Научная статья/Research Article
УДК 633.11
DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-52-59

Василий Николаевич Романов[1✉], **Алексей Геннадьевич Липшин**[2],
Наталья Станиславовна Козулина[3], **Альбина Владимировна Василенко**[4],
Игорь Владимирович Пантюхов[5], **Ирина Юрьевна Ботвич**[6]
[1,2,3,4,5]Красноярский НИИ сельского хозяйства – филиал ФИЦ Красноярского научного центра Сибирского отделения РАН, г. Красноярск, Россия
[6]Институт биофизики Сибирского отделения РАН – обособленного подразделения ФИЦ Красноярского научного центра Сибирского отделения РАН, Красноярск, Россия
[1]kraniisch@ yandex.ru
[2]alipshin@mail.ru
[3]kozulina.n@bk.ru
[4,5]wasilenkoav@yandex.ru
[6]irina. pugacheva@mail.ru

К ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследований – разработка эффективной технологии на основе оценки влияния снижения энергетических затрат на обработку почвы при росте применения химических средств (удобрения и гербициды) на продуктивность пшеницы различных сортов. По результатам многолетних исследований лаборатории сортовых агротехнологий Красноярского НИИСХ дана оценка влияния поверхностной обработки почвы с применением дисковой бороны БДМ-6 «Рубин» и обработки фрезой, без основной обработки на урожайность 4 сортов яровой пшеницы в сравнении с традиционной технологией, основанной на отвальной вспашке (контроль). Урожай формировался в жестких погодных условиях, ограничивших продуктивность в пределах 0,6–3,6 т/га. Энергетический коэффициент при минимальной обработке с применением аммиачной селитры составил 4,8 и на варианте прямого посева без применения минеральных удобрений 4,4. Это обстоятельство обусловливает необходимость расширения приемов подготовки почвы к посеву, особенно после применения минимальной обработки. В качестве эксперимента проведено фрезерование поверхности почвы ФБН 1,1 для качественного посева дисковой сеялкой СН-16. Обработка фрезой проводилась после внесения вразброс аммиачной селитры. В целом ресурсосберегающие технологии (посев после дискования и посев без основной обработки почвы до фрезерования) снизили производственные затраты на 11–13 %, а расход ГСМ уменьшился на 42–43 % по сравнению с технологией, основанной на вспашке. Проведение предпосевной обработки фрезой гарантировало полное очищение почвы от ранних всходов сорняков, контроль проводился с помощью БПЛА (беспилотного летательного аппарата). Различия в уровне урожая между вариантами обработки почвы несущественны, $НСР_{05}$ составила 0,4 т/га. А влияние минеральных удобрений, хорошо перемешанных с почвой в поверхностном слое с помощью фрезы, резко возросло.

Ключевые слова: *чернозем обыкновенный, вспашка, дискование, обработка фрезой, посев, пшеница, урожайность*

Для цитирования*:* К технологии возделывания яровой пшеницы на черноземе обыкновенном в Красноярской лесостепи / *В.Н. Романов* [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 52–59. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-52-59.

***Благодарности*:** исследования проводятся совместно с Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН и Институтом биофизики СО РАН, лично с сотрудниками: К.В. Музолевским и И.Ю. Ботвич.

© Романов В.Н., Липшин А.Г., Козулина Н.С., Василенко А.В., Пантюхов И.В., Ботвич И.Ю., 2024

Vasily Nikolaevich Romanov[1✉], **Alexey Gennadievich Lipshin**[2], **Natalya Stanislavovna Kozulina**[3], **Albina Vladimirovna Vasilenko**[4], **Igor Vladimirovich Pantyukhov**[5], **Irina Yurievna Botvich**[6]
[1,2,3,4,5]Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture – FRC of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, Krasnoyarsk, Russia
[6]Institute of Biophysics, Siberian Branch of the RAS, a separate division of the FRC of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, Krasnoyarsk, Russia
[1]kraniisch@ yandex.ru
[2]alipshin@mail.ru
[3]kozulina.n@bk.ru
[4,5]wasilenkoav@yandex.ru
[6]irina. pugacheva@mail.ru

