

Василий Николаевич Романов¹, Наталья Станиславовна Козулина²,
Альбина Владимировна Василенко³, Галина Александровна Демиденко⁴✉

^{1,2,3}Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

⁴Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹romanov1948@yandex.ru

^{2,3}kozulina.n@bk.ru

⁴demidenkoechos@mail.ru

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ

Цель исследования – анализ биоклиматических и почвенных условий, особенностей земледелия для дальнейшей интенсификации выращивания зерновых культур на земледельческой территории Сибири. Объекты и методы исследования: агроэкологический мониторинг, позволяющий провести анализ земледельческой территории Сибири по статистическим, картографическим, литературным материалам и результатам собственных исследований. Научный анализ проведен на базе материалов лаборатории сортовых агротехнологий КрасНИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН и Инновационной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Институте агроэкологических технологий ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Земледельческая территория Сибирского региона отличается суровостью континентального климата, переменчивостью и неустойчивостью погодных условий. Основными почвами земледельческих районов являются черноземы оподзоленные, обыкновенные и выщелоченные, которые дают возможность возделывания широкого перечня зерновых культур. За период вегетации сумма активных температур выше 10 °С составляет: в северо-восточных районах – 1600 °С, а в южных и юго-западных равнинных территориях увеличивается до 2200 °С. Такого количества тепла достаточно для выращивания яровой пшеницы. Наблюдается уменьшение количества осадков в восточном направлении. Свыше 80 % земледельческой территории Сибири находится в зоне рискованного земледелия. Поэтому совершенствование и внедрение новых элементов в системы земледелия следует рассматривать как основу для технологической инновационной составляющей сохранения и воспроизводства плодородия сельскохозяйственных почв. Основой современной технологии является рациональная обработка почвы, эффективное применение средств защиты растений в системе адаптивных севооборотов.

Ключевые слова: Красноярский край, биоклиматические ресурсы, почвенные условия, яровая пшеница, урожайность, вегетационный период, гидротермический коэффициент, сезонные изменения климата, засуха, эрозия

Для цитирования: Интенсификация возделывания яровой пшеницы на земледельческой территории Сибири / В.Н. Романов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 17–27. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-17-27.

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках реализации проекта: «Проведение полевых исследований для установления взаимосвязи спутниковой и наземной информации по определению фактического и прогнозируемого уровня урожайности зерновых культур на территории опытных полей».

Vasily Nikolaevich Romanov¹, Natalya Stanislavovna Kozulina², Albina Vladimirovna Vasilenko³, Galina Alexandrovna Demidenko⁴✉

^{1,2,3}Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - a separate subdivision of the Federal Research Center of the KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

⁴Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹romanov1948@yandex.ru

^{2,3}kozulina.n@bk.ru

⁴demidenkoekos@mail.ru

SPRING WHEAT CULTIVATION INTENSIFICATION IN THE AGRICULTURAL TERRITORY OF SIBERIA

The purpose of the study is to analyze the bioclimatic and soil conditions, the characteristics of agriculture for the further intensification of the cultivation of grain crops in the agricultural territory of Siberia. Objects and methods of research: agroecological monitoring, which makes it possible to analyze the agricultural territory of Siberia on the basis of statistical, cartographic, literary materials and the results of our own research. The scientific analysis was carried out on the basis of materials from the laboratory of varietal agrotechnologies of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture of the Federal Research Center of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences and the Innovation Laboratory "Ecological Monitoring of Agricultural and Forest Crops" at the Institute of Agroecological Technologies of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The agricultural territory of the Siberian region is distinguished by the severity of the continental climate, changeability and instability of weather conditions. The main soils of agricultural regions are podzolized, ordinary and leached chernozems, which make it possible to cultivate a wide range of grain crops. During the growing season, the sum of active temperatures above 10 °C is: in the northeastern regions – 1600 °C, and in the southern and southwestern plains it increases to 2200 °C. This amount of heat is sufficient for growing spring wheat. There is a decrease in the amount of precipitation in an easterly direction. Over 80 % of the agricultural territory of Siberia is located in the zone of risky farming. Therefore, the improvement and introduction of new elements into farming systems should be considered as the basis for the technological innovation component of the conservation and reproduction of agricultural soil fertility. The basis of modern technology is the rational tillage, the effective use of plant protection products in the system of adaptive crop rotations.

