

Наталья Леонидовна Кураченко^{1✉}, Алена Андреевна Колесник²

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

¹kurachenko@mail.ru

²airlexxx@mail.ru

АГРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Цель исследования – оценить агрохимическое состояние чернозема выщелоченного Чулымо-Енисейской лесостепи в условиях перехода к органическому земледелию. Исследования проведены в землепользовании ООО «КХ Родник» Балахтинского района, расположенного в Чулымо-Енисейской лесостепи Красноярского края. В посевах культур, возделываемых по паровому предшественнику на интенсивном фоне и обработанной 27-летней дерновинной залежи, дана оценка реакции почвенного раствора, обеспеченности 0–20 см слоя почвы минеральным азотом, подвижным фосфором и обменным калием. Показано, что реакция почвенного раствора чернозема в посевах культур, возделываемых в севообороте на интенсивном фоне, в среднем оценивается как нейтральная (6,9–7,3 ед. рН). По обработанной залежи отмечено достоверно снижение рН₂₀ до слабокислой реакции почвенного раствора (6,3–6,5 ед. рН). Функционирование 27-летней дерновинной залежи и ее повторное освоение определило существенное изменение обеспеченности чернозема аммонийным, нитратным азотом и подвижным фосфором. В посевах двух пшениц, возделываемых на интенсивном фоне, чернозем оценивался средней и низкой обеспеченностью аммонийным и нитратным азотом (2–10 мг/кг). По обработанной залежи сформировалась высокая и средняя обеспеченность аммонийным азотом (8–17 мг/кг), очень высокая и повышенная – нитратным (21–16 мг/кг). В полях пшениц, возделываемых на интенсивном фоне, обеспеченность P₂O₅ соответствовала повышенной и средней обеспеченности этим элементом питания (210–195 мг/кг). Оставление почвы в залежном состоянии на 27 лет привело к снижению содержания подвижных фосфатов до низкого и очень низкого уровня (52–130 мг/кг).

Ключевые слова: чернозем, аммонийный азот, нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий, интенсивные технологии, залежь

Для цитирования: Кураченко Н.Л., Колесник А.А. Агрохимическое состояние чернозема Чулымо-Енисейской лесостепи при освоении залежи для целей органического земледелия // Вестник КрасГАУ. 2024. № 5. С. 85–92. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-85-92.

Natalya Leonidovna Kurachenko^{1✉}, Alena Andreevna Kolesnik²

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

¹kurachenko@mail.ru

²airlexxx@mail.ru

AGROCHEMICAL STATE OF THE CHULYM-YENISEI FOREST-STEPPE CHERNOZEM DURING FALLOW LANDS DEVELOPMENT FOR ORGANIC FARMING PURPOSES

The purpose of the study is to assess the agrochemical state of leached chernozem in the Chulym-Yenisei forest-steppe under conditions of transition to organic farming. Research was carried out in the land use of KH Rodnik LLC in the Balakhta District, located in the Chulym-Yenisei forest-steppe of the Krasnoyarsk Region. In crops cultivated using a fallow predecessor against an intensive background and cultivated 27-year-old turf fallow, an assessment was made of the reaction of the soil solution, the provi-

sion of the 0–20 cm soil layer with mineral nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium. It has been shown that the reaction of the soil solution of chernozem in crops cultivated in crop rotation according to an intensive background is on average assessed as neutral (6.9–7.3 pH units). In the treated fallow, there was a significant decrease in pH₂₀ to a slightly acidic reaction of the soil solution (6.3–6.5 pH units). The functioning of the 27-year-old turf fallow and its redevelopment determined a significant change in the supply of chernozem with ammonium, nitrate nitrogen and mobile phosphorus. In the crops of two wheats cultivated under intensive conditions, chernozem was assessed as having medium and low levels of ammonium and nitrate nitrogen (2–10 mg/kg). The treated fallow formed a high and medium supply of ammonia nitrogen (8–17 mg/kg), a very high and increased supply of nitrate nitrogen (21–16 mg/kg). In wheat fields cultivated under intensive conditions, the supply of P₂O₅ corresponded to an increased and average supply of this nutrient (210–195 mg/kg). Leaving the soil fallow for 27 years resulted in a decrease in the content of mobile phosphates to low and very low levels (52–130 mg/kg).

