



ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

¹Пакуль А.Л., ²Лапшинов Н.А., ¹Божанова Г.В., ¹Пакуль В.Н.

¹Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Кемеровская область, пос. Новостройка, Россия

²Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия
Кемерово, Россия

Представлены результаты исследования технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс с учетом формирования продукционного процесса. Эксперимент проведен в 2015–2019 гг. в зоне северной лесостепи Кузнецкой котловины. Работу выполняли в длительном стационаре зернопарового севооборота: пар (чистый, сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы: отвальная глубокая (контроль), комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемогучий среднелугосуглинистый. Выявлено, что доля влияния предшественника в продукционном процессе яровой мягкой пшеницы составляет 80,4%, системы обработки почвы – 13,8%. Максимальная урожайность в опыте получена по отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) (3,34 т/га) с наименьшей себестоимостью зерна (4,6 тыс. р./т) и высокой прибылью (30,3 тыс. р./га), при показателях на контроле – 3,26 т/га, 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га. Выявлены следующие положительные воздействия на формирование продукционного процесса: влагообеспеченность почвы, микробиологическая активность, снижение фитосанитарной напряженности, отсутствие уплотнения почвы при высоком содержании агрономически ценных частиц. Посев по сидеральному пару (рапс) в действующем севообороте с использованием отвальной минимальной системы обработки почвы является наиболее эффективным приемом технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины.

Ключевые слова: яровая пшеница, система обработки почвы, зернопаровой севооборот, продукционный процесс, продуктивная влага, сидеральный пар, урожайность

METHODS FOR IMPROVING EFFICIENCY OF SOFT SPRING WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY

¹Pakul A.L., ²Lapshinov N.A., ¹Bozhanova G.V., ¹Pakul V.N.

¹Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre for Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Novostroika, Kemerovo region, Russia

²Kuzbass State Agricultural Academy
Kemerovo, Russia

The paper presents the results of research into the technology of soft spring wheat cultivation of the Siberian Alliance variety taking into account the formation of the production process. The experiment was carried out in 2015–2019 in the zone of the northern forest-steppe of Kuznetsk Depression. The work was done in a long-term stationary experiment of grain-fallow crop

rotation: fallow (bare, green-manured – rapeseed, melilot) – wheat – peas – barley (pure barley and intercropped with melilot). The following soil tillage systems were studied: deep moldboard (control), deep combined, minimum combined, minimum moldboard. The soil of the experimental plot was characterized as leached medium-textured, medium humus, heavy-loam chernozem. It was revealed that the influence of the preceding crop on the production process of soft spring wheat accounted for 80.4%, the effect of the soil cultivation system was 13.8%. The maximum yield in the experiment was obtained with minimum moldboard system of soil cultivation preceded by rapeseed green-manured fallow (3.34 t/ha) with the lowest cost of grain (4.6 thousand rubles/t) and high profit (30.3 thousand rubles/ha), control indicators being 3.26 t/ha, 9.2 thousand rubles/t and 15.2 thousand rubles/ha, respectively. The following positive effects on the formation of the production process were identified: soil moisture availability, microbiological activity, a decrease in phytosanitary tension, lack of soil compaction at a high content of agronomically valuable particles. Sowing rapeseed on green-manured fallow in the current crop rotation with the application of minimum moldboard tillage system is the most effective method of cultivating soft spring wheat of the Siberian Alliance variety in the northern forest-steppe of Kuznetsk Depression.

Keywords: spring wheat, soil tillage system, grain crop rotation, production process, productive moisture, green-manured fallow, yield

Для цитирования: Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Приемы повышения эффективности технологии возделывания яровой мягкой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 5–18. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-1>

For citation: Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Methods of improving efficiency of soft spring wheat cultivation technology. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 5–18. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-1>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного управления продукционным процессом и разработки моделей прогнозирования продуктивности необходимо выявлять закономерности роста и развития растений в конкретных экологических условиях. Они в значительной мере объясняют природу возникновения и механизмы действия лимитирующих факторов жизни растений, а также позволяют частично или полностью оградить от них в процессе возделывания культур. Этим достигаются оптимальные условия жизнедеятельности растений и реализации заложенного в них продукционного потенциала. В посевы вводятся новые генотипы, характеризующиеся положительными биологическими и физиологическими особенностями. Внедрение новых сортов определяет необходимость научного обоснования их места в зерновом производстве, разработки и уточнения основных приемов технологии возделывания на основе изучения особенностей продукци-

онного процесса в почвенно-климатических условиях конкретной зоны [1]. В структуре потенциала онтогенетической адаптации культурных видов растений целесообразно выделять системы потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, обеспечивающие эффективность продукционного процесса и способность противостоять действию абиотических и биотических стрессоров. Благодаря этому поддерживается оптимальный уровень фотосинтеза и других метаболических процессов, которые служат энергетической базой накопления ассимилянтов и реализации защитно-компенсаторных реакций [2, 3].

Системы обработки почвы оказывают значительное влияние на водный, воздушный, питательный и другие режимы на протяжении онтогенеза растений [4, 5]. Эффективность обработок нужно оценивать в каждом конкретном случае в зависимости от почвенно-климатических факторов [6–8].

