

Научная статья

УДК 631.51.011; 631.812; 631.559

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-82-88

**Алексей Сергеевич Колесников¹, Наталья Леонидовна Кураченко^{2✉},
Василий Николаевич Романов³, Анастасия Викторовна Шаропатова⁴**

^{1,2,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

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

¹vozrojdienie124@mail.ru

²kurachenko@mail.ru

³romanov1948@yandex.ru

⁴sharopatova@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ АГРОЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ

В полевом опыте в условиях Красноярской лесостепи изучено влияние приемов основной обработки на пищевой режим агрочернозема криогенно-мицелярного маломощного среднесуглинистого гранулометрического состава, урожайность ячменя и экономическую эффективность его производства. Ячмень возделывался в зернопаровом севообороте (пар – пшеница – рапс – ячмень – овес) на трех блоках основной обработки почвы: I – отвальная вспашка на глубину 20–22 см; II – минимальная обработка дисковым на глубину 10–12 см; III – прямой посев (нулевая обработка). Исследованиями установлено, что возделывание ячменя по вспашке и минимальной обработке определило среднюю обеспеченность нитратным азотом (11 мг/кг). Ресурсосберегающие технологии основной обработки формировали низкое содержание нитратного азота (8 мг/кг). Прием обработки почвы не повлиял на содержание подвижного фосфора в 0–20 см слое (5 мг/кг) и обменного калия в 0–10 см слое (20 мг/кг). В слое 10–20 см отмечается низкая обеспеченность обменным калием. Поверхностная обработка почвы дисковым определила небольшую дифференциацию 0–20 см слоя почвы по содержанию подвижного фосфора. Дифференциация 0–20 см слоя по содержанию K₂O с разницей на 2–3 мг/кг выявлена при использовании минимальной и нулевой обработки под ячмень. Урожайность ячменя на блоке отвальной и минимальной обработки имеет близкие величины. В среднем за годы исследований она составила 2,9–4,0 т/га. Прямой посев снижает урожайность культуры на 38 % по сравнению с отвальной обработкой. Экономически более выгодным является производство зерна ячменя на минимальной обработке почвы при рентабельности 88 %.

Ключевые слова: агрочернозем, отвальная обработка, минимальная обработка, нулевая обработка, пищевой режим, урожайность, экономическая эффективность

Для цитирования: Влияние приема основной обработки на пищевой режим агрочернозема Красноярской лесостепи и урожайность ячменя / А.С. Колесников [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4. С. 82–88. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-82-88.

**Alexey Sergeevich Kolesnikov¹, Natalya Leonidovna Kurachenko^{2✉}, Vasily Nikolaevich Romanov³,
Anastasia Viktorovna Sharopatova⁴**

^{1,2,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

³Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – a separate subdivision of the Federal Research Center of the KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

¹vozrojdienie124@mail.ru

²kurachenko@mail.ru

³romanov1948@yandex.ru

⁴sharopatova@yandex.ru

BASIC TREATMENT INFLUENCE ON THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE AGROCHERNOZEM NUTRITIONAL REGIME AND THE YIELD OF BARLEY

In a field experiment in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe, the influence of basic processing methods on the nutritional regime of agrochernozen of cryogenic-micellar thin medium loamy granulometric composition, barley yield and economic efficiency of its production were studied. Barley was cultivated in a grain fallow crop rotation (fallow – wheat – rapeseed – barley – oats) on three blocks of the main tillage: I – moldboard plowing to a depth of 20–22 cm; II – minimum processing with a disc discator to a depth of 10–12 cm; III – direct sowing (zero tillage). Studies have established that the cultivation of barley by plowing and minimal tillage determined the average supply of nitrate nitrogen (11 mg/kg). Resource-saving basic processing technologies formed a low content of nitrate nitrogen (8 mg/kg). The tillage method did not affect the content of mobile phosphorus in the 0–20 cm layer (5 mg/kg) and exchangeable potassium in the 0–10 cm layer (20 mg/kg). In the 10–20 cm layer, there is a low supply of exchangeable potassium. Surface tillage of the soil with a disc harrow determined a slight differentiation of the 0–20 cm soil layer in terms of the content of mobile phosphorus. Differentiation of the 0–20 cm layer in terms of K₂O content with a difference of 2–3 mg/kg was revealed when using minimal and zero tillage for barley. The yield of barley on the block of moldboard and minimum processing has similar values. On average, over the years of research, it amounted to 2.9–4.0 t/ha. Direct sowing reduces the crop yield by 38 % compared to dump tillage. Economically more profitable is the production of barley grain with minimal tillage at a profitability of 88 %.

