

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И НОРМ ВЫСЕВА ЛЮПИНА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНО-ЯЧМЕЕННОЙ СМЕСИ НА СЕНАЖ И ЗЕРНО ПРИ РАЗНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

**В.В. КОНОНЧУК**, доктор сельскохозяйственных наук

E-mail: vadimkononchuk@yandex.ru

**С.М. ТИМОШЕНКО, В.Д. ШТЫРХУНОВ, Т.О. НАЗАРОВА, Е.А. ТУЛИНОВА**,

кандидаты сельскохозяйственных наук

**В.Ф. КИРДИН**, доктор сельскохозяйственных наук

**О.А. ЩУКЛИНА\***, **П.М. КОНОРЕВ\***, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

\* ФГБУН ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН

*Для повышения устойчивости продуктивности полевого кормопроизводства в условиях изменяющегося климата на средне окультуренных дерново-подзолистых почвах Центра Нечерноземной зоны России необходимо расширение видового разнообразия сеяных полевых агрофитоценозов за счет увеличения площади посева однолетних бобово-злаковых смесей на сенаж и зерно с использованием видов и сортов, характеризующихся разной реакцией на режим увлажнения в течение активной вегетации.*

*В засушливых и нормальных условиях увлажнения хорошо зарекомендовал себя смешанный посев узколистного люпина детерминантного типа с ячменем сортов Немчиновской селекции.*

*При выращивании на сенаж и зерно по зерновым предшественникам с нормой высева люпина 1,6-1,8 млн/га и ячменя 3,3 млн/га, на почвах с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием (IV-V класс) при дозах, восполняющих вынос  $P_2O_5$  и  $K_2O$  планируемым урожаем и 50 кг/га N в виде аммиачной селитры (при выращивании на сенаж) эта смесь обеспечивала получение 7-12 т/га сухой массы, 4-5 т/га зерна с накоплением в них 0,7-1,0 т/га сырого и 0,5-0,6 т/га переваримого протеина, 50-95 ГДж/га обменной энергии, а питательность приготовляемых из них объемистых и концентрированных кормов соответствовала 2-3 классам качества.*

**Ключевые слова:** люпин узколистный, смешанные посевы, агротехнология, продуктивность, Нечерноземная зона.

**Для цитирования:** Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунув В.Д., Назарова Т.О., Тулинова Е.А., Кирдин В.Ф., Щуклина О.А., Конорев П.М. Влияние удобрений и норм высева люпина на продуктивность люпино-ячменной смеси на сенаж и зерно при разных погодных условиях в Центральном Нечерноземье. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):80-87. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-80-87

## INFLUENCE OF FERTILIZERS AND LUPIN SEEDING RATES ON THE PRODUCTIVITY OF LUPIN-BARLEY MIXTURE ON HAYLAGE AND GRAIN UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITIONS IN THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

**V.V. Kononchuk, S.M. Timoshenko, V.D. Shtyrkhunov, T.O. Nazarova, E.A. Tulinova, V.F. Kirdin, O.A. Shchuklina\*, P.M. Konorev\***

FSBSI FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

\*FSBIS THE TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**Abstract:** *To improve the sustainability of field forage production under changing climate conditions on medium-cultivated sod-podzolic soils of the Center of the Non-Black Earth zone of*

*Russia, it is necessary to expand the species diversity of seeded field agrophytocenoses by increasing the area of sowing annual legume-grass mixtures for haylage and grain with the use of species and varieties characterized by a different response to the moisture regime during active vegetation.*

*In dry and normal moisture conditions mixed sowing of narrow-leaved determinant type lupine with barley using varieties of Nemchinovka breeding has proved to be a good solution.*

*When grown for haylage and grain on grain predecessors with seeding rate of lupine 1.6-1.8 mln/ha and barley 3.3 mln/ha, on soils with high and high content of mobile phosphorus and potassium (IV-V class) at doses, replenishing the removal of  $P_2O_5$  and  $K_2O$  by the planned crop and 50 kg/ha of N in the form of ammonium nitrate (when growing for haylage), this mixture provided 7-12 t/ha of dry weight, 4-5 t/ha of grain with accumulation of 0.7-1.0 t/ha of crude and 0.5-0.6 t/ha of digestible protein, 50-95 GJ/ha of metabolizable energy, and nutritional quality of voluminous and concentrated forages prepared from them corresponded to 2-3 quality classes.*

**Keywords:** narrow-leaved lupine, mixed crops, agrotechnology, productivity, Non-Black Earth zone.

### Введение

Глобальные климатические изменения в Центральном Нечерноземье находят свое отражение в увеличении продолжительности теплого и вегетационного периодов, усилении экстремальности, повышении частоты интенсивности неблагоприятных явлений теплого и холодного сезонов. На фоне роста теплообеспеченности региона в летний период отмечается увеличение числа дней без осадков, что указывает на усиление показателей засушливости [1].

