

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ И СРЕДСТВ БИОЛОГИЗАЦИИ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ТЯЖЕЛОСУГЛИНИСТОГО СРЕДНЕМОЩНОГО НИЗКОГУМУСНОГО, ПОДСТИЛАЕМОГО ГАЛЕЧНИКОМ

Х.А. Хусайнов, кандидат биологических наук,
А.В. Тунтаев, М.С. Муртазалиев, Ф.Д. Елмурзаева, М.Ш. Абасов

*Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
366021, Грозный, пос. Гикало, ул. Ленина, 1
E-mail: haron-h14@mail.ru*

Исследования проводили с целью изучения влияния различных способов основной обработки почвы с внесением навоза и заделкой сидератов на агрофизические свойства пахотного (0...25 см) и подпахотного (25...50 см) слоев чернозема типичного тяжелосуглинистого среднесплошного низкогумусного, подстилаемого галечником, при недостаточной влагообеспеченности. Схема опыта предусматривала изучение эффективности применения навоза и сидератов на фоне вспашки на глубину 25...30 см, дискования на глубину 10...15 см и чизелевания на глубину 30...40 см. Контролем был вариант без органических удобрений. Применение навоза и сидератов способствовало улучшению агрофизических параметров почвы, по сравнению с контролем, в обоих изучаемых слоях. В конце вегетации плотность почвы в слое 0... 25 см на оптимальном уровне (1,10...1,20 г/см³) отмечали в вариантах без удобрений и с заделкой сидератов после дискования. При использовании других способов обработки почвы она выходила за эти пределы. Наибольшее содержание структурных агрегатов в пахотном слое почвы зафиксировано также после дискования на фоне сидерата (81 %), в подпахотном – оно было самым большим по вспашке на фоне навоза (89 %). Лучшую водопрочность структурных агрегатов наблюдали при дисковании и чизелевании после сидерата – соответственно в пахотном слое 86,2 и 90 %, в подпахотном – 84,6 и 84,7 %. Влажность почвы в начале вегетационного периода 2020 г. благодаря выпадению осадков находилась в оптимальном интервале (в пределах 50...70 % от ППВ) во всех вариантах опыта. К концу вегетации она снижалась почти в 2 раза. При этом лучшую величину этого показателя в пахотном (41,1 %) и подпахотном (37,9 %) слое отмечали при дисковании после заделки сидерата.

INFLUENCE OF PROCESSING METHODS AND MEANS OF BIOLOGIZATION ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM TYPICAL HEAVY LOAMY MEDIUM-THICK LOW-HUMUS CHERNOZEM UNDERLAIN BY PEBBLES

Khusainov Kh.A., Tuntaev A.V., Murtazaliev M.S., Elmurzaeva F.D., Abasov M.Sh.

*Chechen Scientific Research Institute of Agriculture
366021, Chechenskaya Respublica, Grozny, Gikalo, ul. Lenina, 1
E-mail: haron-h14@mail.ru*

The studies were carried out to study the effect of various methods of basic soil cultivation with the introduction of manure and incorporation of green manure on the agrophysical properties of arable (0...25 cm) and sub-arable (25...50 cm) layers of typical heavy loamy medium-thick low-humus chernozem, underlain by pebbles, with insufficient moisture supply. Experiment scheme: without the use of manure and green manure (control); plowing to a depth of 25...30 cm + green manure; disking to a depth of 10...15 cm + green manure; chiseling to a depth of 30...40 cm + green manure; plowing + manure; disking + manure; chiseling + manure. When disking on the aftereffect of manure and green manure, all agrophysical parameters of the soil in both layers increased significantly in comparison with the control. At the same time, the best indicators of the bulk density were noted after the incorporation of green manure - 1.11 g/cm³ in the topsoil and 1.28 g/cm³ in the sub-arable layer. The highest content of structural aggregates in the topsoil was recorded after disking against the background of green manure (81%), in the sub-arable layer – after plowing against the background of manure (89%). When disking against the background of green manure relative to the control, the bulk density in both soil layers decreased from dense to medium-dense (optimal) degree of compaction, the number of structural aggregates increased from satisfactory to good structural state in the arable layer, and their water resistance – from unsatisfactory to excellent in both soil layers. The soil moisture at the beginning of the 2020 growing season due to precipitation was in the optimal range (within 50 ... 70 % of the full field moisture capacity) in all variants of the experiment. By the end of the growing season, it decreased by almost 2 times. At the same time, the best value of this indicator in the arable (41.1 %) and sub-arable (37.9 %) layer was noted when disking after the green manure was planted.

