

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЗАСОРЕННОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

А. А. Борин, А. Э. Лощинина
ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА
153012, Россия, г. Иваново, ул. Советская, 45
E-mail: alinalowinina@gmail.com

Поступила в редакцию 10 декабря 2019 г., принята к печати 28 мая 2020 г.

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах изучались агротехнологии разной интенсивности, предусматривающие использование различных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов. Исследования проводились в стационарном полевом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. Сравнивались четыре системы обработки почвы: отвальная (общепринятая), плоскорезная, комбинированная (отвально-плоскорезная) и мелкая. Цель исследований заключалась в том, чтобы определить влияние агротехнологий разной интенсивности на агрофизические свойства почвы, развитие растений и урожайность сельскохозяйственных культур. Самая высокая плотность сложения почвы отмечена при мелкой системе обработки. При вспашке формируется более однородный (по сравнению с остальными системами обработки) пахотный слой с максимальным содержанием агрономически ценных (65,9%) и водопрочных (42,2%) агрегатов. Численность сорняков при плоскорезной и мелкой системах обработки была в 1,5 раза выше, чем при отвальной. Среди агротехнологий разной интенсивности наиболее значимое влияние на продуктивность севооборота оказало внесение удобрений (28,8%), менее значимое – применение гербицидов (8,6%) и использование систем обработки почвы (4,6%). Комплексное применение удобрений и гербицидов на фоне различных систем обработки почвы способствовало обеспечению максимальных прибавок урожайности – 1,36–1,56 т га⁻¹. Изучение различных приемов агротехники в севообороте позволило установить целесообразность их комплексного применения, несмотря на то что их влияние на повышение урожайности существенно различалось.

Ключевые слова: обработка почвы, агрофизические свойства, засоренность, урожайность.

INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGIES OF DIFFERENT INTENSITY ON THE CHANGE OF AGROPHYSICAL PROPERTIES AND WEEDINESS OF SOIL

A. A. Borin, A. E. Loshchinina
Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Belyaev
45, Sovetskaya St., Ivanovo, 153012, Russia
E-mail: alinalowinina@gmail.com

Agricultural technologies of different intensity were studied on sod-podzolic light loamy soils in a stationary field crop rotation: bare fallow – winter wheat – oats + clover – clover – winter rye – potato – barley. The technologies imply the use of various tillage systems, fertilizer and herbicide treatments. Four tillage systems were compared: moldboard plowing (commonly used), flat plowing, combined plowing (moldboard and flat plowing) and shallow plowing. The purpose of the research was to determine the influence of agricultural technologies of different intensity on the agrophysical soil properties, plant development and crop productivity. The highest soil bulk density was observed in the shallow plowing treatment. The most uniform (compared to other treatments) arable layer with maximum content of agronomically valuable (65.9%) and water-resistant (42.2%) aggregates was formed after moldboard plowing. The number of weeds at flat and shallow plowing was 1.5 times higher than at moldboard plowing. Among agricultural technologies of different intensity, fertilizer application had the most significant impact on crop rotation productivity (28.8%), the use of herbicides and soil tillage treatments had less significant impact (8.6% and 4.6%, respectively). The combined application of fertilizers and herbicides against the background of various tillage treatments contributed to the maximum increase in productivity – 1.36–1.56 t ha⁻¹. The study of various agricultural techniques in the crop rotation has revealed the necessity of their complex application, despite the fact that their influence on the productivity increase varied significantly.

Keywords: soil treatment, agrophysical properties, weediness, productivity.

ВВЕДЕНИЕ

Среди агротехнических мероприятий, направленных на получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, важная роль принадлежит внесению удобрений, обработке почвы и применению средств защиты растений. Их вклад в

формирование урожайности неравнозначен (Борин, Лощинина, 2015).