Отмеченные климатические изменения являются фактором, дестабилизирующим производство объемистых и концентрированных кормов для молочной отрасли животноводства региона, отрицательно сказываются на объемах поставок в торговую сеть и продуктов его переработки. Это связано с тем, что при преобладающем в отрасли сенажно-концентратном типе кормления, в полевом кормопроизводстве Нечерноземья наряду с кукурузой доминируют посевы однолетних бобово-злаковых мешанок с участием вики яровой, посевного и полевого гороха, которые максимум продуктивности обеспечивают при повышенном или высоком увлажнении [2, 3].

Поэтому требуется расширение посевов таких видов бобовых культур, которые адаптированы к засушливым условиям, например – люпина узколистного. Его сорта детерминантного типа в смешанных посевах способны формировать высокую продуктивность не только при выращивании на сенаж, но и на зерно с выходом до тонны и более сырого протеина на 1 га посева в нормальных и умеренно засушливых условиях увлажнения [4, 5].

**Цель исследования** – выявление особенностей влияния норм высева люпина в смеси, доз и сочетания минеральных удобрений на продуктивность люпино-ячменной смеси, выращиваемой на сенаж и зерно в Центре Нечерноземной зоны России при разных метеорологических условиях.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2019-2023 годах на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новой Москве, неподалеку от аэропорта Внуково, в серии краткосрочных полевых опытов. Оценка питательности получаемой кормовой продукции производилась специалистами ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая на суглинистой морене средней окультуренности. После уборки предшественника (яровые зерновые) в пахотном (0-20 см) слое содержалось подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) 150-350 мг/кг и 120-220 мг/кг  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (IV-V класс обеспеченности по принятым градациям), гумуса 1,5-2,1%, рН<sub>KCl</sub> от 6,5-6,7 до 4,6-4,9 с тенденцией подкисления от начала к концу исследований. Уровень гидролитической кислотности в разные годы варьировал от 0,94-1,50 мг-экв/100 г до 2,30-3,50 мг-экв/100 г и не лимитировал урожайность сенажной массы и зерна (табл. 1).

Таблица 1

**Агрохимическая характеристика почвы. Слой 0-20 см**

Год	Показатели				
	рН <sub>KCl</sub>	Нг, мг-экв/100 г	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				(по Кирсанову, мг/кг)	
2019	5,3-6,7	0,94-2,62	1,5-1,7	160-300	130-220
2020	5,3-5,8	2,50-2,70	1,8-2,1	190-220	130-180
2021	5,2-5,6	2,30-3,50	1,6-1,8	180-220	160-200
2022	4,6-4,9	2,70-3,34	1,8-2,1	250-350	180-220
2023	4,7-5,6	1,51-2,87	1,6-2,0	150-240	120-180

Судя по величинам гидротермического коэффициента, как в целом за вегетацию, так и в отдельные ее периоды, метеорологические условия имели существенные отличия от средних многолетних значений (табл. 2).

Таблица 2

**Гидротермический коэффициент периода активной вегетации  
посева люпина с ячменем 2019-2023 гг.**

Год	Месяц, декада											01.05- 20.07	01.05- 20.08
	май			июнь			июль			август			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
2019	2,77	0,24	0,47	0,04	0,79	2,71	0,42	1,87	0,32	1,88	0,60	1,05	0,99
2020	0,76	8,26	9,34	3,63	2,24	0,91	3,57	2,68	1,87	0,43	0,45	2,81	2,24
2021	5,254	0,53	1,70	1,08	1,06	0,96	0,55	0,25	0,88	1,20	1,80	1,10	1,15
2022	0,82	1,63	3,25	0,51	1,42	0,10	1,09	1,08	0,82	0,09	0	1,12	0,85
2023	0,82	0,23	1,33	1,40	0,11	2,77	0,40	2,02	3,81	0	0,71	1,25	1,39
Среднее многолетнее	1,32	1,44	1,39	1,41	1,38	1,69	1,67	1,49	1,57	1,51	1,64	1,47	1,48

