

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

Дудкина Татьяна Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»
305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70 б; тел.: 89192156312;
e-mail: dt5dt@mail.ru

Ключевые слова: озимая пшеница, севооборот, минеральные удобрения, биологический урожай, структура урожая.

Одним из ведущих факторов интенсификации процессов выращивания сельскохозяйственной продукции является севооборот. Минеральные удобрения – также важнейший элемент систем земледелия. Целью работы являлось определение влияния этих двух факторов и их сочетаний на биологическую урожайность и структуру урожая озимой пшеницы. Исследования проведены в 2019-2021 годах в стационарном полевом опыте ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в Медвенском районе Курской области. Почва – чернозём типичный тяжелосуглинистый. Озимая пшеница выращивалась в 3 севооборотах, где предшественниками были чёрный пар, сидеральный пар (горох) и занятый пар (кормовые бобы). Схемой опыта было предусмотрено 4 уровня удобрённости: без удобрений, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{100}P_{100}K_{100}$ кг д.в. на 1 га. Наибольшая биологическая урожайность на высоком фоне удобренности была по чёрному пару, на среднем и низком, а также без удобрений – по сидеральному. Повышение доз минеральных удобрений обеспечивало рост урожайности. Общая и продуктивная кустистость озимой пшеницы были выше в звене с сидеральным паром, а масса 1000 зёрен и количество зёрен в колосе главного стебля – в звене с чёрным паром. В плодосменном севообороте показатели структуры урожая были ниже, чем в двух других севооборотах. Выявлена тенденция повышения показателей структуры урожая: общей и продуктивной кустистости, массы 1000 зёрен, количества зёрен в колосе главного стебля при повышении уровня удобренности. Установлена тесная положительная связь между биологической урожайностью культуры и общей ($r = 0,958$) и продуктивной ($r = 0,956$) кустистостью, а также количеством зёрен в колосе главного стебля ($r = 0,911$).

Введение

Перед работниками сельского хозяйства правительством РФ поставлена задача обеспечения населения страны достаточным количеством продуктов питания, в том числе растениеводческой продукцией. При этом особое внимание уделяется производству зерна.

В современных условиях производства достижение высокой урожайности зерновых культур возможно за счет интенсификации земледелия.

Одним из биологических факторов интенсификации производства является севооборот. Правильно составленный севооборот обеспечивает оптимальное соотношение в структуре посевов сельскохозяйственных культур и правильное их чередование [1]. В зависимости от почвенно-климатических особенностей агроландшафта и специализации хозяйства используются различные севообороты. Севооборот оказывает большое влияние на получение требуемых количественных и качественных показателей производимой продукции, при этом является относительно малозатратным по сравнению с другими производственными факторами [2 – 6].

Минеральные удобрения отличаются бы-

строй отдачей получения эффекта от применения дополнительных элементов питания, уровнем воздействия на рост и развитие растений. При умелом использовании этого фактора интенсификации удаётся получить высокую отдачу даже при минимальных дозах внесения [7, 8].

Результатирующим показателем, отражающим действия факторов, изучавшихся в опыте, является урожайность культуры. Важным дополнением к данным по урожайности являются данные по структуре урожая [9-11].

Детальный анализ структуры урожая озимой пшеницы необходим для определения влияния отдельных структурных элементов на итоговый показатель – урожайность и поиск возможностей повышения урожайности путём улучшения элементов структуры урожая [12].

Целью работы являлось изучение влияния интенсификации производства озимой пшеницы на примере различных предшественников и доз внесения минеральных удобрений на биологическую урожайность и структуру урожая в условиях Центрального Черноземья.

