

Продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы в условиях Брянской области

Е. И. Исаева✉, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник направления земледелия

М. Ю. Анишко, доктор сельскохозяйственных наук, директор

ВНИИ люпина – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

241524, Брянская обл., Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, д. 2

✉lupin.zemledelie@mail.ru

Резюме. Рассмотрены результаты исследований по изучению продуктивности севооборота с люпином белым на зерно, при разных способах основной обработки почвы. Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянского региона стационарного опыта ВНИИ люпина в 2015-2022 гг. Цель исследований – охарактеризовать продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы. Схема опыта включала четыре варианта основной обработки почвы в системе четырехпольного севооборота: озимая пшеница – овес голозерный – озимая тритикале – люпин. В условиях исследуемого периода наибольший выход зерна – 4,3 т и сухого вещества – 3,7 т был получен в варианте отвальная вспашка с добавлением безотвального глубокого рыхления под люпин в севообороте. Данные показатели оказались экономически выгодными, обеспечив самую низкую себестоимость 100 кормовых единиц – 806,6 руб. На микробиологическую активность оказывал влияние способ обработки почвы, так в слое 0...10 см при безотвальной обработке данный показатель максимальный – 39 %, на 24 % выше, чем при вспашке и на 16,9 % выше, чем при чизелевании под люпин. Наиболее приемлемой системой основной обработки почвы в зерновом севообороте с люпином, с точки зрения сохранения плодородия, является безотвальная система основной обработки почвы. Тем не менее, все представленные варианты основной обработки почвы в данном севообороте могут применяться в хозяйствах с разным уровнем экономического развития и культурой земледелия.

Ключевые слова: способы обработки почвы, люпин, урожайность, переваримый протеин, биологическая активность, плодородие.

Для цитирования: Исаева Е. И., Анишко М. Ю. Продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3 (71). С. 21-28. doi:10.18286/1816-4501-2025-3-21-28

Productivity of crop rotation with lupine under different primary tillage methods in Bryansk region

E. I. Isaeva✉, **M. Yu. Anishko**

All-Russian Lupine Research Institute – Branch of Federal Scientific Center for Crops and Inspection named after V.R. Williams

241524, Russia, Bryansk Region, Bryansk District, Michurinsky Settlement, Berezovaya St., Bldg. 2, lupin.zemledelie@mail.ru

✉lupin.zemledelie@mail.ru

Abstract. The article presents results of the studies on productivity of crop rotation with white lupine for grain under different primary tillage methods. The study was conducted on gray forest soil in the southwest of the Non-Black soil zone of the Bryansk region during a stationary experiment at the All-Russian Research Institute of Lupine from 2015 to 2022. The objective of the study was to characterize the productivity of lupine crop rotation under different primary tillage methods. The experimental schedule included four primary tillage variants in a four-field crop rotation system: winter wheat - hullless oats - winter triticale - lupine. Under the conditions of the study period, the highest grain yield—4.3 tons—and dry matter—3.7 tons—was achieved with moldboard plowing and non-moldboard deep loosening for lupine in the crop rotation. These parameters proved economically advantageous, ensuring the lowest cost of 100 feed units—806.6 rubles. Microbiological activity was influenced by the soil tillage method. In the 0-10 cm layer, no-tillage yielded the highest level at 39%, 24% higher than plowing and 16.9% higher than chisel tillage for lupine. The most suitable primary tillage system in a grain crop rotation with lupine, from a fertility conservation perspective, is no-tillage. However, all of the presented primary tillage options in this rotation can be applied to farms with varying levels of economic development and farming practices.

Keywords: soil tillage methods, lupine, yield, digestible protein, biological activity, fertility.

For citation: Isaeva E. I., Anishko M. Y. Productivity of crop rotation with lupine under different methods of basic tillage in the Bryansk region // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2025.3 (71): 21-28 doi:10.18286/1816-4501-2025-3-21-28

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».

