сырого протеина и сырой клейковины в зерне изучаемых сортообразцов озимой пшеницы, %

Селекционный номер образца	2022 г.		2023 г.		2024 г.		Среднее	
	сырой протеин	сырая клейковина	сырой протеин	сырая клейковина	сырой протеин	сырая клейковина	сырой протеин	сырая клейковина
65/1-18	17,0	37,7	14,5	29,6	17,0	35,0	16,2	34,1
084 (100/5-18)	17,5	40,4	15,1	33,9	17,9	36,8	16,8	37,0
3042 (122/4-18)	16,0	34,5	13,7	26,2	16,8	33,5	15,5	31,4
3042 (126/22-18)	15,1	33,1	13,6	23,5	16,2	34,1	15,0	30,2
122 (268/89-18)	15,0	32,0	14,7	30,8	16,0	32,4	15,2	31,7
0560 (378/15-16)	14,2	31,6	13,2	26,8	14,1	29,3	13,8	29,2
5147	15,7	36,4	14,2	27,9	15,8	32,7	15,2	32,3
1267 (205/5-19)	15,6	35,1	13,2	26,4	16,3	34,5	15,0	32,0
1250 (147/16-19)	15,3	34,9	13,6	24,9	15,5	29,5	14,8	29,8
Контроль*	16,5	37,4	14,1	27,0	15,4	30,5	15,3	31,6
Среднее	15,8	35,3	14,0	27,7	16,1	32,8		

* В 2022-2023 гг. в роли контрольного сорта выступал сорт озимой мягкой пшеницы Элегия в 2024 г. – Амелия.

Заключение

В среднем за 2022–2024 гг. по урожайности зерна выделились изучаемые сортообразцы озимой мягкой пшеницы под номерами 3042 (122/4-18); 1267 (205/5-19); 1250 (147/16-19), превысившие средний контрольный сорт на 7,3; 10,5; 12,6 ц/га соответственно. Содержание в зерне сырого протеина и сырой клейковины соответствовало требованиям ГОСТ 9353-90, предъявляемым к зерну озимой пшеницы, используемой на продовольственные цели. Данные сортообразцы будут размножены и переданы в Государственное сортоиспытание Республики Беларусь.

По числу зерен в колосе выделились сортообразцы 05147 и 65/1-18 (52,6 и 50,7 шт.); по массе 1000 зерен 1267 (205/5-19) и 1250 (147/16-19) (48,1 и 47,9 г); по продуктивному стеблестоя 0560 (378/15-16) и 122 (268/89-18) (526 и 488 шт/м²). По показателям качества зерна в среднем за 2022–2024 гг. выделились сортообразцы 65/1-18 и 084 (100/5-18), содержание сырого протеина составило – 16,2 и 16,8 %, сырой клейковины – 34,1 и 37,0 %.

Полученные опытные данные указывают на высокий селекционный потенциал изученных сортообразцов и их перспективность для последующего внедрения в сельскохозяйственное производство.

Литература

1. Хозяйственно-ценные признаки коллекционных образцов озимой пшеницы в условиях орошения Астраханской области / Е. Г. Кипаева, Д. С. Кадралиев, А. В. Гулин, З. С. Щербарскова // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 1(41). – С. 49–54.
2. Показатели качества зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка» / Б. И. Сандухадзе, Р. З. Мамедов, М. С. Крахмалева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 3(47). – С. 42–47.
3. Продуктивная кустистость растений озимой пшеницы при различных нормах высева и способах посева / В. И. Пушкарева, Г. Г. Голева, Н. В. Евтеева [и др.] // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(7). – С. 27–35.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 288 с.
5. 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.

RESULTS OF THE STUDY OF PROMISING WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.) VARIETY SAMPLES FOR YIELD AND GRAIN QUALITY

I.V. Satsiuk, V.V. Kot, A.A. Ardashnikova, V.Yu. Trushko, R.N. Kovtu

*The paper presents the results of the research conducted in 2022–2024 in the Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming to study new variety samples of winter soft wheat (*Triticum aestivum**

L.) in the Central Zone of the Republic of Belarus. Winter wheat variety samples numbered 3042 (122/4-18); 1267 (205/5-19); 1250 (147/16-19) were identified, exceeding the average control variety by 7.3; 10.5; 12.6 c/ha, respectively. The content of crude protein and crude gluten in grain met the requirements of GOST 9353-90 imposed on winter wheat grain used for food.

УДК 633.112.9«324»:581145:631.526.32

ИЗУЧЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СЕМЯН У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

В.В. Ком, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 15.04.2025)

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследований фракционного состава семян озимой тритикале с учетом срока сева и сортовых особенностей в Центральной части Беларуси. Установлено, что в среднем за 2019–2021 гг. масса 1000 зерен сортов озимой тритикале изменялась по опыту от 15,4 г до 59,0 г в зависимости от фракции. Максимальный удельный вес семян (45,5 %) был локализован на решетках с диаметром отверстий 3,0–3,2 мм. Отмечено увеличение энергии прорастания с 72,7 % (фракции <2,0 мм) до 82,4 % (фракция 3,0 мм) и снижение данного показателя (до 72,4 %) с дальнейшим увеличением крупности семян. Наибольшую всхожесть семян (93,4 %) имела фракция, выделенная на решетках с диаметром отверстий 2,8–3,0 мм.

Введение. Урожайные свойства семян обуславливаются наследственными особенностями сорта, а также условиями выращивания. Поэтому все агротехнические мероприятия должны быть направлены на сохранение и повышение жизнеспособности семян в период их формирования, роста, развития и хранения, т.е. должна разрабатываться и применяться специальная технология выращивания семенного материала. Только при высоком качестве семян могут быть реализованы потенциальные возможности сорта и наоборот, самый высокопродуктивный сорт даст низкий урожай при посеве семенами низкого качества [1].

Используемые для посева семена должны соответствовать требованиям, установленным постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 37 от 19.10.2015 (в редакции постановления Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 64 от 20.10.2021). Они должны быть очищены и отсортированы зерноочистительной техникой [2, 3], иметь нормируемые показатели содержания семян основной культуры, всхожесть не ниже уровня, предусмотренного государст-

венным стандартом для каждой категории семян. Использование таких семян при посеве должно обеспечить высокую энергию прорастания [4].

Одним из важных агротехнических приемов повышения урожайности озимой тритикале является использование оптимальных фракций семян для посева, так как выявлена специфичность реакции сортов в зависимости от их биологических особенностей на посев различными по крупности семенами. До настоящего времени результаты исследований о связи фракционного состава посевного материала с урожайностью до конца не изучены [5].

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимическая характеристика опытного участка: гумус (по Тюрину) 2,67–3,23 %, pH_{KCl} 5,13–6,03, подвижные формы P_2O_5 и обменного K_2O (по Кирсанову) 262–280 и 330–376 мг/кг почвы соответственно. Предшественник – озимый рапс. Посев проводили с нормой высева 4,0 млн. всхожих семян на 1 га сеялкой СС–11 по методике двухфакторного полевого опыта методом системных блоков в 3-х кратной повторности

Все агротехнологические мероприятия выполнялись в соответствии с отраслевым регламентом [6].

Объектом исследований являлись партии зерна трех сортов озимой тритикале Благо 16, Динамо, Ковчег, имеющих различные морфо-биологические признаки. Сорта были посеяны в четыре срока сева с интервалом 10 дней с 30 августа по 1 октября. После получения урожая исследуемый материал был сепарирован на 9 фракций с помощью ручных сит. Из средней пробы зерна, освобожденной от крупной сорной примеси, выделяли навески массой 1000 г. Навески просеивали на комплекте лабораторных сит, устанавливая сита размером от $1,8 \times 20$ мм до $3,6 \times 20$ мм (ГОСТ 30483-97). Семена раскладывали на увлажненную фильтровальную бумагу чашек Петри по 25 зерен в 4-х кратной повторности, семена помещали во влажную среду до 7 дней (ГОСТ 10968-88, ГОСТ 12038-84). Проращивание проводили в термостате при температуре +22–25 °С. После экспозиции зерна 3–7 суток учитывали энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян.

Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7] с помощью пакета программ, входящих в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ СТАТ.

Метеорологические условия в период проведения исследований характеризовались значительной вариабельностью по температурному режиму, количеству, характеру распределения и периодичности выпадения атмосферных осадков. Наиболее благоприятные агроклиматические условия для формирования урожайности тритикале сложились в 2019–2020 и 2021–2022 гг. В то же время вегетационный период 2018–2019 гг. отличался отклонениями от среднемноголетних показателей, выразившимися в аномально высоких температурах в осенний период, неудовлетворительными условиями перезимовки, значи-

тельным распространением снежной плесени на посевах ранних сроков сева, а также дефицитом почвенной влаги в отдельные периоды весенне-летней вегетации.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании проведенных исследований установлено, что в среднем за 2019–2021 гг. масса 1000 зерен озимой тритикале изменялась по опыту от 15,4 г у фракции с размером зерен меньше 2 мм до 59,0 г у фракции с размером более 3,4 мм. Самым тяжеловесным зерном верхних фракций характеризовался сорт Благо 16 – 60,3 г; сорта Динамо и Ковчег имели массу 1000 зерен 58,3 г и 58,4 г соответственно (рисунки 1, 2). Также стоит отметить, что у сорта Ковчег в отличие от других изучаемых сортов масса семян у фракции 3,0–3,4 мм (59,2 г) превышала таковую у фракции >3,4 мм (58,4 г).

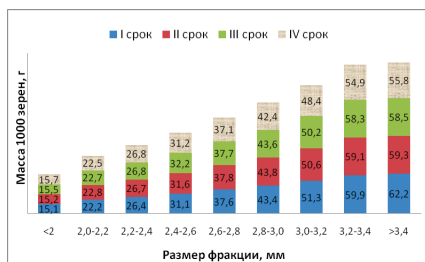


Рисунок 1. Масса 1000 зерен озимой тритикале в зависимости от *срока сева* и фракции зерна (2019–2021 гг.)

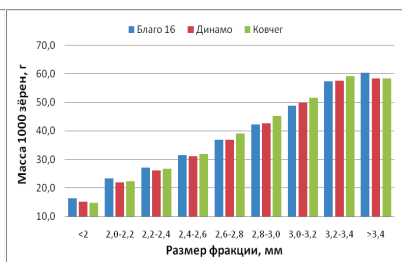


Рисунок 2. Масса 1000 зерен озимой тритикале в зависимости от *сорта* и фракции зерна (2019–2021 гг.)

Среди изучаемых партий озимой тритикале минимальным удельным весом характеризовалась фракция <2,0 мм, где сформировалось 1,4 % семян, максимальное значение отмечено у фракции 3,0–3,2 мм и составило 45,5 %. При этом у сорта Благо 16 этот показатель достигал уровня 43,0 %, у сорта Динамо – 45,6 %, у сорта Ковчег – 48,0 %. При увеличении фракции от 3,2 до >3,4 мм удельный вес семян резко сократился у всех изучаемых сортов (рисунок 3). В зависимости от срока сева доля удельного веса у фракции 3,0–3,2 мм на первом, втором и третьем сроках сева сформировалась на уровне 44,0; 49,1; 50,2 % соответственно. На четвертом сроке этот показатель характеризовался минимальным значением – 38,7 %

Энергия прорастания зерна изучаемых сортов озимой тритикале за три года исследования варьировала от 66,8 % до 91,0 %. В среднем по фракции энергия прорастания увеличивалась от фракции <2,0 мм (72,7 %) до 3,0 мм (82,4 %), далее с увеличением крупности семян происходит снижение данного показателя до 72,4 %. Наибольшую энергию прорастания имело зерно с фракции 2,4–2,6 мм, где данный показатель составил 82,4 %. При анализе результатов оценки энергии прорастания семян на разных сроках сева (в среднем по фракции) уста-

новлено, что максимального значения она достигла на втором сроке – 81,7 %, а минимального – на первом сроке сева (74,5 %). Среди изучаемых сортов максимальную энергию прорастания имели семена сорта Динамо – 79,7 %, сорта Благо 16 и Ковчег 77,2 % и 77,9 % соответственно (рисунки 4, 5).

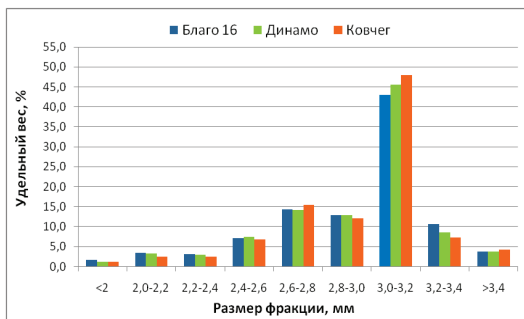


Рисунок 3. Удельный вес зерен озимой тритикале в зависимости от сорта и фракции (среднее за 2019–2021 гг.)

По результатам трехфакторного дисперсионного анализа установлено, что изменчивость фактора энергия прорастания озимой тритикале в основном определялась погодными условиями года – 38,7 %, размером фракций – 7,6 %, взаимодействием погодных условий и срока сева – 7,8 %, взаимодействие погодных условий и размера фракции – 4,6 %.

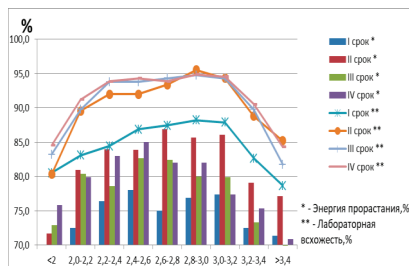


Рисунок 4. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян озимой тритикале в зависимости от фракции семян и сорта, % (2019–2021 года)

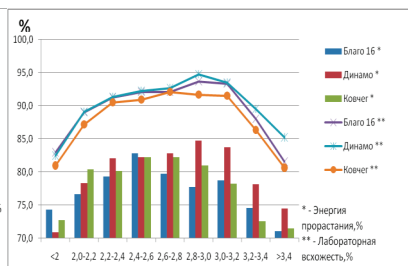


Рисунок 5. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян озимой тритикале в зависимости от срока сева, % и фракции семян (2019–2021 гг.)

Всхожесть семян озимой тритикале в 2019–2021 гг. у изучаемых сортов находилась в пределах от 73,7 % до 97,0 % в зависимости от фракции, срока сева, сорта и года исследования. В среднем по фракции лабораторная всхожесть увеличивалась от фракции <2,0 мм (82,2 %) до 2,8 мм (93,4 %), далее с увели-

чением крупности семян происходит снижение данного показателя (до 82,5 %). Максимальную всхожесть семян имела фракция 2,8–3,0 мм, где данный показатель составил 93,4 %. При изучении срока сева максимальное значение лабораторной всхожести (в среднем по всем фракциям) имел четвертый срок – 91,4 %, а минимальное первый срок – 84,4 %. Всхожесть семян сортов Благо 16 и Ковчег составила 89,3 % и 88,0 % соответственно, максимальное значение показателя имели семена сорта Динамо – 90,1 % (таблица, рисунок 6).

Таблица. Лабораторная всхожесть семян озимой тритикале в зависимости от фракции семян, сорта и срока сева, % (среднее за 2019–2021 гг.)

Наименование		Размер фракции								
		<2	2,0-2,2	2,2-2,4	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3,0	3,0-3,2	3,2-3,4	>3,4
Благо 16	I срок	78,0	84,0	84,3	87,0	85,7	87,0	89,0	87,7	80,0
	II срок	85,7	90,0	92,0	92,0	94,0	96,7	95,7	89,0	82,3
	III срок	85,7	91,3	95,0	95,0	95,0	96,0	94,7	89,3	83,3
	IV срок	82,7	90,7	93,7	94,3	93,7	95,0	94,0	86,0	80,7
Динамо	I срок	85,0	85,0	84,3	88,3	89,7	90,7	87,3	80,3	75,7
	II срок	81,3	90,7	92,7	92,7	92,5	97,0	94,3	92,0	90,0
	III срок	80,3	89,3	95,7	95,3	95,3	95,7	96,7	93,7	88,3
	IV срок	83,3	91,3	92,7	92,7	93,0	95,7	95,7	92,0	87,0
Ковчег	I срок	78,7	80,3	84,7	85,3	87,0	87,0	87,3	80,0	80,3
	II срок	74,0	88,0	91,3	91,3	93,7	93,0	93,0	85,3	83,3
	III срок	83,7	88,7	90,7	91,0	92,7	92,7	91,7	86,3	73,7
	IV срок	87,7	91,7	95,3	96,0	95,0	94,0	94,0	93,7	85,3
В среднем по фракции		82,2	88,4	91,0	91,8	92,3	93,4	92,8	87,9	82,5
В среднем по сроку:	I срок	80,6	83,1	84,4	86,9	87,4	88,2	87,9	82,7	78,7
	II срок	80,3	89,6	92,0	92,0	93,4	95,6	94,3	88,8	85,2
	III срок	83,2	89,8	93,8	93,8	94,3	94,8	94,3	89,8	81,8
	IV срок	84,6	91,2	93,9	94,3	93,9	94,9	94,6	90,6	84,3
В среднем по сорту:	Благо 16	83,0	89,0	91,3	92,1	92,1	93,7	93,3	88,0	81,6
	Динамо	82,5	89,1	91,3	92,3	92,6	94,8	93,5	89,5	85,3
	Ковчег	81,0	87,2	90,5	90,9	92,1	91,7	91,5	86,3	80,7

■ лабораторная всхожесть > 87,0 %;

■ лабораторная всхожесть < 87,0 %

Согласно СТБ 1073-97 кондиционными считаются оригинальные и элитные семена озимой тритикале, имеющие лабораторную всхожесть не менее 87,0 %. Проведя анализ взаимосвязи между всхожестью и удельным весом, установлено, что до базисных кондиций не достигли: одна нижняя из изучаемых фракций (сход с решет менее 2,0 мм) и одна верхняя фракция (3,4–3,6 мм). В зависимости от сорта за три года исследований сумма удельного выхода некон-

диционных семян составила у сорта Благо 16 5,4 %; Динамо – 5,0 %; Ковчег – 12,8 %. При анализе полученных результатов было выявлено, что выход кондиционных семян сорта Ковчег был ниже, чем у сортов Благо 16 и Динамо.

При этом также существует закономерность выхода кондиционных семян в зависимости от срока сева. Как видно из представленной таблицы, если на втором, третьем и четвертом сроках сева можно получить 95,8 % кондиционных семян в среднем по всем изучаемым срокам сева, то на первом сроке только 68,7 %, т.к. выпадают четыре нижних фракции (сход с решет от менее 2,0 мм до 2,6 мм) и две верхние фракции (от 3,2 мм до более 3,6 мм).

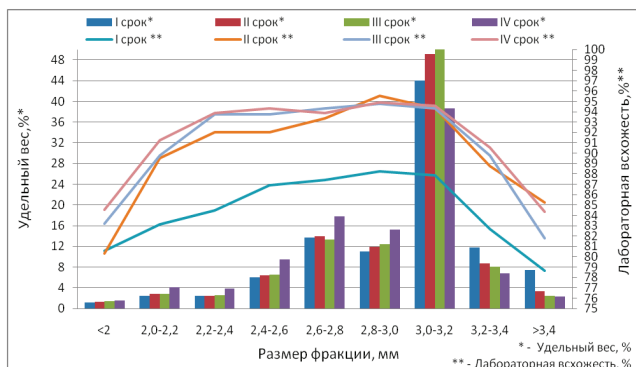


Рисунок 6. Взаимовлияние удельного веса и лабораторной всхожести семян озимой тритикале в зависимости от срока сева и фракции

Основное влияние на лабораторную всхожесть озимой тритикале оказали: погодные условия года – 24,0 %, взаимодействие погодных условий и срока сева – 16,6 %, размер фракции – 15,5 %, срок сева – 7,2 %, взаимодействие погодных условий и размера фракции – 6,4 %.

