

Научная статья/Research Article

УДК 630.114 : 631.51

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-72-79

Валентина Анатольевна Полосина^{1✉}, Владимир Кузьмич Ивченко²,
Александр Александрович Васильев³, Мария Владимировна Луганцева⁴
^{1,2,3}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
⁴Дивногорский медицинский техникум, Дивногорск, Красноярский край, Россия
¹Polosina.va@mail.ru
²v.f.ivchenko@mail.ru
³vilkas57@mail.ru
⁴marialuganceva@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследования – определить степень влияния различных систем основной обработки почвы на строение пахотного слоя, плотность сложения и твердость чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи. Полевые опыты проводили в учхозе «Миндерлинское» Красноярского ГАУ. Территория хозяйства относится к закрытой части Красноярской лесостепи. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, имеющий тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Исследования выполняли в пятипольном севообороте: сидеральный пар – яровая пшеница – ячмень – кукуруза – яровая пшеница. Схема опыта включала варианты с вспашкой на 20–22 см и без проведения основной обработки почвы. В целом состояние общей пористости на исследуемых вариантах основной обработки почвы можно охарактеризовать как отличное (55–65 %) в соответствии со шкалой Н.А. Качинского. Отмечено более сильное влияние предшественника на изменение данного показателя по сравнению с обработкой почвы. Почва посевов яровой пшеницы после сидерального пара варианта с вспашкой и посевов кукурузы варианта без обработки характеризовалась лучшим соотношением некапиллярной и капиллярной скважности. Результаты исследования показывают, что как в 2017 г., так и в 2020 г. почва под посевами второй зерновой культуры (ячмень) характеризовалась повышенной величиной капиллярной пористости и пониженной некапиллярной пористостью по сравнению с посевами яровой пшеницы и кукурузы. На варианте без обработки почвы не установлено заметного повышения величины плотности сложения по сравнению с вариантом отвальной обработки. Отказ от проведения обработки почвы не приводил к существенному ухудшению показателей строения пахотного слоя, плотности сложения и твердости чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, отвальная обработка, без проведения основной обработки, строение пахотного слоя, плотность сложения, твердость почвы

Для цитирования: Влияние систем основной обработки на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / В.А. Полосина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 72–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-72-79.

Благодарности: исследования и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения проекта «Разработка рекомендаций по устойчивому развитию технической оснащенности растениеводства в сельском хозяйстве Красноярского края».

Valentina Anatolyevna Polosina^{1✉}, Vladimir Kuzmich Ivchenko²,
Alexander Alexandrovich Vasiliev³, Maria Vladimirovna Lugantseva⁴

^{1,2,3}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

⁴Divnogorsk Medical College, Divnogorsk, Krasnoyarsk Region, Russia

¹polosina.va@mail.ru

²v.f.ivchenko@mail.ru

³vilkas57@mail.ru

⁴marialuganceva@mail.ru

INFLUENCE OF BASIC TILLAGE SYSTEMS ON AGROPHYSICAL INDICATORS OF LEACHED CHERNOZEM OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

The purpose of the study is to determine the degree of influence of various systems of basic tillage on the structure of the arable layer, density and hardness of the leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe. Field experiments were carried out at the Minderlinskoye educational farm of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The territory of the economy belongs to the closed part of the Krasnoyarsk forest-steppe. The soil of the experimental plot is leached chernozem with a heavy loamy granulometric composition. The studies were carried out in a five-field crop rotation: green manure fallow – spring wheat – barley – corn – spring wheat. The scheme of the experiment included a variant with 20–22 cm plowing and no main tillage. In general, the state of general porosity in the studied variants of the main tillage can be characterized as excellent (55–65 %) in accordance with the scale of N.A. Kachinsky. A stronger influence of the predecessor on the change in this indicator was noted compared to tillage. The soil of spring wheat crops after green manure fallow with plowing and corn crops of the variant without tillage was characterized by the best ratio of non-capillary and capillary porosity. The results of the study show that both in 2017 and 2020, the soil under the crops of the second grain crop (barley) was characterized by an increased value of capillary porosity and reduced non-capillary porosity compared to the crops of spring wheat and corn. In the variant without tillage, no noticeable increase in the bulk density was found compared to the variant of moldboard tillage. The refusal to carry out tillage did not lead to a significant deterioration in the parameters of the structure of the arable layer, the density of addition and the hardness of the leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe.