Введение

В числе многочисленных агротехнических приемов обработка почвы всегда играла одну из основных ролей в создании урожая, так как этот прием является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы, и в конечном счете на ее плодородие [1, 2]. В нынешних условиях смены климата именно обработка почвы является главным фактором регулирования водного режима почвы, воздействия на ее плодородие, эрозионные и дефляционные процессы [3, 4]. Обработка почвы, особенно основная, является серьезным актом вмешательства в структуру почвы и физико-химические процессы, протекающие в ней. Ее последствия имеют долгосрочный характер, поэтому основные принципы и критерии выбора той или иной системы обработки с применением различных орудий должны быть привязаны, в первую очередь, к севообороту, почвенно-климатическим особенностям зон и агроландшафтов [5, 6, 7]. Только после выбора наиболее оптимальной, стратегически долговременной системы обработки нужно решать вопросы адаптации обработок к потребностям той или иной культуры. [8 - 11].

Цель исследований – охарактеризовать продуктивность севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы для получения сбалансированного корма непосредственно на пашне.

Материалы и методы

Исследования проводили в длительном стационарном опыте ВНИИ люпина в Деснянско-Жиздренском и Деснянском природно-сельскохозяйственных округах Брянской области на серых лесных почвах в течение восьми лет с 2015 по 2022 гг.

Исследуемый севооборот: озимая пшеница – овес – озимая тритикале – люпин

Приемы и способы основной обработки почвы в севообороте:

1. Вспашка на 20...22 см отвальным плугом ПЛН - 5 – 35- по всем вариантам опыта

2. Безотвальное глубокое рыхление 1 раз в 4 года под люпин на 35 см., глубокорыхлителем Dondi – 807, вспашка на 20...22 см – под зерновые культуры отвальным плугом ПЛН – 5 - 35.

3. Безотвальная обработка - безотвальное рыхление на 16 см., стерневым культиватором Лидер – 8.

4. Безотвальное рыхление 1 раз в 4 года под люпин на 35 см., глубокорыхлителем Dondi – 807, безотвальная обработка – безотвальное рыхление на 16 см-под зерновые культуры стерневым культиватором Лидер - 8.

Предпосевная обработка почвы проводится по всем культурам и вариантам и включает: 1-ая культивация КШУ 12 01 (8...12 см), 2-ая культивация КШУ 12 01 (6...8 см), прикатывание и выравнивание почвы АКШ 7,2. Система удобрений по всем вариантам: озимая пшеница и озимая тритикале – $N_{90}P_{60}K_{60}$, люпин белый – без удобрений, овес – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Система защиты – согласно списку разрешенных препаратов на территории Российской Федерации.

Опыт заложен в границах одного земельного участка, развернут четырьмя полями в пространстве и во времени. Площадь делянки – 960 м². Повторность в опыте – трехкратная.

В севообороте возделывались белый люпин сорт Мичуринский, овес голозерный сорт Першерон, озимая пшеница сорт Московская 39, озимая тритикале сорт Легион.

Результаты

Уровень реализации продуктивного потенциала определяется тем, насколько применяемый агроприем позволяет растениям реализовать свои биологические возможности [12, 13]. В среднем за восемь лет исследований были получены достаточно высокие урожаи культур четырехпольного севооборота.

Первой культурой севооборота была озимая пшеница с. Московская 39. Наибольший урожай получили в варианте отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин – 5,2 т/га, что на 1,1 т/га достоверно больше, чем при отвальной вспашке и на 1,6 тонны больше, чем при безотвальной обработке с добавлением глубокого рыхления.

Второй озимой культурой севооборота была озимая тритикале Легион. Наибольший урожай был получен в варианте безотвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин – 4,6 т/га. Самый низкий в варианте безотвальная обработка – 3,3 т/га.