Отмечена тесная корреляционная связь между энергией прорастания и лабораторной всхожестью семян сортов озимой тритикале Благо 16, Динамо, Ковчег ($r=0,72$; $0,80$; $0,72$ соответственно).

Заключение

У озимой тритикале до базисных кондиций не достигли одна нижняя фракция (сход с решет менее 2,0 мм) и одна верхняя фракция (3,4–3,6 мм). Суммарно некондиционные фракции в удельном весе семян, в зависимости от изучаемого сорта составили 5,4; 5,0; 12,8 % у сортов Благо 16, Динамо, Ковчег соответственно. При этом, на втором, третьем и четвертом сроках сева можно получить 95,8 % кондиционных семян в среднем по всем изучаемым сортам, на первом сроке только 68,7 %, так как исключаются четыре нижних фракции (сход с решет от менее 2,0 мм до 2,6 мм) и две верхние фракции (от 3,2 мм до более 3,6 мм).

Основная масса получаемых семян приходится на выход из фракции 3,0–3,2 мм (45,5 %). Средняя всхожесть рекомендуемых фракций составляет 92,2 %, при этом в зависимости от срока сева 87,9; 93,6; 93,9; 94,1 % на первом, втором, третьем и четвертом сроках соответственно. По сортам лабораторная всхожесть озимой тритикале составила у Благо 16 92,4 %, Динамо – 93,0 %, Ковчег – 91,2 %. При посеве сортов озимой тритикале до 10 сентября доля выхода кондиционных семян в среднем по опыту составила 68,7 %.

Для гарантированного получения кондиционных партий оригинальных и элитных семян озимой тритикале при семеноводстве нужно исключить посев до 10 сентября и семена из фракции нижних (до 2,4 мм) и верхних сит (от 3,4 мм).

Литература

1. Пушкарева, В.И. Посевные качества семян озимой пшеницы в зависимости от их удельного веса и размера / В.И. Пушкарева, А.И. Ильина // Сб. науч. трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 1. – № 9. – С. 173–176.
2. Еров, Ю.В. Опыт организации технологического и технического обеспечения послеуборочной обработки зерна и семян в хозяйствах ассоциации «Элитные семена Татарстана» / Ю.В. Еров, С.Н. Зарипов, Х.Х. Каримов, Д.З. Салахияев // Научно-производственный журнал «Нива Татарстана». – Казань, 2005. – № 3. – С. 19–20.
3. Исследование прочностных и посевных качеств семян озимой пшеницы при фракционной технологии послеуборочной обработки зерна / В.И. Оробинский, А.М. Гиевский, А.П. Тарасенко, А.В. Чернышов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т.12. – № 3 (62). – С. 13–18.
4. Калинина, Н.В. Комплексная оценка качества семян озимой пшеницы для ресурсосберегающей технологии / Н.В. Калинина, Т.В. Суббота, Ю.А. Перетягко // Международный технико-экономический журнал. – 2014. – № 1. – С. 75–80.
5. Влияние нормы высева и фракционного состава семян на урожайность тритикале ярового / В.Н. Бушневич [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – 2019. – Вып. 55. – С. 64–70.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 79–95.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований // Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – С. 346.

STUDY OF THE FRACTIONAL COMPOSITION OF WINTER TRITICALE SEEDS TAKING INTO ACCOUNT VARIETAL CHARACTERISTICS

V.V. Kot

The paper presents the results of the research on the fractional composition of winter triticale seeds, taking into account the sowing time and varietal characteristics in the central part of Belarus. It was established that, on average for 2019–2021, the 1000-grain weight of winter triticale varieties changed from 15.4 g to

59.0 g depending on the fraction. The maximum share of seeds (45.5%) was localized on the sieves with the hole diameter of 3.0-3.2 mm. The increase of germination energy from 72.7% (fractions <2.0 mm) to 82.4% (fraction 3.0 mm) and the reduction of that indicator (to 72.4%) with further increase of seed size were observed. The fraction isolated on the sieves with the hole diameter of 2.8-3.0 mm had the highest seed germination (93.4%).

УДК 633.367.1:631.527.5:581.14

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА ПО ПРИЗНАКУ «СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ В ЗЕРНЕ»

М.Н. Крицкий¹, Е.Л. Долгова¹, кандидаты с.-х. наук, **Н.В. Анисимова²**, канд. биол. наук, **А.А. Козловский¹, И.В. Юшкевич¹**

¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

²Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 17.04.2025)

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье приводятся результаты селекции люпина узколистного, желтого и белого по признаку содержания алкалоидов в зерне. Показано, что одним из важных контролируемых показателей при создании сортов люпина является низкое содержание алкалоидов. Исследованиями установлено, что в зерне у селекционных и коллекционных образцов видов люпина сумма 3 алкалоидов (люпинина, спартеина, люпинина) колебалась от 0,016 до 0,055 % при среднем значении 0,027 %, в том числе у образцов узколистного люпина от 0,016 до 0,037 %, белого – от 0,03 до 0,055 %, желтого – от 0,045 до 0,05 %. Совершенствование традиционных селекционных методик отбора люпина по низкой алкалоидности путем привлечения маркерного анализа генов, контролирующего проявление признака «алкалоидность семян», позволило выделить перспективные образцы люпина узколистного.

Введение. Одним из важных контролируемых биохимических показателей, который необходимо учитывать при использовании люпина, является низкое содержание алкалоидов в зерне.

По литературным данным известно в общей сложности около 170 алкалоидов люпина, среди них токсичные и нетоксичные. К токсичным относят хинолизидиновые алкалоиды. Сумма наиболее часто встречающихся хинолизидиновых алкалоидов важна для анализа на содержание алкалоидов в собранном люпине. Алкалоиды люпина имеют горький вкус, поэтому при высоких концентрациях собранный продукт может стать несъедобным и даже привести к отравлению. Сорта люпина с низким содержанием алкалоидов также известны как сладкие люпины, в то время как люпины с высоким содержанием алкалоидов известны как горькие люпины [1].

По своей химической природе алкалоиды представляют собой азотистые комбинации и относятся к числу наиболее токсичных растительных ингредиентов. Люпин содержит смесь различных алкалоидов. Каждый вид люпина имеет уникальный алкалоидный профиль.

Алкалоидный профиль обычно состоит из 4–5 основных и нескольких второстепенных алкалоидов, которые различаются по своей токсичности. Например, люпанин, содержащийся в узколистом и белом видах люпина, является наиболее ядовитым алкалоидом, оксилупанин примерно в 10 раз менее ядовит. Кроме люпанина (50–80 %) в белом люпине еще содержатся мультифлорин (3–10 %), 13-гидроксилупанин (5–15 %), альбин (5–15 %) и др. В зерне узколистного люпина преобладающими алкалоидами являются люпанин (65–80 %), ангустифолин (5–20 %), 13-гидроксилупанин (10–20 %), в желтом виде люпина – люпинин (40–70 %), спартеин (30–50 %) [2].

Токсичность не всех алкалоидов достаточно хорошо известна. Правовые нормы по допустимому содержанию алкалоидов в люпине в разных странах отличаются. Например, в Швейцарии законодательно не установлены максимальные уровни содержания алкалоидов. Здесь применяется принцип саморегулирования. Это означает, что компании должны обеспечивать поступление только безопасных пищевых и кормовых продуктов.

Немецкий федеральный институт оценки рисков установил, что при общем содержании алкалоидов менее 200 мг/кг (0,02 % от сухого вещества) сырье относится к пищевым продуктам. Рекомендуемое значение относится к конечному продукту, который следует употреблять в пищу. Общее содержание алкалоидов составляет менее 500 мг/кг (0,05 % от сухого вещества).

Сладкий люпин разрешен в качестве корма в Швейцарии и странах ЕС. Австралия является крупнейшим в мире производителем люпина. В этой стране стандарты на импорт и экспорт промышленной организации Pulse Australia предусматривают максимальное содержание алкалоидов в 0,02 % [1].

По международным нормам в ряде стран за рубежом содержание алкалоидов в люпиновом сырье может составлять не более 0,02 % к массе семян, в России – не более 0,04 % [3], поэтому в перерабатывающей промышленности при применении люпинового сырья используют низкоалкалоидные сорта люпина. В XX веке селекция позволила снизить содержание алкалоидов в люпине до такой степени, что был получен так называемый «сладкий люпин», который можно использовать без предварительной обработки. Созданные в последние годы новые сорта люпина расширяют возможности его использования, поскольку являются низкоалкалоидными, богаты белком и незаменимыми аминокислотами [3]. Селекция люпина по признаку «низкое содержание алкалоидов» стала неотъемлемой частью его селекционных программ по всему миру.

Создание низкоалкалоидных сортов люпина является одной из актуальных проблем современной селекции. Применение методов ДНК-маркирования позволяет совершенствовать селекцию люпина, эффективно выявлять источники целевых аллелей и использовать их в селекционной работе.

Целью работы явилось исследование селекционного материала люпина узколистного с применением ДНК-маркеров к основным генам содержания алкалоидов, а также определение видовых особенностей содержания алкалоидов в зерне люпина и выявление перспективных образцов.

Материалы и методика исследований. Изучение селекционного и коллекционного материала люпина в полевых условиях проводилось в 2017–2024 гг. на опытных участках 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: pH_{KCl} – 6,2–6,4, содержание P_2O_5 – 200–280 мг/кг, K_2O – 220–290 мг/кг почвы, гумуса – 2,1–2,5 %. Полевые опыты проводили по общепринятым методикам. Предшественник – озимые зерновые. Площадь делянки – 1–10 м².

Лабораторные анализы выполняли в отделе биохимии и биотехнологии РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Количественное определение общего содержания алкалоидов хинолизидинового ряда проводили спектрофотометрически (спектрофотометр Solar 2020), фиксируя изменение оптической плотности экстракта алкалоидов зерна люпина при комплексообразовании с раствором иодат-иодистого реагента. Оптическая плотность раствора (экстракта) алкалоидов, содержащего этот комплекс, прямо пропорционально зависит от концентрации алкалоидов. Для построения градуировочного графика в качестве стандартного использовали основной раствор главного алкалоида исследуемого вида люпина с концентрацией 300 мкг/см³, из которого последовательным разведением 8 %-ной трихлоруксусной кислотой получали рабочие градуировочные растворы с концентрацией алкалоида 7,5; 15; 30; 45; 60; 75 мкг/см³. Навеску 0,5–1,0 г воздушно сухого образца, размолотого на мельнице для сухого помола Kinematica POLYMIX® с калиброванным ситом 0,8 мм, заливали раствором 8 %-ной трихлоруксусной кислоты, перемешивали, закрывали и оставляли на 16–18 часов в термостате при температуре 22 °С. После этого содержимое встряхивали и фильтровали, полученный фильтрат использовали для измерения оптической плотности.

Групповой состав алкалоидов определяли хроматографически (жидкостной хроматограф Agilent 1290 с диодно-матричным детектором) по абсолютной калибровке с использованием внешних стандартов.

Молекулярно-генетические исследования проводили в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси с использованием соответствующих методик.

Выделение ДНК осуществляли из тканей молодых верхушечных листьев. Навеску для выделения формировали, используя листья с пяти растений. 200 мг растительного материала помещали в 2,0 мл пробирки, клетки разрушали с добавлением лизирующего раствора (0,1M Tris, 0,5M NaCl, 0,05M ЭДТА, 1,25 % SDS, 0,03M Na₂HSO₃) на автоматическом гомогенизаторе TissueLyser II (Qiagen). Выделение ДНК проводили методом экстракции смесью фенола и хлороформа. ДНК из водной фазы извлекали спиртовым осаждением.

Анализ состояния гена *iucundus* проводили с использованием маркера *IucLi* (F: CCAGGATAAATTAGTTGTGTC, R: TCTAGATGTATGATGAGTATGG) [4], разработанного на основе полученной последовательности ДНК. ПЦР выполняли по схеме: плавление ДНК при 94°C в течение 5 мин., затем 35 циклов: 94°C – 30 с, 52°C – 30 с, 72°C – 1 мин. Завершали реакцию финальной элонгацией при 72°C в течении 5 мин. и охлаждением смеси до 15°C в течение 5 мин. Реакционная смесь для ПЦР объемом 15 мкл содержала следующие компоненты: 1,5 ед. Taq-полимеразы (Dialat), 1x ПЦР-буфер, 2 mM MgCl₂, 200 мкМ каждого dNTP, 250 пмоль/мкл прямого и обратного праймера, 2,5 мкл тотальной геномной ДНК. Продукты амплификации, меченые флуоресцентной меткой, детектировали с помощью генетического анализатора ABI 3500 (Applied Biosystems, США).

Результаты исследований. Нашими исследованиями установлено, что в зерне у селекционных и коллекционных образцов видов люпина сумма 3 алкалоидов (люпанина, спартеина, люпинина) колебалась от 0,016 до 0,055 % при среднем значении 0,027 %, в том числе у образцов узколистного люпина от 0,016 до 0,037 %, белого – от 0,03 до 0,055 %, желтого – от 0,045 до 0,05 % (таблица 1).

Таблица 1. Содержание алкалоидов в зерне у образцов люпина, %

Образец	Вид	Содержание алкалоидов в зерне, %			
		люпанин	спартеин	люпинин	сумма
КСИ д.3	люпин узколистный	0,009	0,012	0,001	0,021
КСИ д.4	люпин узколистный	0,011	0,013	0,002	0,023
КСИ д.5	люпин узколистный	0,009	0,013	0,001	0,022
КСИ д.6	люпин узколистный	0,011	0,013	0,002	0,023
КСИ д.7	люпин узколистный	0,021	0,011	0,001	0,032
КСИ д.8	люпин узколистный	0,010	0,013	0,001	0,023
КСИ д.9	люпин узколистный	0,010	0,011	0,001	0,022
КСИ д.11	люпин узколистный	0,011	0,015	0,001	0,026
КСИ д.13	люпин узколистный	0,010	0,013	0,002	0,022
КСИ д.14	люпин узколистный	0,007	0,013	0,001	0,020
КСИ д.15	люпин узколистный	0,011	0,012	0,001	0,024
КСИ д.16	люпин узколистный	0,011	0,013	0,001	0,025
КСИ д.17	люпин узколистный	0,013	0,012	0,001	0,026
КСИ д.18	люпин узколистный	0,014	0,013	0,002	0,027
КСИ д.19	люпин узколистный	0,010	0,012	0,001	0,023
КСИ д.20	люпин узколистный	0,015	0,014	0,001	0,029
КСИ д.21	люпин узколистный	0,015	0,014	0,001	0,029
КСИ д.22	люпин узколистный	0,015	0,012	0,001	0,028
КСИ д.23	люпин узколистный	0,014	0,013	0,002	0,027
КСИ д.24	люпин узколистный	0,013	0,014	0,001	0,026
КП д.46-49	люпин узколистный	0,013	0,024	0,001	0,037
КП д.51-54	люпин узколистный	0,009	0,016	0,001	0,025

Образец	Вид	Содержание алкалоидов в зерне, %			
		люпинин	спартеин	люпинин	сумма
КП д.56-59	люпин узколистный	0,013	0,013	0,001	0,025
ПР д.1	люпин узколистный	0,004	0,012	0,001	0,016
ПР д.2	люпин узколистный	0,010	0,010	0,001	0,020
ПР д.3	люпин узколистный	0,012	0,011	0,001	0,023
ПР д.4	люпин узколистный	0,012	0,011	0,001	0,022
КСИ д.1	люпин белый	0,014	0,016	0,001	0,030
КСИ д.10	люпин белый	0,030	0,025	0,001	0,055
КСИ д.12	люпин желтый	0,024	0,021	0,001	0,045
КСИ д.2	люпин желтый	0,026	0,024	0,001	0,050
$\bar{x}$		0,013	0,014	0,001	0,027
<i>Lim</i> min...max		0,004-0,030	0,010-0,025	0,001-0,002	0,016-0,055

Содержание люпинина составляло 0,013 %, при варьировании от 0,004 % до 0,03 %, в том числе у образцов узколистного люпина от 0,004 до 0,015 %, белого – от 0,014 до 0,03 %, желтого – от 0,024 до 0,026 %.

Среднее количество спартеина было сопоставимым с содержанием люпинина и составляло 0,014 %, при варьировании от 0,010 % до 0,025 %, в том числе у образцов узколистного люпина от 0,010 до 0,024 %, белого – от 0,021 до 0,025 %, желтого – от 0,021 до 0,024 %.

Люпинина в среднем было меньше, чем люпинина и спартеина. Среднее его количество в исследуемых образцах составляло 0,001 %. При этом в образцах люпина и белого и желтого его количество составляло 0,001 %, а в узколистном колебалось от 0,001 % до 0,002 %.

Немаловажным фактором поддержания низкого содержания алкалоидов в создаваемых сортах видов люпина является вовлечение новых генетических методик и их кооперация с традиционными, что ускоряет селекцию и делает результат более предсказуемым.

Исследованиями выявлено, что некоторые мутации вызывают низкие уровни содержания алкалоидов. Такие мутации используются для селекции сладких сортов для различных возделываемых видов люпина [5, 6, 7]. Маркер-ассоциированная селекция люпина по признаку «низкое содержание алкалоидов» основывается на использовании, главным образом, генов *iucundus* (*L. angustifolius*) и *pauper* (*L. albus*). Значительные усилия были направлены на разработку маркера рецессивного мутанта в *iucundus* locus узколистного люпина, который преобразует алкалоиды «горького» дикого люпина в «сладких» сортах [8, 9, 10]. Все сорта люпина в Австралии гомозиготны по этому рецессивному аллелю.

Для совершенствования селекции люпина были привлечены новые методики. На основании оценки образцов люпина узколистного по наличию аллеля пониженного содержания алкалоидов $IucLi^d$ (291 п.н.) установлено, что большинство изучаемых селекционных номеров несут в своих геномах аллель пониженного содержания алкалоидов $IucLi^d$ (291 п.н.).

Однако известно, что признак низкой алкалоидности у люпина является полигенным, а *IucLi* – единственный разработанный на сегодняшний день ДНК-маркер к гену *iucundus*, поэтому селекцию на пониженное содержание алкалоидов необходимо продолжать с постоянным лабораторным контролем из-за возможного восстановления алкалоидности в результате рекомбинации или неаллельного взаимодействия генов при контролируемом или спонтанном перекрестном опылении с генотипами, несущими гены высокой алкалоидности.

С целью предотвращения попадания генов повышенной алкалоидности при создании нового генофонда люпина узколистного проведен скрининг содержания алкалоидов в растительном материале в экспериментальных образцах разных этапов селекции (92 образца), с целью предотвращения спонтанного возникновения горьких форм. В селекционных программах по люпину выявление горьких генотипов на первом этапе селекции и последующее их исключение из селекционного процесса по созданию «сладких» форм, используемых на кормовые цели, является одним из наиболее эффективных и важных методов получения доноров ценных признаков – форм с низким и очень низким содержанием алкалоидов.

Анализ показал, что большинство селекционных образцов люпина (85 %) являются низкоалкалоидными с содержанием алкалоидов в семенах 0,025-0,099 % (рисунок 1).

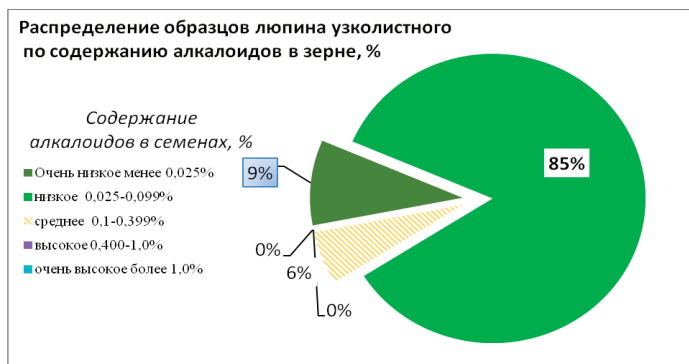


Рисунок 1. Распределение образцов люпина узколистного по содержанию алкалоидов в семенах

Образцы с содержанием алкалоидов менее 0,025 % составляют 9 %. Полученные селекционные образцы в перспективе могут быть использованы для получения сортов люпина пищевого назначения. Как правило, образцы с более высоким содержанием алкалоидов (свыше 0,06 %) не включаются в селекционный процесс.