Keywords: leached chernozem, moldboard tillage, without carrying out the main tillage, structure of the arable layer, bulk density, soil hardness

For citation: Influence of basic tillage systems on agrophysical indicators of leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe / V.A. Polosina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 72–79. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-72-79.

Acknowledgments: research and publication of the paper have been financially supported by KSAU "Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific and Technical Activities" in the course of the project "Development of recommendations for the sustainable development of technical equipment for crop production in agriculture of the Krasnoyarsk Region".

Введение. Обработке по праву принадлежит ведущая роль в регулировании водного, теплового, воздушного и питательного режимов почвы [1]. Несмотря на это, среди ученых и практиков отсутствует единая точка зрения о целесообразности применения той или иной системы основной обработки почвы. Это и неудивительно, поскольку выбор системы основной обработки почвы в значительной степени зависит от целого ряда факторов, оказывающих существенное влияние на ее эффективность. К таким факторам можно отнести предшественники, уровень засоренности посевов, погодные усло-

вия и целый ряд других. С учетом же высокой антропогенной нагрузки при возделывании культурных растений на почву и широкого внедрения ресурсосберегающих технологий возникает острая необходимость в разработке адаптированных систем основной обработки почвы к конкретным почвенно-климатическим условиям, не оказывающим негативного влияния на почвенное плодородие. При этом необходимо учитывать их влияние на агрофизические свойства почвы, поскольку сельскохозяйственные культуры требуют наличия благоприятных условий произрастания [1].

Немаловажным является также и тот факт, что с точки зрения объективной оценки использования нулевой обработки требуется не только оценка конечного результата, но и отслеживание динамики тех процессов, которые происходят в течение периода перехода на прямой посев [2].

Цель исследования – определить степень влияния различных систем основной обработки почвы на строение пахотного слоя, плотность сложения и твердость чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.

Задачи: определить влияние обработки почвы и предшественников на показатели агрофизических свойств чернозема выщелоченного; установить параметры изменения плотности сложения и твердости почвы.

Исследование выполнялось в учхозе «Миндерлинское» Красноярского ГАУ.

В опыте высевали яровую пшеницу сорта Новосибирская 15, ячмень – сорта Ача. Схема опыта включала варианты с отвальной обра-

боткой (вспашка на 20–22 см) и без проведения обработки почвы.

Повторность в опыте – 4-кратная. Яровую пшеницу и ячмень высевали в третьей декаде мая. Агротехника возделывания культур соответствовала рекомендациям [3].

Строение пахотного слоя и плотность почвы устанавливали методом Н.А. Качинского [4]. При определении твердости почвы с помощью ручного пенетрометра EIJKELKAMP измерения выполняли в 20 точках на каждой делянке опыта. Измерение твердости почвы проводили с интервалом 5 см.

Результаты и их обсуждение. Важнейшей задачей в земледелии является создание оптимального строения пахотного слоя почвы, которое оказывает непосредственное влияние на уровень урожайности полевых культур [5].

Строение пахотного слоя – очень важная характеристика почвы (рис. 1).

