



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-4-618-630

УДК 633.367.2


EDN AXCRTL

Научная статья / Research article

Зеленая масса сортов люпина узколистного как источник почвенного плодородия

Е.С. Лыбенко  , С.А. Емелев 

Вятский государственный агротехнологический университет, г. Киров, Российская Федерация

 elenalybenko@rambler.ru

Аннотация. Поддержание и восстановление почвенного плодородия является основой стабильности продовольственной безопасности страны. Один из эффективных приемов восстановительного сельского хозяйства — использование сидератов, лучшими из которых признаны растения семейства бобовые. В период 2022—2023 гг. в ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ изучали возможности использования ряда сортов узколистного люпина различной селекции в направлении регенеративного земледелия. Почвы участка для закладки опыта — дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые среднеобеспеченные основными питательными элементами. Материалом для исследования стали сорта узколистного люпина Сидерат 46, Аккорд, Федоровский и Меценат, сравнение проводили с горохом посевным сорта Указ. Учетная площадь делянок 4,5 м², повторность 4-кратная, предшественник в оба года — яровые зерновые культуры. Все изучаемые сорта люпина в агроклиматических условиях Кировской области достоверно превосходили контроль по уровню урожайности зеленой массы натуральной влажности. Рост урожайности составил 50...60 % при незначительном коэффициенте вариации по годам у большинства сортов. Анализ урожайности вегетативной массы с учетом ее влажности показал, что только Аккорд (16,40 т/га) и Меценат (15,95 т/га) достоверно превосходят контроль (13,55 т/га). Основная часть продукции, полученной при уборке зеленой массы люпинов, приходится на листья (46,9 %) и стебли (43,9 %). Вариабельность по годам этих значений несущественная. Содержание сырого протеина у сортов узколистного люпина выше, чем у гороха посевного на 18...37 %, а сырой золы — на 28...40 %. По совокупности сбора сырого белка и сырой золы с единицы площади выделился сорт Меценат (2,7 и 1,31 т/га соответственно). Экологические и биологические особенности узколистного люпина сортов Аккорд, Федоровский и Меценат в агроклиматических условиях северо-востока Нечерноземной зоны России позволяют использовать их для нужд восстановительного земледелия с целью регенерации почвенного плодородия.

Ключевые слова: азотфиксирующие растения, надземная фитомасса, биохимический состав, урожайность, органическое вещество, элементы продуктивности, зернобобовые культуры

Вклад авторов: авторы внесли равнозначный вклад.

© Лыбенко Е.С., Емелев С.А., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.


История статьи: поступила 1 марта 2024 г., принята к публикации 11 октября 2024 г.

Для цитирования: *Лыбенко Е.С., Емелев С.А.* Зеленая масса сортов люпина узколистного как источник почвенного плодородия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронмия и животноводство. 2024. Т. 19. № 4. С. 000—000. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-4-000-000

Green mass of narrow-leaved lupine varieties as a source of soil fertility

Elena S. Lybenko  , Sergey A. Emelev 

Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russian Federation

 elenalybenko@rambler.ru

Abstract. The maintenance and restoration of soil fertility is the basis for the stability of the country's food security. One of the most effective methods of restorative agriculture is the use of siderates, the best of which are recognized plants of the legume family. The research was conducted at Vyatka State Agrotechnological University in 2022—2023 to study the possibility of using narrow-leaved lupine varieties of various breeding in regenerative agriculture. The soils of the experimental site are sod-medium podzolic medium loamy medium-rich in basic nutrients. The object of the study was narrow-leaved lupine varieties: Siderat 46, Akkord, Fedorovsky and Metsenat, the comparison was carried out with pea cv. Ukaz. The plots were 4.5 m², four replications were used, the forecrop in both years was spring crops. All the studied varieties of lupin in agro-climatic conditions of Kirov region significantly exceeded the control in terms of yield of green mass of natural moisture. The yield increase was 50...60% with a slight coefficient of variation over the years in most varieties. The analysis of the yield of green mass considering its humidity showed that only Akkoord (16.40 t/ha) and Metsenat (15.95 t/ha) significantly exceeded the control (13.55 t/ha). The main part of lupine green mass obtained during harvesting is leaves (46.9%) and stems (43.9%). The variability over the years of these values is insignificant. Crude protein content and crude ash content of narrow-leaved lupine varieties were higher by 18...37% and 28...40%, respectively, compared to the control (pea). Metsenat variety had the highest crude protein and crude ash content per area unit — 2.7 and 1.31 t/ha, respectively. Narrow-leaved lupine varieties — Akkord, Fedorovsky and Metsenat — can be recommended for restorative agriculture in the north-east of Non-Chernozem zone of Russia to regenerate soil fertility.

