

Литература

1. Общая и сельскохозяйственная энтомология. / Н.В. Бондаренко, С.М. Пospelов, М.П. Персов, 1991 – 428 с.
2. Пикун, П.Т. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав / П.Т. Пикун [и др.]; под общ. ред. П.Т. Пикун. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 283 с.
3. Миренков, Ю.А. Защита полевых культур от вредителей, болезней и сорной растительности: учеб.-метод. пособие / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич. – Горки: БГСХА, 2009. – 132 с.
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 155 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

EFFICIENCY OF INSECTICIDE PROTECTION OF SEED GRASS OF MID-RIPENING RED CLOVER VARIETY OF VITEBCHANININ

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

The results of the study on the efficiency of insecticide protection of mid-ripening red clover seed grass var. Vitebchanin are presented in the article. It has been established that when the economic threshold of pest infestation is reached, treatment of red clover grass with Fastac, EC and Theja, SC insecticides leads to the decrease of clover seed weevil number by 83.7-88.9 % and alfalfa plant bug number by 79.0-90.2 %. The damage of red clover inflorescences by clover seed weevil larvae was reduced by 85.1-86.6 %. Seed yield increase made up 0.89-1.02 q/ha or 52.1-59.1 %.

УДК 633.358:633.367.367.2:631.5

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ЗЕРНО ГОРОХА И ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ

В.В. Конончук¹, доктор с.-х. наук, **С.М. Тимошенко**¹, кандидат с.-х. наук, **В.Д. Штырхунов**¹, кандидат с.-х. наук, **Р.Р. Усманов**², доктор с.-х. наук, **Т.М. Назарова**¹, кандидат с.-х. наук, **Е.А. Тулинова**¹, кандидат биол. наук

¹ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»

²ФГБОУ высшего образования РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

143026 Московская обл., г. Одинцово, р.п. Новоивановское,

ул. Агротехников д.6, тел. 8 (985) 969 76 72, e-mail vadimkononchuk@yandex.ru

(Дата поступления статьи в редакцию 28.02.2024)

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

Аннотация. В Центральном Нечерноземье России в условиях переувлажнения среднекультуренная дерново-подзолистая почва среднесуглинистого гранулометрического состава с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием урожайность зерна гороха и пелюшки макси-

мального уровня 4,6–5,7 т/га формировалась при внесении под зябь $P_{80}K_{110}$ или $N_{30}P_{80}K_{110}$ по фону инсектофунгицидной защиты с добавлением биостимуляторов. При умеренной засушливости (ГТК 1,02) урожайность снижалась на 30–35 % или до 3,2–3,7 т/га.

Для люпина узколистного детерминантного типа предпочтительнее засушливые условия (ГТК 0,85–1,02) или нормальное увлажнение (ГТК 1,33), обеспечившие получение от 3,5–3,6 т/га до 4,6–4,8 т/га зерна по фону полной защиты растений при внесении $P_{60}K_{60}$ и $N_{50}P_{60}K_{60}$.

Умеренно засушливые условия (ГТК 1,16) с недостатком осадков в период формирования и налива зерна (июнь – первые две декады июля) или избыточное увлажнение (ГТК 2,24) обеспечивали получение 3,2–3,4 т/га зерна также по фону полной защиты растений в варианте $N_{50}P_{60}K_{60}$ с применением биостимуляторов.

Азотфиксирующая способность гороха и пелюшки в оптимальных по урожайности и показателям продуктивности вариантах удобрений характеризовалась высокими величинами коэффициента N_2 фиксации – от 0,6–0,7 до 0,8 независимо от условий увлажнения, люпина узколистного – от 0,40–0,60 до 0,70–0,78.

Ключевые слова: горох, люпин узколистный, продуктивность, азотфиксация, агротехнология, климат, дерново-подзолистые почвы, Россия.

Чистые и смешанные посевы зернобобовых культур традиционно используются в полевом кормопроизводстве для приготовления высокобелковых и сбалансированных по протеину и энергии концентрированных, а также объемистых кормов. В регионе Центрального Нечерноземья России, территориально объединяющем 12 областей вокруг Москвы, площади их посева невелики и по состоянию на конец 2022 г. составляли всего 450 тыс. га или 6,4 % общей площади посева всех культур. Это связано с низкой их востребованностью у сельхозтоваропроизводителей, обусловленной медленным восстановлением молочного стада после экономических потрясений 90-х годов. При этом соя занимала 314 тыс. га (70 %), горох – 106 тыс. га (24 %), а на люпин и вику приходилось 28,8 тыс. га (6 %).

