

ЗЕРНОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ И БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

В.Д. ШТЫРХУНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. КОНОНЧУК, доктор сельскохозяйственных наук,

E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

С.М. ТИМОШЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Ф. КИРДИН, доктор сельскохозяйственных наук

Н.В. ВОЙТОВИЧ, академик РАН

О.А. ЩУКЛИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук

П.М. КОНОРЕВ*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФИЦ «НЕМЧИНОВКА»

* ФГБУН ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Н.В. ЦИЦИНА РАН

В статье представлены результаты исследований влияния состава бобово-злаковых смесей, применения азотных удобрений и биостимуляторов на продуктивность кормовых культур в условиях дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья. Установлено, что наибольшей зерновой продуктивностью обладают люпино-злаковые смеси, превосходящие смеси с горохом, пельюшкой и викой. Показано, что внесение азотных удобрений (30-45 кг/га) способствует увеличению урожайности горохо- и вико-злаковых смесей на 15-51%, однако в люпиновых смесях приводит к снижению белковой продуктивности. Выявлена зависимость эффективности биостимуляторов от гидротермических условий: их положительное действие наблюдалось только при засухе (ГТК 0,91-0,95), тогда как в нормальных условиях (ГТК 1,40-1,55) эффект отсутствовал или отмечалось снижение продуктивности на 2-9%. Результаты исследования имеют практическое значение для оптимизации кормопроизводства в условиях изменяющегося климата.

Ключевые слова: бобово-злаковые смеси, зерновая продуктивность, элементы агротехнологии, Нечерноземная зона.

Для цитирования: Штырхунов В.Д., Конончук В.В., Тимошенко С.М., Кирдин В.Ф., Войтович Н.Е., Щуклина О.А., Конорев П.М. Зерновая продуктивность бобово-злаковых смесей различного состава при использовании удобрений и биостимуляторов в изменяющемся климате Центрального Нечерноземья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025. № 4 (56):210-218 DOI: 10.24412/2309-348X-2025-4-210-218

GRAIN PRODUCTIVITY OF LEGUME-CEREAL MIXTURES OF VARIOUS COMPOSITION WITH THE USE OF FERTILIZERS AND BIOSTIMULANTS IN THE CHANGING CLIMATE OF THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

**V.D. Shtyrkhunov, V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.F. Kirdin,
N.V. Voitovich, O.A. Shchuklina*, P.M. Konorev***

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER "NEMCHINOVKA"

* FGBUN MAIN BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER N.V. TSITSIN OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Abstract: The article presents the results of studies of the influence of the composition of legume-cereal mixtures, the use of nitrogen fertilizers and biostimulants on the productivity of

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (56) 2025 г.
forage crops in the conditions of sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region. It was found that lupine-cereal mixtures have the highest grain productivity, surpassing mixtures with peas, pelushka and vetch. It is shown that the application of nitrogen fertilizers (30-45 kg/ha) contributes to an increase in the yield of pea and vetch-cereal mixtures by 15-51%, but in lupine mixtures it leads to a decrease in protein productivity. The dependence of the efficiency of biostimulants on hydrothermal conditions was revealed: their positive effect was observed only during drought (HTC 0.91-0.95), while under normal conditions (HTC 1.40-1.55) there was no effect or a decrease in productivity by 2-9%. The results of the study are of practical importance for optimizing forage production in a changing climate.

Keywords: legume-cereal mixtures, grain productivity, elements of agrotechnology, Non-Chernozem zone.

Смешанные посевы яровой вики и гороха с яровыми зерновыми, главным образом с овсом, традиционно используются для производства сбалансированных по энергии и протеину объемистых кормов в полевом кормопроизводстве Центрального Нечерноземья. Горохо-злаковые, а с появлением сортов вики, семена которых свободны от гликозидов и вико-злаковые смеси выращиваются также для производства концентрированных кормов с высокой протеиновой и энергетической питательностью. Их посевы в регионе в последние годы составляют порядка 550 тыс. га или около 6% общей засеваемой площади [1].