ON THE TECHNOLOGY OF CULTIVATING SPRING WHEAT ON ORDINARY CHERNOZEM IN KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

The purpose of research is to develop an effective technology based on assessing the impact of reducing energy costs for soil cultivation with an increase in the use of chemicals (fertilizers and herbicides) on the productivity of different varieties of wheat. Based on the results of many years of research at the laboratory of varietal agricultural technologies of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture, an assessment was made of the effect of surface tillage using the BDM-6 "Rubin" disc harrow and milling, without main treatment, on the yield of 4 varieties of spring wheat in comparison with traditional technology based on moldboard plowing (control). The harvest was formed under harsh weather conditions, which limited productivity to 0.6–3.6 t/ha. The energy coefficient with minimal processing using ammonium nitrate was 4.8 and with direct sowing without the use of mineral fertilizers it was 4.4. This circumstance necessitates the need to expand methods of soil preparation for sowing, especially after the use of minimal tillage. As an experiment, the surface of the soil was milled with FBN 1.1 for high-quality sowing using a disc seeder SN-16. Treatment with a milling cutter was carried out after the scattering of ammonium nitrate. In general, resource-saving technologies (sowing after disking and sowing without main tillage before milling) reduced production costs by 11–13 %, and fuel consumption decreased by 42–43 % compared to technology based on plowing. Carrying out pre-sowing treatment with a milling cutter guarantees complete cleansing of the soil from early weed shoots; control is carried out using a UAV (unmanned aerial vehicle). Differences in yield levels between tillage options are insignificant; NSR05 was 0.4 t/ha. And the influence of mineral fertilizers, well mixed with the soil in the surface layer using a milling cutter, has increased sharply.

Keywords*: ordinary chernozem, plowing, disking, milling, sowing, wheat, productivity*

For citation: On the technology of cultivating spring wheat on ordinary chernozem in Krasnoyarsk forest-steppe / *V.N. Romanov* [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(5): 52–59 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-52-59.

Acknowledgments**:** the research is carried out jointly with the L.V. Kirensky Institute of Physics SB RAS and the Institute of Biophysics SB RAS, personally with the staff: K.V. Muzolevsky and I.Y. Botvich.

Введение. Яровая пшеница – основная продовольственная культура. В Красноярском крае в последние годы выращивалось более 11 культур, под пшеницу отводилось до 630 тыс. гектаров, или 50 % от площади посева. Уникальный состав зерна, широкий спектр его применения объясняют высокий спрос и обусловливают необходимость повышения сборов продукции, прежде всего за счет роста урожайности [1, 2]. Достичь желаемых результатов, на наш взгляд, можно, прежде всего, совершенствованием технологии возделывания, поскольку возможности расширения площади посевов исчерпаны [3–5]. Поэтому изучение путей совершенствования технологии возделывания культур посредством регулирования потоков биогенных элементов (удобрения, средства защиты, затраты ГСМ) с последующим выходом на цифровые технологии оценки состояния посевов в разные стадии вегетации культуры становится актуальным и своевременным.

Цель исследований – разработка эффективной технологии на основе оценки влияния снижения энергетических затрат на обработку

почвы при росте применения химических средств (удобрения и гербициды) на продуктивность пшеницы различных сортов.

Задачи: освоить перспективный метод, который позволяет определить влажность почвы и состояние посевов в течение вегетации, основанный на применении сверхлегких БПЛА, взлетной массой порядка 5 кг и радиусом действия до нескольких километров, оснащенных микроволновыми радиометрическими или радарными, мультиспектральными (MicaSense RedEdge-MX) сенсорами; совместно с сотрудниками Институтов физики и биофизики СО РАН продолжить разработку методов, алгоритмов и моделей, которые позволят решить весь спектр наблюдений по динамике влаги в почве; усовершенствовать проведение измерений основных характеристик посевов, высоты и массы стеблей, колосьев (надземная фитомасса), определение видовой урожайности пшеницы.

