

АГРОНОМИЯ AGRONOMY

Научная статья

УДК 631.559:631:8

doi: 10.34655/bgsha.2025.78.1.001

Формирование урожайности озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения в условиях Центрально-Черноземного региона

**Анатолий Владимирович Дедов¹, Марина Анатольевна Несмеянова²,
Елена Владимировна Коротких³**

Воронежский государственный аграрный университет, Воронеж, Россия

¹ dedov050@mail.ru

² marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

³ elenka.korotkikh@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования по изучению влияния системы удобрения на урожайность зерновых культур в короткоротационных севооборотах: пар (занятый, сидеральный) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Исследования проводились на черноземе выщелоченном в условиях Центрально-Черноземного региона в стационарном опыте с 1994 по 2019 г. Схема опыта включала применение под культуры севооборота сочетания органических (солома, пожнивная сидерация, навоз, дефекат) и минеральных удобрений в различных дозах. Цель опыта: оценить зависимость урожайности зерновых культур от изучаемых приемов в различные по увлажненности вегетационного периода годы. Установлено, достоверную прибавку урожайности зерновых культур обеспечивает применение системы удобрения, включающей в себя оставление в поле соломы ячменя, внесение под посев озимой пшеницы в основной прием N100P100K100 и последствие системы удобрения под сахарную свеклу: солома озимой пшеницы + поживный посев горчицы сарептской + N100P100K100 + 40 т/га навоза. Прибавка урожайности озимой пшеницы в среднем за годы исследования составила 6,4 ц/га, ячменя – 5,5 ц/га. При возделывании озимой пшеницы в севообороте с сидеральным паром существенность влияния системы удобрения на урожайность озимой зерновой культуры повышается. Существенная прибавка (6,0–6,4 ц/га) отмечается при применении в севообороте навоза, а также при применении следующих систем удобрения: N100P100K100 под озимую пшеницу и Соп + Сп + N100P100K100 под сахарную свеклу (прибавка 5,8 ц/га); N50P50K50 в паровое поле, N100P100K100 – под озимую пшеницу и Соп + Сп + N150P150K150 – под сахарную свеклу (прибавка 5,6 ц/га). Наиболее ярко влияние системы удобрения проявилось при недостаточно влажных условиях (ГТК = 1,0–1,3).

Ключевые слова: озимая пшеница, ячмень, удобрения, урожайность.

Original article

Formation of winter wheat yield depending on the fertilizer system under the conditions of the Central Black Earth Region

Anatoly V. Dedov, Marina A. Nesmeyanova, Elena V. Korotkikh

Voronezh State Agricultural University, Voronezh, Russia

¹ dedov050@mail.ru

² marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

³ elenka.korotkikh@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study on the influence of the system of fertilizers on the yield productivity of grain crops in short-rotation crop sequence: fallow (seeded, green manured) – winter wheat – sugar beet – barley. The studies were carried out on leached chernozem under the conditions of the Central Black Earth Region in a stationary experiment from 1994 to 2019. The experimental design included the application of a combination of organic (straw, after-harvest green manure, manure, defecate) and mineral fertilizers in various doses under the crop rotation. The purpose of the experiment was to assess the dependence of grain yield productivity on the studied techniques in different years according to their vegetation periods' moisture content. It was found out that a reliable increase in grain crop yield productivity was achieved by using a system of fertilizers including leaving barley straw in the field, applying N100P100K100 as the main fertilizer under winter wheat, and the following system of fertilizers under sugar beet: winter wheat straw + after-harvest mustard seeding + N100P100K100 + 40 t/ha of manure. The average increase in winter wheat yield over the years of the study was 6,4 dt/ha, and for barley it equaled to 5,5 dt/ha. When winter wheat is grown in crop rotation with green manured fallow, the significance of the effect of the fertilization system on the yield productivity of winter grain crops increases. A significant increase (6,0-6,4 dt/ha) is observed when using manure in crop rotation, as well as when using the following fertilization systems: N100P100K100 for winter wheat and WWS + AHGM + N100P100K100 for sugar beet (increase of 5,8 dt/ha); N50P50K50 in a fallow field, N100P100K100 for winter wheat and WWS + AHGM + N150P150K150 for sugar beet (increase of 5,6 dt/ha). The influence of the system of fertilizers was most obvious under insufficiently humid conditions (HTC = 1,0-1,3).