Глобальные климатические изменения, проявляющиеся в Нечерноземной зоне России через учащение чередования сухих жарких с прохладными и влажными периодами на протяжении одной вегетации, с накатами волн тепла и холода, сопровождающихся выпадением осадков ливневого характера [2], не способствуют стабилизации производства объемистых и концентрированных кормов на высоком уровне. Для снижения отрицательного влияния глобального потепления на кормопроизводство региона необходимо во-первых расширение видового разнообразия сеяных полевых агроценозов за счет видов и сортов с разными сроками биологического созревания и отношением к влагообеспеченности, во вторых – совершенствование элементов агротехнологии их возделывания, направленных на повышение адаптации растений к складывающимся метеорологическим условиям [3-5].

Цель исследования – изучение влияния метеорологических условий возделывания бобово-злаковых смесей различного состава на зерно, удобрений, некорневых подкормок биостимуляторами с микроэлементами на урожайность и показатели продуктивности в Центре Нечерноземной зоны РФ.

Методика и условия исследования

Исследование проводили в течение 2017-2024 годов в серии краткосрочных полевых опытов на опытном поле ФИЦ «Немчиновка» в Новомосковском административном округе неподалеку от аэропорта «Внуково». Оценка питательности получаемой кормовой продукции производилась специалистами ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН».

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, подстилаемая суглинистой мореной. Пахотный (0-20 см) слой ее в разные годы характеризовался слабокислой реакцией среды с хорошо выраженным подкислением от начала к концу исследований, повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием, гидролитической кислотностью от 0,92 до 3,50 мг-экв/100 г почвы и содержанием гумуса от 1,4 до 2,1%, что указывает на средний уровень оккультуренности (табл. 1).

Предшественник – озимые и яровые зерновые культуры. Для посева в смесях использовали сорт яровой вики Уголек, гороха посевного Немчиновский 100 и Немчиновский 50, пелюшки – Флора 2, люпина узколистного – Ладный (2018-2022 гг.) и Деко 2 (2023-2024 гг.), из яровых зерновых – пшеница яровая Лиза (2017), Агата (2020), Злата (2018-2019, 2021- 2022-2024), ячмень Московский 86 (2021-2023), Златояр (2020, 2024), овес пленчатый Залп (2017,2021), Яков (2020), голозерный Азиль (2022-2024), Немчиновский 61 (2022).

Дозы фосфорных и калийных удобрений в опытах с вико- и горохо-злаковыми смесями в годы исследований изменялись в пределах от 30 до 100 кг/га Р₂O₅ и от 30 до 120 кг/га K₂O, а в среднем составляли Р₅₀К₇₅, в опыте со смешанными посевами люпина с яровыми зерновыми – Р₆₀К₆₀ в течение всего периода исследования.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытных участков в годы исследования в слое 0-20 см

Год	Содержание гумуса, %	Показатели			pH _{KCl}	H _r , мг-экв/100г		
		Содержание, мг/кг						
		P ₂ O ₅	K ₂ O					
2017	1,5-1,7	170-230	160-220	6,3-7,0	0,94-1,86			
2018	1,6-1,8	240-320	165-250	5,4-6,0	1,40-1,90			
2019	1,5-1,7	160-300	130-220	5,3-6,7	0,94-2,62			
2020	1,8-2,1	190-220	130-180	5,3-5,8	2,50-2,70			
2021	1,4-1,5	180-220	160-200	5,2-5,6	2,30-3,50			
2022	1,8-2,1	250-350	180-220	4,6-4,9	2,70-3,34			
2023	1,6-1,9	170-290	130-200	5,0-5,8	0,22-1,85			
2024	1,6-1,8	301-309	178-182	5,2-5,4	1,67-2,20			

Дозы азота при предпосевном внесении под вико- и горохо-злаковые смеси составляли 0, 30 и 45 кг/га, под смеси с участием люпина узколистного – 50 кг/га. Из удобрений в разные годы использовали аммофос 8:52, бесхлорное калийное удобрение (56% K₂O), а также сложное удобрение производства Фосагро РК(С) 20:20 (2), NPK (S) 8:20:30 (2) и аммиачную селитру (34,4% N).