Урожайность овса Памяти Балавина в среднем по опыту составила 4,1 т/га. Наибольший урожай был получен в варианте отвальная вспашка с чизелеванием в севообороте – 4,6 т/га, что достоверно выше на 0,4 т/га, чем при отвальной вспашке. Наименьший урожай был получен в варианте с безотвальной обработкой почвы с добавлением глубокого рыхления – 3,7 т/га.

Люпин белый Мичуринский также обеспечил наибольший урожай в варианте с глубоким рыхлением раз в четыре года в севообороте – 3,5 т/га, наименьший - в варианте безотвальной обработки 2,9 т/га.

В сложившихся условиях юго-западной части Нечерноземной зоны преобладающей специализацией сельскохозяйственных товаропроизводителей является молочно-мясное скотоводство, ведение которого немыслимо без прочной кормовой базы [14, 15, 16]. Зерно культур, возделываемых в представленном севообороте, в большинстве своем используется на корм животным. Севооборот достаточно насыщен высокоэнергоемкой, максимально аккумулирующей солнечную энергию культурой - люпином, что должно способствовать повышению качества производимой продукции, то есть сбалансированности валового выхода энергетических кормовых единиц переваримым протеином (таб.1).

Таблица 1. Продуктивность гектара севооборотной площади четырехпольного севооборота (озимая пшеница-овес-озимая тритикале-люпин) при разных способах основной обработки почвы

Вариант	Сухое в-во в среднем за 2015-2022 гг., т	в том числе за год (2022)				Выход зерна, 2015-2022 гг., т
		сухое вещество, т	сырой протеин, кг	кормовые единицы, шт.	обменная энергия, ГДж	
Вспашка	3,6	3,1	642,5	4149,5	43,3	4,0
Вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин	3,7	3,6	705,7	4701,5	49,6	4,3
Безотвальная обработка	3,3	2,8	582,5	3784,5	39,5	3,6
Безотвальная обработка + безотвальное глубокое рыхление под люпин +	3,2	2,8	572,2	3744,2	39,1	3,8

В наших исследованиях продуктивность севооборота была оценена по выходу сухого вещества, обменной энергии, кормовых единиц, сырого протеина с гектара севооборотной площади при скормливании полученной продукции крупному рогатому скоту. Восьмилетний анализ продуктивности гектара севооборотной площади показал достаточно высокий выход зерна и сухого вещества с гектара короткоротационного севооборота при всех системах основной обработки почвы. Наибольший выход зерна – 4,3 т и сухого вещества 3,7 т был получен в варианте отвальная вспашка + безотвальное рыхление под люпин в севообороте. Продуктивность гектара в 2022 г. была достаточно высокой и соответствовала средним показателям за 8 лет.

Наблюдалось увеличение выхода сырого протеина на 63,2 кг при комбинированной системе обработки в севообороте (вспашка с добавлением чизелевания) и на 10,3 кг (безотвальная обработка с добавлением чизелевания).

По кормовым единицам и обменной энергии данные варианты обработки почвы обеспечили наибольшие показатели. Агрохимические показатели почвенного плодородия являются базовой характеристикой как самой почвы, так и всей агроэкосистемы [17].

Уровень кислотности почвы по pH находился в нейтральном интервале шкалы кислотности (5,5...7,5) и соответствовал средним показателям для возделывания сельскохозяйственных культур.

Изменения по системам основной обработки почвы находились в интервале 6,04...6,5 до закладки опыта и 5,4...6,0- по окончании первой ротации (табл. 2). Определение кислотности почвы по pH не в полном объеме показывает необходимость применения известковых удобрений. Необходимо знать само содержание всех катионов почвенно-поглощающего комплекса (ППК), способных вступать в обменные химические реакции, т. е. емкость катионного обмена (ЕКО), представляющую собой сумму гидролитической кислотности (Нг) и обменных оснований (S).

Определение степени насыщенности основаниями (V) позволяет решить вопрос о необходимости известкования. Так как этот показатель более точно характеризует место гидролитической кислотности (Нг) в ППК.