Key words: nitrogen-fixing plants, above-ground phytomass, biochemical composition, productivity, organic matter, productivity elements, leguminous crops

Authors' contribution. All authors contributed equally to the manuscript.

Conflict of interests. The authors declared no conflict of interests.

Article history: received: 1 March 2024; accepted: 11 October 2024.

For citation: Lybenko ES, Emelev SA. Green mass of narrow-leaved lupine varieties as a source of soil fertility. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(4):000—000. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-4-000-000

Введение

Серьезную угрозу технологической независимости страны несет ухудшение качества пахотных земель¹. Основная характеристика, определяющая ценность пашни, — ее плодородие — является результатом совокупного влияния содержания питательных веществ, типа водного режима, характера теплового режима, микробиологической активности и др. Уровень плодородия во многом определяется содержанием органического вещества. В России более трети почв относятся к слабогумусированным, а в пятой части содержание гумуса ниже минимального уровня [1, 2].

В условиях роста численности населения планеты в геометрической прогрессии увеличивается потребность в продуктах питания, в т. ч. растительного происхождения [3]. Как следствие растет степень интенсификации использования сельскохозяйственных угодий, возрастает нагрузка на единицу площади. Подобные методы ведения сельского хозяйства неизбежно приводят к деградации почв и ухудшению их качества.

Согласно сведениям Р.Р. Абдусаламова, З.М. Баламирзоева «...около 40 % сельскохозяйственных угодий в мире значительно ухудшается по качеству из-за эрозии и использования химических удобрений» [4]. В результате водной или ветровой эрозии происходит разрушение почвы и обеднение ее: потоки воды или ветра выносят из верхнего слоя частицы органического вещества. Применение больших количеств удобрений в системе интенсивного земледелия приводит к изменению свойств почв. Ряд удобрений, созданных химическим путем, являются физиологически кислыми [5]. Их внесение повышает степень кислотности, что ведет к потерям гумуса вследствие разложения гуминовых соединений.

В минеральных удобрениях (особенно в фосфорных) содержатся тяжелые металлы как естественные примеси [6]. Их присутствие в больших количествах влияет на биохимические реакции, протекающие в растениях, а также на поступление микроэлементов.

Использование искусственно созданных минеральных удобрений в больших количествах в течение длительного периода времени влияет на состав почвенных микроорганизмов [7, 8]. Длительное применение минеральных удобрений влияет на агрохимические свойства почвы и степень подвижности элементов питания [9].

Альтернатива химическим — удобрения естественного происхождения: навоз, торф, сапропель, компосты, птичий помет, а также сидераты. Однако систематическое внесение значительного количества некоторых видов отходов животного происхождения отрицательно влияет на показатели, характеризующие физико-химические свойства обрабатываемых угодий [10].

Сидераты способствуют повышению плодородия за счет большого количества зеленой массы, поступающей в почву при их заделке [11, 12], и формированию агрономически ценной структуры почвы. Выделяемые сидератами алкалоиды и фитонциды способны снижать количество вредителей и возбудителей болезней [13].

¹ Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: утв. Указом Президента РФ от 28 февр. 2024 г. № 145. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003?index=2> (дата обращения: 29.02.2024).

В сельскохозяйственном производстве в качестве зеленых удобрений чаще всего используют растения двух семейств: капустные и бобовые. Для бобовых, наряду с рядом положительных признаков, характерных для сидератов, свойственно явление симбиотической азотфиксации, благодаря которому они, в зависимости от долголетия, способны связывать азот — от 60 до 300 кг/га в год [14, 15].

В Кировской области из растений семейства бобовые для использования в качестве зеленых удобрений применяют чаще всего горох полевой, горох посевной, вику яровую и их смеси со злаковым компонентом, а из многолетних растений — клевер луговой или клевер гибридный первого года пользования. Использование люпина ограничено в силу того, что не каждый вид однолетнего люпина способен формировать стабильный высокий урожай зеленой массы. Тем не менее узколиственный люпин в условиях Нечерноземья «...может стать базовой культурой севооборота для решения проблемы восстановления плодородия почв...» [16].

В ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ с 2021 г. проводится оценка сортов узколистного люпина различной селекции. **Цель исследования** — анализ возможности использования сортов узколистного люпина для направления регенеративного земледелия.

Задачи исследований:

- оценить уровень урожайности зеленой массы натуральной влажности и в абсолютно сухом веществе;
- проанализировать структуру урожайности зеленой массы сортов узколистного люпина;
- оценить содержание сырого протеина, сырой золы в зеленой массе и определить их сбор.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования послужили сорта люпина узколистного: Сидерат 46 (селекции ВНИИ люпина филиала ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса»), Аккорд, Федоровский, Меценат (селекции Ленинградского НИИСХ филиала ФГБНУ ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха).

