

doi:10.18286/1816-4501-2024-3-36-42  
УДК 631.51.01:631.431.1: 631.82

## Динамика плотности почвы и урожайность яровой пшеницы в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья

Н. А. Богданов<sup>1</sup>, аспирант кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

А. Л. Тойгильдин<sup>1,2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Ульяновский НИИСХ - филиал СамНЦ РАН

И. А. Тойгильдина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

<sup>1</sup>432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом 1.

2433315, Ульяновская обл., п. Тимирязевский, ул. Институтская, дом 19

✉ atoigildin@yandex.ru

**Резюме.** Работу проводили с целью установить влияние рекомендованной научными учреждениями региона технологии возделывания (обработки почвы) и технологии прямого посева на водно-физические свойства чернозёма выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Исследования проводили в многофакторном стационарном полевом опыте, в котором яровая пшеница размещалась в севообороте: яровой рапс - озимая пшеница – соя – яровая пшеница – гречиха - ячмень. Все культуры возделывали по двум технологиям (фактор А) – рекомендованная научными учреждениями с предварительной обработкой почвы и прямой посев. В технологии яровой пшеницы изучали три варианта удобрений (фактор В): без удобрений;  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60}$ . В среднем за первые три года освоения технологии прямого посева установлено, что она не приводит к переуплотнению чернозема выщелоченного, при этом способствует накоплению продуктивной влаги в почве, а также более эффективному ее использованию в течение вегетации культуры. Урожайность яровой пшеницы по технологиям возделывания существенно не различалась, что говорит о практической возможности ее использования в производственных условиях. Минеральные удобрения с нормой внесения  $N_{45}P_{30}K_{30}$  повышали урожайность яровой пшеницы на 0,65 т/га (на 22,3 %) по технологии прямого посева и на 0,75 т/га (на 25,6 %) - по рекомендованной, а фон  $N_{90}P_{60}K_{60}$  соответственно на 0,89 т/га (на 30,5 %) и на 0,96 т/га (на 32,8 %).

**Ключевые слова:** яровая пшеница, прямой посев, плотность почвы, продуктивная влага, урожайность

**Для цитирования:** Богданов Н. А., Тойгильдин А. Л., Тойгильдина И. А. Динамика плотности почвы и урожайность яровой пшеницы в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3 (67). С. 36-42.  
doi:10.18286/1816-4501-2024-3-36-42

## Dynamics of soil density and spring wheat yield depending on cultivation technology in the forest-steppe zone of the Middle Volga

N. A. Bogdanov<sup>1</sup>, A. L. Toygildin<sup>1,2</sup>, I. A. Toygildina<sup>1</sup>

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agricultural University,

<sup>1</sup>432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1.

Ulyanovsk Research Institute of Agriculture - Branch of the SamSC RAS

<sup>2</sup>433315, Ulyanovsk region, Timiryazevsky v., Institutskaya st., 19

✉ atoigildin@yandex.ru

**Abstract.** The work was carried out in order to reveal the influence of cultivation technology (soil treatment) and direct seeding technology recommended by scientific institutions of the region on the water-physical properties of leached black soil and the yield of spring wheat in the forest-steppe zone of the Middle Volga. The studies were conducted in a multifactorial stationary field experiment, where spring wheat was placed in the crop rotation: spring rape - winter wheat - soybeans - spring wheat - buckwheat - barley. All crops were cultivated using two technologies (factor A) - recommended by scientific institutions with preliminary soil cultivation and direct seeding. Three fertilizer variants were studied in the spring wheat cultivation technology, (factor B): without fertilizers;  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60}$ . On average, over the first three years of using the direct seeding technology, it was found that it does not lead to over-compacting of leached black soil, whereas it contributes to accumulation of productive moisture in the soil, as well as to its more efficient usage during the vegetation season. The yield of spring wheat did not differ significantly according to cultivation technologies, which indicates the practical possibility of its use in production conditions. Mineral fertilizers with

application of  $N_{45}P_{30}K_{30}$  increased the spring wheat yield by 0.65 t/ha (by 22.3%) using direct seeding technology and by 0.75 t/ha (by 25.6%) using the recommended one, while  $N_{90}P_{60}K_{60}$  increased the yield by 0.89 t/ha (by 30.5%) and 0.96 t/ha (by 32.8%), respectively.

