

Агрoхимия. Почвоведение

УДК 631.51

DOI: 10.31857/S2500262720060071

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ**Х.А. Хусайнов¹, кандидат биологических наук, М.Ш. Абасов¹,
А.В. Тунтаев¹, М.С. Муртазалиев¹, А.А. Завалин², академик РАН**¹Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
366021, Чеченская Республика, Грозный, пос. Гикало, ул. Ленина, 1²Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова,
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31 а
E-mail: haron-h14@mail.ru

Изучено влияние различных приемов основной обработки почвы при комплексном использовании минеральных удобрений и биопрепаратов по последдействию навоза и сидератов на агрохимические показатели пахотного (0-25 см) и подпахотного (25-50 см) слоев чернозема типичного. Установлено, что при дисковании в обоих слоях почвы улучшаются все агрохимические показатели, которые значительно (в 2-4 раза) выше, чем в контроле. На эффективность действия дискования положительно влияло последствие навоза. При этом лучшие показатели по содержанию гумуса – 5,4% в пахотном слое почвы и 5,1% – в подпахотном получены в конце вегетационного периода 2020 г. при использовании биопрепарата V417. В начале вегетационного периода 2019 г. комплексное применение минеральных удобрений и биопрепарата обеспечило в обоих слоях почвы самое высокое содержание подвижного фосфора и калия – в пахотном слое 36 и 290 мг/кг, в подпахотном – 32 и 220 мг/кг соответственно. Лучший показатель по нитратному азоту достигнут в конце вегетационного периода 2020 г. при использовании биопрепарата по последствию рапса ярового в качестве сидерата: в пахотном слое – 28 мг/кг, в подпахотном – 21 мг/кг. Содержание гумуса и подвижного калия повышалось с низкого до среднего, а нитратного азота и подвижного фосфора – до повышенного. Из культур, использованных в качестве сидерата, эффективным последствием обладал рапс яровой по сравнению с овсом яровым в смеси с сорго кормовым. Учитывая незначительную (до 10% ниже, чем по последствию навоза) разницу в величине показателей по последствию рапса ярового в 2020 г., а также труднодоступность навоза, сидерат можно считать достойной заменой навозу. Дискование почвы в комплексе с минеральными удобрениями и биопрепаратом V417 по последствию сидерата (рапса ярового) позволяет решать задачи по сохранению и воспроизводству плодородия черноземных почв Чеченской Республики, снижению механического воздействия на них. Поверхностная обработка почвы дисковыми боронами с использованием сидератов предпочтительна в условиях засушливого вегетационного периода.

CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF TYPICAL CHERNOZEM AT DIFFERENT TREATMENT AND USE OF CHEMISTRY AND BIOLOGIZATION MEDIA**Khusainov Kh.A.¹, Abasov M.Sh.¹, Tuntaev A.V.¹, Murtazaliev M.S.¹,
Zavalin A.A.²**¹Chечen Scientific Research Institute of Agriculture,
366021, Chechenskaya Respublica, Grozny, Gikalo, ul. Lenina, 1²All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov,
127434, Moskva, ul. Pryanishnikova, 31 а
E-mail: haron-h14@mail.ru