Эффект от применения удобрений и средств защиты растений неразрывно связан с обработкой почвы, которая остается самой востребованной операцией среди агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур. Наиболее важной

особенностью механической обработки является универсальность её воздействия не только на почву, но и на растения и окружающую их среду (Рзаева, 2013; Шеин и др., 2016). В настоящее время при возможности применения разнообразных удобрений и химических средств защиты растений обработка почвы продолжает оставаться фундаментальной основой земледелия, хотя не только оборудование, но и многие приемы и последовательность их выполнения существенно изменились (Еськов, Русакова, 2013; Бурова, Балашов, 2019).

В то же время обработка почвы является наиболее энергоёмким и дорогостоящим процессом в сельскохозяйственном производстве. В связи с этим в последние годы все более широкое распространение получают ресурсосберегающие технологии обработки почвы (нулевая, плоскорезная, поверхностная, мелкая), направленные на снижение энергетических и трудовых затрат при производстве сельскохозяйственной продукции (Дридригер и др., 2015; Матюк и др., 2015; Николаев и др., 2015; Ильясов и др., 2019). Разработка более экономичных технологий обработки почвы, обеспечивающих снижение энергетических затрат, является важным условием современного земледелия. При высоком уровне интенсификации воздействие на почву можно минимизировать и свести его к технологическим функциям заделки удобрений, мелиорантов, пестицидов и др. Основными задачами являются поддержание плодородия, регулирование водного и воздушного режимов и защита почв от эрозии (Черкасов, 2006; Плескачев и др., 2013; Беленков и др., 2015; Перфильев и др., 2017).

Цель исследований заключалась в изучении влияния различных систем обработки на

агрофизические свойства почвы, засоренность посевов и урожайность культур севооборота на фоне применения удобрений и гербицидов в условиях Верхневолжья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2013–2019 гг. на опытном поле Ивановской ГСХА в стационарном полевом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес с подсевом клевера лугового – клевер луговой – озимая рожь – картофель – ячмень. Почва полей севооборота – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на средних суглинках, подстилаемых мореней. Пахотный слой мощностью 20–22 см перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,10%; $pH_{\text{сол.}}$ – 5,7; сумма поглощенных оснований — 17 мг-экв. 100 г^{-1} почвы; содержание подвижных форм фосфора – 200 мг кг^{-1} почвы, обменного калия – 185 мг кг^{-1} почвы. Агрофизические показатели являлись следующими: плотность сложения – $1,41 \text{ г см}^{-3}$; твёрдость – $14,8 \text{ кг см}^{-2}$.

Общая площадь севооборота – 1,5 га, расположение 4-х ярусное, в каждом ярусе 28 делянок – 7 полей в 4-х кратном повторении, размещение систематическое, площадь делянки – 120 м^2 .

В севообороте изучались четыре системы обработки почвы: отвальная (Отв.) – общепринятая для Верхневолжья (контроль), плоскорезная (Пл.), комбинированная (Кмб.) – отвально-плоскорезная и мелкая (Млк.). В исследованиях применялся метод расщепленных делянок. Проводилось изучение систем обработки почвы (О) – фактор А, удобрений (У) – фактор В и гербицидов (Г) – фактор С (табл. 1).

Таблица 1. Схема трехфакторного полевого опыта

Фактор А		Фактор В	Фактор С
Система обработки почвы		Удобрения	Гербицид
Отвальная	основная	без удобрений	без гербицида
	предпосевная		
Плоскорезная	вспашка (20–22 см) ПЛН-3-35	озимая пшеница и рожь: основное – (НРК) ₃₀ , подкормка – N ₃₀ ; ячмень и овес: под предпосевную обработку – (НРК) ₃₀ ; картофель: перед посадкой – (НРК) ₆₀ ; клевер: подкормка весной – N ₃₀	ячмень, озимая пшеница и рожь – Балерина 0,5 л га^{-1} ; овес и клевер – Гербитокс 1,0 л га^{-1} ; картофель – Торнадо 2,0 л га^{-1}
	обработка без оборачивания почвы (20–22 см) КПП-2,2		
Комбинированная	вспашка (20–22 см) ПЛН-3-35		
Мелкая	дискование (14–16 см) БДТ-3		

Учеты и анализы проводились в течение вегетационного периода. Плотность сложения почвы

