

УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ ПРИ РАЗНЫХ ПРИЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ

Х.А. Хусайнов, кандидат биологических наук, М.Ш. Гаплаев, доктор сельскохозяйственных наук,
А.В. Тунтаев, Ф.Д. Елмурзаева

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

Исследования проводили с целью изучения влияния приемов основной обработки почвы, средств химизации и биологизации на урожайность зерна кукурузы и содержание подвижного фосфора в пахотном (0...25 см) слое чернозема типичного тяжелосуглинистого среднемошного низкогумусного. Работу выполняли в 2021–2022 гг. в Чеченской Республике. Содержание гумуса (по Тюрину) в почве опытного участка составляло 3,6 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 15 и 300 мг/кг соответственно, реакции среды – нейтральная ($pH_{KCl} = 7,1$). В опыте выращивали гибрид кукурузы Пионер 9678, предшественник – озимая пшеница. Схема эксперимента предусматривала следующие варианты: прием основной обработки почвы (фактор А) – вспашка на глубину 25...30 см; дискование на 10...15 см; чизелевание на 30...40 см; удобрения, биопрепарат и последствие сидерата (фактор В) – без удобрений, биопрепарата и сидерата; $N_{120}P_{60}K_{60}$ + сидерат; биопрепарат V417 + сидерат; $N_{120}P_{60}K_{60}$ + V417 + сидерат. Наиболее эффективным в опыте было дискование, обеспечившее формирование урожайности зерна кукурузы на уровне 4,75 т/га, против 3,65 т/га по вспашке и 4,35 т/га после чизелевания. Содержание в почве подвижного фосфора при этом составляло соответственно 21, 15 и 16 мг/кг. Использование биопрепарата V417 в сочетании с последствием сидерата на фоне дискования обеспечивало самую высокую урожайность кукурузы в среднем за 2 года – 5,10 т/га. Наибольшее содержание подвижного фосфора – 26 мг/кг при балансе 60 кг/га с интенсивностью 236 % отмечали в варианте с дискованием, применением удобрений и биопрепарата в сочетании с последствием сидерата, что в 1,5...2,0 раза превышало величины этих показателей при вспашке и чизелевании.

CORN YIELD AND THE CONTENT OF MOBILE PHOSPHORUS IN TYPICAL CHERNOZEM UNDER DIFFERENT METHODS OF BASIC TILLAGE WITH THE USE OF CHEMICALIZATION AND BIOLOGIZATION MEANS

Kh.A. Khusainov, M.Sh. Gaplaev, A.V. Tuntaev, F.D. Elmurzaeva

Chechen Scientific Research Institute of Agriculture
366021, Chechenskaya Respublika, Grozny, ul. Lilovaya, 1
E-mail: haron-h14@mail.ru

Studies have been carried out to study the effectiveness methods of basic tillage with the use of chemicalization and biologization means on the yield of corn and the content of mobile phosphorus in the arable (0-25 cm) layer of typical chernozem underlain by pebbles. Object of research: the soil of the experimental plot is a typical heavy loamy, medium-thick, low-humus chernozem, underlain by pebbles with an average content of humus (according to Tyurin) in the arable layer – 3.6%, mobile phosphorus and potassium (according to Machigin) – 15 and 300 mg/kg respectively. The reaction of the soil environment (by the potentiometric method) is neutral ($pH_{KCl} = 7.1$). Corn for grain (hybrid Pioneer 9678) was placed in a grain-row crop rotation with alternating crops: wintering peas - winter wheat - corn for grain - spring oats. In the scheme of the experiment, the following variants were studied: reception of the main tillage (factor A) - plowing to a depth of 25 ... 30 cm, disking to a depth of 10 ... 15 cm, chiselling to a depth of 30 ... 40 cm; fertilizers and a biological product according to the aftereffect of green manure (factor B) - without fertilizers and a biological product by aftereffect of green manure, fertilizer (diammophoska, ammonium nitrate) and a biological product (V417) by aftereffect of green manure (spring rape): $N_{120}P_{60}K_{60}$ + green manure, V417 + green manure, $N_{120}P_{60}K_{60}$ + V417 + green manure. On average, for two years, among the methods of the main tillage during disking, the highest yield of corn for grain was obtained - 4.75 t/ha with the content of mobile phosphorus in the arable soil layer - 21 mg/kg (63 kg/ha). According to the effect of chemicalization and biologization means for different soil tillages, the use of the biological product V417 by aftereffect of green manure (spring rapeseed) against the background of disking provided the highest average yield of corn for two years - 5.10 t/ha with a content of mobile phosphorus of 21 mg/kg (63 kg/ha). On average, over two years, the highest content of mobile phosphorus - 26 mg/kg (78 kg/ha) with its balance - 60 kg/ha, with an intensity of 236%, was facilitated by disking with the combined use of fertilizers and the biological product V417 according by aftereffect of green manure. At the same time, the parameters of the variants during plowing and chiselling were exceeded by 1.5 ... 2 times. In addition, an increase in the content of mobile phosphorus in the arable layer of soil from a low (11...15 mg/kg) to an average level (16...30 mg/kg) was achieved.