По урожайности зерна культуры располагались в следующем убывающем ряду: горох – 26,5 ц/га, люпин – 18,8 ц/га, вика яровая – 16,0 ц/га, соя – 11,3 ц/га [1, 2]. Это свидетельствует о потенциальных возможностях люпина, главным образом, узколистного наравне с горохом занять лидирующие позиции по производству высокобелковой продукции для потребностей животноводства, особенно с учетом повышения биоразнообразия полевых агроценозов в изменяющемся климате региона.

У сои, даже у ее северного экотипа, перспективы невелики, несмотря на высокую маржинальность. И только южнее линии Калуга – Тула – Рязань она может с успехом возделываться в качестве источника кормового белка.

Стабильность зерновой продуктивности зернобобовых культур значительно ниже в сравнении с зерновыми колосовыми вследствие биологических осо-

бенностей и влияния погодного фактора, обусловленного глобальными изменениями климата. Поэтому первостепенной задачей земледелия на современном этапе применительно к группе зернобобовых является совершенствование элементов технологии их возделывания, направленных на снижение зависимости урожая от биотических и абиотических стрессовых факторов (погода, пестициды, увлечение мелкими обработками почвы и др.).

Поскольку (и это будет показано ниже) продуктивность зернобобовых тесно связана с их способностью к азотфиксации, применение небольших (30–45 кг/га) «стартовых» доз азотного удобрения перед посевом рекомендуется для ускорения формирования бобово-ризобияльного симбиоза и его стабильного функционирования в процессе формирования урожая, в первую очередь, – в стрессовых ситуациях [3, 4]. Другим, стабилизирующим ростовые процессы фактором, является использование стимуляторов химического и биологического происхождения, получившее распространение в последние 15–20 лет [5–7]. Они более экологичны, не провоцируют нитрификацию в почве, повышают иммунитет и стрессоустойчивость растений.

В связи с вышеизложенным, цель исследования – совершенствование технологии возделывания гороха, пелюшки и люпина узколистного в чистых посевах на зерно для повышения продуктивности в изменяющемся климате Центрального Нечерноземья РФ.

Объекты, условия и методы исследования

Исследования проводили в 2016–2023 гг. в краткосрочных полевых опытах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве неподалеку от аэропорта «Внуково». Предшественник – яровые зерновые. Способ основной обработки почвы – вспашка на 20–22 см. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке.

Весной (2–4 листа культуры) в пахотном (0–20 см) слое содержалось: гумуса 1,45–2,0 %, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 165–350 мг/кг и 140–320 мг/кг почвы соответственно, pH_{KCl} 4,6–6,5, H_r – 1,17–3,65 мг-экв/100 г, что указывает на среднюю окультуренность с повышенной и высокой обеспеченностью элементами питания. Плотность сложения в слоях почвы 0–20 см, 20–40 см и 40–60 см в первой половине вегетации культур находилась в пределах 1,16–1,20, 1,28–1,35, 1,38–1,50 г/см³ соответственно.

В опытах с сортами гороха и пелюшки *Немчиновский 100*, *Немчиновский 50* и *Флора 2* (2016–2018 гг.) изучали эффективность возрастающих доз азота (30 и 45 кг/га N), вносимых перед посевом на фоне $P_{80}K_{110}$, по влиянию на азотфиксацию, урожайность зерна, выход протеина и обменной энергии. Норма высева – 1,4–1,5 млн/га.

В опытах с люпином узколистным детерминантного типа (2018–2023 гг.) изучали влияние на азотфиксацию и продуктивность гербицидной защиты (\pm , фактор А), удобрений ($P_{60}K_{60}$, $N_{50}P_{60}K_{60}$, фактор В), нормы высева люпина (фактор С).

Во всех опытах (кроме люпина в 2021 г.) применяли биологически активные препараты при протравливании семян и по вегетации. В 2016–2020 гг. фоном использовали Гумистим Старт, в 2022–2023 г. – комплекс жидких биостимуляторов органической природы производства «Лебозол Дюнгер ГмбХ» (Германия), поставляемых в СНГ ООО «Лебозол-Восток» [8].

Опыты с горохом закладывали по методу организованных повторений. Площадь делянки 80 м², повторность 4-х кратная. В опыте с люпином использовали метод расщепленной делянки. Повторность – 4-х кратная. Общая площадь делянки – 1152 м², в том числе – первого порядка – 576 м², второго – 288 м², третьего – 96 м².

При закладке полевых экспериментов, проведении учетов, наблюдений, статистической обработке результатов пользовались рекомендациями, изложенными в общеизвестных руководствах (Доспехов, 1985) [9], (Федин, 1985) [10], (Трепачев, 1999) [11]. Концентрацию обменной энергии в товарной части урожая рассчитывали по формулам, приведенным в Методических указаниях по оценке качества и питательности новых видов кормов (Сычев, Лепешкин, 2009) [12].

Влажность почвы и растений определяли методом весового термостатирования, концентрацию протеина в зерне – умножением $N_{\text{общ}}$ на 6,25.