Ключевые слова: объемная масса, количество структурных агрегатов, водопрочность, влажность почвы

Key words: volumetric weight, number of structural aggregates, water resistance, soil moisture

Физические свойства почв – важный показатель их плодородия и деградации. Гранулометрический состав – матрица, на которой протекают все физико-химические процессы, развитие корневых систем, поглощение ими элементов минерального питания. В научном земледелии до сих пор не сложилось единого мнения о влиянии систем обработки почвы и фонов удобрений на агрофизические свойства почвы, что обусловлено различными почвенными условиями [1]. Поверхностная обработка почвы обеспечивает наибольшее ресур-

сосбережение, производственные затраты при этом снижаются в пределах 16...22 %. Поэтому ее рекомендуют применять для сокращения материальных и трудовых затрат на обыкновенных черноземах поверхностную обработку почвы [2].

По мнению других авторов, наиболее эффективная система основной обработки почвы в пропашном звене севооборота озимая пшеница – кукуруза на зерно с экономической точки зрения – чередование обычной вспашки на глубину 20...22 см под озимую пшеницу

и чизельной обработки на 23...25 см под кукурузу на зерно. Уровень рентабельности производства продукции в этом варианте составляет 89 % [3]. При длительном антропогенном воздействии основные изменения агрофизических и физико-химических свойств лугово-бурой тяжелосуглинистой почвы происходят в ее верхнем 0...20 см слое. В Хабаровском крае, за период сельскохозяйственного использования (с 1963–1965 по 2019 гг.), в полевом севообороте плотность этого слоя увеличилась, по сравнению с целинным участком, на 0,38...0,62 г/см³, порозность – снизилась на 13,0...21,9 %. Самое высокое содержание водопрочных агрегатов почвы отмечено в пятипольном севообороте с клевером луговым – 43,1 %, наименьшее – в двухпольном пропашном севообороте и при бессменном возделывании кукурузы – 31,4...28,1 % [4].

Основная обработка почвы должна обеспечивать максимальное накопление зимних осадков, а после поглощения талых вод – тормозить процессы физического испарения влаги. Глубоко обработанная почва хорошо аккумулирует влагу, но плохо ее сохраняет, тогда как более плотная почва после мелкой или поверхностной обработки хуже накапливает влагу, но лучше ее сохраняет [5]. При безотвальной обработке повышается производительность труда, сокращаются сроки проведения полевых работ, снижается себестоимость продукции, улучшается противэрозийная стойкость почвы, уменьшаются потери влаги из неё. В то же время ей присущи и определённые недостатки, в первую очередь, увеличивается засорённость посевов, особенно при повышенном увлажнении [6]. Различные по интенсивности воздействия приемы основной обработки приводят к изменению физических свойств почвы, в том числе к уплотнению, ухудшению структуры, снижению водоустойчивости. Так, при прямом посеве благодаря мульчирующему слою пожнивных остатков происходит накопление влаги в почве, увеличение супрессивности и снижение эродированности. Отмечается отсутствие ухудшения таких агрофизических свойств почвы, как переуплотнение, увеличение количества крупных почвенных агрегатов (>10 мм), но одновременно и повышение её плотности [7]. Вспашка, как основной способ обработки почвы, способствует снижению количества сорных растений, но уступает чизелеванию по накоплению влаги [8]. Производственные затраты на возделывание яровой пшеницы постоянно растут в связи с удорожанием ГСМ, техники, средств защиты растений и удобрений. При этом наибольшие энергетические затраты приходится на обработку почвы. Поэтому в последние годы весьма актуально повышение урожайности яровой пшеницы при одновременном снижении затрат на ее производство путем разработки ресурсосберегающих технологий возделывания, основанных на рациональном сочетании систем удобрения с различным уровнем биологизации и интенсивности основной обработки почвы [9].