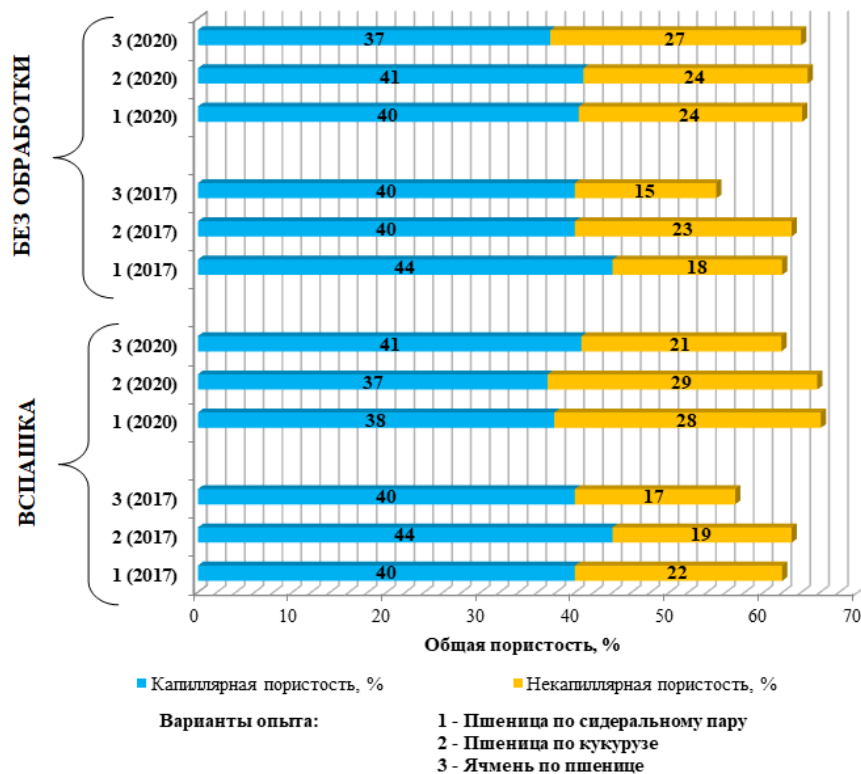


Рис. 1. Строение пахотного слоя почвы после уборки зерновых культур 0–20 см (НСР₀₅ для фактора В (слой почвы, см) – 1,00 НСР₀₅ фактора А (предшественник, способ обработки почвы) – 1,73, фактора АВ (для частных средних) – 2,45)

Результаты исследований, проведенных в 2017 г., показывают, что величина общей пористости на варианте с вспашкой составила 56–63 %, без ее проведения – 55–63 %.

Изучение влияния предшественников показало, что при размещении ячменя после яровой пшеницы величина общей пористости снижается с 62 до 56 %.

Самые низкие показатели некапиллярной пористости характерны для посевов ячменя в вариантах с вспашкой (17 %) и без проведения основной обработки (15 %).

Определение строения пахотного слоя в 2020 г. показало, что величина общей пористости в почве (посевы ячменя при проведении вспашки) ниже, чем при посеве яровой пшеницы после сидерального пара и кукурузы.

При отказе от проведения вспашки общая пористость под посевами зерновых культур была практически одинаковой. Возможно, это связано с более длительным использованием нулевой технологии обработки почвы, по сравнению с теми данными, которые получены в 2017 г. [6].

Что касается величины капиллярной и некапиллярной пористости, то в варианте с проведением вспашки осталась практически та же зависимость, которая наблюдалась и в 2017 г., когда посевы второй зерновой культуры (ячмень) характеризовались повышенной величиной капиллярной пористости и пониженной некапиллярной пористостью по сравнению с первыми посевами яровой пшеницы после сидерального пара и кукурузы.

При отказе от проведения основной обработки почвы величина капиллярной пористости под посевами ячменя понизилась по сравнению с посевами яровой пшеницы, а некапиллярной – повысилась. Мы считаем, что это связано с более высоким содержанием водопрочных агрегатов в почве варианта без проведения обработки почвы по сравнению с вариантом, на котором выполнялась вспашка [7].

Важный показатель физического состояния обрабатываемого слоя почвы является плотность сложения [5]. Как известно, трансформация структурного состава почвы, как правило, влечет за собой изменения и плотности сложения [2].

По данным Красноярского ГАУ и Красноярского НИИСХ, оптимальной плотностью посевного слоя чернозема выщелоченного для зерновых является 1,1–1,2 г/см³.

Результаты изучения величины плотности сложения на вариантах полевого опыта показали, что самая высокая величина плотности сложения почвы в 0–30 см слое почвы установлена под посевами яровой пшеницы после кукурузы в варианте без обработки (1,28 г/см³) (табл. 1).

Таблица 1

Плотность сложения почвы, г/см³

Вариант	Слой, см	Сроки		
		2018 г.		2021 г.
		посев	уборка	уборка
Вспашка				
1. Пшеница после сидерального пара	0–10	1,07	1,13	0,91
	10–20	1,25	1,16	1,04
	20–30	1,28	1,23	1,10
	0–30	1,20	1,17	1,02
2. Пшеница после кукурузы	0–10	1,16	1,08	0,87
	10–20	1,19	1,24	1,15
	20–30	1,31	1,16	1,08
	0–30	1,22	1,16	1,03
Без обработки				
1. Пшеница после сидерального пара	0–10	1,09	1,09	1,00
	10–20	1,17	1,16	1,22
	20–30	1,16	1,12	1,22
	0–30	1,14	1,12	1,15
2. Пшеница после кукурузы	0–10	1,21	0,96	0,93
	10–20	1,33	1,06	1,35
	20–30	1,30	1,09	1,21
	0–30	1,28	1,04	1,16
НСР ₀₅ для фактора А (предшественник, способ обработки почвы) 0–30 см	–	–	0,060	–
НСР ₀₅ для фактора В (горизонт, см) 0–30 см	–	–	0,052	–

Установленные на глубине 20–30 см повышенные значения плотности сложения на варианте с вспашкой являются свидетельством наличия уплотненного горизонта в виде плужной подошвы.