Keywords: chernozem, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, intensive technologies, soil fallow

For citation: Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. Agrochemical state of the Chulym-Yenisei forest-steppe chernozem during fallow lands development for organic farming purposes // Bulliten KrasSAU. 2024;(5): 85–92 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-85-92.

Введение. Продолжающийся рост населения и увеличение потребления продовольствия на душу населения предполагают, что расширение пахотных земель в будущем неизбежно, что может поставить под угрозу районы с высокой экологической ценностью и границы, богатые биологическим разнообразием. Несмотря на надвигающуюся нехватку земель для сельского хозяйства и усиливающиеся конфликты в сфере землепользования, заброшенность пахотных земель широко распространена во всем мире [1, 2]. Оценки, сделанные на основе спутниковых снимков, показывают, что наряду с увеличением общей площади пахотных земель на 217 млн га с 2003 по 2019 г. во всем мире имело место массовое забрасывание пахотных земель (79 млн га) [3]. В Красноярском крае площадь неиспользуемой пашни по состоянию на 1 января 2021 г. оценивалась в 1,04 млн га [4].

Длительное пребывание почв в стадии за­растания естественной травянистой растительностью положительно отражается на ряде почвенных характеристик [5–7]. Недавние исследования и проекты по управлению земельными ресурсами подчеркнули возможность повторного возделывания заброшенных пахотных земель для производства продуктов питания [8]. Залежные и неиспользуемые в сельскохозяйственном производстве пахотные земли могут играть значительную роль при переходе сельскохозяйственных предприятий к системе органического земледелия. Производственная система органического земледелия позиционируется как недорогая и экологичная, направленная

на улучшение здоровья человека и почвы, улучшение состояния окружающей среды и устойчивости сельского хозяйства [9].

Цель исследования – оценить агрохимическое состояние чернозема выщелоченного Чулымо-Енисейской лесостепи в условиях перехода к органическому земледелию.

Объекты и методы. Исследование проведено в 2021–2023 гг. в землепользовании ООО «КХ Родник» Балахтинского района, расположенного в Чулымо-Енисейской лесостепи. Объектами исследования в производственном опыте являлись черноземы выщелоченные тяжелосуглинистого гранулометрического состава и культуры звена севооборота пшеница – пшеница, возделываемые по чистому пару на интенсивном фоне с применением удобрений и средств защиты. При возделывании яровой пшеницы по интенсивной технологии проведено предпосевное (аммофос + аммиачная селитра) и припосевное (аммиачная селитра) внесение удобрений в дозе N₁₁₀P₃₅ с применением пестицидов «Кинг Комби», КС; «Аксиал», КЭ; «Камаро», СЭ; «Хит», СП; «Декстер», КС. По органической технологии культуры звена севооборота пшеница – пшеница – кукуруза возделывались без удобрений и средств защиты. Посев культур осуществлялся по обработанной в 2020 г. 27-летней дерновинной залежи, расположенной в одном земельном массиве с участком, где культуры возделывались по интенсивной технологии.

Для оценки агрохимического состояния почв в условиях интенсивной и органической технологии возделывания сельскохозяйственных

культур в пределах полей были выделены учетные делянки общей площадью по 10 000 м². Перед посевом культур и после их уборки провели отбор почвенных образцов с каждого поля в 10-кратной повторности с глубины 0–20 см. В образцах определяли: нитратный азот (ГОСТ 26951-86); аммонийный азот (ГОСТ 26489-85); подвижный фосфор (ГОСТ 26204-91); обменный калий (ГОСТ 26204-91); реакцию почвенного раствора – ионометрическим методом по ГОСТ 26423-85. Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа и описательной статистики с помощью программы MS Excel [10].

