

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВООБОРОТАХ С РАЗНЫМИ ВИДАМИ ПАРА И ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ УДОБРЕННОСТИ

Т. А. Дудкина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории севооборотов и адаптивных агротехнологий, dt5dt@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1116-4548
ФГБНУ Курский федеральный аграрный научный центр,
305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70 б; e-mail: kurskfarc@mail.ru

Целью работы являлось изучение в стационарном полевом опыте действия различных паровых предшественников озимой пшеницы (черный пар, сидеральный пар, занятый пар) и уровней удобрённости (контроль без удобрений, NPK–60 кг д. в./га, NPK–80 кг д. в./га, NPK–100 кг д. в./га) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Установлено, что наиболее крупное зерно было выращено в севообороте с занятым паром. Выявлено, что при увеличении доз минеральных удобрений различия между севооборотами возрастали. В севообороте с занятым паром также была выше выравненность зерна – на 0,3 и на 0,5 % больше, чем в севооборотах с сидеральным и черным паром. Установлено, что независимо от севооборота, при увеличении дозы минеральных удобрений выравненность повышалась. Отмечено, что масса 1000 зерен у озимой пшеницы самой высокой была при ее выращивании по сидеральному пару при внесении NPK–100 кг д. в./га – 48,4 г, что мы связываем с улучшением питательного режима почвы при внесении сидератов. Определено, что при выращивании пшеницы по сидеральному пару в варианте без удобрений содержание в муке сырой клейковины было на 2,3 и 2,5 % больше, чем по занятому и черному пару. Эта закономерность сохранилась и на удобренных фонах. Показатель содержания клейковины в муке увеличивался с ростом удобрённости. Выявлено, что по упругости клейковины лучшим был севооборот с черным паром. Урожайность озимой пшеницы при NPK–60 кг д. в./га и NPK–100 кг д. в./га была выше при выращивании по черному пару, а на неудобренном контроле и при NPK–80 кг д. в./га – по сидеральному пару. Отмечено, что имеется достоверный рост урожайности культуры, например, с 4,39 до 6,19 т/га в севообороте с черным паром, при повышении норм внесения удобрений.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, качество зерна, севооборот, минеральные удобрения.

Для цитирования: Дудкина Т. А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в севооборотах с разными видами пара и при различных уровнях удобрённости // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15. № 2. С. 107–112. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-107-112.



PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN IN CROP ROTATIONS WITH DIFFERENT TYPES OF FALLOW AND AT DIFFERENT LEVELS OF FERTILIZATION

T. A. Dudkina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for crop rotations and adaptive agrotechnologies, dt5dt@mail.ru, ORCIDID: 0000-0003-1116-4548
FGBNU Federal Agricultural Kursk Research Center,
305021, Kursk, Karl Marks str., 70b; e-mail: kurskfarc@mail.ru

The purpose of the current work was to study the effect of various winter wheat forecrops (weedfree fallow, green fallow, sown fallow) and fertilization levels (control without fertilizers, NPK–60 kg a.i./ha, NPK–80 kg a.i./ha, NPK–100 kg a.i./ha) on productivity and quality of winter wheat grain. The study was carried out at the Federal State Budgetary Scientific Institution “Kursk FARC” in 2018–2020. There has been established that the large-sized grain was grown in a crop rotation with a sown fallow. There has been established that with an increase of mineral fertilizers’ doses, the differences between crop rotations raised. In the crop rotation with sown fallow, grain evenness was also higher, by 0.3 and 0.5 % more than in crop rotations with green manure and weedfree fallow. There has been found that regardless of the crop rotation, with an increase in the dose of mineral fertilizers, grain evenness increased. There has been determined that the trait ‘1000-grain weight’ was the highest when it was sown in green fallow with 48.4 g of NPK–100 kg a.i./ha, which was due to the improvement of the nutrient regime of the soil with the introduction of green manure. There has been determined that when growing wheat in green fallow in the variant without fertilizers, crude gluten in the flour was 2.3 and 2.5 % more than in sown and weedfree fallow. This pattern was also preserved on fertilized backgrounds. The indicator of gluten percentage in flour increased with the growth of fertilizer. There has been found that crop rotation with weedfree fallow was the best in terms of gluten elasticity. Winter wheat productivity at NPK–60 kg a.i./ha and NPK–100 kg a.i./ha was higher when sown in weedfree fallow, and on unfertilized control and at NPK–80 kg a.i. / ha when sown in green fallow. There has been noted that there is a significant improvement in crop productivity, for example, from 4.39 to 6.19 t/ha in crop rotation with weedfree fallow, with an increase in fertilizer application rates.

