

Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области

П. В. ПРУДНИКОВ, А. А. ПАШКОВСКИЙ, Е. Н. ЛЕЛЯНОВА

Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский», ул. Спортивная, 1, пос. Мичуринский, Брянский р-н, Брянская обл., 241524, Российская Федерация

Резюме. Исследование проводили с целью анализа состояния и динамики изменения агрохимических показателей плодородия почв сельскохозяйственного назначения Брянского региона и разработки мер по ее оптимизации, в том числе в зоне радиоактивного загрязнения. Максимальный уровень большинства показателей плодородия почвы в Брянской области был достигнут в 1991–1995 гг. благодаря применению высоких доз мелиорантов, минеральных и органических удобрений. После этого они начали снижаться. Средневзвешенная кислотность почв (pH) пашни по состоянию на 01.01. 2022 г. составила 5,57 ед., что значительно ниже исходной (5,11) в первом цикле обследования в 1970 г. Кислые почвы (pH 4,1...5,5) в Брянской области занимают 507,5 тыс. га, или 51 % обследованной пашни, в том числе на сильнокислые почвы приходится 85,3 тыс. га, или 9 %. Содержание органического вещества (гумуса) в почвах пашни в среднем составило 1,95 %, что ниже, чем в 1991–1995 гг., на 0,21 %. Средневзвешенное содержание фосфора по области – 211 мг/кг, почвы с пониженной обеспеченностью этим минеральным элементом занимают площадь 215,8 тыс. га, или 22 % пашни. Пахотные земли области на площади 711,1 тыс. га, или 71 % характеризуются пониженной обеспеченностью подвижного калия, что на 5 % больше, чем в 2011 г. Под урожай 2021 г. в среднем было внесено 156,3 кг/га д.в. минеральных удобрений, в том числе 79,7 кг азотных, 27,3 кг фосфорных и 49,2 кг калийных. Окупаемость 1 кг внесенных питательных веществ составила 5,3 корм. ед. (103 % от норматива), против 5,7 корм. ед. в 2020 г. Использование гуминовых органоминеральных препаратов на территориях, подвергшихся загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, позволяет снизить поступление цезия-137 в растения, в сравнении с традиционной технологией, используемой в хозяйстве в 3,3...4,3 раза.

Ключевые слова: плодородие почв, структура сельскохозяйственных угодий, известкование, фосфоритование, калиевание, Гумитон, эффективность средств химизации.

Сведения об авторах: П. В. Прудников, доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: agroh32@mail.ru); А. А. Пашковский, главный радиолог (e-mail: agroh32rad@mail.ru); Е. Н. Леянова, главный агрохимик (e-mail: agrohimpsh@mail.ru).

Для цитирования: Прудников П. В., Пашковский А. А., Леянова Е. Н. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 11. С. 10–20. doi: 10.53859/02352451_2022_36_11_10.

Agro-ecological characteristics of soils, economic efficiency of the use of chemicals and new complex fertilizers in the Bryansk region

P. V. Prudnikov, A. A. Pashkovsky, E. N. Lelyanova

Center of Chemicalization and Agricultural Radiology «Bryansky», ul. Sportivnaya, 1, pos. Michurinskii, Bryanskii r-n, Bryanskaya obl., 241524, Russian Federation

Abstract. The study aimed to analyse the state and dynamics of changes in agrochemical indicators of soil fertility for agricultural purposes in the Bryansk region and develop measures to optimise it, including in the zone of radioactive contamination. The maximum level of most indicators of soil fertility in the Bryansk region was reached in 1991-1995 due to the use of high doses of ameliorants, mineral and organic fertilizers. After that, they began to decline. Weighted mean soil acidity (pH) of arable land as of 01.01. 2022 amounted to 5.57 units, which is significantly higher than the initial (5.11) in the first survey cycle in 1970. Acidic soils (pH 4.1-5.5) in the Bryansk region occupy 507.5 thousand hectares, or 51% of the surveyed arable land, including strongly acidic soils account for 85.3 thousand hectares, or 9%. The content of organic matter (humus) in the soils of arable land averaged 1.95%, which is lower than in 1991-1995 by 0.21%. The weighted average content of phosphorus in the region is 211 mg/kg. Soils with a low supply of this mineral element occupy an area of 215.8 thousand hectares, or 22% of arable land. The arable land of the region on an area of 711.1 thousand hectares, or 71%, is characterised by a reduced supply of mobile potassium, which is 5% more than in 2011. For the 2021 crop an average of 156.3 kg/ha of a.i. of mineral fertilizers was applied, including 79.7 kg of nitrogen, 27.3 kg of phosphate and 49.2 kg of potassic. The payback of 1 kg of applied nutrients was 5.3 feed units (103% of the norm), against 5.7 feed units in 2020. The use of humic organomineral preparations in areas contaminated as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant makes it possible to reduce the flow of cesium-137 into plants, in comparison with the traditional technology used in the economy by 3.3-4.3 times.

Keywords: soil fertility; structure of agricultural land; liming; phosphorite application; potash; Humiton; efficiency of chemicalization.

Author Details: P. V. Prudnikov, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: agroh32@mail.ru); A. A. Pashkovsky, chief radiologist (e-mail: agroh32rad@mail.ru); E. N. Lelyanova, chief agrochemist (e-mail: agrohimpsh@mail.ru).

For citation: Prudnikov PV, Pashkovsky AA, Lelyanova EN [Agro-ecological characteristics of soils, economic efficiency of the use of chemicals and new complex fertilizers in the Bryansk region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022;36(11):10-20. Russian. doi: 10.53859/02352451_2022_36_11_10.

Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства в конкретной сельскохозяйственной инфраструктуре определяет ее плодородие – способностью удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде, что обеспечивает формирование урожая сельско-

хозяйственных культур хорошего качества. Оптимальное сочетание всех агроэкологических факторов – одно из основных условий высокой продуктивности и устойчивости земледелия. Этого можно достичь путем проведения комплекса агротехнических, агрохимических, противоэрозийных, мелиоративных и других мероприятий, разрабатываемых по результатам почвенных агрохи-

Таблица 1. Агроклиматические условия вегетации сельскохозяйственных культур

Агро-климатический район	Сумма положительных температур за период с температурой, °С		Продолжительность периода активной вегетации, дн.		Среднегодовая сумма осадков, мм	Гидротермический коэффициент (ГТК)
	выше 10°С	выше 15°С	выше 10°С	выше 15°С		
I	2150...2300	1450...1650	136...145	86...93	550...656	1,3...1,4
II	2300...2450	1650...1850	145...154	93...104	530...560	1,3...1,4

мических, фитосанитарных, эколого-токсикологических исследований и мониторинга плодородия почвы земель сельскохозяйственного назначения [1, 2, 3].

Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что оптимальная форма организации работ – периодически проводимое почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель Государственной агрохимической службой, без которой невозможно экономически эффективно вести сельскохозяйственное производство. Одна из важнейших задач – мониторинг основных почвенно-агрохимических параметров сельскохозяйственных земель в пространстве и во времени. Результаты агрохимического обследования позволяют дать четкую картину состояние плодородия земель, на основе которой разрабатывают программы сохранения и повышения плодородия почвы, составляют проектно-сметную документацию на применение средств оптимизации земледелия [4, 5, 6].

Центральное Нечерноземье, в том числе его юго-западная часть, располагает большими запасами агрономических руд. Они представляют собой природные минеральные образования удобрительного или мелiorативного характера и в большей мере служат не традиционными источниками средств агрохимического назначения [7, 8, 9].

Эффективность агроруд определяет комплексное воздействие на почвенную среду и растения ряда макро- и микроэлементов без предварительной химической обработки. Их используют в натуральном виде после механического измельчения существующими техническими средствами [10, 11].

Цель исследований – анализ состояния и динамики изменения агрохимических показателей плодородия почв сельскохозяйственного назначения Брянского региона и разработка мер по ее оптимизации, в том числе в зоне радиоактивного загрязнения

Условия, материалы и методы. Брянская область расположена на юго-западе Центрального района Европейской части России. На севере она граничит со Смоленской и Калужской, на востоке и юго-востоке – с Орловской и Курской областями, на западе – с Республикой Беларусь (Гомельская и Могилевская область), на юге – с Республикой Украина (Черниговская и Сумская область). Территория области вытянута с запада на восток на 270 км, с севера на юг – на 190 км. Общая площадь этого субъекта Федерации составляет 34,9 тыс. км². Лес занимает 28,8 % его территории. В состав области входят 27 административных районов.

Наиболее крупная река в Брянской области – Десна – самый значительный левый приток Днепра. Она протекает с севера на юг. Длина от истока до устья составляет 1187 км, площадь бассейна – 100 тыс. км².

Рельеф области равнинный, местами возвышенный, более расчлененный на востоке и по правобережью р. Десны. Высота над уровнем моря на севере и востоке достигает 273...278 м, на юге и западе области – 125 м.

Положение территории Брянщины в центральной части Русской равнины определило умеренно континентальный климат с теплым летом и умеренно холодной зимой с достаточным увлажнением. Продолжительность вегетационного периода 180...190 дней. Сумма активных температур возрастает с севера на юг с 2150 до 2450 °С. Среднегодовое ко-

личество осадков составляет 530...655 мм. Средняя температура наиболее холодного месяца января – -7...-9 °С, наиболее теплого июля – +18...+19 °С. Годовой приход суммарной радиации в области находится на уровне в среднем около 900 ккал/см².

По теплообеспеченности вегетационного периода, рельефу и типам почв Брянская область разделяется на 2 агроклиматических района. Граница между ними проходит по изотерме суммы температур выше 10 °С, равной 2300 °С и имеет значительные отклонения от широтного направления, объясняющиеся неоднородностью физико-географических условий территории. Условия агроклиматического района I менее благоприятны по теплообеспеченности и несколько более благоприятны по обеспечению сельскохозяйственных культур влагой, чем района II (табл. 1).

В целом климат благоприятен для земледелия. В то же время для него характерен ряд отрицательных особенностей: зачастую переменчивость погоды, зимние оттепели, поздние заморозки, возврат холодов весной, ливневые дожди, изредка засухи.

По данным Федерального агентства кадастра объектов недвижимости земельный фонд Брянской области на 1 января 2022 г. составлял 3485,7 тыс. га. По категориям земель он распределен следующим образом: сельскохозяйственного назначения – 1977,9 тыс. га; населенных пунктов – 194,0 тыс. га; промышленности, транспорта, связи и иного назначения – 39,3 тыс. га; особо охраняемых территорий – 12,7 тыс. га; лесного фонда – 1208,8 тыс. га; водного фонда – 5,1 тыс. га; запаса – 47,9 тыс. га (табл. 2).

Таблица 2. Структура сельскохозяйственных угодий Брянской области

Наименование	Площадь	
	тыс. га	%
Сельхозугодья, всего	1719,0	100
в том числе пашня	1086,7	63
залежь	113,2	7
многолетние насаждения	17,0	1
сенокосы	182,9	11
пастбища	319,5	18

Брянская область расположена в лесной зоне, преимущественно в подзоне широколиственных лесов, частично – в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Это предопределило преобладание дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава, меньшее распространение получили серые лесные почвы (табл. 3). Из дерново-подзолистых почв наиболее распространены легкосуглинистые – 36,8 %, супесчаные представлены значительно меньше – 20,5 %, а песчаные встречаются небольшими массивами. Серые лесные почвы занимают наибольшие площади в юго-восточных районах области и по правобережью рек Десна и Судость. Почвы области характеризуются низким естественным плодородием и неблагоприятными физико-химическими свойствами.

При проведении исследований использовали общепринятые методики (Методические указания по

Таблица 3. Состав почвенного покрова сельскохозяйственных угодий

Почвы	Площадь сельскохозяйственных угодий	
	тыс. га	%
Дерново-подзолистые	1037,1	60,3
В том числе песчаные	84,2	4,9
супесчаные	352,2	20,5
легкосуглинистые	578,3	33,6
эродированные	22,4	1,3
Серые лесные	362,6	21,1
Дерново-карбонатные	4,7	0,3
Дерново-глеевые	15,5	0,9
Пойменные дерновые и дерновые оглеенные	101,5	5,9
в том числе песчаные	6,9	0,4
супесчаные	25,8	1,5
легкосуглинистые	68,8	4,0
Пойменные иловато-торфяные	65,3	3,8
Болотные	61,8	3,6
Овражно-балочного комплекса	61,8	3,6
Другие	8,7	0,5
Всего	1719,0	100

проведению комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев, А. Н. Аристархов, И. В. Володарская и др. М.: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2003. 240 с.). Расчет формирования урожая, в том числе благодаря применению удобрений проводили по формуле:

$$У \times Д / 100,$$

где У – урожайность сельскохозяйственных культур;

Д – доля участия удобрений в урожае.