Keywords: Krasnoyarsk Region, bioclimatic resources, soil conditions, spring wheat, productivity, vegetation period, hydrothermal coefficient, seasonal climate changes, drought, erosion

For citation: Spring wheat cultivation intensification in the agricultural territory of Siberia / V.N. Romanov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(5): 17–27. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-17-27.

Acknowledgments: the study has been realized within the support from the Krasnoyarsk Regional Science Fund as part of the project: "Conducting field studies to establish the relationship between satellite and ground-based information to determine the actual and predicted level of crop yields in the experimental fields".

Введение. Основой продовольственной безопасности и благополучия населения России являются зерновые культуры, прежде всего пшеница, рис, овес, ячмень. Только 30 % территории Сибири пригодно для организованного земледелия, более развитого в южной части Сибирского региона, от 48 до 57 параллели [1–3].

В 90-х гг. XX в. наблюдалось снижение масштабов сельскохозяйственного производства, в т. ч. сокращение посевных площадей. Это было связано с социальной напряженностью и эконо-

мическим кризисом. В настоящее время прослеживается активизация аграрной деятельности и ее адаптация к рыночным условиям экономики, когда спрос определяет предложение [4–6]. В результате наблюдается увеличение валовых сборов зерна вследствие повышения урожайности и выращивания новых, адаптированных сортов, совершенствования технологии их возделывания с применением современных машин, удобрений и средств защиты растений [7, 8].

Для разработки путей интенсификации и совершенствования технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур на земледельческой территории Сибири необходим комплексный анализ природных условий и оценка эффективности ведения земледелия в конкретной природно-климатической зоне. Следует подчеркнуть, что особенно высокие требования к биоклиматическим, почвенным условиям и технологическим факторам предъявляются при возделывании пшеницы – основной продовольственной культуры.

Цель исследования – анализ биоклиматических и почвенных условий, особенностей земледелия для дальнейшей интенсификации возделывания зерновых культур в Приенисейском регионе земледельческой территории Сибири.

Задачи: оценка погодных условий территории; характеристика почвенного покрова; разработка предложений по интенсификации земледелия.

Условия проведения полевого опыта, объекты и методы. Объектом исследования служит земледельческая территория Приенисейской Сибири. Метод исследования – агроэкологический мониторинг, позволяющий провести анализ земледельческой территории по статистическим, картографическим, литературным материалам и результатам собственных исследований, проведенных в открытой части Красноярской лесостепи на базе ФГБУ «Минино». Многолетний полевой стационар находится в Красноярском природном округе, в непосредственной близости от города Красноярск (географические координаты: 56° 03' сш, и 92° 42' вд) [9].

Территория хозяйства представляет равнинную, южную, открытую, достаточно теплую часть Красноярской лесостепи с остепненными участками чернозема обыкновенного.

Исследование проводилось на основе научного анализа и материалов полевых исследований лаборатории сортовых агротехнологий КрасНИ-

ИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН, а также на базе материалов Инновационной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» при Институте агроэкологических технологий ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ».

Полевые исследования проведены с применением классических и современных методик [10–15]. Применялись современные технические средства (трактор МТЗ-82, сеялки СЗП–3,6, СЗС–2,1) и лабораторное оборудование. Обработка посевов баковой смесью гербицидов «Магnum» + «Пума Супер 7,5» проведена в фазу кущения растений.

Результаты и их обсуждение. Условия и факторы, формирующие технологические платформы возделывания культур, при их кажущейся удаленности друг от друга на самом деле тесно взаимосвязаны в технологической платформе. Основой каждой технологической платформы является климат территории [16].