The influence of various methods of basic soil cultivation with the integrated use of mineral fertilizers and biological products on the aftereffect of manure and green manure on the agrochemical indicators of arable (0-25 cm) and subsurface (25-50 cm) layers of typical chernozem was studied. The goal is to develop a scientifically based resource-saving system of basic soil cultivation using organic, mineral fertilizers, renewable biological resources and biological products for sustainable production of crop products, preservation and reproduction of soil fertility of chernozems in the Chechen Republic. Objects of research: the soil of the experimental site is a typical medium-thick low-humus chernozem underlain by pebbles. It was found that among the methods of soil cultivation during disking, the best results were obtained for all agrochemical indicators in both soil layers, while they significantly (2-4 times) exceeded the corresponding indicators in the control. The efficiency of disking was positively influenced by the aftereffect of manure. At the same time, the best indicators for the humus content – 5.4% in the topsoil and 5.1% in the subsoil were obtained at the end of the growing season of 2020 year when using the biological product V417. At the beginning of the growing season of 2019 year, the complex application of mineral fertilizers and a biological product provided the highest content of mobile phosphorus and potassium in both soil layers – 36 and 290 mg / kg in the arable layer, and 32 and 220 mg / kg in the subsoil, respectively. The best indicator for nitrate nitrogen was achieved at the end of the growing season of 2020 year when using a biological product for the aftereffect of spring rape used as a green manure, where the nitrogen content in the arable layer is 28 mg / kg, in the subsoil layer – 21 mg / kg. It should be noted that the content of humus and mobile potassium increased from low to medium, and that of nitrate nitrogen and mobile phosphorus – to increased. Of the crops used as green manure, spring rape had a more effective aftereffect than spring oats mixed with fodder sorghum. Considering the insignificant (up to 10% lower than in terms of the manure aftereffect) difference in the indicators for the aftereffect of spring rape used as green manure in 2020 year, as well as the inaccessibility of manure, green manure can be considered a worthy alternative to manure. According to the research results, it was found that soil disking in a complex with the use of mineral fertilizers and biological product V417 on the aftereffect of green manure (spring rape) allows solving urgent problems of preserving and reproducing the fertility of chernozem soils in the Chechen Republic, reducing mechanical impact on them. Surface tillage with disc harrows using green manure is more preferable in the conditions of a dry growing season.

Ключевые слова: гумус, азот нитратный, фосфор подвижный, калий подвижный

Key words: humus, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, mobile potassium

Применение в севооборотах систем обработки почвы и удобрений – необходимое условие дальнейшего повышения плодородия почвы и роста урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2]. 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 [3]. С плодородием связана способность почвы обеспечивать культурные растения факторами жизнедеятельности. К важнейшим показателям плодородия почвы относятся содержание гумуса и доступных питательных веществ [4]. Навоз и сидерат оказывают положительное последствие при резком недостатке атмосферных осадков [5, 6]. Одним из основных и доступных способов поддержания плодородия почв в настоящее время остается сидерация [7]. Использование сидератов увеличивает запасы органического вещества почвы, активизирует почвенные микроорганизмы, положительно влияет на агрохимические и агрофизические свойства почвы, что повышает ее плодородие. Сидераты стабилизируют и улучшают фитосанитарное состояние посевов и увеличивают урожайность полевых культур [8, 9]. За вегетационный период сидеральные культуры оставляют

различное количество органического вещества, различающееся по содержанию азота и других макро- и микроэлементов, соотношению C:N [10]. Достижением современной биотехнологии для сельского хозяйства является создание биопрепаратов на основе микроорганизмов, фиксирующих азот из атмосферы; биопрепараты повышают на 0,2-0,4 т/га урожайность зерна озимой пшеницы в условиях засухи [5, 11].

Методика. Исследования проводили на опытном поле Чеченского НИИ сельского хозяйства, расположенном в лесостепной природно-климатической зоне на черноземе типичном в условиях богары. Закладку и проведение полевого опыта осуществляли по общепринятым методикам [12-15]. Посевная площадь делянок в зависимости от культур составляла 45-90 м², учетная – 30-75 м². Повторность в опыте – 4-кратная.

Образцы пахотного (0-25 см) и подпахотного (25-50 см) слоев почвы отбирали с каждого варианта опыта в начале и конце вегетационного периода. Агрохимические анализы почвы проводили стандартными методами: гумуса – по Тюрину, нитратного азота (N-NO₃) – ионометрическим методом, подвижных соединений фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

Изучали способы обработки почвы, используя для проведения работ сельскохозяйственную технику и агрегаты: вспашка на глубину 25-30 см навесным плу-

Табл. 1. Агрохимические показатели пахотного и подпахотного слоев почвы по последствию сидератов в начале (1) и конце (2) вегетационного периода 2019-2020 гг.

