

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА БЕЛОГО ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Е.И. ИСАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-9352-5329, E-mail: lupin.zemledelie@mail.ru

М.Ю. АНИШКО, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-5803-0507, E-mail: lupin.zemledelie@mail.ru

ВНИИ ЛЮПИНА – ФИЛИАЛ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА», Г. БРЯНСК

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию разных уровней минерального питания на урожайность, комовую ценность и энергетическую эффективность производства зерна, при возделывании люпина белого в двух трехпольных севооборотах. Цель исследований – охарактеризовать урожайность, кормовые показатели и энергетическую эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных уровнях минерального питания. Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянского региона стационарного опыта ВНИИ люпина в 2023-2025 г.г. Максимальная урожайность – 3,2 т/га, люпина белого Мичуринский была получена в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм на варианте где удобрения непосредственно под посев люпина не вносились, а только было последствие фона севооборота. Дальнейшая интенсификация фона снижала продуктивность, но достоверность математически не доказана, изменения были в пределах ошибки опыта. По выходу кормовых показателей с гектара, у люпина белого Мичуринский выделился вариант 1 в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм. Здесь с гектара было получено 4657,0 кормовых единиц, с себестоимостью 100 ед. – 700,7 рублей и 780,8 кг переваримого протеина. Четко прослеживается закономерность наиболее эффективного использования энергии при варианте 1 (люпин без удобрений) с самой низкой степенью химизации гектара пашни.

Ключевые слова: люпин, севооборот, степени химизации, урожайность, кормовые показатели.

Для цитирования: Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Продуктивность люпина белого при разных уровнях минерального питания. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 117-122. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-117-122

PRODUCTIVITY OF WHITE LUPINE AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION.

E.I. Isaeva, M.Yu. Anishko

FSBSI «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF LUPIN» – BRANCH OF FSBSI
«FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND
AGROECOLOGY

Abstract. The article presents the results of research on the effect of different levels of mineral nutrition on the yield, fodder value, and energy efficiency of grain production when white lupine is cultivated in two three-field crop rotations. The purpose of the research is to characterize the yield, fodder indicators, and energy efficiency of white lupine cultivation in three-field crop rotations at different levels of mineral nutrition. The studies were conducted on the gray forest soil of the south-west of the Non-Chernozem zone of the Bryansk region in the stationary experiment of the All-Russian Research Institute of Lupine in 2023-2025. The maximum yield of 3.2 t/ha was obtained for

white lupine Michurinsky in a three-field crop rotation with a stubble crop of oil radish for fodder in a variant where fertilizers were not applied directly before sowing lupine, but only in the background of the crop rotation. Further background intensification reduced productivity, but the reliability was not mathematically proven, and the changes were within the error margin of the experiment. In terms of fodder yield per hectare, the Michurinsky white lupine stood out in variant 1 of a three-field crop rotation with stubble sowing of oil radish for fodder. Here, 4,657.0 fodder units were obtained per hectare, with a cost of 100 units at 700.7 rubles and 780.8 kg of digestible protein. There is a clear pattern of the most efficient use of energy in option 1 (lupine without fertilizers) with the lowest degree of chemicalization per hectare of arable land.

Keywords: lupine, crop rotation, degree of chemicalization, yield, fodder indicators.

Введение

Одной из наиболее важных проблем современного ведения сельскохозяйственного производства Нечерноземной зоны, является обеспечение прогрессивно развивающегося животноводства сбалансированными кормами, которые можно получить непосредственно на пашне, при сохранении почвенного плодородия, чтобы обеспечить стабильность данного процесса во времени [1, 2, 3, 4].

Для решения данной задачи необходимо уходить от перенасыщения севооборота зерновыми культурами, в сторону зернобобовой составляющей в севообороте, как наиболее энергонасыщенной и максимально аккумулирующей солнечную энергию в полученную продукцию [5, 6, 7, 8].