Поставленные научные задачи являются новыми, однако представляются нам решаемыми, а результаты достижимыми.

Объекты и методы. Исследования проведены в течение 2021–2023 гг. в зоне открытой, остепненной, части Красноярской лесостепи. Географические координаты: широта 56°03' 50"СШ, и 92°41' 54"ВД.

Почва – чернозем обыкновенный; содержание гумуса – 6,5 %; кислотность (pH_{H_2O}) – 6,5; сумма обменных оснований – до 45 м-экв/100 г; содержание P_2O_5 – до 67 мг/кг; K_2O – до 270 мг/кг (по Мачигину) [6–8]. Из микроэлементов в черноземе обыкновенном содержится: 3 мг/кг цинка; 5 мг марганца; 10 мг меди; 12 мг молибдена; 23 мг кобальта; около 28 мг свинца.

Влагоемкость метрового слоя почвы составляет 323 мм. Устойчивое увядание растений наступает при влажности метрового слоя почвы равной 11,7 % (1,5 МГ).

По данным метеостанции «Минино», годовая температура воздуха: минимальная – 1,1 °С; средняя – 0,5; максимальная – 1,8 °С. Сумма температур выше 5 °С – 2215 °С, выше 10 °С – 1750 °С. Годовое количество осадков в среднем составляет 370 мм.

Средний многолетний коэффициент соотношения количества осадков и суммы показателей температуры воздуха К в зоне составляет 1,14. В годы проведения исследований коэффициент составил 1,10. Это соотношение свидетельствует о засушливости условий, особенно в 2023 г., коэффициент составил 0,55. За вегетацию (май–август) в 2021–2023 гг. выпадало 182–260 мм при средней температуре воздуха 17 °С [9, 10]. В целом погодные условия и показатели уровня плодородия почвы на стационаре соответствуют требованиям культуры [11].

Объектом исследований служила технология возделывания пшеницы по пару и в повторном посеве после пара. Предметом для тестирования служили 4 сорта яровой мягкой пшеницы Сибирской селекции: Красноярская 12 (контроль) – сорт районирован в крае с 2015 г.; Бейская – районирована с 2022 г.; Новосибирская 15 – районирована с 2004 г. и Новосибирская 31 – районирована с 2011 г. [12]. Культура размещалась в звене зернопарового севооборота: пар – пшеница – пшеница. Выбор предшественников обусловлен предстоящим совершенствованием технологии предпосевной обработки почвы и подготовки семян, способных противостоять росту засоренности и распространению болезней, особенно в начале вегетации. Возникает необходимость более полного использования из почвы элементов питания при повторном посеве культуры без внесения и с применением удобрений, в количестве, исключающем возможность попадания остатков в окружающую среду.

Полевые исследования и лабораторные анализы проведены согласно общепринятым и современным методикам [13, 14]. Применялись традиционные технические средства (трактор МТЗ-82, плуг навесной ПН-3-35, борона дисковая БДМ-6 «Рубин», фреза болотная ФБН 1,1, сеялка СН-16). Современные и традиционные приборы и лабораторное оборудование: термометры почвенные, почвенный бур, весы лабораторные, сушильный шкаф, применялись современные беспилотные летательные аппараты БПЛА.

Для последующей полной цифровизации процессов размещение делянок опыта на территории проведено в 3 повторениях: повторность 1 включает участки № 1–72; повторность 2 – участки № 73–144; повторность 3 – участки № 145–216. Учетная площадь варианта составляет 20,6 м^2.

Таким образом, при облете БПЛА были получены снимки состояния посевов на всем участке с определением места конкретного варианта по номеру на схеме опыта. Статистическая обработка результатов наблюдений проведена с использованием пакета программ Snedekor [15].