Key words: winter wheat, productivity, grain quality, crop rotation, mineral fertilizers.

Введение. Повышение урожайности зерно-роднохозяйственное значение и является одной из основных задач земледелия. Например,

увеличение содержания белка в зерне пшеницы на 1 % значительно не только с технологической, но и с экономической точки зрения.

Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы не только обусловлены наследственными биологическими особенностями сортов, но и в значительной степени зависят также от технологии выращивания. Все факторы, определяющие уровень урожайности и качество произведенной продукции, действуют во взаимосвязи (Тарчоков и Матаева, 2019; Бондаренко и др., 2020; Чуян и др., 2022; Тарасов и др., 2022; Yang et al., 2023).

Предшественник играет значительную роль в достижении высокого урожая высококачественного зерна озимой пшеницы. Действие предшественника может зависеть от погодных условий, уровня плодородия почвы и других факторов (Dudkina and Dolgoplova, 2022). Установлено, что в ЦЧЗ лучшими предшественниками для озимой пшеницы являются чистый и занятый пары (Дудкина, 2022; Geng et al., 2023). При выращивании этой зерновой культуры по черному пару значительно снижается засоренность посевов (Чибис, 2022).

Важным фактором формирования урожая и качества зерна является внесение минеральных удобрений. В результате их действия повышается обеспеченность культур севооборота необходимыми им элементами питания, улучшается плодородие почвы (Yang et al., 2022) и способность культур противостоять засорению посевов (Каипов и Чукбар, 2022).

Цель исследований – выявить эффективность различных видов пара и уровней удобрений в повышении урожайности зерна озимой пшеницы и ее качественных характеристик в условиях Центрального Черноземья.

Материалы и методы исследований. Исследования по определению влияния севооборота и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, рассматриваемые в данной статье, выполнены нами в полевых и лабораторных условиях в 2018–2020 гг. в лаборатории севооборотов и адаптивных агротехнологий ФГБНУ «Курский ФАНЦ».

Полевой стационарный многофакторный опыт был заложен в 1991 г. и ведется до сих пор с незначительными изменениями. В опыте изучаются различные сочетания биологических и антропогенных факторов воспроизводства плодородия почв.

Опытный участок площадью 10 га размещен на водораздельной части северного склона с уклоном до 3° на территории, прилегающей к с. Панино Медвенского района Курской области. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый среднесиловый с содержанием гумуса в слое почвы 0–40 см – 5,1 %.

Погодные условия значительно различались по годам исследований. Если в 2018 г. осадков выпало 61,8 мм в среднем за месяц,

что больше среднего многолетнего значения на 7,8 мм, то два следующих года характеризовались их недостатком – соответственно 38,6 и 49,0 мм. Температурный режим во все годы исследований был повышенным – 9,9–14,4 °С в среднем за вегетацию культуры, в то время как среднее многолетнее значение составляет 6,5 °С.

Севообороты в опыте пятипольные, развернуты во времени и пространстве с систематическим расположением вариантов в трехкратной повторности. Площадь посевной деланки составляет 202,5 м² (25 м x 18,1 м). В опыте выращивалась озимая мягкая пшеница районированного в ЦЧЗ сорта Синтетик.

В опыте предусмотрено размещение сельскохозяйственных культур в трех севооборотах: 1) зернопаропропашной с черным паром (черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – ячмень); 2) зернопаропропашной с сидеральным паром (сидеральный пар (горох) – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – ячмень)); 3) плодосменный (занятый пар (кормовые бобы) – озимая пшеница – сахарная свекла – горох – ячмень)).