Агрохимические анализы почвы и растений проводили в сертифицированной лаборатории массовых анализов института по методикам и ГОСТам, принятым в Агрохимической службе.

Из удобрений в разные годы использовали аммиачную селитру (34,4 % N), аммофос (8:52), бесхлорное калийное удобрение (56 % K₂O), а также сложные удобрения производства ООО «ФосАгро» РК (S) 20:20(2) и НРК (S) 8:20:30(2).

Горох в опытах выращивали по безгербицидной технологии. Для протравливания семян применяли Фундазол, Дивиденд Стар, Максим XL, по вегетации – баковую смесь из фунгицида Колосаль Про и инсектицида Данадим или Борей Нео.

Защита растений люпина включала протравливание семян указанными выше препаратами, на второй день после посева обработку поля гербицидами почвенного действия Гезагард, КС (2018–2019 гг.), Камелот, СЭ (2020–2021, 2023 гг.), Лазурит, СП (2022 г.), по вегетации – Дясои, ВК или Пивот, ВК (2016–2018 гг.), граминцид Миура, КЭ рекомендованными нормами. В качестве культур сравнения при изучении параметров N₂-фиксации высевали пшеницу яровую *Злата*, *Лиза* или *Агата*, ячмень яровой *Надежный* или *Московский 86*, овес пленчатый *Яков*, *Залл*, голозерный *Азиль*. Посев проводили сеялкой Amazone D9 с глубиной заделки семян 3–5 см. При предпосевной подготовке почвы использовали комплексный агрегат типа РВК-3,6. Учет урожая – сплошной поделяночный прямым комбайнированием с использованием селекционного комбайна Wintersteiger.

В данной статье приведены результаты по оптимальной норме высева люпина 1,6 млн/га.

Гидротермические условия (ГТК) вегетационного периода гороха и люпина (май – 20 августа) в 2016–2023 гг. существенно отличались от средней многолетней величины (1,48). Вегетационные периоды 2016–2017 гг. и 2020 г. характеризовались избыточным увлажнением (ГТК 2,15–2,24), а в 2018–2019 гг. и в 2021–2022 гг. проявлялась в разной степени выраженная засушливость (ГТК 0,85–1,02), 2023 г. по этому показателю был близок к средней многолетней величине (1,33) – нормальное увлажнение (таблица 1).

Таблица 1. Гидротермические условия периода активной вегетации гороха и люпина узколистного (01.05-20.08) (По данным АМС «Немчиновка» и аэропорта «Внуково»)

Месяц, декада		Год								
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	среднее
Май	1	0,17	5,86	0,31	2,77	0,76	5,25	0,82	0,82	1,32
	2	2,49	1,78	1,69	0,24	0,82	0,53	1,63	0,23	1,44
	3	1,96	1,03	0	0,47	8,49	1,87	3,25	1,33	1,39
Июнь	1	1,60	1,55	1,59	0,04	3,63	1,08	0,51	1,40	1,41
	2	1,09	2,70	0,24	0,79	2,24	1,06	1,42	0,11	1,38
	3	0,79	4,44	0,96	2,49	0,92	0,88	0,10	2,77	1,53
Июль	1	1,21	5,71	2,66	0,42	3,58	0,55	1,09	0,40	1,67
	2	4,62	1,05	2,68	1,87	2,66	0,25	1,08	2,02	1,49
	3	1,40	0,51	0,29	0,32	1,81	0,88	0,82	3,81	1,43
Август	1	1,99	1,04	0,08	1,88	0,43	1,20	0,09	0	1,51
	2	9,48	0,49	1,00	0,60	0,45	1,80	0,01	0,71	1,64
01.05-20.08		2,15	2,17	1,02	0,99	2,24	1,16	0,85	1,33	1,48

Во все годы исследований как в начале, так и в середине или в конце вегетации наблюдались волны тепла и холода, сопровождавшиеся выпадением большого или меньшего количества осадков, что оказывало влияние на азотфиксирующую способность растений, зерновую и белковую продуктивность.

Результаты и обсуждение

Полевые опыты с сортами посевного гороха усатого типа и пелюшки полулисточкового типа показали, что в засушливых условиях (ГТК 1,02) при высокой азотфиксации (Кф 0,58–0,76) посевной горох обеспечивал формирование от 3,00 до 3,35 т/га зерна с накоплением в нем порядка 0,7–0,8 т/га сырого протеина и 38–43 ГДж/га обменной энергии. Изучаемый сорт пелюшки уступал в среднем 16–19 % в зависимости от показателя (таблица 2).