Так, при выращивании на сенаж (01.05-20.07) два года из четырех (2019 и 2022 гг.) выделялись умеренной засушливостью (ГТК 1,05-1,12). Один год (2020 г.) характеризовался избыточным и один (2023 г.) – нормальным уровнем увлажнения (ГТК 2,81 и 1,25) соответственно. При выращивании на зерно три года из пяти отличались в разной степени выраженной засушливостью (2019, 2021-2022 гг., ГТК 0,85-1,15), 2020 год – избыточным (ГТК 2,24), а 2023 год – нормальным (ГТК 1,39) уровнем увлажнения, что оказывало определенное влияние на эффективность элементов агротехнологии, величины урожайности и качества получаемой продукции.

Согласно схемы полевого эксперимента смесь люпина с ячменем выращивали в условиях одного полевого опыта в группе смешанных посевов параллельно с люпино-пшеничной и люпино-овсяной смесями. Схемой также предусмотрено возделывание одновидовых посевов яровых зерновых культур для установления азотфиксирующей способности люпина методом сравнения и размеров накопления биологического азота в товарной и нетоварной частях урожая.

На фоне фунгицидно – инсектицидной защиты растений изучали влияние удобрений (P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) и норм высева люпина (1,6 и 1,8 млн/га) при половинной (с поправкой на полевую всхожесть) норме высева ячменя на урожайность сухой сенажной массы, скашиваемой в фазе развития люпина «зеленый боб» и зерна полной спелости обоих компонентов, выход кормовых единиц, накопление протеина и обменной энергии. Общая площадь делянки первого порядка (фактор А – удобрение) 192 м<sup>2</sup>, второго (фактор В – норма высева люпина) 64 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Из удобрений в разные годы использовали аммофос (12:52), бесхлорное калийное удобрение с содержанием K<sub>2</sub>O 56% (ООО «Уралкалий»), РК (S) 20:20 (2) производства ООО «ФосАгро» и аммиачную селитру (34,4% N). Сорта люпина узколистного детерминантного типа - Ладный (2019-2022 гг.) и Деко 2 (2023 г.), ячменя ярового – Надежный (2019 г.), Златояр (2020 г.) и Московский 86 (2021-2023 гг.).

Агротехника возделывания бобово-злаковой смеси включала – с осени лущение стерни после уборки предшественника, внесение фосфорно-калийных удобрений, культурную вспашку на 20-22 см. Весной – боронование поверхности поля по диагонали к направлению вспашки, культивацию на 8-12 см, внесение аммиачной селитры с заделкой комплексным агрегатом для предпосевной обработки почвы типа РВК. Посев сеялкой Amazone D9 проводили в лучшие агротехнические сроки (25 апреля – 7 мая) на глубину 4 см. Поделяночный учет сенажной массы и зерна осуществляли миникосилкой роторного типа, агрегатируемой с трактором КМЗ и селекционным комбайном Wintersteiger.

При закладке полевых опытов, проведении учетов и наблюдений использовали рекомендации, изложенные в руководствах: «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982), «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1985), «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» (Доспехов, 1985). Азотфиксирующую способность люпина в смеси изучали методом сравнения (Трепачев, 1990), концентрацию обменной энергии в урожае сухой сенажной массы и зерна рассчитывали по формулам, приведенным в руководстве «Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов» (Сычев, Лепешкин, 2009), концентрацию сырого протеина – по содержанию общего азота в конечном урожае, умноженному на 6,25.

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

Защита растений включала протравливание семян и обработку посевов по вегетации баковой смесью из фунгицида и инсектицида дважды (2-3 пары настоящих листьев люпина, начало бутонизации). Гербициды не применяли. Из протравителей для люпина в разные годы использовали Фундазол, СП (2019 г.), ТМТД, ВСК + Табу ВСК (2020-2021 гг.), Витарос, ВСК + Табу, ВСК (2022-2023 гг.), для ячменя в течение всего периода исследований – Оплот Трио, ВСК + Табу ВСК.

По вегетации дважды применяли баковую смесь из инсектицида и фунгицида Данадим, КЭ + Колосаль Про, КЭ (2019 г.), Борей Нео, СК + Колосаль Про, КЭ (2020-2021 гг.), Борей Нео, СК + Спирит, СК (2022-2023 гг.).