Соотношение семян компонентов при посеве в опытах с яровой викой и горохом 50:50%, в опытах с люпином – 1,6 млн/га бобового компонента и 50% от нормы высеява (5,0 млн/га) – злакового. Посев проводили в оптимальные сроки (27.04-8.05) и только в 2021 году – с опозданием, связанным с поздним созреванием зяби.

Бобовый компонент в день посева обрабатывали активным штаммом N₂-фиксирующих бактерий (ВНИИСХМ, г. Пушкин) и раствором молибденовокислого аммония. Защита растений в смешанных посевах состояла из двукратной обработки инсекто-фунгицидной смесью (Борей Нео+Колосаль Про) в фазе трех пар настоящих листьев и в бутонизацию соответственно. При этом в баковые смеси добавляли биологически активные препараты органического происхождения с микроэлементами антистрессового и стимулирующего характера: в 2018-2020 гг. – Гумистим Zn, В, в 2022-2024 гг. – комплекс аминокислот с пептидами и микроэлементами (аминозол + лебозол молибден + полный уход, аминозол + лебозол бор, а в 2023-2024 гг. – дополнительно в фазе сизо-блестящего боба – лебозол К-450 для усиления оттока ассимилянтов в бобы.

Площадь элементарной делянки в опытах находилась в пределах 40-60 м², повторность 4-х кратная.

Агрохимический анализ почвы, растений, основной и побочной продукции проводили в сертифицированной лаборатории массовых анализов института с использованием методик и ГОСТов, принятых в Агрохимической службе. Дисперсионный анализ результатов учетов урожая выполняли по Б.А. Доспехову (1985) и использованием компьютерной программы «Statgraf» (ВИУА, 1990).

При разработке схем полевых опытов, программ исследований и наблюдений использовали рекомендации, изложенные в руководствах «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (М.А. Федин, 1985), «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» (Б.А. Доспехов, 1985).

Длина вегетационного периода смешанных посевов в годы исследований определялась метеорологическими условиями и изменялась от 88-89 дней до 98-111 дней, увеличиваясь с

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (56) 2025 г. ростом влагообеспеченности. При этом 3 года из 8 (2019, 2021 и 2022 гг.) выделялись засушливостью (ГТК 0,85-0,95), два года (2018 и 2024 гг.) были умеренно засушливыми (ГТК 1,08-1,27), два года (2017 и 2024 гг.) близки к среднему многолетнему показателю (ГТК 1,40-1,55) и один год (2020) характеризовался избыточным увлажнением (ГТК 2,41), что не могло не сказаться на урожайности зерна и продуктивности изучаемых смешанных посевов (табл. 2).

Таблица 2

Метеорологические условия в период от посева до полной спелости зерна

Год	Календарные даты		Сумма $t^o > 10^oC$	Сумма осадков, мм	ГТК (по Селянинову)
	Посев	Полная спелость			
2017	07.05.	25.08.	1624,3	251,8	1,55
2018	08.05.	06.08.	1657,3	187,9	1,13
		14.08.	1819,3	196,4	1,08
2019	27.04.	04.09.	2209,2	195,2	0,87
		09.09.	2290,4		0,85
2020	30.04.	20.08.	1717,6	413,4	2,41
2021	17.05.	15.08.	1817,3	173,0	0,95
2022	07.05.	16.08.	1777,4	161,0	0,91
2023	04.05.	15.08.	1703,5	238,9	1,40
2024	06.05.	05.08.	1667,5	212,4	1,27
Средняя многолетняя (05.05.-17.08.)			1698,3	252,4	1,49

Примечание: в знаменателе – дата учета урожая вико- и горохо-злаковых смесей

Результаты и обсуждение

В среднем за годы исследований по урожайности зерна, накоплению протеина и обменной энергии изучаемые однолетние бобово-злаковые смеси располагались в следующем убывающем ряду: люпин + яровые зерновые > горох + яровые зерновые > вика яровая + яровые зерновые (табл. 3).