Keywords: agrochernozen, moldboard tillage, minimum tillage, zero tillage, food regime, productivity, economic efficiency

For citation: Basic treatment influence on the Krasnoyarsk forest-steppe agrochernozen nutritional regime and the yield of barley / A.S. Kolesnikov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(4): 82–88. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-82-88.

Введение. Систематическая обработка почв, возделывание сельскохозяйственных культур, применение удобрений, средств защиты, эрозийные процессы приводят к существенным изменениям свойств почв. При этом трансформационные процессы, влияющие на плодородие почв, могут иметь как положительную, так и отрицательную направленность [1–3].

В современных условиях важным направлением совершенствования зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является разработка эффективных ресурсосберегающих приемов. В основу рациональных систем обработки положены принципы разноточности, минимизации и ресурсосбережения в зависимости от природно-климатических особенностей регионов, севооборота, засоренности посевов и других условий [4]. Кроме снижения экономических затрат целесообразность таких приемов связана прежде всего с накоплением в почве органического вещества и изменением пищевого режима почв.

Цель исследования – оценить влияние приема основной обработки на пищевой режим агрочернозема Красноярской лесостепи, уро-

жайность ячменя и экономическую эффективность его возделывания.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2013–2015 гг. в условиях полевого опыта на стационаре «Минино» Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в Красноярской лесостепи. Объекты исследования – агрочернозем криогенно-мицелярный маломощный среднесуглинистый и агроценоз ячменя, возделываемый в пятипольном полевом севообороте (пар – пшеница – рапс – ячмень – овес). Почва опытного участка в слое 0–20 см характеризовалась высоким содержанием гумуса (7,9–9,6 %), слабощелочной реакцией среды (рН_{NH2O} – 7,1–7,8), высокой суммой обменных оснований (40,0–45,2 м-экв/100г).

Исследования проведены на трех блоках основной обработки почвы: I – отвальная вспашка на глубину 20–22 см; II – минимальная обработка дисковым на глубину 10–12 см; III – прямой посев (нулевая обработка). Ячмень сорта Буян возделывали на фоне применения минеральных удобрений со стартовой дозой N₃₀P₃₀. В фазу кущения посевы обрабатывали гербицидом Магnum, ВДГ в дозе 0,01 кг/га против широколистных сорняков. Размещение вариантов опыта –

систематическое, повторность – 3-кратная. Учетная площадь делянки – 100 м². Почвенные образцы отбирали в слоях 0–10, 10–20 см. Повторность отбора образцов и аналитических определений – 3-кратная. Сроки отбора образцов были приурочены к фазам развития культуры: всходы (июнь); колошение (июль); молочная спелость (август).

Основные химические показатели по характеристике почвы получены при помощи общепринятых методов [5]: реакция почвенного раствора определялась потенциометрическим методом; сумма обменных оснований по Каппену-Гильковицу; гумус по Тюрину; нитратный азот с помощью ион-селективного электрода; подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину. Учет урожая зерновых осуществляли в фазу полной спелости методом прямого комбайнирования. Урожайность приводили к стандартной 14 % влажности и 100 % чистоте.

Результаты аналитических определений обработаны методами дисперсионного анализа и описательной статистики [6].

Погодные условия вегетационного сезона 2013–2014 гг. характеризовались как избыточно увлажненные. Средняя температура воздуха за период наблюдений составила 16 °С и соответствовала среднемноголетним данным. Вегетационный период 2015 г. по температурному режиму также соответствовал среднемноголетним данным. Сумма осадков за период май–сентябрь составила 207 мм, что ниже нормы на 26 мм. Избыточное увлажнение отмечалось только в

июньский период (среднее превышение нормы на 27 мм).

