

Василий Николаевич Романов^{1✉}, Николай Васильевич Цугленок²,
Александр Владимирович Ефимов³

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

²Восточно-Сибирская ассоциация биотехнологических кластеров, Красноярск, Россия

³ООО НПО «Технорос», Красноярск, Россия

¹romanov1948@yandex.ru

²ntsuglenok@mail.ru

³technoros-kras@mail.ru

ВЛИЯНИЕ МИНИМАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ НА ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Цель исследования – повышение продуктивности пашни за счет совершенствования технологии возделывания яровой пшеницы. Задачи: оценить влияние вспашки, минимальной обработки почвы дисковым орудием и прямого посева стерневой сеялкой на динамику влаги в почве, пищевой режим и урожайность яровой пшеницы; обосновать эффективность энергосберегающей технологии обработки почвы с применением нового вертикально-штыревого рыхлителя. Объект изучения – приемы обработки почвы в лесостепной зоне умеренного климатического пояса Российской Федерации в Емельяновском районе Красноярского края. Географические координаты полевого стационара: 56°03' СШ, и 92°42' ВД. Метод – полевой опыт. Предлагается новая технология возделывания яровой пшеницы. В открытой части Красноярской лесостепи на черноземе обыкновенном проведена оценка эффективности влияния традиционной, минимальной обработки почвы и прямого посева на уровень урожайности яровой пшеницы. Выявлено, что минимализация обработки и прямой посев способствуют сохранению доступной влаги к посеву и повышенному содержанию в почве подвижного фосфора и обменного калия в середине вегетации культуры. Отмечено, что применение ресурсосберегающих технологий обработки существенно снижает производственные затраты на основе оценки влияния традиционной, минимальной обработки почвы и прямого посева на агрофизическое состояние почвы и продуктивность пшеницы в зернопаровом севообороте. Разработан вертикально-штыревой рыхлитель для обработки почвы осенью или весной перед посевом культуры. Обработка поверхности совершенно новым роторным агрегатом после внесения минеральных и органических удобрений будет способствовать повышению эффективности сельскохозяйственного производства. На технологию вертикально-штыревой обработки почвы получены два патента, касающиеся способа обработки и устройства агрегата, имеющих существенные отличия от традиционных рыхлительных орудий как в подходах к способу рыхления, так и в конструктивных решениях.

Ключевые слова: агроценоз, обработка почвы, гумус, твердость почвы, агротехнология, элементы питания, влажность, минимализация, яровая пшеница, урожайность, затраты

Для цитирования: Романов В.Н., Цугленок Н.В., Ефимов А.В. Влияние минимализации обработки на твердость почвы и урожайность яровой пшеницы в открытой части лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 27–34. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-27-34.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Красноярского краевого фонда науки (грант № 156 от 13.04.2021).

Vasily Nikolaevich Romanov^{1✉}, Nikolay Vasilievich Tsuglenok², Alexander Vladimirovich Efimov³

¹Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – a separate subdivision of the Federal Research Center of the KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

²East Siberian Association of Biotechnology Clusters, Krasnoyarsk, Russia

³ООО NPO Technoros, Krasnoyarsk, Russia

¹romanov1948@yandex.ru

²ntsuglenok@mail.ru

³technoros-kras@mail.ru

IMPACT OF CULTIVATION MINIMIZATION ON SOIL HARDNESS AND SPRING WHEAT YIELD IN THE OPEN PART OF THE KRASNOYARSK REGION FOREST-STEPPE