Фактор «доза внесения минеральных удобрений» варьировал на четырех уровнях (дозы даны в кг д. в./га): без удобрений (контроль), NPK–60, NPK–80, NPK–100. Минеральные удобрения – нитроаммофоску (NPK–16%) вносили под озимую пшеницу перед предпосевной культивацией разбрасывателем АБУ-1,5. Технология возделывания озимой пшеницы общепринятая для Центрально-Черноземной зоны.

Учет урожая зерна проводили поделочно комбайном Сампо-500. Определение массы 1000 зерен выполняли по ГОСТ 10842-89 «Зерно зерновых и зернобобовых и семена масличных культур».

Определение крупности и выравненности зерна выполняли по ГОСТ 30483-97, содержание клейковины в муке и ИДК – по ГОСТ 27839-2013.

Математическая обработка экспериментальных данных проведена по Б. А. Доспехову с использованием пакета Microsoft Office Excel – 2010.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые показатели – сырая клейковина, ИДК, масса 1000 семян, крупность, выравненность являются показателями качества зерна, которые подвержены изменчивости в зависимости от почвенно-климатических условий и места расположения зерновой культуры в севообороте, а также внесения удобрений.

Согласно классификации зерна озимой пшеницы по крупности на нашем опыте во всех исследуемых вариантах зерно относится к первой группе – крупному зерну (ГОСТ 10939-64). Рассматриваемый показатель в среднем за три года варьировал от 89,5 до 92,9 % (табл. 1).

Таблица 1. Крупность и выравненность зерна озимой пшеницы в зависимости от севооборота и доз минеральных удобрений, 2018–2020 гг.
Table 1. Grain size and evenness of winter wheat depending on crop rotation and mineral fertilizers' doses, 2018–2020

Севооборот	Доза внесения минеральных удобрений, кг д.в./га	Крупность (сход с сита 2,5 x 2,0 мм), %	Выравненность (сход с сит 2,5 x 2,0 и 2,2 x 2,0 мм), %
Зернопаропропашной с черным паром	Контроль	89,5	97,9
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	90,4	98,5
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	90,7	98,6
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	90,8	98,7
Зернопаропропашной с сидеральным паром	Контроль	88,9	98,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	90,2	98,2
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	90,4	98,5
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	90,7	98,5
Плодосменный	Контроль	90,3	98,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	91,1	98,9
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	92,3	99,0
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	92,9	99,0
НСП ₀₅	A	1,1	0,3
	B	1,3	0,4
	AB	2,2	0,6

Самое крупное зерно озимой пшеницы было получено в вариантах с занятым паром (90,3–92,9 %), что на 0,8 и 1,4 % больше, чем при возделывании озимой пшеницы после черного и сидерального пара. При повышении удобрённости различия между севооборотами возрастают. Так, при внесении NPK–80 разница составила соответственно 1,6 и 1,9 %, а при внесении дозы NPK–100 – 2,1 и 2,2 %.

Показатель выравненности зерна озимой пшеницы в среднем за годы исследований (2018–2020 гг.) и конкретно по отдельным годам во всех изучаемых вариантах был высоким и варьировал от 97,9 до 99,0 %. Данное зерно является выравненным и относится к высокой категории по рассматриваемому показателю. Это определено по сумме схода зерновой массы, полученной на двух смежных ситах 2,5 x 2,0 мм и 2,2 x 2,0 мм. При использовании этого зерна в качестве посевного материала семена дадут более дружные всходы и в последующем более активный рост и развитие растений.

Наиболее высокий показатель выравненности зерна был получен в севообороте с заня-

тым паром. В сравнении с сидеральным и черным паром разница составила соответственно 0,3 и 0,5 %. При внесении минеральных удобрений и увеличении их дозы внесения по всем трем предшественникам озимой пшеницы выравненность зерна увеличивалась (по черному пару – на 0,8, сидеральному пару – на 0,4, занятому пару – на 0,6 %).

В среднем по опыту масса 1000 зерен составила 46,5 г, что характеризует зерно как крупное (табл. 2). При рассмотрении действия на этот показатель различных предшественников установлено, что на контроле и на всех уровнях удобрённости наибольшая масса 1000 зерен была при выращивании озимой пшеницы по сидеральному пару. Это связано с поступлением в почву при заделке в нее зеленого удобрения большого количества свежего органического вещества, что обеспечило лучшие условия питания для культуры. Прослеживалась тенденция увеличения массы 1000 зерен при более высоких дозах минеральных удобрений.