Исследования проводили в 2022—2023 гг. на территории Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ. Почвы участка дерново-среднеподзолистые со среднесуглинистым гранулометрическим составом. Обеспеченность подвижными формами фосфора и обменным калием средняя, реакция почвенной среды слабокислая. Опыт закладывали на внесевоборотном участке, предназначенном для проведения научных исследований. Предпосевная обработка почвы — типичная для региона: ранневесеннее боронование, культивация, комбинированная обработка.

Закладка опыта проведена по методике конкурсного сортоиспытания, применены общепринятые методы исследования^{2,3}. Биохимические показатели качества зеле-

² Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 197 с

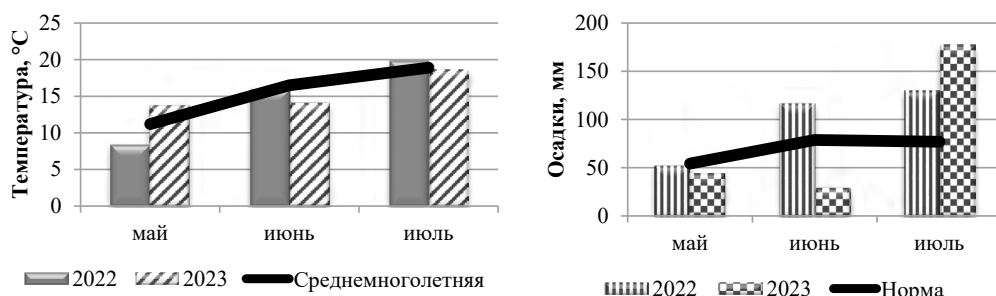
³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN ZJQBUD

ной массы проводили в аккредитованной лаборатории ООО НПП «МЕДБИОТЕХ», г. Киров согласно стандартным методикам.

Учетная площадь делянок 4,5 м², повторность 4-кратная, предшественник в оба года — яровые зерновые культуры. Посев проведен в начале второй декады мая. Способ посева рядовой с междурядьями 15 см. Норма высева 1,3 млн шт./га, глубина посева 4–5 см. Перед посевом проводили протравливание семян инсектицидом Табу, ВСК в норме 1 л/т и обработку биопрепаратом Ризолег. В качестве образца для сравнения (контроля — К) использован горох полевой Указ, так как эта культура занимает ведущее место среди однолетних сидератов Кировской области. Уборка растений на зеленую массу проведена в конце второй декады июля в фазу начала формирования бобов.

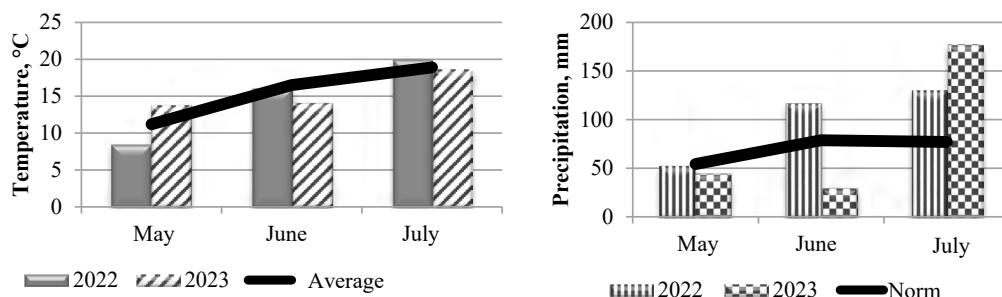
Результаты исследований и обсуждение

Вегетационный период в 2022 и 2023 гг. характеризовался как умеренно теплый с неравномерным выпадением осадков (рис.).



Метеорологические условия в период вегетации узколистного люпина в 2022–2023 гг.

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Excel 2010.



Meteorological conditions during the vegetation period of narrow-leaved lupine in 2022–2023

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Excel 2010.

Среднемесячная температура мая 2023 г. составила 13,9 °С, что оказалось на 1,9 °С выше обычно наблюдаемой. До оптимальной температуры посева почва прогрелась к началу второй декады. В 2022 г. средняя температура мая оказалась

ниже на 2,7 °С, весна в этот год была затяжная, почва для посева поспевала с опозданием. Количество выпавших осадков в мае 2023 г. было на 14 % меньше нормы, в 2022 г. — ей соответствовало. В июне 2022 г. количество значительно превысило норму, а июнь 2023 г. был сухим (осадков выпало на 40 % меньше нормы) и менее теплым, чем ожидалось. Зато в июле количество осадков в оба года более чем в 1,6 раза превысило средние показатели. Значения температурных характеристик июля были близки к нормативному значению.