Дело в том, что не всегда при большей величине гидролитической кислотности почва нуждается в известковании. Часто при большей величине кислотности ее относительное содержание в ППК значительно меньше, чем в почве с меньшей абсолютной кислотностью. В наших исследованиях степень насыщенности основаниями при всех вариантах обработки почвы была больше 80 %. По шкале А.А. Васильева, В.П. Дьякова наша почва не нуждается в известковании, а по емкости поглощения (ЕКО) относится к умеренно низкой и только на варианте с добавлением глубокого рыхления она доходит до категории средней (25,1...35,0 мг-экв/кг почвы).

Таблица 2. Основные агрохимические показатели в севообороте с люпином при разных системах основной обработки почвы

Показатель	Системы основной обработки почвы							
	отвальная вспашка		отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин		безотвальная обработка		безотвальная обработка + безотвальное глубокое рыхление под люпин	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
озимая пшеница – овес – озимая тритикале – люпин								
$pH_{\text{солевое}}$	6,19 5,4	6,04 5,45	6,45 5,4	6,45 5,48	6,29 6,0	6,24 5,62	6,50 5,57	6,34 5,58
Гумус* %	2,46 2,16	1,81 1,61	2,65 2,33	1,98 1,83	2,78 2,56	1,98 1,99	2,81 2,54	2,18 1,93
N_r , мг-экв/кг	19,3 29,5	21,5 26,3	15,3 29,5	15,6 25,6	18,6 25,4	20,4 22,2	13,3 26,6	15,8 24,6
$S_{\text{погл. основ.}}$ Мг-экв/кг	206,9 154,5	187,4 147,2	242,7 155,2	235,8 151,1	232,9 162,4	226,0 154,7	222,5 163,7	204,0 153,4
V , %	82,6 89,1		94,4 83,9		92,2 86,4		94,5 85,9	
Фосфор P_2O_5 , мг/кг	279,0 268,0	218,0 247,2	308,0 277,2	256,2 247,1	277,2 277,1	228,0 247,2	316,6 293,5	243,5 245,2
K_2O мг/кг	311,0 266,2	199,3 152,1	369,1 321,0	229,2 164,2	372,2 321,1	232,2 167,6	343,2 376,1	201,3 162,3

* - под чертой данные на конец второй ротации севооборота (2022 г).

Содержание фосфора в пахотном слое находилось в диапазоне от 218 до 316 мг/1 кг почвы до закладки опыта и от 245,2 до 293,5 мг/кг почвы - по окончании первой ротации. Показатели калийного режима почвы находились в диапазоне от 372 до 311 мг/кг почвы в слое 0...20 см до закладки опыта, и от 376 до 266 мг/кг почвы по окончании первой ротации четырехпольного севооборота.

Сохранение потенциального плодородия в значительной степени зависит от содержания гумуса, т. к. в нем сосредоточены основные запасы азота и фосфора почвы. Наиболее перспективной системой основной обработки почвы с точки зрения сохранения гумуса является безотвальная система обработки почвы в севообороте. При данном способе выявлено меньшее снижение гумуса серой лесной почвы за 8 лет (на 0,22 и 0,27 %), при отвальных обработках снижение составило 0,3 и 0,32 %, что подтверждается данными по биологической активности почвы.

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась при всех вариантах опыта в слое 0...10 см, это объясняется тем, что основная масса органического вещества находится в этом слое, а также в нем лучшая аэрация (целлюлозоразлагающие бактерии являются аэробами). На микробиологическую активность почвы, также влияет метод обработки почвы, так в слое 0...10 см при безотвальной обработке данный показатель максимальный (39 %), на 24 % выше, чем при вспашке и на 16,9 % выше, чем при чизелевании раз в 4 года в севообороте под люпин. Биологическая активность

почв определяется косвенно по выделению CO_2 почвой. Твердая фаза почвы обладает способностью поглощать O_2 и одновременно выделять CO_2 , тем самым влияя на состав почвенного воздуха.