Результаты и их обсуждение. Количество нитратного азота в пахотных почвах в течение вегетационного периода сильно варьирует в зависимости от интенсивности процессов нитратообразования, которые, в свою очередь, определяются погодными и агротехническими условиями, биологическими особенностями возделываемых культур. Под посевами ячменя содержание нитратного азота было очень динамичным ($C_v = 22\text{--}101\%$). Наряду с его накоплением за счет текущей нитрификации одновременно происходило обеднение его запаса к июлю и августу в результате интенсивного потребления культурой. Уменьшение количества азота к уборке ячменя на всех вариантах опыта до 5–8 мг/кг являлось результатом выноса элемента отрастающим подгоном ячменя. В июле 2014 г. количество нитратного азота в почве полей ячменя оставалось повышенным и высоким на всех фонах основной обработки (12–26 мг/кг).

Анализ среднесезонного содержания нитратного азота в агрочерноземе посевов ячменя показал, что его возделывание по яровому рапсу формировало близкий средний уровень обеспеченности (табл.1). На вспашке среднее содержание нитратного азота в 0–20 см слое агрочернозема соответствовало средней обеспеченности (11 мг/кг), на фоне ресурсосберегающих технологий – низкой (8 мг/кг) без существенной дифференциации 0–20 см слоя почвы.

Таблица 1

**Агрохимическое состояние агрочернозема при возделывании ячменя
(среднее за 2013–2015 гг.), мг/кг**

Прием обработки	Слой, см	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Отвальная	0–10	12,1	5,1	20,0
	10–20	10,7	5,0	19,6
Минимальная	0–10	7,9	5,1	20,0
	10–20	8,4	4,5	18,2
Нулевая	0–10	8,2	5,4	19,8
	10–20	8,3	5,4	17,3
НСР ₀₅		3,3	Fф<Fт	Fф<Fт

Почвенные фосфаты, в отличие от минеральных форм почвенного азота, которые неустойчивы и легко теряются в результате улетучивания и вымывания, весьма устойчивы. Не-

достаток фосфора в почвах снижает продуктивность сельскохозяйственных культур. Особенно отчетливо это проявляется при коротком вегетационном периоде растений, в обстановке хо-

лодного климата и засушливых условиях Средней Сибири [7]. Более всего фосфор необходим растениям в начальный период их развития, особенно при недостатке тепла.

Установлено, что почва в посевах ячменя отличалась высокой обеспеченностью подвижным фосфором по годам исследований (5–6 мг/кг). Лучшие условия для накопления подвижных фосфатов в агрочерноземе складывались на нулевой обработке. Но эти различия по сравнению со вспашкой и минимальной обработкой математически не доказываются по срокам отбора образцов. Характер сезонной динамики P_2O_5 имел схожую направленность и интенсивность по фонемам основной обработки почвы ($C_v = 8–30\%$). Минимальное содержание подвижного фосфора отмечалось в период интенсивного потребления культурой элементов питания.

На вспашке и ресурсосберегающих технологиях основной обработки среднее содержание P_2O_5 в 0–20 см слое агрочернозема за период исследований составило 5 мг/кг. Поверхностная обработка почвы дисковым определила небольшую дифференциацию 0–20 см слоя почвы по содержанию подвижного фосфора. Разница между слоями составила 0,6 мг/кг.

Постоянное перераспределение ионов калия в системе «твердая фаза почвы – почвенный раствор», а также трансформация их положения в твердой фазе почвы требуют периодической регистрации этих изменений [8]. Результаты исследований показали, что агрочерноземы микцеллярно-карбонатные в условиях полевого опыта отличались средней и низкой обеспеченностью обменным калием, что обусловлено среднесуглинистым гранулометрическим составом и более высокой подвижностью обменного калия. В сезонной динамике обменного калия в агрочерноземе ($C_v = 4–27\%$) отмечался период всходов, характеризующийся более высоким

содержанием элемента. По мере роста и развития культуры содержание обменного калия несколько снижалось. Существует мнение [9], что содержание обменной формы калия довольно хорошо демонстрирует режим его накопления в почве, но плохо – масштабы его потребления. При длительном дефицитном балансе калия содержание в почве его подвижных форм стабилизируется на низком уровне, несмотря на вынос элемента культурой. В таких условиях питание растений обеспечивается за счет потенциальных запасов калия.