Результаты и их обсуждение. Подготовка почвы в опыте проводилась по схеме: 1 – зяблевая вспашка (контроль); 2 – весенняя вспашка; 3 – весеннее дискование; 4 – без основной обработки. Внесение аммиачной селитры проведено вразброс. Посев дисковой сеялкой проведен после поверхностной обработки почвы фрезой. Структура пахотного слоя после нескольких лет воздействия различными орудиями (плуг, дискатор) и без основной обработки сохранила удовлетворительное состояние. Плотность почвы в горизонтах 0–10 и до 80 см находилась в нормальном или допустимом для растений уровне. Перед посевом объемная масса слоя 0–10 см после вспашки составляла 0,87 г/см^3, на вариантах дискования и прямого посева – в пределах 0,99 г/см^3.

Содержание доступной влаги в почве. Мульчирующий слой из растительных остатков и измельченной соломы при минимальной обработке дисковой бороной и фрезой позволяет сохранить в пахотном слое до 10 мм влаги дополнительно. Поэтому запасы ее к посеву после вспашки составили 18 мм, после дискования – 25 и без основной обработки – около 28 мм.

Выпадение осадков около 150 мм позволило к середине вегетации (20.07) сохранить содержание влаги в слое 0–50 см варианта вспашки на уровне 9 мм, в метровом слое – на уровне 15 мм, при минимальной обработке содержание влаги составило 13 и 17 мм соответственно. $НСР_{05}$ = 1,65 мм.

При облете БПЛА существует реальная возможность точного определения места с какими-либо изъянами. Необходимость применения химических или физических приемов исправления ситуации на посеве определяется для конкретной точки на участке с учетом координат и схемы опыта, например римская I означает вариант без основной обработки почвы; А – без удобрений; Б – удобренный аммиачной селитрой; 1 – пшеница сорта Красноярская 12; 2, 3, 4 – Бейская, Новосибирская 15, Новосибирская 31; а – семена не протравливались; б – семена протравлены.

При визуальном осмотре уточняется необходимость и вид химического вмешательства против болезни или вида засоренности. Точное место участка определяется по порядковому номеру. Так, участок с названным шифром на 1-й повторности находится под № 1. Этот порядковый номер на схеме означает, что посеяна пшеница сорта Красноярская 12, по зяблевой вспашке, без применения минеральных удобрений и без протравливания семян. Урожайность на 1-й повторности составила 6,3 ц/га, на 2-й повторности под № 73 – урожайность 7,9 ц/га, на 3-й повторности под № 145 урожайность – 8,3 ц/га, протравливание семян препаратом «Оплот-Трио» повысило урожайность незначительно – до 7,1–9,1 ц/га.