**Keywords:** spring wheat, direct seeding, soil density, productive moisture, yield

**For citation:** Bogdanov N. A., Toygildin A. L., Toygildina I. A. Dynamics of soil density and spring wheat yield depending on cultivation technology in the forest-steppe zone of the Middle Volga // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 36-42 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-36-42

### Введение

Многочисленные исследования показывают, что интенсивная обработка почвы, нерациональное применение агрохимикатов и пестицидов привели к отрицательным экологическим последствиям в виде эрозии и деградации плодородия почвы, снижению биологического разнообразия и эффективности агропроизводства [1, 2, 3].

В вопросах защиты почвы от эрозии, воспроизводства плодородия почвы и сохранения биологического разнообразия заслуживает внимание почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие. Одним из центральных принципов этой системы – минимальное воздействие на почву рабочими орудиями машин и орудий, в том числе прямой посев полевых культур, когда почва механически не обрабатывается [4, 5, 6]. В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья в последние годы технология прямого посева получила распространение, при этом отсутствуют статистические данные о площадях и ее эффективности, однако в литературных источниках достаточно свидетельств, подтверждающих ее конкурентоспособность и пригодность к условиям региона. Дальнейшее распространение технологии связано с государственной поддержкой, ее научным обоснованием, разработкой практических рекомендаций, развитием промышленных масштабов производства техники, а также активности ученых в вопросах внедрения. Актуальность изучения и разработки приемов повышения эффективности данной технологии в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья не вызывает сомнений.

Цель исследований – установить влияние рекомендованной научными учреждениями региона технологии возделывания (обработки почвы) и технологии прямого посева на водно-физические свойства чернозёма выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

### Материалы и методы

Полевые опыты проводили в Ульяновском государственном аграрном университете им. П.А. Столыпина в период с 2021 по 2023 гг. Опытное поле расположено в левобережье Ульяновской области, где количество осадков за год составляет 450...510 мм, сумма эффективных температур 2565...2690 °С. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднесиловый.

Исследования проводили в многолетнем стационарном полевом опыте, в котором яровую пшеницу возделывали в 6-польном севообороте по

следующей схеме: рапс – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – гречиха – ячмень.

Культуры севооборота возделывали по двум технологиям (фактор А) – А<sub>1</sub> – по рекомендованной научными учреждениями региона технологии; А<sub>2</sub> – по технологии прямого посева. Рекомендованная технология включала обработку почвы дисковыми орудиями после уборки предшествующей сои и последующую зяблевую вспашку на глубину 20...22 см, весной при наступлении физической спелости почв предпосевная культивация и посев – рядовой дисковой сеялкой СЗ-3,6 [7]. По технологии прямого посева почва не обрабатывалась, перед посевом яровой пшеницы проводили опрыскивание гербицидом сплошного действия Спрут Экстра, ВР с нормой расхода 1,5 л/га. Посев производили сеялкой прямого посева СПС- 4000 Десна Полесье, с одновременным внесением минеральных удобрений на вариантах, предусматривающих их использование.

В опыте использовали сорт яровой пшеницы Бурлак, включенный в реестр селекционных достижений по 7 региону.

По обеим технологиям посев производили одновременно с нормой высева 5 млн. шт./га всх. семян, глубиной заделки семян 4...5 см. Уход за посевами яровой пшеницы по обеим технологиям состоял из обработки посевов гербицидом, инсектицидом и фунгицидом.