Полевая всхожесть изучаемых вариантов — 97...98 %, что исключает возможность наличия различий по этому параметру. Средняя урожайность зеленой массы натуральной влажности сортов узколистного люпина составила 68,8 т/га, что на 59 % больше по сравнению с горохом (табл. 1). Все сорта узколистного люпина как в отдельные годы, так и в среднем за время исследований достоверно превосходили контроль по этому показателю. В среднем по годам превышение урожайности зеленой массы сортов люпина составило от 20,8 до 27,4 %.

Таблица 1

Урожайность зеленой массы натуральной влажности, т/га

Сорт	2022 г.	± к Указ	2023 г.	± к Указ	Среднее	± к Указ
Указ (К) 44,6		–	42,0	–	43,3	–
Сидерат 46	61,9	+17,3	66,3	+24,3	64,1	+20,8
Аккорд	82,8	+38,2	58,7	+16,7	70,7	+27,4
Федоровский	69,1	+24,5	71,5	+29,5	70,3	+27,0
Меценат	72,4	+27,8	67,6	+25,6	70,0	+26,7
НСР ₀₅	–	4,4	–	3,6	–	3,9

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Word 2010.

Table 1

Green mass yield of natural moisture, t/ha

Variety	2022	± to control	2023	± to control	average	± to control
Ukaz (control)	44.6	–	42.0	–	43.3	–
Siderat 46	61.9	+17.3	66.3	+24.3	64.1	+20.8
Akkord	82.8	+38.2	58.7	+16.7	70.7	+27.4
Federovsky	69.1	+24.5	71.5	+29.5	70.3	+27.0
Metsenat	72.4	+27.8	67.6	+25.6	70.0	+26.7
LSD ₀₅	–	4.4	–	3.6	–	3.9

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Word 2010.

Наиболее стабильный уровень у сорта Федоровский, коэффициент вариации урожайности по годам составил 2,4 %. Такой же незначительной изменчивостью характеризовались сорта Сидерат 46 и Меценат. Урожайность зеленой массы сорта Аккорд изменялась по годам от 82,8 до 58,7 т/га. Этот сорт обладает значительной

изменчивостью в условиях Кировской области по урожайности зеленой массы натуральной влажности (коэффициент вариации признака 24 %).

Влажность вегетативной массы сельскохозяйственных культур различна. Для оценки уровня урожайности в сопоставимых единицах приведены данные в пересчете на абсолютно сухое вещество (табл. 2). По урожайности зеленой массы в пересчете на абсолютно сухое вещество в 2022 и 2023 гг. отмечено достоверное превышение контроля только у сорта Аккорд. Коэффициент вариации по годам у него составлял 6 %. Превышение уровня урожайности достигало 21 %.

Таблица 2

Урожайность зеленой массы в абсолютно сухом веществе, т/га

Сорт	2022 г.	± к Указ	2023 г.	± к Указ	Среднее	± к Указ
Указ (К)	14,1	–	13,0	–	13,55	–
Сидерат 46	12,5	–1,6	11,6	–1,4	12,05	–1,5
Аккорд	17,1	+3,0	15,7	+2,7	16,40	+2,9
Федоровский	13,9	–0,2	13,9	+0,9	13,90	+0,4
Меценат	13,6	–0,5	18,3	+5,3	15,95	+2,4
НСР ₀₅	–	1,2	–	1,0	–	1,2

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Word 2010.

Table 2

Yield of absolutely dry green mass, t/ha

Variety	2022	± to control	2023	± to control	average	± to control
Ukaz (control)	14.1	–	13.0	–	13.55	–
Siderat 46	12.5	–1.6	11.6	–1.4	12.05	–1.5
Akkord	17.1	+3.0	15.7	+2.7	16.40	+2.9
Federovsky	13.9	–0.2	13.9	+0.9	13.90	+0.4
Metsenat	13.6	–0.5	18.3	+5.3	15.95	+2.4
LSD ₀₅	–	1.2	–	1.0	–	1.2

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Word 2010.

Показатели по урожайности зеленой массы в абсолютно сухом веществе у сорта Федоровский отличаются минимальным коэффициентом вариации (менее 1 %). В среднем урожайность этого сорта находится на уровне контроля. Значительной изменчивостью обладает сорт Меценат (коэффициент вариации 21 %). В 2022 г. его урожайность зеленой массы в абсолютно сухом веществе находилась на уровне контроля (13,6 т/га), а в 2023 г. — достоверно превышала его (18,3 т/га). Сидерат 46 по сравнению с горохом полевым Указ во все годы формировал достоверно меньше зеленой массы в пересчете на абсолютно сухое вещество (коэффициент вариации 5,7 %).