Материалы и методы исследований

Полевые и лабораторные исследования

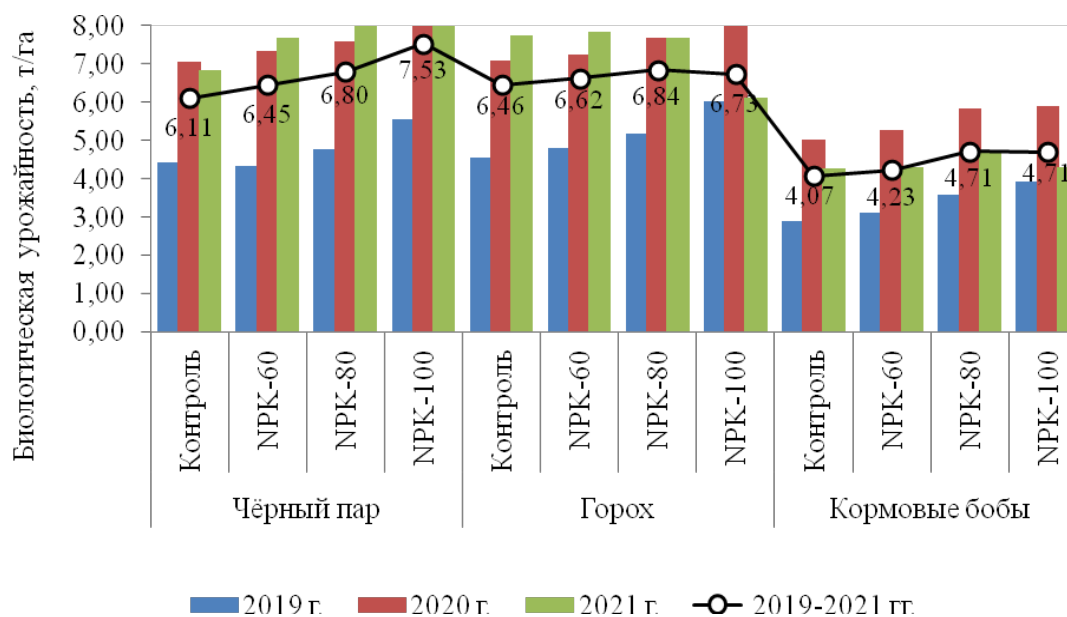


Рис.1 – Биологическая урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и уровня удобрения

были проведены в 2019-2021 годах в лаборатории севооборотов и адаптивных агротехнологий ФГБНУ «Курского федерального аграрного научного центра» на базе полевого стационарного опыта, расположенного в зоне лесостепи с умеренно-континентальным климатом (село Панино Медвенского района Курской области). Опытный участок размещён на водораздельном плато с уклоном до 3°. Почва опытного участка – чернозём типичный тяжелосуглинистый среднеспособный с содержанием гумуса в слое почвы 0–40 см – 5,1 %.

Для возделывания озимой пшеницы использовалась общепринятая технология для Центрально-Чернозёмной зоны. Озимая пшеница в опыте размещена в 5-польных севооборотах по различным предшественникам: чёрному пару, сидеральному пару (горох), занятому пару (кормовые бобы). Горох на сидератные цели заделывался в почву в фазу бутонизации 2-х кратной обработкой тяжёлой дисковой бороной БДТ-3. В опыте предусмотрены четыре уровня удобрения: контроль (без удобрений), $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{100}P_{100}K_{100}$ кг д.в. на 1 га.

Делянки в опыте расположены систематически в трёхкратной повторности. Общая площадь делянки – 202,5 м² (ширина – 8,1 м, длина 25 м).

Для определения биологической урожайности озимой пшеницы и структуры урожая использовали «Методику государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [13]. На каждой делянке по диагонали с помощью рамки

50x50 см (0,25 кв. м.) в 4-х кратной повторности были отобраны в фазу полной спелости растения с корневой системой и собраны в снопы. При анализе снопов определяли: общее количество растений; общее количество стеблей; количество продуктивных стеблей (с колосом); вес снопа с предварительно отрезанными корнями растений; вес зерна со снопа. Также проводили подсчет количества зёрен в колосе главного стебля в результате ручного обмолота и определение массы 1000 зёрен (ГОСТ10842-89).

Экспериментальные данные обработаны статистически: использованы метод дисперсионного анализа данных многофакторного полевого опыта, корреляционный и регрессионный анализы по Б.А. Доспехову [14] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel-2010 и Statistika-6.0.

Результаты исследований

Биологическая урожайность озимой пшеницы в 2019 году в среднем по опыту составила 4,43 т/га, что на 2,42 т/га меньше, чем в 2020 году и на 2,11 т/га меньше, чем в 2021 году (рис. 1).