Таблица 3

Влияние состава однолетних бобово-злаковых смесей на зерновую продуктивность, 2017-2024 гг.

Показатели	Состав смесей		
	Люпин узколистный + яровые зерновые	Горох + яровые зерновые	Вика яровая + яровые зерновые
Урожайность, т/га	3,76 40	2,94 60	2,88 28
Накопление протеина, т/га	0,76 Переваримого	0,57 0,46	0,48 0,39
Накопление обменной энергии, ГДж/га	47,0	37,2	35,6
Питательность корма	Протеиновая, г/кг	201	192
	Энергетическая, МДж/кг	12,5	12,7
			12,4

Примечание: в знаменателе – доля бобового компонента, %

В изменяющемся климате Центрального Нечерноземья смешанный посев люпина узколистного с яровыми зерновыми культурами на 26-32% превышал следующие за ним горохо- и вико-злаковые смеси по урожайности зерна и накоплению обменной энергии, на 33-58% – по сбору протеина. При этом зерно конечного урожая первых двух смесей превышало требования оценки качества и питательности, предъявляемые к концентрированным кормам (табл. 3).

Исследованиями установлено, что люпино-злаковые и горохо-злаковые смеси продуктивность максимального уровня, включая показатели урожайности, сбора протеина и

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (56) 2025 г. энергии, создавали в условиях увлажнения, близких к средним многолетним значениям (ГТК 1,40-1,55). Отклонение ГТК как в сторону повышения влагообеспеченности, так и в сторону уменьшения приводило к снижению продуктивности их на 23-38% и на 32-39% в зависимости от показателя. В наибольшей степени под влиянием ухудшения влагообеспеченности уменьшалось накопление протеина в урожае зерносмесей в связи с заметным снижением доли бобового компонента. В отношении продуктивности вико-злаковых смесей на зерно, урожайность которых в зависимости от ГТК за вегетацию изменялась в пределах 2,13-3,40 т/га, сбор протеина 0,43-0,52 т/га, обменной энергии 27,0-41,8 ГДж/га, четкого ответа на вопрос о наиболее благоприятных условиях увлажнения получить не удалось. Требуется продолжение исследований (табл. 4).

Таблица 4

Влияние метеорологических условий вегетационного периода на зерновую продуктивность бобово-злаковых смесей различного состава. 2017-2024 гг.

Показатели		Гидротермический коэффициент за период посев – полная спелость								
		2,41	1,40-1,55		1,08-1,27		0,87-0,95			
		Состав смесей								
люпин + яровые зерновые	люпин + яровые зерновые	вика + яровые зерновые	горох + яровые зерновые	горох + яровые зерновые	вика + яровые зерновые	люпин + яровые зерновые	люпин + яровые зерновые	вика + яровые зерновые		
Урожайность, т/га		<u>3,64</u> 38	<u>4,73</u> 60	<u>3,12</u> 46	<u>3,52</u> 81	<u>2,35</u> 39	<u>2,13</u> 35	<u>3,26</u> 34	<u>3,42</u> 41	<u>3,40</u> 2
Накопление протеина, т/га	Сырого	0,73	1,02	0,50	0,71	0,43	0,43	0,64	0,65	0,52
	Переваримого	0,58	0,82	0,40	0,56	0,35	0,34	0,51	0,52	0,42
Обменная энергия, ГДж/га		44,8	60,0	38,1	44,3	30,1	27,0	40,6	42,7	41,8
Питательность корма	Протеиновая	201	216	160	202	183	202	196	190	153
	Энергетическая	12,3	12,7	12,2	12,6	12,8	12,7	12,4	12,5	12,3

Примечание: в знаменателе – доля бобового компонента, %

Вопрос об использовании азотного удобрения при выращивании зернобобовых культур в чистых и смешанных посевах до настоящего времени остается дискуссионным. Это объясняется разнообразием почвенных и климатических условий выращивания, видо-сортовыми особенностями культур и компонентов травосмесей.