В течение всего периода исследований в баковые смеси пестицидов добавляли биостимуляторы с антистрессовым эффектом для снижения негативных последствий пестицидного и погодного стресса растений: в 2019-2020 годах – Гумистим Zn, В, а в 2022-2023 гг. – комплекс биологически активных препаратов животного происхождения (аминокислоты+пептиды+микроэлементы) ООО «Лебозол Восток» [6].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Установлено, что продуктивность люпино-ячменной смеси как на сенаж, так и на зерно находилась под влиянием метеорологических условий, складывающихся в течение вегетационного периода. При этом урожайность сухой массы в среднем по вариантам удобрения и норм высева люпина варьировала в диапазоне 5,15-10,54 т/га, зерна – от 2,67 т/га до 4,89 т/га с долей люпина 38-56% и 35-40% соответственно.

Наиболее высокие величины урожайности сухой сенажной массы и зерна, других показателей продуктивности обеспечивались в нормальных условиях увлажнения (2023 г.).

Ухудшение влагообеспеченности в сторону умеренной засушливости (ГТК 1,08 и 1,00, 2019 и 2022 гг.) оказывало отрицательное влияние на рассматриваемые показатели, снижая урожайность сухой массы на 41%, накопление обменной энергии и кормовых единиц на 35% и 28% соответственно. Отрицательное влияние засушливости на зерновую продуктивность также проявлялось, но в значительно меньшей степени – 16-17% в зависимости от показателя. Тем не менее в этих условиях смесь формировала более 6 т/га сухой массы и выше 4 т/га зерна с долей бобового компонента 35-40%, что обеспечивало накопление в урожае до 0,9 т/га и до 0,7 т/га сырого, 0,6 и 0,5 т/га переваримого протеина, порядка 50-57 ГДж/га обменной энергии 4,3-4,9 тыс. кормовых единиц (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние гидротермических условий возделывания на продуктивность смеси люпина с ячменем, среднее по вариантам удобрения и норм высева люпина**

Показатели		2023 г.		2019 и 2022 гг.		2020 г.	
		сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
		гидротермический коэффициент (ГТК)					
		1,25	1,39	1,08	1,00	2,81	2,24
Урожайность, т/га		10,54	4,89	6,22	4,06	5,15	2,67
Соотношение компонентов, б/з, %		38/62	40/60	43/57	35/65	56/44	30/70
Сбор протеина, т/га	сырого	0,96	0,80	0,90	0,67	0,69	0,53
	переваримого	0,48	0,64	0,61	0,53	0,46	0,42
Накопление обменной энергии, ГДж/га		88,4	60,0	57,4	49,8	44,5	39,2
Кормовые единицы, тыс.		6,01	5,95	4,31	4,94	3,07	3,94

В наибольшей степени негативное влияние погодного фактора на продуктивность смеси люпина с ячменем проявлялось при избыточном увлажнении (2023 г., ГТК 2,81 и 2,24), что обусловлено биологическими особенностями компонентов, которые при этом страдали от дефицита кислорода в прикорневой зоне почвы. Кислородное голодание у люпина приостанавливало формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза, у ячменя – замедляло процессы органогенеза, накопление биомассы. В результате обе культуры снижали урожайность, накопление протеина и энергии соответственно на 51 и 45%, 28 и 34%, 50 и 35% в сравнении с аналогичными величинами в условиях нормального увлажнения (табл. 3).

Следовательно, изучаемая смесь значительно лучше переносила засушливые условия и заметно снижала продуктивность при переувлажнении. Реакция ее на внесение удобрений и в первую очередь – на применение азота перед посевом, также определялась условиями погоды, складывающимися в течение активной вегетации (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние удобрений на продуктивность люпино-ячменной смеси при разных метеоусловиях вегетационного периода, среднее по нормам высева люпина**