В настоящее время в аграрном производстве в качестве первоочередной задачи выдвигается внедрение ресурсосберегающих экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур со значительными изменениями в сторону биологизации с применением современной техники [9–11]. К ним относятся технологии с минимальной и нулевой обработкой почвы. Использование этих технологий при возделывании сельскохозяйственных культур дает возможность существенно увеличить запасы продуктивной влаги, сохранить плодородие почвы, снизить затраты энергии на единицу производимой продукции, повысить рентабельность сельскохозяйственного производства [12–14]. Традиционная обработка с отвальной вспашкой ведет к активации эрозионных процессов, деградации и деградации почвы [15]. Возможность минимизации обработки почвы или полный переход на систему No-till зависит от зоны возделывания, типа почвы, ее гранулометрического и минералогического состава [16]. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо разрабатывать, учитывая зональную почвенно-климатическую специфику, особенности сортовой агротехники районированных сортов, так как набор приемов по управлению продукционным процессом связан в единую систему через севооборот, системы обработки почвы, удобрения и защиту растений [17, 18]. В связи с этим актуально повышение урожайности яровой мягкой пшеницы при снижении затрат на ее производство.

Цель исследований – определить приемы, повышающие эффективность технологии возделывания яровой мягкой пшеницы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в длительном стационаре лаборатории земледелия и химизации Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научно-го центра агробиотехнологий Российской академии наук. Эксперимент проходил в зернопаровом севообороте: пар (чистый,

сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы:

- отвальная глубокая (ежегодно под все культуры – основная обработка вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 25–27 см, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация Лидер-2,1);

- комбинированная глубокая (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 25–27 см плоскорезом КППГ-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПС-4,2);

- комбинированная минимальная (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 12–14 см плоскорезом КППГ-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПЭ-3,8);

- отвальная минимальная (ежегодно по предшественникам – чистый и сидеральный пар проведена осенняя обработка БДТ-3, весной прямой посев посевным комплексом).

На всех системах обработки почвы посев проведен посевным комплексом Томь-5,1. Во всех вариантах проводили обработку пестицидами с учетом экономического порога вредоносности. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,2%. Площадь опытных делянок по обработкам почвы 4720 м², учетная – 100 м², повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое, норма высева 6 млн всхожих зерен/га. Объекты исследований – системы обработки почвы, предшественники, яровая мягкая пшеница Сибирский Альянс. Средняя урожайность зеленой массы рапса в зависимости от системы обработки почвы составила 40,0–41,5 т/га, донника – 17,2–19,9 т/га, максимальные показатели отмечены при отвальной минимальной системе обработки почвы.

В годы исследований отмечена недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку)

яровой мягкой пшеницы. В 2015–2018 гг. присутствовало переувлажнение, 2019 г. характеризовался умеренным увлажнением. Фенологические наблюдения, структурный анализ пробных снопов проводили по методике Госсортсети¹, подсчет густоты стояния растений по всходам и перед уборкой – по методике полевого опыта². Определение поражения растений ячменя корневыми гнилями в фазу восковой спелости осуществляли по методике В.А. Чулкиной³. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом в метровом слое по фазам развития ярового ячменя⁴. Определение агрофизических свойств почвы проводили по методике Н.А. Качинского (см. сноску 4). Плотность сложения (dv) определялась как масса абсолютно сухой почвы (M) в единице объема почвы (V) со всеми свойственными естественной почве пустотами, выраженная в граммах на кубический сантиметр ($dv = M/V$). Плотность определяли по слоям, затем рассчитывали на слой 40 см.

Агрегатный состав почвы определяли методом Н.И. Саввинова, который основан на возможности разделения почвы на фракции на ситах с отверстиями различного диаметра⁵. Определение целлюлозолитической активности почвы проводили по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой⁶. Согласно методическим указаниям при постановке опыта для определения целлюлозолитической активности почвы, обшитые льняным полотном чистые стекла (10×50 см) вставляли в почвенный разрез на глубину 35 см на 30 дней. Полотно закладывали, отступая от поверхности почвы на 3 см, данные точки на всех вариантах и повторениях этикировали. Учет урожая зерна проводили методом сплошной уборки селекционным комбайном Сампо-130. Показатели урожая зерна приведены к 100%-й чистоте и 14%-й влажности

по ГОСТ 13586.5-93⁷. Статистическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (см. сноску 2) с использованием компьютерных программ О.Д. Сорокина⁸.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для разработки приемов повышения эффективности технологии выращивания яровой мягкой пшеницы использован комплексный подход, который позволил определить взаимосвязь факторов в агроценозе, выделить оптимальные условия выращивания, чтобы стабилизировать повышение продуктивности культуры без дополнительных затрат.

Для повышения урожайности яровой пшеницы необходима хорошая влагообеспеченность по основным фазам развития, основным источником которой являются как осенне-зимние, так, и ранневесенние осадки. Большое значение имеют осадки, выпадающие непосредственно перед посевом и сразу после него, от которых зависит получение дружных всходов. Также важен температурный режим воздуха и почвы особенно в фазы формирования и налива зерна. Влагообеспеченность посевов в условиях Западной Сибири – значимый показатель в период посева для получения своевременных и дружных всходов зерновых культур. В период посева важным элементом является размещение семян культуры во влажную почву. Для получения своевременных и дружных всходов зерновых культур необходимо содержание не менее 20 мм продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см.

Исследованиями, проведенными ранее, установлена тесная зависимость между количеством продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы (0–20 см) в пери-

¹Федин М.А., Rogovskiy Ю.А., Исаева Л.В. и др. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: методические указания. М.: Сельхозиздат, 1985. 270 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.

³Чулкина В. А. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцировано по органам. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 1972. 23 с.

⁴Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 272 с.

⁵Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высшая школа, 1965. 318 с.