Реакция видов и сортов гороха на избыточное увлажнение (ГТК 2,15–2,17) при снижении азотфиксации (Кф) до 0,44–0,61 определялась характером распределения температуры и осадков в середине вегетации. Если в этот период (июнь – середина июля) при количестве осадков, близком или выше нормы, наблюдалось существенное повышение температуры от +3 до +7–12 ° к средней многолетней (2016 г.), то такие условия были наиболее благоприятными для пелюшки, которая формировала максимальную урожайность в среднем более 4,5 т/га и накоплением 1,0 т/га сырого протеина, 59 ГДж/га обменной энергии.

Таблица 2. Влияние гидротермических условий вегетационного периода на продуктивность сортов посевного и полевого гороха (среднее по вариантам удобрения)

Показатель	Гидротермический коэффициент (ГТК)									
	1,02 (2018 г.)			2,15 (2016 г.)			2,17 (2017 г.)			
	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2	
Урожайность зерна, т/га	3,00	3,35	2,64	3,04	2,89	4,61	3,75	4,56	2,87	
Коэффициент N ₂ -фиксации	0,58	0,71	0,76	0,61	0,61	0,44	0,53	0,54	0,48	
Накопление протеина, т/га	сырого	0,68	0,78	0,61	0,73	0,63	1,00	0,83	1,05	0,65
	переваримого	0,55	0,63	0,48	0,59	0,51	0,80	0,66	0,84	0,52
Обменная энергия, ГДж/га	38,0	43,2	33,7	39,2	36,9	59,0	48,0	58,7	36,9	
Обеспеченность 1 кг зерна	сырым протеином, г	227	233	231	240	218	217	221	230	226
	обменной энергией, МДж	12,7	12,9	12,8	12,9	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9

Продуктивность посевного гороха уменьшалась при этом на 37–38 % у сорта *Немчиновский 50* и на 27–34 % у сорта *Немчиновский 100*.

Если же в середине лета осадков выпадало выше нормы при пониженном температурном режиме (–0,7...3,0 °С), урожайность посевного гороха характеризовалась максимальными величинами (3,75–4,56 т/га) с накоплением сырого протеина и энергии соответственно 0,83–1,05 т/га и 48–59 ГДж/га с преимуществом у сорта *Немчиновский 50*. Пелюшка *Флора 2* уступала ему 37–38 % в зависимости от показателя (таблица 2).

Следует отметить, что независимо от гидротермических условий возделывания, при достигнутой продуктивности зерно всех рассматриваемых сортов и видов гороха превышало установленные нормативные требования оценки качества и питательности энерго-протеиновых концентратов [13].

Влияние предпосевного внесения возрастающих в диапазоне 30–45 кг/га доз азота на урожайность зерна, продуктивность гороха и пелюшки находилась в зависимости от условий увлажнения в течение активной вегетации. В засушливых условиях (2018 г.) сорта посевного гороха формировали наиболее высокую урожайность зерна 3,2–3,5 т/га с накоплением в ней 0,7–0,8 т/га сырого протеина и 40–45 ГДж/га обменной энергии без внесения азотного удобрения по фону P₈₀K₁₁₀. Потребность в азоте при этом на 70–81 % удовлетворялась за счет симбиотической N₂-фиксации. В тоже время, пелюшке для формирования урожайности зерна и показателей продуктивности такого же или близкого уровня (3,69 т/га, 0,86 т/га и 47,6 ГДж/га) требовалось предпосевное внесение не менее 45 кг/га N на фоне P₈₀K₁₁₀ (таблица 3).

В условиях переувлажнения направленность, степень влияния удобрений и уровень продуктивности культур находился в соответствии с температурным режимом, складывавшемся в середине лета.

Таблица 3. Влияние азота удобрений на продуктивность сортов посевного и полевого гороха в умеренно засушливых условиях 2018 г. (ГТК 1,02)

Показатель	P ₈₀ K ₁₁₀			N ₃₀ P ₈₀ K ₁₁₀			N ₄₅ P ₈₀ K ₁₁₀		
	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2	Немчиновский 100	Немчиновский 50	Флора 2
Урожайность зерна, т/га	3,23	3,51	1,95	2,75	3,07	2,27	3,01	3,48	3,69
HCP ₀₅							0,30	0,16	0,22
Коэффициент N ₂ -фиксации	0,70	0,81	0,79	0,54	0,66	0,67	0,50	0,66	0,73
Накопление протеина, т/га	сырого	0,74	0,82	0,45	0,62	0,72	0,51	0,67	0,80
	переваримого	0,60	0,66	0,36	0,50	0,58	0,40	0,54	0,64
Обменная энергии, ГДж/га	39,8	45,2	24,2	35,3	39,6	29,2	38,9	44,8	47,6
Обеспеченность 1 кг зерна	сырым протеином, г	229	234	231	226	234	225	223	230
	обменной энергией, МДж	12,3	12,9	12,4	12,8	12,9	12,9	12,9	12,9

При повышенных среднесуточных температурах (+3,0...12,0 °С) к средней многолетней величине (2016 г.) все изучаемые виды и сорта гороха обеспечивали максимум урожайности зерна от 3,38–3,69 т/га до 4,86 т/га (с преимуществом у пелюшки) и показателей продуктивности в варианте, свободном от азота (P₈₀K₁₁₀). Предпосевное внесение азота в дозах N₃₀₋₄₅ снижало показатели продуктивности от 5–21 % до 10–40 % соответственно по указанным дозам N (таблица 4).