по слоям 0–10 и 10–20 см определялась объёмно-весовым методом по Долгову (1986), строение

пахотного слоя – методом насыщения почвы в цилиндрах по Доспехову (1987), водопрочность агрегатов – по Бакшееву (1969), засоренность посевов – количественно-весовым методом по Захаренко (2000), засоренность почвы семенами сорняков – по Доспехову (1987). Макроагрегатный анализ почвы проводился методом Саввинова (1986). Математическая обработка результатов исследований

осуществлялась методом дисперсионного анализа по Доспехову (1985) и Кирюшину (2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее рыхлое сложение пахотного слоя почвы на участках с озимыми культурами отмечено при отвальной системе обработки после её проведения ($1,20 \text{ г см}^{-3}$) (рис. 1).

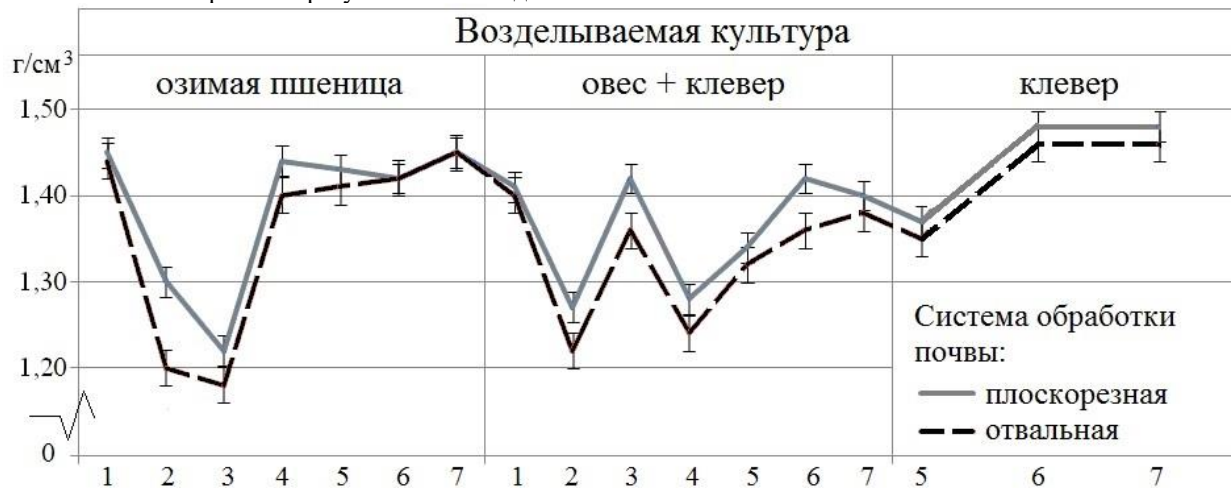


Рис. 1. Динамика изменения плотности пахотного слоя почвы (г см^{-3}) в звене севооборота «озимая пшеница – овес с подсевом клевера – клевер»:

1 – до основной обработки почвы; 2 – после основной обработки; 3 – после предпосевной обработки под пшеницу, до предпосевной обработки под овес; 4 – весной под озимой пшеницей, в фазу всходов под овсом; 5 – начало, 6 – середина, 7 – конец вегетации

Предпосевная культивация на глубину 10–12 см способствовала незначительному ($0,02 \text{ г см}^{-3}$) изменению плотности почвы. При плоскорезной системе обработки на ту же глубину с использованием противоэрозионного культиватора КПЭ-3,8 плотность почвы после обработки и в начальные фазы роста и развития озимых культур была на $0,04\text{--}0,10 \text{ г см}^{-3}$ выше, а к концу вегетации приблизилась к показателям, отмеченным при отвальной обработке.