На достаточно обеспеченной фосфором и калием дерново-подзолистой почве при выращивании люпино-злаковых смесей на зерно, предпосевное внесение 50 кг/га N на фоне Р₆₀К₆₀ наиболее выраженное положительное влияние на урожайность оказывало в условиях избыточного увлажнения (ГТК 2,41), повышая ее на 28% к фону за счет роста злакового компонента в общем урожае с 45% до 79%. Последнее не приводило к росту сбора протеина, но увеличивало накопление обменной энергии в урожае на 29%, что ухудшало как протеиновую, так и энергетическую составляющую питательности корма (табл. 5). Их величины оказывались при этом ниже принятых нормативов и составляли 176 г/кг и 12,2 МДж/кг. С уменьшением влагообеспеченности посевов (ГТК 1,40-1,55) эффективность азотного удобрения по влиянию на урожайность зерна уменьшалась до +5-7%, а в условиях умеренной засушливости (ГТК 1,08-1,27) и вовсе отсутствовала.

Влияние удобрений на зерновую продуктивность однолетних бобово-злаковых смесей различного состава в изменяющемся климате. 2017-2024 гг.

ГТК, год	Состав смеси	Дозы и сочетание удобрений, кг/га	Показатели			
			Урожайность, т/га	Сбор протеина, т/га		Накопление обменной энергии, ГДж/га
				Сырого	Переваримого	
2,41, 2020	Люпин + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₆₀ K ₆₀	3,19/55	0,73	0,58	39,9
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	4,08/21	0,72	0,58	49,7
			0,36			
1,40-1,55, 2017-2023	Вика посевная + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₅₀ K ₇₅	2,92/47	0,46	0,37	35,9
		N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅	3,38/48	0,56	0,45	41,2
		N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅	3,05/44	0,49	0,39	37,2
			0,20			
	Горох + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₅₀ K ₇₅	2,87/77	0,55	0,41	35,8
		N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅	3,76/82	0,78	0,62	47,3
		N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅	3,95/84	0,80	0,64	49,8
			0,21			
	Люпин + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₆₀ K ₆₀	4,57/73	1,14	0,91	59,0
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	4,88/48	0,91	0,73	61,1
			0,35			
1,08-1,27, 2018-2024	Люпин + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₆₀ K ₆₀	3,18/33	0,63	0,50	40,6
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	3,19/34	0,66	0,53	40,5
			0,17			
	Горох + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₅₀ K ₇₅	2,47/46	0,45	0,36	31,1
		N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅	2,32/38	0,43	0,35	30,9
		N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅	2,25/33	0,42	0,34	28,3
			0,25			
	Вика посевная + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₅₀ K ₇₅	2,40/36	0,47	0,38	30,4
		N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅	1,96/35	0,39	0,31	24,9
		N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅	2,03/34	0,42	0,34	25,8
			0,36			
0,87-0,95, 2019, 2021	Люпин + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₆₀ K ₆₀	3,33/49	0,66	0,53	41,7
		N ₅₀ P ₆₀ K ₆₀	3,50/34	0,64	0,52	43,7
			0,27			
	Вика посевная + яровые зерновые НСР _{05,т/га}	P ₅₀ K ₇₅	2,96/4	0,40	0,32	35,8
		N ₃₀ P ₅₀ K ₇₅	3,59/1	0,55	0,44	44,2
		N ₄₅ P ₅₀ K ₇₅	3,65/1	0,62	0,50	45,5
			0,32			

Примечание: в знаменателе – доля бобового компонента, %

При максимуме урожайности в близких к средним многолетним условиям увлажнения (ГТК 1,40), равном 4,88 т/га (+7% к фону РК) наблюдалось заметное (-20%) снижение накопления сырого и переваримого протеина.