Ключевые слова: урожайность кукурузы, содержание и баланс подвижного фосфора, приемы основной обработки почвы, биопрепарат, сидерат, удобрения.

Key words: words: corn yield, content and balance of mobile phosphorus, methods of basic tillage, biological product, green manure, fertilizers.

Кукуруза обеспечивает более четверти валового сбора зерна в мире. Важнейший аспект формирования ее высоких урожаев – технология возделывания, одним из главных элементов которой выступают основная обработка почвы и удобрение. Управляя этими фак-

торами, можно увеличить продуктивность кукурузы на 23...25 %. Поэтому правильный выбор системы основной обработки почвы и применения удобрений – действенный рычаг повышения урожайности, особенно в современных условиях. Целесообразность использо-

вания того или иного способа обработки почвы зависит от конкретных условий [1, 2, 3]. Ряд авторов считают наиболее эффективной под кукурузу на зерно вспашку на глубину 28...30 см. Однако при этом происходит снижение водопрочности структуры почвы, тогда как при минимальных обработках она возрастает. Кроме того, уменьшение интенсивности рыхления обеспечивает сохранение влаги, а также улучшение структурности и плотности почвы [4].

Содержание подвижного фосфора – один из важнейших агрохимических показателей плодородия почв [5]. Хорошая обеспеченность этим минеральным элементом улучшает углеводный обмен, приводит к накоплению сахаров, что способствует повышению морозоустойчивости и зимостойкости, обеспечивает экономное расходование влаги и увеличение засухоустойчивости растений. При дефиците доступного фосфора замедляется синтез белков, возрастает содержание нитратного азота в тканях растений. При очень высоких фосфорных нагрузках может наступать отравление растений: ингибируется дыхание, замедляется скорость метаболических процессов, растения отстают в росте, урожайность сильно снижается [6, 7].

Применение систем удобрения с учетом состояния баланса элементов питания растений не только позволяет выращивать планируемые урожаи сельскохозяйственных культур, но и способствует воспроизводству плодородия почвы [8, 9, 10]. Поэтому важно правильно управлять круговоротом питательных веществ в земледелии и создавать их активный баланс путем применения минеральных удобрений, предотвращая их потери в окружающую природную среду [11].

В нашей стране в последние 20 лет происходит снижение плодородия почв пашни. В то же время в земледелии недооцениваются возможности и перспективы биологизации и ее роль в функционировании агроэкосистем. Цель биологизации земледелия – создание почвенной среды, которая способствует воспроизводству плодородия почвы путем использования и реализации всех биологических и природных факторов. Один из способов решения этой задачи – использование сидератов [12, 13].

Их мощная корневая система, пронизывая глубокие горизонты почвы, создает так называемый биологический дренаж, улучшает агрофизические и биологические свойства почвы, чего не могут сделать обычные органические удобрения. Сидераты служат неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества и элементов минерального питания. Эффективность зеленого удобрения определяется не только влиянием поступающей в почву органической массы на физико-химические и биологические свойства почвы. Благодаря их использованию достигается оздоровление фитоценозов и снижение численности вредных микроорганизмов. Сидерация выступает многофакторным агротехническим приемом, оказывающим положительное комплексное влияние на почву, продуктивность и качество возделываемых культур. Низкая стоимость и высокая окупаемость, а также безопасность для окружающей среды, обуславливают их широкое использование [14, 15, 16].