Таблица 2. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от севооборота и доз минеральных удобрений, 2018–2020 гг.
Table 2. Grain quality of winter wheat depending on crop rotation and mineral fertilizers' doses, 2018–2020

Севооборот	Доза внесения минеральных удобрений, кг д. в./га	Масса 1000 зерен, г	Сырая клейковина, %	Упругость (ИДК), ед.
Зернопаропропашной с черным паром	Контроль	46,1	21,6	101,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	47,7	23,6	95,9
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	47,1	25,0	97,3
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	48,2	25,8	95,8

Окончание табл. 2

Севооборот	Доза внесения минеральных удобрений, кг д. в./га	Масса 1000 зерен, г	Сырая клейковина, %	Упругость (ИДК), ед.
Зернопаропропашной с сидеральным паром	Контроль	47,0	24,1	102,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	47,8	25,6	101,6
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	48,3	26,3	102,2
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	48,4	26,8	98,1
Плodosменный	Контроль	46,7	21,8	95,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	47,1	23,0	101,2
	$N_{80}P_{80}K_{80}$	47,4	23,5	96,3
	$N_{100}P_{100}K_{100}$	48,0	24,9	101,6
HCP ₀₅	A	0,3	1,4	2,8
	B	0,9	1,5	3,2
	AB	1,1	2,6	5,7

Наибольшие показатели массы 1000 зерен были получены в 2018 г. и варьировали по всем вариантам от 48,7 до 53,0 г. В 2020 г. эти значения находились в интервале от 46,1 до 48,4 г. Это связано с более благоприятными условиями данных двух лет для роста и развития растений озимой пшеницы и формирования зерна.

В 2019 г. масса 1000 зерен была ниже, чем в 2018 и 2020 гг., и варьирование ее составило 43,0–45,9 г.

Лучшим годом по температурному режиму и количеству осадков был 2018 г., что обеспечило более высокую, чем в другие годы, массу 1000 зерен.

В 2019 г. этот показатель в целом по опыту был ниже на 6,4, а в 2020 г. – на 4,7 %.

Считается, что масса 1000 зерен взаимосвязана с показателем крупности зерна, но на практике не всегда так бывает. Это показывают и наши исследования. Зерно может быть крупным, но не выполненным, и в таком случае взаимосвязь между массой 1000 зерен и крупностью зерна нарушается.

По показателям количества и качества клейковины в муке судят о хлебопекарных свойствах выращенного зерна. Влияние различных видов пара на содержание сырой клейковины являлось статистически значимым (HCP₀₅ = 1,4 %). В варианте с сидеральным паром на неудобренном фоне содержание сырой клейковины было больше в среднем на 2,3 и 2,5 %, чем в вариантах с занятым и черным паром соответственно. Подобная закономерность сохранилась и в вариантах с различными дозами минеральных удобрений.

Во всех изучавшихся севооборотах во все годы исследований имела место тенденция увеличения содержания сырой клейковины в муке с ростом удобренности.