Климат земледельческой территории Приенисейской части Сибирского региона в целом отличается континентальностью. На значительной части территории (Новосибирск, Иркутск) среднегодовая температура воздуха ниже 0 °С. Особенности формирования более сурового по температурным показателям климата Сибирского региона, по сравнению, к примеру, с Московским регионом (табл. 1), связаны с удаленностью от теплых морей, наклоном территории к Северному Ледовитому океану и открытостью для проникновения холодного арктического воздуха с северных территорий в меридиальном направлении. Засушливость климата обусловлена соседством с сухими и жаркими территориями полупустынь Центрального Казахстана.

Погода территории, как правило, обусловлена холодной зимой, которая длится 5–6 месяцев. Промерзание почвы и образование устойчивого снежного покрова наступают в конце октября – начале ноября и длятся до начала апреля.

Таблица 1

Обеспеченность земледельческой части Сибирского региона осадками и теплом (средние значения)

Показатель	Место расположения гидрометеорологических центров					
	Москва	Омск	Новосибирск	Барнаул	Красноярск	Иркутск
Среднегодовая температура воздуха, °С	3,7	0,8	–0,4	3,0	0,6	–1,2
Годовое количество осадков, мм	620	325	412	589	362	404

Зимние холода могут достигать минус 46–50 °С. Характерно также раннее наступление заморозков осенью и частый возврат холодов весной. Безморозный период составляет 105–115 дней, за это время погодные условия скла-

дываются по-разному (табл. 2). Лето на всей территории короткое и жаркое, иногда абсолютный максимум температур может достигать 40 °С [17, 18].

Таблица 2

Погодные условия вегетационного периода

Период	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	Емельяновский район, Минино	Сухобузимский район, Учхоз	Рыбинский район, Солянка	Минино	Учхоз	Солянка
Май	10,8	9,3	9,0	44	50	51
Июнь	15,9	16,8	15,3	63	55	46
Июль	18,7	18,3	18,0	76	69	71
Август	15,7	15,5	15,0	67	64	57
Май – август	15,2	16,9	16,1	250	237	174

За период активной вегетации сумма температур выше 10 °С составляет: в северо-восточных районах – 1 600 °С, а в южных и юго-западных равнинных территориях увеличивается до 2 200 °С, что является достаточным условием для выращивания зерновых культур, в т. ч. яровой пшеницы. Над территорией господствуют

ветра западного и юго-западного направления, приносящие осадки с Атлантического океана.

Наблюдается уменьшение количества осадков в восточном направлении и от предгорных районов к лесостепи и степи, где успешному возделыванию яровой пшеницы часто мешает засуха (табл. 3).

Таблица 3

Среднегодовое количество осадков в природных зонах Сибири (средние значения)

Природная зона	Среднегодовое количество осадков, мм
Сухостепная	200
Степная	300
Лесостепная	400
Подтайга	450
Тайга	500
Предгорные районы	600

В Приенисейском регионе, по нашим наблюдениям, всего чередуются 9 сочетаний погодных условий, 4 из них основные: сухо – тепло; сухо – холодно; влажно – тепло; влажно – холодно; 5 сочетаний – промежуточные.

В районе многолетнего стационара «Минино» сочетание средних показателей погоды в мае соответствует 44 мм осадков при средней температуре воздуха +10,8 °С (табл. 4). Отме-

тим повышение температуры воздуха за период вегетации на 1,4 °С при уменьшении количества осадков на 48,6 мм относительно среднего многолетнего уровня в районе расположения стационара Минино.

Точного прогноза погоды пока сделать невозможно из-за необъяснимых и непредсказуемых колебаний температуры и количества осадков.