Отмеченное в большинстве случаев снижение величины плотности сложения в течение вегетационного периода на исследуемых вариантах может быть связано с оставляемой после уборки зерновых культур органической массой [7].

Черноземы выщелоченные имеют хорошую оструктуренность [8], что способствует наличию невысокой плотности гумусовых горизонтов (1,0–1,22 г/см³). Этот показатель повышается лишь в подгумусовых горизонтах (до 1,3–1,5 г/см³) [9].

Отказ от обработки почвы хотя и приводит к увеличению величины плотности сложения по сравнению с вариантом, на котором проводилась отвальная обработка, тем не менее, абсолютные показатели не превышали оптимальных значений для возделывания зерновых культур. Аналогичные данные при кратковременном применении ресурсосберегающих технологий обработки почвы получены в условиях Красноярской лесостепи [10, 11].

В ряде работ отмечена важная роль такого показателя, как твердость почвы [12].

На рисунке 2 приведены экспериментальные данные об изменении твердости почвы до проведения основной обработки почвы.

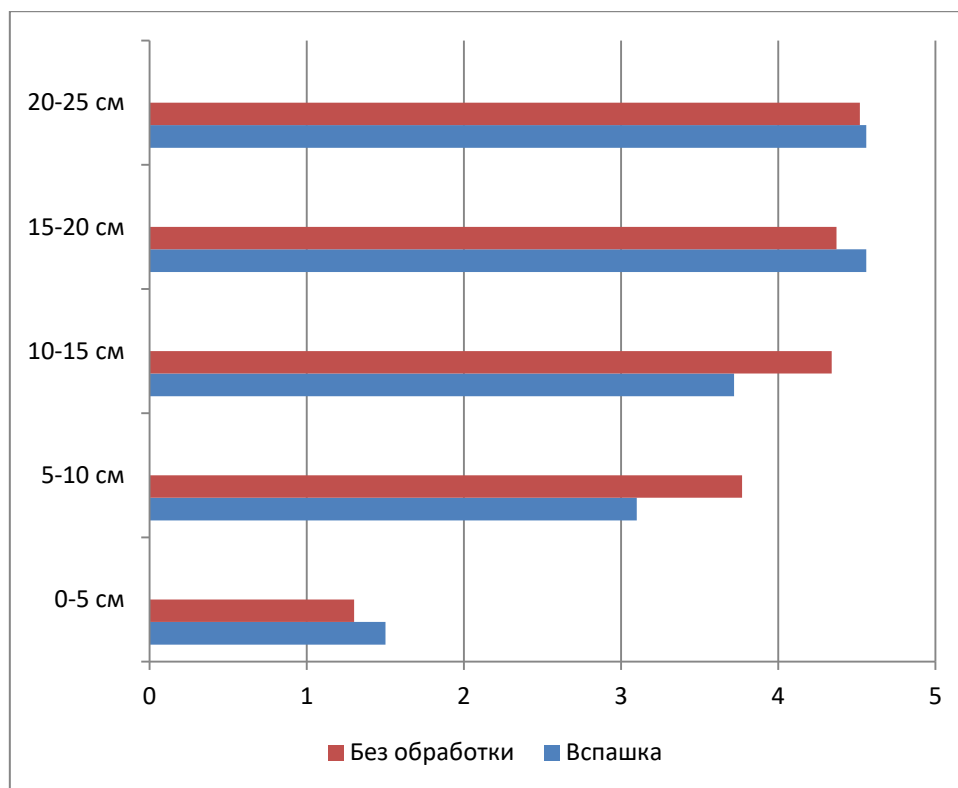


Рис. 2. Твердость почвы в посевах яровой пшеницы после кукурузы (01.08.2018 г., Учхоз «Миндерлинское»), МПа

Величина твердости почвы повышается с глубиной в почве исследуемых вариантов. На глубине 20–25 см твердость почвы практически выравнивается на вариантах опыта.