Потенциал люпина белого сложно переоценить. Это и ценная кормовая культура, способная формировать урожайность семян до 4,5 т/га, с содержанием белка до 38 %, при достаточно низкой энергоёмкости культивирования. Кроме того, люпин обогащает почву биологическим азотом, фосфором и другими элементами питания, а его корневая система способствует увеличению аэрированности пахотного слоя и подпахотных горизонтов [9, 10, 11, 12].

Обзор проведенных исследований по изучению кормового обеспечения современного животноводства, структуры посевных площадей, адаптивного и хозяйственного потенциала люпина, показывает высокий интерес к данной проблеме. Поэтому возникает необходимость проведения комплексных исследований по минеральному питанию люпина в севооборотах разной структуры и ротации, изменению агрохимических показателей пахотного и подпахотного горизонтов.

Цель исследований – охарактеризовать урожайность, кормовые показатели и энергетическую эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных уровнях минерального питания.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на базе многолетнего стационарного опыта, заложенного в 1988 году, с учетом требований «Методики полевого опыта» Б.А. Доспехов [13], во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина, на серой лесной легкосуглинистой почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянской области. Агрохимическая характеристика пахотного слоя до закладки опыта: рН_{KCl} – 5.9-6.0; содержание подвижных: P₂O₅ (по Кирсанову) 276-282, K₂O (по Масловой) – 210-228 мг/кг почвы, органического вещества 2,9-3,2%.

Фактор А – севообороты:

1. Люпин белый – озимая тритикале (пожнивню редька масличная на корм) – овес.
2. Люпин белый – озимая тритикале (пожнивню редька масличная на сидерацию) – овес.

На каждом варианте чередований (фактор А), используется различная степень химизации (фактор Б).

Для каждой культуры опыта технологические схемы следующие:

Люпин белый (с. Мичуринский);

1 – система удобрений – без удобрений (последствие от предшественника), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды: Камелот – 3 л/га, Квикстеп –

0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев), Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

2 – система удобрений- $N_{10}P_{26}K_{26}$ (диаммофоска (N:P:K)10:26:26 - 100 кг/га) , система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев), Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

3 – система удобрений- $N_{20}P_{52}K_{52}$ (диаммофоска (N:P:K) 10:26:26 - 200 кг/га), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев) Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

4 – система удобрений- $N_{30}P_{78}K_{78}$ (диаммофоска (N:P:K) 10:26:26 - 300 кг/га), система защиты – протравливание: Протект форте - 1,25 л/т, гербициды : Камелот - 3 л/га, Квикстеп – 0,8 л/га, фунгициды: Триактив Экстра – 0,8 л/га (фаза 5 настоящих листьев) Колосаль Про – 0,4 л/га (по мере возникновения очагов инфекции).

Озимая пшеница (сорт Московская 39) система удобрений – общим фоном на 1 га д. в. $N_{60}P_{60}K_{60}$, система защиты – протравливание: Оплот – 0,4 л/т, гербициды: Балерина – 0,5 л/га, фунгициды: Колосаль Про – 0,4 л/га.

Овес (сорт Памяти Балавина) система удобрений – общим фоном на 1 га д. в. $N_{60}P_{60}K_{60}$, система защиты – протравливание: Бункер – 0,5 л/т, гербициды: Балерина – 0,5 л/га, + фунгициды: Колосаль Про – 0,4 л/га.

Пожнивный посев после озимых зерновых культивируется по принципу «посеял – убрал», без какого-либо применения агрохимикатов.

Опыт заложен в границах одного земельного участка, развернут всеми полями в пространстве и во времени. Площадь делянки – $8 \times 29 = 232 \text{ м}^2$. Учетная площадь делянки – $25 \times 6 = 150 \text{ м}^2$. Повторность трехкратная. Ярусов – 14, делянок 216 штук. Площадь под опытом - 5,9 га.