По различным предшественникам и уровням удобрения биологическая урожайность озимой пшеницы в период исследований варьировала от 2,90 до 8,07 т/га. На контрольных вариантах (без удобрений)

в севооборотах с чёрным и сидеральным паром в первые два года исследований различия были невелики, хотя некоторое преимущество было у звена севооборота с сидеральным паром. Однако в 2021 году различия возрастали,

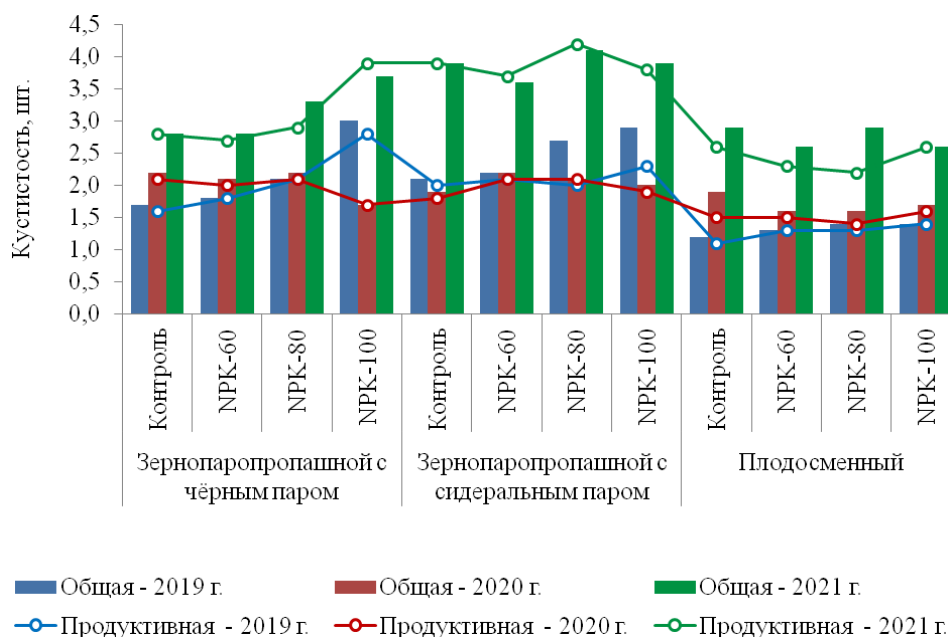


Рис. 2 – Общая и продуктивная кустистость растений озимой пшеницы в различных севооборотах на неудобренном фоне (контроль) и при разных дозах минеральных удобрений

биологическая урожайность озимой пшеницы по сидеральному пару была на 0,9 т/га больше, чем по чёрному пару. В среднем за годы исследований биологическая урожайность на фоне без удобрений в звене с чёрным паром составила 6,11 т/га, с сидеральным паром – 6,46 т/га, с занятым паром (плодосменный севооборот) – 4,07 т/га (т.е. на 33,4 и 37,0 % меньше, чем в двух первых севооборотах соответственно).

С повышением уровня удобренности во всех трёх севооборотах отмечался неуклонный рост урожайности.

В плодосменном севообороте, где озимая пшеница выращивалась после кормовых бобов, также как и на неудобренном фоне, в вариантах опыта с различными дозами минеральных удобрений урожайность этой культуры была существенно ниже, чем в двух других севооборотах.

Общая и продуктивная кустистость изменялись по годам исследований. В 2021 году эти показатели были значительно выше, чем в предыдущие два года (рис. 2).

Продуктивная кустистость озимой пшеницы в звене с занятым паром была в 1,4-1,6 раза меньше, чем в звеньях с чёрным и сидеральным паром.

Количество зёрен в колосе главного стебля растений озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте с чёрным паром было равно (2020 г) или выше (2019 г и 2021 г) этого показателя в зернопаропропашном севообороте с сидеральным паром (рис. 3).