**Распределение среднесуточных температур и осадков
за вегетационный период 2019–2021 гг. (АМС «Минино»)**

Месяц	Среднесуточная температура, °С					
	Декада			Средне- месячная	Средне- многолетняя	± к много- летней
	I	II	III			
Май	9,8	11,7	13,1	11,4	10,8	+0,4
Июнь	15,6	17,9	18,2	16,6	15,9	+0,7
Июль	20,2	19,7	19,2	19,3	18,7	+0,6
Август	20,1	17,6	17,0	18,0	15,7	+2,3
Среднее	16,4	16,7	16,8	16,6	15,2	+1,4

Месяц	Количество осадков, мм					
	Декада			За месяц	Средне- многолетнее	Различие, ±
	I	II	III			
Май	3,8	3,9	12,4	20,1	44,0	-23,9
Июнь	5,1	5,3	33,9	44,3	63,0	-18,7
Июль	23,0	30,3	26,8	80,1	76,0	+4,1
Август	9,0	20,7	28,4	58,1	67,0	-8,9
Сумма	40,9	60,2	101,5	202,6	250,0	-48,6

К примеру, в мае 2019 г. в Минино выпало 20 мм осадков при температуре воздуха 10,1 °С, что соответствует сочетанию сухо – нормально.

В мае 2020 г. выпало 92 мм осадков (208 % от нормы) при температуре 14,4 °С, что соответствует сочетанию тепло – влажно. Количество осадков по соответствующим декадам разных, даже смежных, лет достигает 110 мм.

Весной из-за длительного похолодания и частых заморозков происходит задержка оттаивания и созревания почвы, вынуждающих переносить посев на более поздние сроки, что в дальнейшем отрицательно сказывается на росте и развитии растений. В таких условиях необходима высокопроизводительная, широкозахватная техника для ускорения проведения полевых работ с высоким качеством.

По многолетним наблюдениям в семи годах из десяти происходит майско-июньская засуха, когда растения испытывают недостаток влаги в фазу кущения – выход в трубку. После засушливого периода, во вторую половину лета и в сентябре идут дожди, которые часто имеют ливневый характер. За эти месяцы в Сибири выпадает разное количество осадков: в Новосибирске – около 47 %; в Омске – 62; в Красноярске – 53; в Иркутске – до 64 % от всего количества за год.

Интенсивные осадки вызывают сильное полегание хлебов, затрудняют проведение уборки, что приводит к большим потерям урожая (2003, 2010, 2012, 2018, 2021 гг.). Ранние осенние заморозки, в отдельные годы охватывающие большие территории Сибири, сокращают период вегетации и неизбежно приводят к массовому повреждению хлебов, особенно полеглих, с повышенной влажностью.

На земледельческой территории Сибири гидротермический коэффициент составляет: в лесостепных районах – 1–1,2; в степных районах – 0,6–0,9; в сухостепных районах – 0,4–0,6. То есть удовлетворительное обеспечение влагой характерно только для лесостепных районов Сибири. Это осложняет ведение земледелия тем, что весной и в первую половину лета может стоять погода без дождей, а иногда температура воздуха поднимается до 40 °С. А во вторую половину лета и осенью (в уборочную кампанию) наблюдаются обильные осадки. Не удается выявить закономерность периодичности засух, которые могут быть 2–3 раза в году или проявляются через разное количество лет. Стало реальным возделывание сортов зерновых культур с коротким вегетационным периодом (Новосибирская 15). Такие сорта хотя и быстро созревают, но дают меньший урожай, чем сорта с более длинным периодом вегетации (Новосибирская 31 или Красноярская 12).

Почвенный покров земледельческой части Сибири довольно разнообразный, что во многом обусловлено формами рельефа, составом и свойствами почвообразующих пород, гидротермическим режимом территории и микроклиматом. Основными почвами земледельческих районов являются черноземы (оподзоленные, обыкновенные, выщелоченные), которые дают возможность возделывания широкого ассортимента зерновых культур.

Почвы имеют благоприятные физические, водно-воздушные, химические и биологические свойства, обладают высоким эффективным и потенциальным плодородием. Их большая

часть распахана. Пахотные горизонты черноземов характеризуются средне- и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, большой мощностью гумусового горизонта (30–60 см) с высоким содержанием гумуса (5–12 %), высокой емкостью катионного обмена, слабокислой и нейтральной реакцией почвенного раствора.