⁶Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. 1963. Т. 32. С. 479-483.

⁷Межгосударственный стандарт. Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

⁸Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

од всходы – полное кущение и урожайностью яровых зерновых культур ($r = 0,8605$, $R = 0,8343$ на 5%-м уровне) [19]. В период посева яровой мягкой пшеницы в 2019 г. содержание продуктивной влаги в среднем по предшественнику чистый пар составляло 33,4 мм, сидеральный пар (рапс) – 38,7 мм, сидеральный пар (донник) – 32,1 мм. Доля влияния предшественника на содержание продуктивной влаги в почве в период посева составила 40,8%, системы обработки почвы – 23,6%. Преимущество по содержанию продуктивной влаги в период посева яровой пшеницы по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) имела отвальная минимальная система обработки почвы (39,5–42,0 мм), по предшественнику сидеральный пар (донник) – отвальная глубокая (37,7 мм). По средним показателям

за 2015–2019 гг. высокое содержание продуктивной влаги в период посева по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) зарегистрировано при отвальной минимальной системе обработки почвы 29,7 мм, в контроле (отвальная глубокая) – 26,3 и 27,4 мм (см. табл. 1). По средним показателям за 2015–2019 гг. наибольшее содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см отмечено в фазу кущения по предшественнику сидеральный пар (рапс) при отвальной минимальной системе обработки почвы (27,3 мм) по сравнению с контролем (отвальная глубокая, 22,7 мм), по предшественнику чистый пар – при комбинированной минимальной (25,4 мм), в контроле (отвальная глубокая) – 20,2 мм.

По чистому пару запасы продуктивной влаги при отвальной минимальной системе

Табл. 1. Запасы продуктивной влаги в посевах яровой мягкой пшеницы в слое почвы 0–20 см (2015–2019 гг.), мм

Table 1. Reserves of productive moisture in crops of soft spring wheat in the soil layer 0–20 cm (2015–2019), mm

Система обработки почвы	Посев	Кущение	Колошение
<i>Предшественник – чистый пар</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	26,3	20,2	27,7
Комбинированная глубокая	25,8	21,4	31,1
Комбинированная минимальная	26,9	25,4	29,9
Отвальная минимальная	29,7	23,4	29,2
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	27,4	22,7	29,5
Комбинированная глубокая	27,6	19,0	30,6
Комбинированная минимальная	27,7	21,3	30,8
Отвальная минимальная	29,7	27,3	28,8
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	24,8	20,3	30,4
Комбинированная глубокая	25,5	23,9	30,5
Комбинированная минимальная	26,1	24,2	31,8
Отвальная минимальная	26,7	24,0	31,4

Примечание. Среднее по факторам: посев, система обработки почвы: отвальная глубокая – 27,2, комбинированная глубокая – 26,3, комбинированная минимальная – 26,9, отвальная минимальная – 28,7; предшественник: чистый пар – 27,2, сидеральный пар (рапс) – 28,1, сидеральный пар (донник) – 25,8; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 2,0, предшественник – 1,74.

Среднее по факторам: фаза кущения, система обработки почвы: отвальная глубокая – 21,1, комбинированная глубокая – 21,4, комбинированная минимальная – 23,6, отвальная минимальная – 24,9; предшественник: чистый пар – 22,6, сидеральный пар (рапс) – 22,6, сидеральный пар (донник) – 23,1; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 4,69, предшественник – 4,06.

Среднее по факторам: фаза колошения, система обработки почвы: отвальная глубокая – 29,2, комбинированная глубокая – 30,7, комбинированная минимальная – 30,8, отвальная минимальная – 29,8; предшественник: чистый пар – 29,5, сидеральный пар (рапс) – 29,9, сидеральный пар (донник) – 31,0; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 1,75, предшественник – 1,52.

обработки почвы зарегистрированы выше контроля на 3,2 мм. По сидеральному пару (донник) запасы продуктивной влаги по всем системам обработки почвы отмечены на уровне контроля 23,9–24,2 мм (контроль – 20,3 мм, $HCP_{05} = 4,69$). Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольшее влияние на содержание продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы оказали системы обработки почвы (21,3%), влияние предшественника не установлено. Ежегодно к фазе колошения яровой мягкой пшеницы в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины отмечали выпадение осадков, ГТК составляло 1,07–1,92. По средним показателям за 2015–2019 гг. установлено достаточно высокое для налива зерна содержание продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы, по предшественнику чистый пар – 29,5 мм, сидеральный пар (рапс) – 29,9, сидеральный пар (донник) – 31,0 мм. Выделены две системы обработки почвы по предшественнику чистый пар, имеющие достоверное превышение по содержанию продуктивной влаги в период колошения к контролю – комбинированная минимальная и комбинированная глубокая – на 2,2 и 3,4 мм соответственно ($HCP_{05} = 1,75$ мм). По двум другим предшественникам содержание продуктивной влаги в зависимости от системы обработки почвы находится в сравнении с контролем на уровне наименьшей существенной разности.

Несмотря на высокие средние показатели содержания продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в фазу колошения, определено влияние систем обработки почвы на влагообеспеченность 22,5%, предшественника – 28,3%. В слое почвы 0–50 см в фазу кущения содержание продуктивной влаги в среднем по фактору система обработки почвы составило 60,1–66,6 мм. Преимущество в сравнении с контролем не установлено, показатели находятся на уровне наименьшей существенной разности (см. табл. 2).