Оценка среднесезонного содержания обменного калия в посевах ячменя показала, что на вспашке и ресурсосберегающих технологиях основной обработки почвы под культуру в слое 0–10 см сформирован близкий средний уровень обеспеченности элементом питания (20 мг/кг). В слое 10–20 см отмечается низкая обеспеченность обменным калием. Дифференциация 0–20 см слоя по содержанию K_2O с разницей на 2–3 мг/кг выявлена при использовании минимальной и нулевой обработки под ячмень. Исследованиями, проведенными на черноземах Канской лесостепи при длительном применении минимальной обработки, показано увеличение содержания нитратного азота, подвижных форм фосфора и обменного калия в 0–10 см слое почвы [10].

Урожайность ячменя во все годы исследований на отвальной и минимальной обработке почвы, как правило, имела близкие величины и достоверно не отличалась между собой. Исключение составлял 2014 г., когда при возделывании ячменя на минимальной обработке был сформирован максимальный урожай культуры (4,3 т/га). Прямой посев снижал урожайность зерна культуры за годы исследований на 31–50 % по сравнению с отвальной и минимальной обработками (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность ячменя в зависимости от обработки почвы, т/га

Прием обработки	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2013–2015 гг.
Отвальная	2,64	3,11	2,92	2,89
Минимальная	3,69	4,30	4,03	4,01
Нулевая	2,72	1,10	2,31	2,04
НСП ₀₅	0,72	0,95	1,05	

Обобщая литературные данные, отметим, что оценка влияния способов основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур показывает неоднозначные результаты: зяблевая обработка либо превосходит по урожайности безотвальное рыхление и плоскорезную обработку, либо уступает, либо разницы не отмечается [11–13]. По мнению Н.В. Перфильева [14], уровень урожайности сельскохозяйственных культур определяет экономическую эффективность производства. Считается, что прямые затраты не оказывают основного влияния на доходность технологий при различных способах основной обработки почвы, так как они составляют в общей структуре всего 0,4–5,6 %. А.Н. Власенко с соавт. [15] отмечают, что снижение затрат механической энергии на обработку поч-

вы является недостаточным условием прибыльности земледелия. Поскольку в таких условиях проявляются неблагоприятные агроэкологические изменения в агроценозе.

Исследованиями установлено, что переход к минимальной и нулевой обработкам почвы давал значительные преимущества в экономии затрат средств на 1 гектар (табл. 3). Возделывание ячменя по минимальной обработке определяло снижение затрат средств по сравнению с отвальной обработкой в среднем за годы исследований на 8 %, по нулевой технологии – на 38 %. При этом существенное снижение урожайности ячменя в зернопаровом севообороте на нулевой обработке определило невысокую прибыль. При производстве зерна культуры она составила 2564 руб/га.

Таблица 3

**Экономическая эффективность приемов основной обработки почвы
при возделывании ячменя (среднее за 2013–2015 гг.)**

Показатель	Прием обработки		
	отвальная	минимальная	нулевая
Урожайность, т/га	2,89	4,01	2,00
Затраты средств, руб/га	14386,4	13221,3	8842,9
Себестоимость, руб/т	4999,2	3311,5	4982,8
Прибыль, руб/га	3579,3	11724,4	2564,1
Рентабельность, %	24,8	88,4	25,2

Экономически более выгодным явилось производство зерна ячменя при обработке почвы дисковым осесом, где рентабельность составила в среднем 88 %. Важно отметить, что эффективность систем обработки оценивается различными авторами неоднозначно [16–19]. Это определяется длительностью применения способов обработки почвы, метеорологическими условиями, возделываемыми культурами, уровнем применения удобрений и средств защиты.