В условиях адаптивного земледелия комплекс мер по увеличению производства кукурузы должен предусматривать обоснованные и экологически безопасные агроприемы ее возделывания, направленные на повышение урожайности и качества продукции. Важнейшими из них выступают оптимизация основной обработки почвы, применения минеральных удобрений и регуляторов роста [17, 18]. Повышение продуктивности кукурузы на зерно и ее устойчивость к неблагоприятным факторам

среды возможно при освоении наукоемких, энергосберегающих технологий ее выращивания. Одним из элементов таких технологий может быть использование биологических стимуляторов роста и развития растений [19, 20, 21].

Биопрепараты не только увеличивают скорость разложения послеуборочных растительных остатков, повышая биологическую активность почвы, но и улучшают водный, воздушный и питательный режимы почвы. Использование микробиологических препаратов путем усиления роста и развития растений обеспечивает более полное раскрытие потенциала сорта. Инокуляция семян биопрепаратами позволяет задействовать дополнительное количество биологического азота, повышает фосфатмобилизирующую активность, что способствует увеличению урожайности и качества сельскохозяйственных культур [22].

Цель исследований – оценка влияния приемов основной обработки почвы в комплексе с использованием средств химизации и биологизации на урожайность кукурузы на зерно и содержание подвижного фосфора в черноземе типичном, подстилаемом галечником.

Методика. Работу выполняли в 2021–2022 гг. на опытном поле Чеченского НИИСХ, расположенном в лесостепной природно-климатической зоне, в условиях засушливого летне-осеннего периода, на богаре. Закладку и проведение полевого опыта осуществляли по общепринятым методикам (Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Адаев Н.Л. *Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Изд-во ЧГУ, 2012. 344 с.; Нагорный В.Д. Практикум по земледелию. Учебное пособие. М.: РУДН, 2014. 182 с.; Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. М.: КолосС, 2004. 312 с.*)

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

прием основной обработки почвы (фактор А) – вспашка на глубину 25...30 см плугом ПН-4–35, дискование на 10...15 см бороной БДМ-3×4, чизелевание на 30...40 см чизелем-глубококорыхлителем Д 380 NS;

удобрения и биопрепарат (фактор В) – без удобрений и биопрепарата, $N_{23}P_{60}K_{60}$ + сидерат, биопрепарат V417 + сидерат, $N_{120}P_{60}K_{60}$ + биопрепарат V417 + сидерат.

Обработку почвы проводили весной за неделю до посева кукурузы. В качестве сидеральной культуры выращивали рапс яровой с нормой высева 15 кг/га, заделку биомассы которого проводили в фазе цветения в первой декаде сентября, предшествующих исследованиям лет. В качестве основного удобрения под предпосевную обработку почвы вручную вносили диаммофоску ($N - 10\%$, $P - 26\%$, $K - 26\%$) в дозе $N_{23}P_{60}K_{60}$ на планируемую урожайность кукурузы на зерно 5 т/га. Подкормку аммиачной селитрой ($N - 34\%$) проводили вручную в фазе 5...8 листьев (N_{47}) и образования метелки (N_{50}). Биопрепарат V417 (жидкая форма) создан во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии на основе штамма *Bacillus subtilis*, относящегося к эндофитным бактериям. Инокуляцию семян кукурузы его 10%-ным раствором из расчета 1 л на 1 т семян с расходом рабочего раствора 10 л/т проводили за 10 дней до посева. В течение вегетационного периода посевы кукурузы обрабатывали этим препаратом в дозе 2 л/га в фазы 5...8 листьев и образования метелки для стимулирования роста, увеличения урожайности и защиты от спектра фитопатогенных грибов и бактерий.

Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый среднесиловый низкогумусный, подстилаемый галечником, со средним содержанием

в пахотном слое гумуса (по Тюрину) 3,6 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 15 и 300 мг/кг соответственно. Реакция почвенного раствора (потенциометрическим методом) – нейтральная ($pH_{KCl} = 7,1$). Кукурузу на зерно (гибрид Пионер 9678) размещали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: горох зимующий – озимая пшеница – кукуруза на зерно – овес яровой. Посевная площадь делянок для кукурузы на зерно составляла 90 м². Отбор образцов из пахотного (0...25 см) слоя почвы проводили в начале и конце вегетации. Содержание подвижного фосфора в почве определяли по методу Мачигина. Повторность – 4-кратная. Учет урожая кукурузы на зерно осуществляли поделочно с последующим взвешиванием и пересчетом на 14 %-ную влажность и 100 %-ную чистоту зерна. Результаты исследований подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову.