Мы видим, что на делянках с безотвальным рыхлением наблюдалось более интенсивное дыхание по всем культурам севооборота (от 127,7 до 435,6 мг/м²*час). При традиционной вспашке эмиссия CO_2 была минимальной, что косвенно указывает на снижение биологической активности при данном способе обработки почвы.

Ферменты, продуцируемые микроорганизмами, четко реагируют на изменение экологических факторов и применение различных агротехнических приемов, при этом достоверно отражая напряженность биологических процессов являясь диагностическим и более устойчивым показателем биологической активности почвы и ее плодородия [18].

Определение активности инвертазы показала, что средняя активность в слое почвы 0...20 см была наибольшей при безотвальных обработках почвы - 5,16 и 5,23 мг глюкозы/г*сутки. Снижение количества инвертазы при отвальной вспашке свидетельствует о более быстрых темпах минерализации органического вещества.

Между вариантами обработки почвы наблюдается тенденция к увеличению каталазной активности при мелких безотвальных обработках (0,84, 0,87 мл O_2 /г*мин), что свидетельствует о снижении накопления токсичных перекисных соединений водорода угнетающих жизнедеятельность ризосферных микроорганизмов.

Таблица 3. Диагностические показатели биологической активности серой лесной почвы при разных способах основной обработки

Вариант	Степень разложения ткани, %			Эмиссия CO ₂ , мг/м ² *час	Средняя активность почвенного фермента		
	0-10 см	10-20 см	20-30 см		инвертаза, мг глюкозы/г*сут.	каталаза, мл. O ₂ /г* мин.	уреаза, мгNH ₃ /10*г сут.
Отвальная вспашка	15,0	12,9	3,0	233,2	4,32	0,61	3,25
Отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление	22,1	15,2	6,8	253,7	4,68	0,77	4,10
Безотвальная обработка	39,0	21,2	14,5	262,8	5,23	0,87	4,94
Безотвальная обработка + безотвальное глубокое рыхление	26,7	18,4	8,9	224,7	5,21	0,84	4,34

Таблица 4. Экономическая эффективность гектара севооборотной площади четырехпольного севооборота (озимая пшеница-овес-озимая тритикале-люпин) при разных системах основной обработки почвы, 2022 г.

Вариант	Затраты, руб./га	Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	Чистый доход, руб./га	Рентабельность продаж, %	Себестоимость 100 корм. ед., руб.
Отвальная вспашка	36457,1	69065,0	32607,9	89,4	878,6
Отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин	37922,3	75595,0	37672,7	99,3	806,6
Безотвальная обработка	35552,4	62877,5	27325,2	76,9	939,4
Безотвальная обработка + безотвальное глубокое рыхление под люпин	36433,7	62747,5	26311,8	72,2	973,1

Уреаза участвует в реакциях белковых синтезов в частности гидролиза мочевины. Выявлено снижение активности уреазы (3,25 мг NH₃/10 г*сутки) под воздействием вспашки, так как фермент поступает в почву с растительными остатками. При отвальной обработке вследствие перемещения растительных остатков в нижележащие слои и происходит снижение активности. Тогда как при безотвальной обработке активность составляет максимум (4,94 мг NH₃/10 г*сутки).

Расчет производственных затрат при возделывании культур севооборота при изучаемых системах основной обработки почвы производился по составленным технологическим картам с учетом принятых в растениеводстве справочных нормативов с использованием цен на материально-технические ресурсы, действовавшие в 2022 г.

Наиболее затратным оказался вариант отвальная вспашка + глубокое рыхление – 37922,3 рублей на 1 гектар севооборотной площади (табл. 4).

При данной системе основной обработки почвы производится центнер зерна с самым высоким уровнем рентабельности, на один вложенный рубль получается 99,3 копейки прибыли, и самой низкой себестоимостью 100 кормовых единиц –

806,6 руб. Самую низкую рентабельность продаж – 72,2 %, обеспечил вариант с безотвальной обработкой почвы с добавлением глубокого рыхления.