Анализ данных по массе 1000 зёрен показал, что имелись значительные различия по доминированию тех или иных предшественников по рассматриваемому показателю в годы исследований (рис. 4). Тем не менее, опираясь на средние результаты за годы исследований, можно отметить тенденцию повышения массы 1000 зёрен в зернопаропропашных севооборотах с чёрным (44,2 г) и сидеральным паром (44,0 г) в сравнении с плодосменным (43,5 г). Повышение количества вносимых удобрений, как и следовало ожидать, приводило к увеличению массы 1000 зёрен культуры, а следовательно, крупности и выполненности зерна. В варианте без удобрений этот показатель в среднем за три года равнялся 43,0 г. При 1, 2 и 3 уровнях удобренности – соответственно 43,9, 44,2 и 44,5 г.

Обсуждение

Установленное различие в уровне урожайности по годам связано, прежде всего, с влиянием погодно-климатических условий. 2019 год был более засушливый, важные фазы роста и развития растений озимой пшеницы протекали при дефиците осадков по сравнению с 2020 и 2021 годами.

Полученные данные говорят о важности биологизации земледелия, в частности, применении такого приёма, как сидерация. В Центрально-Чернозёмном регионе, где не редки засушливые условия в летне-осенний период, выращивание промежуточных культур на сидеральные цели не всегда возможно. Более

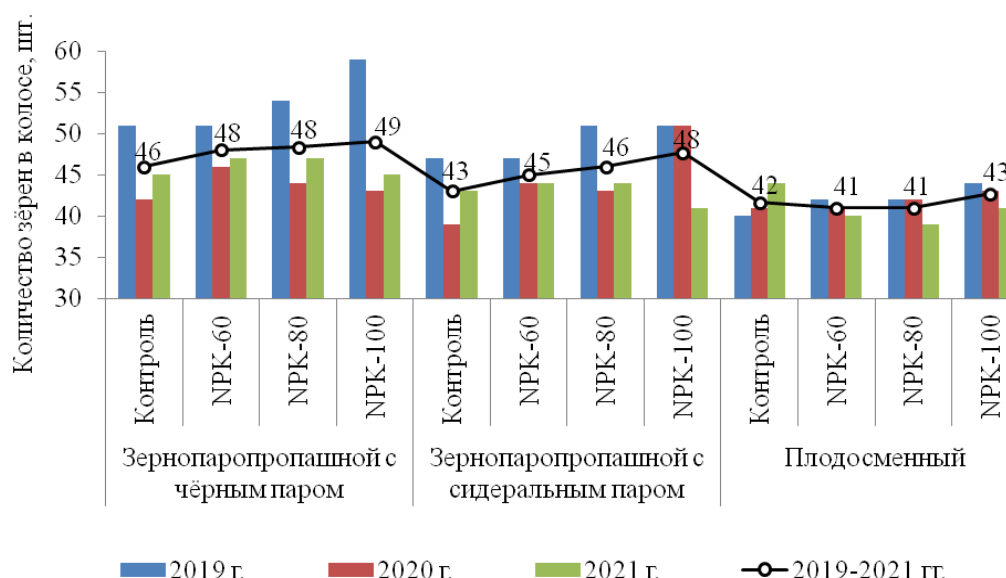


Рис. 3 – Количество зёрен в колосе главного стебля растений озимой пшеницы в различных севооборотах на неудобренном фоне (контроль) и при различных дозах внесения минеральных удобрений