Анализируя структуру продуктивности зеленой массы (табл. 3), можно отметить, что у люпинов в среднем основная доля приходится на листья (46,9 %) и стебли (43,9 %). В условиях 2022—2023 гг. изучаемые сорта сформировали достаточно много зеленой массы, растения были развитыми, хорошо облиственными. У гороха полевого Указ основная доля приходилась на стебли (63,9 %). Объем листьев у гороха в связи с его морфологическими особенностями в два раза меньше, по сравнению с люпином.

Значительных отклонений между сортами по массе листьев не отмечено. Их доля колеблется от 42,6 до 49,3 %, установлено достоверное превышение этого показателя по отношению к контролю. Коэффициент вариации доли листьев у всех сортов незначительный (от 3,7 до 7,2 %). Наибольшей облиственностью обладают сорта Аккорд и Меценат.

Таблица 3

**Структура продуктивности зеленой массы на момент уборки
(в среднем за 2022—2023 гг.)**

Сорт	Листья, %	$V_{\text{листья}}'$ %	Бобы, %	$V_{\text{бобы}}'$ %	Стебли, %	$V_{\text{стебли}}'$ %
Указ (К)	22,5 ± 0,37	4,8	13,6 ± 0,44	9,4	63,9 ± 0,76	2,3
Сидерат 46	46,7 ± 0,72*	4,6	8,8 ± 0,39*	11,2	44,5 ± 0,71*	4,7
Аккорд	49,3 ± 0,63*	3,7	7,5 ± 0,34*	11,6	43,2 ± 0,81*	5,6
Федоровский	42,6 ± 0,42*	3,9	9,3 ± 0,62*	6,1	48,1 ± 0,51*	2,9
Меценат	48,9 ± 0,74*	7,2	11,2 ± 0,42*	5,7	39,9 ± 0,47*	4,9
В среднем по люпинам	46,9 ± 1,53*	6,6	9,2 ± 0,77*	16,7	43,9 ± 1,69*	7,7

Примечание. * – $p \geq 0,95$.

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Word 2010.

Table 3

Structure of green mass productivity at harvest time (average for 2022–2023)

Variety	Leaves, %	V_{leaves}' %	Seeds, %	V_{seeds}' %	Stems, %	V_{stems}' %
Ukaz (control)	22.5 ± 0.37	4.8	13.6 ± 0.44	9.4	63.9 ± 0.76	2.3
Siderat 46	46.7 ± 0.72*	4.6	8.8 ± 0.39*	11.2	44.5 ± 0.71*	4.7
Akkord	49.3 ± 0.63*	3.7	7.5 ± 0.34*	11.6	43.2 ± 0.81*	5.6
Federovsky	42.6 ± 0.42*	3.9	9.3 ± 0.62*	6.1	48.1 ± 0.51*	2.9
Metsenat	48.9 ± 0.74*	7.2	11.2 ± 0.42*	5.7	39.9 ± 0.47*	4.9
Average	46.9 ± 1.53*	6.6	9.2 ± 0.77*	16.7	43.9 ± 1.69*	7.7

Note. * – $p \geq 0.95$.

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Word 2010.

Доля бобов в общей массе зеленой продукции у гороха составляла 13,6 %. У люпинов к моменту уборки этот показатель был достоверно ниже контроля — от 7,5 до 11,2 %, а среднее значение по ним составило 9,2 %. Наиболее близко к контролю по объему бобов оказался сорт Меценат (11,2 %).

Длина стеблей люпина к моменту уборки достигала 53...63 см. Процент стеблей в общем урожае зеленой массы оказался выше у гороха посевного (63,9 %). У люпинов их доля отличается незначительной вариабельностью (2,3...5,6 %). Наибольший процент стеблей отмечен у сорта Федоровский (48,1 %), наименьший — у сорта Меценат (39,9 %).

Анализируя качественные характеристики зеленой массы (табл. 4 и 5), можно отметить, что сорта люпина узколистного отличаются повышенным содержанием сырого протеина (в среднем на 26 %). У большинства сортов зернобобовых культур его значения в 2022 г. (на 7...10 п.п.) были выше, чем в 2023 г. Более высоким содержанием сырого протеина отличаются сорта Федоровский (18,3 %) и Меценат (17,1 %), что превышает значение контроля на 37 и 28 п.п. соответственно.

Таблица 4

Содержание сырого протеина и сбор белка

Сорт	Содержание сырого протеина, %			Сбор белка, т/га		
	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	Среднее
Указ (К)	13,7	12,8	13,3 ± 0,45	1,90	1,70	1,80 ± 0,10
Сидерат 46	16,6	15,4	16,0 ± 0,60*	2,10	1,80	1,95 ± 0,15
Аккорд	17,0	14,5	15,8 ± 1,25*	2,90	2,30	2,60 ± 0,30*
Федоровский	18,1	18,4	18,3 ± 0,15*	2,50	2,60	2,55 ± 0,05*
Меценат	17,7	16,4	17,1 ± 0,65*	2,40	3,00	2,70 ± 0,30*

Примечание. * — $p \geq 0,95$.