Применение органических удобрений обеспечивает существенное улучшение плодородия почвы. Кроме того, наблюдается положительное последствие навоза при резком недостатке атмосферных осадков [10]. Следует отметить, что использование традиционных органических удобрений заметно снизилось из-за резкого сокращения поголовья животных, внесение навоза, особенно на отдаленных полях, стало чрезмерно затратным. В связи с этим одним из основных и доступных способов поддержания плодородия почвы становится сидерация [11]. Приемы биологизации (солома,

сидерация, многолетние бобовые травы) обеспечивают существенное улучшение агрофизических свойств почвы, в частности способствуют оптимизации её плотности. Одновременно происходит накопление гумуса в почве, возрастает урожайность выращиваемых культур [12]. Будучи важным фактором биологизации земледелия сидераты предохраняют почву от эрозии, обеспечивают устойчивое экологическое равновесие и формирование экологически безопасной продукции [13, 14]. Необходимо эффективное использование всех источников органического вещества (навоз, солома, сидераты и др.), которые служат важнейшим фактором ресурсосбережения и воспроизводства плодородия почвы, особенно в условиях высокой стоимости минеральных удобрений [15].

Цель исследований – разработка научно обоснованной ресурсосберегающей системы основной обработки почвы с использованием средств биологизации для сохранения и воспроизводства плодородия чернозема типичного тяжелосуглинистого среднемощного низкогумусного, подстилаемого галечником в условиях засушливого вегетационного периода.

Методика. Работу проводили в 2019–2020 гг. на опытном поле Чеченского НИИСХ, расположенном в лесостепной природно-климатической зоне в засушливых условиях. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый среднемощный низкогумусный, подстилаемый галечником. Среднее содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляет 4,2 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 15 и 220 мг/кг соответственно. Реакция почвенной среды (потенциометрическим методом) – нейтральная ($pH_{KCl} = 6,9$).

Закладку и проведение полевого опыта осуществляли по общепринятым методикам [16, 17, 18]. Посевная площадь делянок для озимой пшеницы и овса составляла 45 м², гороха – 67,5 м², кукурузы – 90 м², учетная – соответственно 30 м², 52,5 м², 75 м². Повторность в опыте – 4-кратная.

Образцы пахотного (0...25 см) и подпахотного (25...50 см) слоев почвы отбирали с каждого варианта в начале и конце вегетационного периода. Определение агрофизических показателей почвы проводили общепринятыми методами: агрегатный состав почвы – по методу Саввинова, водопрочность структурных агрегатов – по методу Андрианова.

В качестве органических удобрений (фактор А) использовали полуперепревший навоз в дозе 30 т/га (N – 0,45 %, P – 0,23 %, K – 0,50 %), внесенный осенью 2018 г., и сидераты: в 2019 г. овес яровой + сорго кормовое (нормы высева соответственно 150 и 10 кг/га); в 2020 г. рапс яровой (норма высева 15 кг/га). Заделку сидератов проводили осенью предшествующего исследованию года (в 2018 и 2019 гг. соответственно). Контроль – без применения навоза и сидератов.

Кроме того, схема опыта предусматривала изучение трех способов основной обработки почвы (фактор В): вспашка на глубину 25...30 см навесным плугом ПН-4-35, дискование на 10...15 см БДМ-3×4, чизелевание на 30...40 см чизелем-глубококорыхлителем Д 380 NS.

Метеоусловия осенне-зимнего периода в оба года исследований складывались в основном одинаково. Осень отличалась высокой температурой воздуха и отсутствием осадков вплоть до начала ноября. Средняя месячная температура воздуха октября составляла 12,8 °С, что на 1,2 °С превышало среднегодовую (11,6 °С). Зима была малоснежной, со средней температурой воздуха в январе 1 °С, при среднемо-

Табл. 1. Агрофизические показатели пахотного и подпахотного слоев почвы при разных способах обработки на фоне внесения сидератов и навоза (2019 г.)