Результаты и их обсуждение. Комплекс агрохимических свойств почв отражает состояние плодородия и обуславливает урожайность сельскохозяйственных культур. Почвенный рас-

твор, являясь активной и динамичной частью почвы, связан с ее питательным режимом. Микроорганизмы почвы и растения, произрастающие на ней, изменяют состав раствора, извлекая из него питательные элементы и ведя к подкислению или подщелачиванию, т. е. к изменению реакции. Реакция в то же время влияет на микробиологические процессы и усвоение растениями элементов питания. Она может быть изменена также воздействием антропогенных факторов: обработкой почвы и удобрениями [11]. Исследованиями установлено, что реакция почвенного раствора чернозема в посевах пшеницы, возделываемой в севообороте по интенсивному фону, в среднем оценивается как нейтральная с пространственным варьированием признака от слабокислой до нейтральной (Cv = 5–6 %) (табл. 1).

Таблица 1

Статистические характеристики пространственного распределения рН_{N2O} в черноземе (0–20 см; n = 10), ед. рН_{N2O}

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Х _{ср}	Cv, %	Х _{ср}	Cv, %
Пшеница (2021 г.)	Интенсивная	7,0	6	7,3	5
	Органическая	6,3	6	6,3	6
p		0,001*		0,024*	
Пшеница (2022 г.)	Интенсивная	7,3	5	6,9	6
	Органическая	6,5	6	6,5	8
p		0,007*		0,184	
Кукуруза (2023 г.)	Интенсивная	–		–	
	Органическая	6,3	2	6,5	2

Здесь и далее: X – среднееарифметическое значение; Cv – коэффициент варьирования; (*) – достоверные значения показателя.

В посевах сельскохозяйственных культур, возделываемых по обработанной залежи, отмечено достоверно снижение рН_{N2O} до слабокислой реакции почвенного раствора (6,3–6,5 ед. рН), сохраняющееся стабильно в пространстве (Cv = 2–6 %). Эта закономерность объясняется накоплением в пахотном слое чернозема продуктов промежуточного распада травянистой сорной растительности (лигнина, клетчатки, высокомолекулярных органических кислот и др.).

Устойчивое функционирование агроэкосистем в земледелии определяется созданием оп-

тимальных условий потребления сельскохозяйственными культурами азота, находящегося в первом минимуме [12]. Перед посевом двух пшениц, возделываемых на интенсивном фоне, чернозем оценивался средней и низкой обеспеченностью аммонийным азотом (6–9 мг/кг) (табл. 2). Высокая и средняя обеспеченность этой формой минерального азота выявлена в почве звена севооборота пшеница – пшеница – кукуруза по органической технологии (8–17 мг/кг).

Таблица 2

**Статистические характеристики пространственного распределения аммонийного азота
в черноземе (0–20 см; n = 10), мг/кг**

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Хср	Сv, %	Хср	Сv, %
Пшеница (2021 г.)	Интенсивная	8,7	17	6,4	25
	Органическая	17,0	86	7,2	79
p		0,040*		0,125	
Пшеница (2022 г.)	Интенсивная	5,9	17	4,6	26
	Органическая	7,7	31	7,3	130
p		0,075		0,000*	
Кукуруза (2023 г.)	Интенсивная	–		–	
	Органическая	9,5	10	6,9	29

Более широкий размах пространственного варьирования содержания аммонийного азота (Сv = 29–130 %) в послеуборочный период в полях культур, возделываемых по органической технологии, обусловлен локализацией и процессами разложения растительных остатков залежной экосистемы. В среднем обеспеченность этой формой минерального азота после уборки культур оценивалась на низком уровне (5–7 мг/кг), что обусловлено выносом аммонийного азота, как правило, во вторую половину вегетации и активным развитием процессов нитрификации.

Замедление процессов нитрификации, связанное с погодными условиями начала вегетационного периода 2021 г., определило очень низкую обеспеченность черноземов нитратным азотом. Его количество по полям в период по-

сева пшеницы не превышало 2 мг/кг. Наличие достаточного количества лабильного органического вещества в почве после заделки растительных остатков залежной экосистемы, их разложение в почве способствовало пополнению почвенного раствора минеральным азотом. Без внесения минеральных удобрений за счет текущей нитрификации обеспеченность нитратным азотом после возделывания яровой пшеницы по залежи была достоверно выше, чем по паровому предшественнику и с внесением аммиачной селитры в стартовой дозе. Очень высокая обеспеченность нитратным азотом в почве отмечена после возделывания яровой пшеницы по залежи (21 мг/кг), несмотря на то, что в почвах автоморфного ряда эта форма является основным источником доступного для растений азота [13] (табл. 3).