В Брянской области до сих пор не потеряла своей актуальности проблема снижения негативных последствий

Таблица 4. Распределение почв пашни Брянской области по содержанию органического вещества (гумуса) на 01.01.2022 г.

Район	Обследованная площадь, тыс. га/%	Распределение почв по содержанию органического вещества, тыс. га / %					Средневзвешенное содержание, %
		очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое	
Брасовский	50,3/100	11,9/24	11,7/23	11,8/23	10,1/20	4,8/10	2,19
Брянский	15,9/100	3,4/21	2,9/18	2,7/18	3,6/22	3,3/21	2,91
Выгоничский	37,7/100	5,0/13	11,2/30	11,3/30	5,9/16	4,3/11	1,99
Гордеевский	32,4/100	7,3/23	6,1/19	8,8/27	5,8/18	4,4/13	1,62
Дубровский	41,5/100	2,9/7	11,4/27	16,0/39	8,2/20	3,0/7	1,96
Дятьковский	13,5/100	8,4/62	2,6/20	1,4/11	0,7/5	0,4/2	1,29
Жирятинский	22,9/100	1,3/5	3,6/16	7,5/33	6,7/30	3,8/16	2,59
Жуковский	22,6/100	5,1/22	4,8/21	4,8/21	4,1/18	3,8/17	2,10
Злынковский	24,9/100	1,7/7	2,7/11	5,9/24	9,4/38	5,2/20	1,99
Карачевский	40,5/100	4,6/11	6,7/17	8,2/20	8,4/21	12,6/31	3,03
Клетнянский	31,2/100	7,1/23	5,6/18	8,4/27	6,6/21	3,5/11	1,62
Климовский	68,0/100	22,5/33	15,9/23	15,3/23	9,6/14	4,7/7	1,43
Клинцовский	43,3/100	8,4/20	9,7/22	9,9/23	7,2/16	8,1/19	1,74
Комаричский	26,0/100	0,7/3	5,4/21	7,1/27	8,9/34	3,9/15	2,91
Красногорский	38,7/100	6,1/16	7,1/18	8,1/21	10,5/27	6,9/18	1,81
Мглинский	30,9/100	6,0/19	5,9/19	7,4/24	8,5/28	3,1/10	1,71
Навлинский	36,3/100	13,3/37	11,4/31	7,1/20	2,7/7	1,8/5	1,64
Новозыбковский	38,7/100	10,9/28	7,9/20	9,8/25	7,3/19	2,8/8	1,49
Погарский	55,6/100	14,7/26	15,2/27	12,8/23	7,3/13	5,6/11	1,91
Почепский	16,2/100	0,7/5	6,3/39	3,9/24	3,9/24	1,4/9	2,10
Рогнединский	33,8/100	13,0/39	13,0/38	5,9/17	1,6/5	0,3/1	1,37
Севский	63,3/100	9,1/14	13,0/21	15,1/24	15,2/24	10,9/17	2,56
Стародубский	86,2/100	24,4/28	24,7/29	19,9/23	11,8/14	5,4/6	1,85
Суземский	27,8/100	8,2/29	3,6/13	5,5/20	5,0/18	5,5/20	2,38
Суражский	36,2/100	8,4/23	9,8/27	8,9/25	7,3/20	1,8/5	1,49
Трубчевский	28,7/100	7,3/25	5,4/19	7,4/26	5,8/20	2,8/10	2,29
Унечский	36,5/100	12,1/33	11,6/32	6,2/17	3,6/10	3,0/8	1,62
По области	999,6/100	224,5/22	235,2/24	237,1/24	185,7/18	117,1/12	1,95

Чернобыльской катастрофы, решение которой требует значительных усилий и финансовых затрат [12, 13]. При этом большое внимание следует уделять экономическому обоснованию защитных мер. Они должны быть направлены как на уменьшение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию, так и на снижение ее себестоимости и повышение качества. В наших исследованиях в производственном опыте на участке площадью 18 га с дерново-подзолистой супесчаной почвой в ООО «ФХ Пуцко» Новозыбковского района

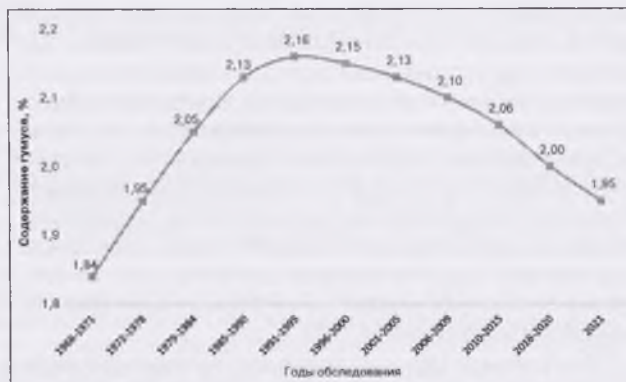


Рис. 1. Динамика содержания гумуса в почвах пашни Брянской области.

изучали применение гуминового органоминерального препарата Гумитон в отдельности и в сочетании с минеральными удобрениями в виде Боркалмагнезии (160 кг д.в./га) и смеси ФосАгро NPK 8:20:30 (290 кг д.в./га). В качестве контроля использовали вариант с технологией, применяемой в хозяйстве.

Результаты и обсуждение. Один из основных критериев оценки плодородия почвы – содержание в ней сложного химического комплекса органических

Таблица 5. Динамика применения органических удобрений и содержания гумуса в почвах пашни

Показатель	Годы										
	1966–1971	1972–1978	1979–1984	1985–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2020	2021
Среднегодовое внесение органических удобрений, т/га	6,5	7,2	7,7	8,5	6,3	1,7	1,3	1,2	1,02	1,82	2,2
Средневзвешенное содержание гумуса, %	1,84	1,95	2,05	2,13	2,16	2,15	2,13	2,10	2,06	2,00	1,95

веществ биогенного происхождения, около 90 % которого составляет гумус. Он сосредотачивает в себе значительную часть питательных веществ, служит энергетическим источником для почвенных микроорганизмов, дополнительным источником углекислого газа для растений, обуславливает влагоёмкость, поглонительную способность и биологическую активность почвы, эффективность применения средств химизации, продуктивность пашни. Благодаря гумусу удовлетворяется около 60...70 % потребности растений в азоте, 30...40 % в фосфоре и 90 % в сере [14, 15, 16].