Количество осадков, выпадавших в течение весеннего периода 2021 г. было достаточным, основная их часть приходилась на май, при этом превышение среднемесячной нормы температуры воздуха (16,6 °С) составляло 1,3 °С, осадков (56 мм) – 33 %. С середины июня до конца августа температура воздуха устойчиво держалась в пределах 34...36 °С, в некоторые дни достигая 41...42 °С, при этом наблюдали частые суховеи, что приводило к иссушению почвы. Осадки, выпадавшие в этот период, были короткими, носили ливневый характер, слабо промачивали почву и быстро испарялись. В результате растения кукурузы испытывали так называемый «захват» из-за дефицита влаги при сильной жаре.

Весна 2022 г. была сравнительно прохладной с частыми осадками, близкими к среднемуголетнему уровню. В мае их сумма составила 98 мм, что было больше нормы на 46 %, с одновременным снижением температуры воздуха, относительно нормы (16,6 °С), на 1,5 °С. В июне при температуре, близкой к среднемуголетней, количество осадков было вдвое меньше нормы (на 41 мм). В течение летнего периода вегетации кукурузы были небольшие, но частые дожди, при температуре воздуха в пределах среднемуголетних значений.

Результаты и обсуждение. Среди приемов основной обработки почвы в среднем за два года формирование лучшей урожайности кукурузы обеспечило дискование – 4,75 т/га, при проведении которого содержание в пахотном слое почвы подвижного фосфора составило 21 мг/кг, или 63 кг/га. При вспашке и чизелевании урожайность была ниже соответственно на 1,10 и 0,40 т/га, содержание подвижного фосфора – на 6 мг/кг (18 кг/га) и 5 мг/кг (15 кг/га) (табл. 1).

При использовании средств химизации и биологизации в среднем за 2 года наибольшая урожайность кукурузы отмечена в варианте с использованием биопрепарата V417 на фоне дискования – 5,10 т/га, при содержании подвижного фосфора в пахотном слое почвы 21 мг/кг (63 кг/га). Это было выше, чем в лучших вариантах с внесением минеральных удобрений и их совместным применением с биопрепаратом V417 при дисковании и чизелевании, соответственно на 0,50 т/га и 0,40 т/га, при содержании подвижного фосфора в обоих вариантах – 19 мг/кг (57 кг/га). Самое высокое в среднем за 2 года содержание подвижного фосфора в почве (26 мг/кг, 78 кг/га)

Табл. 1. Урожайность кукурузы на зерно и содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы в начале (I) и конце (II) вегетационного периода в зависимости от приемов основной обработки, удобрений и биопрепарата

Прием обработки почвы (фактор А)	Удобрения и биопрепарат (фактор В)	Урожайность кукурузы на зерно, т/га			Содержание P ₂ O ₅ в слое почвы 0...25 см, мг/кг, кг/га					
		2021 г.	2022 г.	средняя	2021 г.		2022 г.		среднее	
					I	II	I	II	мг/кг	кг/га
Вспашка	0*	2,53	3,29	2,91	13	8	15	12	12	36
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	2,44	3,91	3,17	17	11	18	14	15	45
	V417	3,12	4,67	3,89	17	11	19	14	15	45
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	2,30	5,49	3,89	16	13	20	14	16	48
	среднее	2,62	4,69	3,65	17	12	19	14	15	45
Дискование	0	3,31	3,62	3,46	15	10	20	14	15	45
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	3,57	5,64	4,60	20	13	23	18	19	57
	V417	4,13	6,07	5,10	17	18	27	22	21	63
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	2,35	6,78	4,56	24	22	30	27	26	78
	среднее	3,35	6,16	4,75	20	18	27	22	21	63
Чизелевание	0	2,79	3,41	3,10	13	8	16	13	12	36
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	3,46	4,68	4,07	16	12	19	16	16	48
	V417	2,79	5,82	4,30	14	10	17	14	14	42
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	3,21	6,20	4,70	21	14	26	15	19	57
	среднее	3,15	5,56	4,35	17	12	21	15	16	48
Среднее	0	2,88	3,44	3,16	14	9	17	13	13	39
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	3,16	4,74	3,95	18	12	20	16	17	51
	V417	3,35	5,52	4,43	16	13	21	17	17	51
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	2,62	6,16	4,39	20	16	25	19	20	60
	среднее	3,04	5,47	4,25	18	14	22	17	17	51
НСР ₀₅	0,30	0,33	0,31	1,0	0,9	1,2	1,1	1,0	3	
НСР ₀₅ А	0,21	0,25	0,23	0,7	0,6	0,9	0,8	0,7	3	
НСР ₀₅ В	0,20	0,22	0,21	0,5	0,4	0,8	0,7	0,7	2	
НСР ₀₅ АВ	0,12	0,14	0,13	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	2	