Исходя из вышеизложенного, для люпино-злаковых смесей на зерно, выращиваемых на средне окультуренных дерново-подзолистых почвах с повышенной и высокой обеспеченностью фосфорным и калийным питанием, предпосевного удобрения азотом не требуется. Достаточно применение компенсирующих доз РК по 60 кг/га каждого элемента. Это обеспечивает в зависимости от влагообеспеченности получение от 3,2 до 4,6 т/га

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (56) 2025 г.
зерносмеси с долей люпина 33-73% и накопление обменной энергии 39,9-59,0 ГДж/га, сырого и переваримого протеина 0,63-1,14 т/га и 0,50-0,9 т/га соответственно (табл. 5).

Наибольшее положительное влияние азотного удобрения на урожайность зерна и показатели продуктивности смеси гороха с яровыми зерновыми проявлялось при близкой к средней многолетней влагообеспеченности (ГТК 1,40-1,55). Внесение перед посевом 30-45 кг/га N на фоне P₅₀K₇₅ повышало урожайность зерносмеси на 32-38%, сбор протеина на 42-46% (сырой) и на 51-56% (переваримый), накопление обменной энергии – на 32-39%. Урожайность зерна и показатели продуктивности, близкие к достигнутым максимальным значениям и равные соответственно 3,76 т/га с долей гороха 82%, 0,78 и 0,62 т/га, 47,3 ГДж/га с протеиновой и энергетической питательностью 207 г/кг и 12,6 МДж/кг создавались предпосевным внесением N₃₀ на фоне P₅₀K₇₅. Увеличение дозы N до 45 кг/га способствовало росту рассматриваемых показателей только на 4-7%.

В условиях умеренной засушливости (ГТК 1,08-1,27) урожайность зерна в среднем по вариантам удобрения уменьшалась до 2,35 т/га (-33%). Максимальная величина ее 2,47 т/га с содержанием гороха 46%, накоплением протеина 0,45 т/га (сырой), 0,36 т/га (переваримый), обменной энергии 31,1 ГДж/га с питательностью корма соответственно 182 г/кг и 12,6 МДж/кг создавалась на естественном азотном фоне осенним внесением P₅₀K₇₅, но была на 60% и 34% ниже аналогичных величин, полученных в условиях нормального увлажнения (табл. 5). Необходимо продолжение исследований реакции горохо-злаковых смесей на азот удобрений в более контрастных условиях увлажнения.

Вико-злаковые смеси на зерно выращивали в широком диапазоне влагообеспеченности (ГТК 0,84-1,55). Влияние предпосевного внесения азота в интервале доз 30-45 кг/га в наибольшей степени проявлялось в засушливых (ГТК 0,87-0,95) и нормальных условиях увлажнения (ГТК 1,40-1,55). В первом случае их применение носило линейный, а во втором – затухающий характер. При засухе внесение указанных доз азота повышало урожайность зерносмеси к фону РК на 21-23%, сбор сырого протеина на 38-55%, переваримого – на 38-56%, обменной энергии – на 24-27%. В варианте N₄₅P₅₀K₇₅ урожайность зерна достигала 3,65 т/га при доминировании злакового компонента, накопление протеина – 0,62 и 0,50 т/га, обменной энергии 45,5 ГДж/га, что было соответственно на 23, 55, 56 и 27% выше аналогичных показателей на естественном азотном фоне. В варианте с меньшей дозой азота урожайность зерна и накопление энергии в ней уменьшалась только на 2 и 3% соответственно, но сбор протеина снижался более заметно (-17-18%). Поэтому оптимальным вариантом удобрения следует принять сочетание N₄₅P₅₀K₇₅.