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %				Азот нитратный, мг/кг				Фосфор подвижный, мг/кг				Калий подвижный, мг/кг			
		2019		2020		2019		2020		2019		2020		2019		2020	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Вспашка	0-25	2,7	2,5	3,4	3,4	8	3	3	5	16	12	11	13	120	110	120	110
	25-50	2,6	3,1	3,2	3,4	7	4	3	3	14	12	9	11	100	100	110	70
Дискование	0-25	3,4	3,1	3,4	3,6	7	2	4	7	15	9	12	17	120	120	140	150
	25-50	3,1	3,6	3,4	3,4	6	4	3	5	12	7	9	10	110	100	120	80
Чизелевание	0-25	3,2	2,9	3,2	3,2	8	3	5	7	15	10	9	13	140	120	110	100
	25-50	2,8	3,8	3,0	3,1	7	5	5	7	11	9	6	10	110	110	100	70
Вспашка	0-25	4,0	3,4	3,7	4,4	8	4	14	7	17	16	21	15	150	120	160	100
	25-50	3,7	4,1	3,2	4,1	8	5	12	4	15	14	12	8	100	110	110	70
Дискование	0-25	4,2	3,6	3,9	4,4	8	3	16	12	18	12	17	19	140	130	190	100
	25-50	3,7	4,1	3,4	4,1	7	6	14	10	15	11	13	17	100	110	170	90
Чизелевание	0-25	3,8	3,4	3,2	4,0	8	4	6	12	21	12	10	23	170	160	120	150
	25-50	3,4	3,8	3,0	3,8	7	5	5	10	16	11	7	17	130	130	100	150
Вспашка	0-25	3,8	3,1	3,7	4,2	8	3	8	11	17	28	13	16	130	120	150	120
	25-50	3,4	3,8	3,2	4,1	14	8	7	8	12	17	10	9	100	100	130	70
Дискование	0-25	3,6	3,4	4,4	4,8	13	7	20	28	16	15	23	24	150	140	220	220
	25-50	3,1	3,8	4,0	4,5	10	9	15	21	14	10	15	18	100	100	160	130
Чизелевание	0-25	3,6	3,1	3,9	4,4	12	6	8	9	16	21	12	14	160	120	140	130
	25-50	3,1	3,6	3,6	4,1	10	9	6	7	13	14	11	8	110	110	140	80
Вспашка	0-25	3,8	3,1	3,4	4,0	25	9	6	10	17	17	14	20	160	130	150	160
	25-50	3,1	3,6	3,2	3,8	17	16	5	8	8	10	10	14	120	110	120	100
Дискование	0-25	3,8	3,4	4,0	4,4	26	8	11	5	15	10	18	19	150	150	160	170
	25-50	3,4	3,8	3,7	4,3	20	13	9	3	14	10	16	18	110	110	160	110
Чизелевание	0-25	3,4	3,1	3,4	4,4	17	8	9	23	12	18	12	16	220	200	140	150
	25-50	3,1	3,8	3,2	4,1	11	12	6	15	9	15	9	12	140	130	120	100
НСР ₀₅	0-25	0,14	0,13	0,15	0,17	0,7	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	8,3	8,4	8,8	8,1
	25-50	0,12	0,16	0,14	0,16	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	6,5	6,4	7,5	5,4

Примечание. В 2019 г. использовали овес яровой + сорго кормовое, в 2020 г. – рапс яровой.

Табл. 2. Агрохимические показатели пахотного и подпахотного слоев почвы по последствию навоза в начале (1) и конце (2) вегетационного периода 2019-2020 гг.