При пониженном температурном режиме (–1,5...3,8 °С) к средней многолетней (2017 г.) проявлялась видосортная специфичность культур по реакции на внесение азотного удобрения. Сорт посевного гороха *Немчиновский 50* обеспечивал максимальную урожайность зерна (5,68 т/га), сбор сырого протеина и энергии (1,34 т/га и 73,3 ГДж/га) на естественном азотном фоне в варианте осеннего внесения P₈₀K₁₁₀. Для сорта *Немчиновский 100* предпочтительнее был вариант полного минерального удобрения N₃₀P₈₀K₁₁₀, обеспечивший получение 4,62 т/га зерна с накоплением в нем 1,02 т/га сырого протеина и 59,2 ГДж/га обменной энергии. Сорт полевого гороха *Флора 2* при этом был наименее продуктивным.

Для получения максимальной урожайности (3,62 т/га) при накоплении в нем 0,69 т/га сырого протеина и 41,6 ГДж/га обменной энергии ему требовалось внесение N₄₅P₈₀K₁₁₀. Следует отметить, что в оптимальных по продуктивности вариантах у сортов посевного гороха основным источником азотного питания растений был симбиотически связанный азот, доля которого в биомассе составляла от 58 % до 64–72 % (Кф 0,58 и 0,64–0,72). Пелюшка в условиях повышенного температурного режима на 56 % удовлетворяла потребности в азоте за счет фиксации из атмосферы, а при пониженном – за счет почвы и удобрений (Кф 0,21), переходя на автотрофный тип питания этим элементом (таблица 4).

Следовательно, учитывая отмеченные особенности реакции гороха на применение удобрений в равных метеорологических условиях вегетационного периода, и принимая во внимание отсутствие получения достоверного прогноза погоды на весенне-летний период от гидрометеослужбы, в хозяйствах животноводческого направления необходимо иметь посевы расширенного видового разнообразия, различающихся по реакции на погодный фактор и применение удобрений, в первую очередь – азотных. Это поможет стабилизировать производство собственных высокобелковых концентрированных кормов на более высоком уровне и уменьшить себестоимость конечной продукции.

В опыте также установлено, [14], что при массе растительных остатков 4,5–7,3 т/га с поправкой на полноту учета 1,4 в оптимальных по продуктивности вариантах в засушливых условиях и накоплении в них от 40 до 73 кг/га биологического азота, а в условиях высокого увлажнения – 8,22–10,27, 76–93 кг/га, обогащение почвы $N_{\text{биол.}}$ составило 4–36 кг/га и 24–39 кг/га соответственно по условиям увлажнения.

Для люпина узколистного детерминантного типа наиболее благоприятные гидротермические условия в течение активной вегетации создавались при ГТК от 0,85 до 1,02 (умеренная засушливость, нормальное увлажнение). При этом урожайность зерна в среднем по опыту находилась в пределах 3,67–4,08 т/га, накопление сырого протеина – 1,27–1,32 т/га, обменной энергии – 48,0–53,6 ГДж/га. Усиление засушливости в период формирования и налива зерна (июль 2021 г.) приводило к снижению урожайности в среднем до 2,66 т/га (–28...35 %), продуктивности – на 28–42 % в зависимости от показателя, как и переувлажнение (ГТК 2,24, 2020 г.), когда при меньшей урожайности, равной в среднем 2,53 т/га, сбор сырого протеина уменьшался на 31–35 %, накопление обменной энергии – на 30–37 % (таблица 5).

В последнем случае азот удобрений на фоне гербицидной защиты обеспечивал получение наиболее высокой урожайности 3,42 т/га зерна с накоплением более 1 т/га сырого протеина и до 46 ГДж/га обменной энергии или +15 %, 20 % и 20 % соответственно к аналогичным величинам в варианте $P_{60}K_{60}$.

В засушливых условиях 2021 г. азот в дозе 50 кг/га также способствовал росту урожайности зерна до 3,23 т/га (+26 %), накопления протеина до 0,98 т/га (+32 %), обменной энергии – до 42,6 ГДж/га (+27 %) (таблица 5).