The purpose of the study is to increase the productivity of arable land by improving the technology of cultivating spring wheat. Objectives: to evaluate the effect of plowing, minimum tillage with a disc implement and direct sowing with a stubble seeder on soil moisture dynamics, nutritional regime and spring wheat yield; to substantiate the effectiveness of energy-saving soil cultivation technology using a new vertical pin cultivator. The object of study is soil cultivation techniques in the forest-steppe zone of the temperate climatic zone of the Russian Federation in the Yemelyano District of the Krasnoyarsk Region. Geographical coordinates of the field station: 56°03' N, and 92°42' E. The method is field experience. A new technology for the cultivation of spring wheat is proposed. In the open part of the Krasnoyarsk forest-steppe on ordinary chernozem, an assessment of the effectiveness of the influence of traditional, minimal tillage and direct sowing on the level of spring wheat yield was made. It was revealed that the minimization of tillage and direct sowing contribute to the preservation of available moisture for sowing and the increased content of mobile phosphorus and exchangeable potassium in the soil in the middle of the growing season. It is noted that the use of resource-saving processing technologies significantly reduces production costs based on the assessment of the impact of traditional, minimal tillage and direct sowing on the agrophysical state of the soil and wheat productivity in the grain-fallow crop rotation. A vertical pin ripper was developed for tillage in autumn or spring before sowing a crop. Surface treatment with a completely new rotary unit after the application of mineral and organic fertilizers will help improve the efficiency of agricultural production. Two patents have been obtained for the technology of vertical pin tillage, concerning the method of processing and the device of the unit, which have significant differences from traditional loosening tools both in approaches to the loosening method and in design solutions.

Keywords: agrocenosis, tillage, humus, soil hardness, agricultural technology, nutrients, humidity, minimization, spring wheat, productivity, costs

For citation: Romanov V.N., Tsuglenok N.V., Efimov A.V. Impact of cultivation minimization on soil hardness and spring wheat yield in the open part of the Krasnoyarsk Region forest-steppe // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 27–34. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-27-34.

Acknowledgments: the work has been supported by the Krasnoyarsk Regional Science Fund (grant № 156 dates 04/13/2021).

Введение. Одним из основных регионов возделывания яровой пшеницы в России является Восточная Сибирь. На Красноярский край приходится более 30 % производимого товарного зерна сильных и ценных сортов яровой пшеницы. На долю зерновых и зернобобовых культур в крае приходится 63,2 % от общей площади посева, в т. ч. яровая пшеница занимает 40,1 %, ячмень – 10,6 %. Широкое распространение яровой пшеницы и ячменя обусловлено прежде всего их пластичностью, стабильной урожайностью, высокими потребительскими свойствами продуктов переработанного зерна.

Особое положение занимает мягкая яровая пшеница, которая служит основой питания более чем половины населения земного шара [1–3]. Поэтому изучение научно обоснованного эколого-географического размещения и более эффективного производства яровой пшеницы в условиях лесостепи края для объяснения возможностей повышения урожайности до 56 ц/га является весьма актуальным. В настоящее время при производстве продукции растениеводства преимущественно используют традиционные энергозатратные (классические) приемы обработки почвы – вспашка, дискование,

культивирование. Наряду с традиционными приемами все большее внимание уделяется почвозащитным и энергосберегающим технологиям. Одному из таких направлений посвящены наши исследования.

Ранее проведенные исследования в Красноярском центральном природно-климатическом округе свидетельствуют о том, что главное направление в увеличении продуктивности в растениеводстве – это правильное, научно обоснованное размещение сельскохозяйственных культур на различных территориях. Для существенного увеличения урожайности растений при максимальном уровне использования возобновляемой природно-экологической энергии важным является правильный выбор технологии обработки почвы.

Предлагаемая минимально-нулевая усовершенствованная технология возделывания зерновых, в т. ч. яровой пшеницы, существенно отличается от традиционной. При традиционной обработке почвы урожайность яровой пшеницы Красноярская 12 составила 3,2 т/га, при минимальной обработке дисковым орудием БДМ-6 «Рубин» урожайность снизилась до 2,9 т/га, а при прямом посеве стерневой сеялкой СЗС-2,1 – до 2,6 т/га. При минимальной обработке дисковым орудием трудозатраты сокращаются на 35,5 %, расход ГСМ – на 40,3 %, при использовании технологии прямого посева трудозатраты сократились на 49,1 %, ГСМ – на 64,2 % по сравнению с традиционной технологией, основанной на зяблевой вспашке [4–6].

Цель исследования – усовершенствование технологии возделывания зерновых, в т. ч. яровой пшеницы, для повышения продуктивности пашни за счет совершенствования обработки почвы.