Таблица 3

**Статистические характеристики пространственного распределения нитратного азота
в черноземе (0–20 см; n = 10), мг/кг**

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Хср	Сv, %	Хср	Сv, %
Пшеница (2021 г.)	Интенсивная	1,5	93	8,6	86
	Органическая	1,0	75	21,2	72
p		0,280		0,000*	
Пшеница (2022 г.)	Интенсивная	7,8	62	9,8	13
	Органическая	15,9	33	8,7	129
p		0,006*		0,070	
Кукуруза (2023 г.)	Интенсивная	–		–	
	Органическая	18,6	25	13,0	23

В условиях органического земледелия по залежи к началу посева второй и третьей культуры сформировалась повышенная обеспеченность нитратным азотом (16–19 мг/кг). При этом в пределах поля содержание нитратного азота варьировало в средней степени ($C_v = 33\%$) от средней до очень высокой обеспеченности (10–27 мг/кг). Это подтверждает тот факт, что лабильное органическое вещество обработанной залежи находится еще в стадии трансформации и формирует пищевой режим почвы. Средний и повышенный уровень обеспеченности почвы нитратным азотом выявлен на всех фонах после уборки культур севооборота (9–13 мг/кг).

Главным фактором, определяющим содержание фосфора и его подвижность в почве, считается систематическое применение органических и минеральных удобрений. В старопахотных почвах подвижный фосфор постепенно потребляется, но возврат практически отсутствует, поскольку фосфорные удобрения не вносят [14]. Пахотные черноземы достоверно отличались по содержанию подвижного фосфора. В полях пшениц, возделываемых на интенсивном фоне, обеспеченность P_2O_5 соответствовала повышенной и средней обеспеченности элементом питания (210–195 мг/кг) (табл. 4).

Таблица 4

Статистические характеристики пространственного распределения подвижного фосфора в черноземе (0–20 см; $n = 10$), мг/кг

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Хср	$C_v, \%$	Хср	$C_v, \%$
Пшеница (2021 г.)	Интенсивная	210,0	28	140,6	25
	Органическая	129,6	15	99,5	13
p		0,001*		0,022*	
Пшеница (2022 г.)	Интенсивная	194,8	31	144,8	41
	Органическая	116,1	6	51,9	18
p		0,003*		0,000*	
Кукуруза (2023 г.)	Интенсивная	–		–	
	Органическая	77,3	19	70,4	16

Оставление почвы в залежь на 27 лет привело к снижению содержания подвижных фосфатов в 0–20 см слое почвы в среднем на 80 мг/кг и оценивалось как низкое. Пространственное распределение подвижного фосфора на этом поле сопровождалось увеличением доли выборки, приближающейся к минимальному значению (96,0–170,0 мг/кг). По данным [15], при наличии повышенной гидролитической кислотности почв размеры мобилизации P_2O_5 в пару увеличиваются на 35–39 %. Содержание подвижных форм фосфора определялось его сезонной динамикой и потреблением сельскохозяйственными культурами севооборота. К осеннему периоду его количество в посевах яровой пшеницы на интенсивном фоне уменьшалось на

50–69 мг/кг и соответствовало низкой обеспеченности (141–145 мг/кг). На органическом фоне обеспеченность почвы звена севооборота в послеуборочный период оценивалась как очень низкая (100–52 мг/кг).

Специфика минералогического состава и большое содержание в черноземах Красноярского края ила является причиной повышенной обеспеченности их валовым калием, что отражается на обеспеченности почв обменной формой. Черноземы Чулымо-Енисейской лесостепи аккумулировали значительное количество обменного калия и характеризовались как очень высокообеспеченные на всех фонах земледелия (табл. 5).