Вариант		Слой почвы, см	Объемная масса, г/см ³		Количество структурных агрегатов, %		Водопрочность структурных агрегатов, %		Влажность почвы от ППВ, %		
органические удобрения (фактор А)	обработка почвы (фактор В)		1*	2	1	2	1	2	1	2	
Без удобрений	вспашка	0...25	1,23	1,22	67,7	70,6	34,9	63,3	42,2	42,7	
		25...50	1,18	0,91	74,2	51,8	40,2	81,0	44,1	36,9	
	дискование	0...25	1,15	1,13	51,9	61,8	24,6	80,4	42,2	45,5	
		25...50	1,25	1,03	54,3	55,1	38,3	76,1	45,9	29,7	
	чизелевание	0...25	1,34	1,31	49,7	58,5	42,9	74,4	35,6	32,1	
			1,25	1,27	49,1	59,8	18,9	76,5	37,2	33,7	
	Сидерат	вспашка	0...25	1,14	1,30	79,2	80,0	32,7	80,0	44,7	49,7
			25...50	1,11	1,31	86,4	77,1	36,5	84,5	46,0	30,1
дискование		0...25	1,11	1,30	63,1	81,0	44,4	86,2	49,1	49,1	
		25...50	1,23	1,36	64,2	51,4	54,3	84,6	50,3	35,0	
чизелевание		0...25	1,36	1,23	69,4	61,8	48,2	90,0	44,5	49,8	
			1,32	1,35	73,5	73,7	33,1	84,7	46,6	41,7	
Навоз		вспашка	0...25	1,12	1,23	41,3	78,3	56,1	67,7	41,2	42,4
			25...50	1,18	1,00	37,1	89,0	30,8	46,8	46,6	50,0
	дискование	0...25	1,04	1,28	55,8	80,2	26,3	74,3	46,9	45,9	
		25...50	1,32	1,20	49,5	81,1	30,7	53,3	39,7	45,9	
	чизелевание	0...25	1,14	1,34	59,6	58,8	48,5	56,9	46,6	55,3	
			1,20	1,25	50,1	70,9	20,7	36,8	48,7	44,1	
	НСР ₀₅	0...25	0,05	0,06	2,9	3,5	1,9	3,7	2,1	2,2	
		25...50	0,06	0,06	3,0	3,3	1,7	3,4	2,0	1,9	
НСР _А = НСР _В	0...25	0,03	0,04	1,8	2,16	1,2	2,3	1,3	1,4		
	25...50	0,04	0,04	1,8	2,0	1,1	2,0	1,2	1,2		
НСР _{АВ}	0...25	0,02	0,02	1,1	1,3	0,8	1,4	0,8	0,8		
	25...50	0,02	0,02	1,1	1,2	0,7	1,3	0,8	0,7		

*1 – в начале вегетационного периода, 2 – в конце вегетационного периода

голетней – -1,9 °С. Весенний период в оба года характеризовался частыми осадками, основное количество которых выпадало в течение мая с превышением месячной нормы (56 мм) на 33...72 %. а среднемесячной температуры воздуха 16,6°С – на 1...1,3°С. Самые теплые дни с температурой воздуха от 29 до 32°С наблюдались с середины по конец мая. Однако в течение летнего периода количество осадков резко уменьшалось, при этом среднемесячная температура воздуха превышала среднегодовалную норму июля 23,9°С на 1,5...2,0°С. С середины июня и до начала августа температура воздуха устойчиво держалась в пределах 34...36°С, в некоторые дни достигая 40...42°С, при этом с частыми суховеями, что приводило к иссушению почвы.

Результаты и обсуждение. Определение агрофизических показателей пахотного и подпахотного слоев почвы в начале и конце вегетационных периодов показало, что под влиянием изучаемых приемов их величина в разной степени повышалась, по сравнению с соответствующим контролем.

В конце вегетационного периода 2019 г. плотность почвы в пахотном слое близкую к оптимальной (1,10...1,20 г/см³) отмечали в варианте с дискованием без применения удобрений (табл. 1), в подпахотном

(1,20...1,30 г/см³) – при чизелевании на фоне внесения навоза и без удобрений. На фоне естественного плодородия почва в подпахотном слое почвы при дисковании и вспашке характеризовалась очень рыхлым состоянием (< 1,10 г/см³). Наибольшую долю структурных агрегатов почвы в конце вегетационного периода 2019 г. в пахотном слое почвы отмечали после дискования на фоне заделки сидерата с превышением величины этого показателя в аналогичном варианте без удобрений на 19,2 %. В подпахотном лучшие результаты отмечены при вспашке на фоне внесения навоза, где доля структурных агрегатов на 37 % превысила величину этого показателя при отвальной обработке в контроле (см. табл. 1).

При этом в вариантах с дискованием и чизелеванием на фоне сидерата в обоих слоях почвы в конце вегетационного периода 2019 г. отмечена отличная (>70 %) водопрочность структурных агрегатов. По сравнению с контролем, она возросла в пахотном слое соответственно на 6 и 15 %, в подпахотном – на 8 % при обоих обработках.

Влажность почвы в обоих изучаемых слоях в 2019 г., вследствие сильной засухи, в конце вегетационного периода почти во всех вариантах опыта не превышала 50 %. Исключением был пахотный слой после чизелева-

Табл. 2. Агрофизические показатели пахотного и подпахотного слоев почвы при разных способах обработки на фоне внесения сидератов и навоза (2020 г.)