Образцов люпина узколистного со средним (0,1–0,399 %) содержанием алкалоидов было около 6 %. Данные образцы могут быть использованы только для создания сортов люпина сидерального назначения. В создании сортов кор-

мового и пищевого направления использования такие образцы, как правило, бракуются, в отдельных случаях при наличии другого ценного признака могут перестраиваться на слабоалкалоидную основу. Образцов с высоким (0,4–1,0 %) и очень высоким (более 1,0 %) содержанием алкалоидов в семенах не выявлено. Постоянный и периодический контроль, мониторинг содержания алкалоидов в семенах люпина в сочетании с ДНК-контролем целевых генов необходимо проводить на всех этапах селекционного процесса для недопущения попадания алкалоидных форм в селекционный и семенной материал люпина.

Заключение

Лабораторными исследованиями установлено, что в зерне у образцов разных видов люпина сумма 3 алкалоидов (люпинина, спартеина, люпинина) колебалась от 0,016 до 0,055 %, при среднем значении 0,027 %, в том числе у образцов узколистного люпина от 0,016 до 0,037 %, белого – от 0,03 до 0,055 %, желтого – от 0,045 до 0,05 %.

Для совершенствования селекции люпина были привлечены новые методики. Был использован маркерный анализ образцов люпина узколистного по наличию гена *iucundus*, ассоциируемого с признаком пониженного содержания алкалоидов. При этом у всех исследуемых образцов выявлены культурные алели.

Последующая лабораторная проверка исследуемых образцов люпина узколистного показала преобладание (85 % от исследуемого количества) образцов с низким содержанием алкалоидов в семенах 0,025...0,099%. С высоким (0,4–1,0 %) и очень высоким (более 1,0 %) содержанием алкалоидов в семенах образцов не выявлено, что свидетельствует о правильно подобранном исходном материале и эффективной системе браковки форм с высоким содержанием алкалоидов. Полученные селекционные образцы в перспективе могут быть использованы для получения сортов люпина пищевого назначения.

Литература

1. Alkaloid-analysis-in-lupins FiBL 2024 [Electronic resource]: https://www.legumehub.eu/wp-content/uploads/2024/02/Alkaloid-analysis-in-lupins_FiBL_2024.pdf – Date of access: 14.02.2025.
2. Wink M. A summary of 30 years of research in lupins and lupin alkaloids. Lupin crops: an opportunity for today a promise for the future // Proc. 13th Int. Lupin Conf. Poznan, 2011. Pp. 225–228.
3. Рущкая, В. И., Тимошенко Е. С. Алкалоиды люпина и способы снижения их содержания. (Обзор). Известия НВ АУК. 2023. 3(71). 573–584. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-56.
4. Li X., Yang H., Buirchell B., Yan G. Development of a DNA marker tightly linked to low-alkaloid gene *iucundus* in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). // Crop Past Sci, – 2011. – N 62. – P. 218–224.
5. Frick, K.M.; Foley, R.C.; Kamphuis, L.G.; Siddique, K.H.M.; Garg, G.; Singh, K.B. Characterization of the genetic factors affecting quinolizidine alkaloid biosynthesis and its response to abiotic stress in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant Cell Environ.* 2018, *41*, 2155–2168.

6. Cowling, W.A.; Huyghe, C.; Swiecicki, W. Lupin breeding. In *Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization*; Gladstones, J., Atkins, C.A., Hamblin, J., Eds.; CAB International: London, UK, 1998; pp. 93–120.

7. Abraham E. M. The Use of Lupin as a Source of Protein in Animal Feeding: Genomic Tools and Breeding Approaches [Electronic resource] / Eleni M. Abraham, I. Ganopoulos, P. Madesis, A. Mavromatis [and others.] <https://www.mdpi>.

8. Bunsupa, S.; Yamazaki, M.; Saito, K. Quinolizidine alkaloid biosynthesis: Recent advances and future prospects. *Front. Plant Sci.* 2012, 3, 239.

9. Hane, J.K.; Ming, Y.; Kamphuis, L.G.; Nelson, M.N.; Garg, G.; Atkins, C.A.; Bayer, P.E.; Bravo, A.; Bringans, S.; Cannon, S.; et al. A comprehensive draft genome sequence for lupin (*Lupinus angustifolius*), an emerging health food: Insights into plant-microbe interactions and legume evolution. *Plant Biotechnol. J.* 2017, 15, 318–330.

10. Nelson, M.N.; Moolhuijzen, P.M.; Boersma, J.G.; Chudy, M.; Lesniewska, K.; Bellgard, M.; Oliver, R.P.; Swiecicki, W.; Wolko, B.; Cowling, W.A.; et al. Aligning a new reference genetic map of *Lupinus angustifolius* with the genome sequence of the model legume, lotus japonicus. *DNA Res.* 2010, 17, 73–83.

IMPROVEMENT OF LUPINE BREEDING FOR ALKALOID CONTENT IN GRAIN

M.N. Kritsky, E.L. Dolgova, N.V. Anisimova, A.A. Kozlovsky, I.V. Yushkevich

The paper presents the results of breeding of narrow-leaved, yellow and white lupine for alkaloid content in grain. It is shown that, when creating lupine varieties, one of the important monitored indicators is low alkaloid content. Due to the research it was established that the sum of 3 alkaloids (lupanine, sparteine, lupinine) fluctuated from 0.016 to 0.055% with an average value of 0.027% in the grain of breeding and collection samples of lupine species, including narrow-leaved lupine samples from 0.016 to 0.037%, white - from 0.03 to 0.055%, yellow - from 0.045 to 0.05%. Improvement of traditional breeding methods for selecting lupine on low alkaloid content by using the marker analysis of genes, controlling the manifestation of the “seed alkaloid content” trait, made it possible to identify promising samples of narrow-leaved lupine.

УДК 633.321:631.559

КОРМОВАЯ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВОГО РАННЕСПЕЛОГО СОРТА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ЯТВЯГ

Е. И. Чекель, Л. В. Володькина, А. А. Боровик, И. А. Черепок,
кандидаты с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приведены трехлетние результаты изучения конкурсного сортоиспытания клевера лугового по хозяйственно ценным признакам, высокой продуктивности сухого вещества и семян. Выделен перспектив-

ный сортообразец клевера лугового, который сформировал за три укоса урожайность зеленой массы в среднем за три года 989 ц/га, сухого вещества – 161,6 ц/га и превосходил контрольный сорт Працаўнік по урожайности зеленой массы на 100 ц/га (11,0 %), сухому веществу – на 20,7 ц/га (14,9 %). Новый сортообразец клевера лугового Ятвяг имеет высокую семенную продуктивность. Средняя урожайность семян за три года испытания составила 3,16 ц/га, относительно контроля Працаўнік 1,93 ц/га или на 1,23 ц/га (63,7 %) выше. Данный сортообразец прошел государственное сортоиспытание и районирован на территории Республики Беларусь в 2023 г.

Введение. Клевер луговой привлекает относительной неприхотливостью, теневыносливостью, способностью обогащать почву биологическим азотом [1]. Он формирует хорошую урожайность сухого вещества в первый год пользования, являясь удобным в фитоценоотическом аспекте компонентом для большинства бобово-злаковых травосмесей. Введение его в полевые и луговые агроценозы позволяет повысить не только питательную ценность кормов, но и агро-энергетический коэффициент [2].

Основная задача селекции клевера лугового для полевого и лугового травосеяния – создание приспособленных к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания сортов, обеспечивающих высокий урожай зеленой массы и семян. Отбор межсортных гибридов клевера лугового способен воссоздать новые генетические источники с улучшенной семенной продуктивностью [3].

Условия и методика проведения исследований. Полевые опыты в естественных условиях и искусственном инфекционном фоне были расположены на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, связносупесчаная, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,5 м, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: рН (в KCl) – 6,4–6,8, P_2O_5 – 280–300 мг/кг, K_2O – 240–260 мг/кг почвы, В – 0,81 мг/1 кг почвы, индекс окультуренности – 0,92.

Для создания генетического разнообразия использовался метод многоступенчатого скрещивания. При отборе морфобиотипов из полученного гибридного материала использовали три типа гетерозиса: соматический, репродукционный, адаптивный. На основе морфобиотипов, показавших высокий истинный и конкурсный гетерозис, обладающих высокой общей комбинационной способностью, формировались синтетические популяции. Из полученного разнообразия были отобраны морфобиотипы, способные формировать не менее трех укосов за вегетационный период. Параллельно проводился скрининг созданных селекционных номеров на искусственных инфекционных фонах клеверного рака и корневых гнилей. Формирование новых популяций осуществлялось через отбор морфобиотипов со сбалансированными ростовыми и репродукционными процессами. В работе по созданию нового сорта учитывались требования УПОВ для охраняемых сортов.

Агрометеорологические условия января 2016 г. для трав были сложными: высота снежного покрова на полях составляла не более 1–4 см при температуре свыше минус 20 °С. Однако хорошо развитые посевы многолетних трав выдержали отрицательные температуры, повреждений не наблюдалось. Условия до окончания зимовки складывались удовлетворительно. К концу первой декады марта почва оттаяла на полную глубину. Старые листья к середине месяца приобрели тургор, что является у многолетних трав началом вегетации.

В связи с недостаточным количеством осадков в апреле-мае урожайность клевера в первом укосе была значительно ниже ожидаемого – 210–276 ц/га зеленой массы и 31,1–40,8 ц/га сухого вещества (таблица 1). От начала отрастания до уборки первого укоса прошло 67 дней.

Таблица 1. Урожайность зеленой массы и сухого вещества клевера лугового в питомнике конкурсного испытания 2016 г., ц/га

Сортообразец	I укос	II укос	III укос	Сумма	± к стандарту	
	1.06.	19.07.	19.08.		ц/га	%
Працаўнік (контроль)	<u>276</u> 40,8	<u>320</u> 45,7	<u>270</u> 38,5	<u>866</u> 125,0	-	-
ЛЕВ × Arimaiciai	<u>240</u> 35,5	<u>361</u> 51,6	<u>327</u> 46,7	<u>928</u> 133,8	+62 +8,8	+7,2 +7,0
Sadunai × ЛЕВ (Ятвяг)	<u>256</u> 37,8	<u>380</u> 54,3	<u>340</u> 48,6	<u>976</u> 140,7	+110 +15,7	+12,7 +12,6
Arimaiciai × ЛЕВ	<u>210</u> 31,1	<u>373</u> 53,3	<u>288</u> 41,1	<u>871</u> 125,5	+5 +0,5	+0,6 +0,4
НСП ₀₅	<u>23</u> 3,6	<u>35</u> 4,9	<u>29</u> 4,2	<u>89</u> 13,0		

Примечание: в числителе – урожайность зеленой массы, в знаменателе – сухого вещества.

Во втором укосе благодаря июльским дождям потенциал урожайности изучаемых сортов реализовался более полно, чем в первом укосе. На момент уборки травостой достигли высоты 70–75 см. Лучшим селекционным образцом, сформировавшим урожайность 380 ц/га, был Sadunai × ЛЕВ. Если в первом укосе стандарт имел небольшое превосходство над изучаемыми сортообразцами, то во втором укосе преимущество было за новыми созданными образцами. Второй укос формировался 48 дней.

После проведения второго укоса началось интенсивное отрастание клевера лугового, чему способствовали температурный и водный режимы. Третий укос формировался 31 день и был убран 19 августа. В 3-м, как и во втором укосе, более урожайными были Sadunai × ЛЕВ и ЛЕВ × Arimaiciai. В сумме за 3 укоса они превосходили стандарт по урожайности сухого вещества на 13 % и 7 %.

После проведения 3 укоса началось формирование сортообразцами 4-го укоса, который обеспечил накопление запасных питательных веществ на период зимовки 2017 г.

Агрометеорологические условия зимы 2017 г. для трав складывались удовлетворительно. Переход средней суточной температуры воздуха через 0°С осуществился 17–18 февраля, что более чем на месяц раньше обычного. Условия до окончания зимовки складывались удовлетворительно. К концу первой декады марта почва оттаяла на полную глубину, началось просыхание верхнего слоя. Старые листья приобрели тургор и стали разворачиваться молодые, что явилось в отчетном году возобновлением вегетации многолетних трав. Однако в дальнейшем, понижение ночных температур, образование небольшого снежного покрова, подмерзание верхнего слоя почвы сдерживали рост трав. К концу месяца средняя температура почвы на глубине 10 см составляла +3...+5°С. Почвенная микробиота была неактивной, клубеньки на корнях клевера были серыми. Растения испытывали азотное голодание.

Температурный режим апреля был неоднородным. Теплой была первая декада месяца. С середины апреля преобладал пониженный температурный режим.

Май характеризовался неустойчивым температурным режимом и дефицитом осадков. Несмотря на сложные агрометеорологические условия весны 2017 года, созданные новые сортообразцы клевера лугового смогли сформировать за 105 дней вегетации урожайность зеленой массы от 432 до 474 ц/га, сухого вещества от 61,6 до 67,7 ц/га (таблица 2).

На формирование второго укоса потребовалось 49 дней. В целом агрометеорологические условия июля благоприятствовали формированию урожая второго укоса, и он составил 370–416 ц/га зеленой массы и 62,2–69,9 ц/га сухого вещества. Третий укос достиг фазы начала цветения через 53 дня после уборки второго. Урожайность зеленой массы и сухого вещества были на одном уровне – 292–305 и 41,6–43,5 ц/га соответственно. В сумме за вегетацию урожайность сухого вещества по образцам также была на одном уровне – 171,5–174,9 ц/га.

Таблица 2. Урожайность зеленой массы и сухого вещества клевера лугового в питомнике конкурсного испытания 2017 г., ц/га

Сортообразец	I укос	II укос	III укос	Сумма	± к стандарту	
	2.06.	20.07.	13.09.		ц/га	%
Працаўнік (стандарт)	<u>474</u> 67,7	<u>370</u> 62,2	<u>292</u> 41,6	<u>1136</u> 171,5	-	-
ЛЕВ × Arimaiciai	<u>474</u> 67,7	<u>376</u> 63,2	<u>297</u> 42,1	<u>1147</u> 173,0	<u>+11</u> +1,5	<u>+1,0</u> +0,9
Sadunai × ЛЕВ (Ятвяг)	<u>432</u> 61,6	<u>416</u> 69,9	<u>304</u> 43,4	<u>1152</u> 174,9	<u>+16</u> +3,4	<u>+1,4</u> +2,0
Arimaiciai × ЛЕВ	<u>462</u> 66,0	<u>376</u> 63,2	<u>305</u> 43,5	<u>1143</u> 172,7	<u>+7</u> +1,2	<u>+0,6</u> 0,7
НСР ₀₅	<u>26</u> 3,7	<u>24</u> 4,0	<u>18</u> 3,9	<u>63</u> 7,1		

Примечание: в числителе – урожайность зеленой массы, в знаменателе – сухого вещества.

Метеорологические условия в период вегетации 2018 г. характеризовались повышенной температурой и неравномерностью выпадавших осадков. В первой декаде апреля среднесуточная температура воздуха превышала норму на 3,7 °С, в то время как количество атмосферных осадков было ниже в 2 раза к среднемноголетнему. Во второй и третьей декадах этого месяца температура воздуха была выше нормы соответственно на 4,0 и 2,0 °С. При этом вторая декада характеризовалась отсутствием атмосферных осадков, а в третьей декаде их количество было ниже нормы на 11,5 %. В первой декаде мая среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетний уровень на 6,0 °С при отсутствии атмосферных осадков. Во второй и третьей декадах этого месяца температура воздуха была на 1,9–2,9 °С выше нормы, а количество атмосферных осадков ниже ее в 1,7 раза. Первая декада июня была теплее, чем обычно на 0,6 °С и характеризовалась отсутствием атмосферных осадков. Во второй декаде этого месяца их количество было на 6,3 % выше нормы, в то время как среднесуточная температура воздуха превышала ее на 1,7 °С. Третья декада июня отличалась недостаточным увлажнением, и количество осадков за этот период было ниже среднемноголетнего уровня на 36,4 % при среднесуточной температуре воздуха примерно соответствующей норме. В первой декаде июля количество осадков превысило норму в 1,9 раза, а температура воздуха была ниже среднемноголетних значений на 1,6 °С. Вторая декада июля характеризовалась таким же интенсивным выпадением осадков, но температура воздуха при этом была выше среднемноголетних значений на 1,7 °С. В третьей декаде июля она превышала норму на 2,9 °С, в то время как количество атмосферных осадков было ниже нормы в 4,0 раза. Гидротермический коэффициент за указанный выше период составил 0,77 при среднемноголетнем уровне 1,66.

Несмотря на сложные агрометеорологические условия 2018 г. по осадкам, созданные новые сортообразцы клевера лугового смогли противостоять негативным явлениям и сформировали урожайность зеленой массы в первом укосе от 351 до 435 ц/га, сухого вещества – от 59,0 до 80,4 ц/га (таблица 3). Преимущество имел образец Ятвяг (гибридная комбинация Sadunai × ЛЕВ), который лучше других сортообразцов перезимовал и первым покрыл почву молодыми листьями. В связи с этим ресурс влаги им использован в начале вегетации лучше, чем другими образцами.

На формирование второго укоса потребовалось 46 дней. Агрометеорологические условия для формирования второго укоса складывались в начале отрастания неблагоприятно из-за дефицита осадков в июне, но июльские дожди улучшили водный режим почвы и второй укос по зеленой массе был близок к годам, благоприятным по осадкам. Как и в первом укосе, преимущество над стандартом по зеленой массе и сухому веществу имел сортообразец Ятвяг.

Дефицит осадков в августе – сентябре 2018 г. не позволил клеверу луговому заложить полноценный третий укос. Период его формирования составил 62 дня, а урожайность была в пределах 50–65 ц/га зеленой массы и 11,3–14,8 ц/га

сухого вещества. По сумме урожайности сухого вещества за период вегетации выделился сортообразец Ятвяг, превысив остальные образцы на 11,3–34,8 %.

Таблица 3. Урожайность зеленой массы и сухого вещества клевера лугового в питомнике конкурсного испытания 2018 г., ц/га

Сортообразец	I укос	II укос	III укос	сумма	± к стандарту	
	4.06.	20.07.	20.09.		ц/га	%
Працаўнік (стандарт)	<u>351</u> 59,0	<u>263</u> 55,2	<u>50.0</u> 11,3	<u>664</u> 125,5	-	-
ЛЕВ × Arimaiciai	<u>385</u> 67,8	<u>312</u> 68,1	<u>55</u> 12,4	<u>752</u> 148,3	<u>+88</u> +22,8	<u>+13</u> +18,1
Sadunai × ЛЕВ (Ятвяг)	<u>435</u> 80,4	<u>339</u> 74,0	<u>65</u> 14,8	<u>839</u> 169,2	<u>+175</u> +43,7	<u>+26</u> +34,8
Arimaiciai × ЛЕВ	<u>361</u> 63,7	<u>342</u> 74,7	<u>60</u> 13,6	<u>763</u> 152,0	<u>+99</u> +26,5	<u>+15</u> +21,1
НСР ₀₅	<u>28</u> 6,8	<u>21</u> 5,9	<u>4</u> 0,8	<u>57</u> 10,7		

Примечание: в числителе – урожайность зеленой массы, в знаменателе – сухого вещества.