При нормальном увлажнении (ГТК 1,40-1,55) максимум продуктивности обеспечивался сочетанием N₃₀P₅₀K₇₅. Урожайность составляла 3,38 т/га (+16% к фону РК) с долей вики 48%, накопление обменной энергии 41,2 ГДж/га, протеина – 0,56 т/га (сырой) и 0,45 т/га (переваримый). Увеличение дозы N до 45 кг/га не приводило к дальнейшему росту рассматриваемых показателей, что позволяет считать отмеченное сочетание NPK оптимальным для рассматриваемых условий.

При умеренной засушливости (ГТК 1,08-1,27) смеси с участием яровой вики создавали наименьшую продуктивность, максимальные величины которой формировались в варианте P₅₀K₇₅: урожайность 2,40 т/га с долей вики 36%, накопление протеина 0,47 т/га (сырой) и 0,38 т/га (переваримый), обменной энергии – 30,4 ГДж/га. Азот удобрений в указанных выше дозах снижал рассматриваемые показатели на 10-18% при затухающем характере их влияния (табл. 5).

Следовательно, для вико-злаковых смесей на зерно выявляется дифференциация систем удобрения азотом в зависимости от условий увлажнения, свидетельствующая о существенном повышении их эффективности в засушливых условиях. Тем не менее требуются дополнительные исследования в этом направлении в более широком диапазоне метеорологических условий с использованием сортов вики и яровых зерновых культур современного периода селекции.

Изучение эффективности некорневых подкормок биостимуляторами органической природы с высоким содержанием пептидов, аминокислот и микроэлементов показало их

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 4 (56) 2025 г. высокую эффективность в условиях выраженной засушливости (ГТК 0,91-0,95) и отсутствие эффекта или даже снижение продуктивности (-2-9%) при умеренной засушливости или нормальном увлажнении. В первом случае двух-трехкратная обработка посевов стимулирующими препаратами в составе баковой смеси инсектофунгицидов в процессе проведения защитных мероприятий способствовала росту урожайности зерна с 2,85 т/га до 4,20 т/га (+47%) в том числе доли люпина с 42% до 49%. Увеличение накопления сырого протеина и энергии при этом составило 79% и 59% или 0,86 т/га и 52,8 ГДж/га при протеиновой и энергетической питательности корма 205 г/кг и 12,6 МДж, что выше принятых нормативов (табл. 6).

Таблица 6

Влияние некорневых подкормок биостимуляторами с микроэлементами на продуктивность люпино-злаковых смесей.

В среднем по факторам, кроме изучаемого. 2021-2024 гг.

Показатели	Гидротермический коэффициент					
	0,91-0,95		1,27		1,40	
	Применение биостимуляторов, – / +					
–	+	–	+	–	+	
Урожайность зерна, т/га,	2,85 42	4,20 49	3,20 30	3,22 30	4,78 62	4,68 59
HCP ₀₅ , т/га	0,38	0,54	0,15		F _Ф >F _т	
Накопление протеина, т/га	Сырого Перева- римого	0,48 0,38	0,86 0,68	0,63 0,50	0,62 0,50	1,07 0,86 0,78
Накопление обменной энергии, ГДж/га		34,8	52,8	40,4	41,4	60,9 59,2

Примечание: в знаменателе – доля бобового компонента, %

Заключение

На дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья с повышенной и высокой обеспеченностью пахотного слоя подвижным фосфором и калием в изменяющихся метеорологических условиях вегетационного периода люпино-злаковые смеси по зерновой продуктивности занимали лидирующее положение, за ними располагались смешанные посевы с участием гороха, плюшки и яровой вики.