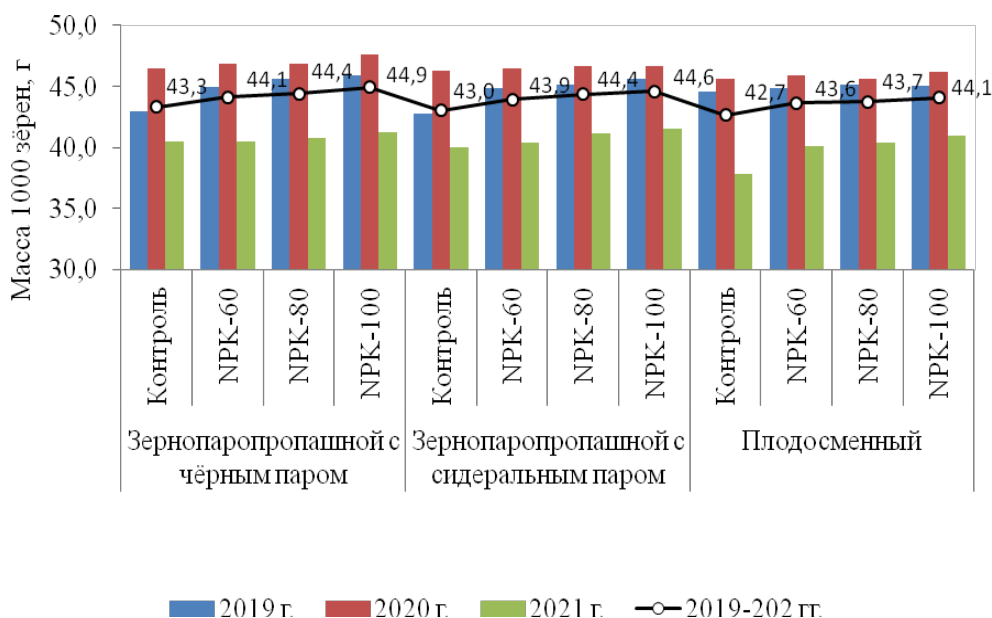


Рис. 4 – Масса 1000 зёрен озимой пшеницы в зависимости от севооборота и доз минеральных удобрений

устойчивым в плане стабильного получения положительного эффекта от сидерации является применение этого приёма в паровом поле. Сидеральный пар – ценный предшественник озимой пшеницы, обеспечивающий высокие показатели урожайности и структуры урожая, не уступая в этом черному пару и даже превосходя его, что и показали наши исследования. Положительный эффект сидерального пара как предшественника отмечают и другие авторы [15-18].

Нами была отмечена следующая важная закономерность: с повышением уровня удобрённости в результате применения минераль-

ных удобрений преимущество сидерального пара перед чёрным, применяемых в качестве предшественников озимой пшеницы, снижалось. При внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в. на 1 га урожайность озимой пшеницы была по чёрному пару 6,45 т/га, по сидеральному – 6,62 т/га, при $N_{80}P_{80}K_{80}$ – 6,80 и 6,84 т/га соответственно, и при $N_{100}P_{100}K_{100}$ преимущество было уже у звена с чёрным паром перед сидеральным – 7,53 и 6,73 т/га соответственно.

В плodosменном севообороте удобрения не смогли компенсировать недобор зерна, связанный с возделыванием культуры по худшему

Определение направленности и тесноты сопряженности между биологической урожайностью озимой пшеницы и элементами структуры урожая методом множественной корреляции

Элементы структуры урожая	Биологическая урожайность	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Количество зерен в колосе	Масса 10000 зёрен
Биологическая урожайность	1				
Общая кустистость	0,9586	1			
Продуктивная кустистость	0,9561	0,9527	1		
Количество зерен в колосе	0,9114	0,8461	0,8715	1	
Масса 10000 зёрен	0,5549	0,5292	0,5418	0,7325	1

предшественнику.

Севооборот с сидеральным паром явился фактором, обеспечившим более высокую кустистость озимой пшеницы как общую, так и продуктивную. Особенно заметно это было в 2021 году, когда продуктивная кустистость этой культуры в среднем по фонам удобренности по сидеральному пару была 3,9, а по чёрному – 3,1.

Тот факт, что продуктивная кустистость озимой пшеницы в звене с занятым паром была в значительно меньше, чем в звеньях с чёрным и сидеральным паром, было одной из причин снижения урожайности этой зерновой культуры в плодосменном севообороте.

Количество зёрен в колосе главного стебля озимой пшеницы в плодосменном севообороте было меньше, чем в двух других севооборотах во все годы исследований, что, несомненно, явилось результатом того, что занятый пар как предшественник уступает чёрному и сидеральному. Улучшение условий питания растений культуры при повышении нормы внесения минеральных удобрений способствовало повышению общей и продуктивной кустистости.

Для более углубленного анализа полученного экспериментального материала был проведен корреляционный анализ, с помощью которого была установлена тесная положительная связь между биологической урожайностью озимой пшеницы и общей ($r = 0,958$) и продуктивной кустистостью ($r = 0,956$), а также количеством зёрен в колосе главного стебля ($r = 0,911$) (табл.). Средней силы положительная корреляция была отмечена между биологической урожайностью озимой пшеницы и массой 1000 зёрен ($r = 0,555$).