При агрохимическом обследовании почв сельскохозяйственных угодий Брянской области в 2021 г. установлено, что содержание органического вещества (гумуса) в почвах пашни в целом по региону составило 1,95 % (табл. 4). Самая высокая величина этого показателя характерна для Карачевского (3,03 %), Комаричского (2,91 %) и Брянского (2,91 %) районов, самая низкая – для Дятьковского (1,29 %) и Рогнединского (1,37 %). При этом начиная с 1991–1995 гг. в среднем по области наблюдается устойчивое уменьшение содержания гумуса с достигнутого в эти годы максимального уровня 2,16 % (рис. 1).

Результаты анализа гумусового состояния почв в агроэкосистемах свидетельствует, что рост запасов гумуса происходит при внесении более 8 т/га органических удобрений; использование 6...7 т/га обеспечивает их поддержание на одном уровне, а при 5 т/га и менее содержание гумуса снижается (табл. 5).

В сложившихся условиях повышение плодородия почв должно базироваться на расширенном возврате органического вещества и макроэлементов на полях, где содержание гумуса и соответствующих веществ находится ниже оптимального уровня, а на остальной площади сельскохозяйственных угодий необходимо обеспечить бездефицитный баланс гумуса и элементов минерального питания.

В связи с этим резко возрастает роль органических удобрений не только как основного источника пополнения запасов гумуса в почвах, но и как дешевого и доступного источника элементов питания для сельскохозяйственных культур [17, 18, 19].

Важный фактор почвенного плодородия, сильно влияющий на формирование урожая сельскохозяйственных культур, – кислотность почвы. Общеизвестно, что в результате отрицательного баланса кальция увеличивается активная, обменная и гидролитическая кислотность пахотных почв. Наибольший интерес в практике проведения известкования представляет обменная кислотность, которая обусловлена присутствием обменных Н-ионов и подвижных форм Al. Она представляет собой небольшую, но наиболее вредную часть почвенной кислотности [20, 21, 22].

На 01.01.2022 г. кислые почвы (рН 4,1...5,5) в Брянской области занимали 507,5 тыс. га, или 51 % обследованной пашни (табл. 6). При этом на сильнокислые почвы приходится 85,3 тыс. га, или 9 %. Доля кислых почв по районам варьирует от 18...30 % в Злынковском, Карачевском, Погарском районах до 60...88 % в Почепском,

Таблица 6. Распределение почв пашни Брянской области по степени кислотности (01.01.2022 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс. га / %	Распределение почв по степени кислотности, тыс. га / %					Средневзвешенная величина рН
		сильно кислые (4,1...4,5)	средне кислые (4,6...5,0)	слабо кислые (5,1...5,5)	близкие к нейтральным (5,6...6,0)	нейтральные (> 6,0)	
Брасовский	50,3/100	1,8/4	7,8/16	15,6/30	13,6/27	11,5/23	5,60
Брянский	15,9/100	0,3/2	1,6/10	3,8/24	4,1/26	6,1/38	5,92
Выгоничский	37,7/100	1,9/5	7,6/20	7,0/19	8,0/21	13,2/35	5,66
Гордеевский	32,4/100	2,3/7	5,9/18	6,1/19	7,4/23	10,7/33	5,72
Дубровский	41,5/100	2,5/6	5,4/13	9,5/23	11,2/27	12,9/31	5,61
Дятьковский	13,5/100	1,7/13	2,2/16	3,3/25	3,6/27	2,7/19	5,49
Жирятинский	22,9/100	1,6/7	4,2/19	7,2/31	5,3/23	4,6/20	5,45
Жуковский	22,6/100	0,2/1	2,8/13	6,7/29	7,9/35	5,0/22	5,65
Злынковский	24,9/100	0,6/2	1,3/5	2,8/11	4,7/19	15,5/63	6,33
Карачевский	40,5/100	0,4/1	2,2/5	8,9/22	8,3/21	20,7/51	5,91
Клетнянский	31,2/100	4,8/15	6,4/21	8,0/26	5,5/18	6,5/20	5,39
Климовский	68,0/100	7,5/11	10,5/16	17,1/25	13,4/20	19,5/28	5,63
Клинцовский	43,3/100	4,3/10	6,9/16	11,7/27	10,1/23	10,3/24	5,58
Комаричский	26,0/100	1,3/5	7,6/29	9,2/36	4,0/15	3,9/15	5,39
Красногорский	38,7/100	4,6/12	7,3/19	10,5/27	6,4/16	9,9/26	5,51
Мглинский	30,9/100	4,2/13	5,4/18	6,1/20	7,3/24	7,9/25	5,55
Навлинский	36,3/100	4,9/14	6,6/17	10,3/29	8,1/22	6,4/18	5,41
Новозыбковский	38,7/100	1,7/5	4,7/12	8,2/21	12,0/31	12,1/31	5,76
Погарский	55,6/100	0,3/1	5,1/9	10,9/20	20,3/36	19,0/34	5,76
Почепский	16,2/100	1,6/9	3,6/23	5,1/32	4,3/26	1,6/10	5,46
Рогнединский	33,8/100	12,7/38	11,7/34	5,4/16	2,5/8	1,5/4	4,81
Севский	63,3/100	0,3/1	7,0/11	20,7/32	19,0/30	16,3/26	5,64
Стародубский	86,2/100	8,3/9	19,4/23	24,9/29	16,8/20	16,8/19	5,48
Суземский	27,8/100	4,7/17	6,2/22	7,6/28	4,2/15	5,1/18	5,30
Суражский	36,2/100	6,4/18	9,8/27	8,9/25	7,4/20	3,7/10	5,20
Трубчевский	28,7/100	2,7/9	7,2/25	7,8/28	5,4/19	5,6/19	5,42
Унечский	36,5/100	1,7/5	5,1/14	7,4/20	9,0/25	13,3/36	5,81
По области	999,6/100	85,3/9	171,5/17	250,7/25	229,8/23	262,3/26	5,57

Таблица 7. Распределение почв пашни Брянской области по содержанию подвижного фосфора (01.01.2022 г.)