Keywords: winter wheat, barley, fertilizers, yield productivity.

Введение. Формирование урожайности полевых культур протекает под влиянием множества факторов, причем как регулируемых, так и нерегулируемых. Регулируемые факторы положены в основу любой системы земледелия, которая призвана обеспечивать их оптимизацию в соответствии с потребностями возделываемой культуры. Важная роль при этом отводится мероприятиям по оптимизации основных показателей почвенного плодородия, что осуществляется посредством регулирования отдельных звеньев системы земледелия. С этой целью в различных регионах нашей страны в течение длительного периода проводятся исследования по установлению степени влияния на формирующуюся урожайность возделываемых культур такого звена систе-

мы земледелия, как система удобрения [1-6].

Кафедра земледелия Воронежского ГАУ в течение нескольких десятков лет изучает влияние различных факторов на основные показатели почвенного плодородия и урожайность возделываемых культур, в том числе озимой пшеницы и ячменя [7-9]. Формирование урожайности сельскохозяйственных растений в этот период протекало в различных агрометеорологических условиях, что бесспорно отразилось на ее уровне.

Цель исследования. На основании многолетних экспериментальных данных оценить зависимость урожайности зерновых культур от изучаемых приемов в различные по увлажненности вегетационного периода годы.

Условия и методы исследования.

Стационарный многофакторный опыт заложен кафедрой земледелия Воронежского ГАУ в 1986 году по методике Б.А. Доспехова [10].

Изучение озимой пшеницы проходило в севообороте: пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень. Обработка почвы в севообороте – комбинированная разноглубинная.

В данной статье будет рассмотрено влияние двух изучаемых факторов: фак-

тор А – вид севооборота и фактор В – система удобрения в севообороте.

Фактор А – вид севооборота:

1. Зернопропашной севооборот: занятый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

2. Сидеральный севооборот: сидеральный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень.

Фактор В – система удобрения (таблица 1):

Таблица 1 – Схема опыта по фактору В

Фактор В	Пар	Озимая пшеница	Сахарная свекла	Ячмень
B1	-	-	-	Солома ячменя
B2	-	N30	-	
B3	-	N100P100K100	Солома озимой пшеницы (Соп) + пожнивный сидерат (Сп) + N100P100K100 + 40 т/га навоза (Н)	
B4	-	N100P100K100	Пп + N100P100K100 + Н	
B5	N50P50K50	N100P100K100	2Соп + Сп + N200P200K200	
B6	-	N50P50K50	Соп + Сп + N50P50K50	
B7	-	N100P100K100	Соп + Сп + N100P100K100	
B8	N50P50K50	N100P100K100	Соп + Сп + N150P150K150	
B9	N50P50K50	N100P100K100	Соп + Сп + N200P200K200	
B10	N50P50K50	N100P100K100	Соп + Сп + дефекат 10 т/га (Д) + N150P150K150	

Размещение вариантов в опыте рендомизированное, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве и во времени. Площадь опытной деланки – 440 м², учетной – 120 м².

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднемощный, тяжело-суглинистый с содержанием гумуса в слое почвы 0-30 см 4,0-4,4%. Насыщенность почвы основаниями – 85 %, рН – 5,8-6,3, гидролитическая кислотность – 4 мг-экв./100г почвы, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) и обменного калия (по Масловой), соответственно, 6,8-13 и 16-28 мг/100 г абсолютно сухой почвы.

Исследования проводились в различные по увлажненности вегетационного периода годы – 1997, 2001-2006, 2010-2012, 2019 – были недостаточно увлажненными (ГТК=1,3-1,0), 1995-1996, 1998-

1999, 2007-2009, 2014-2015, 2017-2018 – засушливыми (ГТК менее 1,0), а 1994, 2000, 2013 – влажными (ГТК=1,6-1,3) [11].

Результаты и их обсуждение. Применяемая в севообороте система удобрения имела важное значение в формировании урожайности зерновых культур, что выражалось в повышении данного показателя по всем изучаемым вариантам. В среднем, за период с 1994 по 2019 год урожайность озимой пшеницы при применении удобрений была выше, чем при использовании культурой только запасов элементов питания в почве (рисунок 1).