Показатели		Дозы и сочетание удобрений, кг/га	2023 г.		2019 и 2022 гг.		2020 г.	
			сухая масса	зерно	сухая масса	зерно	сухая масса	зерно
			гидротермический коэффициент (ГТК)					
			1,25	1,39	1,08	1,00	2,81	2,24
Урожайность, т/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	9,32	4,48	5,83	3,87	5,58	2,36
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,75	5,30	6,62	4,24	4,72	2,98
НСР <sub>05</sub>			1,64	0,45	0,66	0,31	0,55	0,36
Соотношение компонентов, б/з, %		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	44/56	62/38	49/51	44/56	60/40	46/54
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	31/69	18/82	37/63	26/74	53/47	32/68
Сбор протеина, т/га	сырого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,99	0,97	0,82	0,65	0,71	0,50
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,92	0,62	0,99	0,68	0,68	0,59
	переваримого	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,57	0,78	0,54	0,52	0,45	0,40
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,40	0,50	0,68	0,54	0,40	0,47
Накопление обменной энергии, ГДж/га		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	81,1	57,4	52,1	47,6	44,8	29,4
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	95,6	62,5	62,7	52,0	49,6	36,9
Кормовые единицы, тыс.		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,71	5,71	3,81	4,72	3,02	3,00
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,30	5,92	4,84	5,12	3,12	3,75
Коэффициент N <sub>2</sub> -фиксации (Кф)		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,59		0,38		0	
		N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,66		0,34		0	

При нормальном увлажнении (2023 г.) на фоне высокой  $N_2$ -фиксирующей способности (Кф 0,59-0,66) влияние азота на продуктивность сенажной массы и зерна носило неоднозначный характер. Несмотря на то, что его внесение повышало сбор сухой массы и зерна соответственно на 26% и 18%, накопление обменной энергии в урожае на 18% и 9%, выход кормовых единиц на 10% и 4% за счет роста доли ячменя в конечной продукции на 13% и 44%, оно оказывало отрицательное влияние на величины сбора сырого и переваримого протеина (-7% и -30% по сенажной массе, -36% по зерну). При этом только конечная зерносмесь по питательности удовлетворяла требованиям стандарта, предъявляемым к энерго-протеиновым концентратам (табл. 4). Поэтому для получения сбалансированных по протеину и энергии объемистых и концентрированных кормов из люпино-ячменной смеси в нормальных условиях увлажнения следует ограничиться осенним внесением фосфорно-калийного удобрения, дозы которого определяются в зависимости от исходной обеспеченности пахотного слоя подвижным фосфором и калием с использованием норматива затрат  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – удобрения на сдвиг содержания их в почве на единицу (10 мг/кг).

В условиях умеренной засушливости (2019 и 2022 гг.) при низкой азотфиксации (Кф 0,34-0,38) азот удобрения оказывал положительное влияние на урожайность и другие показатели продуктивности, наиболее выраженное при выращивании на сенаж (+14-27%) в зависимости от показателя. Величина урожайности сухой массы достигла 6,62 т/га, зерна 4,24 т/га, накопление в них сырого протеина 0,99 т/га и 0,68 т/га, обменной энергии 62,7 и 52,0 ГДж/га, а питательность сенажа и зерносмеси соответствовала нормативам второго класса качества (табл. 4).

При наименьшей продуктивности в условиях переувлажнения и отсутствии азотфиксации предпосевное внесение 50 кг/га N на фоне  $P_{60}K_{60}$  снижало урожайность сухой сенажной массы с 5,57 т/га до 4,72 т/га (-15%), но приводило к увеличению сбора зерна с 2,36 т/га до 2,98 т/га (+26%). В обоих случаях при этом наблюдалось изменение соотношения компонентов в пользу ячменя (+7% и +14%) соответственно, увеличение содержания общего азота как в надземной массе, так и в зерне злакового компонента +0,18% и +0,36%.

Это выравнивало сбор сырого протеина урожаем сухой массы на уровне 0,71-0,68 т/га, кормовых единиц 3,0-3,1 тыс., повышало накопление обменной энергии на 11% или от 44,8 ГДж/га до 49,6 ГДж/га, но снижало выход переваримого протеина в урожае на 11% или с 0,45 т/га до 0,40 т/га.

При выращивании на зерно под влиянием азота удобрений выход сырого и переваримого протеина увеличивался на 18%, накопление обменной энергии и кормовых единиц на 25-26% или до 36,9 ГДж/га и до 3,75 тыс. (табл. 4). По питательности сухая сенажная масса и зерносмесь в этом варианте соответствовали третьему и второму классам качества по принятым нормативам.

Следовательно, применение азота удобрений перед посевом в дозе 50 кг/га в неблагоприятных погодных условиях является фактором повышения продуктивности люпино-ячменного смешанного посева и обеспечивает получение сбалансированной по протеину и энергии конечной продукции как при проявлении засушливости, так и переувлажнения.