Район	Обследованная площадь, тыс. га / %	Распределение почв по содержанию подвижного фосфора, тыс. га / %						Средневзвешенное содержание, мг/кг
		очень низкое (< 25 мг/кг)	низкое (26...50 мг/кг)	среднее (51...100 мг/кг)	повышенное (101...150 мг/кг)	высокое (150...250 мг/кг)	очень высокое (> 250 мг/кг)	
Брасовский	50,3/100	-/-	0,6/1	5,0/10	6,7/13	16,5/33	21,5/43	252
Брянский	15,9/100	0,2/1	0,1/1	0,3/2	2,1/13	5,4/34	7,8/49	214
Выгоничский	37,7/100	0,1/-	3,3/9	17,2/46	6,8/18	5,9/15	4,4/12	139
Гордеевский	32,4/100	0,1/-	5,8/18	3,3/10	2,9/9	6,5/20	14,1/43	232
Дубровский	41,5/100	1,4/3	2,8/7	7,8/19	6,8/16	12,8/31	9,9/24	155
Дятьковский	13,5/100	-/-	0,7/5	0,5/4	2,0/15	4,2/31	6,1/45	251
Жирятинский	22,9/100	0,4/1	2,3/3	5,5/23	3,5/12	7,1/39	4,1/22	149
Жуковский	22,6/100	0,2/-	1,2/5	3,8/17	3,7/17	10,0/45	3,7/16	185
Злынковский	24,9/100	-/-	0,4/1	1,0/4	2,6/10	9,6/39	11,3/46	219
Карачевский	40,5/100	0,1/1	0,2/1	2,4/5	4,9/12	15,4/38	17,5/43	216
Клетнянский	31,2/100	0,1/-	4,8/16	8,2/26	5,7/18	6,2/20	6,2/20	164
Климовский	68,0/100	0,2/-	3,1/5	9,3/13	9,5/14	19,5/29	26,4/39	228
Клинцовский	43,3/100	-/-	0,8/2	4,3/10	3,5/8	9,4/22	25,3/58	268
Комаричский	26,0/100	-/-	-/-	1,1/4	3,9/16	9,4/36	11,6/44	256
Красногорский	38,7/100	0,1/-	8,0/21	10,0/26	7,5/19	7,4/19	5,7/15	140
Мглинский	30,9/100	-/-	4,4/14	5,8/19	4,4/14	7,3/24	9,0/29	198
Навлинский	36,3/100	0,1/-	2,2/6	3,7/11	3,9/11	12,5/34	13,9/38	236
Новозыбковский	38,7/100	-/-	0,8/2	2,0/5	3,9/10	8,8/23	23,2/60	289
Погарский	55,6/100	0,3/1	3,2/6	7,7/14	11,9/21	22,8/41	9,7/17	165
Почепский	16,2/100	-/-	0,2/1	1,7/11	1,6/10	3,4/21	9,3/57	286
Рогнединский	33,8/100	0,1/-	4,2/13	8,3/24	6,5/19	8,7/26	6,0/18	169
Севский	63,3/100	0,6/1	3,3/5	10,5/16	11,2/18	25,4/40	12,3/20	168
Стародубский	86,2/100	0,1/-	1,5/2	9,1/10	12,6/15	27,5/32	35,4/41	242
Суземский	27,8/100	-/-	2,1/8	4,4/16	4,9/17	8,1/29	8,3/30	207
Суражский	36,2/100	0,1/-	10,6/29	6,1/17	5,3/15	5,8/16	8,3/23	159
Трубчевский	28,7/100	-/-	-/-	1,4/5	4,5/16	8,1/28	14,7/51	283
Унечский	36,5/100	-/-	1,5/4	3,4/9	4,5/12	9,0/26	18,1/49	254
По области	999,6/100	4,2/-	67,8/7	143,8/15	147,3/15	292,7/29	343,8/34	211

Клетнянском, Комаричском, Навлинском, Стародубском, Суражском, Трубчевском, Рогнединском районах. Объяснить такие различия можно тем, что сильно и среднекислые почвы остались на тех полях, куда чаще всего проезд техники и транспорта затруднен, а позднее созревание почв весной не оставляет «окна» для проведения работ по известкованию перед посевом.

Средневзвешенная кислотность почв (рН) пашни по состоянию на 01.01. 2022 г. составила 5,57 ед., что значительно ниже исходной (5,11) в первом цикле обследования в 1970 г. (рис. 2). Однако распределение величины этого показателя по районам неоднородно, в Дятьковском, Жирятинском, Клетнянском, Комаричском, Навлинском, Стародубском, Севском, Суражском, Новозыбковском, Погарском, Почепском, Суземском, Рогнединском она выше среднеобластной и варьирует от 4,81 до 5,49.

Длительное (5...7 лет) многостороннее действие, в результате которого устраняется неблагоприятное влия-

ние кислотности оказывает известкование [23, 24, 25]. За период с 1971 по 1990 гг. его объемы в среднем по области достигали 140,0 тыс. га, к 2006–2010 гг. величина этого показателя сократилась до 5,1 тыс. га, а с 2011 г. внесение известковых материалов почти прекратилось и составило всего лишь 1,96 тыс. га (рис. 3). Безвозвратные потери кальция в 2015 г. в среднем находились на уровне 434 кг/га. С 2016 по 2021 гг. среднегодовые объемы известкования превысили 10 тыс. га.

Фосфор играет важную роль в жизни растений. Он входит в состав белковых веществ и участвует в процессах ассимиляции, диссимиляции и др. [26]. Почвы Брянской области в целом характеризуются высокой обеспеченностью подвижным фосфором (табл. 7). Средневзвешенное его содержание по области составляет 211 мг/кг и варьирует от 139 мг/кг в Выгоничском до

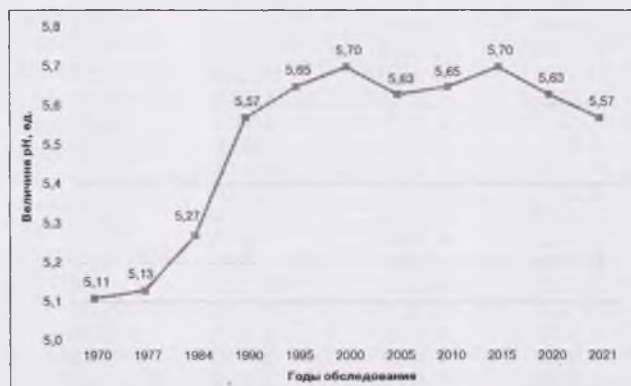


Рис. 2. Динамика изменения кислотности почв пашни в Брянской области.