Однако черноземы при интенсивной сельскохозяйственной нагрузке и под воздействием эрозионных процессов на большей части территории деградировали, что выражается в потере запасов гумуса из пахотных горизонтов, нарушении зернистой структуры гумусового слоя и обеднении почвенной биоты (табл. 5).

Таблица 5

Площадь эрозионно опасных пахотных земель в регионах Сибири

Регион	Площадь, млн га
Алтайский край	5,6
Западная Сибирь	3,7
Восточная Сибирь	2,1

Наиболее непоправимый ущерб пахотным почвам наносит в основном воздействие неблагоприятных явлений природы, таких, например, как сильный ветер (более 15 м/с), вызывающий образование пыльных бурь. В результате «поднимается» мелкозем почвы и разрушается почвенный покров (рис. 1).

Сила и скорость ветра весной часто приводит к выдуванию посеянных семян, что приводит к необходимости пересева значительных сельскохозяйственных территорий. Интенсивные суховеи приводят к быстрому расходованию запасов влаги из почвы, нарушению водоснабжения и ухудшению условий питания растений.



Рис. 1. Мелкозем на растительных остатках весной (фото В.Н. Романова)

Опасные явления вынуждают применять для снегозадержания стерню или выращивать кулисы из высокостебельных растений, используя для этого горчицу, рапс, подсолнечник и др. (рис. 2).

В целом проявление эрозии почв в разной степени является разрушительным и распространённым экзогенным процессом. Поэтому в Сибирском регионе проблема сохранения черноземов является актуальной для большинства предприятий АПК. Она требует комплексного решения вопросов рационального использова-

ния почв и получения высоких урожаев при соблюдении мер экологической безопасности.

Комплекс мер по воспроизводству почвенного плодородия предусматривает рациональные способы и приемы основной и предпосевной обработки почвы, различные сочетания и дозы применяемых удобрений в адаптированных севооборотах. Поэтому совершенствование и внедрение элементов адаптации системы земледелия следует рассматривать как основу для технологической инновационной составляющей сохранения и воспроизводства плодородия сельскохозяйственных почв [19].



Рис. 2. Снег, накопленный в кулисах (Минино, 2018 г.) (фото В.Н. Романова)

Культура. Основная продовольственная культура, выращиваемая на черноземах, – яровая пшеница [20]. Связано это с тем, что географически территория Сибири расположена в северных широтах и свыше 80 % земледельческой ее части находится в зоне рискованного земледелия. Поэтому сибирское земледелие, в частности выращивание яровой пшеницы, при интенсификации производства должно учитывать составляющие всевозможных рисков. Некоторые

из них (недобор осадков, неустойчивость температуры воздуха) частично можно компенсировать совершенствованием системы севооборотов, оптимизацией обработки почвы и маневрированием сроками выращивания культур.

Влажность почвы. Короткий послеуборочный период не позволяет в почве накопить достаточного количества элементов питания и доступной влаги с осени (табл. 6).

Таблица 6

Динамика влажности почвы полевого опыта (Минино, 2019–2021 гг.)

Горизонт почвы, см	Влажность почвы, %					
	Посев – всходы 20.05			Уборка 20.09		
	Прямой посев	Вспашка 20–22 см	Дискование 10–12 см	Прямой посев	Вспашка 20–22 см	Дискование 10–12 см
0–20	26,1	26,2	26,7	28,2	31,1	29,3
20–50	28,3	28,2	26,9	25,9	25,7	28,2

Не создаются условия для эффективной борьбы с сорняками осенними обработками почвы или использованием гербицидов.

Перечисленные и возможные другие риски ведения сибирского земледелия создают сложности в разработке универсальной системы возделывания яровой пшеницы. Реальными предпосылками для увеличения продуктивности основной продовольственной культуры прежде всего являются эффективное использование минеральных удобрений, современные технологии обработки почвы, применение эффектив-

ных и безопасных средств защиты от болезней, сорняков и вредителей.

