

Наталья Леонидовна Кураченко^{1✉}, Алексей Сергеевич Колесников²

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

¹kurachenko@mail.ru

²vozdroydenie124@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМА КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследования – оценить влияние приемов основной обработки на структурное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи. Исследования проведены в поле пара и зерновых культур зернопарового севооборота (пар – пшеница – рапс – ячмень – овес) на трех блоках основной обработки почвы: I – отвальная вспашка на глубину 20–22 см; II – минимальная (мелкая) обработка дискатором на глубину 10–12 см; III – прямой посев (нулевая обработка). Определение структурного состава проводили в слоях 0–10, 10–20 см. Сроки отбора образцов были приурочены к фазам развития зерновых культур: июнь (всходы), июль (колошение), август (молочная спелость). Исследованием установлено, что применение вспашки и ресурсосберегающих технологий основной обработки формирует хорошее и отличное структурное состояние агрочернозема. Содержание агрономически ценных агрегатов в почве паровых полей и агроценозов зерновых культур оценивается на уровне 68–74 %. Максимальное содержание агрономически ценных фракций в слое 0–20 см характерно для парового поля и агроценоза пшеницы на вспашке и нулевом фоне (74 %). Возделывание овса по ресурсосберегающим технологиям создает хорошую оструктуренность почвы, не превышающую 68 %. Дифференциация 0–20 см слоя агрочернозема по структурному составу определялась приемом обработки. Разница между слоями 0–10 и 10–20 см агрочернозема по содержанию агрономически ценных фракций размером 10–0,25 мм на вспашке составила 2–3 %; на минимальной обработке – 4–5; на нулевой обработке – 5–8 %.

Ключевые слова: агрочернозем, отвальная обработка, минимальная обработка, нулевая обработка, структурный состав

Для цитирования: Кураченко Н.Л., Колесников А.С. Влияние обработки почвы на структурное состояние агрочернозема Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 47–52. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-47-52.

Natalya Leonidovna Kurachenko^{1✉}, Alexey Sergeevich Kolesnikov²

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

¹kurachenko@mail.ru

²vozdroydenie124@mail.ru

SOIL TREATMENT INFLUENCE ON THE AGROCHERNOZEM STRUCTURAL STATE OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

The purpose of the study is to evaluate the influence of the main processing methods on the structural state of the agrochernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe. The studies were carried out in the field of fallow and grain crops of 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 – minimal (shallow) processing with a disk to a depth of 10–12 cm; III – direct sowing (zero tillage). The determination of the structural

composition was carried out in layers of 0–10, 10–20 cm. The timing of sampling was timed to the phases of development of grain crops: June (shoots), July (earring), August (milky ripeness). The study found that the use of plowing and resource-saving technologies for basic processing forms a good and excellent structural state of agrochernozem. The content of agronomically valuable aggregates in the soil of fallow fields and agrocenoses of grain crops is estimated at the level of 68–74 %. The maximum content of agronomically valuable fractions in the 0–20 cm layer is typical for the fallow field and wheat agrocenosis on plowing and zero background (74 %). Cultivation of oats using resource-saving technologies creates good soil structure, not exceeding 68 %. Differentiation of the 0–20 cm layer of agrochernozem by structural composition was determined by the method of processing. The difference between the layers of 0–10 and 10–20 cm of agrochernozem in terms of the content of agronomically valuable fractions 10–0.25 mm in size during plowing was 2–3 %; on minimal processing – 4–5; on zero processing – 5–8 %.

Keywords: agrochernozem, dump tillage, minimum tillage, zero tillage, structural composition

For citation: Kurachenko N.L., Kolesnikov A.S. Soil treatment influence on the agrochernozem structural state of the Krasnoyarsk forest-steppe // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 47–52. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-47-52.

Введение. В последние годы сельскохозяйственная наука большое внимание уделяет вопросам эффективности различных приемов основной обработки почвы с точки зрения минимизации земледелия и снижения прямых затрат на получение продукции земледелия [1–5]. Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия являются важнейшим условием эффективности сельскохозяйственного производства и неразрывно связаны с обработкой почвы [6]. Основная обработка почвы является фактором воздействия на строение пахотного слоя, существенно изменяя его физические свойства [7]. Чрезмерная обработка почвы с оборотом пласта, в агрегате с большегрузными тракторами может негативно сказываться на агрофизических свойствах почвы, вызывать ее уплотнение, нарушение сложения [8]. По мнению ряда исследователей, длительное применение прямого посева, плоскорезной обработки приводит к дифференциации агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвенного слоя по профилю [9–11].