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Word 2010.

Table 4

Crude protein content and protein yield

Variety	Crude protein content, %			Protein yield, t/ha		
	2022	2023	Average	2022	2023	Average
Ukaz (control)	13.7	12.8	13.3 ± 0.45	1.90	1.70	1.80 ± 0.10
Siderat 46	16.6	15.4	16.0 ± 0.60*	2.10	1.80	1.95 ± 0.15
Akkord	17.0	14.5	15.8 ± 1.25*	2.90	2.30	2.60 ± 0.30*
Federovsky	18.1	18.4	18.3 ± 0.15*	2.50	2.60	2.55 ± 0.05*
Metsenat	17.7	16.4	17.1 ± 0.65*	2.40	3.00	2.70 ± 0.30*

Note. * — $p \geq 0.95$.

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Word 2010.

Сбор белка с единицы площади зависит от урожайности зеленой массы и содержания в ней сырого протеина. В 2022 г. значительно выделился по этому показателю сорт Аккорд (2,9 т/га), а в 2023 г. — сорт Меценат (3,0 т/га), что превышает показатели контроля на 50 п.п. В среднем за 2022—2023 гг. по сбору белка сорта узколистного люпина превышали контроль на 40 п.п. и более. Исключением стал сорт Сидерат 46, значение показателя которого находилось примерно на уровне контроля (1,95 т/га) и превысило его всего на 8 п.п.

Таблица 5

Содержание сырой золы и ее сбор

Сорт	Содержание сырой золы, %			Сбор сырой золы, т/га		
	2022 г.	2023 г.	Среднее	2022 г.	2023 г.	Среднее
Указ (К)	6,3	5,5	5,9 ± 0,40	0,89	0,72	0,80 ± 0,09
Сидерат 46	7,6	7,5	7,6 ± 0,05*	0,92	0,88	0,90 ± 0,02
Аккорд	7,6	8,6	8,1 ± 0,50*	1,30	1,35	1,32 ± 0,03*
Федоровский	7,3	8,0	7,7 ± 0,35*	1,02	1,11	1,07 ± 0,05*
Меценат	7,6	8,9	8,3 ± 0,65*	0,99	1,63	1,31 ± 0,32*

Примечание. * – $p \geq 0,95$.

Источник: выполнено Е.С. Лыбенко, С.А. Емелевым в программе Microsoft Word 2010.

Table 5

Raw ash content and yield

Variety	Raw ash content, %			Raw ash yield, t/ha		
	2022	2023	Average	2022	2023	Average
Ukaz (control)	6.3	5.5	5.9 ± 0.40	0.89	0.72	0.80 ± 0.09
Siderat 46	7.6	7.5	7.6 ± 0.05*	0.92	0.88	0.90 ± 0.02
Akkord	7.6	8.6	8.1 ± 0.50*	1.30	1.35	1.32 ± 0.03*
Federovsky	7.3	8.0	7.7 ± 0.35*	1.02	1.11	1.07 ± 0.05*
Metsenat	7.6	8.9	8.3 ± 0.65*	0.99	1.63	1.31 ± 0.32*

Note. * – $p \geq 0.95$.

Source: compiled by E.S. Lybenko, S.A. Emelev in Microsoft Word 2010.

Содержание сырой золы у контрольного сорта Указ составило в среднем 5,9%; в 2022 г. — 6,3, в 2023 г. — 5,5 %. У сортов узколистного люпина не наблюдалось тенденции к уменьшению этого показателя по годам. Больше всего сырой золы сформировалось у сорта Меценат (8,3 %) и Аккорд (8,1 %), что на 39 и 37 п.п. соответственно больше контроля. Эти же сорта следует выделить и по сбору сырой золы, получаемой с зеленой массы (1,31 и 1,32 т/га соответственно).