Динамика элементов питания. Содержание нитратного азота по вспашке в слое почвы 0–20 см весной составляет 5,2–7,7 мг/кг (табл. 7). По варианту дискования нитратного азота содержалось 3,2–4,0 мг/кг, на участке без обработки почвы – 2,8–3,6 мг/кг почвы. Не очень высокий уровень (2,2–3,0 мг/кг) наличия нитратного азота (основного элемента питания) сохраняется в период колошения зерновых. К уборке его содержание, как правило, повышается до 5–6 мг/кг почвы.

Таблица 7

**Содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см
под посевами яровой пшеницы**

Обработка почвы	Посев			Колошение			Уборка		
	Вспашка	7,7	6,4	5,2	2,4	2,4	2,8	5,6	4,7
Дискование	4,0	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	4,4	3,4	2,6
Прямой посев	3,6	3,2	2,8	3,0	3,0	3,0	4,4	4,3	4,2
<i>p</i>	0,004*			0,010*			0,112		

Содержание подвижного фосфора по Мачигину – в пределах 60–68 мг/кг, обменного калия – в пределах 217–255 мг/кг почвы. Таким образом, важно отметить присутствие в почве элементов питания для растений в течение всего периода вегетации, что обуславливает получение высокого урожая зерна с хорошими показателями качества.

Засоренность посевов. Проведенная оценка эффективности традиционной технологии возделывания яровой пшеницы, основанной на вспашке, и современной, почвозащитной технологии, включающей минимальную обработку почвы дисковой бороной или прямой посев стерневой сеялкой, позволяет отметить резкий рост засоренности. Прежде всего в посевах всех культур отмечено увеличение засоренности сорно-полевым просом, осотом, активно распространяются полынь, конопля дикая, щирица запрокинутая и жминдовидная. Наиболее сильное засорение отмечено при посеве без обработки почвы (прямой посев). В структуре снопа зерновых и особенно урожая кормовых культур сорный компонент составляет до 40 %.

Волнообразное повышение уровня засоренности в течение лета обусловлено биологическими особенностями сорняков и характером выпадения осадков. Эти особенности вызывают необходимость двух и даже трехкратного применения гербицидов, только это позволяет на 80 % снизить количество сорных растений в посевах.

Урожайность. Пшеница по пару без удобрений по вспашке сформировала зерна по 3,1 т/га, по дискованию – 2,9 т/га, на варианте прямого посева получено по 2,6 т/га (НСР₀₅ = 0,22 т/га). Удобрения повысили урожайность на 0,2–0,3 т/га (НСР₀₅ = 0,23 т/га). Вторая пшеница после пара формирует урожай на 2–5 ц/га ниже, а удобрения повышают урожайность на 3–4 ц/га (табл. 8).

Затраты на подготовку почвы при зяблевой вспашке составили 610,8 руб/га, а расход топлива составил 29,3 л/га. Обработка дискатором позволяла снизить затраты до 533,4 руб/га, а расход топлива составил 16,8 л/га. При химической подготовке пара затраты составили 252,7 руб/га, а расход топлива составил 5,9 л/га.

Урожайность яровой пшеницы в опытах, т/га

Вариант обработки	Фон удобрений	Красноярская 12		Новосибирская 31		Новосибирская 15	
		По пару	2-я пшеница	По пару	2-я пшеница	По пару	2-я пшеница
Вспашка	Без удобрений	3,1	2,6	2,9	2,6	2,7	2,3
	Удобрено	3,4	2,9	3,3	3,3	2,9	2,6
Дискование	Без удобрений	2,9	2,5	2,7	2,5	2,4	2,2
	Удобрено	3,1	2,9	3,0	2,9	2,7	2,5
Прямой посев	Без удобрений	2,6	2,3	2,6	2,5	2,3	2,0
	Удобрено	2,8	2,6	2,9	2,8	2,5	2,5

Заключение. Биоклиматические условия земледельческой территории Сибири с учетом сезонности изменения погоды, ветрового режима, количества и особенностей выпадения осадков, засухи и других проявлений сибирского климата позволяют отнести эту территорию к зоне рискованного земледелия.