В условиях, близких к средним многолетним значениям (ГТК 1,33), предпосевное внесение азота было не эффективно, но в сочетании с гербицидной защитой на фоне биостимуляции способствовало получению максимальной урожайности 4,82 т/га. Эффект взаимодействия факторов при этом составил 25 %, а сумма отдельных эффектов – 19 %. Разница, указывающая на наличие синергизма взаимодействия факторов, составила 6 %.

Независимо от складывающихся погодных условий в течение активной вегетации люпина узколистного наблюдалось хорошо выраженное положительное влияние гербицидной защиты как на урожайность зерна, так и на продуктивность, усиливающееся по мере повышения влагообеспеченности.

Таблица 5. Влияние удобрений и гербицидов на продуктивность и азотфиксирующую способность люпина узколистного при разных метеорологических условиях

Показатель	2022 г.		2019 г.	2018 г.	2021 г.	2023 г.	2020 г.				
	ГТК 0,85		ГТК 0,99	ГТК 1,02	ГТК 1,16	ГТК 1,33	ГТК 2,24				
	-	+	+	+	-	-	+				
Доза и сочетание удобрений, кг/га, фактор «А»	использование гербицидов, - / +, фактор «В»										
Урожайность, т/га	R ₆₀ K ₆₀	4,37	3,46	3,56	2,50	4,03	4,17	1,98	2,98		
	N ₅₀ R ₆₀ K ₆₀	3,55	4,57	3,26	2,91	2,36	3,33	4,82	1,75	3,42	
НСР ₀₅	A=	0,41	0,20	0,26			0,25	0,12		0,28	
	B=	0,36					0,25	0,15		0,28	
	AB=	0,57					0,35	0,20			
Накопление сырого протеина, т/га	R ₆₀ K ₆₀	1,13	1,48	1,16	1,18	0,72	0,74	1,27	1,23	0,73	0,98
	N ₅₀ R ₆₀ K ₆₀	1,06	1,41	0,97	1,02	0,65	0,98	1,05	1,56	0,64	1,18
переваримого	R ₆₀ K ₆₀	0,90	1,18	0,93	0,94	0,56	0,59	1,02	0,98	0,58	0,78
	N ₅₀ R ₆₀ K ₆₀	0,85	1,13	0,78	0,82	0,52	0,78	0,84	1,25	0,51	0,94
Обменная энергия, ГДж/га	R ₆₀ K ₆₀	48,6	57,8	45,5	46,2	32,7	33,5	53,1	54,7	27,3	38,1
	N ₅₀ R ₆₀ K ₆₀	46,6	60,1	39,4	39,6	30,8	42,6	43,9	63,6	24,0	45,8
Коэффициент N ₂ -фиксации	R ₆₀ K ₆₀	0,70	0,64	0,62	0,74	0,50	0,50	0,84	0,90	0	0,22
	N ₅₀ R ₆₀ K ₆₀	0,60	0,59	0,07	0,20	0,38	0,43	0,76	0,78	0	0,07

При этом максимальный эффект от применения комплекса гербицидов наблюдался в условиях избыточного увлажнения, когда люпин замедлял развитие, а сорный компонент, наоборот, получал преимущество в минеральном питании и фотосинтезе (+72 % по урожайности; +59 % и +64 % по сбору протеина и энергии). Влияние этого фактора агротехнологии в засушливых или близких к норме метеоусловиях проявлялось в меньшей степени, но все же было достаточно заметным (+19...26 %) и +21...25 %) (таблица 5).

В годы исследований проявилась четко выраженная связь урожайности зерна с азотфиксирующей способностью (Кф) люпина узколистного как в целом, так и на фоне гербицидной защиты или без нее. Она выражалась уравнениями регрессии в виде полинома 2–4 степени (таблица 6).

Таблица 6. Уравнения регрессии, отражающие связь урожайности зерна люпина узколистного с элементами агротехнологии (2018–2023 гг.)

Исследуемый признак, уравнение	R ²
В целом по всем факторам	0,75
$Y=1,6185x^3 + 0,2386x^2 + 0,8785x + 2,2482$	
На фоне гербицидной защиты	0,60
$Y= -30,595x^4 + 43,171x^3 - 13,224x^2 + 0,3232x + 3,0507$	
Без применения гербицидов	0,91
$Y=1,8404x^2 + 0,8667x + 1,93$	
На фоне сочетания гербицидов и биостимуляторов	0,95
$Y= -21,934x^3 + 30,601x^2 - 9,2524x + 3,7284$	

Согласно уравнениям, увеличение Кф от 0,40 до 0,90 приводило к росту урожайности зерна люпина с 2,74 до 4,42 т/га. При этом величина ее максимального уровня (3,93–4,42 т/га) создавалась при Кф 0,80–0,90.