В опытах изучали нормы внесения минеральных удобрений (фактор В), были заложены следующие варианты: В<sub>0</sub> – без удобрений; В<sub>1</sub> –  $N_{45}P_{30}K_{30}$  (1 вариант технологии – под культивацию диаммофоска – 115 кг/га, подкормка аммиачной селитрой в период кущения – 94 кг/га; 2 вариант – прямой посев с удобрениями – диаммофоска 115 кг/га; подкормка аммиачной селитрой в период кущения – 94 кг/га); В<sub>2</sub> –  $N_{90}P_{60}K_{60}$  (1 вариант – под культивацию диаммофоска – 230 кг/га, подкормка аммиачной селитрой в период кущения – 94 кг/га + подкормка аммиачной селитрой в фазу выхода в трубку – 94 кг/га; 2 вариант – прямой посев с удобрениями – диаммофоска 230 кг/га; подкормка аммиачной селитрой в период кущения – 94 кг/га + подкормка аммиачной селитрой в фазу выхода в трубку – 94 кг/га).

Повторность опыта – 3-кратная, размещение – систематическое методом наложения. Размер делянок первого порядка 648 м<sup>2</sup> (36\*18), второго – 216 м<sup>2</sup> (12\*18).

Полевые опыты, наблюдения, учёты и математическую обработку полученной информации проводили согласно общепринятым методикам (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами

статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М: ООО «Группа Компаний море», 2019. Вып. 1. 384 с.; Томилов В. П. О статистической обработке многолетних данных полевых опытов // Земледелие. 1987. № 3. С. 48–51; Дригидгер, В. К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву. Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа, 2020. 69 с.).

Погодные условия в годы исследований были характерными для региона, но годы проведения опыта существенно отличались по количеству осадков и температурному режиму. В 2021 г. сумма осадков за период май-июль составила 137 мм, а среднесуточная температура воздуха по месяцам: май – 18,1 °С, июнь – 21,8 °С и июль – 21,5 °С, расчеты показывают, что гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову составил 0,73 ед. В 2022 г. в течение вегетации яровой пшеницы отмечалось переувлажнение на фоне низких среднесуточных температур воздуха: за май-июль выпало 216,8 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха – май – 9,7 °С, июнь – 18 °С и июль – 20,7 °С и ГТК = 1,46 ед. Самым засушливым оказался 2023 г., когда сумма осадков за май-июль составила 45,5 мм при среднесуточной температуре воздуха – май – 11,6 °С, июнь – 17,6 °С и июль – 21,9 °С и ГТК = 0,26 ед.

##### Результаты

Теоретической основой механической обработки почвы является оптимизация агрофизических свойств почвы, а прежде всего, ее плотности [8]. Часто переуплотнение почвы становится фактором, сдерживающим рост и развитие растений, и соответственно распространение этой технологии в производственных условиях [9]. Поэтому увеличение площадей технологии прямого посева связано с решением вопроса переуплотнения почвы.

Наши исследования показали, что плотность почвы существенно отличалась по технологиям подготовки почвы, слоям почвы, а также в зависимости от применяемых минеральных удобрений. Наибольшие различия по влиянию на плотность почвы между технологиями были отмечены в слое почвы 0...10 см. В период посева яровой пшеницы в слое почвы на рекомендованной технологии подготовки почвы она составляла 1,02...1,03 г/см<sup>3</sup>, тогда как на варианте без обработки почвы (прямой посев) – 1,12...1,14 г/см<sup>3</sup> (табл. 1).

Следует отметить, что на варианте с механической обработкой почва имела чрезмерно рыхлое состояние, что приводило к непродуктивному испарению влаги из почвы.

К периоду колошения яровой пшеницы в анализируемом слое почвы 0...10 см плотность почвы повышалась по всем вариантам до 1,21...1,26 г/см<sup>3</sup>, прежде всего за счет засушливого периода в июне, и выравнивалась по технологиям подготовки почвы

к посеву также, как и к полной спелости яровой пшеницы.