Результаты и их обсуждение

В последние годы при нарастающих изменениях климата и антропогенного воздействия на природные экосистемы, все чаще проявляются погодные аномалии, которые оказывают сильное влияние на сельскохозяйственное производство. В частности резкие колебания погодных условий негативно сказываются на урожае и валовых сборах сельскохозяйственных культур. Поэтому сам подход в решении этой проблемы должен быть дифференцированным, как с точки зрения оптимизации минерального питания культур в системе севооборота, так и в сохранении почвенного плодородия, так как универсального решения для всех хозяйств не существует.

В среднем за три года исследований максимальная урожайность люпина белого Мичуринский – 3,2 т/га, была получена в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм в варианте, где удобрения непосредственно под посев люпина не вносились, а только было последствие фона севооборота (табл. 1). Дальнейшая интенсификация фона снижала продуктивность во все годы исследования, но достоверность математически не доказана, изменения были в пределах ошибки опыта.

В севообороте с пожнивным посевом редьки на сидеральные цели выявлена достоверная прибавка урожайности на 0,7 т/га в варианте 2 по сравнению с контрольным вариантом.

За трехлетний период исследований по выходу кормовых показателей с гектара, у люпина белого Мичуринский выделился вариант 1 в трехпольном севообороте с пожнивным посевом редьки масличной на корм (табл. 2). Здесь с гектара было получено 4657,0 кормовых единиц, с себестоимостью 100 ед. – 700,7 рублей и 780,8 кг переваримого протеина.

Урожайность люпина белого Мичуринский в полевых севооборотах при разных степенях химизации, т/га

Годы исследований	Варианты				НСР ₀₅
	1	2	3	4	
	Без удобрений (контроль)	N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	N ₂₀ P ₅₂ K ₅₂	N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈	
Последствие СУС*	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) - овес					
2023	3,4	3,2	3,4	3,3	F _φ ≤F _T
2024	3,3	2,5	3,2	2,6	F _φ ≤F _T
2025	3,1	2,5	2,9	3,4	F _φ ≤F _T
Среднее	3,2	2,7	3,1	3,1	-
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) - овес					
2023	3,3	3,2	3,6	3,5	F _φ ≤F _T
2024	2,9	2,2	2,7	2,6	0,08
2025	2,3	2,3	2,6	2,5	F _φ ≤F _T
Среднее	2,8	2,5	3,0	2,9	-

*Примечание: СУС – система удобрения севооборота

В общем в рамках двух исследуемых севооборотов люпин из всех культур чередования, обеспечивал самые высокие показатели по выходу переваримого протеина с гектара пашни (от 685,9 до 780,8 кг).

Как показывают расчеты, все варианты химизации в севооборотах показали высокую эффективность использования энергии. Тем не менее, четко прослеживается закономерность наиболее эффективного использования энергии при варианте 1 (люпин без удобрений) с самой низкой степенью химизации гектара пашни (табл. 3). Здесь по всем севооборотам получен наибольший чистый энергетический доход 34,9 ГДж и 35,7 ГДж с гектара и коэффициент энергетической эффективности – 1,5.

Таблица 2

Кормовые показатели зерна люпина белого Мичуринский в полевых севооборотах при разных степенях химизации (среднее за 2023-2025 гг.)

Севообороты	Варианты	Выход СВ ¹ с 1 га, т	ОЭ, ГДж/га	Выход ПП, кг/га	Выход к. ед. с 1 га	Себест. 100 к.ед., руб.
Люпин белый – озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) – овес	1 (без удобрений) (контроль)	2,5	40,1	780,8	4657,0	700,7
	2 (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	2,2	38,4	745,3	4481,5	765,3
	3 (N ₁₀ P ₅₂ K ₅₂)	2,3	39,8	776,3	4686,4	770,8
	4 (N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈)	2,3	40,1	693,0	47311,4	864,2
Люпин белый – озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) – овес	1 (без удобрений) (контроль)	2,1	36,3	685,9	4222,5	785,2
	2 (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	2,2	38,7	762,2	4200,0	782,6
	3 (N ₁₀ P ₅₂ K ₅₂)	2,3	38,9	731,7	4454,0	845,3
	4 (N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈)	2,1	37,8	732,6	4471,4	870,3

Примечание: СВ – сухое вещество, ОЭ – обменная энергия, ПП – переваримый протеин

Остальные варианты возделывания люпина белого могут применяться в хозяйствах с разным уровнем материально-технического развития.