**Статистические характеристики пространственного распределения
обменного калия в черноземе (0–20 см; n = 10), мг/кг**

Агроценоз	Технология	Весна		Осень	
		Хср	Сv, %	Хср	Сv, %
Пшеница (2021 г.)	Интенсивная	195,8	59	166,3	52
	Органическая	231,9	46	156,1	39
p		0,470		0,302	
Пшеница (2022 г.)	Интенсивная	151,9	21	180,3	28
	Органическая	172,1	45	177,8	29
p		0,449		0,566	
Кукуруза (2023 г.)	Интенсивная	–		–	
	Органическая	155,7	15	131,5	17

При пространственной вариабельности показателя от 15 до 59 % они статистически не отличались по накоплению обменного калия в пахотном слое до и после уборки культур ($p = 0,302–0,566$). Вынос обменного калия культурами из 0–20 см слоя почвы обуславливал снижение концентрации элемента при сохранении высокой и очень высокой обеспеченности. Отсутствие подвижности обменного калия в тяжелых по гранулометрическому составу почвах, биогенные процессы, влияние механических обработок почвы, ускоряющих выветривание калиесодержащих минералов, являются причинами накопления K_2O в 0–20 см слое черноземов.

Заключение. Функционирование 27-летней дерновинной залежи в условиях Чулымо-Енисейской лесостепи и ее повторное освоение определило существенное изменение показателей эффективного плодородия. В посевах сельскохозяйственных культур, возделываемых по обработанной залежи в течение трех лет, по сравнению с интенсивным фоном по паровому предшественнику отмечено достоверное снижение реакции почвенного раствора до слабокислого уровня (6,3–6,5 ед. рН); установлена высокая и средняя обеспеченность аммонийным азотом (8–17 мг/кг). Трансформация лабильного органического вещества обработанной залежи уже в первый год формировала очень высокую обеспеченность нитратным азотом (21 мг/кг), а далее повышенную под посевами второй пшеницы и кукурузы (16–19 мг/кг). Оставление почвы в залежь на длительный срок привело к снижению содержания подвижных фосфатов в 0–20 см слое почвы в среднем на 80 мг/кг и оценивалось как низкое и очень низкое, что не от-

разилось на содержании обменного калия при высокой и очень высокой обеспеченности им агрочернозема.

Список источников

- Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е.В. Алхименко [и др.]; Мин-во сельского хозяйства и торговли Красноярского края. Красноярск, 2020. 48 с.
- Agricultural abandonment and recultivation during and after the Chechen Wars in the northern Caucasus / Yin H. [et al.] // Glob. Environ. Change 55. P. 149–159 (2019).
- Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century / P. Potapov [et al.] // Nat. Food, 2021. DOI: 10.1038/s43016-021-00429-z.
- Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. М.: Росинформагротех, 2022. 384 с.
- Еремин Д.И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопашотных черноземов лесостепной зоны Зауралья // Плодородие. 2014. № 1 (76). С. 24–26.
- Куликова Е. Г., Великанова Г.С., Каширина Н.В. Агрохимический состав залежных земель под разными типами растительности // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 25–26 января 2018 г. Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2018. С. 61–65.