В слое почвы 10...20 см выявлены аналогичные закономерности по плотности почвы, но с большим уплотнением по технологии прямого посева в первой половине вегетации и выравниваем значений по технологиям к периоду полной спелости яровой пшеницы.

Более глубокий слой почвы – 20...30 см имел высокие значения по плотности почвы – от 1,26...1,29 г/м<sup>3</sup> весной в период посева яровой пшеницы до 1,33...1,39 г/м<sup>3</sup> в период полной спелости культуры, при этом между технологиями существенных различий не выявлено.

Нами выявлена тенденция повышения плотности почвы при внесении минеральных удобрений. Значения плотности почвы повышались на 0,01...0,04 г/см<sup>3</sup> в слое 0...10 см, на 0,03...0,07 г/м<sup>3</sup> в слое почвы 10...20 см и на 0,02...0,06 г/м<sup>3</sup> в слое почвы 20...30 см к периоду колошения и полной спелости культуры с возрастанием на более высоком фоне внесения удобрений (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

В целом плотность почвы была оптимальной для возделывания яровой пшеницы, не выходя за пределы природной равновесной плотности для черноземных почв (1,0...1,4 г/см<sup>3</sup>), что говорит о возможности использования технологии прямого посева при возделывании яровой пшеницы в условиях черноземных почв лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Различия в плотности почвы, особенно верхнего ее слоя в 0...10 см, и технологии подготовки почвы оказали существенное влияние на динамику продуктивной влаги в ней. В технологии прямого посева наличие растительных остатков на поверхности почвы способствовало накоплению снега в зимний период в большем количестве, чем по рекомендованной технологии, что сказалось на содержании продуктивной влаги в весенний период. В период посева яровой пшеницы на рекомендованной технологии ее накапливалось 141,6...143,0 мм, тогда как по технологии прямого посева на 11,6...16,5 мм или 8,1...11,5 % больше. Преимущество во влагообеспеченности посевов яровой пшеницы по технологии прямого посева отмечалось на протяжении всей вегетации яровой пшеницы (табл. 2). Минеральные удобрения не оказывали существенного влияния на содержание продуктивной влаги в почве как на рекомендованной технологии, так и на технологии прямого посева.

Урожайность яровой пшеницы по рекомендованной технологии с обработкой почвы и на прямом посеве существенно не различалась, (различия находились в пределах НСР). Вносимые минеральные удобрения достоверно повышали урожайность яровой пшеницы во все годы исследований по обеим технологиям.

В среднем за годы исследований без удобрения урожайность яровой пшеницы составила

2,93 т/га на рекомендованной технологии и 2,92 т/га -на технологии прямого посева. На вариантах с нормой удобрения N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> яровая пшеница сформировала более высокую урожайность: по рекомендованной технологии – 3,68 т/га и по технологии прямого посева – 3,57 т/га или соответственно на 0,75 и

065 т/на больше, чем на контроле. На повышенном уровне питания (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) урожайность возростала до 3,89 и 3,81 т/га соответственно технологиям возделывания, что является достоверной прибавкой (табл. 3).

**Таблица 1. Влияние технологии возделывания яровой пшеницы и удобрений на плотность почвы, г/см<sup>3</sup> (среднее за 2021–2023 гг.)**

Технология Фактор А	Удобрения Фактор В	Срок определения		
		Посев	Колошение	Полная спелость
Слой почвы 0...10 см				
Рекомендованная	б/у	1,02	1,22	1,26
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,02	1,25	1,27
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,03	1,26	1,30
Прямой посев	б/у	1,12	1,21	1,23
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,14	1,24	1,25
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,13	1,25	1,27
НСР <sub>05</sub> *		<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>
Слой почвы 10...20 см				
Рекомендованная	б/у	1,12	1,26	1,31
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,13	1,29	1,35
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,12	1,31	1,38
Прямой посев	б/у	1,23	1,30	1,32
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,24	1,32	1,35
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,24	1,35	1,39
НСР <sub>05</sub>		<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>
Слой почвы 20-30 см				
Рекомендованная	б/у	1,26	1,30	1,34
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,27	1,32	1,38
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,27	1,34	1,39
Прямой посев	б/у	1,28	1,32	1,33
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,29	1,35	1,37
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,29	1,37	1,39
НСР <sub>05</sub>		<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>