Выявлена доля влияния системы обработки почвы на содержание продуктивной влаги в фазу кущения в слое почвы 0–100 см 4,6%. По средним показателям фактора в

сравнении с отвальной глубокой обработкой (120 мм) показатели отмечены выше при комбинированной глубокой на 16 мм, при комбинированной минимальной и отвальной минимальной на 13 мм. В фазу колошения влияние системы обработки почвы, предшественника на содержание продуктивной влаги в слоях почвы 0–50 см и 0–100 см не установлено. Системы обработки почвы, формирующие показатели содержания продуктивной влаги, оказывают влияние на ее целлюлозолитическую активность. В свою очередь, с биологической активностью почвы тесно связаны ее агрофизические свойства. В агроценозе ежегодно после уборки остается значительное количество органического вещества, которое, являясь источником энергии для почвенных микроорганизмов, во многом определяет темп и характер микробиологических процессов и влияет на плодородие почв. Один из важных показателей биологической активности почвы – ее целлюлозолитическая активность. Процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами, – один из важнейших показателей плодородия почвы, определяющий уровень ее биогенности. Чем интенсивнее протекают процессы разложения целлюлозы, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем полнее культурные растения обеспечиваются питательными веществами [20].

В фазу выхода в трубку на 30 сут закладывали образцы ткани для проверки биологической активности почвы. Наибольшие показатели целлюлозолитической активности почвы в среднем за 2015–2019 гг. по всем предшественникам зарегистрированы при отвальной минимальной системе обработки почвы (11,7–12,9%). Также преимущество имела комбинированная минимальная система обработки почвы по предшественнику сидеральный пар донник (13,9%) (см. табл. 3). Разложение ткани по фактору система обработки почвы составило следующие средние значения: отвальная глубокая 8,47%, комбинированная глубокая 8,43, комбинированная минимальная 11,6, отвальная минимальная 12,57%. Преимущество при

Табл. 2. Запасы продуктивной влаги в посевах яровой мягкой пшеницы (2015–2019 гг.), мм
Table 2. Reserves of productive moisture in crops of soft spring wheat (2015–2019), mm

Система обработки почвы	Кушение		Колошение	
	слой почвы			
	0–50	0–100	0–50	0–100
<i>Предшественник – чистый пар</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	57,3	114,6	77,9	147,2
Комбинированная глубокая	66,3	134,8	79,6	142,6
Комбинированная минимальная	62,4	128,1	87,5	156,4
Отвальная минимальная	61,8	135,2	85,9	158,3
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	60,4	118,6	86,1	148,8
Комбинированная глубокая	60,7	133,0	93,3	151,8
Комбинированная минимальная	62,4	134,1	91,8	169,1
Отвальная минимальная	67,1	126,9	82,4	151,7
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	62,7	125,9	82,6	142,1
Комбинированная глубокая	69,4	140,3	97,6	166,8
Комбинированная минимальная	71,2	137,6	91,3	132,6
Отвальная минимальная	70,8	135,7	91,2	164,1

Примечание. Среднее по факторам: фаза кушения, слой почвы 0–50: система обработки почвы: отвальная глубокая – 60,1, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 65,5 и 65,3, отвальная минимальная – 66,6; предшественник: чистый пар – 61,9, сидеральный пар (рапс) – 62,7, сидеральный пар (донник) – 68,5; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 5,3, предшественник – 4,6.

Среднее по факторам: фаза кушения, слой почвы 0–100: система обработки почвы: отвальная глубокая – 120, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 136 и 133, отвальная минимальная – 133; предшественник: чистый пар, сидеральный пар (рапс) – 128, сидеральный пар (донник) – 135; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 6,8, предшественник – 5,9.

Среднее по факторам: фаза колошения, слой почвы 0–50: система обработки почвы: отвальная глубокая – 82,2, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 90,2, отвальная минимальная – 86,5; предшественник: чистый пар – 82,7, сидеральный пар (рапс) – 88,4, сидеральный пар (донник) – 90,7; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 9,2, предшественник – 7,9.

Среднее по факторам: фаза колошения, слой почвы 0–100: система обработки почвы: отвальная глубокая – 146, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 154 и 153, отвальная минимальная – 158; предшественник: чистый пар – 151, сидеральный пар (рапс) – 155, сидеральный пар (донник) – 151; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 26,3, предшественник – 22,8.

отвальной минимальной системе обработки почвы составило 4,1% (НСР₀₅ = 3,15%).

Влияние системы обработки почвы на ее целлюлозолитическую активность по средним показателям за 5 лет составило 59,0%, влияние предшественников не выявлено.

В условиях Западной Сибири наиболее вредоносным заболеванием яровых зерно-

вых культур являются гельминтоспориозно-фузариозные корневые гнили. Вызывать заболевание могут несколько видов патогенов, из них в Западной Сибири чаще всего встречается гельминтоспориозная корневая гниль, возбудитель которой относится к несовершенным грибам, *Bipolaris sorokiniana* Shoem, а также фузариозные корневые гнили *Fusarium* Link [21].

Табл. 3. Целлюлозолитическая активность почвы (2015–2019 гг.), %
Table 3. Cellulolytic activity of soil (2015–2019), %

Система обработка почвы	Предшественник		
	чистый пар	сидеральный пар	
		рапс	донник
Отвальная глубокая (контроль)	7,2	10,3	7,9
Комбинированная глубокая	7,7	10,2	7,4
Комбинированная минимальная	10,5	10,4	13,9
Отвальная минимальная	12,8	12,9	11,7

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 8,47, комбинированная глубокая – 8,43, комбинированная минимальная – 11,6, отвальная минимальная – 12,57; предшественник: чистый пар – 9,55, сидеральный пар (рапс) – 10,9, сидеральный пар (донник) – 10,2; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 3,15; предшественник – 2,73.