Заключение

В почвенно-климатических условиях Кировской области урожайность зеленой массы натуральной влажности рассматриваемых сортов люпина узколистного достоверно превосходит показатели контроля на 21...27 т/га в среднем. У большинства сортов варибельность этого признака незначительная (2,5...5 %). При учете урожайности в абсолютно сухом веществе установлено, что только два сорта (Аккорд и Меценат) отличаются достоверно большим ее уровнем. Более стабильной урожайностью в пересчете на абсолютно сухое вещество обладает сорт Меценат. Существенных отличий между сортами люпина по доле элементов структуры продуктивности не отмечено. У гороха посевного, используемого в качестве контроля, зеленую массу в основном составляют стебли. В структуре продуктивности люпинов, определяемой на момент уборки, основная доля приходится на листья и стебли, в совокупности они занимают 90,8 %. Эти элементы характеризуются незначительной степенью вариации. Доля бобов варьирует в средней степени, на них приходится от 8,8 до 11,2 %. По содержанию сырого протеина сорта узколистного люпина превосходят горох посевной на 18...37 %, а по содержанию сырой золы — на 28...40 %. Лидером по сбору сырого белка и сырой золы с единицы площади является сорт Меценат (2,7 и 1,31 т/га соответственно). Благодаря экологическим и биологическим особенностям узколистного люпина сортов Аккорд, Федоровский и Меценат в агроклиматических условиях северо-востока Нечерноземной зоны России возможно использовать их для нужд восстановительного земледелия с целью регенерации почвенного плодородия.

Список литературы

1. Гогмачадзе Г.Д., Гогмачадзе Л.Г. О некоторых результатах агроэкологического мониторинга почв и земельных ресурсов Российской Федерации в 2019 году // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4. Режим доступа: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_410.pdf. Дата обращения: 21.02.24.
2. Минаков И.А. Проблемы использования земель сельскохозяйственного назначения // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 1. Режим доступа: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2856> Дата обращения: 17.01.24.
3. Ростиашвили Я.Р., Хачатурова Э.Э. Роль продовольственной проблемы в мировой экономике // Управленческий учет. 2022. № 3–3. С. 661—667.
4. Абдусаламова Р.Р., Баламирзоева З.М. Деградация почв и ее последствия // Вестник Социально-педагогического института. 2022. № 2 (42). С. 31—36.
5. Жамалова Д.Б. Особенности применения минеральных удобрений // Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. Курган, 2021. С. 43—47.
6. Шабанова И.В. Влияние минеральных удобрений на баланс тяжелых металлов в почве и зерне озимой пшеницы // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : материалы юбилейной науч.-практ. конф. Краснодар, 2022. С. 57—59.
7. Geisseler D., Scow K.M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms — A review // Soil Biology and Biochemistry. 2014. Vol. 75. P. 54—63. doi: 10.1016/j.soilbio.2014.03.023
8. Bai Y.C., Chang Y.Y., Hussain M., Lu B., Zhang J.P., Song X.B., Lei X.S., Pei D. Soil chemical and microbiological properties are changed by long-term chemical fertilizers that limit ecosystem functioning // Microorganisms. 2020. Vol. 8. № 5. P. 694. doi: 10.3390/microorganisms8050694
9. Burdukovskii M.L., Golov V.I., Kovshik I.G. Changes in the agrochemical properties of major arable soils in the south of the Far East of Russia under the impact of their long-term agricultural use // Eurasian soil science. 2016. Vol. 49. P. 1174—1179. doi: 10.1134/S1064229316100057

10. Сырчина Н.В., Пилип Л.В., Ашихмина Т.Я. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 219—225. doi: 10.25750/1995-4301-2022-3-219-225
11. Kokonov S.I., Ryabova T.N., Babaytseva T.A., Yastrebova A.V. Agrobiological evaluation of narrow-leaved lupin varieties in the conditions of the Middle Urals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. Vol. 949. № 1. doi: 10.1088/1755-1315/949/1/012117
12. Агеева П.А., Матюхина М.В., Почутина Н.А., Громова О.М. Результаты и перспективы селекции сидеральных сортов узколистного люпина во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 2(34). С. 59—63. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11170
13. Hama J.R., Strobel B.W. Natural alkaloids from narrow-leaf and yellow lupins transfer to soil and soil solution in agricultural fields // Environmental Sciences Europe. 2020. Vol. 32. P. 1—12. doi: 10.1186/s12302-020-00405-7
14. Миррахмедов Ф.Ш., Мирхомидова Н.А., Мирхомидова Г.М., Рахимов А.Д., Кодиров А.Ш. Размеры накопления биологически связанного азота бобовыми растениями // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 12—1. С. 129—131.
15. Katroschan K.U., Stützel H. Narrow-leaved lupine as an N source alternative to grass-clover swards in organic vegetable rotations // Biological Agriculture & Horticulture. 2017. Vol. 33. № 2. P. 125—142. doi: 10.1080/01448765.2017.1285250
16. Коннова Л.В., Агеева П.А. Люпин как главный биологический потенциал Юго-Западного Нечерноземья // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2022. Т. 9. № 1. С. 51—58. doi: 10.24411/25000454_2022_0110