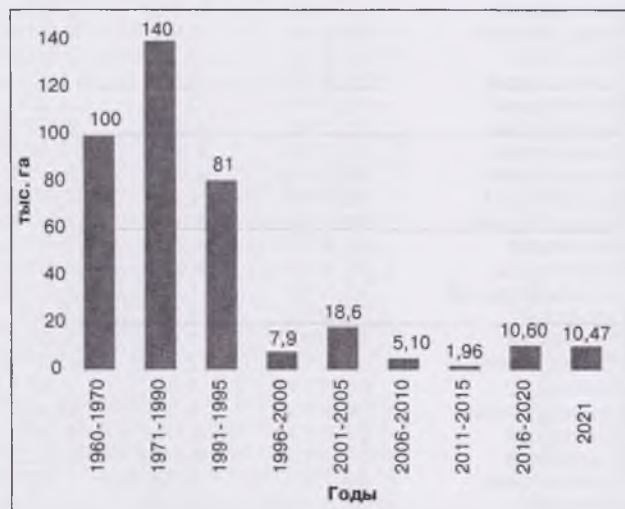


Рис. 3. Среднегодовые объемы известкования.

Таблица 8. Распределение почв сельскохозяйственных угодий Брянской области по содержанию подвижного калия (01.01.2022 г.)

Угодья	Обследовано, тыс. га/%	Распределение почв по содержанию подвижного калия, тыс. га/%					Средневзвешенное содержание, мг/кг	
		очень низкое (<40 мг/кг)	низкое (41...80 мг/кг)	среднее (81...120 мг/кг)	повышенное (121...170 мг/кг)	высокое (171...250 мг/кг)		очень высокое (> 250 мг/кг)
Пашня	999,6/100	184,2/18	315,3/32	211,6/21	135,5/14	99,7/10	53,3/5	102
Сенокосы	100,3/100	27,9/28	42,3/42	17,4/17	5,9/6	4,4/5	2,4/2	74
Пастбища	144,7/100	41,7/29	63,3/44	21,7/15	8,6/6	6,1/4	3,4/2	73

289 мг/кг в Новозыбковском районах при оптимальной величине этого показателя 200 мг/кг.

Почвы с пониженной обеспеченностью этим минеральным элементом (менее 100 мг/кг фосфора) занимают площадь 215,8 тыс. га, или 22% пашни. Наибольшая доля пахотных почв с таким содержанием подвижного фосфора характерна для Суражского, Красногорского и Выгоничского районов. Площадь почв с пониженным содержанием P₂O₅ в целом по области снизилась с 73 % в 1971 г. до 22 % в 2021 г.

Один из эффективных приемов, обеспечивающих одновременно снижение кислотности почв и повышение содержания подвижного фосфора – фосфоритование [27]. В 1985–1990 гг. в Брянской области его проводили на площади более 110 тыс. га в год. После 1991 г. фосфоритование почв резко сократилось, а в последние 2 года его не проводили вообще (рис. 4).

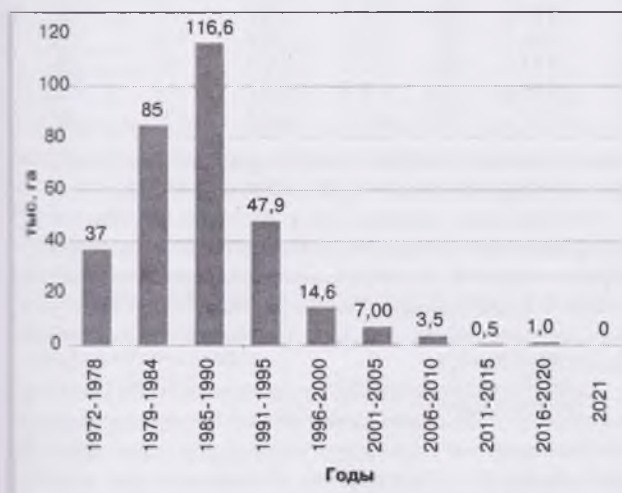


Рис. 4. Среднегодовые объемы фосфоритования в Брянской области.

Роль калия в земледелии очень велика. Фундаментальные, физиолого-биохимические и экологические исследования не только подтверждают известные, но и открывают новые функции этого элемента: он усиливает процесс фотосинтеза, ассимиляцию CO₂; способствует более усиленному накоплению ассимилянтов в запасных органах растений; улучшает выполненность зерна зерновых культур; повышает эффективность азота при выращивании культурных растений, способствует более эффективному использованию воды, снижает поступление в растение радионуклидов и др. [28, 29, 30].

Для Брянской области актуальность калийного питания растений обусловлена прежде всего тем, что больше половины пашни расположено на почвах легкосуглинистых, супесчаных и песчаных разновидностей с низкими естественными запасами этого элемента, на которых отмечается высокий эффект от применения калийных удобрений [31, 32]. Пахотные земли области на площади 711,1 тыс. га, или 71 % характеризуются пониженной обеспеченностью подвижным калием (табл. 8). При этом доля почв с

пониженным содержанием K₂O в целом по области увеличилась с 66 % в 2011 г. до 71 % в 2021 г. Одновременно четко прослеживается связь деградации пахотных почв по содержанию подвижного калия с количеством применяемых калийных удобрений (рис. 5).

Почвы сенокосов и пастбищ в области в целом можно отнести к низкообеспеченным калием. Средневзвешенное его содержание в почвах этих угодий составляет соответственно 73 и 74 мг/кг почвы.

Под урожай 2021 г. в среднем по области было внесено 156,3 кг/га д.в. минеральных удобрений, в том числе 79,7 кг азотных, 27,3 кг фосфорных и 49,2 кг калийных. Расчет эффективности применения минеральных удобрений отражает уровень химизации земледелия в области и сбалансированность вносимых питательных элементов. Минеральными туками было удобрено 91 % посевных площадей (643,9 тыс. га). Средняя продуктивность пашни в 2021 г. составила 3,41 тыс. корм. ед., при этом в 4 районах она не превышала 1,6...1,9 тыс. корм. ед. (табл. 9). Внесение удобрений обеспечивало прибавку урожая на уровне 0,82 тыс. корм. ед./га, или 24 % полученного урожая. Окупаемость 1 кг внесенных питательных веществ составила 5,3 корм. ед., против 5,7 корм. ед. в 2020 г. В среднем она составила 103 % от норматива, но в Новозыбковском районе не превышала 7 %, в Карачевском – 43 %.