Цель исследования – оценить влияние приемов основной обработки на структурное состояние агроchernозема Красноярской лесостепи.

Объекты и методы. Исследование проведено в 2013–2015 гг. в условиях полевого опыта на стационаре «Минино» Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в Красноярской лесостепи. Объекты исследования – агроchernозем криогенно-мицелярный маломощный средне-суглинистый и пятипольный полевой севооборот (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_{H2O} 7,1–7,8), высокой суммой обменных оснований (40,0–45,2 м-экв/100 г).

Исследование проведено на трех блоках основной обработки почвы: I – отвальная вспашка на глубину 20–22 см; II – минимальная обработка дисковыми на глубину 10–12 см; III – прямой посев (нулевая обработка). Культуры размещены на фоне применения минеральных удобрений со стартовой дозой N₃₀P₃₀. Посевы зерновых культур с учетом доминирования широколиственных сорняков в фазу кущения обрабатывали гербицидом «Магnum», ВДГ, в дозе 0,01 кг/га. В опыте использовали сорта, рекомендованные к возделыванию в Красноярском крае: пшеница – Алтайская 70, ячмень – Буян, овес – Саян. Размещение вариантов опыта – систематическое, повторность – 3-кратная. Учетная площадь делянки – 100 м². Повторность отбора образцов и аналитических определений – 3-кратная. Почвенные образцы отбирали в слоях 0–10, 10–20 см. Сроки отбора образцов были приурочены к фазам развития культуры: июнь (всходы), июль (колошение), август (молочная спелость). В почвенных образцах определяли структурный состав по Савинову [12]. Результаты аналитических определений обработаны методами дисперсионного анализа и описательной статистики [13].

Результаты и их обсуждение. При любой обработке почвы наряду с крошением на макроагрегаты идет их же разрушение, и эффективность обработки определена тем, какой из двух процессов превалирует. По мнению В.Н. Шептухова с соавт. [14], возможность минимизации обработки определяется направленностью изменения структуры с целью недопущения негативных последст-

вий применения этих технологий и возможности быстрого перехода на другую агротехнику возделывания сельскохозяйственных культур.

Содержание агрономически ценных фракций в агрочерноземе паровых полей свидетельствовало об отличной оструктуренности почвы с сезонной динамикой показателя от 1 до 25 %

(табл. 1). Исследованием установлено, что в вегетационный сезон 2013 г. максимальное количество ценных агрегатов сформировалось в поле химического пара (78–76 %). В 2014–2015 гг. лучшая оструктуренность почвы формировалась в условиях вспашки парового поля (72–78 %).

Таблица 1

Статистические показатели содержания агрономически ценных агрегатов в агрочерноземе паровых полей, %

Прием обработки	Слой почвы, см	2013 г. (n = 3)		2014 г. (n = 3)		2015 г. (n = 3)		Среднее за 2013–2015 гг.
		X	Cv, %	X	Cv, %	X	Cv, %	
Отвальная	0–10	74,7	8	78,2	10	77,3	7	76,7
	10–20	69,3	25	77,8	13	72,1	4	71,3
Минимальная	0–10	71,3	1	75,0	7	73,0	21	73,1
	10–20	69,7	14	75,6	6	73,7	13	73,0
Нулевая	0–10	78,3	17	76,6	13	73,7	16	76,2
	10–20	75,9	12	70,4	17	68,2	6	71,5

Здесь и далее: X – среднеарифметическое значение; Cv – коэффициент варьирования.

Оценка среднесезонной величины содержания агрономически ценной фракции в агрочерноземе паровых полей, обрабатываемых по различным технологиям, показала отличную оструктуренность почвы. Отвальная и нулевая обработка почвы в равной степени определила дифференциацию 0–20 см слоя по содержанию АЦФ. Максимальное количество ценных агрегатов, достигающее 76 %, отмечалось в поверхностном 0–10 см слое. В слое 10–20 см установлено снижение АЦФ на 4–6 %. Минимальная

обработка формировала гомогенный 0–20 см слой по структурному состоянию.