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %				Азот нитратный, мг/кг				Фосфор подвижный, мг/кг				Калий подвижный, мг/кг				
		2019		2020		2019		2020		2019		2020		2019		2020		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Вспашка	Контроль	0-25	2,7	2,5	3,4	3,5	8	3	3	5	16	12	11	13	120	110	120	110
		25-50	2,6	3,1	3,2	3,4	7	4	3	3	14	12	9	11	100	100	110	70
	Дискование	0-25	3,4	3,1	3,4	3,7	7	2	4	7	15	9	12	17	120	120	140	150
		25-50	3,1	3,6	3,2	3,4	6	4	3	5	12	7	9	10	110	100	120	80
Чизелевание	Контроль	0-25	3,2	2,9	3,2	3,3	8	3	5	7	15	10	9	13	140	120	110	100
		25-50	2,6	3,8	3,0	3,1	7	5	5	7	11	9	6	10	110	110	100	70
	Дискование	0-25	5,2	3,1	3,7	4,5	10	3	12	16	15	12	20	19	160	110	220	140
		25-50	3,8	4,2	3,4	4,1	8	5	9	11	11	10	10	12	150	100	110	100
Чизелевание	Навоз + NPK	0-25	4,6	3,3	3,7	4,8	10	4	14	18	27	13	23	26	160	160	280	220
		25-50	3,8	3,8	3,6	4,5	8	7	11	12	24	11	13	17	150	100	140	130
	Контроль	0-25	4,6	3,5	3,5	4,2	10	3	6	17	20	17	10	19	200	160	120	140
		25-50	3,1	4,0	3,4	4,1	9	6	4	10	11	14	12	14	160	110	120	80
Вспашка	Навоз + V417	0-25	5,2	3,3	3,7	5,1	9	4	11	17	15	14	30	24	190	130	220	200
		25-50	3,4	4,0	3,6	4,8	10	4	9	10	15	12	15	14	140	120	110	100
	Дискование	0-25	4,1	3,3	3,9	5,4	12	6	12	13	23	17	19	21	220	160	180	150
		25-50	3,6	3,8	3,2	5,1	15	5	8	10	21	17	15	16	180	130	130	110
Чизелевание	Навоз + V417	0-25	3,7	3,1	3,7	4,5	13	3	10	7	17	21	12	15	120	160	130	110
		25-50	3,1	3,8	3,6	4,5	11	3	6	3	9	17	7	9	100	130	100	110
	Контроль	0-25	3,7	3,3	3,7	4,5	20	4	8	9	27	12	20	20	160	130	160	110
		25-50	3,1	4,2	3,6	4,5	17	3	6	5	13	10	8	12	140	120	100	90
Дискование	Навоз + NPK + V417	0-25	3,7	3,3	4,1	4,5	19	5	10	12	36	27	20	21	290	240	120	140
		25-50	3,1	4,0	3,9	4,1	14	4	6	6	32	24	12	20	220	200	110	130
	Контроль	0-25	3,2	3,5	3,9	4,5	23	4	8	15	26	19	18	19	280	240	160	140
		25-50	2,8	4,2	3,6	4,5	20	4	7	9	15	18	10	10	160	190	110	70
HCP ₀₅	0-25	0,18	0,16	0,18	0,19	0,6	0,2	0,5	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	9,0	7,7	8,2	7,1	
	25-50	0,16	0,19	0,17	0,17	0,6	0,3	0,4	0,4	0,8	0,7	0,7	0,8	7,2	6,3	5,7	4,8	

гом ПН-4-35 + ВТ-100, дискование на глубину 10-15 см дисковой бороной БДМ-3×4 + ХТЗ-17221, чизелевание на глубину 30-40 см чизелем-глубококорыхлителем D 380 NS + ХТЗ-17221.

В качестве органических удобрений использовали полуперепревший навоз в дозе 30 т/га (содержание д.в. N – 0,45%, P – 0,23%, K – 0,50%), в качестве сидератов – овес яровой + сорго кормовое нормой высева соответственно 150 и 10 кг/га и рапс яровой нормой высева 15 кг/га.