\*- значения достоверности различий за 3 года в таблице и далее рассчитаны по методике В.П. Томилова [8]

лова [8]

**Таблица 2. Динамика запасов продуктивной влаги в посевах яровой пшеницы в зависимости от агротехнологий, мм (2021–2023 гг.)**

Технология Фактор А	Удобрения Фактор В	Срок определения		
		Посев	Колошение	Полная спелость
Рекомендованная	б/у	141,6	75,2	54,0
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	143,0	76,1	51,8
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	142,8	76,2	49,5
Прямой посев	б/у	155,6	83,4	72,6
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	159,5	82,0	69,9
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	154,4	81,3	66,3
НСР <sub>05</sub>		<b>10,2</b>	<b>7,9</b>	<b>11,8</b>

**Таблица 3. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания, т/га, (средние за 2021–2023 гг.)**

Технология	Удобрения	Урожайность, т/га	Отклонения от контроля, +- т/га	
			По фактору А	По фактору В
Рекомендованная	б/у	2,93	-	-
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,68	-	+0,75
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,89	-	+0,96
Прямой посев	б/у	2,92	-0,01	-
	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,57	-0,11	+0,65
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,81	-0,08	+0,89
НСР <sub>05</sub>		<b>0,16</b>	-	-

##### Обсуждение

В современных условиях инновации в сельском хозяйстве должны быть направлены на повышение производительности труда и экономической эффективности. Очевидно, что в растениеводстве поиск приемов, направленных на ресурсосбережение связаны с использованием высокопродуктивных культур, со снижением количества проходов техники по полю, уменьшением использования средств интенсификации за счет биологизации и других ресурсов [10]. В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья распространены черноземные почвы, обладающие благоприятными водно-физическими свойствами, и как показывают наши исследования, при использовании технологии прямого посева в первые три года перехода на нее отмечается повышение плотности почвы, особенно в верхних ее слоях. Важно отметить, что значения плотности чернозема выщелоченного не превышают оптимальные значения для зерновых культур, и в течение вегетации она находилась в пределах равновесной плотности – 1,12...1,39 г/см<sup>3</sup>.

Нами установлена важная закономерность – повышение плотности почвы при увеличении норм внесения минеральных удобрений, что объясняется отрицательным их влиянием на комплекс агрофизических свойств почвы. Такие же закономерности были отмечены и другими исследователями [11, 12, 13], которые отмечают, что внесение минеральных удобрений ухудшает строение агрегатов и агрофизических свойств почвы – возрастают плотность укладки агрегатов, наполненность парового пространства тонкодисперсной частью, уменьшается пористость почвы и в два раза снижается зернистость. Поэтому для усиления экологизации следует уделять внимание приемам, направленным на снижение норм внесения минеральных удобрений за счет повышения их эффективности (использование биопрепаратов, освоения органоминеральных систем и др.), а также дополнять их органическими, органоминеральными и другими инновационными видами и формами удобрений. Данное направление открывает большой пласт приоритетных прикладных исследований в технологии прямого посева.

##### Литература

1. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 5-8. doi:10.24411/0044-3913-2018-10201.
2. Конищев А. А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры // Аграрный вестник Урала. 2020. № 3 (194). С. 21-27.
3. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве / В. П. Белобров, С. А. Юдин, Н. В. Ярославцева и др. // Почвоведение. 2020. № 7. С. 880-890. doi: 10.31857/S0032180X20070023.
4. Corsi S. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие учебное пособие для консультантов по распространению сельскохозяйственных знаний и фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии / S. Corsi, H. Muminjanov // Food&AgricultureOrg. 2019. 160 с.
5. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) / М. С. Соколов, А. П. Глинушкин, Ю. Я. Спиридонов и др. // Агрехимия. 2019. № 5. С. 3-20. doi: 10.1134/S000218811905003X.