Структурное состояние почвы агроценоза пшеницы изменялось по годам исследования от хорошего до отличного уровня (табл. 2). В вегетационный сезон 2013 г. на фоне вспашки отмечалось сезонное варьирование агрономически ценных фракций до 20–28 % и существенное снижение их количества до удовлетворительного уровня (47–54 %) в июльский период ($HCP_{05} = 17,9–22,0$).

Таблица 2

Статистические показатели содержания агрономически ценных агрегатов в агрочерноземе в посевах пшеницы, %

Прием обработки	Слой почвы, см	2013 г. (n = 3)		2014 г. (n = 3)		2015 г. (n = 3)		Среднее за 2013–2015 гг.
		X	Cv, %	X	Cv, %	X	Cv, %	
Отвальная	0–10	66,2	28	60,9	13	83,6	4	70,2
	10–20	66,2	20	70,5	4	76,8	5	71,2
Минимальная	0–10	65,1	23	75,9	8	77,9	11	73,0
	10–20	70,1	14	66,8	4	69,2	6	68,7
Нулевая	0–10	62,0	21	75,5	20	70,9	12	69,5
	10–20	70,5	8	69,7	17	70,6	6	70,3

Удовлетворительная оструктуренность почвы агроценоза пшеницы отмечалась и в 2014 г. Незначительная и небольшая сезонная динамика содержания АЦФ по слоям ($Cv = 4–12\%$) и отличным структурным состояниям почвы была типична для 2015 г. Максимальное содержание ценных агрегатов было отмечено в условиях вспашки (84–77 %). Исследованием установле-

но, что вспашка и ресурсосберегающие технологии основной обработки под яровую пшеницу в среднем формировали близкий уровень оструктуренности. Однородный слой по содержанию агрономически ценных фракций установлен на вспашке и нулевой обработке (70–71 %). На фоне минимальной обработки отличная острук-

туренность 0–10 см слоя (73 %) сменялась в нижележащем на хорошую (69 %).

Динамические изменения структурного состояния агрочернозема в посевах ячменя, возделываемых по отвальной и минимальной обработкам в вегетационный сезон 2013 г., характеризовались незначительной и небольшой выраженностью ($C_v = 3–17\%$) с отличным структурным составом 0–10 см слоя (76–80 %) и хорошим на глубине 10–20 см (69–63 %) (табл. 3). На фоне

минимальной обработки отмечалось хорошее структурное состояние (67–60 %). При этом существенные различия по типам основной обработки почвы проявлялись в период от всходов ячменя до его созревания. В вегетационный сезон 2014 и 2015 гг. при возделывании ячменя по вспашке и ресурсосберегающим технологиям установлено отличное структурное состояние при сезонном варьировании содержания агрономически ценных фракций от 2 до 14 %.

Таблица 3

Статистические показатели содержания агрономически ценных агрегатов в агрочерноземе в посевах ячменя, %

Прием обработки	Слой почвы, см	2013 г. (n = 3)		2014 г. (n = 3)		2015 г. (n = 3)		Среднее за 2013–2015 гг.
		X	$C_v, \%$	X	$C_v, \%$	X	$C_v, \%$	
Отвальная	0–10	76,0	7	76,0	7	70,7	7	74,2
	10–20	68,8	17	76,9	5	70,1	13	71,9
Минимальная	0–10	67,2	11	74,5	10	73,0	4	71,6
	10–20	59,8	12	70,3	10	71,0	2	67,0
Нулевая	0–10	79,7	3	70,4	4	74,1	14	74,7
	10–20	62,9	5	72,0	14	65,8	14	66,9

Оценка среднесезонной величины содержания агрономически ценных фракций в агрочерноземе в посевах ячменя, возделываемого по различным технологиям основной обработки, показала, что вспашка формировала отличное структурное состояние 0–20 см слоя почвы (74–72 %). На фоне минимальной и нулевой обработки отличная оструктуренность отмечена в 0–10 см слое почвы (72–75 %). В нижележащем 10–20 см слое структурное состояние почвы хорошее (67 %). Ресурсосберегающие обработки почвы под посев ячменя определили существенную дифференциацию 0–20 см слоя почвы по содержанию АЦФ. Здесь выявлено снижение количества агрономически ценных агрегатов размером от 10 до 0,25 мм на 6–8 % по сравнению с поверхностным слоем 0–10 см.