Обсуждение

Полученные результаты во многом подтверждают данные других исследователей [19, 20]. Продуктивность культур севооборота наряду со структурой посевных площадей в современном земледелии относят к основным, регулируемым низкозатратным факторам поддержания бездефицитного баланса гумуса. Наиболее интенсивная микробиологическая активность почвы наблюдалась на всех вариантах опыта в слое 0...10 см. На микробиологическую активность влияет метод обработки почвы, так в слое 0-10 см при безотвальной обработке данный показатель максимальный (39 %), на 24 % выше, чем при вспашке и на 16,9 % выше, чем при чизелевании под люпин.

Показатели кислотности серой лесной почвы в четырехпольном севообороте с люпином при разных системах основной обработки почвы находились в нейтральном секторе шкалы кислотности и соответствовали параметрам для нормального произрастания культур четырехпольного севооборота. Содержание фосфора в пахотном слое находилось в

диапазоне от 218 до 316 мг/1 кг почвы до закладки опыта и от 245,2 до 293,5 мг/кг почвы по окончании первой ротации.

Наибольшую, экономически обоснованную продуктивность культур четырехпольного севооборота с люпином в 2022 г. показал вариант отвальная вспашка с добавлением глубокого рыхления под люпин на серых лесных почвах Брянского региона Нечерноземной зоны России.

Заключение

По результатам исследований 2015-2022 гг. установлена наибольшая продуктивность, четырехпольного полевого севооборота, озимая пшеница -

овес голозерный - озимая тритикале - люпин, в варианте основной обработки почвы - вспашка с добавлением чизелевания на 35 см один раз в четыре года под люпин. При данном приеме обработки почвы производится тонна зерна с самой низкой себестоимостью и высокой продуктивной питательностью. Тем не менее, современное сельскохозяйственное производство отличается многоукладностью и разноплановостью, поэтому остальные варианты основной обработки почвы в представленном севообороте так же имеют место быть и могут применяться в хозяйствах, обеспечивая довольно высокие показатели продуктивности.

Литература

1. Ресурсосбережение при обработке почвы под зерновые культуры // Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения / под общ. ред. Н.Н. Зезина. Екатеринбург: Уральский НИИСХ, 2009. С. 103–117.
2. Системы обработки почвы для различных групп и типов земель // Научные основы систем земледелия Владимирской области / под общ. ред. И.В. Бирюкова. Владимир: Рост, 2009. 307 с.
3. 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.
4. Просянкин Е. В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2019. № 5. С. 13-16. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10068
5. Сычев В. Г., Шевцов Л. К., Беличенко М. В., Рухович О. В., Иванова О. И. Влияние длительного применения различных систем удобрения на органофильные основные зональные типы почв // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 3-6. DOI:10.25680/S19948603.2019.107.01.
6. Яговенко Л. Л., Яговенко Г. Л. Биологические и продукционные аспекты люпиновой сидерации // Кормопроизводство. 2001. № 1. С. 21-23.
7. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Трансформация структурного состояния почвенных горизонтов темно-серой лесной почвы при различных системах обработки // Плодородие. 2024. №3. С. 25-30. doi: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30
8. Лозбенев Н. И., Козлов Д. Н., Фил П. П., Хитров Н. Б., Шилов П. М. Оценка влияния вида угодья и почвообразующих пород на содержание и запасы органического углерода в мелиорированных дерново-подзолистых почвах, Тверская область / Н. И. Лозбенев, Д. Н. Козлов, П. П. Фил и др. // Почвоведение. 2024. № 12. С. 1705-1735. doi:10.31857/S0032180X24120047
9. Деградация земель и проблемы устойчивого развития / А. С. Яковлев, О. А. Макаров, М. В. Евдокимова и др. // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1167-1174. doi: 10.1134/S0032180X18090149
10. Влияние способов обработки почвы на продуктивность зерновых культур в Красноярской лесостепи / В. Н. Романов, Н. С. Козулина, А. В. Василенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38, № 4. С. 28-33. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_28.
11. Кудеяров В. Н. Почвенно – биохимические аспекты состояния земледелия Российской Федерации // Почвоведение. 2019. № 1. С. 109-121. doi: 10.1134/S0032180X1901009X
12. Скороходов В. Ю. Влияние длительного возделывания твердой пшеницы в двупольных севооборотах и монопосевах на продуктивность культуры и почвенное плодородие черноземов южных Оренбургского Предуралья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (61). С. 28-34. doi: 10.18286/1816-4501-2023-1-8-34
13. Галеев Р. Ф., Шашкова О. Н. Продуктивность, питательность и эффективность покровных культур кормовых севооборотов лесостепной зоны Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2. С. 62–69. doi: 10.36718/1819-4036-2022-2-62-69
14. Безгодова И. Л., Коновалова Н. Ю. Выращивание однолетних смесей на кормовые цели с использованием перспективных сортов зернобобовых культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 3 (51). С. 5–11. doi: 10.35694/YARCX.2020.51.3.001
15. Сепиханов А. Г., Казбеков Б. И. Эффективный прием повышения продуктивности кормовых агроценозов и получение экологически чистой продукции // Известия Дагестанского ГАУ. 2020. № 1 (5). С. 93–96
16. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. 2021. № 6. С. 22–26. doi: 10.25685/krm.2021.89.77.001