Наибольшее развитие корневой гнили по средним показателям за 5 лет выявлено по предшественнику чистый пар (среднее по фактору – 15,6%), по сидеральному пару (рапс) – 11,2, сидеральному пару (донник) – 13,2% (см. табл. 4). Увеличение количества надземной зеленой биомассы рапса до 40,3 т/га при использовании ее в качестве сидерата способствовало накоплению органической массы в почве. Урожайность зеленой массы донника сформировалась ниже в 2,2 раза (18,4 т/га).

Увеличение в верхнем слое почвы органического вещества ведет к усилению процессов самостерилизации. В верхний слой почвы кроме органических веществ и влаги проникают солнечные лучи, улучшая тепловой режим. В результате интенсивнее теряют жизнеспособность фитопатогены и семена сорняков. Подобно дерновому слою почвы в естественных экосистемах, верхний слой почвы агроэкосистемы (0–10 см) при почвозащитной обработке превращается в санитарный фактор длительного подавления жизнеспособности почвенных вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей [22]. Наиболее низкий индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице отмечен при отвальной минимальной системе обработки почвы по

предшественнику сидеральный пар (рапс) (9,6%), в среднем по данному фактору – 12,0%, что меньше в сравнении с отвальной глубокой на 3,2% ($HCP_{05} = 2,06$).

Основной определяющий показатель физического состояния почвы для оценки ее плодородия и противоэрозионной устойчивости – структура почвы. При изучении структуры почвы наибольшее значение имеет ее агрегатный состав. Суммарность макроагрегатов различных форм и размеров от 0,25 до 10 мм, которая образует агрегатный состав почвы, необходимо рассматривать как объект, отражающий результаты почвообразовательных процессов. Наиболее агрономически ценными считаются частицы размером 1–3 мм, так как они наиболее устойчивы к размывающему действию воды⁹. В среднем за 5 лет при посеве яровой мягкой пшеницы наибольшее количество агрономически ценных частиц сформировалось по сидеральному пару (донник) при отвальной глубокой системе обработки почвы (42,1%) (см. табл. 5).

Также по наличию агрономически ценных частиц преимущество имеет комбинированная минимальная система обработки почвы по чистому пару и сидеральному пару (рапс) (35,3 и 36,9%).

Табл. 4. Индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице в фазу восковой спелости (2015–2019 гг.), %

Table 4. Root rot development index on soft spring wheat in wax ripeness phase (2015–2019), %

Система обработка почвы	Предшественник		
	чистый пар	сидеральный пар	
		рапс	донник
Отвальная глубокая (контроль)	17,7	14,0	14,0
Комбинированная глубокая	16,2	11,1	13,5
Комбинированная минимальная	15,3	9,9	12,0
Отвальная минимальная	13,1	9,6	13,3

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 15,2, комбинированная глубокая – 13,6, комбинированная минимальная – 12,4, отвальная минимальная – 12,0; предшественник: чистый пар – 15,6, сидеральный пар (рапс) – 11,2, сидеральный пар (донник) – 13,2; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 2,06, предшественник – 1,79.

⁹Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Физические основы повышения плодородия почв // Сб. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Органическое вещество пахотных почв. М., 1988. С. 28–35.

Табл. 5. Агрофизические свойства почвы (2015–2019 гг.)

Table 5. Agrophysical properties of soil (2015–2019)

Система обработка почвы	Плотность почвы в слое 0–40 см, г/см ³	Агрегаты 1–3 мм, % от воздушно-сухой почвы
<i>Предшественник – чистый пар</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,00	29,9
Комбинированная глубокая	1,01	32,4
Комбинированная минимальная	1,00	35,3
Отвальная минимальная	1,04	34,0
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,02	36,0
Комбинированная глубокая	1,05	31,6
Комбинированная минимальная	0,98	36,9
Отвальная минимальная	0,98	33,6
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,00	42,1
Комбинированная глубокая	1,07	31,7
Комбинированная минимальная	0,98	33,1
Отвальная минимальная	1,02	34,4

Примечание. Среднее по факторам: плотность почвы, система обработки почвы: отвальная глубокая – 1,01, комбинированная глубокая – 1,04, комбинированная минимальная – 0,99, отвальная минимальная – 1,01; предшественник: чистый пар, сидеральный пар (рапс) – 1,01, сидеральный пар (донник) – 1,02; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 0,05, предшественник – 0,04.

Среднее по факторам: агрегатный состав, система обработки почвы: отвальная глубокая – 36,0, комбинированная глубокая – 31,9, комбинированная минимальная – 35,1, отвальная минимальная – 34,0; предшественник: чистый пар – 32,9, сидеральный пар (рапс) – 34,5, сидеральный пар (донник) – 35,3; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 6,8, предшественник – 5,9.

В среднем по фактору предшественник наиболее высокие показатели содержания агрономически ценных частиц зарегистрированы по сидеральному пару (рапс) (34,5%) и сидеральному пару (донник) (35,3%), чистый пар – 32,9%.

За годы исследований плотность почвы составила от 0,98 до 1,07 г/см³. Рыхлое сложение, уплотнения почвы при всех системах обработки почвы не установлены. По средним показателям за 2015–2019 гг., отмечена тенденция снижения плотности почвы по сидеральному пару (рапс) на комбинированной и отвальной минимальных системах обработки почвы на 0,04 г/см³, что находится в пределах наименьшей существенной разности.