На участках с яровыми зерновыми культурами дерново-подзолистая легкосуглинистая почва находилась в рыхлом состоянии: ее плотность составляла $1,22 \text{ г см}^{-3}$ при отвальной и $1,27 \text{ г см}^{-3}$ при плоскорезной обработке в течение 30–40 дней после их проведения в системе зяблевой обработки. Весной почва имела плотность $1,36 \text{ г см}^{-3}$ при отвальной и $1,42 \text{ г см}^{-3}$ при плоскорезной обработке. Проведение предпосевной культивации на глубину 10–12 см привело к снижению плотности сложения почвы до $1,24\text{--}1,28 \text{ г см}^{-3}$ с более высоким показателем при плоскорезной обработке. К концу вегетации отмечалось дальнейшее повышение плотности пахотного слоя до $1,36 \text{ г см}^{-3}$ при отвальной и до $1,42 \text{ г см}^{-3}$ при плоскорезной обработке почвы.

На участках с клевером снижение плотности почвы отмечено лишь в начальный период вегетации

весной (на $0,03 \text{ г см}^{-3}$ по сравнению с осенним показателем). В последующем она составляла $1,43\text{--}1,46 \text{ г см}^{-3}$ при отвальной и $1,45\text{--}1,48 \text{ г см}^{-3}$ при плоскорезной обработке. К концу вегетации плотность почвы стремилась к равновесному состоянию. При этом скорость оседания и уплотнения почвы была выше при отвальной системе обработки по сравнению с плоскорезной.

В прямой зависимости от плотности почвы находится её пористость (табл. 2).

Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее высокой пористостью характеризовалась почва на участках с картофелем и чистым паром, что связано со своевременным проведением на них мероприятий по уходу. Минимальное значение пористости установлено на участках с клевером, что обусловлено высокой плотностью почвы в данном варианте. Среди систем обработки почвы наименьшая пористость отмечена при мелкой обработке, что вызвано значительным уплотнением нижней части пахотного слоя. Это оказывает негативное влияние на водный и воздушный режимы почвы, а также на развитие растений.

В опытах проводилось определение количества макроструктурных агрегатов (от 10 до $0,25 \text{ мм}$) и их водопрочности (табл. 3).

Таблица 2. Общая пористость пахотного слоя почвы, %

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее по обработке
	пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	46,2	41,6	43,0	42,0	41,4	49,8	43,4	43,9
Пл.	43,6	42,8	44,2	40,0	41,6	51,2	43,7	43,9
Кмб.	44,2	42,0	44,2	40,4	40,2	50,4	41,3	43,2
Млк.	40,7	41,5	41,5	38,5	38,6	47,2	40,8	41,2
Среднее по культуре	43,7	42,0	43,2	40,2	40,4	49,6	42,3	
НСР ₀₅	2,0	1,1	1,2	1,5	1,3	1,4	1,6	

Таблица 3. Структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы

Система обработки почвы	Показатели	Культура севооборота							Среднее по обработке
		пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отв. (к.)	макроструктура, %	68,4	62,9	63,9	69,6	67,5	66,8	62,4	65,9
	коэффициент структурности	2,16	1,69	1,77	2,29	2,08	2,01	1,66	1,95
	водопрочность, %	38,5	37,9	36,8	47,4	44,7	45,0	40,4	41,5
Пл.	макроструктура, %	67,2	63,8	63,2	67,2	66,7	65,1	61,6	65,0
	коэффициент структурности	2,05	1,76	1,72	2,05	2,00	1,86	1,60	1,86
	водопрочность, %	35,8	38,6	37,1	43,7	46,3	43,5	39,2	40,5
Кмб.	макроструктура, %	66,4	63,7	62,5	67,7	66,8	67,1	61,7	65,1
	коэффициент структурности	1,98	1,75	1,67	2,09	2,01	2,04	1,61	1,88
	водопрочность, %	37,7	39,3	37,1	45,0	42,9	43,1	40,7	40,8
Млк.	макроструктура, %	65,6	60,9	61,5	65,9	64,7	63,7	60,5	63,2
	коэффициент структурности	1,91	1,56	1,60	1,93	1,83	1,75	1,53	1,73
	водопрочность, %	36,9	37,1	37,2	42,7	41,1	41,3	37,9	39,2
НСР ₀₅ макроструктура		2,3	1,7	F _φ <F ₀₅	3,1	1,6	2,8	F _φ <F ₀₅	
НСР ₀₅ коэффициент структурности		0,20	F _φ <F ₀₅	0,14	0,22	0,11	0,17	0,10	
НСР ₀₅ водопрочность		2,1	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	2,0	1,7	1,9	1,4	

Относительно большинства культур севооборота отмечена тенденция к улучшению показателей структурно-агрегатного состава при отвальной системе обработки почвы. При ней установлено наибольшее содержание агрономически ценных (65,9%) и водопрочных (41,5%) агрегатов, а также отмечен более высокий коэффициент структурности (1,95).