Задачи: оценить влияние вспашки, минимальной обработки почвы дисковым орудием и прямого посева стерневой сеялкой на потенциальное плодородие (водный и пищевой режим почвы) и урожайность яровой пшеницы; на примере минимальной обработки почвы дисковым орудием и прямого посева дать научное обоснование эффективности новой, энергосберегающей технологии обработки почвы с применением штыревой техники для рыхления.

Объекты и методы. Объектом изучения являются приемы обработки почвы в умеренном климатическом поясе Российской Федерации, в Емельяновском районе Красноярского края, в непосредственной близости от города Крас-

ноярска. Географические координаты стационара: 56°03' СШ, 92°42' ВД.

Территория хозяйства представляет равнинную, открытую, достаточно теплую часть Красноярской лесостепи, с выраженными остепненными участками, удобными для пашни, и находится в Красноярском природном округе. Почва – чернозем обыкновенный, маломощный, среднесуглинистый. Содержание гумуса в слое 0–20 см – 8,64–8,72 %, слабощелочная реакция среды (рН_{н2о} 7,1–7,8), высокая сумма обменных оснований (40,0–45,5 м-экв/100 г). В пахотном слое содержится P₂O₅ – 50,4–67,4 мг/кг; K₂O – 214,0–269,0 мг/кг (по Б.П. Мачигину). Влагоемкость метрового слоя составляет 323 мм [9, 10].

Элементы погоды в районе стационара оцениваются по данным метеостанции «Минино» [11]. Годовая температура воздуха: минимальная – 1,1 °С; средняя +0,5 °С; максимальная +1,8 °С. Сумма температур выше +5 °С – 2215 °С, выше +10 °С – 1750 °С. Годовое количество осадков: среднее – 362 мм, за период май – сентябрь выпадает 230 мм. Устойчивое завядание растений наступает при влажности метрового слоя почвы, равной 11,7 %.

В полевом опыте использованы классические и современные методики: Б.А. Доспехов, Б.П. Мачигин, Н.А. Качинский, Snedecor; современные технические средства (трактор МТЗ-82, БДН-3, БДМ-6 «Рубин», сеялка СЗС-2,1), приборы и лабораторное оборудование: мельница для размола почвенных образцов, термометры почвенные, твердомер Willi, ручной пенетрометр Eikelkamp 06.01.SA и др. [12–15].

Результаты и их обсуждение. В годы исследования в течение вегетации за июнь – август выпадало 230 мм осадков при средней многолетней сумме 191 мм. Температура воздуха колебалась в пределах 17,5 °С, близко к норме, что является достаточно низким показателем в сравнении с субтропическим климатом Краснодарского края или США с осадками в 800 мм. При таком малом количестве осадков увеличивается плотность почвы, и получить высокую урожайность зерновых культур крайне затруднительно.

Первоочередной задачей, которая решается в системе основной обработки почвы, является создание благоприятного строения пахотного слоя. Прежде всего это необходимо для проведения качественного посева, для оптимизации условий роста и хорошего развития растений в течение вегетации. Измерение твердости почвы

твердомером Willi после уборки культур и весной перед посевом показало, что величина твердости в горизонте 0–40 см не превышает 21 кг на 1 см², находится в зеленом (нормальная для растений) или желтом (допустимая) секторе шкалы. Определение твердости почвы с помощью ручного пенетрометра Eikelkamp 06.01.SA в горизонте 0–50 см с шагом 5 см (n = 10) показало наличие плужной подошвы в слое 10–20 см на варианте вспашки под третью культуру после пара.

Плотность почвы в горизонтах 0–10 и до 80 см находилась на нормальном для растений или допустимом уровне. Перед посевом объемная масса слоя 0–10 см после вспашки составляла 0,87 г/см³, на вариантах дискования и прямого посева – в пределах 0,99 г/см³.

Содержание гумуса в пахотном слое чернозема обыкновенного после 6-летней залежи такое же, как в целинном аналоге – 10,55–10,47 %. Интенсивное использование почвы в зернопаровом севообороте обусловило снижение содержания гумуса: до 8,72 % – на участках отвальной обработки, до 8,64–9,03 % – на участках минимальной обработки дисковым орудием и прямого посева.