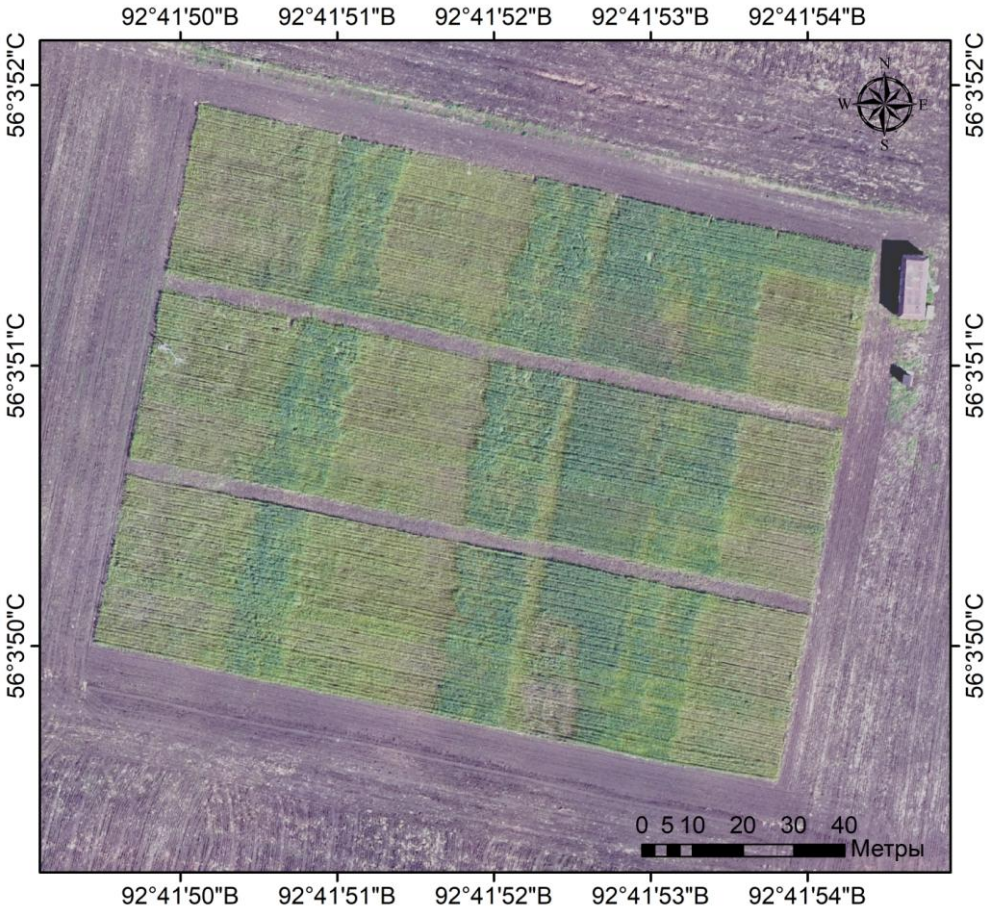
Существенный рост урожайности Красноярской 12 произошел от применения аммиачной селитры. Посев непротравленными семенами по удобренному фону сформировал урожайность в пределах 30,2–34,2–36,4 ц/га, протравливание семян повысило урожайность до 31,4–35,9–38,3 ц/га, что свидетельствует о существенном влиянии аммиачной селитры на продуктивность яровой пшеницы сорта Красноярская 12.

После их оценки по фото принимается решение о проведении или в отказе от проведения визуальной оценки состояния посевов (рис.).

Следовательно, содержание в почве биогенных элементов, их доступность растениям во многом определяют уровень урожайности культуры. Среди показателей пищевого режима почвы ключевым фактором является уровень содержания нитратного азота. Перед уходом предшественника в зиму колебания элемента по территории участка находятся в небольших пределах (6,2–8,7 мг/кг почвы). Нитраты распределены по всему профилю 0–100 см. Обусловлено это погодными условиями и промыванием нитратов в нижние горизонты почвы, и с глубиной содержание их возрастает с 7,7 (слой 0–10 см) до 11 мг/кг (слой 90–100 см).

К посеву культуры после вспашки на участках без удобрений содержание нитратов в пахотном слое составляет 20 мг/кг, после дискования – 22, без основной обработки – 19,6 мг/кг. Внесение аммиачной селитры повысило содержание нитратов к посеву на 10 мг/кг.

Без удобрения кущение пшеницы обеспечено нитратным азотом на уровне 18–21 мг/кг, а с удобрениями – 21–26 мг/кг. Фаза колошения обеспечена нитратным азотом без минеральных удобрений в пределах 3–6 мг/кг, на удобренном фоне запасы составляют 7–12 мг/кг. К уборке культур (20 сентября) содержание нитратов под культурами без удобрений и с удобрениями снижалось до 1,3–2,0 мг/кг.



Карта опытного участка, построенная по данным съемки «Геоскан-201» (пространственное разрешение 5 см)

Такая динамика нитратного азота подтверждается урожайностью пшеницы, полученной на стационаре в Минино (чернозем обыкновенный). На неудобренных фонах урожайность на 30 ц/га ниже. Следовательно, внесенные в рекомендуемых дозах под предшествующую культуру азотные удобрения полностью используются в год их применения и вероятность потери питательных элементов вне вегетации, способных загрязнить окружающую среду, практически сведена к нулю.

Обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием выше по минимальным приемам обработки почвы, а к середине вегетации отмечается повышение содержания по всем вариантам опыта. В нижних горизонтах метрового профиля эти элементы также присутствуют. Из биогенных микроэлементов, содержащихся в почве и стимулирующих использование азота и фосфора, целесообразно обратить внимание на серу, бор, молибден и в меньшей степени ванадий.

Результаты исследований показали, что пшеница Красноярская 12 более требовательна к содержанию элементов питания в почве, так как содержание NPK в зерне выше, чем у других изучаемых сортов (табл.).

Содержание элементов питания в зерне пшеницы, %

Образец	Элемент		
	Азот	Фосфор	Калий
Новосибирская 31	1,05	2,18	1,38
Красноярская 12	1,12	2,32	1,35
Бейская	**1,07**	**1,96**	**1,27**
Новосибирская 15	1,16	2,25	1,30

В среднем за 2021–2023 гг. урожайность сорта Красноярская 12 без основной обработки почвы и применения удобрений сформировалась по 16,0 ц/га, протравливание семян способствовало росту урожая до 17,7 ц/га. На варианте дискования получено по 17,3–30,7 ц/га. На вспашке урожайность была выше, чем при энергосберегающих технологиях обработки, и составила 19,7–32, 0 ц/га.

Следовательно, на технологию подготовки почвы под данный сорт надо обращать более пристальное внимание или компенсировать потребности высокой дозой удобрений.

Сорт Бейская по содержанию элементов в зерне уступает другим сортам, а по урожайности находится на более высоком уровне. В зерне пшеницы содержание марганца составляет 40 мг/кг зерна; цинка – 30; кальция – 60; молибдена – до 40 мг/кг.

Без удобрений и основной обработки ее урожайность составила 16,7–29,3 ц/га, повышаясь от дискования почвы до 18,3–31,3 ц/га. Урожайность в пределах 21,0–32,3 ц/га пшеница сорта Бейская сформировала на варианте вспашки. Высокий показатель относится к вариантам с применением аммиачной селитры и протравливанием семян перед посевом препаратом «Оплот Трио». На наш взгляд, к сорту следует присмотреться и выбрать эффективную технологию, чтобы обойти ее недостаток – остистость.

Реакция сортов на изменения в технологии возделывания проявилась с одинаковой тенденцией. Урожайность сорта Новосибирская 31 на нулевом варианте составила 15,4–28,6 ц/га; на варианте с дискованием почвы урожайность повысилась до 16,7–31,7; на вспашке – до 18,4–32,1 ц/га.

Раннеспелый сорт Новосибирская 15 показал продуктивность без основной обработки почвы на уровне 13–23 ц/га. На варианте с минимальной обработкой урожайность выросла незначительно – до 13,3–23,7 ц/га, на вспашке прибавка составила 0,7–1,8 ц/га.

Экономически более эффективной является ресурсосберегающая поверхностная обработка почвы, проводимая в осенний или весенний периоды. Такие обработки позволяют снижать производственные затраты на 12,6 %, а расход ГСМ уменьшился на 42,6 % по сравнению с традиционной технологией, основанной на зяблевой вспашке.

Энергетический коэффициент на варианте прямого посева без применения минеральных удобрений был равен 4,4, на варианте минимальной обработки с применением аммиачной селитры ЭК повышался до 4,8.

Заключение

1. Абсолютный контроль, в опыте представленный прямым посевом пшеницы семенами без протравителя и без удобрений, обеспечил урожайность зерна на уровне 17,8 ц/га.