Минеральные удобрения применяли под культуры севооборота в дозах (кг/га д.в.) на планируемую урожайность: озимая пшеница (4 т/га) – N₁₀₀P₆₀K₆₀, овес (2 т/га) – N₈₀P₆₀K₆₀, кукуруза на зерно (5 т/га) – N₁₂₀P₆₀K₆₀, горох (2 т/га) – N₃₀P₆₀K₆₀. На всех культурах в качестве основных удобрений вносили аммофос (содержание д.в. N – 12%, P – 52%) и калийную селитру (содержание д.в. N – 14%, K – 46%) в дозе N₃₀P₆₀K₆₀ под предпосевную обработку почвы с использованием РУМ-8 + МТЗ-80. Подкормку азотом (вручную) проводили по фазам вегетации растений с применением аммиачной селитры (содержание д.в. N – 34%): под озимую пшеницу – в фазе кущения (N₄₀) и трубкования (N₃₀), под овес – в фазе кущения и трубкования (N₃₀), под кукурузу – в фазе 3-5 листьев и выбрасывания метелки (N₄₅).

Использовали биопрепарат V417 (жидкая форма), созданный во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии на основе штамма *Bacillus subtilis*, относящегося к эндофитным бактериям. Выделен из внутренних тканей черенков винограда сорта Мускат. Инокуляцию

семян биопрепаратом проводили за 10 дней до посева с целью подавления семенных инфекций (гельминтоспориоз, фузариоз и др.) и заселения семян полезной микрофлорой. Доза препарата – 1 л/т семян (10%-ный рабочий раствор). В течение вегетационного периода этим препаратом в дозе 2 л/га обрабатывали посевы озимой пшеницы и овса в фазе кущения и трубкования, кукурузы – в фазе 3-5 листьев и образования метелки, гороха – в фазе 3-5 тройчатых листьев и бутонизации для стимулирования роста растений, увеличения их урожайности и защиты от спектра фитопатогенных грибов и бактерий. Контролем служил вариант опыта с приемами обработки почвы без применения удобрений, навоза, сидератов и биопрепарата.

Результаты и обсуждение. Определение агрохимических показателей пахотного и подпахотного слоев почвы в начале и конце вегетационного периода позволило установить их изменение (табл. 1, 2) от действия приемов обработки почвы, применения минеральных удобрений и биопрепарата по последствию навоза и сидератов: их величина в разной степени повышалась по сравнению с соответствующим контролем (приемы обработки почвы). Увеличение содержания гумуса до среднего (4,1-6,0% согласно группировке почв) отмечено в конце вегетационного периода 2020 г. при дисковании с использованием биопрепарата по последствию навоза. При этом по сравнению с соответствующим контролем величина показателя в обоих слоях повысилась на 50% (далее в относительных долях), а в вариантах с вспашкой и чизелеванием в па-

хотном слое – на 4 и 17%, в подпахотном – на 6 и 13% соответственно.

В конце вегетационного периода 2020 г. дискование, а также использование биопрепарата по последствию сидерата (рапса ярового) обеспечили повышение содержания нитратного азота (16-30 мг/кг) в обоих слоях почвы. Превышение показателя относительно контроля было в 4 раза, а показателей при вспашке и чизелевании в пахотном слое – на 12 и 21%, в подпахотном – на 23 и 5% соответственно.

В начале вегетационного периода 2019 г. повышению содержания подвижного фосфора (31-45 мг/кг) в обоих слоях почвы способствовало дискование в комплексе с применением минеральных удобрений и биопрепарата по последствию навоза. Превышение составило более чем в 2 раза относительно контроля, вспашки и чизелевания в пахотном слое – 20 и 38, в подпахотном – 88 и 77% соответственно. В этот период среднее содержание подвижного калия (210-300 мг/кг) в обоих слоях почвы отмечено по дискованию в комплексе с использованием минеральных удобрений и биопрепаратов по последствию навоза. Это более чем в 2 раза выше, чем в контроле, а относительно вариантов вспашки и чизелевания в пахотном слое – на 32 и 4%, в подпахотном – на 32 и 16% соответственно.