Установлено также, что при недостаточном увлажнении более высокие показатели продуктивности как сенажной массы, так и зерна создавались при норме высева люпина в смеси 1,8 млн/га (от +2-7% до +10-14% к аналогичным значениям в варианте с меньшей нормой высева). В условиях переувлажнения в лучшую сторону выделялись варианты с меньшей нормой высева. Это может быть связано с тем, что на отмеченных оптимальных вариантах норм высева люпина в смеси складывалось благоприятное соотношение компонентов – близкое к уравновешенному в условиях переувлажнения и с небольшим перевесом злакового – при засухе. В последнем случае доля люпина на уровне 40% с его глубоко проникающей корневой системой, способной усваивать влагу из второго полуметра почвы, была достаточной для формирования в среднем более 6 т/га сухой массы и 4 т/га

зерна с накоплением в них 0,94 и 0,71 т/га сырого протеина, 59 и 51 ГДж/га обменной энергии при питательности соответствующей второму классу качества (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние норм высева люпина на продуктивность люпино-ячменной смеси при разных метеоусловиях вегетационного периода, среднее по вариантам удобрения**

Показатели	2019, 2022 гг.				2020 г.												
	сухая масса		зерно		сухая масса		зерно										
	ГТК																
	1,08		1,00		2,81		2,24										
норма высева, млн/га																	
		1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8								
Урожайность, т/га	5,90		6,56		4,01		4,10		4,72		5,58		2,66		2,68		
НСР <sub>05</sub> *)	0,74/0,33				0,37/0,30												
Соотношение компонентов, б/з, %	44/56		42/58		31/69		39/61		50/50		63/37		48/52		28/72		
Сбор протеина, т/га	сырого	0,86		0,94		0,62		0,71		0,75		0,64		0,60		0,48	
	переваримого	0,59		0,64		0,50		0,57		0,55		0,38		0,48		0,38	
Накопление обменной энергии, ГДж/га	55,5		59,3		48,8		50,8		45,8		43,5		33,4		32,8		
Кормовые единицы, тыс.	4,24		4,38		4,80		5,04		3,58		2,56		3,42		3,32		
Коэффициент N <sub>2</sub> -фиксации (Кф)	0,35		0,37		-		-		0		0		-		-		

\*) *Примечание: в числителе – сухая масса, в знаменателе – зерно*

При переувлажнении норма высева люпина в смеси 1,6 млн/га обеспечивала получение в среднем до 5 т/га сухой массы и более 2,5 т/га зерна с накоплением в них до 0,8 и 0,6 т/га сырого протеина соответственно, 46 и 33 ГДж/га обменной энергии, а питательность сухой массы и зерносмеси соответствовала нормативу первого класса качества (табл. 5).

**Заключение**

На средне окультуренных дерново-подзолистых почвах Центра Нечерноземной зоны России для повышения устойчивости продуктивности полевого кормопроизводства в условиях изменяющегося климата необходимо расширение видового разнообразия сеяных полевых агрофитоценозов за счет увеличения площади посева однолетних бобово-злаковых смесей на сенаж и зерно с использованием видов и сортов, характеризующихся разной реакцией на режим увлажнения в течение активной вегетации.

В засушливых и нормальных условиях увлажнения хорошо зарекомендовал себя смешанный посев узколистного люпина детерминантного типа с ячменем.

При выращивании на сенаж и зерно по зерновым предшественникам на почвах с повышенной и высокой обеспеченностью подвижным фосфором и калием (IV-V класс по принятым градациям) эта смесь обеспечивала получение 7-12 т/га сухой массы, 4-5 т/га зерна с накоплением в них 0,7-1,0 т/га сырого и 0,5-0,6 т/га переваримого протеина, 50-95 ГДж/га обменной энергии, а питательность приготовляемых из них объемистых и концентрированных кормов соответствовала второму-третьему классам качества по принятым нормативам. Для этого с осени под зябь необходимо внесение фосфорных и калийных удобрений в дозах, восполняющих вынос P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O планируемым урожаем, а весной (при выращивании на сенаж) – 50 кг/га N в виде аммиачной селитры. При выращивании на зерно азотного удобрения не требуется. Норма высева люпина в смеси 1,6-1,8 млн/га, ячменя – 60-70% от полной (5,0 млн/га). Для защиты растений от болезней и вредителей обязательны одна-две обработки посева баковой смесью из фунгицида и инсектицида с добавлением биостимуляторов с антистрессовым и ростостимулирующим эффектом. Семена обоих компонентов обязательно подлежат протравливанию современными протравителями с инсектицидным эффектом, а люпина в день посева - обработке ризоторфином с активным штаммом специфичных азотфиксирующих микроорганизмов.