2. Оценка технологии возделывания второй пшеницы после пара в условиях открытой лесостепи показала эффективность весенней вспашки с применением аммиачной селитры и протравителя семян «Оплот Трио». Рост урожайности в сравнении с прямым посевом составил 35 % при росте затрат на 41,4 %. На варианте с минимальной обработкой почвы (дискование) урожайность выросла на 24 %, а затраты – на 18,8 %.

3. Урожайность пшеницы сформировалась с преимуществом нового сорта Бейская на варианте вспашки с внесением удобрений. Применение ресурсосберегающих технологий обработки существенно снижает производственные затраты. При использовании минимальной технологии трудозатраты сокращаются на 35,5 %, ГСМ – на 40,3 %, при использовании технологии прямого посева трудозатраты сократились на 49,1 %, ГСМ – на 64,2 %, по сравнению с использованием традиционной технологии с зяблевой вспашкой.

4. Внедрение ресурсосберегающих технологий на удобренном фоне позволяет повысить энергетическую эффективность возделывания зерновых культур на вариантах с применением минимальной обработки до 4,8, на вариантах прямого посева – до 4,6.

5. Расчет экономической эффективности показал, что наибольший уровень рентабельности на неудобренном фоне получен на варианте прямого посева и составил 140 %, несколько уступает ему вариант минимальной обработки (129 %). Применение аммиачной селитры привело к росту уровня рентабельности на варианте прямого посева на 3,8 и 23,7 % на варианте с минимальной обработкой. На варианте с традиционной системой применение минеральных удобрений не привело к росту уровня рентабельности.

6. Цифровизация технологического процесса позволяет без особых затрат труда и времени выбрать необходимую очередность операций, позволяющую получить нужный уровень урожайности с приемлемыми для хозяйства расходами и без ущерба окружающей среде.

Список источников

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2011–2021 гг. Красноярск, 2022. 217 с.
2. *Брылев С.В.* Итоги работы и перспективы развития отрасли растениеводства Красноярского края // Инновационные технологии производства продуктов растениеводства: рекомендации / под общ. ред. *С.В. Брылева*. Красноярск, 2011. С. 3–10.
3. *Романов В.Н., Литау В.М.* Продуктивность зерновых культур в зернопаровом севообороте в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 43.
4. *Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Ершов В.Л.* Сравнительная продуктивность яровой пшеницы в повторных посевах в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2016. № 2 (22). С. 25–31.
5. *Акименко А.С.* Формирование севооборотов и структуры посевных площадей для получения заданного количества продукции с учетом природно-ресурсного потенциала // Земледелие. 2020. № 4. С. 19–22. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10405.
6. *Шпедт, А.А., Трубников, Ю.Н.* Методика оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов России // Живые и биокосные системы. 2020. № 31. URL: https://jbks.ru/archive/issue-31/article-1 (дата обращения 11.12.2023).
7. *Качинский, Н.А.* Физика почв. М.: Высш. шк., 1970. 360 с.
8. *Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М.* Практикум по земледелию. М.: Агропроиздат, 1977. 301 с.
9. Методика Госкомиссии по сортоиспытанию с.-х. культур. М., 1963.
10. Характеристики сортов растений, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2019 год. Красноярск, 2019. 543 с.
11. Агрометеобюллетени АМС «Минино» за 2018–2023 гг. URL: http://pogodaiklimat.ru/weather.php?id=29571 (дата обращения 23.09.2023).
12. Красноярск метео, 2022 г. URL: https:/krasmeteo.ru/index.php/arkhiv-m?year=2022%2824%29 (дата обращения 23.09.2023).
13. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под ред. *С.В. Брылева*. Красноярск, 2015. С. 27–32.
14. Химический состав пищевых продуктов: справочник. Кн. 1 / под ред. *И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева*. Изд. 2-е. М.: Агропромиздат, 1987. 224 с.
15. *Сорокин, О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.