Если рассматривать показатели структурно-агрегатного состава по профилю почвы (в слоях 0–10 и 10–20 см), то можно отметить, что их значения были приблизительно одинаковыми при отвальной и комбинированной системах обработки и более высокими в слое 0–10 см по сравнению со слоем 10–20 см при плоскорезной и мелкой обработках. Отмеченная особенность связана с глубиной заделки пожнивных и растительных остатков. При отвальной и комбинированной системах обработки почвы в качестве основной обработки проводилась отвальная вспашка, в результате чего пожнивные и растительные остатки распределялись по пахотному слою сравнительно равномерно, а при плоскорезной и мелкой обработках накапливались в верхнем слое почвы. Это способствует обогащению верхнего слоя почвы органическим веществом и обеспечивает процесс структурообразования.

Наибольшее количество структурных и водопрочных агрегатов, а также более высокий коэффициент структурности зафиксированы на участках с клевером. Сложившиеся в данном варианте опыта благоприятные почвенные условия оказали

положительное влияние на последующую культуру – озимую рожь. Среди систем обработки почвы наилучшие показатели структурно-агрегатного состава отмечены при отвальной технологии, а при мелкой обработке выявлена тенденция к их снижению.

Использование в севообороте различных систем обработки почвы оказало существенное влияние на характер засоренности посевов. Для них был характерен малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности. Засоренность посевов возделываемых культур различалась по численности и массе сорных растений, однако общей закономерностью являлось увеличение числа сорняков при плоскорезной и мелкой системах обработки почвы по сравнению с отвальной. В среднем по культурам севооборота при учете засоренности до обработки посевов гербицидами численность сорняков при плоскорезной и мелкой обработках была в 1,5 раза выше по сравнению с отвальной.

Учет засоренности посевов перед уборкой показал, что численность сорняков по вариантам опыта значительно снизилась после применения гербицидов. Техническая эффективность в борьбе с малолетними сорняками составила 57,2–80,0%, многолетними – 50,0–71,4%, при этом масса сорняков уменьшилась на 71,8–89,0%.

Учет потенциальной засоренности пахотного слоя семенами сорных растений позволил установить зависимость их количества от способа и глубины обработки почвы (рис. 2).

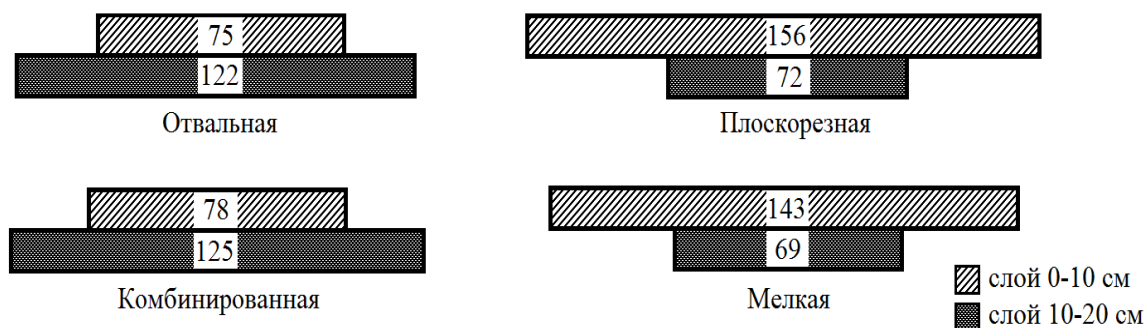


Рис. 2. Распределение семян сорных растений (млн. шт га⁻¹) в пахотном слое почвы

Установлено, что на делянках, где применялись отвальная и комбинированная обработки, основная масса семян сорняков сосредоточена в слое 10–20 см (122 и 125 млн. шт. га⁻¹, или 61,9 и 61,6%), что связано с ежегодным оборачиванием почвы, при котором большая часть свежесозревших семян заделывается в нижележащие слои.