Заключение. Возделывание ячменя в зернопаровом севообороте по ресурсосберегающим технологиям основной обработки существенно снизило содержание нитратного азота, определив его низкую обеспеченность. Приемы основной обработки обусловили близкие величины накопления подвижного фосфора и обменного калия в 0–20 см слое агрочернозема. Минимальная и нулевая обработки определили поверхностную локализацию обменного калия в 0–10 см слое почвы. Прямой посев снижал урожайность зерна ячменя за годы исследований

на 31–50 % по сравнению с отвальной и минимальной обработками. Наиболее приемлемыми по оценке экономической эффективности под ячмень являются поверхностные обработки.

Список источников

1. *Ивченко В.К., Полосина В.А., Штеле А.А.* Влияние приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2019. № 7. С. 50–58.
2. *Кураченко Н.Л., Колесник А.А., Парченко Е.С.* Микроструктурная организация агрочерноземов Красноярской лесостепи в условиях основной обработки // Агрофизика. 2020. № 2. С. 14–20.
3. *Рзаева В.В., Еремин Д.И.* Влияние основной обработки почвы на содержание гумуса в черноземе выщелоченном // Агрофорум. 2021. № 6. С. 38–40.

4. Митрофанов Ю.И. Ресурсосберегающая обработка почвы под озимую рожь на осушаемых землях // Земледелие. 2010. № 5. С. 15–16.
5. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М.: Наука, 1975. 487с.
6. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1995. 319 с.
7. Волошин Е.И. Почвенная и растительная диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур: учеб. пособие. Красноярск, 2014. 110 с.
8. Бобренко И.А., Матвейчик О.А., Шмидт А.Г. Изменение содержания подвижного калия в почвах лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 3. С. 14–19.
9. Якименко В.Н. Баланс калия, урожайность культуры и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2019. № 10. С. 16–24.
10. Кураченко Н.Л. Пространственно-временная динамика агрохимических показателей чернозема в условиях минимальной обработки // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 2018. С. 42–45.
11. Эффективность приемов основной обработки под яровой ячмень на черноземах Курской области / Д.В. Дубовик [и др.] // Земледелие. 2021. № 2. С. 44–48.
12. Зенин Н.Н., Бызов И.С. Влияние способов основной обработки почвы на агрофизические свойства серой лесной почвы и урожайность ячменя, пшеницы // Освоение адаптивно-ландшафтных систем и агротехнологий на целинных землях. Куртамыш: Куртамыш. тип., 2009. С. 76–80.
13. Шурупов В.Г., Полоус В.С. Влияние способов основной обработки почвы и других факторов на засоренность в звене севооборота // Земледелие. 2011. № 1. С. 28–30.
14. Перфильев Н.В. Оценка эффективности систем основной обработки почвы в Северном Зауралье // Земледелие. 2014. № 5. С. 17–19.
15. Перспективы минимализации основной обработки сибирских черноземов при возделывании зерновых культур / А.Н. Власенко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 7. С. 5–14.
16. Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., Калюжина Е.Л. Применение минимальных технологий и прямого посева в полевых севооборотах Южного Зауралья // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5. С. 56–62.
17. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Эффективность технологий различной интенсификации возделывания культур на черноземе типичном // Владимирский земледелец. 2016. № 4. С. 16–19.
18. Власенко А.Н., Коротких Н.А. Перспективы технологии No-Till в Сибири // Земледелие. 2014. № 1. С. 16–19.
19. Ивченко В.К., Михайлова З.И. Некоторые пути снижения затрат ископаемой энергии на черноземах выщелоченных Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4. С. 3–9.

References

1. Ivchenko V.K., Polosina V.A, Shtele A.A. Vliyanie priemov osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli chernozema vyschelochennogo Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2019. № 7. S. 50–58.
2. Kurachenko N.L., Kolesnik A.A., Parchenko E.S. Mikrostrukturnaya organizaciya agrochernozemov Krasnoyarskoj lesostepi v usloviyah osnovnoj obrabotki // Agrofizika. 2020. № 2. S. 14–20.
3. Rzaeva V.V., Eremin D.I. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na soderzhanie gumusa v chernozeme vyschelochennom // Agroforum. 2021. № 6. S. 38–40.
4. Mitrofanov Yu.I. Resursosberegayuschaya obrabotka pochvy pod ozimuyu rozh' na osushaemyh zemlyah // Zemledelie. 2010. № 5. S. 15–16.
5. Agrohicheskie metody issledovaniya pochv / pod red. A.V. Sokolova. M.: Nauka, 1975. 487s.
6. Dmitriev E.A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. M.: Izd-vo MGU, 1995. 319 s.
7. Voloshin E.I. Pochvennaya i rastitel'naya diagnostika mineral'nogo pitaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: ucheb. posobie. Krasnoyarsk, 2014. 110 s.
8. Bobrenko I.A., Matvejchik O.A., Shmidt A.G. Izmenenie soderzhaniya podvizhnogo kaliya v pochvah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestnik Omskogo GAU. 2020. № 3. S. 14–19.