Исследования показали, что благодаря растительным остаткам на поверхности почвы она больше накапливает продуктивной влаги и более рационально ее использует в течение вегетации, что немаловажно в засушливых условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Водно-физические свойства почвы имеют важное значение в вопросах воспроизводства плодородия почвы, однако успех в освоении новой технологии связан с уровнем продуктивности культур и экономической эффективностью их возделывания. Исследования показали, что при отсутствии механической обработки почвы перед посевом яровой пшеницы достоверного снижения урожайности не происходит, но очевидно, что затраты на возделывание культуры снижаются и повышается экономическая эффективность ее возделывания [14, 15, 16, 17], на это указывают и многие исследователи.

##### Заключение

При внедрении технологии прямого посева в первые три года отмечается повышение плотности чернозема выщелоченного в сравнении с механически обработанной почвой, особенно в слоях 0...10 и 0...20 см, однако ее значения находились в пределах оптимального уровня для яровой пшеницы – 1,12...1,39 г/см<sup>3</sup>. Использование минеральных удобрений достоверно повышало плотность почвы к уборке яровой пшеницы особенно в слое почвы 10...20 см как по рекомендованной технологии, так и на прямом посеве на 0,03...0,07 г/см<sup>3</sup>.

В технологии прямого посева отмечали большее накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы к периоду посева (на 11,6...16,5 мм или 8,1...11,5 %), и она более эффективно использовалась на формирование урожая за счет снижения непродуктивного испарения в течение вегетации.

Оценка урожайности яровой пшеницы показала, что по ее уровню между рекомендованной технологией и прямым посевом достоверных различий не выявлено, что говорит о возможности в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на черноземных почвах использовать технологию прямого посева при возделывании яровой пшеницы в севооборотах после сои.

6. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер и др. // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8-16. doi:10.24411/0235-2451-2021-10401.
7. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области / А. В. Дозоров, В. А. Исайчев, С. Н. Никитин и др. 2-е издание, дополненное и переработанное. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2017. 448 с. ISBN 9875990932395.
8. Карпеня Г. М. Переуплотнение почв, плодородие и урожайность. Связь очевидна // Наше сельское хозяйство. 2018. № 17. С. 80-87.
9. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер и др. // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8-16. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
10. Гостев А. В. Ресурсосберегающие технологии возделывания колосовых культур Центрального Черноземья // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 2 (211). С. 47-71. doi: 10.33920/sel-05-2302-04.
11. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат, 1988. 160 с.
12. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства чернозема типичного / Г. Н. Черкасов, Е. В. Дубовик, Д. В. Дубовик и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 5. С. 39-41.
13. Чуюн Н. А., Чуюн О. Г., Брескина Г. М. Агрофизические показатели чернозема типичного в условиях использования побочной продукции на удобрение при разных уровнях удобренности // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 3-5.
14. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по технологии прямого посева в условиях Среднего Поволжья / А. Л. Тойгильдин, М. И. Подсевалов, И. А. Тойгильдина и др. // Нива Поволжья. 2022. № 3(63). С. 1006. doi: 10.36461/NP.2022.63.3.011.
15. Севообороты для технологии прямого посева в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья / А. Л. Тойгильдин, О. Л. Кибалюк, И. А. Тойгильдина и др. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. 192 с. ISBN 978-5-605-10710-1.
16. Эффективность технологии прямого посева ярового ячменя в условиях среднего Поволжья / А. Л. Тойгильдин, И. А. Тойгильдина, Д. Э. Аюпов и др. // Нива Поволжья. 2023. № 2(66). С. 1005. doi:10.36461/NP.2023.66.2.016.
17. Бильдиева Е. А., Ерошенко Ф. В., Дридигер В. К. Фотосинтез и азотное питание озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 5. С. 44-49. doi: 10.53859/02352451\_2022\_36\_5\_44.