*Работа выполнена по государственному заданию: «Создание перспективных сортов и технологий возделывания зернобобовых культур для условий Центрального*

***Нечерноземья, обеспечивающих высокий выход общего сырого и пищевого протеина» № регистрации 123012700036-3; «Разработка адаптивной системы производства кормов для обеспечения реализации генетического потенциала зебувидного типа черно-пестрой породы крупного рогатого скота, основанной на интеграции полевого и лугопастбищного кормопроизводства в условиях Истринского района Московской области» № регистрации 123120600005-2.***

#### Литература

1. Суховеева О.Э. Изменение климатических условий и агроклиматических ресурсов в Центральном районе Нечерноземной зоны // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология, – 2016, – № 4. – С. 41-49.
2. Баринов Н.В. Оптимизация производственного потенциала пашни за счет смешанных посевов // Экологически устойчивое земледелие: состояние, проблемы, пути решения: Сб. науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием / ВНИИОЦ-филиал ФГБНУ «Верхневолжский» ФАНЦ», 22-24 июля 2018г. – Иваново: ПрессСто, – 2018. – С. 47-51.
3. Воронов С.И., Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сб. науч. трудов. Выпуск 28 (76). Материалы Международного конгресса по кормам, посвященного 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Москва 21-24 июля 2022 г.). В двух частях. Часть 1. ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – Москва: ФГБНУ ДПО РАКО АПК, – 2022. – С. 60-69.
4. Конончук В.В., Никиточкин Д.Н., Тимошенко С.М., Штырхунов В.Д., Назарова Т.О. Влияние элементов агротехнологии возделывания люпинозлаковых смесей на азотфиксирующую способность и продуктивность в зависимости от метеорологических условий в Центральном Нечерноземье // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3 (39). – С. 107-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-107-118
5. Конончук В.В., Благовещенский Г.В., Штырхунов В.Д., Тимошенко С.М., Назарова Т.О. Влияние удобрений на урожайность и качество продукции люпина узколистного в чистом и смешанном посеве при разных нормах высева в Центре Нечерноземной зоны России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – №1 (33). – С. 63-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11158
6. ООО «Лебозол Восток» Информация о продуктах // <https://www.lebosol.de/ru>.

#### References

1. Sukhoveeva O.E. Changes in climatic conditions and agroclimatic resources in the Central region of the Non-Black Earth Zone // *Vestnik VGU, Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2016, no.4, pp. 41-49.
2. Barinov N.V. Optimization of production potential of arable land through mixed crops // *Ecologically sustainable agriculture: state, problems, ways of solutions: Proceed. res. works All-Russian sci. conf with intern. participation/ VNIOTs-filial FGBNU «Verkhnevolzhskii» FANTs», 22-24 July 2018, Ivanovo: PressSto, 2018, pp. 47-51.*
3. Voronov S.I., Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. Comparative productivity of leguminous crops in single-species and mixed crops on sod-podzolic soils of the Central Non-Black Earth Region // *Multifunctional adaptive feed production. Proc. res. works, 28 (76). Proceed. Int. Forage Congr. dedicated to the 100th anniv. of FSC V.R. Williams VIK. (Moscow, 21-24 July 2022). In 2 parts. P.1. FNTs «VIK im. V.R. Vil'yamsa». - Moscow: FGBNU DPO RAKO APK, 2022, pp. 60-69.*
4. Kononchuk V.V., Nikitochkin D.N., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O. The influence of elements of agricultural technology for cultivating lupine-grass mixtures on nitrogen-fixing capacity and productivity depending on meteorological conditions in the Central Non-Black Earth Region // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no.3 (39), pp. 107-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-107-118
5. Kononchuk V.V., Blagoveshchenskii G.V., Shtyrkhunov V.D., Timoshenko S.M., Nazarova T.O. The influence of fertilizers on the yield and quality of angustifolia lupine products in pure and mixed sowing at different seeding rates in the Center of the Non-Chernozem Zone of Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.1 (33), pp. 63-71. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11158
6. ООО «Lebosol Vostok» Product Information. Available at: <https://www.lebosol.de/ru>.