В отличие от парового поля и агроценозов пшеницы и ячменя структурный состав агрочернозема в посевах овса в вегетационный сезон 2013 г. в среднем характеризовался только хорошим состоянием (табл. 4). Некоторое уплотнение почвы определило повышенный выход структурных отдельностей > 10 мм и снижение количества агрономически ценных фракций на всех типах основной обработки. Отличная оструктуренность агрочернозема в посевах овса выявлена только в период всходов культуры. При этом максимальное содержание АЦФ в слое 0–20 см было установлено на вспашке и нулевой обработке (82–76 %) ($НСР_{05} = 10,2–17,3$). Далее в течение вегетации культуры структурное состояние почвы было хорошим и удовлетворительным (57–69 %).

Таблица 4

Статистические показатели содержания агрономически ценных агрегатов в агрочерноземе в посевах овса, %

Прием обработки	Слой почвы, см	2013 г. (n = 3)		2014 г. (n = 3)		2015 г. (n = 3)		Среднее за 2013–2015 гг.
		X	$C_v, \%$	X	$C_v, \%$	X	$C_v, \%$	
Отвальная	0–10	66,5	21	72,3	1	73,3	12	70,7
	10–20	65,8	25	69,2	3	71,0	13	68,6
Минимальная	0–10	64,6	17	67,9	10	76,1	13	69,5
	10–20	63,7	15	63,7	9	69,8	16	65,7
Нулевая	0–10	67,5	18	73,8	13	61,2	23	70,8
	10–20	65,4	19	59,6	15	72,3	11	65,7

Отличная качественная оценка (72–74 %) и стабильный сезонный ритм содержания агрономически ценных фракций в 0–10 см слое агрочернозема ($C_v = 1–13\%$) проявились на вспашке и нулевой обработке в вегетационный сезон 2014 г. Отличное структурное состояние агрочернозема установлено в июньский и июльский периоды в посевах овса, возделываемого на вспашке и минимальной обработке в вегетационный сезон 2015 г. (70–84 %). Дифференциация 0–20 см слоя почвы в посевах овса, возделываемых по вспашке, минимальной и нулевой обработке, усиливалась с уменьшением глубины обработки. Разница между 0–10 и 10–20 см слоями почвы по содержанию агрегатов ценного размера составляет на вспашке 2 %; при минимальной обработке – 4; при нулевой – 5 %. Установлено, что все типы основной обработки формируют в среднем за период наблюдений в слое 0–10 см отличную оструктуренность почвы (70–71 %), в слое 10–20 см – хорошую (66–69 %). Таким образом, благоприятное структурное состояние агрочерноземов криогенно-мицелярных Красноярской лесостепи, обусловленное их генезисом и высоким естественным плодородием, сохранялось относительно стабильно в условиях кратковременного применения ресурсосберегающих технологий основной обработки.

Заключение. Содержание агрономически ценных агрегатов в почве паровых полей и агроценозов зерновых культур оценивалось на уровне 68–74 % с дифференциацией 0–20 см слоя почвы по этому показателю на вспашке 2–3 %; на минимальной обработке – 4–5; на нулевой обработке – 5–8 %. Несмотря на наличие достоверных различий по содержанию агрономически ценных агрегатов в агроценозах зерновых культур и паровом поле в отдельные периоды, в целом структурное состояние агрочернозема в большей степени определяется сочетанием «агроценоз – обработка почвы». Установлено, что максимальное содержание агрономически ценных фракций в слое 0–20 см типично для парового поля и агроценоза пшеницы на вспашке и нулевом фоне (74 %). Возделывание овса по ресурсосберегающим технологиям создавало хорошую оструктуренность почвы, не превышающую 68 %.