Результаты конкурсного сортоиспытания за 2016–2018 гг. показывают, что лучшим по урожайности зеленой массы и сухого вещества является сортообразец Sadunai × ЛЕВ, впоследствии получивший название Ятвяг. Он сформировал в среднем за три года урожайность зеленой массы и сухого вещества 989 и 161,6 ц/га, превзойдя сорт Працаўнік на 11,3 и 14,9 % соответственно.

Урожайность семян клевера лугового в благоприятный 2017 г. достигала 4,49 ц/га, в неблагоприятные снижалась до 1,41 ц/га. Высокой и стабильной урожайностью семян отличался сорт Ятвяг (таблица 4).

Таблица 4. Урожайность семян клевера лугового в питомнике конкурсного сортоиспытания

Сортообразец	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	± к стандарту	
					ц/га	%
Працаўнік (стандарт)	1,91	2,46	1,41	1,93		
ЛЕВ × Arimaiciai	2,32	3,68	1,58	2,53	+0,60	+31,1
Sadunai × ЛЕВ (Ятвяг)	2,80	4,49	2,19	3,16	+1,23	+63,7
Arimaiciai × ЛЕВ	2,22	3,73	2,00	2,65	+0,72	+37,3
НСР ₀₅	0,16	0,35	0,19			

Лучшим по комплексу признаков оказался сортообразец Sadunai × ЛЕВ (Ятвяг). Он обладает по отношению к стандарту и другим сортообразцам гармоничным вегетативным ростовым и генеративным процессом, что обеспечивает лучшее питание генеративных органов. Это дает больший выход полноценных семян и, как следствие, высокую семенную продуктивность. Средняя

урожайность семян за 3 года испытания составила 3,16 ц/га, что на 1,23 ц/га или 63,7 % выше сорта Працаўнік. С 2019 г. сорт проходил государственное сортоиспытание. В 2023 г. данный сорт районирован на территории Республики Беларусь.

Выводы

1. По результатам конкурсного сортоиспытания за 2016–2018 гг. сортообразец Sadunai × ЛЕВ с присвоенным ему названием Ятвяг сформировал за три укоса урожайность зеленой массы в среднем 989 ц/га, сухого вещества – 161,6 ц/га, превзойдя сорт Працаўнік на 11,3 и 14,9 % соответственно.

2. Сортообразец Ятвяг по сравнению с контрольным сортом и другими сортообразцами обладает правильным соотношением вегетативного ростового и генеративных процессов, что обеспечивает лучшее питание генеративных органов. Это обеспечивает больший выход полноценных семян и, в конечном итоге, высокую семенную продуктивность.

Литература

1. Bevz, S. Ya. Cultivation of legume-grain agrocenoses for the purpose of resource saving in forage production / S. Ya. Bevz, E. A. Toshkina // IOP Conference. Series: Earth Environmental Science. 6-th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – 2020. – С. 1–4.
2. Степанов, А. Ф. Азотфиксирующая способность и урожайность многолетних бобовых трав в подтаежной зоне Западной Сибири / А. Ф. Степанов, С. Н. Александрова, С. Ю. Храмов // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 1 (33). – С. 46–53.
3. Новоселов, М. Ю. Выявление и оценка генетических источников самосовместимости у клевера лугового для создания сортов с высокой и стабильной семенной продуктивностью / М. Ю. Новоселов, Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина // Кормопроизводство. – 2017. – № 4. – С. 21–24.

FODDER AND SEED PRODUCTIVITY OF THE MEADOW CLOVER NEW EARLY RIPENING VARIETY YATVYAG

E.I. Chekel, L.V. Volodzkina, A.A. Borovik, I.A. Cherepok

The paper presents the three-year results of the study of competitive variety testing of meadow clover in regard to economically important traits, high productivity of dry matter and seeds. A promising variety sample of meadow clover was identified, which formed green mass yield of 989 c/ha and dry matter yield of 161.6 c/ha, on average over three years. It exceeded the standard Pratsaunik variety in terms of green mass yield by 100 c/ha (11,0 %), dry matter - by 20.7 c/ha (14.9 %). The new variety sample of meadow clover Yatyag has high seed productivity. The average seed yield for the three years of testing was 3.16 c/ha, 1.93 c/ha relatively to the Pratsaunik standard, or 1.23 c/ha (63.7 %) higher. The variety sample underwent official variety testing and was recognized on the territory of the Republic of Belarus in 2023.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОТБОРА УСТОЙЧИВЫХ К БОЛЕЗНЯМ СОРТООБРАЗЦОВ ФЕСТУЛОЛИУМА ОВСЯНИЧНОГО МОРФОТИПА НА ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ

В.А. Столепченко, канд. с.-х. наук, **О.М. Беляй**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в печать 16.05.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. Для отбора устойчивых к фузариозной и гельминтоспориозной инфекции сортобразцов фестулолиума овсяничного морфотипа проводилась оценка селекционного материала на искусственных инфекционных фонах. При оценке хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность зеленой и сухой массы, семенная продуктивность проводился отбор перспективных сортобразцов фестулолиума с устойчивостью к *Fusarium* и *Helminthosporium*. Фертильные межродовые гибриды *Festulolium* являются генетическими источниками хозяйственно-ценных признаков для селекции сортов с высоким уровнем кормовой и семенной продуктивности и повышенной устойчивостью к корневым гнилям.

Введение. В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» созданы сорта фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой Дружный и Уваспеты, которые находятся в государственном сортоиспытании. Сорта фестулолиума созданы путем межродового скрещивания *Festuca* и *Lolium* с использованием технологии эмбриокультуры *in vitro*. В новых сортах сочетаются устойчивость к неблагоприятным внешним условиям и продуктивность, характерные для овсяниц, с высоким качеством корма, свойственным райграсам. В республике отсутствовали сорта фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой, внедрение которых на более низкоплодородных землях позволит расширить ареал возделывания многолетних трав.

При создании сортов фестулолиума были подобраны сорта овсяницы тростниковой с интенсивным отрастанием после укосов и характеризующиеся высокой урожайностью зеленой массы и сухого вещества с содержанием сырого протеина более 14 %. Гибридизация овсяницы тростниковой с райграсом многоцветковым позволяет повысить в гибридах содержание белка. В сочетании с высокой отавностью, интенсивностью ростовых процессов и высокой обеспеченностью белком новые сорта обеспечат увеличение продуктивности многолетних трав в республике.

Целью наших исследований было определение устойчивости селекционных образцов фестулолиума к возбудителям гельминтоспориоза и фузариоза на инфекционных фонах, так как углубленное изучение позволяет выявить доноры

устойчивости и создать исходный селекционный материал с повышенной болезнестойчивостью.

Материалы и методика проведения исследований. Для отбора устойчивых к фузариозной и гельминтоспориозной инфекции образцов фестулолиума овсяничного морфотипа проводилась оценка селекционного материала на искусственном инфекционном фоне *Fusarim* и *Helminthosporum*.

На инфекционном фоне *Fusarim* оценивались двенадцать сортообразцов фестулолиума тростникового и выявлена реакция на действие патогена в течение вегетационного периода 2022 г. как на отдельно стоящих растениях, так и в сплошном посеве. Заражение *Helminthosporum* листовой поверхности сортообразцов фестулолиума проведено в фазу полного кущения растений с дальнейшим проведением учетов распространенности и развития болезни в фазу трубкования, выметывания и полного цветения. При оценке хозяйственно-ценных признаков по урожайности зеленой массы и семенной продуктивности проведен отбор перспективных сортообразцов фестулолиума с устойчивостью к *Fusarim* и *Helminthosporum*.

Для учета распространенности и развития болезни растений по бальной шкале использовались «Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве».

Перед посевом проводилась фитоэкспертиза семян и лабораторная всхожесть семенного материала, предназначенного для закладки инфекционных питомников (в чашках Петри в 4-х кратной повторности) (таблица 1). Проверялось наличие патогенов *Fusarim*, *Helminthosporum* и *Alternaria* на семенах фестулолиума.

По результатам проведенной фитоэкспертизы выявлено, что семена сортообразцов фестулолиума практически не были поражены фузариозом и гельминтоспориозом, а наличие альтернариозной инфекции на уровне и ниже, чем у контрольного сорта отмечено у сортообразцов Fl_{тр}-17-1, Fl_{тр}-8-5, Fl_{тр}-31-1, Fl_{тр}-11-5, Fl_{тр}-18a-1. Присутствие *Alternaria* на семенах не оказало влияния на полевую всхожесть фестулолиума.

Устойчивые к фузариозу и гельминтоспориозу морфотипы фестулолиума выявлялись при оценке селекционного материала на искусственном инфекционном фоне. Инфекционный фузариозный фон был заложен в первой декаде июня в 2021 г. Инфицированные семена овса *Fusarium* высевались сеялкой Джон Дир на глубину 5–6 см и поверх них был произведен посев сортообразцов фестулолиума тростникового на глубину 1,5–2 см. В год посева на фузариозном фоне отмечалась частичная гибель растений фестулолиума и наблюдалось незначительное угнетение при сравнении с контрольным вариантом. Перезимовка растений в 2022 г. оценена по 5-ти бальной шкале и составила в среднем 4,8 балла на инфекционном фоне и 5 баллов в контроле.

Результаты и обсуждение. На инфекционном фоне *Fusarim* в фазу конца кущения – начало трубкования проведен учет зеленой и сухой массы сортообразцов фестулолиума второго года жизни в сплошном посеве с учетной площа-

**Таблица 1. Результаты фитосанитарной экспертизы посевного материала
фестулолиума овсяничного морфотипа**

Сортообразец	Всхожесть, %	Фузариоз	Гельминтоспориоз	Альтернариоз
Овсяница тростниковая Таямница – контроль	93	-	-	39
Fl _{тп} -18a-1	92	-	-	38
Fl _{тп} -31-1	90	-	-	28
Fl _{тп} -32-3	95	-	-	37
Fl _{тп} -17-1	92	-	-	27
Fl _{тп} -32-4	95	-	-	56
Fl _{тп} -3М p.2	96	-	-	45
Fl _{тп} -13-1	95	-	-	65
Fl _{тп} -9-1	96	-	-	59
Fl _{тп} -8-5	98	-	-	34
Fl _{тп} -11-5	94	-	-	36
Fl _{тп} -18a-5	89	-	-	55
Fl _{тп} -34-1	90	-	-	54

дью делянки 3 м². Отмеченное визуально некоторое отставание в росте и развитии растений фестулолиума на инфекционном фоне, которое подтверждено учетами зеленой массы путем взвешивания и проведенными замерами высоты растений. Меньшее снижение урожайности зеленой массы по укосам в сравнении с контрольным вариантом (таблица 2) было у сортообразцов Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-9-1, у которых развитие болезни оценивалось от 0,15 до 0,37 баллов, что ниже в сравнении с контрольным сортом на 12,3–14,8 %.

**Таблица 2. Урожайность сортообразцов фестулолиума овсяничного морфотипа
на искусственном инфекционном фоне *Fusarium***

Сортообразец	Высота растений, см		Урожайность зеленой массы, кг/м ²		Сухое вещество, кг/м ²	
	контроль	<i>Fusarium</i>	контроль	<i>Fusarium</i>	контроль	<i>Fusarium</i>
Овсяница тростниковая Таямница – контроль	39	38	1,091	0,925	0,263	0,198
Fl _{тп} -18a-1	33	32	0,954	0,867	0,208	0,201
Fl _{тп} -31-1	38	36	1,330	1,067	0,325	0,222
Fl _{тп} -32-3	38	33	1,045	0,903	0,248	0,189
Fl _{тп} -17-1	39	35	1,087	0,813	0,266	0,164
Fl _{тп} -32-4	38	35	0,918	0,862	0,232	0,170
Fl _{тп} -3М p.2	34	33	1,119	0,978	0,271	0,208
Fl _{тп} -13-1	37	35	0,905	0,763	0,222	0,156
Fl _{тп} -9-1	43	40	0,953	0,876	0,215	0,178
Fl _{тп} -8-5	40	38	0,869	0,746	0,194	0,141

Сортообразец	Высота растений, см		Урожайность зеленой массы, кг/м ²		Сухое вещество, кг/м ²	
	контроль	<i>Fusarium</i>	контроль	<i>Fusarium</i>	контроль	<i>Fusarium</i>
Fl _{тп} -18a-5	38	36	1,282	1,108	0,283	0,227
Fl _{тп} -34-1	37	33	0,848	0,625	0,183	0,142

Заражение гельминтоспориозом листовой поверхности фестулолиума проведено путем опрыскивания суспензией *Helminthosporium* в фазу полного кущения растений. Далее учеты распространенности и развития болезни листовой поверхности и побегов фестулолиума проводились до полного созревания растений. В течение всего вегетационного периода также проводились учеты формирования надземной массы на искусственных фонах с целью отбора более устойчивых к болезням морфотипов с определением содержания сухого вещества сортообразцов фестулолиума тростникового второго года жизни в сплошном посеве.

Семенная продуктивность фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой оценивалась на гельминтоспориозном фоне в сравнении с контрольным вариантом. Меньшее снижение семенной продуктивности на действие инфекции наблюдалось у сортообразцов Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-32-3, Fl_{тп}-18a-5, которые оказались более толерантными к возбудителю (таблица 3).

В питомник предварительного сортоиспытания были включены сортообразцы с устойчивостью к болезням. Учет накопления сухого вещества проводился в сенокосном и пастбищном режимах использования по укосам в течение вегетационного периода.

В сенокосном режиме использования (3 укоса за вегетацию) учет зеленой массы проведен по делянкам кормоуборочным комбайном Неже 212 с учетной площади 10 м². Высота травостоя, при которой проводился учет в сенокосном режиме использования, составила в среднем в первом укосе 57–61 см, во втором – 41–48 см, в третьем – 41–43 см. К первому учету, проведенному в сенокосном режиме использования, в травостоях перспективными сортообразцами фестулолиума сформировано от 171,6 до 216,2 ц/га зеленой массы, во втором укосе – 99,5–109,0 ц/га, в третьем укосе – 90–93 ц/га. Выше контрольного варианта на 10,4–31,7 % выделились 10 сортообразцов в первом укосе. Во втором и третьем укосе существенное превышение над контрольным вариантом наблюдалось у шести сортообразцов, среди которых выделяются сортообразцы с устойчивостью к болезням.

Содержание сухого вещества у сортообразцов в первом укосе в 2022 г. в сенокосном режиме использования составило в среднем 24,2 %, во втором и третьем – 25 и 31 % соответственно. По урожайности сухой массы выделились сортообразцы Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-9-1 и Fl_{тп}-406-8, сформировавшие 93,0–102,5 ц/га сухой массы в сумме за три укоса (таблица 3).

Таблица 3. Семенная продуктивность фестулолиума овсяничного морфотипа на искусственном инфекционном фоне *Helminthosporium*

Сортообразец	Масса 1000 семян, г		Урожайность семян, г/м ²	
	контроль	ИФ	контроль	ИФ
Овсяница тростниковая Таямница – контроль	2,4	2,2	85,1	80,8
Fl _{тп} -18a-1	2,4	2,4	70,6	69,5
Fl _{тп} -31-1	2,6	2,6	73,3	70,3
Fl _{тп} -32-3	2,6	2,5	80,1	80,0
Fl _{тп} -17-1	2,4	2,3	106,4	86,5
Fl _{тп} -32-4	2,7	2,7	68,9	67,0
Fl _{тп} -3М p.2	2,5	2,6	144,3	104,6
Fl _{тп} -13-1	2,9	2,8	101,9	91,3
Fl _{тп} -9-1	2,5	2,2	117,3	88,6
Fl _{тп} -8-5	2,9	2,9	109,3	84,3
Fl _{тп} -18a-5	2,6	2,7	71,7	70,0
Fl _{тп} -34-1	2,7	2,8	35,5	35,0
НСР ₀₅	—	—	7,3	6,5

Таблица 3. Оценка сортообразцов фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой по кормовой продуктивности при разных режимах использования в предварительном сортоиспытании

Сортообразец	Сенокосный режим использования		Пастбищный режим использования		Семенная продуктивность	
	зеленая масса, ц/га	сухая масса, ц/га	зеленая масса, ц/га	сухая масса, ц/га	ц/га	масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6	7
Fl _{тп} -18a-1	414,8	101,6	560,3	125,9	6,9	2,31
Fl _{тп} -31-1	379,9	89,6	565,9	128,4	7,2	2,05
Fl _{тп} -17-1	378,3	98,7	543,4	123,5	8,1	2,03
Fl _{тп} -32-4	364,6	102,5	498,2	113,3	6,2	2,35
Fl _{тп} -3М p.2	376,4	96,3	441,8	101,7	4,0	2,39
Fl _{тп} -13-1	340,6	84,8	474,6	108,1	4,0	2,31
Fl _{тп} -9-1	364,8	91,6	419,9	96,2	2,7	2,59
Fl _{тп} -8-5	343,8	90,8	456,6	103,2	4,0	2,36
Fl _{тп} -18a-5	382,8	102,2	376,0	86,1	6,6	2,11
Fl _{тп} -34-1	323,7	91,6	427,6	97,4	4,7	2,00
Fl _{тп} -509-3	348,1	86,7	476,2	107,1	4,3	2,30
Fl _{тп} -509-2	297,4	77,6	532,6	120,2	6,0	2,13
Fl _{тп} -509-1	332,8	91,5	545,4	123,7	6,0	2,30
Fl _{тп} -403-2	321,9	90,5	532,1	118,8	5,3	2,40
Fl _{тп} -403-1	292,6	69,9	438,7	98,0	2,7	2,22
Fl _{тп} -406-2	288,5	73,3	439,2	97,7	7,2	2,25
Fl _{тп} -406-1	358,0	95,9	368,0	83,6	3,7	2,46
Fl _{тп} -406-5	329,6	84,7	464,2	103,2	5,4	2,23
Fl _{тп} -406-3	355,5	88,5	464,3	103,5	6,2	2,10

Окончание таблицы 3						
1	2	3	4	5	6	7
Fl _{тп} -406-8	347,1	93,0	462,2	105,2	6,0	2,39
Fl _{тп} -406-7	344,9	88,6	434,6	98,3	6,6	2,11
Fl _{тп} -406-6	355,6	88,5	391,7	86,9	5,8	2,83
Fl _{тп} -408-1	334,9	88,4	483,9	108,7	7,3	1,90
Fl _{тп} -406-9	333,3	79,7	527,1	120,0	5,5	2,35
Fl _{тп} -408-5	330,9	88,7	536,8	121,6	8,8	2,09
Fl _{тп} -03-4-44/2	314,9	87,9	453,8	103,7	6,1	2,39
Овсяница тростниковая Таямница – контроль	329,5	86,0	499,1	111,8	4,4	2,13

Лучшими сортообразцами за вегетацию по урожайности зеленой и сухой массы (таблица 3) в пастбищном режиме использования (5 укосов) являются Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-31-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-17-1, Fl_{тп}-509-1, Fl_{тп}-408-5, Fl_{тп}-408-1, Fl_{тп}-406-9 с урожайностью 107,1–128,4 ц/га (таблица 3).

Семенная продуктивность фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой оценивалась в питомнике предварительного сортоиспытания с учетной площадью в 10 м². Со значительным превышением над контрольным сортом выделились сортообразцы Fl_{тп}-31-1, Fl_{тп}-408-5, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-17-1 (таблица 3).

Выводы

1. На инфекционном фоне *Fusarim* наблюдалось меньшее снижение урожайности зеленой массы по укосам в сравнении с контрольным вариантом у сортообразцов фестулолиума Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-9-1, у которых развитие болезни оценивалось от 0,15 до 0,37 баллов, что ниже в сравнении с контролем на 12,3–14,8 %.