Внесение в почву менее 30 кг/га д.в. минеральных удобрений обеспечивает низкую прибавку урожая, то есть урожай формируется только благодаря использованию скудного естественного плодородия почвы. Конечно, при таком низком уровне применения удобрений ожидать высокую продуктивность посевов невозможно. В то же время в хозяйствах Брасовского, Выгоничского, Жирятинского, Комаричского, Севского, Стародубского, Суземского районов, где вносили от 150 кг д.в. минеральных удобрений, средняя эффективность их применения составила 100 % и более и достигла 6,8...15,4 корм. ед./кг д.в.

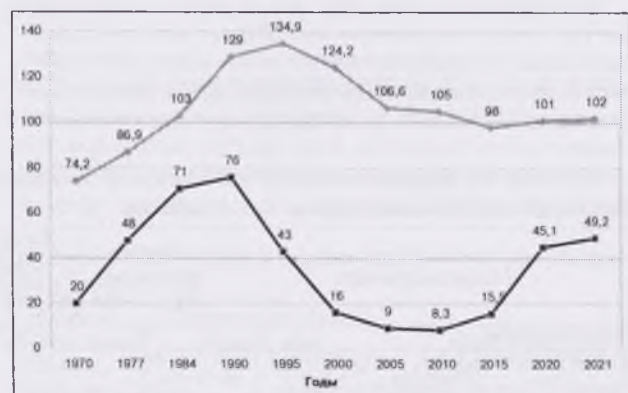


Рис. 5. Динамика внесения калийных удобрений и средневзвешенного содержания подвижного калия в почвах пахотных угодий: —●— — средневзвешенное содержание калия, мг/кг; —■— — среднегодовое внесение калийных удобрений, кг/га д.в.

Таблица 9. Эффективность применения минеральных удобрений на пашне (на посевной площади)

Район	Общая посевная площадь, га	Продуктивность пашни, тыс. корм. ед./га				Внесено удобрений, кг д.в./га		Оплата 1 кг NPK, корм. ед.		Окупаемость удобрений урожаем в % от норматива	
		всего		в том числе за счет удобрений		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Брасовский	39883	4,68	4,40	1,50	1,41	162	149	9,3	9,5	197	201
Брянский	19494	4,93	4,97	1,10	1,11	133	163	8,3	6,8	154	126
Выгоничский	26058	8,22	8,31	2,72	2,75	214	179	12,7	15,4	303	366
Гордеевский*	13284	2,74	2,76	—	—	25	30	—	—	—	—
Дубровский	24010	2,25	2,23	0,49	0,48	76	65	6,4	7,4	125	145
Дятьковский	6280	2,00	1,86	0,62	0,58	68	58	9,1	9,9	198	215
Жирятинский	17657	4,06	4,46	1,24	1,36	170	197	7,3	6,9	132	125
Жуковский	17126	2,87	2,57	0,52	0,47	81	81	6,4	5,8	122	109
Злынковский	7862	2,91	2,66	0,23	0,21	47	68	4,8	3,0	93	58
Карачевский	28325	3,48	3,22	0,40	0,37	147	160	2,7	2,3	51	43
Клетнянский	9135	2,54	2,40	0,52	0,49	90	94	5,8	5,2	101	91
Климовский	42472	2,63	2,60	0,69	0,68	115	128	6,0	5,3	111	98
Клинцовский	13097	3,21	3,39	0,44	0,46	91	119	4,8	3,9	93	75
Комаричский	55238	4,44	4,40	1,35	1,33	172	206	7,8	6,5	160	132
Красногорский	10772	1,38	1,57	0,14	0,16	30	46	4,6	3,5	95	71
Мглинский	30250	1,89	1,87	0,32	0,32	104	77	3,1	4,1	59	79
Навлинский	17338	5,28	4,49	1,45	1,23	367	468	3,9	2,6	72	48
Новозыбковский	15875	2,75	3,18	0,07	0,08	160	200	0,4	0,4	8	7
Погарский	43440	2,37	2,41	0,62	0,63	135	246	4,6	2,6	85	48
Почепский	53172	2,73	2,63	0,57	0,55	95	110	6,0	5,0	105	88
Рогнединский	21628	2,18	2,16	0,38	0,37	91	71	4,1	5,2	79	101
Севский	42543	5,42	5,19	1,43	1,37	217	187	6,6	7,3	153	170
Стародубский	54461	3,87	3,87	1,10	1,10	242	218	4,5	5,0	82	91
Суземский	14607	2,42	2,44	0,72	0,73	218	172	3,3	4,2	79	101
Суражский	21128	1,75	1,76	0,45	0,45	64	51	7,0	8,9	130	164
Трубчевский	44345	2,34	2,40	0,51	0,53	137	123	3,7	4,3	68	78
Унечский	18629	3,70	3,52	0,65	0,62	186	230	3,5	2,7	64	50
По области	708109	3,45	3,41	0,83	0,82	147	156	5,7	5,3	111	103

Высокую целесообразность применения минеральных удобрений на пашне в 2021 г. продемонстрировали передовые хозяйства Стародубского района. Доля удобрений в урожае в этих предприятиях составляла 36...43 %, а их окупаемость 150...188 % от норматива (табл. 10).

Анализ эффективности применения минеральных удобрений показал, что без системы мер, направленных на возврат в почву отчуждаемых с урожаем питательных веществ, восстановить утраченное плодородие невозможно. Такая система предусматривает проведения комплекса агрохимических работ, включающих ежегодное увеличения объемов применения органических, минеральных удобрений, известкования, фосфоритования, расширения доли многолетних кормовых культур в структуре посевных площадей [33, 34, 35].

Важный резерв экономного расходования минеральных удобрений без снижения их эффективности – дробное внесение по результатам почвенной и растительной диагностики, прикорневое (локальное) внесение, которое позволяет повысить коэффициент использования

элементов питания из азотных и калийных туков на 10...15 %, фосфорных – на 5...10 % [36, 37, 38].