На фоне гербицидной защиты для получения урожайности в пределах 4,07–4,50 т/га необходимо создавать условия для азотфиксации по величинам Кф не ниже 0,65–0,85. Без использования гербицидов меньшая урожайность 3,62–4,00 т/га создавалась при более высоких величинах Кф – в пределах 0,75–0,85.

При совместном использовании гербицидной защиты и биостимуляторов оптимальный диапазон Кф в пределах 0,50–0,70 обеспечивал получение от 4,01 до 4,72 т/га зерна.

В оптимальных по урожайности вариантах сочетания элементов агротехнологии, обеспечивших в зависимости от условий возделывания получение от 3,2–3,5 до 4,4–4,8 т/га зерна, концентрация сырого протеина и обменной энергии в расчете на 1 кг превышала предусмотренные нормативами величины и составляла 320–339 г и 13,15–13,23 МДж.

В годы исследований при массе растительных остатков люпина, включающих солому, створки бобов, мякину, стерню при высоте среза 10–15 см и корни в слое 0–20 см, в зависимости от условий 3,58–7,54 т/га в оптимальных по урожайности вариантах в почву дополнительно поступало от 0,68 до 1,64 т/га свежего органического вещества, но количество биологического азота в

них от 4–19 до 40–60 кг/га, как правило, не компенсировало вынос почвенного азота отчуждаемой частью урожая. Только в умеренно засушливом 2018 г. при максимальном накоплении растительных остатков 7,54 т/га обогащение почвы $N_{\text{биол.}}$ составило 10 кг/га [14].

Заключение

На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве средней окультуренности сорта гороха и пелюшки Немчиновской селекции наиболее высокую продуктивность на уровне 3,7–5,7 т/га с накоплением от 0,85 до 1,34 т/га сырого, 0,68–1,07 т/га переваримого протеина и 48–73 ГДж/га обменной энергии создавали в условиях повышенного увлажнения, как правило, без внесения азотных удобрений или по наименьшей из изучаемых дозе N_{30} . Потребность в азоте при этом на 58–72 % удовлетворялась за счет фиксации из атмосферы.

Для люпина узколистного детерминантного типа предпочтительнее метеорологические условия, близкие к средним многолетним значениям (ГТК 1,33) или умеренная засушливость (ГТК 0,85–1,02). При сочетании комплексной защиты растений, включающей применение гербицидов почвенного действия, фунгицидов и инсектицидов с обработкой семян и внесением по вегетации биостимуляторов, максимальная урожайность зерна 4,82 т/га и 3,5–4,4 т/га обеспечивалась соответственно по фонам полного минерального удобрения $N_{50}P_{60}K_{60}$ и осеннего внесения $P_{60}K_{60}$, а продуктивность при этом составляла по накоплению сырого протеина 1,56 т/га, переваримого протеина 1,25 т/га и 1,16–1,48, 0,93–1,18 т/га, обменной энергии до 64 ГДж/га и 46–58 ГДж/га соответственно. В этих вариантах потребность растений в азоте за счет азотфиксации удовлетворялась на 71–78 % и на 62–74 %.

В оптимальных по продуктивности вариантах в условиях высокого увлажнения горох и пелюшка накапливали 8,2–10,3 т/га сухой массы растительных остатков, в которых содержалось 76–93 кг/га симбиотически связанного азота, а обогащение им почвы характеризовалось величинами 24–39 кг/га. При их гумификации в почву дополнительно поступало 1,56–1,94 т/га свежего органического вещества.

При меньшей массе растительных остатков люпина 3,6–7,5 т/га в зависимости от условий возделывания и накопления в них от 4–19 до 40–60 кг/га биологического азота, обогащения им почвы не наблюдалось, но за счет гумификации в пахотный слой поступало от 0,68 т/га до 1,64 т/га свежего органического вещества.

Литература

1. Посевные площади Российской Федерации в 2022 году // Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ), Главный Межрегиональный Центр. М.; 2022. (rosstat.gov.ru>storage...posev-4cx_2022.xlsx).
2. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2022 году // Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ), Главный Межрегиональный Центр. М.; 2022. (rosstat.gov.ru>storage...val1_2022.xlsx, Val3_2022.xlsx, val2_2022.xlsx).

3. Милащенко Н.З. (ред.). Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья // Удобрение основных сельскохозяйственных культур. – МПК «Южный Урал», Оренбург, 1993. – С. 492-591.

4. Коломейченко, В.В. Особенности продукционного процесса люпина при внесении минеральных и органических удобрений / В.В. Коломейченко, Н.А. Яковлев // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тез. докл. Международной научно-практической конференции. – Брянск, ВНИИ люпина, 2005. – С. 131-133.

5. Гайнулин, Р.М. Некоторые особенности агротехнологии люпина в лесостепи Поволжья / Р.М. Гайнулин, М.М. Кадыров // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тез. докл. Международной научно-практической конференции. – Брянск, ВНИИ люпина. 2005. – С. 172-175.