2. Толерантными к возбудителю болезни *Helminthosporium* оказались растения сортообразцов Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-32-3, Fl_{тп}-18a-5 с меньшим снижением семенной продуктивности на инфекционном фоне в сравнении с контрольным вариантом.

3. В питомнике предварительного сортоиспытания фестулолиума овсяничного морфотипа проведенный учет накопления сухого вещества в разных режимах использования по укосам показывает, что лучшими сортообразцами за вегетацию по показателю сбора сухого вещества в пастбищном режиме использования являются сортообразцы Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-31-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-17-1 с урожайностью от 113,3 до 128,4 ц/га. В сенокосном режиме использования выделяются сортообразцы Fl_{тп}-18a-1, Fl_{тп}-32-4, Fl_{тп}-18a-5 с накоплением 101,6–102,5 ц/га сухого вещества и устойчивостью к болезням.

4. Оценка сортообразцов фестулолиума на искусственном фоне *Fusarim* существенно повышает конкурентную способность формируемых популяций фестулолиума овсяничного морфотипа. Созданные фертильные межродовые гибриды *Festulolium* являются генетическими источниками хозяйственно-

ценных признаков для селекции сортов с высоким уровнем кормовой и семенной продуктивности и повышенной устойчивостью к корневым гнилям.

RESULTS OF SELECTION OF DISEASE-RESISTANT VARIETY SAMPLES OF FESCUE MORPHOTYPE FESTULOLIUM AGAINST INFECTIOUS BACKGROUND

V.A. Stolepchenko, O.M. Belyai

To select variety samples of fescue morphotype festulolium resistant to fusarium and helminthosporium infection, the breeding material was evaluated against artificial infectious backgrounds. When evaluating economically important traits, such as the yield of green and dry mass, seed productivity, promising variety samples of festulolium with resistance to fusarium and helminthosporium were selected. Fertile intergeneric hybrids of Festulolium are genetic sources of economically important traits for breeding varieties with a high level of forage and seed productivity and increased resistance to root rot.

УДК 633.12:631.526.32

ОЦЕНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА НОВЫХ СОРТОВ ГРЕЧИХИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ

А.С. Будько, Н.А. Лужинская, кандидаты с.-х. наук,

А.Т. Кошечая, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 16.05.2025)

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты экологического испытания новых сортов гречихи различной ploидности. Представлен уровень их пластичности, стабильности, стрессоустойчивости, генетической гибкости, вариабельности и гомеостатичности. Для включения в программы на повышение продуктивности и адаптивного потенциала селективируемых сортов выделен лучший диплоидный генотип Менка и тетраплоидный Альфа.

Введение. Гречиха посевная относится к важнейшим крупяным сельскохозяйственным растениям. Гречневая крупа содержит в большом количестве высокопитательные, легкоусвояемые, необходимые для человека вещества. Она является диетическим продуктом, который рекомендуется употреблять в детском питании, пожилым людям, при ряде заболеваний: сахарный диабет, ожирение, непереносимость глютена. Гречневая каша – основной источник поступления селена в организм человека. Селен укрепляет иммунную систему, предупреждает образование свободных радикалов, разрушающих клетки, и уменьша-

ет их количество в организме, оказывает противораковое действие, существенно замедляет старение клеток.

Гречиха в сельскохозяйственных организациях часто занимает второстепенное положение в сравнении с другими полевыми растениями из-за невысокой урожайности. Одним из путей увеличения валовых сборов зерна гречихи с единицы площади является создание сортов с повышенным адаптивным потенциалом. Особую актуальность данное направление селекции приобрело в условиях нынешнего изменения климата, когда все чаще возникают аномальные природные явления и резкие отклонения от климатической нормы. Этим диктуется необходимость создания сортов с широкими приспособительными возможностями, которым свойственна более высокая продуктивность как в благоприятные, так и в неблагоприятные годы. Другими словами, такие сорта должны характеризоваться максимальной агроклиматической выносливостью. Основная задача селекции на адаптивность – сочетание в одном генотипе высокой продуктивности и экологической стабильности при возделывании в неблагоприятных условиях [1]. Кроме того, для широкого внедрения новых сортов гречихи в производство и правильного размещения по зонам возделывания необходима оценка экологической адаптивности. Наиболее ценную информацию можно получить при испытании их в разных регионах в течение нескольких лет.

Таким образом, цель наших исследований заключалась в проведении экологического испытания перспективных сортообразцов гречихи, определении уровня их адаптивного потенциала. На основе полученных результатов необходимо было сравнить диплоидные и тетраплоидные генотипы гречихи и выделить лучшие для включения в схемы гибридизации.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в трех пунктах Республики Беларусь. В северном пункте опыты располагались в РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» (Витебский ЗИСХ), центральном – в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и южном – в РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси» (Гомельская ОСХОС). Объектами исследований служили 5 генотипов диплоидной гречихи, включая контрольный (к) сорт Влада, и 4 генотипа тетраплоидной, в том числе контрольный сорт Александрина. Из них 5 популяций включены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2019–2024 гг.

Экологическое сортоиспытание проводили согласно методике полевого опыта. Посев гречихи осуществляли в оптимальные для каждого пункта испытания сроки в трехкратной повторности. Все технологические операции по возделыванию гречихи выполняли в соответствии с отраслевым регламентом [2]. Уборку осуществляли прямым комбайнированием путем обмолота учетной деланки с последующей доработкой зерна, его поделяночным взвешиванием и пересчетом на стандартную влажность (14 %). Полученные результаты статистически обрабатывали и анализировали с помощью пакета программ, входя-

щих в состав Microsoft Excel. Пластичность и стабильность определяли по методу, который основывается на расчете коэффициентов линейной регрессии (b_i), характеризующему экологическую пластичность генотипа, и среднего квадратического отклонения от линии регрессии (S_i^2), чем определяется стабильность проявления признака в различных условиях среды [3].

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия существенно различались по годам и пунктам испытаний и повлияли на изменчивость урожайности зерна, что свидетельствует о наличии взаимодействия «генотип – среда». Данный факт способствовал эффективному проведению экологического сортоиспытания и получению объективной и ценной информации. Это подтверждают результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность зерна, экологическая пластичность и стабильность генотипов гречихи различной пloidности

Генотип	Урожайность, т/га									b_i	S_i^2	
	НПЦ по земледелию			Витебский ЗИСХ			Гомельская ОСХОС					x_i
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018			
Диплоидная гречиха												
Влада (к)	3,77	2,32	1,98	3,12	3,46	3,37	1,53	1,93	1,98	2,61	0,859	0,069
Менка	3,86	2,47	2,30	3,03	4,14	3,84	1,85	2,24	2,38	2,90	0,884	0,069
Дуэт	4,35	2,12	1,81	3,81	3,97	3,28	1,64	2,04	2,11	2,79	1,091	0,119
Дзезя	3,92	2,10	2,15	2,88	3,78	3,10	1,83	2,15	2,17	2,68	0,817	0,050
Богуславская	4,48	1,76	2,32	3,24	3,68	2,85	1,81	2,18	2,25	2,73	0,886	0,208
НСР ₀₅	0,36	0,17	0,11	0,22	0,28	0,27	0,25	0,21	0,24			
Тетраплоидная гречиха												
Александрина (к)	3,26	2,00	1,13	2,31	3,93	3,45	1,46	1,76	1,78	2,34	0,998	0,121
Альфа	4,17	2,60	1,34	3,41	4,57	3,38	1,65	1,88	1,98	2,78	1,221	0,072
Омега	3,57	2,62	1,49	3,47	4,38	3,68	1,68	1,82	1,89	2,73	1,098	0,107
Делива	3,95	2,21	1,38	2,67	4,66	3,32	1,71	1,91	2,10	2,66	1,147	0,098
НСР ₀₅	0,28	0,13	0,17	0,22	0,28	0,27	0,24	0,14	0,20			
I _j	+1,24	-0,45	-0,92	+0,41	+1,37	+0,67	-1,01	-0,70	-0,62			

Урожайность зерна гречихи в годы исследований варьировала в широких пределах: от 1,13 до 4,66 т/га в зависимости от генотипа и пункта испытания. Максимальную урожайность за весь период исследований сформировал тетраплоидный сорт Делива в северном пункте в 2017 г. Среди диплоидных популяций наибольшим этот показатель был у генотипа Богуславская в центральной точке испытания в 2016 г. Сравнение средней урожайности по годам и пунктам испытаний показало, что диплоидные генотипы превосходили контроль Влада на 2,7–11,1 %, а тетраплоидные были лучше контрольного сорта Александрина на 13,7–18,8 %. Среди диплоидов наибольшую прибавку показал сорт Менка, а наименьшую – Дуэт. У тетраплоидов наибольшая прибавка урожайности отме-

чена у сорта Альфа, а наименьшая – у генотипа Делива. В среднем урожайность диплоидных образцов несущественно превысила урожайность тетраплоидных и различалась на 4,2 %.

Как следует из данных таблицы, индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от -1,01 до +1,37. Положительные значения индекса формируются благодаря более полной реализации потенциальных возможностей образцов в сложившихся условиях и свидетельствуют о наивысшей степени соответствия генотипа среде произрастания. Отрицательные индексы показывают, что на растения воздействовали стрессовые факторы. В наших исследованиях оптимальные условия для возделывания гречихи отмечены в северном пункте испытания в 2017 г., где индекс условий среды достиг максимального значения (+1,37). В данных условиях большинство изучаемых генотипов сформировали наибольшую урожайность за весь период исследований. Благоприятные агроклиматические условия сложились также в центральном пункте испытаний в 2016 г. ($I_j = +1,24$), что способствовало высокой продуктивности сортов. В данной среде наибольшую урожайность за три года исследований показали генотипы Богуславская и Дуэт – 4,48 и 4,35 т/га соответственно (таблица 1).

Наименее благоприятные условия для возделывания гречихи наблюдались в южной части Республики Беларусь. Значение индекса условий среды в данном регионе были стабильно отрицательными и варьировали в диапазоне от -0,62 до -1,01, что свидетельствует о существенном отклонении экологических параметров от оптимальных для этой культуры. Здесь урожайность диплоидных популяций изменялась от 1,53 т/га у контрольного сорта Влада до 2,38 т/га у генотипа Менка. Урожайность тетраплоидных сортов в данных условиях была в среднем ниже диплоидных на 10 % и изменялась от 1,46 т/га у контроля Александрина до 2,1 т/га у сорта Делива. Если сравнивать урожайность всех генотипов гречихи в благоприятных ($I_j = 1,37$) и неблагоприятных ($I_j = -1,01$) условиях среды, то в среднем она снизилась на 41,5 %.

Нестабильные погодные условия в сочетании с недостаточной сбалансированностью адаптивных возможностей сортов гречихи приводят к значительной изменчивости урожайности. Коэффициент линейной регрессии (b_i) отражает реакцию генотипа на изменение условий выращивания: чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем сильнее реагирует генотип на изменения. Среднее квадратическое отклонение от линии регрессии (S_i^2) показывает уровень стабильности проявления признака в различных условиях среды [1]. В наших исследованиях диплоидные генотипы предъявляли меньше требований к среде произрастания ($b_i = 0,817-1,091$; $S_i^2 = 0,050-0,208$), они формировали высокую урожайность в благоприятных условиях и в меньшей степени снижали ее в неблагоприятных. Самым высоким адаптивным потенциалом обладал образец Менка, его параметры пластичности ($b_i = 0,884$) и стабильности ($S_i^2 = 0,069$) оказались наиболее сбалансированными и благодаря этому он хорошо отзывался на улучшение условий среды произрастания и меньше реагировал на лимитирующие факторы. Урожайность зерна данного генотипа за весь период испытаний

изменялась от 1,85 до 4,14 т/га (таблица 2) и в среднем оказалась самой высокой, превысив контроль на 11,1 %. Этот сорт рекомендуется включить в программы на повышение адаптивного потенциала селектируемых сортов диплоидной гречихи.

Общеизвестно, что растения с удвоенным набором хромосом более требовательны к условиям окружающей среды и наши исследования это подтвердили. Параметры адаптивности изучаемых генотипов тетраплоидной гречихи показывают, что они более пластичны ($b_1 = 0,998-1,221$) и менее стабильны ($S_1^2 = 0,072-0,121$). В отличие от диплоидов на улучшение условий произрастания они откликнулись большей прибавкой (+15,2 %), но и при ухудшении условий они реагировали снижением продуктивности (-6,6 %). Самым пластичным ($b_1 = 1,221$) и стабильным ($S_1^2 = 0,072$) среди тетраплоидных популяций был генотип Альфа (таблица 1). Он значительно прибавлял урожайность при возделывании в благоприятных условиях и на уровне других исследуемых сортов формировал урожайность в неблагоприятной среде. Его продуктивность за весь период испытаний изменялась от 1,34 до 4,57 т/га и в среднем превышала контроль на 18,8 %. Данный сорт рекомендуется включить в программы на повышение адаптивного потенциала селектируемых сортов тетраплоидной гречихи.

С целью более точной и объективной оценки перспективных сортов гречихи мы провели расчеты статистических показателей, представленных в таблице 2, которые характеризуют их адаптивные свойства, а, именно, стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$), генетическую гибкость $((Y_{\max} + Y_{\min}) / 2)$, коэффициент вариации (CV) и гомеостатичность (Hom).

Таблица 2. Параметры адаптивности генотипов гречихи

Генотип	$Y_{\max}$, т/га	$Y_{\min}$, т/га	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$	CV, %	Hom
Диплоидная гречиха						
Влада (к)	3,77	1,53	-2,24	2,65	31,55	5,57
Менка	4,14	1,85	-2,29	3,00	29,13	6,78
Дугт	4,35	1,64	-2,71	3,00	37,70	3,88
Дзезя	3,92	1,83	-2,09	2,88	29,09	6,86
Богуславская	4,48	1,76	-2,72	3,12	33,59	5,42
Тетраплоидная гречиха						
Александрина (к)	3,93	1,13	-2,80	2,53	41,65	3,11
Альфа	4,57	1,34	-3,23	2,96	41,72	3,34
Омега	4,38	1,49	-2,89	2,94	38,94	3,74
Делива	4,66	1,38	-3,28	3,02	41,49	3,23

Наименьшей разницей между минимальной и максимальной урожайностью, которая характеризует высокую стрессоустойчивость, отличились Дзезя (-2,09), Влада (-2,24) и Менка (-2,29). Тетраплоидные генотипы в сравнении с

диплоидными оказались менее стрессоустойчивыми (таблица 2). Из тетраплоидных популяций наибольшей устойчивостью к стрессу обладали Александрина (-2,80) и Омега (-2,89). Высокой генетической гибкостью отличились Богуславская (3,12), Делива (3,02), Менка и Дуэт (3,00).

Большая вариабельность признака свидетельствует о меньшей адаптивности генотипа под действием одних и тех же экологических факторов. Селекционеру при отборе на продуктивность важно обращать внимание на оценку сортов по амплитуде варьирования количественных признаков в зависимости от условий выращивания. Продуктивность любого растения обеспечивается функционированием комплекса важнейших генетических систем, определяющих формирование сложных количественных признаков. Важным критерием оценки генотипа является величина гомеостаза. Этот показатель отражает систему адаптивных реакций растений (генотипа), которые обеспечивают стабилизацию определенного потенциала продуктивности в различных условиях среды.

В широком смысле под гомеостатичностью понимается способность растений противостоять снижению продуктивности при воздействии лимитирующего фактора. В наших исследованиях наиболее стабильно проявляли высокую урожайность зерна в различных условиях произрастания Дзея ($Hom = 6,86$; $CV = 29,09$ %) и Менка ($Hom = 5,78$; $CV = 29,13$ %). Среди тетраплоидов по данным показателям лучшим был сорт Омега ($Hom = 3,74$; $CV = 38,94$ %).

Выводы

1. В экологическом сортоиспытании гречихи диплоидные популяции превысили по урожайности зерна контрольный сорт Влада в среднем на 2,7–11,1 %, а тетраплоидные были лучше контроля Александрина на 13,7–18,8 %. Среди диплоидных генотипов наибольшая прибавка к контролю отмечена у сорта Менка, тетраплоидных – Альфа.

2. Индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от -1,01 до +1,37. Оптимальные условия для возделывания гречихи сложились в северном регионе в 2017 г. ($I_j = +1,37$) и в центральном в 2016 г. ($I_j = +1,24$), что способствовало формированию высокой урожайности сортов.

3. Диплоидные генотипы предъявляли меньше требований к среде произрастания. Самым высоким уровнем адаптивным потенциалом характеризовался сорт Менка ($b_i = 0,884$; $S_i^2 = 0,069$). Тетраплоидные генотипы гречихи более пластичны ($b_i = 0,998$ – $1,221$) и менее стабильны ($S_i^2 = 0,072$ – $0,121$). Самым пластичным и стабильным среди них оказался сорт Альфа.

4. Для повышения продуктивности и адаптивного потенциала селекционируемых сортов целесообразно использовать диплоидную популяцию гречихи Менка и тетраплоидную Альфа.

5. Высокая стрессоустойчивость характерна для популяций Дзея, Влада и Менка. Тетраплоидные генотипы в сравнении с диплоидными оказались менее стрессоустойчивыми. Из них наибольшей устойчивостью к стрессу обладали Александрина и Омега.

6. Наиболее стабильно высокую урожайность зерна в различных условиях произрастания формировали диплоидные популяции Дзея (Ном = 6,86; CV = 29,09 %) и Менка (Ном = 5,78; CV = 29,13 %), а также тетраплоидная Омега (Ном = 3,74; CV = 38,94 %).

Литература

1. Будько, А.С. Изменчивость продуктивности озимой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий / А.С. Будько // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол. : Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Вып. 58. – С. 337–344.
2. Возделывание гречихи: отраслевой регламент / Н.А. Лужинская [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск, 2022. – С. 98–105.
3. Корзун, О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений : пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно: ГТАУ, 2011. – 138 с.

ADAPTIVE CAPACITY OF NEW BUCKWHEAT VARIETIES OF DIFFERENT PLOIDY

A.S. Budzko, N.A. Luzhinskaya, A.T. Koshevaya

The paper demonstrates the results of ecological trials of promising buckwheat varieties of different ploidy. The level of their plasticity and stability, stress resistance and genetic flexibility, variability and homeostasis is presented. The best diploid genotype Menka and tetraploid Omega are identified for including in the programs to increase productivity and adaptive capacity of breeding varieties.

УДК 633.853.494 «321»:631.327

УРОВЕНЬ ГЕТЕРОЗИСА И ТРАНСГРЕССИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ F_1 И F_2 В СЕЛЕКЦИИ РАПСА ЯРОВОГО

Я. Э. Пилюк, доктор с.-х. наук, **А. Н. Батюкова**, кандидат с.-х. наук
(Дата поступления статьи в редакцию 21.05.2025)

Рецензент: Гордей С.И., кандидат биол. наук

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по оценке эффекта гетерозиса у гибридов F_1 рапса ярового и трансгрессивной изменчивости в F_2 . Установлено, что для повышения эффективности селекционного процесса при составлении схемы диаллельных скрещиваний необходимо подбирать родительские пары без отрицательных признаков и с наибольшим числом положительных у материнской формы.

Одним из основных направлений современной селекции рапса является создание гетерозисных гибридов F_1 на основе цитоплазматической мужской

стерильности. После появления сообщений о высоком эффекте гетерозиса у ярового и озимого рапса, возрос интерес к созданию коммерческих гибридов. Исследования по созданию коммерческих гибридов F_1 ведутся во всех странах, возделывающих рапс, поскольку гетерозисный эффект по урожаю семян гибридов рапса достигает 20–60 %, в том числе по содержанию в семенах масла – до 10 %, белка – 25 %. Одним из путей повышения урожайности маслосемян рапса связан с использованием эффекта гетерозиса – создание гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), что является важным резервом увеличения производства маслосемян и весьма перспективным направлением в селекции этой культуры [1–3].