*без удобрений и биопрепарата

Табл. 2. Баланс фосфора в пахотном слое почвы при разных приемах основной обработки с применением минеральных удобрений и биопрепарата по последствию сидерата (среднее за 2021–2022 гг.), кг/га

Прием обработки почвы (фактор А)	Удобрения и биопрепарат (фактор В)	Вынос фосфора с урожаем	Поступление фосфора			Баланс	Интенсивность баланса, %
			с семенами и осадками	с минеральными удобрениями	с сидератом		
Вспашка	0	25	7	-	-	-18	28
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	37	7	60	28	58	256
	V417	41	7	-	36	2	104
Дискование	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	42	7	60	30	55	230
	0	29	7	-	-	-22	24
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	47	7	60	32	52	210
Чизелевание	V417	41	7	-	40	6	114
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	44	7	60	37	60	236
	0	28	7	-	-	-21	25
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	45	7	60	31	53	217
	V417	42	7	-	36	1	102
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ + V417	48	7	60	32	51	206

отмечено при дисковании с совместным применением удобрений и биопрепарата V417 (см. табл. 1).

Баланс элементов питания служит важной составной частью системы применения удобрений. В наших исследованиях среднегодовое поступление фосфора с минеральными удобрениями составило 60 кг/га, с сидератом – 28...40 кг/га, с семенами и атмосферными осадками – 7 кг/га. Среднегодовой вынос фосфора урожаем кукурузы и побочной продукцией в вариантах с обработками почвы без использования удобрений при вспашке, дисковании и чизелевании составлял соответственно 25, 29 и 28 кг/га, баланс фосфора – -18, -22 и -21 кг/га, интенсивность баланса – 28, 24 и 25% (табл. 2).

Применение средств химизации и биологизации способствовало увеличению выноса фосфора и росту урожайности кукурузы, при этом баланс его становился положительным. Самый высокий среднегодовой баланс фосфора в почве 60 кг/га при интенсивности 236 % обеспечивало совместное использование минеральных удобрений и биопрепарата по последствию сидерата на фоне дискования. При вспашке и чизелевании лучшие показатели отмечены в вариантах с применением минеральных удобрений по последствию сидерата. Баланс фосфора при вспашке составил 58 кг/га с самой высокой интенсивностью 256 %, а при чизелевании величины этих показателей были равны соответственно 53 кг/га и 217 % (см. табл. 2).

Выводы. В среднем за 2 года формированию самой высокой урожайности кукурузы на зерно среди приемов основной обработки почвы способствовало дискование – 4,75 т/га. Такие результаты были достигнуты при наибольшем содержании в пахотном слое почвы подвижного фосфора – 21 мг/кг (63 кг/га). На этом фоне была отмечена и самая высокая урожайность при использовании средств химизации и биологизации – 5,10 т/га в варианте с применением биопрепарата V417. В среднем за два года наибольшие содержание подвижного фосфора – 26 мг/кг (78 кг/га) и его баланс – 60 кг/га (с интенсивностью 236%) достигнуты при дисковании в комплексе с совместным применением удобрений и биопрепарата V417 по последствию сидерата (рапса ярового). При этом обеспеченность почвы подвижным фосфором возрастала с низкой (11...15 мг/кг) в контроле до средней (16...30 мг/кг) в вариантах с удобрениями и биопрепаратом по отдельности и в сочетании, что способствовало повышению урожайности культуры.