Несмотря на то что данное явление характерно как для севооборота с занятым паром, так и с сидеральным, ответственность полученной прибавки различна. Так, при применении изучаемой системы удобрения в севообороте с занятым паром значимость прибавки была уста-

новлена только в одном варианте: пар: N50P50K50 – озимая пшеница N100P100K100 – сахарная свекла Соп + Сп + дефекат 10 т/га (Д) + N150P150K150: прибавка составила 5,7 ц/га при $HCP_{05} = 5,42$.

При возделывании озимой пшеницы в севообороте с сидеральным паром существенность влияния системы удобрения на урожайность зерновой культуры повышается. Существенная прибавка (6,0-6,4

ц/га) отмечается при применении в севообороте навоза, а также при применении следующих систем удобрения: вариант 7: N100P100K100 под озимую пшеницу и Соп + Сп + N100P100K100 под сахарную свеклу (прибавка 5,8 ц/га); вариант 8: N50P50K50 в паровое поле, N100P100K100 – под озимую пшеницу и Соп + Сп + N150P150K150 – под сахарную свеклу (прибавка 5,6 ц/га).

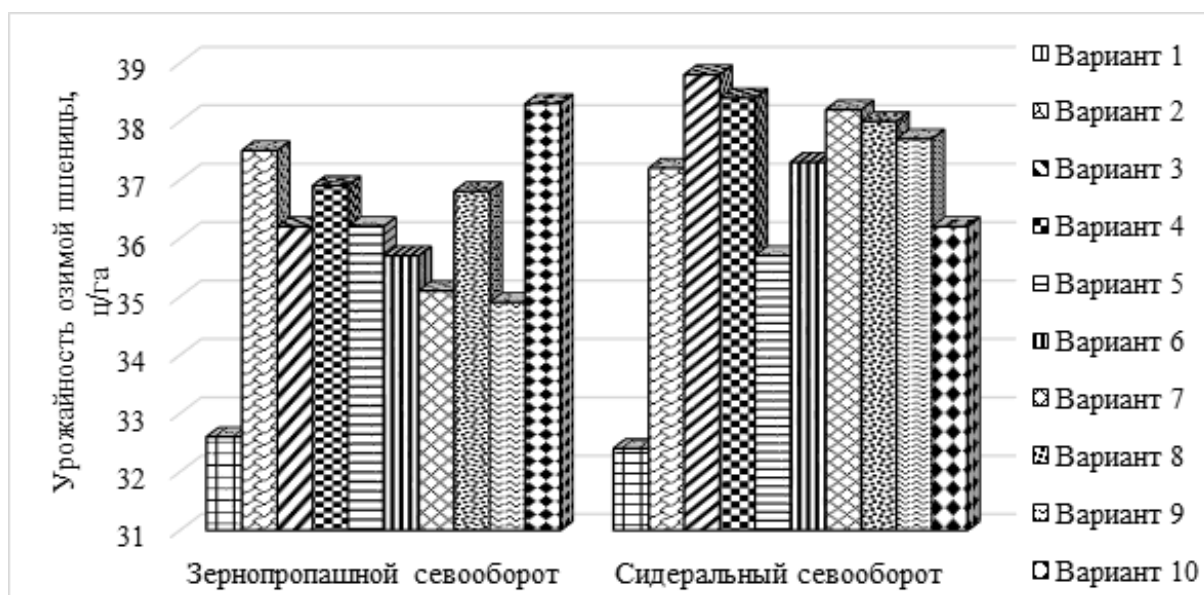


Рисунок 1. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения и вида севооборота (среднее за 1994-2019 гг., $HCP_{05} = 5,42$, значимо)

Увеличение дозировки минеральных удобрений до N200P200K200 не обеспечило достоверности увеличения урожайности озимой пшеницы даже при применении ее совместно с двойной дозой соломы. Также отмечено отсутствие значимости внесения в почву дефеката: прибавка урожайности озимой пшеницы не существенна.

В целом, наиболее высокая урожайность (38,8 ц/га) была сформирована на варианте применения под озимую пшеницу N100P100K100 на фоне последствия системы удобрения под сахарную свеклу: солома озимой пшеницы + пожнивный посев горчицы сарептской + N100P100K100 + 40 т/га навоза.