В вариантах с плоскорезной и мелкой обработками, при которых оборачивание не осуществляется или осуществляется частично, основная масса семян сорняков остается в верхнем слое почвы (156 и 143 млн. шт. га⁻¹, или 68,4 и 67,1% от запасов в пахотном слое), что способствует

увеличению засоренности посевов последующих культур.

Из изучаемых агротехнологий (обработка почвы, внесение удобрений, применение гербицидов) наибольшее влияние на развитие растений оказало внесение удобрений. Оно в значительной степени способствовало увеличению кустистости, высоты и массы зерновых культур по сравнению с вариантами без применения удобрений. На участках с клевером и картофелем положительное влияние удобрений проявилось в увеличении количества стеблей, а также в накоплении сырой и абсолютно сухой массы растений, что отразилось на урожайности культур севооборота (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность севооборота в зависимости от изучаемых агроприемов, т га⁻¹

Система обработки почвы	Фон	Суммарный выход продукции в севообороте	Средняя урожайность	Прибавка (+/-)			
				система обработки почвы	удобрения	гербициды	удобрения и гербициды
Отв.(к.)	без У и Г	34,22	5,70	–			
	У	41,28	6,88		1,18		
	Г	35,07	5,84			0,14	
	У и Г	43,44	7,24				1,54
Пл.	без У и Г	34,67	5,78	0,08			
	У	41,83	6,97		1,19		
	Г	36,74	6,12			0,34	
	У и Г	44,04	7,34				1,56
Кмб.	без У и Г	34,51	5,75	0,05			
	У	41,54	6,92		1,17		
	Г	35,57	5,93			0,18	
	У и Г	43,66	7,28				1,53
Млк.	без У и Г	31,83	5,30	- 0,40			
	У	38,45	6,41		1,11		
	Г	33,58	5,60			0,30	
	У и Г	39,98	6,66				1,36
НСР ₀₅ по фактору: А				0,05			
В и АВ					0,58		
С, АС, ВС						0,13	
АВС							0,15

Из изучаемых агротехнологий разной интенсивности наиболее значимое влияние на продуктивность севооборота оказало внесение удобрений (28,8%), менее значимое – применение гербицидов (8,6%) и использование систем обработки почвы (4,6%). Комплексное применение удобрений и гербицидов на фоне различных систем обработки почвы способствовало обеспечению максимальных прибавок урожайности (на 1,36–1,56 т га⁻¹ в среднем по культурам севооборота).

ВЫВОДЫ

1. Отвальная система обработки дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обеспечивает более рыхлое сложение пахотного слоя с

максимальным содержанием агрономически ценных (65,9%) и водопрочных (42,2%) агрегатов.

2. Численность сорных растений при плоскорезной и мелкой системах обработки почвы в 1,5 раза выше по сравнению с отвальной. Техническая эффективность применения гербицидов составила 50,0-80,0%.

3. Среди агротехнологий разной интенсивности наиболее значимое влияние на продуктивность севооборота оказало внесение удобрений (28,8%), менее значимое – применение гербицидов (8,6%) и использование систем обработки почвы (4,6%).

4. Комплексное применение удобрений и гербицидов на фоне различных систем обработки почвы способствовало обеспечению максимальных прибавок урожайности – 1,36–1,56 т га⁻¹.