Структура пахотного слоя после нескольких лет воздействия различными орудиями сохранила удовлетворительное состояние (табл. 1). При полевых испытаниях агрегата в 2021 г. была высказана гипотеза, что с помощью такого рабочего органа удобрения, как минеральные, так и органические, тщательно перемешиваются с почвой в поверхностном слое, становятся более доступными для корневой системы растений и защищены от воздействия прямого солнечного света и воздуха. Стала очевидной целесообразность использования в паровом поле при заделке удобрений и лучшего перемешивания с почвой минеральных и органических удобрений, внесенных поверхностно разбросным методом агрегатом РУМ.

Также становится возможным применение такого агрегата для заделки в почву на нужную глубину мелких семян кормовых культур, не требующих глубокой заделки в почву. Вскоре, через 2 сут после проведения обработки почвы парового поля взрыхленная иглами почва оседает и четко проявляются ряды обработанных и нетронутых зубьями мест (в виде лент), весьма похожих на следы после обработки поля дисковым орудием.

Таблица 1

Характеристика почвенных горизонтов под пшеницей

Горизонт, см	Температура, °С		Влажность, %		Твердость (малая шкала)	
	1-я культ.	2-я культ.	1-я культ.	2-я культ.	1-я культ.	2-я культ.
0–10	21	18	27,1	26,9	200	200
10–20	20	19	27,4	23,3	200	250
20–30	19	18	21,3	24,8	200	250
30–40	19	17	21,1	30,1	200	260
40–50	18	17	27,3	29,7	200	230
50–60	18	16	40,3	36,6	200	220
60–70	17	15	38,4	36,9	200	220
70–80	16	15	40,8	37,5	200	220

Такой агрегат для вертикально-штыревой обработки был разработан, и его опытный образец прошел предварительные испытания на полевом стационаре в Минино Емельяновского района.

Потребность культур в элементах питания, прежде всего в азоте (следовательно, в азотных удобрениях) высокая, так как обеспеченность нитратным азотом пшеницы без удобрений низкая и очень низкая, в пределах 2,8–5,4 мг/кг почвы. На варианте с внесением 1 ц/га аммиач-

ной селитры содержание нитратов в середине вегетации также невысокое, около 3,1–5,9 мг/кг.

Наоборот, засоренность в посевах культур отмечена высокая, особенно на варианте без обработки почвы, где наблюдается быстрое расширение очагов пырея ползучего. Защита растений от сорняков состояла в обработке посевов в фазу кущения пшеницы баковой смесью гербицидов «Пума Супер» (0,4–0,6 л/га) + «Магнум» (8 г/га). Применение гербицидов существ-

венно (на 80 %) снизило засоренность и позволило сформировать высокую урожайность пшеницы (табл. 2). Снижению засоренности посевов

будет способствовать включение в схему севооборота смеси яровой и озимой культур – озимой ржи и овса.

Таблица 2

Влияние технологии обработки почвы на продуктивность пшеницы (Минино, 2018–2021 гг.)

Вид обработки	Фон удобрений	Средняя урожайность пшеницы, т/га
Максимальная	Без удобрений	3,0
	Аммиачная селитра	3,2
Минимальная	Без удобрений	2,6
	Аммиачная селитра	3,0
Посев по стерне	Без удобрений	2,5
	Аммиачная селитра	2,6
НСР ₀₅	А – без удобрения	0,2
	Б – аммиачная селитра	0,2

Эффективность технологии возделывания пшеницы по минимальной обработке в паровом поле по продуктивности культуры не уступает варианту вспашки. Аммиачная селитра с содержанием азота 34,4 % более эффективна на минимальной обработке, обеспечивая прибавку урожая в 0,3 т/га. Прямой посев пшеницы по продуктивности уступает варианту вспашки на 0,4 т/га, а варианту с минимальной обработкой – на 0,3 т/га (НСР₀₅ = 0,3 т/га).