Достаточно интересен анализ динамики урожайности озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения в различные по увлажненности вегетационного периода годы (таблица 2). При этом значимые отклонения были получены только во влажные и недостаточно влажные годы. Урожайность озимой пшеницы при засушливых условиях ($ГТК < 1,0$) не имела существенных различий между вариантами.

Формирование урожайности озимой пшеницы во влажные годы ($ГТК = 1,3-1,6$) более интенсивно протекало при ее возделывании в севообороте с сидеральным паром: прибавка на всех вариантах применения удобрений была существенной и варьировала от 4,8 до 11,8 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы в различные по увлажненности вегетационные периоды

Вариант опыта		Урожайность озимой пшеницы, ц/га		
		влажные (ГТК 1,6-1,3)	недостаточно влажные (ГТК 1,3-1,0)	засушливые (ГТК <1,0)
Зернопропашной севооборот	В1	34,6	29,7	33,5
	В2	39,4	36,2	36,9
	В3	38,9	35,5	34,2
	В4	40,6	35,7	34,3
	В5	39,7	34,7	34,1
	В6	37,7	35,5	33,9
	В7	37,8	33,8	33,8
	В8	40,6	35,2	34,7
	В9	36,3	34,1	34,4
	В10	43,4	35,0	36,5
Сидеральный севооборот	В1	32,4	30,1	34,7
	В2	37,2	36,6	37,7
	В3	43,2	36,3	37,0
	В4	41,3	37,0	37,0
	В5	37,3	34,3	35,4
	В6	40,7	36,1	35,0
	В7	44,2	35,0	35,5
	В8	42,7	35,9	35,3
	В9	40,9	36,5	35,8
	В10	39,0	34,3	35,3
НСР ₀₅		4,40 значимо	5,31 значимо	3,42 не значимо

При недостаточно влажных условиях (ГТК = 1,0-1,3) влияние системы удобрения проявилось более четко: существенные прибавки отмечены как в севообороте с занятым, так и сидеральным паром. При этом существенности влияния на урожайность озимой зерновой культуры предшественника не установлено.

Как и в случае со средней урожайностью озимой пшеницы за длительный период исследования, применение повышенной дозы минеральных удобрений в севообороте на фоне двойной дозы соломы озимой пшеницы в засушливые годы не обеспечило значимой прибавки урожайности основной культуры, что, по нашему мнению, связано с усилением негативных процессов на фоне увеличения в почве массы трудноразлагаемого растительного материала.

В недостаточно влажный вегетационный период более высокая урожайность была сформирована на варианте исключения из системы удобрения соломы ози-

мой пшеницы – 37,0 ц/га (прибавка 7,3 ц/га при НСР₀₅ = 5,31), которая характеризуется, как известно, низкими темпами разложения, особенно при недостатке влаги в почве.

Тем не менее, несмотря на установленные нами особенности динамики урожайности озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов в различные по увлажненности вегетационного периода годы, проведенный нами корреляционно-регрессионный анализ показал слабую связь между показателем урожайности и значениями ГТК (коэффициент корреляции – 0,297), что позволяет сделать вывод о значимости в процессе формирования урожая озимой культуры именно системы удобрения и вида севооборота.

Также не доказана сильная зависимость урожайности ячменя от гидротермических условий вегетационного периода: сила связи близка к средней ($r = 0,227$), что согласуется и с другими нашими исследованиями [12].

Установлено, что на урожайность яровой зерновой культуры существенное влияние оказывало только последствие применения навоза под сахарную свеклу (таблица 3). При этом в недостаточно увлажненные годы, а также в среднем за годы исследований (1994-2019), существенной прибавкой характеризовалось последствие совместного применения

навоза с пожнивным сидератом, соломой озимой пшеницы и минеральным удобрением в дозе N100P100K100, вносимыми под сахарную свеклу (вариант 3), соответственно, 6,6 и 5,5 ц/га. В засушливые же годы существенную прибавку обеспечила аналогичная комбинация, но с отчуждением соломы озимой пшеницы (вариант 4) – 8,4 ц/га.

Таблица 3 – Урожайность ячменя в различные по увлажненности вегетационные периоды (1994-2019 гг.)