7. Попков А.П., Сорокина О.А. Влияние повторного освоения залежей на свойства почв в Красноярской лесостепи // АгроЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). URL: <https://agroecoinfo.ru>.
8. Meeting global challenges with regenerative agriculture producing food and energy / L.A. Schulte [et al.] // Nat. Sustainabil. 2021. DOI: 10.1038/s41893-021-00827-y.
9. A review of the influences of organic farming on soil quality, crop productivity and produce quality / C.S. Aulakha [et al.] // Journal of Plant Nutrition. 2022. Vol. 45. P. 1884–1905.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
11. Азизов З.М. Кислотность чернозема южного и урожайность озимой пшеницы при разных приемах основной обработки почвы и удобрений в севообороте // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 35–42.
12. Кураченко Н.Л., Колесник А.А. Содержание и пространственное распределение подвижных элементов питания агрочерноземов в зависимости от способов основной обработки почвы // Агрохимия. 2020. № 7. С. 11–16.
13. Кураченко Н.Л., Бопп В.Л. Режим нитратного азота в черноземе при возделывании многолетних трав // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 29–33.
14. Груздева Н.А., Еремин Д.И. Фосфорный режим пахотных серых лесных почв Северного Зауралья // Агрохимический вестник. 2017. № 5. С. 12–15.
15. Синещев В.Е., Ткаченко Г.И. Особенности динамики подвижного фосфора в почве при минимизации основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 6(241). С. 11–18.
- northern Caucasus / Yin H. [et al.] // Glob. Environ. Change 55. P. 149–159 (2019).
3. Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century / P. Potapov [et al.] // Nat. Food, 2021. DOI: 10.1038/s43016-021-00429-z.
4. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. М.: Росинформгroteh, 2022. 384 с.
5. Eremin D.I. Zalezh' kak sredstvo vosstanovleniya sodержaniya i zapasov gumusa staropahotnyh chernozemov lesostepnoj zony Zaural'ya // Plodorodie. 2014. № 1 (76). S. 24–26.
6. Kulikova E. G., Velikanova G.S., Kashirina N.V. Agrohimičeskij sostav zaleznyh zemel' pod raznymi tipami rastitel'nosti // Prirodnosursnyj potencial, `ekologiya i ustojchivoe razvitie regionov Rossii: sb. st. XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Penza, 25–26 yanvarya 2018 g. Penza: Penzen. gos. agrar. un-t, 2018. S. 61–65.
7. Popkov A.P., Sorokina O.A. Vliyanie povtornogo osvoeniya zalezhej na svojstva pochv v Krasnojarskoj lesostepi // Агро`ЭкоИнфо. 2023. № 2 (56). URL: <https://agroecoinfo.ru>.
8. Meeting global challenges with regenerative agriculture producing food and energy / L.A. Schulte [et al.] // Nat. Sustainabil. 2021. DOI: 10.1038/s41893-021-00827-y.
9. A review of the influences of organic farming on soil quality, crop productivity and produce quality / C.S. Aulakha [et al.] // Journal of Plant Nutrition. 2022. Vol. 45. P. 1884–1905.
10. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statističeskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). М.: Al'yans, 2014. 351 s.
11. Azizov Z.M. Kislotnost' chernozema yuzhnogo i urozhajnost' ozimoj pshenicy pri raznyh priemah osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij v sevooborote // Успехи современного естествознания. 2018. № 2. С. 35–42.
12. Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. Soderzhanie i prostranstvennoe raspredelenie podviznyh `elementov pitaniya agrochernozemov v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy // Агрохимия. 2020. № 7. С. 11–16.
13. Kurachenko N.L., Bopp V.L. Rezhim nitratnogo azota v chernozeme pri vozdeľvanii mnogoletnih trav // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2022. № 9. С. 29–33.

References

1. Puti sohraneniya i povysheniya plodorodiya pochv Krasnojarskogo kraja: nauch.-prakt. rekomendacii / E.V. Alhimenko [i dr.]; Min-vo sel'skogo hoz'yajstva i trgovli Krasnojarskogo kraja. Krasnojarsk, 2020. 48 s.
2. Agricultural abandonment and recultivation during and after the Chechen Wars in the

14. *Gruzdeva N.A., Eremin D.I.* Fosfornyj rezhim pahotnyh seryh lesnyh pochv Severnogo Zaural'ya // *Agrohimicheskij vestnik*. 2017. № 5. S. 12–15.
15. *Sineschekov V.E., Tkachenko G.I.* Osobnosti dinamiki podvizhnogo fosfora v pochve pri minimizacii osnovnoj obrabotki // *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2014. № 6(241). S. 11–18.

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

Информация об авторах:

Наталья Леонидовна Кураченко¹, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, доктор биологических наук, профессор

Алена Андреевна Колесник², ассистент кафедры почвоведения и агрохимии, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Natalya Leonidovna Kurachenko¹, Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Doctor of Biological Sciences, Professor

Alena Andreevna Kolesnik², Assistant at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Biological Sciences