Продуктивность второй пшеницы после пара существенно ниже по всем вариантам опыта. При этом минимальная обработка по уровню урожайности превышает прямой посев по стерне на 0,23 т/га при НСР₀₅ = 0,2 т/га, что убедительно свидетельствует о преимуществе минимальной обработки по сравнению с прямым посевом. Невысокая прибавка урожайности пшеницы от применения селитры объясняется внесением азотных удобрений в предыдущие годы и их постоянным и длительным накоплением в почве и, конечно, требует уточнения экономического обоснования норм внесения для повышения их эффективности.

Основные затраты на возделывание культур при максимальном насыщении почвы минеральными удобрениями значительно снижаются при переходе на прямой посев и дискование по сравнению с традиционной глубокой обработкой почвы при незначительном снижении урожайности.

Затраты на подготовку почвы дисковыми орудиями осенью составляют 87,2 %, а расход топлива – 56,7 % от затрат на вспашку. При технологии прямого посева (No-till) затраты снижаются до 41,4 %, а расход топлива на 1 га составляет

20 % от уровня при традиционной обработке почвы плугами.

Работа выполнялась посевным комплексом, совмещающим культивацию с одновременным посевом. Такая технология позволяет в весенний период с меньшими затратами производить прямой посев сельскохозяйственных культур в севообороте. Перед посевом объемная масса слоя 0–10 см после вспашки составила 0,87 г/см³, на вариантах дискования и прямого посева – в пределах 0,99 г/см³, что соответствует рыхлому состоянию горизонта. Определение твердости почвы в горизонте 10–40 см (n = 10) показало наличие плотноватого слоя на глубине 10–20 см варианта вспашки под вторую культуру после пара. Это обстоятельство обуславливает увеличение нагрузки на почвообрабатывающие агрегаты. Схема севооборота кроме пшеницы предусматривает позднелетний посев смеси семян овса и озимой ржи. Оценка урожайности показала, что тенденция реакции культуры на изменение технологии возделывания сохраняется во всех полях севооборота.

При этом при снижении механической нагрузки на почву ее влажность сохранялась на более высоком уровне. По горизонтам влажность колебалась незначительно, прежде всего способ обработки повлиял на содержание влаги к моменту посева. На вариантах вспашки и после дискования влажность слоя 0–10 см, глубина размещения семян были ниже, чем при прямом посеве. Это, в свою очередь, явилось оправданием проведения испытаний нового агрегата. К моменту уборки культур, наоборот,

влажность верхнего слоя варианта с прямым посевом была ниже, чем на вариантах вспашки и дискования (табл. 3). На наш взгляд, это явилось следствием высокой засоренности варианта. Позднелетний посев смеси ярового овса и озимой ржи позволит получить в год посева качественный урожай зеленой массы на кормовые

цели. Стерня овса послужит условием для снегонакопления и хорошей перезимовке озимой ржи, и в августе возможно получение зерна. На контроле ее урожайность составила 20,3 ц/га, повышаясь на варианте дискования почвы на 3,4 ц/га, а на вспашке урожайность была выше на 32 %.

Таблица 3

Влажность почвы на разных стадиях полевого опыта (Минино, 2018–2021 гг.), %

Горизонт почвы, см	Посев – всходы			Уборка		
	Прямой посев	Вспашка 22 см	Дискование 10–12 см	Прямой посев	Вспашка 22 см	Дискование 10–12 см
0–10	27,0	26,0	26,2	30,1	32,4	31,4
10–20	26,2	26,4	27,3	26,3	29,8	27,3
0–20	26,1	26,2	26,7	28,2	31,1	29,3
20–30	27,4	28,2	26,9	25,9	27,3	26,9
30–40	28,3	27,0	26,3	24,3	24,9	27,1
40–50	29,2	29,5	28,2	26,1	25,7	28,2
0–50	27,6	27,4	27,0	26,5	28,5	28,2

Необходимость химической защиты культуры от болезней обусловлена невысокой урожайностью пшеницы в опыте (табл. 4). В годы исследования уровень урожайности обусловлен

напряженным предшественником (пшеница после пара) и активным распространением листовых болезней (септориоз, ржавчина), поражение составило 60–70 %.