References

1. Gogmachadze GD, Gogmachadze LG. On some results of agroecological monitoring of soils and land resources of the Russian Federation in 2019. *AgroEcoInfo*. 2021;(4):17. (In Russ.). doi: 10.51419/20214410
2. Minakov IA. Problems of land use for agricultural purposes. *The Education and Science Journal*. 2021;4(1):253. (In Russ.).
3. Rostiashvili YR, Khachaturova EE. The role of the food problem in the global economy. *Management Accounting*. 2022;(3—3):661—667. (In Russ.). doi: 10.25806/uu3-32022650-660
4. Abdusalamova RR, Balamirzoeva ZM. Soil degradation and its consequences. *Bulletin of the Socio-pedagogical institute*. 2022;(2):31—36. (In Russ.).
5. Zhamalova DB. Features of the use of mineral fertilizers. In: *Actual problems of the agro-industrial complex and innovative solutions: conference proceedings*. Kurgan; 2021. p.43—47. (In Russ.).
6. Shabanova IV. The effect of mineral fertilizers on the balance of heavy metals in the soil and grain of winter wheat. In: *Results of research work for 2021: conference proceedings*. Krasnodar; 2022. p.57—59. (In Russ.).
7. Geisseler D, Scow KM. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms — A review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014;75:54—63. doi: 10.1016/j.soilbio.2014.03.023
8. Bai YC, Chang YY, Hussain M, Lu B, Zhang JP, Song XB, et al. Soil chemical and microbiological properties are changed by long-term chemical fertilizers that limit ecosystem functioning. *Microorganisms*. 2020;8(5):694. doi: 10.3390/microorganisms8050694
9. Burdukovskii ML, Golov VI, Kovshik IG. Changes in the agrochemical properties of major arable soils in the south of the Far East of Russia under the impact of their long-term agricultural use. *Eurasian soil science*. 2016;49:1174—1179. doi: 10.1134/S1064229316100057
10. Syrchina NV, Pilip LV, Ashikhmina TY. Chemical land degradation under the influence of animal husbandry waste. *Theoretical and Applied Ecology*. 2022;(3):219—225. (In Russ.). doi: 10.25750/1995-4301-2022-3-219-225
11. Kokonov SI, Ryabova TN, Babaytseva TA, Yastrebova AV. Agrobiological evaluation of narrow-leaved lupin varieties in the conditions of the Middle Urals. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. 2022;949(1):012117. doi: 10.1088/1755-1315/949/1/012117
12. Ageeva PA, Matyukhina MV, Pochutina NA, Gromova OM. Results and outlook of breeding of sideral narrow-leaved lupin varieties in the Russian lupin research institute. *Legumes and goat crops*. 2020;(2):59—63. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11170
13. Hama JR, Strobel BW. Natural alkaloids from narrow-leaf and yellow lupins transfer to soil and soil solution in agricultural fields. *Environmental Sciences Europe*. 2020;32:126. doi: 10.1186/s12302-020-00405-7
14. Mirakhmedov FS, Mirkhomidova NA, Mirkhomidova GM, Rakhimov AD, Kodirov AS. The extent of accumulation of biologically bound nitrogen by leguminous plants. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii*. 2016;(12—1):129—131. (In Russ.).

15. Katroschan KU, Stützel H. Narrow-leaved lupine as an N source alternative to grass-clover swards in organic vegetable rotations. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2017;33(2):125–142. doi: 10.1080/01448765.2017.1285250

16. Konnova LV, Ageeva PA. Lupin as an important biological potential of the south-west non-chernozem. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*. 2022;9(1):51–58. (In Russ.). doi: 10.24411/25000454_2022_0110

Об авторах:

Лыбенко Елена Сергеевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, агрономический факультет, Вятский государственный агротехнологический университет, Российская Федерация, 610017, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 133; e-mail: elenalybenko@rambler.ru
ORCID: 0000-0001-8853-1903 SPIN-код: 3688-0476

Емелев Сергей Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии, агрономический факультет, Вятский государственный агротехнологический университет, Российская Федерация, 610017, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 133; e-mail: emeleffsergej@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-4178-051X SPIN-код: 4903-7819

About authors:

Lybenko Elena Sergeevna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of General Agriculture and Crop Production, Faculty of Agronomy, Vyatka State Agrotechnological University, 133 Oktyabrsky ave., Kirov, 610017, Russian Federation; e-mail: elenalybenko@rambler.ru
ORCID: 0000-0001-8853-1903 SPIN-code: 3688-0476

Emelev Sergey Aleksandrovich — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Plant Biology, Breeding and Seed Production, Microbiology; Vyatka State Agrotechnological University, 133 Oktyabrsky ave., Kirov, 610017, Russian Federation; e-mail: emeleffsergej@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-4178-051X SPIN-code: 4903-7819