Таблица 3

Энергетическая эффективность возделывания люпина белого в трехпольных севооборотах при разных степенях химизации (среднее за 2023-2025 гг.)

Севообороты	Варианты, СУС*	Энегозатраты на 1 га севооборотной площади, ГДж	Чистый энерг. доход, ГДж/га	Кээ
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на корм) – овес	1 (без удобрений)	22,7	34,9	1,5
	2 (N10P26K26)	24,3	34,0	1,4
	3 (N10P52K52)	25,9	34,2	1,4
	4 (N30P78K78)	27,3	34,1	1,3
Люпин белый - озимая тритикале (пожнивno редька масличная на сидерацию) - овес	1 (без удобрений)	23,5	35,7	1,5
	2 (N10P26K26)	24,8	34,8	1,5
	3 (N10P52K52)	26,2	34,4	1,3
	4 (N30P78K78)	27,8	34,6	1,3

Заключение

Таким образом, наибольшая зерновая и кормовая продуктивность люпина белого была получена в варианте без применения удобрений. Здесь получена урожайность от 2,8 до 3,2 тонн с гектара и максимальный выход кормовых единиц – 4657,0 с самой низкой себестоимостью 100 шт. – 700,1 рублей. Тем не менее, современное сельскохозяйственное производство отличается многоукладностью и разноплановостью, поэтому остальные варианты в представленных севооборотах так же имеют место быть и могут применяться в хозяйствах, обеспечивая довольно высокие, энергетически оправданные показатели продуктивности.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FGGW-2025- 0004 «Усовершенствовать агротехнические и технологические параметры ресурсосберегающих систем кормопроизводства лесной зоны для животноводческих хозяйств различных организационных форм на основе рационального использования почвенно-климатических и растительных ресурсов, интенсивных технологий с использованием нового поколения сортов и гибридов, удобрений, средств защиты и технических средств, обеспечивающих производство высококачественных кормов, воспроизводство почвенного плодородия и экологическую безопасность окружающей среды».

Литература

1. Шпаков А.С. Кормопроизводство в крестьянско-фермерских хозяйствах Нечерноземной зоны: научное обеспечение. // Адаптивное кормопроизводство. – 2024. – № 3. – С. 50-55. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-50-55.
2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России. – М.: РАН, – 2018. – 132 с.
3. Маслов В.Н., Березин Н.А., Чернова И.В. Состояние зернового хозяйства России, роль зерновых в кормлении сельскохозяйственных животных и человека. //Вестник аграрной науки. – 2021. – № 2. – С. 3-15. DOI: 10.17238/issn2587-666x.2021.2.3
4. Слесарева Т.Н. Технология производства кормов на основе смешанных посевов люпина желтого со злаковыми культурами. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2024. – Т. 27 (75). – С. 60-64 DOI:1033814/МАК-2022-27-75-60-64
5. Лошаков В.Г. Севооборот – основополагающее звено современных систем земледелия. //Вестник РАСХН. – 2006. – С.23-26.
6. Иванов А. И., Иванова Ж. А. Продуктивность полевого севооборота и эффективность систем удобрения в мелиорированном агроландшафте. // Земледелие. – 2023. – № 4. – С. 1-8. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-1-8.

