

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА С ЛЮПИНОМ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Е.И. Исаева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник направления земледелия, lupin.zemledelie@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9352-5329;
Г.Л. Яговенко, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИ люпина, lupin_mail@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3205-230X
ВНИИ люпина – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
241524, Брянская обл., Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Березовая, 2

Рассмотрены результаты исследований по изучению продуктивности звена севооборота «люпин-озимая пшеница» при разных способах основной обработки почвы. Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянской области стационарного опыта ВНИИ люпина в 2015–2018 гг. Цель исследования – охарактеризовать продуктивность звена севооборота «люпин-озимая пшеница» при разных способах основной обработки почвы. Схема опыта включала четыре варианта основной обработки почвы при возделывании озимой пшеницы и люпина в системе четырехпольного севооборота: озимая пшеница-овес голозерный-озимая тритикале-люпин. В условиях исследуемого периода наибольшая продуктивность звена севооборота «люпин-озимая пшеница» отмечена в варианте отвальной вспашка с добавлением глубокого рыхления один раз в четыре года под люпин и составила 5,2 т/га зерновых единиц. При данном приеме обработки почвы озимая пшеница и люпин демонстрировали высокие показатели по урожайности и питательности. Данные показатели оказались энергетически выгодными с точки зрения потока энергии в агроэкосистеме. Наименьшую продуктивность звена обеспечил вариант с безотвальной обработкой почвы на глубину 16 см – 3,9 т/га зерновых единиц; энергетическая себестоимость тонны зерна составила 6,7 ГДж. При варианте с традиционной отвальной вспашкой была получена продуктивность звена севооборота 4,5 т/га зерновых единиц; в этом случае энергетическая себестоимость составила 5,9 ГДж за тонну зерна. Все представленные варианты основной обработки почвы в данном севообороте могут применяться в хозяйствах с разным уровнем экономического развития и культурой земледелия.

Ключевые слова: полевой севооборот, приемы обработки почвы, озимая пшеница, люпин, урожайность, переваримый протеин, энергетическая себестоимость.

Для цитирования: Исаева Е.И., Яговенко Г.Л. Продуктивность звена севооборота с люпином при разных способах основной обработки почвы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4(76). С. 50–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-50-53.



PRODUCTIVITY OF THE CROP ROTATION LINK WITH LUPINE WITH DIFFERENT METHODS OF BASIC TILLAGE

E.I. Isaeva, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of agriculture, lupin.zemledelie@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9352-5329;
G.L. Yagovenko, Doctor of Agricultural Sciences, head of the ARRI of lupine, ORCID ID: 0000-0003-3205-230X
ARRI of lupine, a branch FRC “FRCFPAE named after V.R. Viliyams”,
241524, Bryansk region, Bryansk district, v. of Michurinsky, Berezovaya Str., 2; e-mail: lupin_mail@mail.ru

The current paper has considered the study results of the productivity of the lupine-winter wheat rotation link with different methods of basic tillage. The study was carried out on grey forest soil in the south-west of the Blackearth part of the Bryansk region on the basis of the stationary trial of the All-Russian Research Institute of Lupine in 2015–2018. The purpose of the study was to characterize the productivity of the lupine – winter wheat crop rotation link with different methods of basic tillage. The scheme of the trial included four variants of the main tillage during the cultivation of winter wheat and lupine in a four crop rotation sequences, namely winter wheat – naked oats – winter triticale – lupine. During the period of the study, the highest productivity of the lupine-winter wheat rotation link was identified in the case of moldboard plowing with chisel tillage once every four years for lupine and amounted to 5.2 t/ha of grain units. With this method of tillage, winter wheat and lupine showed high rates of yield and nutritional value. These indicators turned out to be energetically beneficial in terms of energy flow in the agroecosystem. The lowest rates of yield of the link was obtained in the option with subsurface plowing to a depth of 16 cm and amounted to 3.9 t/ha of grain units; the energy cost per ton of grain was 6.7 GJ. With the option with traditional moldboard plowing, the productivity of the crop rotation link was 4.5 t/ha of grain units, and the energy cost was 5.9 GJ per ton of grain. All the presented options of the main tillage in this crop rotation can be used on farms with different levels of economic development and farming culture.

Keywords: field crop rotation, tillage methods, winter wheat, lupine, productivity/yield, digestible protein, energy cost.