Вариант опыта		Урожайность ячменя, ц/га, в различные годы			
		влажные (ГТК 1,6-1,3)	недостаточно влажные (ГТК 1,3-1,0)	засушливые (ГТК <1,0)	среднее (1994 - 2019)
Зернопропашной севооборот	B1	34,2	25,5	24,4	28,0
	B2	34,5	31,2	30,4	32,0
	B3	36,0	30,9	31,6	32,8
	B4	36,4	31,2	29,4	32,3
	B5	34,8	30,0	28,0	30,9
	B6	36,2	29,1	29,5	31,6
	B7	40,0	28,8	30,4	33,1
	B8	38,5	30,8	29,3	32,9
	B9	36,8	30,7	30,8	32,8
	B10	38,3	31,0	29,8	33,0
Сидеральный севооборот	B1	34,5	28,2	25,0	29,2
	B2	37,9	30,5	30,3	32,9
	B3	36,7	32,1	35,4	34,7
	B4	33,8	32,5	33,4	33,2
	B5	34,4	31,9	30,4	32,2
	B6	36,4	31,0	30,0	32,4
	B7	39,5	28,8	29,5	32,6
	B8	38,7	30,7	32,5	34,0
	B9	38,8	31,0	32,4	34,1
	B10	36,5	31,6	28,8	32,3
НСР ₀₅		НСР ₀₅ = 7,13 не значимо	НСР ₀₅ = 5,96 значимо	НСР ₀₅ = 7,99 значимо	НСР ₀₅ = 5,38 значимо

Заключение. Таким образом, на основании длительных стационарных исследований мы можем сделать вывод о целесообразности возделывания озимой пшеницы и ячменя в сидеральном четырехпольном севообороте пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень с применением системы удобрения, вклю-

чающей в себя оставление в поле соломы ячменя, внесение под посев озимой пшеницы в основной прием N100P100K100 и последствие системы удобрения под сахарную свеклу: солома озимой пшеницы + поживный посев горчицы сарептской + N100P100K100 + 40 т/га навоза.

Список источников

1. Действие длительного применения удобрений на продуктивность и качество зерна озимой ржи при возделывании на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения 137Cs / В.Н. Адамко, В.А. Анищенко, Л.А. Воробьева, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3 (103). С. 3-7. EDN: MARLOJ.

2. Продуктивность севооборотов в зависимости от доз удобрений на различных элементах рельефа Центрально-Чернозёмного региона / И.И. Гуреев, А.В. Гостев, Л.Б. Нитченко и др. // Земледелие. 2024. № 1. С. 4-10. EDN: BXFLUD. doi: 10.24412/0044-3913-2024-1-4-10.
3. Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В. Формирование зерна яровой пшеницы высокого качества при дифференцированном внесении азотных удобрений // Земледелие. 2024. № 3. С.33–39. EDN: MJWVTE. doi: 10.24412/0044-3913-2024-3-33-39.
4. Влияние последействия длительного применения минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника в условиях Ставропольского края / Н.Н. Шаповалова, Е.А. Менькина, А.А. Воропаева и др. // Земледелие. 2023. № 5. С. 22-26. EDN: XPJDQH. doi: 10.24412/0044-3913-2023-5-22-26.
5. Емельянов А.М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы в севооборотах сухой степи Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2023. № 2 (71). С. 6-14. EDN: TFLYOR. doi: 10.34655/bgsha.2023.71.2.001.
6. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов при выращивании озимого ячменя на черноземе обыкновенном в условиях Нижнего Дона / А.А. Цыкора, Р.А. Каменев, С.И. Коржов, Н.П. Молчанова // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 42-45. EDN: VUZRIY. doi: 10.28983/asj.y2022i3pp42-45.
7. Коржов С.И., Антипова А.Н., Летучий А.В. Влияние способов основной обработки почвы и влагообеспеченности на элементы структуры урожая сои // Аграрный научный журнал. 2023. № 4. С. 15-19. EDN: QNNQHU. doi: 10.28983/asj.y2023i4pp15-19.
8. Дедов А.В., Несмеянова М.А. Влияние приемов биологизации на плодородие черноземных почв ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 3 (74). С. 41-50. EDN: ОСУСУС. doi: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_41.
9. Показатели плодородия черноземов под влиянием длительного применения различных обработок почвы и удобрений / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов, А.П. Пичугин, Г.В. Котов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (50). С. 32-39. EDN: WYBQJR. doi: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.32.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: ZJQBUD
11. Агрометеорологические бюллетени по Воронежской области за 2011–2020 годы // Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, филиал Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/> (дата обращения: 08.12.2023).
12. Несмеянова М.А. Научные основы биологизации земледелия в Центральном Черноземье: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Саратов, 2023. 537 с. EDN: HOTMNM.