Показатели твердости почвы согласуются с показателями плотности почвы и еще раз подтверждают наличие плужной подошвы при проведении ежегодной отвальной вспашки на одну и ту же глубину 20–22 см.

Сроки проведения вспашки влияют на показатели твердости. После запашки сидерата в

третьей декаде июля почва успевает осесть и показатель твердости почвы к моменту определения этого показателя в слое 0–5; 5–10 см составляет 0,31 и 0,59 МПа соответственно. Определение же твердости почвы через 15 дней после проведения основной (зяблевой) обработки почвы показало, что верхний 0–15 см слой находился в очень рыхлом состоянии (0,28–0,29 МПа, это уже на глубине 10–15 см) (табл. 2).

**Твердость почвы после проведения основной обработки почвы
(08.10.2018 г., Учхоз «Миндерлинское», МПа**

Глубина, см	Вариант					
	Пшеница по кукурузе		Кукуруза		Сидеральный пар (горчица)	
	Вспашка 20–22 см	Без обработки	Вспашка 20–22 см	Без обработки	Вспашка 20–22 см	Без обработки
0–5	–	1,0	–	1,10	0,31	1,3
5–10	–	2,0	–	1,9	0,59	1,8
10–15	0,28	2,2	0,29	2,2	1,1	1,9
15–20	0,90	2,2	0,97	2,1	1,5	1,9
20–25	1,9	2,2	1,9	2,1	2,0	2,0
25–30	2,1	2,3	2,1	2,2	2,1	2,0
30–35	2,2	2,5	2,1	2,3	2,3	2,2
35–40	2,4	3,1	2,4	2,5	2,5	2,5
40–45	2,7	4,3	2,6	2,8	3,1	3,2

Отказ от проведения вспашки приводит к повышению твердости почвы по сравнению с вариантом, на котором была выполнена вспашка на 20–22 см. На глубине 0–5 см твердость почвы в этом случае уже была на уровне 1,3 МПа.

Следует отметить, что при прохождении сельскохозяйственной техники твердость почвы существенно повышается даже на варианте без выполнения обработки почвы, особенно в верхнем, 0–5 см слое (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели твердости почвы вне следа (А) и по следу (Б) комбайна *Terrior SR2010*
без обработки почвы, МПа**

Глубина, см	Без обработки почвы		
	Пшеница после сидерального пара	Ячмень после яровой пшеницы (вне следа комбайна)	Ячмень после яровой пшеницы (по следу комбайна)
0–5	1,07	1,0	2,0
5–10	2,0	2,0	2,2
10–15	2,3	2,1	2,3
15–20	2,2	2,1	2,3
20–25	2,3	2,2	2,4
25–30	2,4	2,3	2,6

В более глубоких слоях почвы уровень влияния ходовой части комбайна на показатель твердости снижается. Тем не менее, эта величина остается выше, чем вне следа комбайна.

Заключение

1. Наибольшее влияние по сравнению с изучаемыми вариантами основной обработки почвы на общую пористость чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи оказали предшественники.

Показатели общей пористости в среднем за 2 года (2017, 2020 гг.) были ниже под посевами ячменя в качестве второй зерновой культуры в сравнении с пшеницей, идущей по сидеральному пару, и пшеницей, идущей по кукурузе на вспашке, на 6,0 %, без проведения основной обработки почвы – на 4,0 %.

Состояние общей пористости на исследуемых вариантах основной обработки почвы можно охарактеризовать, как отличное – 55–65 %.

2. Абсолютные значения величины плотности сложения в вариантах проведением вспашки и без проведения основной обработки не

превышали оптимальных, установленных для чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи, что свидетельствует о возможности снижения интенсивности механического воздействия на почву.

3. Твердость почвы увеличивается с глубиной на всех изучаемых вариантах опыта. Использование показателя твердости почвы позволило установить наличие плужной подошвы в варианте с проведением ежегодной вспашки.

4. Ходовая часть зерноуборочного комбайна Terrior SR2010 в наибольшей степени оказывает влияние на изменение показателя твердости чернозема выщелоченного в верхнем (0–5 см) слое почвы.

5. Отказ от проведения вспашки в течение четырех лет в системе основной обработки почвы не приводит к существенному ухудшению основных агрофизических свойств чернозема выщелоченного.