Введение. Обработка почвы – главное и основное средство ее окультуривания и повышения плодородия. При правильном сочетании и качественном проведении приемов обработки почвы удастся не только повы-

сить эффективное плодородие, но и создать для растений наиболее благоприятные условия по его использованию. По вопросам применения способов обработки почвы нет единого мнения. В последнее время многие ученые

пришли к выводу, что только применение приемов и способов обработки почвы с учетом местных почвенно-климатических условий обеспечит создание наиболее благоприятных агрофизических, биологических и агрохимических свойств для возделывания сельскохозяйственных культур. Однако до сих пор встречаются противоречивые данные по влиянию различных приемов основной обработки почвы на водный режим, плотность, агрегатный состав почвы, засоренность посевов и, в конечном итоге, на урожайность. В последние годы ведутся поиски замены традиционных технологий обработки новыми. Одним из направлений совершенствования обработки почвы является ее минимизация (Трофимова и др., 2018; Суховеева и Карелин, 2019).

В нашей стране широко применяется глубокая и мелкая обработка, отвальная вспашка и безотвальное рыхление, рациональное сочетание и чередование различных приемов обработки, все большее распространение находят комбинированные агрегаты (Каргин и др., 2007; Исаева, 2019).

Многими исследователями было доказано, что безотвальная обработка способствует сохранению структуры почвы при возделывании однолетних культур. Применение чизельных орудий, безотвальных плугов-рыхлителей позволяет увеличить глубину рыхления до 35 см и более. Способы углубления зависят от биологических особенностей культуры, типа почвы, ее уплотнения и нормы полива. На тяжелых черноземных почвах глубокую обработку в севообороте проводят через 2–3 года, на легких песчаных почвах периодичность глубоких обработок увеличивают до 4–5 лет (Кудрин, 2007; Пестряков, 2007; Лобков и др., 2013; Шимшек и др., 2019).

Из зерновых культур наибольшей способностью к образованию почвенной структуры обладают озимые хлеба, в частности озимая пшеница, которые имеют продолжительный период вегетации, развитую корневую систему и хорошо прикрывают почву от разрушающего действия атмосферных осадков и талых вод. Тем не менее, озимая пшеница очень требовательна к предшественнику в севообороте. Наилучшими предшественниками являются зернобобовые культуры, в частности люпин – культура, обладающая огромным средообразующим потенциалом (Исаева и Артюхов, 2016; Исаева и Артюхов, 2015; Yakovenko et al., 2021).

Основную обработку почвы следует применять дифференцированно, с учетом как местных условий, так и уровня экономического развития и культуры земледелия сельскохозяйственных предприятий. Это требует уточнения глубины и способов обработки почвы в севообороте с различным уровнем материально-финансовых затрат.

В связи с этим целью наших исследований являлось охарактеризовать продуктивность звена севооборота «люпин-озимая пшени-

ца» при разных способах основной обработки почвы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте ВНИИ люпина на серой лесной легкосуглинистой почве юго-запада Нечерноземной зоны в 2015–2018 годах.

Звено севооборота: люпин – озимая пшеница.

Приемы основной обработки почвы в звене севооборота:

1. Отвальная вспашка на 20–22 см отвальным плугом ПЛН – 5–35.

2. Безотвальное глубокое рыхление 1 раз в 4 года под люпин на 35 см чизельным плугом Dondi-807, отвальная вспашка на 20–22 см – под озимую пшеницу отвальным плугом ПЛН – 5–35.

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

4. Безотвальное глубокое рыхление 1 раз в 4 года под люпин на 35 см., чизельным плугом Dondi-807, безотвальная обработка – рыхление на 16 см под озимую пшеницу стерневым культиватором Лидер-8.

Предпосевная обработка почвы проводится по всем культурам и вариантам и включает: 1-я культивация КШУ 12 01 (8–12 см), 2-я культивация КШУ 12 01 (6–8 см), прикатывание и выравнивание почвы АКШ 7,2. Система удобрений по всем вариантам представлена: озимая пшеница – $N_{90}P_{60}K_{60}$, люпин белый – без удобрений. 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 возделывали белый люпин Дега, овес голозерный Першерон, озимую пшеницу Московская 39, озимую тритикале Трибун.

Результаты и их обсуждение. Основой любых технологий адаптивного земледелия является принцип наибольшего удовлетворения биологических требований культур путем создания оптимальных условий их произрастания. В принципе уровень реализации продуктивного потенциала определяется тем, насколько применяемая технология возделывания позволяет растениям реализовать свои биологические возможности. Звено севооборота «люпин-озимая пшеница» является типичным и общепринятым чередованием культур для большинства сельскохозяйственных структур.