References

1. Adamko V.N., Anishchenko V.A., Vorobyova L.A., Shapovalov V.F. Effect of long-term application of fertilizers on the productivity and grain quality of winter rye when cultivating on sod-podzol sandy soil under the conditions of radioactive contamination with ¹³⁷Cs. *Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2024;3(103):3-7 (In Russ.)
2. Gureev I.I., Gostev A.V., Nitchenko L.B. et al. Productivity of crop rotations depending on doses of fertilizers on various landscape elements of the Central Black Earth region. *Zemledelie*. 2024;1:4-10 (In Russ.). doi: 10.24412/0044-3913-2024-1-4-10.
3. Abramov N.V., Sherstobitov S.V. Formation of high-quality spring wheat grain with differentiated application of nitrogen fertilizers. *Zemledelie*. 2024;3:33-39 (In Russ.). doi: 10.24412/0044-3913-2024-3-33-39.
4. Shapovalova N.N., Menkina E.A., Voropaeva A.A. et al. Influence of the aftereffect of longterm use of mineral fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds under the conditions of the Stavropol Territory. *Zemledelie*. 2023;5:22-26 (In Russ.). doi: 10.24412/0044-3913-2023-5-22-26.
5. Emelyanov A.M. Influence of mineral fertilizers on spring wheat productivity in the crop rotations within dry steppe of Buryatia. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2023;2(71):6-14 (In Russ.). doi: 10.34655/bgsha.2023.71.2.001.
6. Tsykora A.A., Kamenev R.A., Korzhov S.I., Molchanova N.P. Application of mineral fertilizers and bacterial preparations in the cultivation of winter barley on ordinary chernozem in the conditions of the lower don. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023;3:42-45 (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2022i3pp42-45.
7. Korzhov S.I., Antipova A.N., Letuchy A.V. Influence of basic soil treatment and moisture supply on the structural elements of soybean harvest. *The Agrarian Scientific Journal*. 2023;4:15-19 (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2023i4pp15-19.
8. Dedov A.V., Nesmeyanova M.A. influence of biologization techniques on the fertility of chernozem soils

of the central chernozem region. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15;3(74):41-50 (In Russ.). doi: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_41.

9. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Pichugin A.P., Kotov G.V. Chernozem soil fertility indicators under the influence of continuous application of different soil treatment techniques and fertilizers. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2016;3(50):32-39 (In Russ.). doi: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.32.

10. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results): textbook. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.).

11. Agrometeorological bulletins for the Voronezh region for 2011-2020 // Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, branch of the Central Black Earth Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/activity/gidrometeo/> (date of access: 08.12.2023).

12. Nesmeyanova M.A. Scientific foundations of biologization of agriculture in the Central Black Earth region. Doctoral dissertation. Saratov, 2023. 537 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Анатолий Владимирович Дедов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и защиты растений, dedov050@mail.ru;

Марина Анатольевна Несмеянова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и защиты растений, marina-nesmeyanova2012@yandex.ru;

Елена Владимировна Коротких – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и защиты растений, elenka.korotkikh@mail.ru.

Information about the authors

Anatoly V. Dedov – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Professor, Chair of Agriculture and Plant Protection, dedov050@mail.ru;

Marina A. Nesmeyanova – Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor, Chair of Agriculture and Plant Protection, marina-nesmeyanova2012@yandex.ru;

Elena V. Korotkikh – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor, Chair of Agriculture and Plant Protection, elenka.korotkikh@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 12.11.2024; одобрена после рецензирования 26.11.2024; принята к публикации 11.02.2025.

The article was submitted 12.11.2024; approved after reviewing 26.11.2024; accepted for publication 11.02.2025.