Список литературы

- Беленков А.И., Шевченко В.А., Трофимова Т.А., Шачнев В.П. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 500 с.
- Борин А.А., Лошчинина А.Э. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота // *Земледелие*. 2015. № 7. С. 17–20.
- Бурова А.В., Балашов Е.В. Последствие навоза и влияние полного минерального удобрения на индикаторы качества нижней части пахотного слоя дерново-подзолистой почвы // *Агрофизика*. 2019. № 2. С. 1–7.
- Дригидер В.К., Кашаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // *Земледелие*. 2015. № 7. С. 20–23.
- Еськов А.И., Русакова И.В. Повышение эффективности использования растительных остатков в ресурсосберегающих технологиях // Совершенствование научных основ технологий производства и применения органических удобрений. Владимир, 2013. С. 506–512.
- Ильясов М.М., Суханова И.М., Яппаров И.А., Биккина Л.М.-Х. Влияние минимизации основной обработки почвы и органо-минеральной системы удобрений на агрофизические свойства черноземной почвы // *Агрофизика*. 2019. № 3. С. 8–14.
- Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение физических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // *Владимирский земледелец*. 2015. № 2 (72). С. 12–14.
- Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние различных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // *Земледелие*. 2015. № 5. С. 18–20.
- Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Конищев А.А., Гарифуллин И.И. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности» почвы с урожайностью зерновых культур // *Агрофизика*. 2017. № 4. С. 16–24.
- Плескачев Ю.Н., Кошечев И.А., Кандыбин С.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013. № 1 (99). С. 23–26.
- Рзаева В.В. Засоренность яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье // *Земледелие*. 2013. № 8. С. 25–27.
- Шейн Е.В., Мазиров М.А., Зинченко С.И. *Агрофизика: учеб. пособие*. Владимир, ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». - Иваново: ИПК «ПресСто», 2016. 124 с.
- Черкасов Г.Н. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы // *Земледелие*. 2006. № 6. С. 20–22.

References

- Belenkov A.I., Shevchenko V.A., Trofimova T.A., Shachnev V.P. *Nauchno-prakticheskie osnovy sovershenstvovaniia obrabotki pochvy v sovremennykh adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliia. Monografiia*. [Scientific and practical fundamentals of improving tillage in modern adaptive landscape farming systems. Monograph]. Moscow: Publishing house Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2015. 500 p.
- Borin A.A., Loshchinina A.E. Vliianie obrabotki pochvy v komplekse s primeneniem udobrenii i gerbitsidov na urozhainost' kul'tur sevooborota [Influence of tillage in combination with fertilizers and herbicides on crop yield in rotation] // *Zemledelie*, 2015, no. 7, pp. 17–20.
- Burova A.V., Balashov E.V. Posledeistvie navoza i vliianie polnogo mineral'nogo udobreniia na indikatory kachestva nizhnei chasti pakhotnogo sloia dervno-podzolistoi pochvy [Aftereffect of farmyard manure and influence of full mineral fertilizer on quality indicators of bottom part of spodosol plough layer] // *Agrofizika*, 2019, no. 2, pp.1–7.
- Dridiger V.K., Kashchaev E.A., Stukalov R.S., Pan'kov Iu.I., Voytsekhovskaya S.S. Vliianie tekhnologii vzdelyvaniia sel'skokhoziaistvennykh kul'tur na ikh urozhainost' i ekonomicheskuiu effektivnost' v sevooborote [Influence of crop cultivation technology on their productivity and economic efficiency in crop rotation] // *Zemledelie*, 2015, no.7, pp. 20–23.
- Es'kov A.I., Rusakova I.V. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniia rastitel'nykh ostatkov v resursosberegaiushchikh tekhnologiiakh* [Improving the efficiency of the use of plant residues in resource-saving technologies] // *Sovershenstvovanie nauchnykh osnov tekhnologii proizvodstva i primeneniia organicheskikh udobrenii*. Vladimir, 2013. 506–512 pp.
- Iliasov M.M., Sukhanova I.M., Iapparov I.A., Bikkina L.M.-Kh. Vliianie minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy i organo-mineral'noi sistemy udobrenii na agrofizicheskie svoistva chernozemnoi pochvy [Influence of minimization of main treatment and organic-mineral system of fertilizers on agrophysical properties of black earth soil] // *Agrofizika*, 2019, no. 3, pp. 8–14.
- Matiuk N.S., Polin V.D., Nikolaev V.A. *Izmenenie fizicheskikh svoistv pochvy pod deistviem priemov obrabotki i udobrenii* [Change in the physical properties of the soil under the influence of processing techniques and fertilizers] // *Vladimirskii zemledelets*, 2015, no. 2 (72), pp. 12–14.