Наиболее урожайной культурой представленного звена севооборота была озимая пшеница Московская 39. Максимальная урожайность зерна 6,8 т/га была получена в варианте «отвальная вспашка + безотвальное глубокое рыхление под люпин», что достоверно превышало урожайность, полученную при традиционной отвальной вспашке с оборотом пласта, на 1 т/га и на 1,8 т/га в варианте с безотваль-

ной обработкой. Наименьшую урожайность зерна 5,0 т/га обеспечил вариант безотвальной обработки почвы. Тем не менее, при добавлении к данному способу обработки чизелевания на 35 сантиметров в севообороте, продуктивность гектара возросла на 0,7 тонны. Выход переваримого протеина в варианте с отвальной вспашкой с добавлением чизелевания был на 90,2 кг выше, чем в варианте с отвальной вспашкой.

По урожайности люпина белого выделился вариант с глубоким рыхлением в четырехпольном севообороте один раз в 4 года под люпин. Он обеспечил урожайность 4,1 т/га с достоверной прибавкой 0,5 тонны по сравнению с отвальной вспашкой и 0,9 тонны по сравне-

нию с безотвальной рыхлением (см. таблицу). Можно отметить, что культура отзывалась на применение агроприема чизелевание увеличением продуктивности.

В зернофуражных фондах, создаваемых из злаковых и других культур с недостаточным уровнем содержания переваримого протеина в большинстве зон и районов нашей страны, довольно значительный белковый дефицит. И если по сбору зерна с 1 гектара пашни люпин занимает одно из последних мест среди основных культур зерновых хозяйств, то по выходу переваримого протеина он превосходит в 2–2,5 раза другие культуры, стабилизируя всю севооборотную площадь по данному показателю.

Продуктивность, кормовая ценность и энергетическая эффективность звена севооборота при разных способах основной обработки почвы (2015–2018 гг.)
Productivity, forage value and energy efficiency of the crop rotation link with different methods of basic tillage (2015–2018)

Варианты	Люпин		Озимая пшеница		Продуктивность звена севооборота, т/га зерновых единиц	Энергетическая себестоимость тонны зерна, ГДж
	урожайность, т/га	выход ПП*, кг/га	урожайность, т/га	выход ПП*, кг/га		
Отвальная вспашка	3,6	1085,4	5,8	444,3	4,5	5,9
Отвальная вспашка + чизелевание под люпин на 35 см	4,1	1230,0	6,8	534,5	5,2	5,1
Безотвальная обработка	3,2	944,0	5,0	347,1	3,9	6,7
Безотвальная обработка + чизелевание под люпин на 35 см	3,4	1009,8	5,7	407,6	4,3	6,9
НСР ₀₅	0,2	—	0,4	—	0,3	—

* ПП – переваримый протеин.

Имея такой зернофураж, можно выходить на очень высокий и стабильный уровень продуктивности в животноводстве, а люпин можно рассматривать не только как важный компонент агроценозов, но и как важный компонент пищевых цепей агроэкосистем.

По выходу переваримого протеина люпина белого выделился вариант «отвальная вспашка с добавлением чизелевания». Здесь было получено переваримого протеина 1230 кг/га. Наибольшая продуктивность звена севооборота 5,2 т/га зерновых единиц, с самой низкой энергетической себестоимостью тонны 5,1 ГДж была обеспечена в варианте «вспашка с добавлением чизелевания под люпин белый».

Выводы. По результатам исследований 2015–2018 гг. установлена наибольшая продук-

тивность звена «люпин-озимая пшеница», четырехпольного 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 энергоемкостью и высокой продуктивной питательностью. Но поскольку современное сельское хозяйство отличается многоукладностью и разноплановостью, остальные варианты основной обработки почвы в звене севооборота «люпин-озимая пшеница» так же имеют место и могут применяться в хозяйствах, обеспечивая довольно высокие показатели продуктивности.

Библиографические ссылки

- Исаева Е.И., Артюхов А.И. Реализация продуктивного потенциала люпина узколистного и сои в разноротационных севооборотах при разных технологиях возделывания // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2(38). С. 93–100.
- Исаева Е.И., Артюхов А.И. Люпин узколистный и соя как предшественники ячменя в севообороте // Земледелие. 2016. № 1. С. 8–10.
- Исаева Е.И. Основная обработка почвы в севообороте с люпином для условий Брянской области // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 3. С. 12–18. DOI10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-12-18.
- Каргин В.И., Мандров Н.П., Петров Н.А. Система основной обработки выщелоченного чернозема // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 4. С. 44–45.