Рекомбиогенез – основной метод создания нового селекционного материала, оригинальных форм и признаков, а в сочетании с отбором и новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. При гибридизации лишь определенные пары родительских форм дают гетерозисное потомство [4]. Для эффективного использования гибридов следует выяснить закономерности генетического контроля и формирование у них важнейших хозяйственно-биологических признаков. Методом дисперсионного анализа можно установить достоверные различия между гибридами как по основным изучаемым признакам продуктивности растений и особенностям его габитуса, так и по их комбинационной способности [1]. Для успешного создания таких гибридов необходим исходный материал с комплексом хозяйственно ценных признаков, важнейшим из которых является урожайность. Комбинационная способность – это один из основных критериев оценки родительских компонентов гибридов. Исследования многих ученых на разных культурах показали [2, 5, 6 7], что объективную оценку комбинационной способности (КС) родительских линий дает анализ гибридов F_1 от диаллельных скрещиваний по четырем схемам или экспериментальным методам, предложенным (B. Griffing, 1956) [8]. Однако не менее распространен способ оценки селекционного материала по КС – методом топкросса, предложенный R.L. Davis (1927), когда все испытываемые линии скрещиваются с общим тестером, при этом, чем больше взято тестеров и чем они генетически разнообразнее, тем точнее оценка [9, 10, 11]. 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 и гетерозис [12]. Именно на основе таких исследований, чаще всего, решается вопрос о возможности использования тех или иных образцов в гетерозисной и традиционной селекции. Для создания конкурентоспособных гибридов рапса необходимо иметь достаточное количество родительских линий, обладающих селекционно-ценными признаками и высокой комбинационной способностью [1].

В селекционной работе самым важным моментом является отбор ценных генотипов рапса. Важно, чтобы отобранные образцы обладали высокими показателями по признакам элементов структуры урожая и другим свойствам, т.к. наблюдается модификационная изменчивость. Как отмечал А. Мюнтцинг,

трансгрессии могут носить характер сопряженности, т.е. наблюдается проявление трансгрессий по одним хозяйственно-ценным признакам в сочетании с отрицательными трансгрессиями по другим признакам [11], при этом могут быть исключения, которые являются важными для селекционера.

Цель нашего исследования основывается на поиске комбинаций, которые проявили отрицательный или слабый положительный гетерозис в F_1 , а также имеющие отрицательные трансгрессии в F_2 по показателям высота растений и высота ветвления для селекции гибридов и сортов рапса, отличающихся высокой продуктивностью и устойчивого к полеганию.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в отделе масличных культур. Объектом исследований являлись 40 гибридных комбинаций рапса ярового. Уровень гетерозиса рассчитывали согласно формулам I. Rasul, A. S.Khan, Z. Ali (2002) [13]. Определение степени истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса [13, 14]. При изучении степени и частоты трансгрессии признаков у второго гибридного поколения использовали методику Г. С. Воскресенской и В. И. Шпота (1967) [15]. Статистическая обработка осуществлялась при помощи пакета анализа, входящего в состав Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Наши исследования основывались на создании и отборе высокогетерозисных, устойчивых к полеганию гибридных комбинаций рапса ярового и направлены на снижение высоты растений и выявление низкорослых форм с высокой продуктивностью.

Признак «продуктивность с растения» является наиболее важным в селекции рапса. По схеме скрещиваний короткостебельные × высокорослые положительный истинный и конкурсный гетерозис по данному признаку проявили 55 % гибридов F_1 рапса ярового (таблица 1).

Таблица 1. Гетерозис и трансгрессивная изменчивость лучших гибридов F_1 и F_2 рапса ярового (схема № 1, короткостебельные × высокорослые)

Гибридная комбинация	V	H_t , %	H_k , %	V_t	T_c	T_{χ}
Продуктивность растения, г						
Топаз×15А-2	7,45	-34,8	-27,7	9,33	9,8	26,7
Топаз×С62/67	9,91	-33,4	-3,8	15,63	44,7	33,3
20А-2×15А-2	14,76	15,6	43,3	6,57	-34,5	0,0
15А-2×20А-2	13,03	-25,5	26,5	10,54	3,6	6,7
С62/67×20А-2	20,27	15,9	96,8	9,00	-16,7	8,3
С62/67×87/13-1	23,15	55,7	124,8	12,83	18,8	10,0
Высота растений, см						
Топаз×15А-2	93,9	-2,0	-23,3	112,0	13,9	0,0
Топаз×С62/67	108,2	1,1	-11,6	131,0	30,1	0,0
20А-2×15А-2	104,9	9,5	-14,3	113,7	15,7	0,0
15А-2×20А-2	100,9	5,3	-17,6	105,7	7,5	0,0

Гибридная комбинация	В	H _t , %	H _{tk} , %	В _т	Т _с	Т _ч
C62/67×20A-2	115,7	15,7	-5,5	111,3	10,5	0,0
C62/67×87/13-1	135,0	26,2	10,3	126,7	25,8	0,0
Высота ветвления, см						
Топаз×15A-2	14,8	146,7	-44,8	39,3	293,0	0,0
Топаз×C62/67	10,3	-35,6	-61,6	37,7	196,9	0,0
20A-2×15A-2	5,6	40,0	-79,1	23,3	133,0	0,0
15A-2×20A-2	5,0	25,0	-81,3	20,7	107,0	0,0
C62/67×20A-2	0,0	-100,0	-100,0	31,3	146,5	0,0
C62/67×87/13-1	0,0	-100,0	-100,0	34,7	173,2	0,0

Примечание: * – В – величина признака; H_t – гетерозис истинный; H_{tk} – гетерозис конкурсный; В_т – величина трансгрессии признака; Т_с – степень трансгрессии; Т_ч – частота трансгрессий.

При использовании линии образца C62/67 в качестве материнской и линии сорта Топаз, как отцовской формы, созданы по 4 гибридные комбинации, в которых проявился истинный и конкурсный гетерозис по продуктивности (H_t=12,4–68,4 % и H_{tk}=62,2–124,8 %). При применении линии образца 87/13-1 в качестве одного из компонентов родительской формы показатели истинного и конкурсного гетерозиса по продуктивности были также высокими (H_t=55,7–68,8 % и H_{tk}=79,9–124,8 %), что позволяет рекомендовать их как возможные источники увеличения данного признака в селекции рапса ярового на гетерозис.

При анализе схемы скрещиваний короткостебельные × среднерослые установлено, что только 5 гибридных комбинаций имеют комплексный гетерозис или 25 % от общего их числа. Конкурсный гетерозис проявили 70 % гибридов F₁, максимальное его значение выявлено у комбинации 14A-2 × Герцог (H_{tk}=100,6 %). В гибридной комбинации 111/4 × 10A-2 выявлен наибольший истинный гетерозис по признаку «продуктивность с растения» (H_t=43,0 %) (таблица 2).

Наибольшие значения степени и частоты проявления трансгрессий наблюдались по схеме короткостебельные × высокорослые у 65 % комбинаций по признаку «продуктивность с растения».

Максимальная степень трансгрессии составила 121,5 % в комбинации 87/13-1 × Топаз и частота 75,0 % – 87/13-1×C62/67. Следует отметить, что по всем другим признакам и гибридным комбинациям более высокой степени трансгрессий не наблюдалось. Также выделены гибриды F₂ – 87/13-1×20A-2 (Т_с=55,1 %, Т_ч=50,0 %), 87/13-1×15A-2 (Т_с=49,3 %, Т_ч=21,4 %) и Топаз×C62/67 (Т_с=44,7 %, Т_ч=33,3 %). У остальных гибридных комбинаций степень трансгрессий находилась в пределах 3,5–22,7 %. Следует отметить образец 87/13-1 и сорт Топаз, с участием которых созданы по данному признаку 35 и 30 % трансгрессивных комбинаций соответственно. По схеме короткостебельные × среднерослые выявлено 11 гибридов F₂, обладающих трансгрессиями по признаку «продуктивность с растения». Наибольшие значения степени и частоты трансгрессий отмечаются в гибридных комбинациях: 10A-2 × Герцог (Т_с=75,0 %, Т_ч=75,0 %).

Таблица 2. Гетерозис и трансгрессивная изменчивость лучших гибридов F₁ и F₂ рапса ярового (схема № 2, короткостебельные × среднерослые)

Гибридная комбинация	B	H _{ti} , %	H _{tk} , %	B _T	T _c	T _ч
Продуктивность с растения, г						
Топаз×15А-2	15,12	-12,3	46,8	8,79	-5,2	8,3
Топаз×С62/67	20,66	23,5	100,6	12,77	6,4	20,0
20А-2×15А-2	17,09	-0,8	65,9	13,21	20,1	20,0
15А-2×20А-2	13,43	-19,7	30,4	14,70	22,5	7,1
С62/67×20А-2	18,66	28,0	81,2	11,63	5,7	20,0
С62/67×87/13-1	14,39	43,0	39,7	15,0	36,4	41,7
Высота растений, см						
Топаз×15А-2	130,5	3,7	6,6	122,7	0,0	14,3
Топаз×С62/67	125,4	15,5	2,5	121,3	20,5	0,0
20А-2×15А-2	118,3	-6,0	-3,3	126,3	2,9	6,7
15А-2×20А-2	118,3	8,9	-3,3	128,0	2,6	0,0
С62/67×20А-2	115,6	5,5	5,6	125,7	24,8	0,0
С62/67×87/13-1	113,1	41,0	-7,6	124,0	49,9	0,0
Высота ветвления, см						
Топаз×15А-2	15,4	-18,1	-42,5	37,0	18,2	0,0
Топаз×С62/67	16,7	128,8	-37,7	30,7	110,3	0,0
20А-2×15А-2	9,0	-52,1	-66,4	13,7	-56,2	20,0
15А-2×20А-2	15,0	1,4	-44,0	27,3	-12,8	7,1
С62/67×20А-2	7,9	8,2	-70,5	35,0	139,7	0,0
С62/67×87/13-1	19,4	162,2	-27,6	30,0	50,0	0,0

Примечания * – В-величина признака; H_{ti} – гетерозис истинный; H_{tk} – гетерозис конкурсный; B_T – величина трансгрессии признака; T_c – степень трансгрессии; T_ч – частота трансгрессий.

T_ч=28,6 %), 10А-2 × Верас (T_c=43,5 %, T_ч=27,3 %) и 111/4 × 10А-2 (T_c=36,4 %, T_ч=41,7 %), созданных с участием образца 10А-2 как одного из компонента родительской формы.

Изучаемые в скрещиваниях сорта и образцы рапса ярового по схеме № 1 (короткостебельные × высокорослые) установили отрицательный истинный гетерозис по признаку «высота растений» только в гибридной комбинации Топаз × 15А-2 (H_{ti}=-2,0 %) (таблица 1). В комбинациях (15А-2 × 20А-2, Топаз × С62/67, 20А-2 × 15А-2) выявлен слабый положительный истинный гетерозис (0,9–4,9 %). Минимальной высотой растений отличались комбинации Топаз × 15А-2 (93,9 см) и 15А-2 × 20А-2 (100,9 см), максимальной – 87/13-1 × Топаз (150,3 см). Отрицательный конкурсный гетерозис отмечен у 55 % гибридов F₁ от общего их количества. По признаку «высота растений» в схеме № 2 (короткостебельные × среднерослые) выявлена гибридная комбинация – 111/4 × Верас с отрицательным истинным гетерозисом (H_{ti}=-6,0 %), а также отмечено проявление слабого положительного истинного гетерозиса у гибридных комбинаций: Верас × 111/4 (H_{ti}=3,7 %), 111/4 × 14А-2 (H_{ti}=5,5 %) и 111/4 × Герцог (H_{ti}=2,9 %), которые незначительно превышали своего лучшего низкорослого

родителя (таблица 2). Конкурсный гетерозис проявляли 60 % гибридных комбинаций от общего их количества. Максимальной высотой растений обладает комбинация Верас × Герцог (134,4 см), а минимальной – 10А-2 × 14А-2 (92,2 см), 10А-2 × Верас (101,9 см), 10А-2 × Герцог (102,2 см) и 10А-2 × 111/4 (103,7 см). Следует отметить, что при использовании в качестве материнской и отцовской форм образцов 20А-2, 15А-2, 10А-2, 14А-2 были созданы гибриды F_1 , обладающие отрицательным истинным и конкурсным типами гетерозиса, то есть произошло уменьшение высоты растений во вновь созданных комбинациях – депрессия «низкорослость», на которые следует обратить внимание при селекции на гетерозис.

Наибольшая положительная степень истинного гетерозиса по высоте растений получена при использовании образцов: 87/13-1, 111/4 и сорта Верас в качестве одного из компонентов родительской формы в гибридных комбинациях: 15А-2×87/13-1 ($H_t=43,0\%$), 87/13-1×15А-2 ($H_t=41,8\%$), Верас×10А-2 ($H_t=40,9\%$) и Верас×10А-2 ($H_t=41,0\%$).

По признаку «высота растений» отрицательные трансгрессии у гибридов F_2 проявились по схеме короткостебельные × высокорослые – 15А-2 × С62/67 ($T_c=-0,3\%$, $T_q=18,2\%$) и 20А-2 × 87/13-1 ($T_c=-10,8\%$, $T_q=26,7\%$); по схеме короткостебельные × среднерослые: 14А-2×Верас ($T_c=-0,3\%$) и Герцог × Верас ($T_c=-2,8\%$, $T_q=23,1\%$). Высота растений у гибридов F_2 при скрещивании короткостебельных с высокорослыми линиями (схема № 1) находилась в пределах от 95,7 (20А-2×87/13-1) до 135,0 см (87/13-1×Топаз), а по схеме № 2 от 96,0 (14А-2 × 10А-2) до 128,0 см (111/4 × Герцог). Выявлено, что при использовании сорта Верас в качестве отцовской формы наблюдается проявление отрицательной степени трансгрессий у гибридов F_2 .

Потомство гибридных комбинаций проявило в первом поколении отрицательный истинный гетерозис по признаку «высота ветвления» у 7 гибридов F_1 (схема № 1) и 4 (схема № 2), что составило 35 и 20 % (от общего их количества). Наибольшая отрицательная степень истинного гетерозиса (депрессия) проявилась в комбинациях по схеме короткостебельные × высокорослые: С62/67×20А-2 ($H_t=-100,0\%$), С62/67×87/13-1 ($H_t=-100,0\%$), 15А-2×С62/67 ($H_t=-43,3\%$), 87/13-1×Топаз ($H_t=-36,2\%$), Топаз×С62/67 ($H_t=-35,6\%$); по схеме короткостебельные × среднерослые: 111/4×Верас ($H_t=-52,1\%$), 10А-2×14А-2 ($H_t=-41,1\%$). Максимальный положительный истинный гетерозис отмечен в гибридных комбинациях: 14А-2×111/4 ($H_t=294,5\%$), Верас × 14А-2 ($H_t=271,2\%$), 14А-2 × Верас ($H_t=250,7\%$), 15А-2 × Топаз ($H_t=250,0\%$). Выявлено, что у большинства гибридов F_1 была отмечена значительная отрицательная степень конкурсного гетерозиса по признаку «высота ветвления» рапса ярового ($H_k=95$ и 80%). У гибридов F_1 рапса ярового по схеме короткостебельные × среднерослые установлена сильная корреляционная связь между признаками высота ветвления и высота растений ($r=0,75$) и выявлена слабая связь ($r=0,25$) гибридных комбинаций по схеме №1 (короткостебельные × высокорослые).

Отрицательные трансгрессии по признаку «высота ветвления» выявлены у пяти (схема № 1) и девяти (схема № 2) гибридов F_2 , которые составляют 25–45 % от общего числа комбинаций скрещиваний. По схеме короткостебельные × высокорослые установлено, что при использовании в качестве материнской формы образца 87/13-1 (частота трансгрессий от 7,1 до 33,3 %) и сорта Топаз в качестве отцовской формы (частота трансгрессий 13,3–33,3 %) наблюдались максимальные отрицательные значения степени трансгрессий. Так комбинация 87/13-1×Топаз выделилась по частоте и степени трансгрессий ($T_c = -58,5$ % и $T_q = 33,3$ %). По схеме короткостебельные × среднерослые наибольшее число отрицательной степени и частоты трансгрессий отмечается при использовании сортов Верас и Герцог в качестве отцовских форм. Отмечено максимальное значение степени и частоты трансгрессий в комбинациях 10А-2 × Герцог ($T_c = -90,0$ %, $T_q = 71,4$ %) и Верас × 10А-2 ($T_c = -66,5$ %, $T_q = 75,0$ %), где одним из родительских компонентов является образец 10А-2.

Заключение

На основании изучения эффекта гетерозиса у гибридов F_1 рапса ярового и трансгрессивной изменчивости в F_2 установлено, что для повышения эффективности селекционного процесса при составлении схемы диаллельных скрещиваний необходимо подбирать родительские пары без отрицательных признаков и с наибольшим числом положительных у материнской формы.

При использовании линии образца С62/67 в качестве материнской и линии сорта Топаз, как отцовской формы, истинный и конкурсный гетерозис у гибридов F_1 по продуктивности достигал H_t до 68,4 % и $H_k = 124,8$ %, а линии образца 87/13-1 в качестве одного из компонентов родительской формы $H_t = 55,7$ –68,8 % и $H_k = 79,9$ –124,8 % соответственно, что позволяет рекомендовать их в качестве источников увеличения данного признака в селекции рапса ярового на гетерозис.

Установлено, что у гибридных комбинаций рапса ярового 14А-2 × Верас выявлены положительные трансгрессии по всем изучаемым селекционно-ценным признакам, кроме признаков «высота растения» и «высота ветвления», по которым актуально проявление отрицательных трансгрессий.

Литература

1. Пиллюк, Я.Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси / Я.Э. Пиллюк / дис. д-ра с.-х. наук // Минск: ИООО «Право и экономика», 2021. – 80 с.
2. Fu, T.D. Rapeseed and improvement in China / T. D. Fu, G. S. Yang // GCIPC Unepublication: Du croupe consultatif international de recher chesur le colza. – Gottingen, 1997. – S. 90-95.
3. Chang, T.T. Crop genetic recourses / T.T. Chang, W.L. Brown // Plant breeding perspectives. – Wageningen, 1979. – P. 72-78.
4. Frankel, O.H. Crop genetic recourses for today and tomorrow / O.H. Frankel, J. G. Haukes. – Cambridge, London, 2000. – 492 p.

5. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого во ВНИИМК / Э. Б. Бочкарева [и др.] // Маслич. культуры. – 2018. – № 4. – С. 48–57.
6. Карпачев, В. В. Оценка комбинационной способности андроклинных линий ярового рапса в диаллельных скрещиваниях / В. В. Карпачев, И. О. Пастухов // Маслич. культуры. – 2017. – № 1 (169). – С. 40–42.
7. Турбин, Н. В. Диаллельный анализ в селекции растений / Н. В. Турбин, Л. В. Хотылева, Л. А. Тарутина. – Минск : Наука и техника, 1974. – 181 с.
8. Griffing, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems / B. Griffing // Austral. J. of Biol. Sciences. – 1956. – Vol. 9, № 4. – P. 463–493.
9. Лукьяненко, П.П. Гетерозис в растениеводстве / П.П. Лукьяненко. – Л. : Колос, 1968. – С. 126-130.
10. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений : учебник / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек ; ред. Ю. Л. Гужов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Мир, 2003. – 536 с.
11. Мюнтцинг, А. Генетические исследования / А. Мюнтцинг. – М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1963. – 148 с.
12. Rahman, M. H. Development of yellow-seeded Brassica napus of double low quality / M. H. Rahman, M. Joersbo // Plant Breed. – 2001. – P. 473-478.
13. Rasul I., Khan A.S., Ali Z. Estimation of heterosis for yield and some yield components in bread wheat. Int. J. Agri. Biol. 4(2) (2002): 214-216.
14. Омаров, Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – 1975. – Т. X, № 1. – С. 123-127.
15. Воскресенская, Г.С. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота // Доклады ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1967. – №7. – С. 18-20.