Горохо- и вико-злаковые смеси положительно реагировали на предпосевное внесение азотного удобрения в дозах 30-45 кг/га N, увеличивая урожайность зерна и показатели продуктивности на 15-51% к фосфорно-калийному фону. Смеси с участием люпина узколистного детерминантных сортов под влиянием этого фактора повышали только урожайность зерна на 5-28% в зависимости от условий увлажнения за счет роста доли злакового компонента, что отрицательно сказывалось на величинах белковой продуктивности и приводило к разбалансированию корма по питательности.

Применение ростостимуляторов с антистрессовым эффектом в посевах люпино-злаковых смесей положительно влияло на их продуктивность только в засушливых условиях (ГТК 0,91-0,95). В нормальных условиях увлажнения (ГТК 1,40-1,55) их эффективность отсутствовала или наблюдалось снижение продуктивности (-2-9%) к необработанному фону. Требуется продолжение исследований по их эффективности в более широком диапазоне ГТК и ассортимента агрохимикатов.

Работа выполнена по Государственному заданию: «Создание перспективных сортов узколистного люпина и яровой вики, совершенствование технологий возделывания вики яровой в чистых и смешанных посевах применительно к условиям Центрального Нечерноземья, обеспечивающих получение сбалансированных по энергии и протеину объемистых и концентрированных кормов для нужд животноводства и птицеводства». № регистрации 102308180008-1-4.1.6-4.1.6; «Разработка адаптивной

Литература

1. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году. //Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ), Главный Межрегиональный Центр. – М.: -2022. http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29cx_predv_2022.xlsx
2. Суховеева О.Э. Изменение климатических условий и агроклиматических ресурсов в Центральном регионе Нечерноземной зоны. //Вестник ВГУ, серия: География. - 2016.- № 4. – С. 41-49.
3. Артюхов А.И., Гапонов Н.В. Перспективные подходы к решению проблемы протеиновой питательности кормов. //Научные основы повышения эффективности систем земледелия и животноводства. Труды региональной научно практической конференции. Калуга. – 2011. – С. 14-18.
4. Акулов А.А. Продукционное и средообразующее значение люпина в севообороте. //Современные достижения и проблемы АПК в Центральном районе Нечерноземной зоны. Материалы научно-практической конференции. – Немчиновка, 4-5 июля 2006. - С. 266-271.
5. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Штырхунов В.Д., Тулинова Е.А., Никиточкин Д.Н., Беляев Е.В. Люпинозлаковые смеси на зерно в Центральном Нечерноземье: погода, элементы агротехнологии, продуктивность. //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. - № 2(46). – С. 96-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-96-106

References

1. Sown areas, gross harvests and crop yields of agricultural crops in the Russian Federation in 2022. Federal State Statistics Service (ROSSTAT), Main Interregional Center. Moscow, 2022. http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29cx_predv_2022.xlsx
2. Sukhoveeva O.E. Changes in climatic conditions and agroclimatic resources in the Central region of the Non-Black Earth Zone. *Vestnik VGU*, series: Geography. 2016, no. 4, pp. 41-49.
3. Artyukhov A.I., Gaponov N.V. Prospective approaches to solving the problem of protein nutrition of feed. Scientific foundations for increasing the efficiency of farming and livestock systems/Proceedings of the regional scientific-practical conf. Kaluga. 2011, pp. 14-18.
4. Akulov A.A. Production and environment-forming value of lupine in crop rotation. Modern achievements and problems of the agro-industrial complex in the Central region of the Non-Chernozem zone. Proceedings of the scientific-practical conf. Nemchinovka, July 4-5, 2006, pp. 266-271.
5. Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Nazarova T.O., Shtyrkhunov V.D., Tulinova E.A., Nikitochkin D.N., Belyaev E.V. Lupine cereal mixtures for grain in the Central Non-Black Earth Region: weather, elements of agricultural technology, productivity. *Zernobobovye i krupyanymi kul'tury*. 2023, no. 2 (46), pp. 96-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-96-106