Литература

1. Тютюнов С.И. Комплексная оценка влияния многолетнего применения удобрений на основные показатели плодородия чернозема типичного // *Плодородие*. 2021. № 3. С. 45–48.
2. Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Действие и последствие длительного внесения минеральных удобрений на продуктивность севооборота и агрохимические показатели почвы // *Плодородие*. 2021. № 4. С. 10–13.
3. Aliyev I.H., Aliyev Z.H. On evaluating the effect of soil treatment and fertilizer on the cultivation of grain crops // *Natural resources of the Earth and environmental protection*. 2020. Т. 1. No. 3. P. 4–8.
4. Власова О.И., Смакуев А.Д., Трубочева Л.В. Влияние приемов основной обработки почвы при возделывании гибридов кукурузы в условиях Карачаево-Черкесской Республики // *Земледелие*. 2019. № 7. С. 32–34.
5. Аверкина С.С. Региональные особенности и оценка методов определения подвижных фосфатов в почвах Новосибирской области // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2019. № 3 (52). С. 7–16.
6. Динамика содержания подвижного фосфора в зависимости от системы удобрения и предшественников при освоении залежных земель / В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, Г.И. Бондарева и др. // *Плодородие*. 2020. № 5. С. 3–6.
7. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Мониторинг содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотных почвах Белгородской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 2. С. 5–9.
8. Влияние длительного применения удобрений на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы в зернотравяном севообороте / Р.Ф. Байбеков, Н.А. Киричников, С.П. Бижан и др. // *Земледелие*. 2021. № 7. С. 12–15.
9. Влияние систем удобрения на плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы / А.Х. Куликова, Е.С. Волкова, Е.А. Яшин и др. // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 4 (60). С. 32–37.
10. Влияние многолетнего внесения удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические свойства чернозема выщелоченного / А.Н. Кожюкина, Н.Г. Мязин, Т. Сальгадо Пачеко и др. // *Земледелие*. 2022. № 6. С. 11–15.

11. Минеев В.Г. Воспроизводство плодородия почвы и экологические функции удобрений в агроценозе // Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 1. С. 3–6.
12. Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение продуктивности и качества растениеводческой продукции под влиянием элементов биологического земледелия // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (55). С. 40–45.
13. Лукин С.В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. 2021. № 1. С. 11–15.
14. Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Еремеев Р.В. Влияние подсевного сидерата на урожайность озимой ржи // Плодородие. 2018. № 6. С. 50–52.
15. Котова Е.О. Эффективность применения сидератов как приема фитомелиорации серых лесных почв Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 2 (83). С. 158–159.
16. Влияние сидератов на урожайность яровых зерновых культур в условиях орошения Терско-Сулакской подпровинции / А.А. Айтмиров, М.Б. Халилов, Т.Т. Бабаев и др. // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. № 2. С. 144–155.
17. Эффективные безопасные приемы повышения урожайности кукурузы на зерно / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, А.М. Хлопяников и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3. С. 81–87.
18. Pelech L. Formation of productivity of winter wheat crops depending on agrotechnical methods of tillage // The Scientific Heritage. 2021. No. 62–1 (62). P. 5–8.
19. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество кукурузы на зерно в условиях Предгорной под провинции Республики Дагестан / Ш.М. Хаидахилова, М.Р. Мусаев, М.Б. Халилов и др. // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2021. Т. 16. № 1. С. 54–65.
20. Нерсесян С.М., Дубовский И.М., Коробова Л.Н. Влияние микробного препарата БакСиб на озимый ячмень и состояние чернозема южного // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 3 (64). С. 55–66.
21. Продуктивность сельскохозяйственных культур при применении биопрепаратов на основе ризосферных бактерий (PGPR) / Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, В.А. Колесар и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 52–58.
22. Брескина Г.М., Чуян Н.А., Панкова Т.И. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур // Земледелие. 2021. № 3. С. 27–30.

Поступила в редакцию 19.01.2023

После доработки 18.02.2023

Принята к публикации 15.03.2023