17. Гарафутдинова К. Р., Рахманова Г. Ф., Сафина Р. Р. Влияние удобрений на урожайность гречихи и кислотность серой лесной почвы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №1 (69). С. 65-70. doi: 10.18286/1816-4501-2025-1-65-70
18. Замятин С. А., Максимова Р. Б. Влияние культур севооборотов на биологическую активность почвы. Зерновое хозяйство России. 2021. №. (4). С. 39-44. doi:10.31367/2079-8725-2021-76-4-39-44
19. Русакова И. В. Микробиологические и экофизиологические параметры дерново-подзолистой почвы при длительном применении соломы и минеральных удобрений и их связь с урожайностью // Сельскохозяйственная биология. 2020. том 55. № 1. С. 153-162. doi: 10.15389/agro biology. 2020.1.153rus.
20. Курманбаев А. А., Мусаева К. К., Ермек Ш. Г. Биологическая активность почвы и ее индикаторы в мониторинге качества почв: миниобзор. // Почвоведение и агрохимия. 2023 № 3. С. 99-108 doi: 10.51886/1999-740X_2023_3_99

References

1. Resource conservation in tillage for grain crops // Adaptive agriculture in the Middle Urals: state, problems and ways to solve them / under the general editorship of N.N. Zezin. Yekaterinburg: Ural Research Institute of Agriculture, 2009. P. 103-117.
2. Tillage systems for various groups and types of lands // Scientific foundations of agricultural systems of the Vladimir region / under the general editorship of I.V. Biryukov. Vladimir: Growth, 2009. 307 p.
3. Esedulaev S. T., Meltsaeve I. G. Biologized crop rotations are the main factor in increasing the fertility of sod-podzolic soils and arable productivity in the Upper Volga region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11(109). P. 18-26. doi:10.32417/article_5dcd861e3d2300/42959538.
4. Prosyannikov E. V. Agrochemical aspects of sustainable agriculture // Agricultural biology. 2019. No. 5. P. 13-16. doi: 10.24411/0235-2516-2019-10068
5. Sychev V. G., Shevtsov L. K., Belichenko M. V., Rukhovich O. V., Ivanova O. I. The effect of prolonged use of various fertilizer systems on the organ profile of the main zonal types of soils. 2019. No. 2 (107). P. 3-6. DOI:10.25680/S19948603.2019.107.01.
6. Yagovenko L. L., Yagovenko G. L. Biological and productive aspects of lupine sideration // Feed production. 2001. No. 1. P. 21-23.
7. Perfiliev N. V., Vyushina O. A. Transformation of the structural state of soil horizons of dark gray forest soil under various treatment systems // Fertility. 2024. No. 3. P. 25-30. doi: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30
8. Lozbenov N. I., Kozlov D. N., Phil P. P. Khitrov N. B., Shilov P.M. Assessment of the influence of the type of land and soil-forming rocks on the content and reserves of organic carbon in reclaimed sod-podzolic soils, Tver region / N. I. Lozbenov, D. N. Kozlov, P. P. Phil and others // Soil Science. 2024. No. 12. P. 1705-1735. doi:10.31857/S0032180X24120047