Вариант		Слой почвы, см	Объемная масса, г/см ³		Количество структурных агрегатов, %		Водопрочность структурных агрегатов, %		Влажность почвы от ППВ, %	
органические удобрения (фактор А)	обработка почвы (фактор В)		1*	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	вспашка	0...25	1,18	1,07	52,4	36,8	53,7	60,7	56,2	33,0
		25...50	1,06	1,22	57,2	49,0	50,3	64,8	47,4	26,1
	дискование	0...25	1,30	1,33	54,8	56,2	58,3	66,3	51,1	36,7
		25...50	1,37	1,24	48,8	69,0	54,2	74,1	47,2	36,2
	чизелевание	0...25	1,36	1,24	46,0	34,1	50,5	62,7	56,3	34,9
		25...50	1,24	1,31	51,6	56,4	57,6	65,2	58,2	31,5
Сидерат	вспашка	0...25	1,24	0,91	51,0	68,2	74,4	69,9	64,2	25,6
		25...50	1,24	1,20	54,7	53,2	73,9	74,0	61,3	26,9
	дискование	0...25	1,10	1,11	63,6	58,8	71,1	76,1	67,9	41,1
		25...50	1,12	1,28	51,2	50,0	70,1	80,3	64,5	37,9
	чизелевание	0...25	1,30	1,29	49,2	64,0	68,2	70,9	64,0	39,0
		25...50	1,24	1,33	54,3	49,2	64,9	74,5	61,5	35,1
Навоз	вспашка	0...25	1,24	1,29	51,6	58,8	70,9	65,8	67,6	34,8
		25...50	1,30	1,15	48,4	78,6	61,5	68,8	61,3	23,6
	дискование	0...25	1,18	1,23	43,2	42,6	66,9	73,8	64,3	31,2
		25...50	1,24	1,31	60,8	65,0	70,4	71,9	58,1	29,7
	чизелевание	0...25	1,30	1,27	52,2	58,2	60,8	70,7	64,1	34,9
		25...50	1,30	1,23	69,8	50,6	73,7	65,3	61,0	22,1
НСР ₀₅	0...25	0,05	0,05	2,4	2,6	3,1	3,4	3,0	1,7	
	25...50	0,06	0,05	2,7	2,9	3,1	3,5	2,9	1,5	
НСР _А = НСР _В	0...25	0,03	0,04	1,7	2,1	1,1	2,2	1,3	1,3	
	25...50	0,04	0,04	1,9	2,0	1,1	2,1	1,3	1,2	
НСР _{АВ}	0...25	0,02	0,02	1,2	1,3	0,1	1,4	0,8	0,8	
	25...50	0,02	0,02	1,1	1,2	0,6	1,2	0,7	0,7	

*1 – в начале вегетационного периода, 2 – в конце вегетационного периода

ния на фоне с внесением навоза, в котором величина этого показателя оставалась у нижней границы оптимума (50...70 % от ППВ) и была выше, чем в соответствующем контроле, на 23 % (см. табл. 1).

К концу вегетационного периода 2020 г. плотность пахотного слоя почвы оставалась в оптимальном диапазоне 1,10...1,20 г/см³ в варианте с дискованием на фоне сидерата. В соответствующем контроле в пахотном слое она была на 0,22 г/см³ выше, а в подпахотных слоях в этих вариантах плотность почвы была на одном уровне (табл. 2).

Влажность почвы в начале вегетации 2020 г. находилась в пределах оптимальных значений (50...70 % от ППВ) во всех вариантах опыта, что связано с выпадением в этот период осадков. Из-за установившейся засухи, а также в результате потребления растениями к концу вегетационного периода она снизилась почти вдвое. При этом наиболее высокую величину этого показателя в обоих слоях отмечали после дискования на фоне сидерата: в пахотном слое больше, чем в соответствующем контроле, на 5 %, в подпахотном – на 2 % (см. табл. 2). Вероятно, дискование обеспечивает лучшее сохранение влаги в условиях, когда почвенный покров подстилается галечником, который ме-

стами доходит до пахотного слоя. При более глубоких обработках почвы (вспашка и чизелевание) почвенная влага быстрее просачивается в нижние слои или испаряется, что необходимо учитывать в условиях с жарким, засушливым летом и частыми суховеями.