Традиционная технология возделывания пшеницы, основанная на вспашке почвы, при естественном уровне плодородия чернозема обыкновенного обеспечивает урожайность пшеницы в пределах 2,7–3,1 т/га, повторные посевы пшеницы после пара снижают урожайность до 2,3–2,6 т/га.

Современные технологии, основанные на минимализации глубины обработки почвы, снижении затрат на ее проведение, позволяют поддерживать урожайность в пределах 2,6–3,1 т/га, обеспечивая уровень рентабельности пшеницы по пару в пределах 2,5 %, при повторных посевах – до 15,8 %, что является решающим при недостатке ресурсов.

Для увеличения продуктивности яровой пшеницы в зоне рискованного земледелия открытой лесостепи целесообразным является использование аммиачной селитры в дозе 1 ц/га, что позволяет повысить урожайность пшеницы по пару до 2,8–3,4 т/га, при этом урожайность повторных посевов пшеницы возрастает на 0,2–0,4 т/га. Применение современных средств защиты посевов от сорняков снижает засоренность максимум на 80 %, что следует учитывать при выборе технологии возделывания культуры.

Обработка почвы дисковым орудием или прямой посев стерневой сеялкой снижают затраты и уменьшают расход топлива на 12–17 %, перенос обработки почвы на весенний период позволяет за счет стерни задерживать не только снег, но и переносимый ветром мелкозем, со-

державший 10 % гумуса, накапливая его до 11 т/га. Аналогичный эффект происходит при выращивании в паровых полях кулис из высокостебельных растений.

Посев комплексными агрегатами (в нашем случае это стерневая сеялка СЗС-2,1) позволяет объединить несколько операций: 1 – предпосевная обработка почвы на нужную глубину; 2 – внесение минеральных удобрений; 3 – посев; 4 – прикатывание с созданием гофрированной поверхности поля.

Список источников

1. Система ведения сельского хозяйства Красноярского края: рекомендации / ВАСХНИЛ, Сибирское отд-ние, Красноярский НИИСХ. Новосибирск, 1988. 249 с.
2. Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур в Красноярском крае. Новосибирск, 1987. 88 с.
3. Берзин А.М., Волошин Е.И., Кильби И.Я. Методические рекомендации по определению количественных показателей нерационального использования / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 1999. 32 с.
4. Ведров Н.Г., Келер В.В. Характер изменчивости во времени технологических качеств яровой пшеницы в Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2002. № 1. С. 85–89.
5. Келер В.В. Роль экологических условий в формировании урожайности ярового ячменя в Канской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2013. № 7 (82). С. 86–88.
6. Keler, V.V., Khizhnyak S.V. Costeffective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Rus-