**HETEROISIS LEVEL AND TRANSGRESSIVE VARIATION OF F_1 AND F_2
HYBRIDS TRAITS IN SPRING RAPE BREEDING**
Ya.E. Piliuk, A.N. Batiukova

The paper presents the results of the experimental studies on the assessment of heterosis effect in F_1 hybrids of spring rape and transgressive variation in F_2 . It's established that for increasing the efficiency of breeding when making a scheme of diallelic crosses, it is necessary to select parental pairs without negative traits and with the largest number of positive ones in the maternal form.

УДК 633.853.494.321:631.526.32:631.524.8

**ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО ПО ПРИЗНАКУ
«УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ»**

**Я.Э. Пилиук, доктор с.-х. наук, А.Н. Батиюкова, канд. с.-х. наук,
А.В. Бакановская, О.А. Пикун, научные сотрудники
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»**
(Дата поступления статьи в печать 16.05.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты изучения сортобразцов рапса ярового по признаку «устойчивость к полеганию» растений на про-

вокационных фонах. Установлена корреляционная связь различной силы по всем изучаемым вариантам опыта между устойчивостью к полеганию и основными хозяйственно-ценными признаками рапса ярового. В средней степени коррелируют с устойчивостью к полеганию при норме высева 1,5 млн шт./га и дозами азота – N_{120} и N_{120+60} следующие признаки: масса 1000 семян ($r=0,60$ и $r=0,55$), число семян в стручке на центральной кисти ($r=0,41$ и $r=0,50$), число стручков на растении ($r=0,35$ и $r=0,38$) соответственно. Выявлено влияние факторов «генотип», «доза азота» и «норма высева» на урожайность маслосемян и показатель «устойчивость к полеганию» рапса ярового. На урожайность маслосемян рапса ярового в большей степени оказывали влияние факторы: «генотип» (С) (28,5 и 42,5 %), «доза азота» (В) (14,4 и 28,1 %) и «норма высева» (А) (12,5–9,5 %). Доля взаимодействия факторов «норма высева» (А) + «генотип» (С) в благоприятном 2022 г. составила 18,5 %, а в засушливом 2023 г. – 1,4 %.

Введение. Полегание – один из факторов, вызывающих снижение урожайности большинства сельскохозяйственных культур, который может уменьшить ее почти наполовину, особенно у высокопродуктивных сортов [1]. В целом, при раннем и интенсивном полегании теряется до 60 % урожая. Это обстоятельство резко снижает эффективность любых мероприятий по повышению биологической урожайности, особенно если учитывать, что полеганию в той или иной степени подвержены все зерновые культуры, в том числе при неблагоприятных условиях (сильный ветер, осадки) такие устойчивые растения как сорго, кукуруза и даже бамбук [2]. Полегание посевов рапса нарушает равномерность цветения и созревания, снижает завязываемость плодов и семян, массу 1000 семян и их качество, затрудняет механизированную уборку [3].

Анализ исследований многих ученых приводит к заключению, что полегание – это по существу физиологическая реакция растений на определенные условия внешней среды: недостаток света, структуру почвы, ее избыточную влажность, влажный с высокой температурой микроклимат воздуха, высокое содержание азота и других минеральных составляющих [4, 5]. Перечисленные факторы внешней среды считаются основными причинами полегания многих сельскохозяйственных культур. Немаловажную роль играют климатические и погодные условия, в том числе скорость ветра, дожди и град. В подтверждение такого вывода говорят факты массового распространения полегания во влажных районах с обильными естественными осадками. Повышение устойчивости к полеганию способствует увеличению урожайности за счет лучшего поглощения солнечной радиации, на что оказывает влияние архитектура стебля [2, 4]. Ученые G. Sidlauskas и Y. Liu предполагают, что внесение оптимальных доз азотных удобрений, корректировка нормы высева семян и расстояния между ними значительно снижают восприимчивость растений к полеганию [6, 7].

По мнению В. М. Терентьева, Г. Л. Зеленского и других авторов, устойчивость растений к полеганию – это наследственный признак [2, 8, 9]. Селекция на признак «устойчивость к полеганию» предполагает использование различ-

ных искусственно созданных (провокационных) фонов для изучения исходного и селекционного материала уже на ранних этапах селекционного процесса.

Цель наших исследований – изучение и оценка сортообразцов рапса ярового по продуктивности, устойчивости к полеганию и основным хозяйственно-ценным признакам с использованием различных искусственно созданных (провокационных) фонов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2022–2023 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Технология возделывания ярового рапса на маслосемена – общепринятая для данной зоны. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые и лабораторные учеты, анализ растений и маслосемян проводили согласно методике Государственного испытания (1988) [10], методике ВИР (1989 г.) [11] и методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [11]. Оценка технологических качеств рапса проводили по общепринятым и усовершенствованным методикам. Объектом исследований служили контрольный сорт Топаз и перспективные сортообразцы ярового рапса селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», различающиеся по потенциалу продуктивности и устойчивости к полеганию.

Метеорологические условия в период исследований отличались от среднеемноголетних показателей, особенно по количеству выпавших атмосферных осадков, но в целом складывались благоприятно для роста и развития растений ярового рапса. В течение весенне-летнего периода 2022 г. погодные условия характеризовались неравномерным распределением влаги в первой декаде мая и в первой и второй декадах июня. На фоне избытка осадков в апреле и во второй и третьей декадах мая температура воздуха была ниже среднеемноголетних показателей. В весенне-летний период 2023 г. наблюдался недостаток влаги, а лето было аномально жарким. В июне на фоне недостатка атмосферных осадков (18–49 % от нормы) среднесуточная температура воздуха была на 2,2–2,7 °C выше среднеемноголетних значений, дневная температура в июне и июле поднималась до 30 °C и выше.

Устойчивость к полеганию и урожайность лучших образцов рапса ярового оценивали на провокационных фонах: при внесении азотных удобрений (N_{120} и N_{120+60}) и при норме высева 1,5 и 3,0 млн всхожих семян на гектар (схема представлена в таблице 1). Азотные удобрения вносили по следующей схеме: в предпосевную культивацию 120 кг/га д.в. и 60 кг/га д.в. в подкормку в фазу стеблевания.

Статистическая обработка данных проводилась по общепринятой методике с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и обсуждение. Исследованиями установлено, что наибольшую урожайность маслосемян все изучаемые образцы рапса ярового сформировали на фоне высева 1,5 млн всхожих семян на гектар и при внесении 180 кг/га д.в. азотных удобрений (38,1 ц/га). Лучшими среди них были сортообразцы 91/20 и 86/20, которые в среднем за 2022–2023 гг. сформировали

урожайность маслосемян 40,0 и 39,8 ц/га, что на 14,3 и 13,7 % выше контрольного сорта Топаз. Наибольшая устойчивость к полеганию растений (4,4 балла) наблюдалась при норме высева 1,5 млн/га и при использовании азотных удобрений в дозе 120 кг/га д.в.

Таблица 1. Урожайность и устойчивость к полеганию растений рапса ярового (среднее за 2022–2023 гг.)

Образец	Урожайность маслосемян, ц/га				Устойчивость к полеганию, балл			
	1,5 млн/га		3,0 млн/га		1,5 млн/га		3,0 млн/га	
	N ₁₂₀	N ₁₂₀₊₆₀	N ₁₂₀	N ₁₂₀₊₆₀	N ₁₂₀	N ₁₂₀₊₆₀	N ₁₂₀	N ₁₂₀₊₆₀
Топаз (к)	29,8	35,0	29,6	31,4	4,5	4,1	4,1	3,9
68/20	31,1	37,5	32,1	33,6	4,5	4,1	4,2	4,0
91/20	36,5	40,0	29,9	35,6	4,3	4,0	4,1	3,6
86/20	33,7	39,8	34,0	35,2	4,2	3,9	4,0	3,4
среднее ($\bar{x}$)	32,8	38,1	31,5	32,7	4,4	4,0	4,1	3,7

Для определения силы и направленности связи устойчивости к полеганию с основными хозяйственно-ценными признаками нами проводился корреляционный анализ полученных результатов. Выявлена корреляционная связь средней степени (вариант опыта 1,5 млн/га и N₁₂₀) между устойчивостью к полеганию рапса ярового и густотой стояния растений ($r=0,54$), также отрицательная корреляция средней силы отмечена с высотой растений ($r=-0,49$). Установлено, что в средней степени коррелируют с устойчивостью к полеганию при норме высева 1,5 млн/га и дозами азота N₁₂₀ и N₁₂₀₊₆₀ следующие признаки: масса 1000 семян ($r=0,60$ и $r=0,55$), число семян в стручке на центральной кисти ($r=0,41$ и $r=0,50$), число стручков на растении ($r=0,35$ и $r=0,38$) соответственно. По всем изучаемым вариантам опыта отмечена отрицательная корреляционная связь различной силы между устойчивостью к полеганию и урожайностью ($r=-0,38...-0,80$), а также высотой растений ($r=-0,25...-0,49$) (таблица 2). Между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян выявлена корреляционная связь сильной степени ($r=0,86$) и связь средней силы с числом семян в стручке ($r=0,68$) в варианте норма высева 3,0 млн/га и доза азота N₁₂₀. На провокационном фоне (при посеве с нормой высева семян 3,0 млн/га и при внесении азота N₁₂₀₊₆₀) установлена положительная корреляционная связь средней силы между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян ($r=0,65$) и слабая связь с числом стручков на растении ($r=0,20$), что объясняется полеганием культуры уже в фазе цветения из-за неблагоприятных погодных условий в этот период.

При помощи метода многофакторного дисперсионного анализа выявлено достоверное влияние доли факторов и их взаимодействие с урожайностью и устойчивостью к полеганию растений рапса ярового по схеме Н. А. Плохинского (%). Установлено, что на урожайность маслосемян рапса ярового в 2022 г. и 2023 г. в большей степени среди изучаемых вариантов оказывали влияние факторы «генотип» (С) (28,5 и 42,5 %), «доза азота» (В) (14,4 и 28,1 %) и «норма высева» (А) (12,5-9,5 %). Доля взаимодействия факторов «норма высева» (А) +

«генотип» (С) в 2022 г. составила 18,5 %, а в засушливом 2023 г. – 1,4 % (рисунок 1).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции основных хозяйственно-ценных признаков рапса ярового с устойчивостью к полеганию (среднее за 2022–2023 гг.)

Коррелирующие признаки	Коэффициент корреляции, г			
	1,5 млн/га		3,0 млн/га	
	N ₁₂₀	N ₁₈₀	N ₁₂₀	N ₁₈₀
Высота растений	–0,49	–0,25	–0,34	–0,27
Число стручков на растении	0,35	0,38	–0,27	0,20
Число семян в стручке	0,41	0,50	0,68	–0,17
Масса 1000 семян	0,60	0,55	0,86	0,65
Густота стояния растений	0,54	0,40	–0,35	–0,64

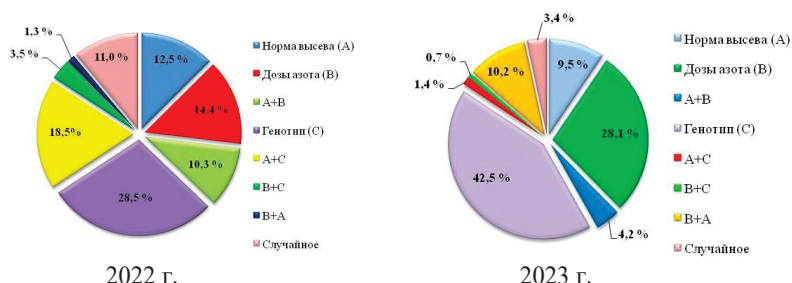


Рисунок 1. Доля влияния факторов на урожайность рапса ярового

Исследованиями установлено, что в большей степени на показатель «устойчивость к полеганию» среди изучаемых вариантов в 2022г. и 2023 г. оказывают влияние факторы «норма высева» (А) (34,3 и 32,0 %) и «доза азота» (В) (31,7 и 33,3 %). Установлено, что на устойчивость к полеганию достаточно существенное влияние оказал «генотип» (С) – 20,3 и 18,1 % в зависимости от года исследований (рисунок 2).

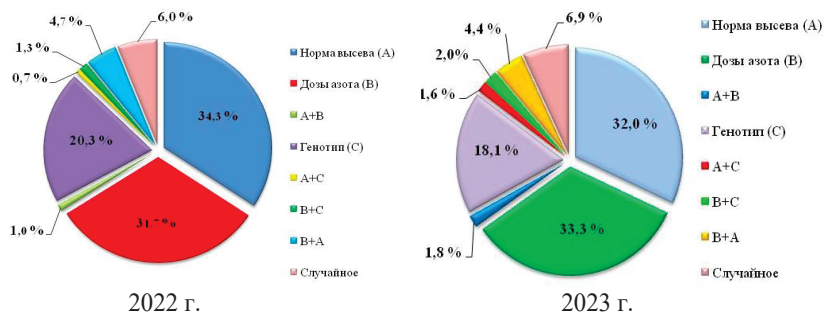


Рисунок 2. Доля влияния факторов на устойчивость к полеганию рапса ярового

Выводы

1. При норме высева 1,5 млн/га и дозах азота N_{120} и N_{120+60} в средней степени коррелируют с устойчивостью к полеганию следующие признаки: масса 1000 семян ($r=0,60$ и $r=0,55$), число семян в стручке на центральной кисти ($r=0,41$ и $r=0,50$), число стручков на растении ($r=0,35$ и $r=0,38$).

2. На провокационном фоне при посеве с нормой высева семян 3,0 млн/га при внесении азота N_{120+60} выявлена положительная корреляционная связь средней силы между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян ($r=0,65$) и слабая связь с числом стручков на растении ($r=0,20$).

3. На урожайность маслосемян рапса ярового в 2022 г. и 2023 гг. в большей степени оказывали влияние факторы: «генотип» (С) (28,5 и 42,5 %), «доза азота» (В) (14,4 и 28,1 %) и «норма высева» (А) (12,5–9,5 %). Доля взаимодействия факторов «норма высева» (А) + «генотип» (С) в благоприятном 2022 г. составила 18,5 %, а в засушливом 2023 г. – 1,4 %.

4. На показатель «устойчивость к полеганию» в большей степени оказали влияние факторы «норма высева» (А) (34,3 и 32,0 %), «доза азота» (В) (31,7 и 33,3 %) и «генотип» (С) – 20,3 и 18,1 % соответственно по годам исследований.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс – основная масличная культура республики Беларусь / Я. Э. Пилюк, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Рапс: настоящее и будущее : к 30-летию возделывания рапса в Беларуси : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 15–16 сент. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – С. 36–40.
2. Лукьянова, И. В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.05 / И. В. Лукьянова ; Куб. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2008. – 51 с.
3. Карпачев, В. В. Рапс яровой. Основы селекции / В. В. Карпачев ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т рапса. – Липецк : ВНИПТИ рапса, 2008. – 236 с.
4. Setter, T. L. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reductions in canopy photosynthesis / T. L. Setter, E. V. Laureles, A. M. Mazaredo // Field Crops Research. – 1997. – Vol. 49, № 2–3. – P. 95–106.
5. Федотов, В. А. Рапс России / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, В. П. Савенков. – М. : Агролига России, 2008. – 328 с.
6. Sidlauskas, G. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) / G. Sidlauskas, S. Bernotas // Agronomy Research. – 2003. – Vol. 1, № 2. – P. 229–243.
7. Energy concentration and amino acid digestibility in corn and corn coproducts from the wet-milling industry fed to growing pigs / Y. Liu [et al.] // J. of Animal Science. – 2014. – Vol. 92, № 10. – P. 4557–4565.
8. Терентьев, В. М. Физиология устойчивости растений к полеганию и методы ее оценки / В. М. Терентьев // Физиология растений в помощь селекции : [сборник] / Акад. наук СССР, Науч. совет по проблемам физиологии и биохимии растений ; редкол.: А. А. Прокофьев, П. А. Генкель, Г. А. Самыгин. – М., 1974. – С. 108–123.
9. Li, F. A genome-wide association study of plant height and primary branch number in rapeseed (*Brassica napus*) / F. Li [et al.] // Plant Science. – 2016. – Vol. 242. – Vol. 169–177.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. – М., 1988. – 121 с.

11. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур / ВИР – СПб., 1976. – 23 с.

12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов / . – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

RESULTS OF STUDYING SPRING RAPE VARIETIES FOR THE TRAIT "RESISTANCE TO LODGING" AGAINST PROVOCATIONAL BACKGROUNDS

Ya.E. Pilyuk, A.N. Batiukova, A.V. Bakanovskaya, O.A. Pikun

The article presents the results of studying spring rape variety samples for the trait plant "resistance to lodging" against provocative backgrounds. A correlation of varying strength between lodging resistance and the main economically important traits of spring rape is established for all the studied experimental variants. The following traits correlate on average with lodging resistance at a seeding rate of 1.5 million pcs./ha and nitrogen doses of N_{120} and N_{120+60} : 1000-grain weight ($r=0.60$ and $r=0.55$), number of seeds per pod ($r=0.41$ and $r=0.50$), number of pods per plant ($r=0.35$ and $r=0.38$), respectively. The influence of the "genotype", "nitrogen dose" and "seeding rate" factors on the yield of oilseeds and the "lodging resistance" indicator of spring rape is identified. The yield of spring rape oilseeds is mostly influenced by the following factors: "genotype" (C) (28.5 and 42.5%), "nitrogen dose" (B) (14.4 and 28.1%) and "seeding rate" (A) (12.5–9.5%). The share of the interaction of the factors "seeding rate" (A) + "genotype" (C) in favorable 2022 was 18.5%, and in dry 2023 - 1.4%.

УДК 633.521:631.524

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЛЬНОПРОДУКЦИИ

М. А. Литарная, кандидат с.-х. наук, **В. З. Богдан**, доктор с.-х. наук,

Т. М. Богдан, кандидат с.-х. наук, **С. А. Иванов**, научный сотрудник

РУП «Институт льна»

(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент: Лузинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приведены результаты изучения 22 образцов коллекции льна-долгунца. Установлено влияние условий года на формирование показателей урожайности тресты и волокна, а также качество волокна. Выделены источники для практических целей селекции: л. Сальдо × Могилевский (BIL1081), л. Сальдо × Могилевский (BIL1083) (урожайность тресты); Рубеж,

л. Сальдо × Могилевский (BIL1083) и Avian, л. Сальдо × Могилевский (BIL1083) (урожайности общего и длинного волокна соответственно); Avian, Lisette, Алей, Днепровский, Могилевский, Г-1407-7-28, Рубеж и Г-1407-7-28, Lisette, Avian (содержанию общего и длинного волокна соответственно). При вовлечении в рекомбинации на повышение качества длинного трепаного волокна целесообразно использовать образцы Могилевский, Порт 5, Рубеж, л. Сальдо × Могилевский (BIL1081) и л. Сальдо × Могилевский (BIL1083) со средними номерами 11 и 12 соответственно.

Введение. Лен-долгунец – традиционная культура в Республике Беларусь, воплощающая в себе многовековую культуру и быт. Значимость культуры льна-долгунца, как источника натурального растительного сырья, для текстильной промышленности страны ежегодно возрастает. Развитие льноводства зависит от возможностей увеличения производства конкурентоспособной продукции льна [1, 2].