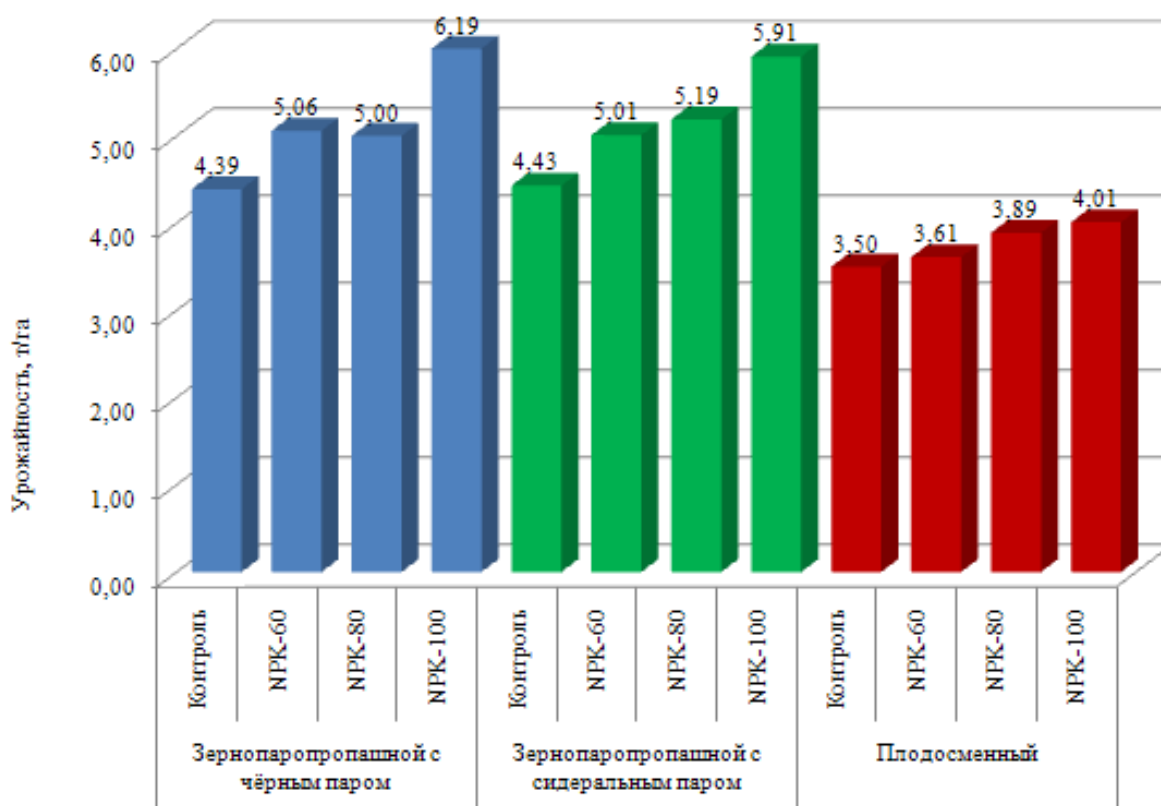
Упругость характеризует качество клейковины. Чем меньше показатель упругости, тем выше качество. Полученные данные по упругости клейковины (ИДК) показывают, что клейко-

вина в опыте относилась ко второй и третьей группе (удовлетворительно слабая и неудовлетворительно слабая). Такой результат в значительной мере определяется особенностями сорта. Сорт Синтетик, как отмечено в его характеристике, относится ко второй группе по качеству клейковины.

По показателю упругости клейковины преимущество в среднем по фоне удобрений имел севооборот с черным паром. Действие различных доз минеральных удобрений на рассматриваемый показатель было довольно разноречивым. Если в севооборотах с черным и сидеральным паром качество клейковины было выше при наибольшей дозе удобрений, то в севообороте с занятым паром – на неудобренном фоне.

Суммирующим показателем, характеризующим действие изучаемых в опыте факторов, является урожайность. Материалы исследований представлены на диаграмме (рисунок). Проведенный нами анализ данных показал, что на урожайность озимой пшеницы оказали существенное влияние как предшественник, так и различные дозы минеральных удобрений.

В варианте без применения удобрений урожайность озимой пшеницы выше всего была при ее выращивании по сидеральному пару. Совсем немного уступал ему севооборот с черным паром. В плодосменном севообороте (с занятым паром) ситуация значительно отличалась. Здесь отмечено снижение урожайности озимой пшеницы по сравнению с севооборотом с сидеральным и черным паром на 21,1 и 20,3 % соответственно. При дозах минеральных удобрений NPK–60 и NPK–100 наибольшая урожайность была, когда предшественником озимой пшеницы был черный пар, а при дозе минеральных удобрений NPK–80 – сидеральный пар. При всех уровнях удобренности севооборот с занятым паром уступал по урожайности другим севооборотам.



HCP_{05} (т/га) в среднем за 3 года: А – 0,19; В – 0,21; АВ – 0,38

Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от севооборота и доз минеральных удобрений, т/га (2018–2020 гг.)

Productivity of winter wheat grain depending on crop rotation and mineral fertilizers' doses, t/ha, 2018–2020

Примечание. А – севооборот, В – минеральные удобрения, АВ – сочетание двух факторов.