Урожайность – главный показатель эффективности мероприятий при возделывании яровой пшеницы. Урожайность яровой пшеницы зависит от наследственно обусловленных потенциальных возможностей растений, их устойчивости к неблагоприятным условиям среды, а также от почвенно-

климатических, биологических факторов и технологических приемов возделывания. Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в Западной Сибири невозможно без дальнейшего совершенствования технологий обработки почвы и интенсификации земледелия.

При разработке и освоении технологических приемов возделывания зерновых культур важная роль отводится оптимизации агрофизических параметров, питательному режиму, защите растений от болезней и вредителей. Эти факторы определяют оптимальное функционирование в агроценозе и способствуют динамическому процессу формирования урожайности культуры [23]. При формировании продукционного процесса яровой мягкой пшеницы установлено, что основными элементами продуктивности являются количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке ($r = 0,9032$), число зерен в колосе ($r = 0,6836$) и масса 1000 зерен ($r = 0,6162$) (при пороге достоверности $R = 0,5760$).

По средним показателям по фактору предшественник преимущество по урожайности имел сидеральный пар (рапс) (3,17 т/га), что превышает показатели по чистому пару на 0,58 т/га, по сидеральному пару (донник) – на 0,53 т/га ($HCP_{05} = 0,14$ т/га). Доля влияния предшественника в формировании урожайности составила 80,4%, системы обработки почвы – 13,8% (см. табл. 6).

Тенденция к увеличению урожайности выявлена при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс). Средняя урожайность по фактору система обработки почвы на контроле (отвальная глубокая) составила 2,89 т/га, отвальная минимальная – 2,95 т/га. Урожайность при отвальной минимальной

системе обработки почвы сформировалась не при максимальных показателях элементов ее продуктивности, а при оптимальном их сочетании, количестве продуктивных стеблей (по средним показателям по фактору) – 256 шт./м², числе зерен в колосе 34,0 шт., массе 1000 зерен 37,6 г. Влияние предшественника на формирование элементов продуктивности составило 71,4–81,3%, системы обработки почвы – 11,9–14,0%. В большей степени данное влияние распространялось на формирование количества продуктивных стеблей и массу 1000 зерен. Результаты экономической оценки возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в зернопаровом севообороте показали, что при отвальной минимальной

Табл. 6. Формирование продукционного процесса яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс (2015–2019 гг.)

Table 6. Formation of the production process of soft spring wheat of Siberian Alliance variety (2015–2019)

Система обработка почвы	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
<i>Предшественник – чистый пар</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	227	35	35,2	2,67
Комбинированная глубокая	212	36	34,2	2,47
Комбинированная минимальная	214	35	34,2	2,53
Отвальная минимальная	234	34	34,5	2,69
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	275	32	37,6	3,26
Комбинированная глубокая	246	34	36,6	2,90
Комбинированная минимальная	263	35	36,2	3,19
Отвальная минимальная	256	36	37,6	3,34
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	235	34	37,9	2,73
Комбинированная глубокая	227	32	36,3	2,56
Комбинированная минимальная	229	35	36,4	2,46
Отвальная минимальная	255	32	36,6	2,82

Примечание. Среднее по факторам: количество продуктивных стеблей, система обработки почвы: отвальная глубокая – 246, комбинированная глубокая – 228, комбинированная минимальная – 235, отвальная минимальная – 248; предшественник: чистый пар – 222, сидеральный пар (рапс) – 260, сидеральный пар (донник) – 237; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 18,1, предшественник – 15,7.

Среднее по факторам: число зерен в колосе, система обработки почвы: отвальная глубокая – 33,7, комбинированная глубокая – 34,0, комбинированная минимальная – 35,0, отвальная минимальная – 34,0; предшественник: чистый пар – 35,0, сидеральный пар (рапс) – 34,3, сидеральный пар (донник) – 33,3; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 3,1, предшественник – 2,7.

Среднее по факторам: масса 1000 зерен, система обработки почвы: отвальная глубокая – 36,9, комбинированная глубокая – 35,7, комбинированная минимальная – 35,6, отвальная минимальная – 36,2; предшественник: чистый пар – 34,5, сидеральный пар (рапс) – 37,0, сидеральный пар (донник) – 36,8; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 0,65, предшественник – 0,56.

Среднее по факторам: урожайность, система обработки почвы: отвальная глубокая – 2,89, комбинированная глубокая – 2,64, комбинированная минимальная – 2,73, отвальная минимальная – 2,95; предшественник: чистый пар – 2,59, сидеральный пар (рапс) – 3,17, сидеральный пар (донник) – 2,64; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 0,17, предшественник – 0,14.

системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) получена самая низкая себестоимость зерна (4,6 тыс. р./т) и высокая прибыль (30,3 тыс. р./га), на контроле 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га.

ВЫВОДЫ

1. По результатам изучения формирования продукционного процесса яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы по средним показателям за 5 лет (2015–2019) отмечено достоверно высокое содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в период посева по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) при отвальной минимальной системе обработки почвы 29,7 мм, при контроле (отвальная глубокая) – 26,3–27,4 мм. В период кущения преимущество по содержанию продуктивной влаги имеет отвальная минимальная система обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) 27,3 мм, контроль (отвальная глубокая) – 22,7 мм. Доля влияния системы обработки почвы на содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в зависимости от фазы развития яровой мягкой пшеницы составляет 21,3–22,5%.