В настоящее время от неблагоприятных климатических условий урожайность и качество большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и льна-долгунца, снижается, что является большой угрозой стабильности, продуктивности и биологического разнообразия. К числу неблагоприятных климатических условий относятся летние засухи в период быстрого роста, неравномерность выпадения осадков в течение вегетационного периода, резкие перепады температур, ливневые дожди и шквалистые ветры [3, 4].

Так как вклад сорта в повышение урожайности и рентабельности при производстве оценивается на уровне 25–50 %, весьма актуальным является создание экологически пластичных сортов, позволяющих формировать достаточно стабильный урожай в различных условиях произрастания [5].

Резервом повышения урожайности и качества льнопродукции является генфонд льна-долгунца и максимальная реализация его биологического потенциала. Результаты ежегодного изучения и анализа коллекционных образцов по комплексу признаков позволяют обеспечить селекционный процесс новым исходным материалом для создания высокопродуктивных конкурентоспособных сортов культуры, отвечающих требованиям производства. В связи с этим целью наших исследований являлась оценка образцов коллекции льна-долгунца по урожайности и качеству льнопродукции с последующим отбором источников ценных признаков для практических целей селекции.

Условия, исходный материал и методика исследований. Исследования проводили в 2021–2023 гг. в селекционном севообороте РУП «Институт льна». В качестве исходного материала использовали 22 образца льна-долгунца. Закладку полевого опыта, учеты и наблюдения проводили в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [6]. Согласно системе государственного испытания сортов в качестве контролей использовали Ярок (раннеспелый), Стойкий (среднеспелый) и Надежный (позднеспелый).

Почва опытных участков дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м мореной. Агрохимические показатели почвы варьировали по годам: pH_{KCl} 5,00–6,10, содержание подвижного фосфора – 125,9–274,6 мг/кг, обменного калия – 150,5–197,1 мг/кг почвы, содержание гумуса $\approx 1,8$ %. Подготовка почвы опытного участка – традиционная для льна-долгунца. Обработку почвы проводили по мере ее созревания, минеральные и микроудобрения вносили из расчета потребности растений льна, выноса их с урожаем и плодородия почвы согласно технологическому регламенту возделывания льна-долгунца [7].

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, количеству и периодичности выпадения осадков, что способствовало объективной оценке образцов коллекции льна-долгунца [8]. В наших исследованиях для характеристики метеорологических условий в период вегетации и приготовления тресты использовали гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову, который является интегральным показателем оценки влагообеспеченности растений (рисунок 1).

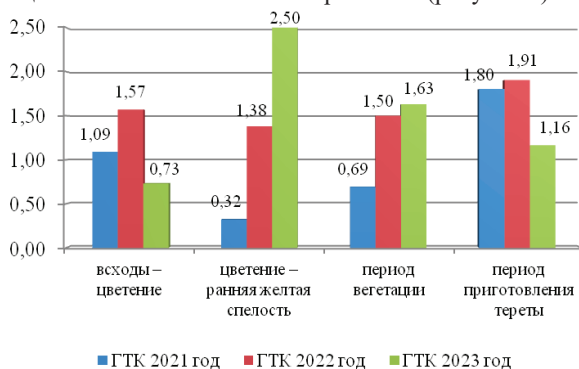


Рисунок 1. Гидротермические условия периода вегетации и приготовления тресты в питомнике коллекции изучения

Основная часть будущего урожая волокна формируется в первой половине вегетации, поэтому именно в этот период растения нуждаются в достаточной влагообеспеченности. Вегетационный период 2021 г. характеризовался как очень засушливый ($ГТК=0,69$), при этом за счет достаточного увлажнения в период «всходы – цветение» он был наиболее благоприятным для формирования основных хозяйственно ценных признаков. Условия 2022 г. и 2023 г. характеризовались как оптимально влажные ($ГТК=1,50$) и избыточно увлажненные ($ГТК=1,63$) соответственно. Однако следует отметить, что в 2023 г. сильная засуха в критический период формирования волокна ($ГТК_{«всх.-цв.»}=0,73$) негативно отразилась на морфологических признаках и показателях продуктивности и качества.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [9, 10] с использованием пакета программ MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что показатели урожайности и качества льнопродукции у образцов коллекции во многом зависели от складывающихся погодных условий на протяжении вегетации и периода приготовления тресты и варьировали по годам в средней ($C_v = 12,0\text{--}14,4$) и значительной степени ($C_v = 24,9\text{--}47,7$) (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика условий испытания образцов коллекции по индексу среды

Признак	Среднее значение признака	Индекс среды (I_j)	Среднее значение признака	Индекс среды (I_j)	Среднее значение признака	Индекс среды (I_j)	C_v , %
	2021 год		2022 год		2023 год		
Урожайность тресты, г/м ²	581,7	120,2	395,2	-66,3	407,6	-53,9	24,9
Урожайность общего волокна, г/м ²	172,4	43,9	116,9	-11,7	96,3	-32,2	30,8
Урожайность длинного волокна, г/м ²	135,8	46,5	70,2	-19,1	61,9	-27,4	47,7
Содержание общего волокна, %	29,7	1,9	29,6	1,8	24,0	-3,8	14,4
Содержание длинного волокна, %	23,3	4,5	17,5	-1,3	15,6	-3,2	26,4
Номер длинного трепанного волокна	11	1,1	9	-0,9	10	0,1	12,0

Наиболее высокие показатели урожайности и качества льноволокна получены в 2021 г. (I_j положительный по всем признакам). Условия 2022 г. и 2023 г. имели отрицательный средовой индекс по всем анализируемым показателям, за исключением содержания общего волокна в 2022 г. ($I_j=1,8$) со средним значение признака 29,6 %, что на уровне 2021 г.

Номер длинного трепанного волокна – это комплексный показатель, который зависит от горстевой длины, цвета, гибкости и разрывной нагрузки. На вышеперечисленные признаки влияют климатические условия во время приготовления тресты. В наших исследованиях наиболее благоприятным был 2021 г. ($I_j=1,1$): у 7 образцов льна-долгунца получен средний номер длинного трепанного волокна 12 при среднесортном значении признака 11.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что в формировании показателей содержания общего и длинного волокна основное влияние оказывал генотип, а на продуктивность – условия года (таблица 2).

В среднем за 2021–2023 гг. урожайность тресты у образцов коллекции льна-долгунца варьировала от 331,1 г/м² (ВИР-3) до 677,2 г/м² (л. Сальдо × Могилевский (BIL1083)). В качестве источников высокой урожайности тресты вы-

делены российские образцы л. Сальдо × Могилевский (BIL1081) и л. Сальдо × Могилевский (BIL1083), которые на 7,8 % и 32,3 % соответственно превосходили наиболее продуктивный контроль Надежный (511,7 г/м²) (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние генотипа и условий года на показатели продуктивности и качества льнопродукции в коллекции льна-долгунца (среднее за 2021–2023 гг.)

Признак		Генотип	Год	Взаимодействие факторов	Случайная изменчивость
Урожайность	тресты	28,6	42,5	13,1	15,8
	общего волокна	24,3	51,0	12,1	12,6
	длинного волокна	27,3	53,7	13,0	6,1
Содержание волокна	общего	49,0	24,4	19,4	7,2
	длинного	54,5	26,9	15,8	2,8
Номер длинного трепаного волокна		33,2	42,9	–	23,9

Таблица 3 – Характеристика образцов коллекции, выделившихся по показателям продуктивности и качества волокна (среднее за 2021–2023 гг.)

Образец	Урожайность, г/м ²			Содержание волокна, %		Номер длинного трепаного волокна
	тресты	общего волокна	длинного волокна	общего	длинного	
Ярок (к.)	470,0	126,7	92,4	26,9	19,7	9
Стойкий (к.)	450,0	145,0	112,2	31,6	23,9	9
Надежный (к.)	511,7	163,7	117,8	31,2	21,5	10
Алсей	500,0	145,1	92,8	28,9	17,4	10
Могилевский	476,1	141,0	97,8	29,4	19,9	11
Порт-5	508,9	139,0	91,1	27,5	17,4	11
Рубеж	478,3	152,7	109,4	31,8	22,0	11
Днепровский	456,7	139,4	95,6	29,1	19,4	10
Avian	428,9	147,1	122,2	34,1	28,0	9
Lisette	402,2	143,4	112,8	35,2	27,3	9
Г-1407-7-28	402,2	129,1	103,9	31,2	25,2	9
л. Сальдо × Могилевский (BIL1081)	551,7	136,4	95,0	24,9	17,3	11
л. Сальдо × Могилевский (BIL1083)	677,2	156,7	127,8	23,6	18,9	12
<i>HCP₀₅ (сорт)</i>	59,28	18,24	12,69	1,60	1,19	0,72
<i>HCP₀₅ (год)</i>	21,89	6,73	4,68	0,59	0,44	0,27
<i>HCP₀₅</i>	102,68	31,59	21,97	2,77	2,07	1,25

Урожайность общего и длинного волокна находились в пределах 83,3–163,7 г/м² и 48,3–127,8 г/м² соответственно. В среднем за годы исследований по анализируемым показателям не выявлено образцов льна-долгунца, достоверно превосходящих контроль Надежный. Наиболее продуктивными по урожайно-

сти общего волокна были Рубеж, л. Сальдо × Могилевский (BIL1083); по урожайности длинного волокна – Avian и л. Сальдо × Могилевский (BIL1083).

Согласно классификатору вида *Linum usitatissimum* L. [11] с высоким содержанием общего волокна выделено 5 образцов (Алей, Днепровский, Могилевский, Г-1407-7-28, Рубеж) и очень высоким 2 образца (Avian, Lisette). Содержание длинного волокна в среднем за годы изучения варьировало от 9,7 % (Flax of Heilonjiang N14) до 28,0 % (Avian). В качестве источников высокого содержания длинного волокна выделено 3 образца льна-долгунца: Г-1407-7-28, Lisette, Avian.

По результатам инструментальной оценки качества длинного трепаного волокна, проведенной в аккредитованной лаборатории качества льнопродукции РУП «Институт льна», в селекции на повышение показателей качества длинного трепаного волокна выделены генотипы с номерами 11 (Могилевский, Порт 5, Рубеж, л. Сальдо × Могилевский (BIL1081)) и 12 (л. Сальдо × Могилевский (BIL1083)).

Заключение

В результате проведенного анализа установлено, что в формировании показателей содержания волокна основное влияние имеет генотип, а продуктивности – условия года. Для дальнейшей селекционной работы в качестве источников выделены по урожайности тресты л. Сальдо × Могилевский (BIL1081), л. Сальдо × Могилевский (BIL1083); урожайности общего волокна Рубеж, л. Сальдо × Могилевский (BIL1083) и длинного волокна Avian, л. Сальдо × Могилевский (BIL1083); содержанию общего волокна Avian, Lisette, Алей, Днепровский, Могилевский, Рубеж, Г-1407-7-28 и длинного волокна Г-1407-7-28, Lisette, Avian. Обобщающим показателем качества прядильного льна является средний номер волокна, по которому в качестве источников признака (номера 11 и 12) при вовлечении в рекомбинации целесообразно использовать образцы Могилевский, Порт 5, Рубеж, л. Сальдо × Могилевский (BIL1081) и л. Сальдо × Могилевский (BIL1083).

Литература

1. Крепков, А. П. Лен-долгунец в Сибири / А. П. Крепков // СО РАСХН, ТГСХОС. – Томск : ТГУ, 2004. – 168 с.
2. Черников, В. Г. Влияние факторов окружающей среды на урожай и качество льняного сырья / В. Г. Черников, Р. А. Ростовцев, Н. А. Кудрявцев, И. В. Ушаповский, Р. А. Попов, С. С. Скворцов // Вестник аграрной науки. – 2020. – Вып. 5 (86). – С. 3–10.
3. Кадыров, М. А. Изменение климата Беларуси – новые задачи для растениеводства и селекции / М. А. Кадыров, А. А. Зубкович, М. А. Дашкевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2014. – Вып. 50 – С. 284–296.
4. Степин, А. Д. Оценка перспективных линий льна-долгунца селекционного сортосыпания по основным хозяйственно ценным признакам адаптивности / А. Д. Степин, М. Н. Рысев, Т. А. Рысева, С. В. Уткина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 4. – С. 450–462.

5. Богдан, В. З. Генофонд, методы и результаты селекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) в Республике Беларусь : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / В.З. Богдан ; НППЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2024. – 47 с.
6. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2011. – 13 с.
7. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы : принят 02.04.2012 : вступ. в силу 03.04.2012. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.
8. Агрометеорологический бюллетень / ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»; начальник Т.С. Гомонова, 2023 г.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ : метод. рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапего. – Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1984. – 24 с.
11. Классификатор льна (*Linum usitatissimum* L.) // В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2012. – 14 с.

EVALUATION OF FIBRE FLAX ACCESSIONS FOR YIELD AND QUALITY OF FLAX PRODUCTS

M.A. Litarnaya, V.Z. Bogdan, T.M. Bogdan, S.A. Ivanov

The paper presents the results of studying 22 accessions of fibre flax. The influence of the year conditions on the formation of yield indicators of retted straw and fibers, as well as fiber quality is established. The sources for practical breeding purposes are identified: l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1081), l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1083) (retted straw yield); Rubezh, l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1083) and Avian, l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1083) (yields of total and long fiber respectively); Avian, Lisette, Aley, Dneprovsky, Mogilyovsky, G-1407-7-28, Rubezh and G-1407-7-28, Lisette, Avian (the content of total and long fiber respectively). When involving long frayed fiber in recombination to improve the quality, it is advisable to use the accessions Mogilyovsky, Port 5, Rubezh, l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1081) and l. Saldo × Mogilyovsky (BIL1083) with the average numbers 11 and 12 respectively.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Скируха А.Ч., Грибанов Л.Н., Усень А.А., Тупик С.И., Лысенкова С.А.</i>	4
Урожайность ячменя в звене зернового севооборота в зависимости от способов использования пожнивной культуры и соломы предшественника при разных системах удобрений	
<i>Пучко Е.А., Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Булавина Т.М.</i>	12
Продуктивность звена зернопропашного севооборота и экономическая эффективность защиты посевов от сорняков	
<i>Пучко Е.А., Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Булавина Т.М.</i>	20
Экономическая эффективность возделывания рапса в звене зернопропашного севооборота	
<i>Шкраба Е.А., Лукьянюк Н.А.</i>	31
Эффективность применения гербицида Пилот Плюс, СК в посевах сахарной свеклы	
<i>Шкраба Е.А., сонскатель, Лукьянюк Н.А.</i>	39
Эффективность баковых смесей гербицидов в технологии CONVISO® SMART в контроле падалицы рапса (Cleafield)	
<i>Крицкий М.Н., Евсеенко М.В., Шор В.Ч.</i>	47
Биологическая и хозяйственная эффективность гербицида Морион, СК при защите посевов гороха от сорной растительности	
<i>Володькина Л. В., Боровик А. А., Черепок И. А.</i>	56
Биологическая и хозяйственная эффективность гербицида Глобал, ВР на беспокровных посевах люцерны посевной	
<i>Бруй И.Г., Холодинский В.В., Клочкова О.В., Соболевская Н.В., Привалов Ф.И.</i>	62
Эффективность применения гербицида Версия, МД при возделывании кукурузы	
<i>Клочкова О.В., Холодинский В.В., Бруй И.Г.</i>	68
Сравнительная эффективность применения микроудобрений при предпосевной обработке семян люпина узколистного	
<i>Пилук Я.Э., Лукашевич Т.Н., Решетник Е.П., Бородько А.А., Шаповалов А.В.</i>	74
Эффективность морфорегуляторов в весенний период вегетации рапса озимого	
<i>Храмченко С.Ю., Пилук Я.Э.</i>	81
Влияние сроков сева, уровня азотного питания и регуляторов роста на основные элементы структуры урожайности рапса ярового	
<i>Бруй И.Г., Холодинский В.В., Шанбанович К.С., Титова А.Н.</i>	89
Эффективность применения фунгицида Оскар, КЭ на посевах рапса озимого	
<i>Гайдарова С.А., Запрудский А.А., Привалов Д.Ф., Яковенко А.М.</i>	94
Вредность фитофагов в посевах озимой сурепицы в Беларуси	
<i>Маслинская М.Е., Кабашикова Л.Ф., Савельев Н.С., Черехулина Е.В.</i>	103
Накопление фотосинтетических пигментов в растениях льна масличного при применении препаратов биологического происхождения	

<i>Терлецкая Н.Ф., Е.Р. Клыга, Антонюк А.С.</i>	Оценка продуктивности трех-компонентных травостоев с кострцом безостым	111
<i>Клыга Е.Р., Ольшевская Н.Б., Никитина Т.М.</i>	Формирование урожайности зеленой массы злаковых и бобово-злаковых травостоев на различных фонах азотного питания	119
<i>Яковчик Н.С., Зенькова Н. Н., Ганущенко О.Ф., Зенькова О.В.</i>	Влияние технологических приемов на скорость влагоотдачи при проявлении многолетних бобовых трав	127

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

<i>Гриб С.И., Матыс И.С., Маркевич И.М.</i>	Формирование, сохранение и результаты использования генетических ресурсов растений национального банка семян в селекции растений	140
<i>Крицкий М.Н., Матыс И.С.</i>	Формирование и сохранение коллекций генетических ресурсов зернобобовых растений	147
<i>Урбан Э.П., Гордей С.И.</i>	Создание адаптивных сортов и гибридов F ₁ озимой ржи	153
<i>Кравцов В.И., Шиманский Л.П.</i>	Оценка и отбор селекционного материала кукурузы по признакам жароустойчивости	159
<i>Власов А.Г., Носкевич М.Ф., Булавина Т.М.</i>	Оценка селекционного материала овса по засухоустойчивости в лабораторных условиях	170
<i>Гриб С.И., В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк, М.М. Лаптенюк</i>	Зависимость урожайности зерна сортов тритикале озимого от высоты растений	177
<i>Сацюк И.В., Кот В.В., Ардашникова А.А., Трушко В.Ю., Ковтун Р.Н.</i>	Результаты изучения перспективных сортообразцов озимой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.) по урожайности и качеству зерна	184
<i>Кот В.В.</i>	Изучение фракционного состава семян у различных сортов озимой тритикале	191
<i>Крицкий М.Н., Долгова Е.Л., Анисимова Н.В., Козловский А.А., Юшкевич И.В.</i>	Совершенствование методики селекции люпина по признаку «содержание алкалоидов в зерне»	198
<i>Чекель Е.И., Володькина Л.В., Боровик А.А., Черепок И.А.</i>	Кормовая и семенная продуктивность нового раннеспелого сорта клевера лугового Ятвяг	205
<i>Столепченко В.А., Беляй О.М.</i>	Результаты отбора устойчивых к болезням сортообразцов фестулолиума овсяничного морфотипа на инфекционном фоне	212
<i>Будько А.С., Лужинская Н.А., Кошечкина А.Т.</i>	Оценка адаптивного потенциала новых сортов гречихи различной плоидности	218
<i>Пиллюк Я. Э., Батюкова А. Н.</i>	Уровень гетерозиса и трансгрессивная изменчивость признаков гибридов F ₁ и F ₂ в селекции рапса ярового	224
<i>Пиллюк Я.Э., Батюкова А.Н., Бакановская А.В., Пикун О.А.</i>	Результаты изучения сортообразцов рапса ярового по признаку «устойчивость к поле-	231

ганию»

Литарная М.А., Богдан В.З., Богдан Т.М., Иванов С.А. Результаты оценки образцов коллекции льна-долгунца по урожайности и качеству льнопродукции 237

Научное издание

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 61

Дизайн обложки *Н. П. Засулевич*
Ответственный за выпуск *Т. М. Булавина*

Подписано в печать 20.06.2025 г. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 14,35.

Тираж 100 экз. Заказ 414.

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.

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.