Довольно тесно положительно коррели-

Таблица

ровали между собой общая и продуктивная кустистость с одной стороны и количество зёрен в колосе главного стебля – с другой.

Заключение

Определение биологической урожайности озимой пшеницы показало, что без внесения удобрений, а также на низких и средних фонах минеральных удобрений среди предшественников преимущество имел сидеральный пар, а на высоком фоне – чёрный пар. Занятый пар (кормовые бобы) уступал двум другим. Повышение удобренности способствовало росту урожайности культуры.

Самые высокие показатели общей и продуктивной кустистости озимой пшеницы отмечены в звене севооборота с сидеральным паром, а количество зёрен в колосе главного стебля и масса 1000 зёрен – в звене с чёрным паром. Плодосменный севооборот по показателям структуры урожая уступал зернопаропропашным севооборотам с чёрным и сидеральным паром. Установлена тенденция повышения показателей структуры урожая: общей и продуктивной кустистости, массы 1000 зёрен, количества зёрен в колосе главного стебля при увеличении нормы внесения минеральных удобрений.

Корреляционный анализ показал наличие тесной положительной связи между биологической урожайностью озимой пшеницы и общей ($r = 0,958$) и продуктивной кустистостью ($r = 0,956$), а также количеством зёрен в колосе главного стебля ($r = 0,911$).

Библиографический список

- Porter, P. Crop rotations in organic production systems / P. Porter // Organic Farming: The Ecological System. – 2019. – V. 54.
- Миллер, С. С. Продуктивность севооборотов в северной лесостепи Тюменской области / С. С. Миллер, В. В. Рзаева // Вестник Бурятской ГСХА им. В.П. Филиппова. – 2020. – № 4(61). – С. 173-178. – DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.027.
- Долгополова, Н. В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна посевов озимой пшеницы / Н. В. Долгополова // Вестник КГСХА. – 2015. – № 5. – С. 49-52. – EDN: UBPMРВ.
- Рзаева, В. В. Возделывание сельскохозяйственных культур в Тюменской области / В. В. Рзаева // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 3(168). – С. 3-8. – DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-3-8.

5. Методологические основы получения заданного количества продовольственного зерна в севооборотах Центрального Черноземья / А. С. Акименко, Т. А. Дудкина, Н. В. Долгополова, В. Г. Вавин, Л. И. Садыкова // Земледелие. – 2021. – № 4. – С. 8-11. – DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10400.

6. Коновалова, Л. К. Роль фактора «севооборот» в управлении плодородием и продуктивностью почв / Л. К. Коновалова, В. В. Окорков, Р. Д. Петросян // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 8-2. – С. 146-152. – EDN: WXSXLU.

7. Урожайность озимой твёрдой пшеницы сорта Крупинка при различном уровне минерального питания и систем обработки почвы / Н. Р. Магомедов, Д. Ю. Сулейманов, Ж. Н. Абдуллаев, А. А. Абдуллаев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – Т. 64, № 5. – С. 98-100. – DOI: 10.24412/2587-6740-2021-5-98-100.

8. Использование агроклиматического потенциала серых лесных почв Верхневолжья при применении удобрений / В. В. Окорков, О. А. Фенова, Л. А. Окоркова // Агрохимия. – 2021. – № 4. – С. 27-41. – DOI: 10.31857/S0002188121040128.

9. Эффективность использования пашни в зависимости от сочетания удобрений в севооборотах / А. С. Акименко, И. В. Дудкин, Ю. Б. Логачев, Т. А. Дудкина // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 10-12. – EDN: PWMMKD.

10. Новичихин, А. М. Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от применения удобрений / А. М. Новичихин, Г. В. Гончарова, Е. А. Балюнова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 1-1. – С. 142-145. – EDN: TWMHFJ.

11. Труфанова, А. Ю. Влияние предшественников в севообороте на урожай и качество озимой пшеницы / А. Ю. Труфанова, Н. В. Долгополова // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск : Курская ГСХА,

2020. – С. 43-47. – EDN: JIECZE.