Положительное влияние вносимых минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы отмечено во всех изучавшихся севооборотах. С увеличением дозы удобрений урожайность культуры достоверно увеличивалась: в зернопаропропашном севообороте с черным паром с 4,39 т/га на неудобренном фоне до 6,19 т/га при внесении NPK-100 кг д. в./га; в зернопаропропашном севообороте с сидеральным паром и плодосменном севообороте (с занятым паром) – соответственно с 4,43 до 5,91 и с 3,50 до 4,01 т/га. Самая низкая отдача от удобрений, судя по урожайности озимой пшеницы, была при выращивании ее в плодосменном севообороте, а самая высокая – в зернопаропропашном севообороте с черным паром. Максимальная прибавка урожая озимой пшеницы от удобрений получена в зернопаропропашном севообороте с черным паром при уровне удобренности NPK-100 – 1,80 т/га (41 %).

Выводы. Исследованиями установлено, что вид севооборота и дозы минеральных удобрений оказывали существенное влияние на урожайность зерна озимой пшеницы сорта Синтетик. Из всех вариантов опыта наибольшей она была в зернопаропропашном севообороте при выращивании озимой пшеницы по черно-

му пару при максимальном уровне удобренности (NPK-100) – 6,19 т/га. Незначительно уступал этому предшественнику сидеральный пар – 5,91 т/га, а на отдельных фонах удобрений превышал его. Значительно ниже была урожайность пшеницы в плодосменном севообороте при максимальной дозе удобрений 4,01 т/га.

По таким качественным показателям зерна, как масса 1000 зерен и содержание клейковины в муке, преимущество имел зернопаропропашной севооборот с сидеральным паром. Наибольшая масса 1000 зерен в опыте была в этом севообороте при дозе минеральных удобрений NPK-100 кг д. в./га – 48,4 г. Содержание сырой клейковины в муке также самым большим было в этом варианте – 26,8 %.

При выращивании озимой пшеницы в плодосменном севообороте выше были крупность и выравненность зерна, при максимальной в опыте дозе минеральных удобрений NPK-100 кг д. в./га – соответственно 92,9 и 99,0 %.

Увеличение дозы минеральных удобрений в опыте способствовало росту урожайности зерна озимой пшеницы, например, в зернопаропропашном севообороте с черным паром – с 4,39 т/га на неудобренном фоне до 6,19 т/га при внесении NPK-100 кг д. в./га.

С ростом удобренности также увеличивались масса 1000 зерен, например, в зернопаропропашном севообороте с черным паром

с 46,1 в варианте без удобрений до 48,2 г и выравненность зерна – с 97,9 до 98,7 %.

Библиографические ссылки

1. Бондаренко А. Н., Гусакова Н. Н., Жук Е. А. Влияние минерального питания на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур // Аграрный научный журнал. 2020. № 2. С. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp4-8.
2. Дудкина Т. А. Влияние различных севооборотов, доз минеральных удобрений и погодных условий на урожай и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 1. С. 30–40. DOI: 10.33952/2542-0720-2022-1-29-30-40.
3. Каипов Я. З., Чукбар Н. А. Влияние биологизированных севооборотов на засоренность посевов в условиях засушливой степи Зауралья Башкортостана // Аграрная наука. 2022. № 5. С. 67–72. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-67-72.
4. Тарасов С. А., Подлесных И. В., Прущик А. В., Зарудная Т. Я. Влияние агролесомелиоративного комплекса на агрофизические свойства почвы и урожайность культур на склонах Центрального Черноземья // Земледелие. 2022. № 5. С. 3–7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-5-3-7.
5. Тарчоков Х. Ш., Матаева О. Х. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от технологий возделывания в степной зоне Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 1 (87). С. 98–102.
6. Чибис, В. В. Совершенствование технологии производства зерна в севооборотах лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 1. С. 45–52. DOI: 10.48136/2222-0364_2022_1_45.
7. Чуян Н. А., Масютенко Н. П., Брескина Г. М. Влияние агробиотехнологии на продуктивность зернового севооборота // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 4. С. 68–73. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/4/68-73.
8. Dudkina T. A., Dolgoplova N. V. The role of weather conditions in the formation of yield and quality of winter wheat grain in Central Chernozem region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 954. P. 012024. DOI: 10.1088/1755-1315/954/1/012024.
9. Geng S., Tan J., Li L., Miao Yu., Wang Y. Legumes can increase the yield of subsequent wheat with or without grain harvesting compared to Gramineae crops: A meta-analysis // European Journal of Agronomy. 2022. Vol. 142. Article number 126643. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126643.
10. Yang R., Song Shujun, Chen Sh., Du Z., Kong J. Adaptive evaluation of green manure rotation for a low fertility farmland system: Impacts on crop yield, soil nutrients, and soil microbial community // CATENA. 2023. Vol. 222. Article number 106873. DOI: 10.1016/j.catena.2022.106873.