9. Yakimenko V.N. Balans kaliya, urozhajnost' kul'tury i kalijnoe sostoyanie pochvy v dlitel'nom polevom opyte lesostepi Zapadnoj Sibiri // Agrohimiya. 2019. № 10. S. 16–24.
10. Kurachenko N.L. Prostranstvenno-vremennaya dinamika agrohimicheskikh pokazatelej chernozema v usloviyah minimal'noj obrabotki // Problemy sovremennoj agrarnoj nauki: matly mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2018. S. 42–45.
11. 'Effektivnost' priemov osnovnoj obrabotki pod yarovoj yachmen' na chernozemah Kurskoj oblasti / D.V. Dubovik [i dr.] // Zemledelie. 2021. № 2. S. 44–48.
12. Zenin N.N., Byzov I.S. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie svojstva seroj lesnoj pochvy i urozhajnost' yachmenya, pshenicy // Osvoenie adaptivno-landshaftnyh sistem i agrotehnologij na celinnyh zemlyah. Kurtamysh: Kurtamysh. tip., 2009. S. 76–80.
13. Shurupov V.G., Polous V.S. Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i drugih faktorov na zasorennost' v zvene sevooborota // Zemledelie. 2011. № 1. S. 28–30.
14. Perfil'ev N.V. Ocenka 'effektivnosti sistem osnovnoj obrabotki pochvy v Severnom Zaural'e // Zemledelie. 2014. № 5. S. 17–19.
15. Perspektivy minimalizacii osnovnoj obrabotki sibirskih chernozemov pri vozdeleyvanii zernovykh kul'tur / A.N. Vlasenko [i dr.] // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2010. № 7. S. 5–14.
16. Ageev A.A., Anisimov Yu.B., Kalyuzhina E.L. Primenenie minimal'nykh tehnologij i pryamogo poseva v polevykh sevooborotah Yuzhnogo Zaural'ya // Sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2021. № 5. S. 56–62.
17. Vislobokova L.N., Skorochkin Yu.P., Voroncov V.A. 'Effektivnost' tehnologij razlichnoj intensifikacii vozdeleyvaniya kul'tur na chernozeme tipichnom // Vladimirskij zemledec. 2016. № 4. S. 16–19.
18. Vlasenko A.N., Korotkih N.A. Perspektivy tehnologii No-Till v Sibiri // Zemledelie. 2014. № 1. S. 16–19.
19. Ivchenko V.K., Mihajlova Z.I. Nekotorye puti snizheniya zatrat iskopaemoj 'energii na chernozemah vyschelochennykh Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2019. № 4. S. 3–9.

Статья принята к публикации 31.03.2022 / The article accepted for publication 31.03.2022.

Информация об авторах:

Алексей Сергеевич Колесников, аспирант кафедры почвоведения и агрохимии

Наталья Леонидовна Кураченко, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, доктор биологических наук, профессор

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

Анастасия Викторовна Шаропатова, доцент кафедры организации и экономики сельскохозяйственного производства, кандидат экономических наук

Information about the authors:

Alexey Sergeevich Kolesnikov, Postgraduate student at the Department of Soil Science and Agrochemistry

Natalya Leonidovna Kurachenko, Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Doctor of Biological Sciences, Professor

Vasily Nikolaevich Romanov, Chief Researcher, Laboratory of Variety Agrotechnologies, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Anastasia Viktorovna Sharopatova, Associate Professor at the Department of Organization and Economics of Agricultural Production, Candidate of Economic Sciences