7. Эседулаев С.Т., Мельцаев И.Г. Биологизированные севообороты – основной фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни в Верхневолжье. // Аграрный вестник Урала. – 2019. – №11 (109). – С. 18-26. DOI: 10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538.
8. Гурин А.Г., Чадаев И.М. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы. // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2019. - № 1(29). - С. 21 – 25.
9. Исаева Е.И., Яговенко Г.Л. Поле люпина – способ биологизации севооборота и основа плодородия. // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. – № 02. – С. 163-171. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-163-171>
10. Артюхов А.И., Подобедов А.Б. Современные направления исследований по люпину в России. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. –С. 80-86.
11. Исаева Е.И., Анишко М.Ю. Продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы. // Вестник Ульяновской ГСХА – 2025. – № 3. – С. 21-28. DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-21-28
12. Агеева П.А., Почутина Н.А., Мисникова Н.В. Изучение современного генофонда узколистного люпина по элементам продуктивности и морфобиологическим свойствам. // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 02 (231). – С. 41-52. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-41-52.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, перераб. и доп. Москва: Альянс, – 2011. – 361 с.

References

1. Shpakov A.S. Kormoproizvodstvo v krest'yansko-fermerskikh khozyaistvakh Necherno-zemnoi zony: nauchnoe obespechenie. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2024, no. 3, pp. 50-55. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2024-2-50-55.
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. Ratsional'noe prirodopol'zovanie i kormoproizvodstvo v sel'skom khozyaistve Rossii. Moscow: RAN, 2018, 132 p.
3. Maslov V.N., Berezin N.A., Chernova I.V. Sostoyanie zernovogo khozyaistva Rossii, rol' zernovykh v kormlenii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i cheloveka. *Vestnik agrarnoi nauki*. 2021, no. 2, pp. 3-15. DOI: 10.17238/issn2587-666x.2021.2.3
4. Slesareva T. N. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove smeshannykh posevov lyupina zheltogo so zlakovymi kul'turami. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2024, Vol. 27 (75), pp. 60-64 DOI: 10.33814/MAK-2022-27-75-60-64
5. Loshakov V.G. Sevooborot – osnovopolagayushchee zveno sovremennykh sistem zemledeliya. *Vestnik RASKHN*, 2006. pp. 23-26.
6. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A. Produktivnost' polevogo sevooborota i ehffektivnost' sistem udobreniya v meliorirovannom agrolandshafte. *Zemledelie*. 2023, no. 4, pp. 1-8. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-4-1-8.
7. Ehsedulaev S.T., Mel'tsaev I.G. Biologizirovannyye sevooboroty – osnovnoi faktor povysheniya plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv i produktivnosti pashni v Verkhnevolzh'e. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2019, no. 11(109), pp. 18-26. DOI:10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538.
8. Gurin A.G., Chadaev I.M. Rol' bobovykh predshestvennikov v povyshenii biologicheskoi aktivnosti seroi lesnoi pochvy. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, no. 1(29), pp. 21 – 25.
9. Isaeva E.I., Yagovenko G.L. Pole lyupina – sposob biologizatsii sevooborota i osnovna plodorodiya. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2024. Vol. 24, no. 02. pp. 163-171. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-163-171>
10. Artyukhov A. I., Podobedov A. B. Sovremennyye napravleniya issledovaniy po lyupinu v Rossii. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2012, no. 1, pp. 80-86.
11. Isaeva E.I., Anishko M.Yu. Produktivnost' sevooborota s lyupinom pri raznykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy. *Vestnik Ul'yanovskoi GSKHA*, 2025, no. 3, pp. 21-28. DOI:10.18286/1816-4501-2025-3-21-28
12. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Misnikova N.V. Izuchenie sovremennogo genofonda uzkolistnogo lyupina po ehlementam produktivnosti i morfobiologicheskim svoistvam. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2023, no. 02 (231), pp. 41–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-41-52.
13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Izd. 6-e, pererab. i dop., Moscow: Al'yans Publ., 2011, 361 p.