References

1. Bondarenko A. N., Gusakova N. N., Zhuk E. A. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na urozhainost' i kachestvo zerna ozimyykh zernovykh kul'tur [Effect of mineral nutrition on the productivity and grain quality of winter crops] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020. № 2. С. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2020i2pp4-8.
2. Dudkina T. A. Vliyanie razlichnykh sevooborotov, doz mineral'nykh udobrenii i pogodnykh uslovii na urozhai i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy v Tsentral'nom Chernozem'e [Effect of various crop rotations, doses of mineral fertilizers and weather conditions on the productivity and grain quality of winter wheat in the Central Chernozem region] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2022. № 1. С. 30–40. DOI: 10.33952/2542-0720-2022-1-29-30-40.
3. Kaipov Ya. Z., Chukbar N. A. Vliyanie biologizirovannykh sevooborotov na zasorennost' posevov v usloviyakh zasushlivoi stepi Zaural'ya Bashkortostana [Effect of biologized crop rotations on crop weediness in the conditions of the arid steppe of the Trans-Urals of Bashkortostan] // Agrarnaya nauka. 2022. № 5. С. 67–72. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-67-72.
4. Tarasov S. A., Podlesnykh I. V., Prushchik A. V., Zarudnaya T. Ya. Vliyanie agrolesomeliiorativnogo kompleksa na agrofizicheskie svoistva pochvy i urozhainost' kul'tur na sklonakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [Effect of the agroforestry complex on the agrophysical properties of the soil and crop productivity on the slopes of the Central Chernozem Region] // Zemledelie. 2022. № 5. С. 3–7. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-5-3-7.
5. Tarchokov Kh. Sh., Mataeva O. Kh. Urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vozdel'yvaniya v stepnoi zone Kabardino-Balkarii [Productivity and grain quality of winter wheat depending on cultivation technologies in the steppe zone of Kabardino-Balkaria] // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2019. № 1 (87). С. 98–102.
6. Chibis V. V. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva zerna v sevooborotakh lesostepi zapadnoi Sibiri [Technological improvement of grain production in crop rotations in the forest-steppe of Western Siberia] // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1. С. 45–52. DOI: 10.48136/2222-0364_2022_1_45.
7. Chuyan N. A., Masyutenko N. P., Breskina G. M. Vliyanie agrobiotekhnologii na produktivnost' zernovogo sevooborota [The impact of agrobiotechnology on the productivity of grain crop rotation] // Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2022. № 4. С. 68–73. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/4/68-73.
8. Dudkina T. A., Dolgoplova N. V. The role of weather conditions in the formation of yield and quality of winter wheat grain in Central Chernozem region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 954. P. 012024. DOI: 10.1088/1755-1315/954/1/012024.
9. Geng Sainan, Tan Jinfang, Li Lantao, Miao Yuhong, Wang Yilun. Legumes can increase the yield of subsequent wheat with or without grain harvesting compared to Gramineae crops: A meta-analysis // European Journal of Agronomy. 2022. Vol. 142. Article number 126643. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126643.

10. Yang Rong, Song Shujun, Chen Shiyang, Du Zeyu, Kong Junqia. Adaptive evaluation of green manure rotation for a low fertility farmland system: Impacts on crop yield, soil nutrients, and soil microbial community // CATENA. 2022. Vol. 222. Article number 106873. DOI: 10.1016/j.catena.2022.106873.

Поступила: 20.02.23; доработана после рецензирования: 27.03.23; принята к публикации: 27.03.23.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Дудкина Т.А. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.