## References

1. Baibekov R. F. Nature-like technologies as a basis for stable development of agriculture // Agriculture. 2018. No. 2. P. 5-8. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10201.
2. Konishchev A. A. Past and future of soil cultivation for grain crops // Agrarian Vestnik of the Urals. 2020. No. 3 (194). P. 21-27.
3. Changes of the physical properties of black soils in case of direct seeding / V. P. Belobrov, S. A. Yudin, N. V. Yaroslavtseva, et al. // Soil Science. 2020. No. 7. P. 880-890. doi: 10.31857/S0032180X20070023
4. Corsi S. Soil and resource saving agriculture: a training manual for agricultural consultants and farmers in Eastern Europe and Central Asia / S. Corsi, H. Muminjanov // Food&AgricultureOrg. 2019. 160 p.
5. Technological features of soil-conserving resource-saving agriculture (in development of the FAO concept) / M. S. Sokolov, A. P. Glinushkin, Yu. Ya. Spiridonov et al. // Agrochemistry. 2019. No. 5. P. 3-20. doi: 10.1134/S000218811905003X
6. On feasibility of developing the direct seeding system on the black soils of Russia / A. L. Ivanov, V. V. Kulintsev, V. K. Dridiger et al. // Achievements of science and technology in the agro-industrial complex. 2021. Vol. 35. No. 4. P. 8-16. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10401
7. Adaptive landscape farming system of Ulyanovsk region / A. V. Dozorov, V. A. Isaichev, S. N. Nikitin et al. 2nd edition, supplemented and revised. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, 2017. 448 p. ISBN 9875990932395
8. Karpenya G. M. Soil compaction, fertility and productivity. The connection is obvious // Our agriculture. 2018. No. 17. P. 80-87.
9. On feasibility of developing the direct seeding system on Russian black soils / A. L. Ivanov, V. V. Kulintsev, V. K. Dridiger et al. // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2021. Vol. 35. No. 4. P. 8-16. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10401
10. Gostev A. V. Resource-saving technologies for cultivating cereal crops in the Central Black Soil Region // Feeding of farm animals and feed production. 2023. No. 2 (211). P. 47-71. doi: 10.33920/sel-05-2302-04

#### **4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)**

---

11. Medvedev V. V. Improvement of agrophysical properties of black soils. Moscow: Agropromizdat, 1988. 160 p.
12. The influence of soil cultivation and mineral fertilizers on agrophysical properties of typical black soil / G. N. Cherkasov, E. V. Dubovik, D. V. Dubovik et al. // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2011. No. 5. P. 39-41.
13. Chuyan N. A., Chuyan O. G., Breskina G. M. Agrophysical parameters of typical black soil under conditions of using by-products as fertilizer at different levels of fertilization // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2013. No. 2. P. 3-5.
14. Economic efficiency of spring wheat cultivation using direct seeding technology in the conditions of the Middle Volga region / A. L. Toygildin, M. I. Podsevalov, I. A. Toygildina et al. // Niva Povolzhya. 2022. No. 3(63). P. 1006. doi: 10.36461/NP.2022.63.3.011
15. Crop rotations for direct seeding technology in the forest-steppe zone of the middle Volga region / A. L. Toygildin, O. L. Kibalyuk, I. A. Toygildina et al. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, 2023. 192 p. ISBN 978-5-605-10710-1
16. The effectiveness of the technology of direct sowing of spring barley in the conditions of the Middle Volga region / A. L. Toygildin, I. A. Toygildina, D. E. Ayupov et al. // Niva of the Volga region. 2023. No. 2(66). P. 1005. doi: 10.36461/NP.2023.66.2.016.
17. Nesmeyanova M. A., Dedov A. V., Korotkikh E.V. Photosynthesis and nitrogen nutrition of winter wheat cultivated using direct sowing technology. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022;36(5):44-9. Russian. doi: 10.53859/02352451\_2022\_36\_5\_44.