References

1. Agropromyshlennyj kompleks Krasnoyarskogo kraya v 2011–2021 gg. Krasnoyarsk, 2022. 217 s.
2. *Brylev S.V.* Itogi raboty i perspektivy razvitiya otrasli rastenievodstva Krasnoyarskogo kraya // Innovacionnye tehnologii proizvodstva produktov rastenievodstva: rekomendacii / pod obsch. red. *S.V. Bryleva*. Krasnoyarsk, 2011. S. 3–10.
3. *Romanov V.N., Litau V.M.* Produktivnost' zernovyh kul'tur v zernoparovom sevooborote v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2014. № 6. S. 43.
4. *Yushkevich L.V., Schitov A.G., Ershov V.L.* Sravnitel'naya produktivnost' yarovoj pshenicy v povtornyh posevah v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestnik Omskogo GAU. 2016. № 2 (22). S. 25–31.
5. *Akimenko A.S.* Formirovanie sevooborotov i struktury posevnyh ploschadej dlya polucheniya zadannogo kolichestva produkcii s uchetom prirodno-resursnogo potenciala // Zemledelie. 2020. № 4. S. 19–22. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10405.
6. *Shpedt, A.A., Trubnikov, Yu.N.* Metodika ocenki prirodno-resursnogo potenciala agrolandshaftov Rossii // Zhivye i biokosnye sistemy. 2020. № 31. URL: https://jbks.ru/archive/issue-31/article-1 (data obrascheniya 11.12.2023).
7. *Kachinskij, N.A.* Fizika pochv. M.: Vyssh. shk., 1970. 360 s.

8. *Dospehov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M.* Praktikum po zemledeliyu. M.: Agroproizdat, 1977. 301 s.
9. Metodika Goskomissii po sortoispytaniyu s.-h. kul'tur. M., 1963.
10. Harakteristiki sortov rastenij, vklyuchennyh v Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopuschennyh k ispol'zovaniyu po Krasnoyarskomu krayu na 2019 god. Krasnoyarsk, 2019. 543 s.
11. Agrometeobyulleteni AMS «Minino» za 2018–2023 gg. URL: http://pogodaiklimat.ru/weather.php?id=29571 (data obrascheniya 23.09.2023).
13. Krasnoyarsk meteo, 2022 g. URL: https:/krasmeteo.ru/index.php/arkhiv-m?year=2022%2824%29 (data obrascheniya 23.09.2023).
14. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraya na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomendacii / pod red. *S.V. Bryleva*. Krasnoyarsk, 2015. S. 27–32.
15. Himicheskij sostav pischevyh produktov: spravochnik. Kn. 1 / pod red. *I.M. Skurihina, M.N. Volgareva*. Izd. 2-e. M.: Agropromizdat, 1987. 224 s.
16. *Sorokin, O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere. Novosibirsk, 2004. 162 s.

Статья принята к публикации 18.04.2024 / The article accepted for publication 18.04.2024.

Информация об авторах:

Василий Николаевич Романов[1], заведующий лабораторией сортовых агротехнологий, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Алексей Геннадьевич Липшин[2], ведущий научный сотрудник лаборатории селекции серых хлебов, кандидат сельскохозяйственных наук
Наталья Станиславовна Козулина[3], ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук
Альбина Владимировна Василенко[4], ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук
Игорь Владимирович Пантюхов[5], ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук
Ирина Юрьевна Ботвич[6], младший научный сотрудник лаборатории экологической информатики

Information about the authors:

Vasily Nikolaevich Romanov[1], Head of the Laboratory of Varietal Agricultural Technologies, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher
Alexey Gennadievich Lipshin[2], Leading Researcher, Laboratory of Brown Bread Breeding, Candidate of Agricultural Sciences
Natalya Stanislavovna Kozulina[3], Leading Researcher at the Laboratory of Varietal Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences
Albina Vladimirovna Vasilenko[4], Leading Researcher at the Laboratory of Varietal Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences
Igor Vladimirovich Pantyukhov[5], Leading Researcher at the Laboratory of Varietal Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences
Irina Yurievna Botvich[6], Junior Researcher, Laboratory of Environmental Informatics