2. По средним значениям показателей целлюлозолитической активности почвы по фактору система обработки почвы преимущество на 4,1% имеет отвальная минимальная ($НСР_{05} = 3,15\%$). При данной системе обработки почвы отмечен наиболее низкий индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице по предшественнику сидеральный пар (рапс) 9,6%, в среднем по данному фактору – 12,0%, что меньше в сравнении с отвольной глубокой на 3,2% ($НСР_{05} = 2,06$).

3. В среднем по фактору предшественник наиболее высокие показатели содержания агрономически ценных частиц зарегистрированы по сидеральному пару (рапс) 34,5% и сидеральному пару (донник) 35,3%, чистый пар – 32,9%. За годы исследований плотность почвы составила от 0,98 до 1,07 г/см³. Рыхлое сложение, уплотнения по-

чвы при всех системах обработки почвы не установлены.

4. По средним показателям по фактору предшественник преимущество по урожайности имеет сидеральный пар (рапс) 3,17 т/га, что превышает показатели по чистому пару на 0,58 т/га, по сидеральному пару (донник) – на 0,53 т/га ($НСР_{05} = 0,14$ т/га). Доля влияния предшественника, в формировании урожайности составила 80,4%, системы обработки почвы – 13,8%. Тенденция к увеличению урожайности выявлена при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс). При урожайности 3,34 т/га получена самая низкая себестоимость зерна (4,6 тыс. р./т) и высокая прибыль (30,3 тыс. р./га), на контроле – 3,26 т/га, 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га.

5. Отвальная минимальная система обработки почвы в зернопаровом севообороте по предшественнику сидеральный пар (рапс) является наиболее эффективным приемом технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милащенко Н.З., Трушкин С.В. К проблеме освоения инновационных технологий // Плодородие. 2011. № 3. С. 50–52.
2. Ковалёв В.М. О совершенствовании технологий производства сельскохозяйственной продукции на современном этапе развития агропромышленного комплекса // Сельскохозяйственная биология. 2005. № 5. С. 10–13.
3. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус». 2004. 1110 с.
4. Ильинская И.Н. Эффективность использования ресурсов при возделывании озимой пшеницы на чернозёмах обыкновенных // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 65–68.
5. Ильинская И.Н., Гаева Э.А., Рычкова М.И., Тарадин С.А., Нежинская Е.Н. Эффективность почвозащитных мероприятий при возделывании озимой пшеницы на эрозий-

- но-опасных склонах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 17–22.
6. Парахин Н.В., Глазова З.И., Рыжов Н.А. Совершенствование технологии возделывания современных сортов яровой пшеницы интенсивного типа в условиях Орловской области // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 5. С. 105–109.
7. Дулов М.И., Троц А.П. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья при применении ресурсосберегающих технологий возделывания // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 5. С. 100–104.
8. Шиятый Е.И., Пуллакайн Л.А. Качество зерна яровых культур и адаптация агротехнологий к почвенно-климатическим условиям // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 1. С. 3–15.
9. Пилипенко Н.Г., Днепровская В.Н. Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в поле-вом севообороте // Земледелие. 2012. № 4. С. 29–30.
10. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаева Е.В. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки // Плодородие. 2014. № 4. (79). С. 24–26.
11. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории европейской части Российской Федерации // Земледелие. 2017. № 2. С. 10–14.
12. Гонн Н.В., Савенков О.А. Связь показателя NDVI и урожайности яровой пшеницы со свойствами пахотного горизонта чернозёмов глинисто-иллювиальных элювирированных и тёмно-серых почв // Почвоведение. 2019. № 3. С. 377–386.
13. Mitchell J.P., Shrestha A., Mathesius K., Scow K.M., Southard R.J., Haney R.L., Schmidt R., Munk D.S., Horwath W.R. Cover Cropping and No-Tillage Improve Soil Health in an Arid Irrigated Cropping System in California's San Joaquin Valley, USA // Soil and Tillage Research. 2017. Vol 165. P. 325–335.
14. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Влияние технологии No-till на экологическое состояние чернозёмов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 7–10.
15. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозёма обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724–733.
16. Богомолова Ю.А., Саков А.П., Ивенин А.В. Изменение агрофизических свойств почвы и урожайности яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы и удобрений в Волго-Вятском регионе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 66. № 5. С. 90–97.
17. Свиридова О.В., Воробьёв Н.И., Проворов Н.А. Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными препаратами // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5. С. 664–672.
18. Канаиш Е.В., Литвинович А.В., Ковалёва А.О. Продуктивность и оптические характеристики трёх сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при известковании и внесении азотных удобрений // Сельскохозяйственная биология. 2018. № 1. С. 61–71.
19. Лапишинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В., Кукишенева Т.П. Накопление и сохранение продуктивной влаги в ресурсосберегающих технологиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 4(11). С. 131–134.
20. Булаткин Г.А., Ковалева А.Е. Целлюлозолитическая активность серых лесных почв // Почвоведение. 1984. № 11. С. 67.
21. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Воробьёва И.Г. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 23–26.
22. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Чулкин Ю.И., Стецов Г.Я. Агротехнический метод защиты растений (экологически безопасная защита растений). М.: Издательство ЮКЭА, 2000. 335 с.
23. Юшкевич Л.В., Хамова О.В. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и интенсификации земледелия на элементы плодородия чернозёмных почв и урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2005. № 3. С. 9–18.