Список источников

1. Кураченко Н.Л., Картавых А.А., Ржевская Н.И. Запасы продуктивной влаги в агроценозах пшеницы, возделываемых по ресурсосберегающим технологиям // Вестник КрасГАУ. 2014. № 5 (92). С. 58–63.
2. Солодун В.И., Зайцев А.М., Бояркин Е.В. Обоснование способов и сроков посева зерновых культур в Предбайкалье // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 3 (48). С. 101–105.
3. 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.
4. Власенко А.Н., Утенков Г.Л. Выбор, адаптация и оценка ресурсосберегающих агротехнологий возделывания зерновых культур как сложных систем // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 7. С. 56–60.
5. Рзаева В.В., Еремин Д.И. Влияние основной обработки почвы на содержание гумуса в черноземе выщелоченном // Агрофорум. 2021. № 6. С. 38–40.
6. Изменение плодородия почвы при различных способах основной обработки / В.И. Турусов [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 5-1. С. 218–222.
7. Влияние основной обработки на динамику накопления нитратного азота в почве / Н.М. Соколов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 34–37.
8. Влияние приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы и урожайность томата / М.Ю. Анишко [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 2 (46). С. 6–11.
9. Турусов В.И., Новичихин А.М. Обработка черноземов: опыт и тенденции развития // Земледелие. 2012. № 4. С. 7–9.
10. Плодородие чернозема типичного при минимизации основной обработки / Г.Н. Черкасов [и др.] // Земледелие. 2012. № 4. С. 23–25.
11. 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.
12. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Колос, 1986. 350 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.

14. Шептухов В.Н., Коновалов С.Н., Нестерова А.В. Изменение структуры дерново-подзолистых суглинистых почв при минимизации обработки // Почвоведение. 1993. № 5. С. 64–74.
6. Izmenenie plodorodiya pochvy pri razlichnyh sposobah osnovnoj obrabotki / V.I. Turusov [i dr.] // Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoj nauki. 2014. № 5-1. S. 218–222.
7. Vliyanie osnovnoj obrabotki na dinamiku nakopleniya nitratnogo azota v pochve / N.M. Sokolov [i dr.] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2020. № 6. S. 34–37.
8. Vliyanie priemov osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli pochvy i urozhajnost' tomata / M.Yu. Anishko [i dr.] // Problemy razvitiya APK regiona. 2021. № 2 (46). S. 6–11.
9. Turusov V.I., Novichihin A.M. Obrabotka chernozemov: opyt i tendencii razvitiya // Zemledelie. 2012. № 4. S. 7–9.
10. Plodorodie chernozema tipichnogo pri minimizacii osnovnoj obrabotki / G.N. Cherkasov [i dr.] // Zemledelie. 2012. № 4. S. 23–25.
11. Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. Soderzhanie i prostranstvennoe raspredelenie podviznyh `elementov pitaniya agrochernozemov v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy // Agrohimiya. 2020. № 7. S. 11-16.
12. Aleksandrova L.N., Najdenova O.A. Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu. L.: Kolos, 1986. 350 s.
13. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Al'yans, 2014. 351 s.
14. Sheptuhov V.N., Konovalov S.N., Nesterova A.V. Izmenenie struktury dernovo-podzolistykh suglinistykh pochv pri minimizacii obrabotki // Pochvovedenie. 1993. № 5. S. 64–74.

References

1. Kurachenko N.L., Kartavyh A.A., Rzhevskaya N.I. Zapasy produktivnoj vlagi v agrocenozah pshenicy, vozdel'nyvaemykh po resursosberegayuschim tehnologiyam // Vestnik KrasGAU. 2014. № 5 (92). S. 58–63.
2. Solodun V.I., Zajcev A.M., Boyarkin E.V. Obosnovanie sposobov i srokov poseva zernovykh kul'tur v Predbaikal'e // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. 2017. № 3 (48). S. 101–105.
3. Ivchenko V.K., Polosina V.A., Shtele A.A. Vliyanie priemov osnovnoj obrabotki pochvy na agrofizicheskie pokazateli chernozema vyschelochennogo Krasnojarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2019. № 7. S. 50–58.
4. Vlasenko A.N., Utenkov G.L. Vybor, adaptaciya i ocenka resursosberegayuschih agrotehnologij vozdel'vaniya zernovykh kul'tur kak slozhnykh sistem // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 7. S. 56–60.
5. Rzaeva V.V., Eremin D.I. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na soderzhanie gumusa v chernozeme vyschelochennom // Agroforum. 2021. № 6. S. 38–40.

Статья принята к публикации 13.06.2023 / The article accepted for publication 13.06.2023.

Информация об авторах:

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

Алексей Сергеевич Колесников², аспирант кафедры почвоведения и агрохимии

Information about the authors:

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

Alexey Sergeevich Kolesnikov², Postgraduate Student at the Department of Soil Science and Agrochemistry