Таким образом, среди приемов обработки почвы при дисковании получены лучшие результаты по всем агрохимическим показателям в обоих слоях почвы, при этом они значительно превышали соответствующие показатели в контроле. Вероятно, дискование как поверхностная обработка почвы обеспечивает лучшее сохранение влаги (необходимой для физико-химических процессов в почвенно-поглощающем комплексе), в условиях, где почвенный покров подстиляется галечником, глубина залегания которого местами доходит до подпахотного слоя. При более глубоких, чем дискование, обработках почвы (вспашка и чизелевание) почвенная влага уходит в нижние слои или быстрее испаряется, что необходимо учитывать при проведении опыта в условиях вегетационных периодов с жарким, засушливым летом, частыми суховеями. Кроме того, дискование почвы требует меньших затрат горючего, что экономически выгодно.

На эффективность дискования положительно влияло последствие навоза. При этом получены лучшие показатели по содержанию гумуса в обоих слоях почвы в конце вегетационного периода 2020 г. при использовании биопрепарата, а также по обеспеченности обоих слоев почвы подвижными фосфором и калием в начале вегетационного периода 2019 г. при комплексном применении минеральных удобрений и биопрепарата. По нитратному азоту самый высокий показатель достигнут в конце вегетационного периода 2020 г. при использовании биопрепарата по последствию рапса ярового в качестве сидерата. Вместе с тем содержание гумуса и подвижного калия повысилось с низкого до среднего, а нитратного азота и подвижного фосфора – до повышенного.

По последствию лучшим был рапс яровой в 2020 г., чем овес яровой с сорго кормовым в 2019 г. По последствию рапса ярового и навоза разница между показателями составила всего 10%, и учитывая резкое сокращение поголовья животных, заделка сидерата – приемлемая замена внесению навоза.

Результаты исследований свидетельствуют о сравнительно высокой эффективности комплекса агротехнологических мер, включающих дискование почвы с использованием минеральных удобрений и биопрепарата V417 по последствию сидерата (рапса ярового) для сохранения и воспроизводства плодородия черноземных почв Чеченской Республики.

Литература

1. Хусайнов Х.А., Тунтаев А.В., Муртазалиев М.С., Муртазалиев С.М. Плодородие почвы в зависимости от приемов ее обработки и внесения органических удобрений на черноземе типичном в Чеченской Республике // *Плодородие*. – 2019. – № 5 (110). – С. 24-27.
2. Аюпов З.З., Рыцева Н.Г. Продуктивность полевых севооборотов в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – № 2. – С. 10-11.
3. Буйанкин Н.И., Красноперов А.Г. Основная обработка почвы в условиях засушливого земледелия // *Достижения науки и техники АПК*. – 2006. – № 6. – С. 39-42.
4. Никончик П.И. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта // *Известия ТСХА*. – 2012. – Выпуск 3. – С. 88-98.
5. Никитин С.Н., Завалин А.А. Влияние удобрений и биопрепаратов на продуктивность зернопарового севооборота, потоки элементов питания и свойства чернозема выщелоченного в лесостепи Среднего Поволжья // *Агрохимия*. – 2017. – № 6. – С. 12-29.
6. 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.
7. Туктаров Б.И., Тарасенко П.В., Уваров А.В. Повышение плодородия чернозема выщелоченного в лесостепной зоне при биологизации земледелия // *Плодородие*. – 2012. – № 1. – С. 37-38.
8. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М.: Изд-во ВНИИА, 2012. – 512 с.
9. Лошаков В.Г., Синих Ю.Н., Солдатова С.С. Роль пожнивной сидерации в биологизации / Доклады ТСХА. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2010. – С. 313-317.
10. Effect of Fertilizers on the Productivity of Crop Rotation and on Organic Matter in the Soil / N.M. Mudrykh [et al.] // *8th International Soil Science Congress on «Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management»*, Izmir, 2012. – Vol. I. – P. 335-338.
11. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
12. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. – Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012. – 344 с.
13. Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. – М.: ЦИНАО, 2000. – 335 с.
14. Нагорный В.Д. Практикум по земледелию / Учебное пособие. – М.: РУДН, 2014. – 182 с.
15. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. – М.: КолосС, 2004. – 312 с.

Поступила в редакцию 14.09.20
Принята к публикации 20.09.20