Лучшее структурное состояние почвы в конце вегетационного периода 2020 г. отмечали при вспашке: в пахотном слое на фоне сидерата, в подпахотном – навоза. В этих вариантах доля структурных агрегатов была выше, чем в контроле, соответственно на 31,4 и 29,6 % (см. табл. 2).

Отличную водопрочность структурных агрегатов в обоих слоях почвы в конце вегетационного периода 2020 г. отмечали при дисковании на фоне сидерата, где она была выше, чем в соответствующем контроле, в пахотном слое на 10 %, в подпахотном – на 6 %.

В целом влияние навоза и сидератов на агрофизические свойства почвы было сопоставимым. Среди способов обработки почвы формирование лучших агрофизических показателей обеспечило дискование. При его проведении наблюдали оптимальную объемную массу почвы в обоих слоях, хорошую структуру почвы в пахотном слое, отличную водопрочность структурных агрегатов в обоих слоях, более высокую влажность по-

чвы при засухе.

Таким образом, обработка почвы дисковыми боронами на фоне сидерации позволяет решать задачи по сохранению плодородия чернозема типичного тяжелосуглинистого среднемощного низкогумусного, подстилаемого галечником в Чеченской Республике в условиях дефицита почвенной влаги. С учетом зачастую труднодоступности навоза, заделка сидерата – вполне приемлемая замена.

Литература

- Смирнов Б.А., Воронин А.Н. Агрофизические свойства дерново-подзолистой глееватой почвы при разных системах обработки, удобрений и гербицидов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2010. № 5. С. 20–30.
- Влияние ресурсосберегающих обработок на агрофизические свойства обыкновенного чернозема и урожайность яровой пшеницы в предгорной степи Южного Урала / Я.З. Каипов, Р.Л. Акчуринов, З.Р. Султангазин и др. // Земледелие. 2020. № 1. С. 40–43.
- Кузыченко Ю.А. Системы обработки почвы в пропашном звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 25–28.
- Рубцов Л.М., Юрченко Т.С., Хоменок Г.П. Влияние длительной антропогенной нагрузки на изменение агрофизических и физико-химических свойств сезонно-мерзлотных почв Хабаровского края // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 11–16.
- Баздырев Г.И., Заверткин И.А. Возможности и проблемы минимализации обработки почвы при длительном ее использовании // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2008. № 4. С. 4–8.
- Буянкин Н.И., Красноперов А.Г. Основная обработка почвы в условиях засушливого земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 6. С. 39–42.
- Минимизация основной обработки почвы под горох в Курской области / Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик, А.В. Шумаков, и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 26–31.
- Кильдюшкин В.М., Бугаевский В.К., Романенко А.А. Основная обработка почвы в эрозионноопасных и равнинно-западных агроландшафтах Северного Кавказа // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 11. С. 25–26.
- Сравнительная оценка технологий возделывания яровой мягкой пшеницы с различным уровнем интенсификации в условиях Курской области / В.И. Лазарев, Р.И. Лазарева, Б.С. Ильин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 24–27.
- Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. 2015. № 2 (72). С. 12–14.
- Никитин С.Н. Влияние последствия органических удобрений и инокуляции семян ризоагрином на накопление пожнивно-корневых остатков и продуктивность яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 1. С. 12–14.
- Ахметзянов М.Р., Хузина Г.К., Таланов И.П. Влияние растительной биомассы растений и приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы и продуктивность культур в звене севооборота // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 11–16.
- Лошаков В.Г., Иванов Ю.Д., Николаев В.А. Плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность зерновых севооборотов при длительном использовании пожнивной сидерации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2004. № 3. С. 3–14.
- Туктаров Б.И., Тарасенко П.В., Уваров А.В. Повышение плодородия чернозема выщелоченного в лесостепной зоне при биологизации земледелия // Плодородие. 2012. № 1. С. 37–39.
- Изменение показателей плодородия серой лесной почвы и продуктивность культур в звене севооборота при внесении удобрений / Р.С. Шакиров, З.М. Бикмухаметов, Ф.Ф. Хисамиев и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 59–65.
- Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012. 344 с.
- Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. М.: ЦИНАО, 2000. 335 с.
- Нагорный В.Д. Практикум по земледелию: учебное пособие. М.: РУДН, 2014. 182 с.

Поступила в редакцию 30.08.2021
После доработки 24.09.2021
Принята к публикации 08.10.2021