12. Захарова, Н. Н. Густота продуктивного стеблестоя озимой мягкой пшеницы и составляющие ее элементы в условиях Лесостепи Среднего Поволжья / Н. Н. Захарова, Н. Г. Захаров, Т. Д. Грошева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3 (43). – С. 64-71. – DOI: 10.18286/1816-4501-2018-3-64-71.

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1989. – Вып. 2. – 194 с.

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

15. Долгополова, Н. В. Сидеральные культуры и пары как предшественники озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Н. В. Долгополова. – Курск, 2010. – 106 с. – ISBN 978-5-7369-0652-9.

16. Смуров, С. И. Сидеральные пары в системе биологического земледелия / С. И. Смуров, Г. С. Агафонов, Т. В. Попова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. – № 2 (2). – С. 89-97. – EDN: YRLAQV.

17. Овсянникова, Г. В. Роль черного и занятого паров в увеличении продуктивности озимой пшеницы и сохранении почвенного плодородия / Г. В. Овсянникова, Н. Г. Янковский, Е. Д. Кривошеева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 3(52). – С. 27-32. – EDN: VWPDOT.

18. Турусов, В. И. Сидеральные пары как основной способ биологизации севооборотов в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ / В. И. Турусов, О. А. Богатых, Н. В. Дронова // Прогноз состояния и научное обеспечение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения : материалы XI Международного симпозиума НП «Содружество ученых агрохимиков и агроэкологов». – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – С. 168-173. – EDN: YOZFFH.

IMPACT OF PRODUCTION INTENSIFICATION ON BIOLOGICAL YIELD AND STRUCTURE OF THE WINTER WHEAT HARVEST UNDER THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK SOIL REGION

Dudkina T.A.

FSBSI «Federal Agricultural Kursk Research Center»
305021, Kursk, Karl Marxstr., 70 b, tel.: 89192156312
E-mail: dt5dt@mail.ru

Key words: winter wheat, crop rotation, mineral fertilizers, biological yield, crop structure.

One of the leading factors of intensification of cultivation processes of agricultural products is crop rotation. Mineral fertilizers are also an essential element of farming systems. The aim of the work was to determine the influence of these two factors and their combinations on biological yield and structure of winter wheat harvest. The studies were carried out in 2019-2021 on stationary field experiment of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Agricultural Kursk Research Center in Medvenskiy district of Kursk region. The soil is typical heavy loamy black soil. Winter wheat was cultivated in 3 crop rotations, where the forecrops were black fallow, green manure fallow (peas) and sown fallow (horse beans). The scheme of the experiment included for 4

levels of fertilization: without fertilizers, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{100}P_{100}K_{100}$ kg a.i. per 1 ha. Black fallow showed the highest biological yield on high background of fertilization, as for medium and low fertilization, and also without fertilizers – on green manure. Increase of doses of mineral fertilizers provided a yield increase. Total and productive bushiness of winter wheat was higher in combination with green manure fallow, and the weight of 1000 grains and the number of grains in the wheat head of the main stem were higher in case of black fallow. The harvest structure parameters were lower in crop rotation than in the other two rotations. A tendency of parameter increase of the harvest structure was revealed: total and productive bushiness, weight of 1000 grains, the number of grains in the wheat head of the main stem in case of fertilization level increase. A close positive relationship was established between the biological yield of the crop and the total ($r = 0.958$) and productive ($r = 0.956$) bushiness, as well as the number of grains in the wheat head of the main stem ($r = 0.911$).