REFERENCES

1. Milashchenko N.Z., Trushkin S.V. On the problem of mastering innovative technologies. *Plodorodie*, 2011, no. 3, pp. 50–52. (In Russian).
2. Kovalev V.M. About development of technology for output of agricultural production at current state of the agroindustrial complex. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2005, no. 5, pp. 10–13. (In Russian).
3. Zhuchenko A.A. *Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)*. Moscow, Publishing House Agrorus, 2004, pp. 1110 (In Russian).
4. Ilyinskaya I.N. Efficiency of resource utilization at cultivation of winter wheat on typical chernozem. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 65–68. (In Russian).
5. Ilyinskaya I.N., Gayeva E.A., Rychkova M.I., Taradin S.A., Nezhinskaya E.N. Efficiency of soil protection measures in cultivation of winter wheat on erosion threatening slopes. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 6, pp. 17–22. (In Russian).
6. Parakhin N.V., Glazova Z.I., Ryzhov N.A. Improving cultivation technology of modern varieties of spring wheat of intensive type in the conditions of the Oryol region. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2007, no. 5, pp. 105–109. (In Russian).
7. Dulov M.I., Trots A.P. Productivity and grain quality of spring soft wheat in forest-steppe zone of Middle Povolzhie during usage of resource-saving technology of cultivation. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2007, no. 5, pp. 100–104. (In Russian).
8. Shiyovy E.I., Pullakkain L.A. Grain quality in summer crops and adaptation of agrotechnologies to soil-climatic conditions. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2008, no. 1, pp. 3–15. (In Russian).
9. Pilipenko N.G., Dneprovskaya V.N. Efficiency of resource-saving technologies of pre-sowing soil cultivating in field crop rotation. *Zemledelie*, 2012, no. 4, pp. 29–30. (In Russian).
10. Skipin L.N., Perfiliev N.V., Zakharova E.V., Gayeva E.V. The state of soil and the yield of crops under different systems of basic cultivation. *Plodorodie*, 2014, no. 4. (79), pp. 24–26. (In Russian).
11. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Area of application of zero and surface tillage in the cultivation of cereal crops in the European part of the Russian Federation. *Zemledelie*, 2017, no. 2, pp. 10–14. (In Russian).
12. Gopp N.V., Savenkov O.A. Relationships between the NDVI, yield of spring wheat and properties of the plow horizon of eluviated clay-illuvial chernozems and dark gray soils. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2019, no. 3, pp. 377–386. (In Russian).
13. Mitchell J.P., Shrestha A., Mathesius K., Scow K.M., Southard R.J., Haney R.L., Schmidt R., Munk D.S., Horwath W.R. Cover Cropping and No-Tillage Improve Soil Health in an Arid Irrigated Cropping System in California's San Joaquin Valley, USA. *Soil and Tillage Research*, 2017, vol. 165, pp. 325–335.
14. Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. The influence of No-till technology on the ecological state of the southern chernozems of the Rostov region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, no. 1, vol. 34, pp. 7–10. (In Russian).
15. Dadenko E.V., Myasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biological activity of ordinary chernozem during long-term use under arable land. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2014, no. 6, pp. 724–733. (In Russian).
16. Bogomolova Yu.A., Sakov A.P., Ivenin A.V. Effect of soil tillage systems and fertilizers on agrophysical properties of soil and the yield of spring wheat in the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agrarian Science Euro-North-East*, 2018, vol. 66, no. 5, pp. 90–97. (In Russian).
17. Sviridova O.V., Vorobyov N.I., Provorov N.A. The alignment of soil conditions for plant development during destruction of plant residues by microbial preparations. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2016, no. 5, pp. 664–672. (In Russian).
18. Kanash E.V., Litvinovich A.V., Kovaleva A.O. Grain production and optical characteristics of three wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) under liming and nitrogen fertilization.

- Sel'sk Khozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2018, no. 1, pp. 61–71. (In Russian).
19. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal = International Research Journal*, 2013, no. 4 (11), pp. 131–134. (In Russian).
20. Bulatkin G.A., Kovaleva A.E. Cellulosolytic activity of grey forest soils. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 1984, no. 11, pp. 67. (In Russian).
21. Toropova E.Yu., Kazakova O.A., Vorobyov I.G. Fusarium root rot of grain crops in Western Siberia. *Zashchita i karantin rastenij = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 9, pp. 23–26. (In Russian).
22. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Chulkin Yu.I., Stetsov G.Ya. *Agrotechnical method of plant protection (environmentally safe plant protection)*. Moscow, Publishing House YUKEA, 2000, 335 pp. (In Russian).
23. Yushkevich L.V., Khamova O.V. Effect of resource-saving cultivation and intensification systems on chernozem soil fertility elements and grain crops yield in the forest-steppe of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2005, no. 3, pp. 9–18. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пакуль А.Л., научный сотрудник; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Лапшинов Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор; e-mail: nik.lapshinov.55@mail.ru

Божанова Г.В., научный сотрудник; e-mail: kemniish@mail.ru

✉ **Пакуль В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе; **адрес для переписки:** Россия, 650510, Кемеровская область, Кемеровский район, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: vpakyl@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Alexey L. Pakul, Researcher; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Nikolay A. Lapshinov, Doctor of Science in Agriculture, Professor; e-mail: nik.lapshinov.55@mail.ru

Galina V. Bozhanova, Researcher; e-mail: kemniish@mail.ru

✉ **Vera N. Pakul**, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director on scientific work; **address:** 47 Centralnaya St., Novostroika, Kemerovo region, 650510, Russia; e-mail: vpakyl@mail.ru

Дата поступления статьи 19.08.2020
Received by the editors 19.08.2020