5. Кудрин В.Ф. Воспроизводство плодородия и минимализация обработки почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2007. № 2. С. 21–22.
6. Лобков В.Т., Новиков А.С., Забродкин А.А. Плодородие темно-серой лесной почвы при применении различных способов обработки почвы // Зерновое хозяйство России. 2013. № 2(26). С. 27–31.
7. Пестряков А.М. На принципах разноглубинности и многовариантности // Земледелие. 2007. № 2. С. 19–21.
8. Суховеева О.Э., Карелин Д.В. Параметризация модели DNDC для оценки компонентов биогеохимического цикла углерода на Европейской территории России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2019. Том 64 № 2. С. 363–384. DOI: 10.21638/spbu07.2019.211.
9. Трофимова Т.А., Коржов С.И., Гулевский В.А., Образцов В.Н. Оценка степени физической деградации и пригодности черноземов к минимизации основной обработки почвы // Почвоведение. 2018. № 9. С. 1125–1131. DOI: 10.1134/S0032180X18090125.
10. Шимшек У., Шейн Е.В., Микаилсой Ф., Болотов А.Г., Эрдель Э. Подпочвенное уплотнение: интенсивность проявления в тяжелосуглинистых аллювиальных карбонатных почвах района Ыгдыр (Восточная Турция) // Почвоведение. 2019. № 3. С. 330–334. DOI: 10.1134/S0032180X19030109.
11. Yakovenko G.L., Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V. and Zakharova M.V. Status and prospects of breeding of cultivated species of Lupin in Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 663. p. 012014. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012014.

References

1. Isaeva E.I., Artyuhov A.I. Realizatsiya produktivnogo potentsiala lyupina uzkolistnogo i soi v raznorotatsionnykh sevooborotakh pri raznykh tekhnologiyakh vozdeystviya [Realization of the productive potential of blue lupine and soybeans in different crop rotation sequences with different cultivation technologies] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 2(38). S. 93–100.
2. Isaeva E.I., Artyuhov A.I. Lyupin uzkolistnyy i soya kak predshestvenniki yachmenya v sevooborote [Blue lupine and soybeans as barley forecrops in crop rotation] // Zemledelie. 2016. № 1. S. 8–10.
3. Isaeva E.I. Osnovnaya obrabotka pochvy v sevooborote s lyupinom dlya uslovij Bryanskoj oblasti [The basic tillage in the crop rotation with lupine in the Bryansk region] // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2019. № 3. S. 12–18. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-12-18.
4. Kargin V.I., Mandrov N.P., Petrov N.A. Sistema osnovnoj obrabotki vyshchelochennogo chernozema [System of the basic tillage of leached blackearth] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2007. № 4. S. 44–45.
5. Kudrin V.F. Vosproizvodstvo plodorodiya i minimalizatsiya obrabotki pochvy v Nechernozemnoj zone [Reproduction of fertility and minimization of soil cultivation in the Non-Blackearth zone] // Zemledelie. 2007. № 2. S. 21–22.
6. Lobkov V.T., Novikov A.S., Zabrodin A.A. Plodorodie temno-seroj lesnoj pochvy pri primenении razlichnykh sposobov obrabotki pochvy [Fertility of dark gray forest soil when using various tillage methods] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 2(26). S. 27–31.
7. Pestryakov A.M. Na principakh raznoglubinnosti i mnogovariantnosti [On the principles of depth and multivariance] // Zemledelie. 2007. № 2. S. 19–21.
8. Suhoveeva O.E., Karelin D.V. Parametrizatsiya modeli DNDC dlya ocenki komponentov biogeohimicheskogo tsikla ugleroda na Evropejskoj territorii Rossii [Parametrization of the DNDC model for assessing the components of the biogeochemical carbon cycle in the European territory of Russia] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle. 2019. Tom 64 № 2. S. 363–384. DOI: 10.21638/spbu07.2019.211.
9. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Gulevskij V.A., Obrazcov V.N. Ocenka stepeni fizicheskoy degradatsii i prigodnosti chernozemov k minimizatsii osnovnoj obrabotki pochvy [Estimation of the degree of physical degradation and blackearth suitability to the basic tillage minimization] // Pochvovedenie. 2018. № 9. S. 1125–1131. DOI: 10.1134/S0032180X18090125.
10. SHimshek U., SHein E.V., Mikailsoj F., Bolotov A.G., Erdel' E. Podpochvennoe uplotnenie: intensivnost' proyavleniya v tyazhelosuglinistykh allyuvial'nykh karbonatnykh pochvah rajona Ygdir (Vostochnaya Turkiya) [Subsoil compaction: its intensity in heavy loamy alluvial calcareous soils of the Ygdir region (Eastern Turkey)] // Pochvovedenie. 2019. № 3. S. 330–334. DOI: 10.1134/S0032180X19030109.
11. Yakovenko G.L., Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V. and Zakharova M.V. Status and prospects of breeding of cultivated species of Lupin in Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 663. p. 012014. DOI: 10.1088/1755-1315/663/1/012014.

Поступила: 29.03.21; принята к публикации: 12.05.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Яковенко Г.Л., Исаева Е.И. – концептуализация исследования; Исаева Е.И. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.