- Nikolaev V.A., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. Vliianie razlichnykh sposobov obrabotki na agrofizicheskie svoystva i strukturnoe sostoianie pochvy [Influence of different cultivation methods on agrophysical soil properties and structural state] // *Zemledelie*, 2015, no. 5, pp. 18–20.
- Perfil'ev N.V., V'iushina O.A., Konishchev A.A., Garifullin I.I. Issledovanie vzaimosviasi «optimal'noi plotnosti» pochvy s urozhainost'iu zernovykh kul'tur [The interaction of soil «optimum density» with grain productivity] // *Agrofizika*, 2017, no. 4, pp. 16–24.
- Pleskachev Iu.N., Koshcheev I.A., Kandybin S.S. Vliianie sposobov osnovnoi obrabotki pochvy na urozhainost' zernovykh kul'tur [The influence of primary tillage methods on the yield of grain crops] // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 1(99), pp. 23–26.
- Rzaeva V.V. Zasorennost' iarvoi pshenitsy pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy v Severnom Zaural'e [Contamination of spring wheat under various tillage methods in the Northern Ural] // *Zemledelie*, 2013, no. 8, pp. 25–27.
- Shein E.V., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. *Agrofizika: uchebnoe posobie*. Vladimir, FGBNU «Vladimirskii NIISKh» [Agrophysics: a training manual. Vladimir, Vladimir Scientific Research Institute of Agriculture]. Ivanovo: «PresSto», 2016. 124 p.
- Cherkasov G.N. Kombinirovannye sistemy osnovnoi obrabotki naibolee effektivny i obosnovany [Combined main processing systems are the most effective and justified] // *Zemledelie*, 2006, no. 6. pp. 20–22.

УДК 631.434.2

DOI: 10.25695/AGRPH.2020.02.03

МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Н. Л. Кураченко, А. А. Колесник, Е. С. Парченко

Красноярский государственный аграрный университет

660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90

E-mail: kurachenko@mail.ru

Поступила в редакцию 27 апреля 2020 г., принята к печати 28 мая 2020 г.

В полевом опыте изучено влияние способов основной обработки на содержание и пространственное распределение микроагрегатов в агрочерноземах Красноярской лесостепи. Исследование проведено в агроценозе пшеницы, возделываемой с применением вспашки, а также минимальной и нулевой обработки почвы. Установлено, что легкоглинистые крупнопылевато-иловатые агрочерноземы с содержанием физической глины 60–65% характеризуются стабильностью минеральной массы в пространстве. В составе почвы, обрабатываемой по различным технологиям, доминируют микроагрегаты размером >0,01 мм (84–89%). Отвальная обработка определила преобладание крупных микроагрегатов размером 0,25–0,05 мм (53–51%), дифференциацию пахотного слоя по содержанию микроагрегатов крупной и средней пыли и очень высокую изменчивость в пространстве микроструктурных отдельностей размером 1–0,25 мм ($C_v = 0–100\%$). Ресурсосберегающие технологии обработки обусловили однородность слоя почвы 0–20 см по микроагрегатному составу и увеличение пространственной вариабельности микроагрегатов по мере уменьшения их размера. Минимальная обработка способствовала формированию микроагрегатов крупной пыли (44–45%), нулевая – мелкого песка (48%). По потенциальной способности почвы к оструктуриванию, определяемой по содержанию истинных микроагрегатов размером >0,05 мм, изучаемые технологии обработки можно расположить в следующий убывающий ряд: отвальная (46–47%) – нулевая (41–44%) – минимальная (31–32%).

Ключевые слова: агрочернозем, вспашка, минимальная обработка, нулевая обработка, гранулометрический состав, микроагрегатный состав.