Список источников

1. Ревут И.Б. Физика в земледелии. М.; Л.: Физматгиз, 1960.
2. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур // Земледелие. 2021. № 2. С. 37–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.
3. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под общ. ред. С.В. Брылева. Красноярск, 2017. 224 с.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
5. Шейн Е.В. Курс физики почв: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.
6. 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.
7. Дояренко А.Г. Факторы жизни растений. М.: Колос, 1966. С. 152–177.
8. Кураченко Н.Л., Картавых А.А. Агрофизическое состояние черноземов Красноярской лесостепи в условиях ресурсосберегающих технологий основной обработки // Земледелие. 2017. № 2. С. 17–19.

9. Бугаков П.С., Попова Э.П., Чупрова В.В. Агрофизическая характеристика почв южной части Красноярского края // Агрофизическая характеристика почв степной и сухостепной зон Азиатской части СССР / ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1982. С. 71–98.
10. Кураченко Н.Л., Колесников А.С., Романов В.Н. Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. № 48 (1). С. 44–50.
11. Берзин А.М., Полосина В.А., Семенов В.И. Агрофизические факторы плодородия выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2012. № 5. С. 141–147.
12. Гостев А.В. Эффективность технологий различного уровня интенсивности при возделывании зерновых культур на черноземных почвах Центрального Черноземья / ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 2017. 160 с.

References

1. Revut I.B. Fizika v zemledelii. M.; L.: Fizmatgiz, 1960.
2. Polyakov D.G. Obrabotka pochvy i pryamoj posev: agrofizicheskie svojstva chernozemov i urozhajnost' polevyh kul'tur // Zemledelie. 2021. № 2. S. 37–43. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10208.
3. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraya na landshaftnoj osnove: nauch.-prakt. rekomendacii / pod obsch. red. S.V. Bryleva. Krasnoyarsk, 2017. 224 s.
4. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1986. 416 s.
5. Shein E.V. Kurs fiziki pochv: uchebnik. M.: Izd-vo MGU, 2005. 432 s.
6. 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.
7. Doyarenko A.G. Faktory zhizni rastenij. M.: Kolos, 1966. S. 152–177.
8. Kurachenko N.L., Kartavyh A.A. Agrofizicheskoe sostoyanie chernozemov Krasnoyarskoj lesostepi v usloviyah resursosberegayuschih

- tehnologij osnovnoj obrabotki // Zemledelie. 2017. № 2. S. 17–19.
9. Bugakov P.S., Popova E.P., Chuprova V.V. Agrofizicheskaya karakteristika pochv yuzhnoj chasti Krasnoyarskogo kraja // Agrofizicheskaya karakteristika pochv stepnoj i suhostepnoj zon Aziatskoj chasti SSSR / VASHNIL. M.: Kolos, 1982. S. 71–98.
10. Kurachenko N.L., Kolesnikov A.S., Romanov V.N. Vliyanie obrabotki pochvy na agrofizicheskoe sostoyanie chernozema i produktivnost' yarovoj pshenicy // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2018. № 48 (1). S. 44-50.
11. Berzin A.M., Polosina V.A., Semenov V.I. Agrofizicheskie faktory plodorodiya vyschelochenogo chernozema Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2012. № 5. S. 141–147.
12. Gostev A.V. `Effektivnost' tehnologij razlichnogo urovnya intensivnosti pri vzdelyvanii zernovyh kul'tur na chernozemnyh pochvah Central'nogo Chernozem'ya / VNIIZiP`E. Kursk, 2017. 160 s.

Статья принята к публикации 16.03.2023 / The article accepted for publication 16.03.2023.

Информация об авторах:

Валентина Анатольевна Полосина¹, доцент кафедры общего земледелия и защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Владимир Кузьмич Ивченко², заведующий кафедрой общего земледелия и защиты растений, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Александр Александрович Васильев³, доцент кафедры механизации и технического сервиса в АПК, кандидат технических наук, доцент

Мария Владимировна Луганцева⁴, и. о. заместителя директора по методической работе, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Valentina Anatolyevna Polosina¹, Associate Professor at the Department of General Agriculture and Plant Protection, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Vladimir Kuzmich Ivchenko², Head of the Department of General Agriculture and Plant Protection, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Alexander Alexandrovich Vasiliev³, Associate Professor at the Department of Mechanization and Technical Service in the Agroindustrial Complex, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Maria Vladimirovna Lugantseva⁴, acting Deputy Director for Methodological Work, Candidate of Biological Sciences