6. Косиков, А.О. Некорневые подкормки удобрениями и их совместное использование вместе с фитостимуляторами для повышения продуктивности и адаптивных свойств гороха / А.О. Косиков, Н.Е. Новикова, С.В. Бобков, А.А. Зеленев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1. – С. 5-8.

7. Персикова, Т.Ф. Влияние микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного / Т.Ф. Персикова, М.А. Радкевич // Земледелие и растениеводство. – 2020. – №5(132). – С. 31-35. Республика Беларусь.

8. ООО «Лебозол Восток» Некорневая подкормка. Полевые культуры. – 2020. – 110 с.

9. Слесарева, Т.Н. Применение лигногумата марки АМ при выращивании люпина узколистного / Т.Н. Слесарева, Н.М. Зайцева // Аграрная наука и развитие отраслей сельского хозяйства региона: сб. науч. трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием. – Калуга, 2000. – С. 62-65.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования. 5-е издание. – М.: Колос, 1985. – 352 с.

11. Федин М.А. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1985. – 263 с.

12. Трепачев, Е.П. Агротехнические аспекты биологического азота в современном земледелии // Методы исследования азотфиксирующей способности бобовых культур. – М.: Агроконсалт, 1990. – С. 96-126.

13. Сычев, В.Г. Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов / В.Г. Сычев, В.В. Лепешкин. – М.: ВНИИА, 2009. – 64 с.

14. Конончук, В.В. Влияние элементов агротехнологии на урожайность зерна и средобразующее значение одновидовых посевов гороха и люпина узколистного в изменяющемся климате Центрального Нечерноземья / В.В. Конончук [и др.] // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего: матер. Межд.науч.конф. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 107-116.

**AGROTECHNOLOGICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF
NARROW-LEAVED LUPINE AND PEA FOR GRAIN IN CHANGING
CLIMATE OF THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION OF RUSSIA
V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, R.R.Usmanov, T.M.
Nazarova, E.A.Tulinova**

In the Central Non-Chernozem region of Russia, under conditions of waterlogging, medium-cultivated sod-podzolic soil of medium loamy granulometric composition with increased and high availability of mobile phosphorus and potassium, the yield of pea and Australian winter pea grains of the maximum level of 4-6.6-5.7 t/ha was formed with the application of $P_{80}K_{110}$ or $N_{30}P_{80}K_{110}$ on the

background of insectofungicidal protection with biostimulants. With moderate aridity (GTK 1.02), the yield decreased by 30-35% or up to 3.2-3.7 t/ha.

For narrow-leaved lupine of the determinant type dry conditions (GTK 0.85-1.02) or normal humidification (GTK 1.33) are preferable providing from 3.5-3.6 t/ha to 4.6-4.8 t/ha of grain on the background of full plant protection when applying $P_{60}K_{60}$ and $N_{50}P_{60}K_{60}$.

Moderately arid conditions (GTK 1,16) with a lack of precipitation during grain formation (June - the first twenty days of July) or excessive moisture (GTK 2,24) ensured the production of 3.2–3.4 t/ha of grain also on the background of full plant protection in the $N_{50}P_{60}K_{60}$ variant with biostimulants.

Keywords: peas, narrow-leaved lupine, productivity, nitrogen fixation, agrotechnology, climate, sod-podzolic soils, Russia.

УДК 631.1(003.13):633.13:631.5(476)

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВСА В БЕЛАРУСИ

А.Г. Власов, кандидат с.-х. наук, *Т.М. Булавина*, доктор с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино
(Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2024)

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

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований по изучению эффективности основных элементов технологии возделывания овса и их экономической значимости в почвенно-климатических условиях Беларуси. Установлено, что рентабельным является возделывание овса для производства семян элиты, если урожайность превышает 30 ц/га, а продовольственного зерна 1 класса – 50 ц/га. В технологии возделывания культуры определяющее значение для получения наибольшего экономического эффекта имеют следующие агроприемы: проведение сева в оптимальный ранний срок с нормой высева 4,5 млн/га всхожих семян; применение азотных удобрений (N_{90}), микроудобрений, регуляторов роста; защита посевов от комплекса вредных организмов и, прежде всего, от сорняков; проведение уборки в течение 5 дней после созревания зерна; своевременная сортомена.

Введение

Определяющим показателями экономической эффективности любого производства является его доходность, рентабельность и себестоимость единицы продукции. В Беларуси овес на зерно возделывается преимущественно для внутрихозяйственного использования, связанного с приготовлением комбикормов различным животным. Потребность в зерне данной культуры для этих целей составляет 330–350 тыс. тонн в год. Внутрихозяйственное использование продукции приводит к тому что издержки на ее получение переходят на затра-