Таблица 4

Урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант обработки почвы	Фон удобрений	Предшественник		Средняя урожайность
		По пару	После пшеницы	
Вспашка	Без удобрений	3,2	2,6	3,0
	Аммиачная селитра	3,4	3,0	3,2
Дискование	Без удобрений	2,9	2,5	2,7
	Аммиачная селитра	3,2	2,9	3,0
Прямой посев	Без удобрений	2,6	2,0	2,3
	Аммиачная селитра	2,9	2,4	2,6
Среднее	Без удобрений	2,9	2,4	2,7
	Аммиачная селитра	3,2	2,8	2,9
НСР ₀₅ , т/га	Обработка	–	–	0,15
	Удобрение	–	–	0,16
	Взаимодействие	–	–	0,13

Таким образом, зернопаровой севооборот с адаптированной технологией возделывания в адаптивно-ландшафтном земледелии Красноярской лесостепи позволяет поддерживать урожайность зерна пшеницы, ячменя и овса на уровне 1,7–3,4 т/га.

Это подтверждается производственными опытами, проводимыми в различных районах Красноярского края. Такие опыты в 2013–2015 гг. позволили дать экономическую оценку по себе-

стоимости и денежным затратам применения минимальной технологии возделывания яровой пшеницы (табл. 5).

Экономическая оценка показала, что минимализация обработки почвы и нетронутая стерня способствуют сохранению доступной влаги в почве к посеву яровых культур и повышению содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия к середине вегетации растений.

**Экономическая оценка технологий обработки почвы в паровом поле
при производстве зерновых (2018–2020 гг.)**

Технология возделывания	Урожайность, т/га	Затраты, руб/га	Себестоимость, руб/т	Выручка, руб/ц	Затраты труда, чел.-дн.
Традиционная	3,5	9175	2620	8000	42,6
Минимальная	3,2	7730	2420	8000	28,6
Нулевая	3,0	6497	2170	8000	20,2

Совершенствование технологий обработки почвы показало, что при минимализации обработки финансовые затраты снижаются, и даже при снижении урожайности себестоимость продукции ниже на 21 %, чем при традиционной технологии возделывания. Минимальная обработка почвы снижает себестоимость зерна на 7,6 %.

Заключение. Результаты исследования подтвердили данные средней эколого-географической урожайности разных сортов пшеницы в Красноярском крае 3,5–3,0 т/га.

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

Постепенное повышение затрат на возделывание культуры приводит к постепенному росту урожайности зерна на 4–35 % за счет улучшения обеспеченности азотом аммиачной селитры и доступной влагой верхних горизонтов весной. Оценка технологий возделывания пшеницы после пара в условиях открытой лесостепи показала эффективность вспашки. Урожайность составила 3,2 т/га. На варианте с минимальной обработкой почвы (дискование) урожайность составила 2,9 т/га, при прямом посеве – 2,6 т/га.

Список источников

1. *Кирюшин В.И.* Принципы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия // *Аграрная наука*. 1993. № 3. С. 7–11.
2. *Чекаев Н.П., Кузнецов А.Ю.* Технология No-till – путь к реальным результатам // *Продовольственная политика и безопасность*. 2015. Т. 2, № 1. С. 7–18.
3. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А.* Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2013. № 9. С. 16–19.
4. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под ред. *С.В. Брылева*. Красноярск, 2015. С. 27–32.
5. *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.
6. *Кожевников Н.В.* Влияние приемов основной обработки почвы на содержание и запасы гумуса чернозема обыкновенного Красноярской лесостепи // *Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: мат-лы VI Всерос. науч.-практ. конф.* Томск, 2016. С. 288–291.
7. Пат. 2671480 С2. Способ и устройство основной глубокой вертикально-штыревой обработки почвы / *Цугленок Н.В.*; патентообладатель Красноярский ГАУ. № 2014121579, заявл. 27.05.2014, опубл. 31.10.2018, Бюл. № 31.
8. Пат. 2732021. Способ и устройство основной глубокой вертикально-штыревой обработки почвы / *Цугленок Н.В., Кацер И.И.*; патентообладатель *Цугленок Н.В.* № 2019117628, заявл. 05.06.2019, опубл. 10.09.2020, Бюл. № 25.
9. Влияние обработки почвы на элементы плодородия и урожайность пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края / *Н.В. Петровский* [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30, № 6. С. 77–79.
10. Оценка и изменение плотности сложения чернозема в полях севооборота / *Н.Л. Кураченко* [и др.] // *Земледелие*. 2010. № 1. С. 9–11.
11. Красноярск-метео. 2018–2021 гг. // URL: www.meteo.krasnoyarsk.ru.
12. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

13. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве. М., 2018. 217 с.
14. Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высш. шк., 1970. 360 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.

References

1. Kiryushin V.I. Principy formirovaniya adaptivno-landshaftnyh sistem zemledeliya // Agrarnaya nauka. 1993. № 3. S. 7–11.
2. Chekaev N.P., Kuznecov A.Yu. Tehnologiya No-till – put' k real'nym rezul'tatam // Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'. 2015. T. 2, № 1. S. 7–18.
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkih N.A. Problemy i perspektivy razrabotki i osvoeniya tehnologii No-till na chernozemah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2013. № 9. S. 16–19.
4. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraya na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomendacii / pod red. S.V. Bryleva. Krasnoyarsk, 2015. S. 27–32.
5. 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.
6. Kozhevnikov N.V. Vliyanie priemov osnovnoj obrabotki pochvy na sodержание i zapasy gumusa chernozema obyknovennogo Krasnoyarskoj lesostepi // Otrazhenie bio-, geo-, antroposferyh vzaimodejstvij v pochvah i pochvennom pokrove: mat-ly VI Vseros. nach.-prakt. konf. Tomsk, 2016. S. 288–291.
7. Pat. 2671480 S2. Sposob i ustrojstvo osnovnoj glubokoj vertikal'no-shtyrevoj obrabotki pochvy / Cuglenok N.V.; patentoobladatel' Krasnoyarskij GAU. № 2014121579, zayavl. 27.05.2014, opubl. 31.10.2018, Byul. № 31.
8. Pat. 2732021. Sposob i ustrojstvo osnovnoj glubokoj vertikal'no-shtyrevoj obrabotki pochvy / Cuglenok N.V., Kacer I.I.; patentoobladatel' Cuglenok N.V. № 2019117628, zayavl. 05.06.2019, opubl. 10.09.2020, Byul. № 25.
9. Vliyanie obrabotki pochvy na `elementy plodородiya i urozhajnost' pshenicy v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraja / N.V. Petrovskij [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2016. T. 30, № 6. S. 77–79.
10. Ocenka i izmenenie plotnosti slozheniya chernozema v polyah sevooborota / N.L. Kurachenko [i dr.] // Zemledelie. 2010. № 1. S. 9–11.
11. Krasnoyarsk-meteo. 2018-2021 gg. // URL: www.meteo.krasnoyarsk.ru.
12. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 352 s.
13. Rukovodstvo po provedeniyu registracionnyh ispytaniy agrohimikatov v sel'skom hozyajstve. M., 2018. 217 s.
14. Kachinskij N.A. Fizika pochv. M.: Vyssh. shk., 1970. 360 s.
15. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. Novosibirsk, 2004. 162 s.

Статья принята к публикации 15.03.2023 / The article accepted for publication 15.03.2023.

Информация об авторах:

Василий Николаевич Романов¹, главный научный сотрудник лаборатории сортовых агротехнологий, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Николай Васильевич Цугленок², вице-президент, доктор технических наук
Александр Владимирович Ефимов³, ведущий инженер

Information about the authors:

Vasily Nikolaevich Romanov¹, Chief Researcher, Laboratory of Variety Agrotechnologies, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Nikolay Vasilievich Tsuglenok², Vice President, Doctor of Technical Sciences
Alexander Vladimirovich Efimov³, Leading Engineer