- sian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. P. 52001. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052001.
7. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе / С.В. Брылев [и др.]. Красноярск, 2015. 224 с.
 8. Рекомендации по возделыванию пшеницы в Красноярском крае / Н.А. Сурин [и др.]. Красноярск, 2021. 132 с.
 9. Романов В.Н., Демиденко Г.А., Дружинин А.Г. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4. С. 21–26.
 10. Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высш. шк., 1970. 360 с.
 11. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Колос, 1967. 350 с.
 12. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1977. 301 с.
 13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
 14. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 189 с.
 15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.
 16. Технологическая платформа возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / В.Н. Романов [и др.] // Региональные системы комплексного дистанционного зондирования агроландшафтов: мат-лы 3-го Всерос. науч.-практ. семинара (Красноярск, 25 февраля 2021 г.) / под общ. ред. А.А. Шнедта [и др.]. Красноярск: Изд-во ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2021. 194 с.
 17. Агрометеобюллетени АМС «Минино» за 2018–2020 гг. // URL: <https://gismeteo.ru>.
 18. URL: <https://gismeteo.ru/weather-krasnoyarsk-4674>.
 19. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрально-Черноземного региона. Белгород: Отчий край, 2012. 256 с.
 20. Характеристики сортов растений, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2019 год. Красноярск, 2019. 543 с.
- ### References
1. Sistema vedeniya sel'skogo hozyajstva Krasnoyarskogo kraja: rekomendacii / VASHNIL, Sibirskoe otd-nie, Krasnoyarskij NIISH. Novosibirsk, 1988. 249 s.
 2. Intensivnaya tehnologiya vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Krasnoyarskom krae. Novosibirsk, 1987. 88 s.
 3. Berzin A.M., Voloshin E.I., Kil'bi I.Ya. Metodicheskie rekomendacii po opredeleniyu kolichestvennyh pokazatelej neracional'nogo ispol'zovaniya / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 1999. 32 s.
 4. Vedrov N.G., Keler V.V. Harakter izmenchivosti vo vremeni tehnologicheskikh kachestv yarovoj pshenicy v Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2002. № 1. S. 85–89.
 5. Keler V.V. Rol' `ekologicheskikh uslovij v formirovanii urozhajnosti yarovogo yachmenya v Kanskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2013. № 7 (82). S. 86–88.
 6. Keler, V.V., Khizhnyak S.V. Costeffective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 iyunya 2019 goda / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. P. 52001. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052001.
 7. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraja na landshaftnoj osnove / S.V. Brylev [i dr.]. Krasnoyarsk, 2015. 224 s.
 8. Rekomendacii po vozdelevaniyu pshenicy v Krasnoyarskom krae / N.A. Surin [i dr.]. Krasnoyarsk 2021. 132 s.
 9. Romanov V.N., Demidenko G.A., Druzhinin A.G. Primenenie intensivnoj tehnologii vozdelevaniya yarovoj pshenicy v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2021. № 4. S. 21–26.
 10. Kachinskij N.A. Fizika pochv. M.: Vyssh. shk., 1970. 360 s.
 11. Aleksandrova L.N., Najdenova O.A. Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu. L.: Kolos, 1967. 350 s.
 12. Dosphehov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov A.M. Praktikum po zemledeliyu. M.: Agropromizdat, 1977. 301 s.

13. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 352 s.
14. *Haziev F.H.* Metody pochvennoj `enzimologii. M.: Nauka, 1990. 189 s.
15. *Sorokin O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere. Novosibirsk, 2004. 162 s.
16. Tehnologicheskaya platforma vzdelyvaniya yarovoj pshenicy v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi / *V.N Romanov* [i dr.] // Regional'nye sistemy kompleksnogo distancionnogo zondirovaniya agrolandshaftov: mat-ly 3-go Vseros. nauch.-prakt. seminar (Krasnoyarsk, 25 fevralya 2021 g.) / pod obsch. red. *A.A. Shpedta* [i dr.]. Krasnoyarsk: Izd-vo IF FIC KNC SO RAN, 2021. 194 s.
17. Agrometeobyulleteni AMS «Minino» za 2018–2020 gg. // URL: <https://gismeteo.ru>.
18. URL: <https://gismeteo.ru/weather-krasnoyarsk-4674>.
19. *Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I., Uvarov G.I.* Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i rost produktivnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur Central'no-Chernozemnogo regiona. Belgorod: Otchij kraj, 2012. 256 s.
20. Harakteristiki sortov rastenij, vklyuchennyh v Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopuschennyh k ispol'zovaniyu po Krasnoyarskomu krayu na 2019 god. Krasnoyarsk, 2019. 543 s.

Статья принята к публикации 14.03.2022 / The article accepted for publication 14.03.2022.

Информация об авторах:

Василий Николаевич Романов¹, главный научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Наталья Станиславовна Козулина², ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук

Альбина Владимировна Василенко³, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук

Галина Александровна Демиденко⁴, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники, доктор биологических наук, профессор

Information about the authors:

Vasily Nikolaevich Romanov¹, Chief Researcher, Laboratory of Varietal Agrotechnologies, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Natalya Stanislavovna Kazulina², Leading Researcher, Laboratory of Varietal Agrotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences

Albina Vladimirovna Vasilenko³, Leading Researcher, Laboratory of Varietal Agrotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences

Galina Alexandrovna Demidenko⁴, Head of the Department of Landscape Architecture and Botany, Doctor of Biological Sciences, Professor