9. Land degradation and problems of sustainable development / A. S. Yakovlev, O. A. Makarov, M. V. Evdokimova et al. // Soil Science. 2018. No. 9. P. 1167-1174. doi: 10.1134/S0032180X18090149
10. The influence of tillage methods on the productivity of grain crops in the Krasnoyarsk forest-steppe / V. N. Romanov, N. S. Kozulina, A.V. Vasilenko et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2024. Vol. 38, No. 4. P. 28-33. doi: 10.53859/02352451_2024_38_4_28.
11. Kudayarov V. N. Soil and biochemical aspects of the state of agriculture in the Russian Federation // Soil Science. 2019. No. 1. P. 109-121. doi: 10.1134/S0032180X1901009X
12. Skorokhodov V. Yu. The influence of long-term cultivation of durum wheat in double-field crop rotations and single-crop crops on crop productivity and soil fertility of chernozems of the southern Orenburg region // Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2023. No. 1 (61). P. 28-34. doi: 10.18286/1816-4501-2023-1-8-34
13. Galeev R. F., Shashkova O. N. Productivity, nutritional value and effectiveness of cover crops of forage crop rotations in the forest-steppe zone of Western Siberia // Bulletin of KrasGAU. 2022. № 2. pp. 62-69. doi: 10.36718/1819-4036-2022-2-62-69
14. Bezgodova I. L., Konovalova N. Y. Cultivation of annual mixtures for fodder purposes using promising varieties of leguminous crops // Bulletin of the Agroindustrial Complex of the Upper Volga region. 2020. No. 3 (51). P. 5-11. doi: 10.35694/YARCX.2020.51.3.001
15. Sepikhanov A. G., Kazbekov B. I. Effective method of increasing the productivity of feed agrocenoses and obtaining environmentally friendly products // Izvestiya Dagestan State Agrarian University. 2020. № 1 (5). P. 93-96
16. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. New varieties of fodder crops and technologies for agriculture in Russia // Feed production. 2021. No. 6. P. 22-26. doi: 10.25685/krm.2021.89.77.001
17. Garafutdinova K. R., Rakhmanova G. F., Safina R. R. The effect of fertilizers on buckwheat yields and the acidity of gray forest soil // Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2025. No. 1 (69). P. 65-70. doi: 10.18286/1816-4501-2025-1-65-70
18. Zamyatin S. A., Maksimova R. B. The influence of crop rotation crops on the biological activity of the soil. Grain farming in Russia. 2021. No. (4). P. 39-44. doi:10.31367/2079-8725-2021-76-4-39-44

19. Rusakova I. V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod-podzolic soil with prolonged use of straw and mineral fertilizers and their relationship to yield // Agricultural biology. 2020. Volume 55. No. 1. P. 153-162. doi: 10.15389/agro biology. 2020.1.153rus.

20. Kurmanbaev A. A., Musayeva K. K., Ermek Sh. G. Biological activity of soil and its indicators in monitoring soil quality: a mini-review. // Soil science and agrochemistry. 2023 No. 3. P. 99-108 doi:10.51886/1999-740X_2023_3_99