Bibliography:

1. Porter, P. Crop rotations in organic production systems / P. Porter // *Organic Farming: The Ecological System*. – 2019. – V. 54.
2. Miller S.S., Rzaeva V.V. Productivity of crop rotations in the northern forest-steppe of Tyumen region / S.S. Miller, V.V. Rzaeva // *Vestnik of Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov*. – 2020. – № 4 (61). – P. 173-178. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.027.
3. Dolgoplova, N.V. Influence of forecrops on productivity and grain quality of winter wheat crops / N.V. Dolgoplova // *Vestnik of KSAA*. – 2015. – № 5. – P. 49-52. EDN: UBPMPB.
4. Rzaeva, V.V. Cultivation of agricultural crops in Tyumen region / V.V. Rzaeva // *Vestnik of KrasSAU*. – 2021. – № 3 (168). – P. 3-8. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-3-3-8.
5. Methodological bases for obtaining a given amount of food grain in crop rotations of the Central Black Soil region / A.S. Akimenko, T.A. Dudkina, N.V. Dolgoplova, V.G. Vavin, L.I. Sadykova // *Agriculture*. – 2021. – № 4. – P. 8-11. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10400.
6. Konovalova, L.K. The role of "crop rotation" factor in soil fertility and productivity management / L.K. Konovalova, V.V. Okorkov, R.D. Petrosyan // *Vestnik of the Altai Academy of Economics and Law*. – 2019. – № 8-2. – P. 146-152. EDN: WXSylU.
7. Productivity of winter hard wheat of Krupinkavariety at different levels of mineral nutrition and tillage systems / N.R. Magomedov, D.Yu. Suleimanov, Zh.N. Abdullaev, A.A. Abdullaev // *International Agricultural Journal*. – 2021. – Vol. 64. – № 5. – P. 98-100. DOI: 10.24412/2587-6740-2021-5-98-100.
8. Usage of agroclimatic potential of gray forest soils of the Upper Volga region in case of application of fertilizers / V.V. Okorkov, O.A. Fenova, L.A. Okorkova // *Agrochemistry*. – 2021. – № 4. – P. 27-41. DOI: 10.31857/S0002188121040128.
9. Efficiency of arable land usage depending on combination of fertilizers in crop rotations / A.S. Akimenko, I.V. Dudkin, Yu.B. Logachev, T.A. Dudkina // *Agriculture*. – 2013. – № 2. – P. 10-12. EDN: PWMMKD.
10. Novichikhin, A.M. The structure of winter wheat harvest depending on application of fertilizers / A.M. Novichikhin G.V. Goncharova, E.A. Balyunova // *Modern trends in development of science and technology*. – 2015. – № 1-1. – P. 142-145. EDN: TWMHFI.
11. Trufanova A.Yu. Influence of forecrops in crop rotation on yield and quality of winter wheat / A.Yu. Trufanova, N.V. Dolgoplova // *Youth science – to development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. – Kursk: Kursk State Agricultural Academy, 2020. – P. 43-47. EDN: JIECZE.
12. Zakharova, N.N. Density of productive plant stand of winter soft wheat and its constituent elements in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region / N.N. Zakharova, N.G. Zakharov, T.D. Groshev // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2018. – № 3 (43). – P. 64-71. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-3-64-71.
13. Methods of state variety testing of agricultural crops. Issue. 2. M., 1989. – 194 p.
14. Dospekhov, B.A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
15. Dolgoplova, N.V. Green manure crops and pairs as forecrops of winter wheat in the Central Black Soil region / N.V. Dolgoplov. Kursk, 2010. – 106 p. EDN: QLAXFT.
16. Smurov, S.I. Green manure pairs in the system of biological farming / S.I. Smurov, G.S. Agafonov, T.V. Popova // *Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects*. – 2014. – № 2 (2). – P. 89-97. EDN: YRLAQB.
17. Ovsyannikova G.V. The role of black and sown fallows in increase of productivity of winter wheat and soil fertility preservation / G.V. Ovsyannikova, N.G. Yankovsky, E.D. Krivosheeva // *Agrarian science of the Euro-North-East*. – 2016. – № 3 (52). – P. 27-32. EDN: VWPDOT.
18. Turusov, V.I. Green manure fallows as the main method of biologization of crop rotations in the soil and climatic conditions of the southeast of the Central Black Soil Region / V.I. Turusov, O.A. Bogatykh, N.V. Dronova // *Forecast of the state and scientific support of soil fertility for agricultural lands. Materials of the XI International Symposium of NON-COMMERCIAL PARTNERSHIP "Commonwealth of Scientific Agrochemists and Agroecologists"*. – Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 2017. – P. 168-173. EDN: YOZFFH.