Необходимо развернуть работу по ускоренному воспроизводству гумуса, для чего максимально использовать запасы навоза, навозных стоков, торфа и сидератов, расширить посевы зернобобовых культур и многолетних бобовых трав с 1-годичным использованием [39, 40, 41].

Совершенно очевидно, что в перспективе рост валовых сборов сельскохозяйственной продукции должно обеспечивать не только увеличение доз применяемых удобрений, но и повышение общей культуры земледелия, применение научно-обоснованных технологий выращивания, комплекса мелиоративных мероприятий, распространение новых сортов. Все это не снижает, а повышает роль удобрений, как важнейшего фактора земледелия.

Баланс элементов питания на пашне Брянской области в 2021 г. за исключением азота был отрицательным, что свидетельствует о недостаточном использовании минеральных и органических удобрений (табл. 11). При этом эффективность применения минеральных

Таблица 10. Эффективность применения минеральных удобрений на пашне в сельхозпредприятиях Стародубского района Брянской области

Наименование	Норма внесения, кг д.в./га	Продуктивность, тыс. корм. ед./га		Оплата 1 кг NPK		
		всего	за счет удобрений	фактическая	нормативная*	% от норматива
ТНВ «Авангард»	217	4,34	1,82	8,3	5,4	150
Колхоз им. Правды	166	4,73	1,70	10,2	5,6	182
Колхоз Память Ленина	247	5,57	2,40	9,7	5,3	180
ТНВ «Красный Октябрь»	255	6,01	2,58	10,1	6,0	168
ООО «Меленский картофель»	273	5,60	2,18	8,0	5,2	154
ООО «Русское молоко»	234	6,30	2,65	11,3	6,0	188

*различия в нормативной оплате 1 кг NPK обусловлена тем, что расчет проводили по разным сельскохозяйственным культурам.

Таблица 11. Баланс элементов питания и органического вещества на пашне сельхозпредприятий Брянской области в 2021 г., кг/га

Район	Продуктивность пашни, тыс. корм. ед./га	Азот			Фосфор			Калий			Органическое вещество			Кальций		
		приход	расход	±	приход	расход	±	приход	расход	±	приход	расход	±	приход	расход	±
Брасовский	4,40	111	94	17	23	37	-14	31	89	-58	581	733	-152	29	36	-7
Брянский	4,97	101	135	-34	36	46	-10	52	124	-72	360	814	-454	8	40	-32
Выгоничский	8,31	76	248	-172	56	76	-20	76	233	-157	724	874	-150	16	67	-51
Гордеевский	2,76	43	41	2	8	16	-8	13	36	-23	467	536	-69	16	22	-6
Дубровский	2,23	60	62	-2	12	23	-11	25	59	-34	618	608	10	10	18	-8
Дятьковский	1,86	38	55	-17	11	20	-9	16	52	-36	305	407	-102	2	15	-13
Жирятинский	4,46	97	81	16	36	32	4	79	80	-1	348	561	-213	34	36	-2
Жуковский	2,57	62	25	37	21	8	13	31	21	10	569	821	-252	10	21	-11
Злынковский	2,66	41	66	-25	12	28	-16	15	59	-44	200	654	-454	0	22	-22
Карачевский	3,22	92	129	-37	36	45	-9	51	121	-70	414	776	-362	7	26	-19
Клетнянский	2,40	51	33	18	19	13	6	29	35	-6	367	471	-104	2	19	-17
Климовский	2,60	79	49	30	32	18	14	49	50	-1	637	495	142	13	21	-8
Клинцовский	3,39	85	78	7	34	30	4	61	75	-14	794	661	133	21	27	-6
Комаричский	4,40	101	111	-10	40	42	-2	72	100	-28	125	913	-788	20	36	-16
Красногорский	1,57	31	29	2	9	12	-3	13	24	-11	306	620	-314	3	13	-10
Мглинский	1,87	49	47	2	14	17	-3	24	45	-21	448	421	27	4	15	-11
Навлинский	4,49	232	120	112	85	45	40	180	132	48	388	786	-398	34	36	-2
Новозыбковский	3,18	92	73	19	42	27	15	77	69	8	204	776	-572	3	26	-23
Погарский	2,41	121	80	41	55	30	25	87	77	10	351	659	-308	5	20	-15
Почепский	2,63	70	55	15	18	20	-2	37	51	-14	454	483	-29	12	21	-9
Рогнединский	2,16	68	53	15	21	19	2	19	48	-29	537	504	33	8	17	-9
Севский	5,19	124	152	-28	41	53	-12	60	134	-74	449	750	-301	76	42	34
Стародубский	3,87	120	105	15	37	40	-3	92	96	-4	498	1013	-515	12	31	-19
Суземский	2,44	150	102	48	70	34	36	83	87	-4	1716	607	1109	49	20	29
Суражский	1,76	47	42	5	8	14	-6	11	40	-29	504	436	68	6	14	-8
Трубчевский	2,40	77	84	-7	31	29	2	53	81	-28	667	650	17	13	19	-6
Унечский	3,52	119	81	38	46	30	16	86	74	12	399	704	-305	15	29	-14
По области	3,41	94	89	5	32	32	0	56	83	-27	474	685	-211	18	28	-10

удобрений на пашне под сельскохозяйственные культуры за исключением овощных и картофеля превысила 100 % (табл. 12).

Таблица 12. Эффективность внесенных удобрений под сельскохозяйственные культуры в сельскохозяйственных предприятиях Брянской области в 2021 г.

Наименование сельскохозяйственных культур	Урожайность, ц/га		Внесено удобрений, кг д.в./га	Оплата 1 кг NPK продукцией, кг		Окупаемость удобрений продукцией в % от норматива
	всего	в том числе благодаря удобрениям		в натуре	в кормовых единицах	
Зерновые						
(без кукурузы на зерно)	36,4	12,9	215	6,0	7,5	168
в том числе пшеница	40,2	14,9	241	6,2	7,8	195
Кукуруза на зерно	89,4	34,1	259	13,2	15,0	424
Овощи	462,9	162,0	422	38,4	6,1	72
Картофель	331,3	125,9	640	19,7	5,7	89
Лен (волокно)	11,9	2,4	102	2,4	9,2	217
Сахарная свекла	315,8	121,9	421	29,0	7,5	164
Кукуруза (силос)	252,5	68,2	178	38,3	7,7	113
Пашня (корм. ед.)	34,1	8,2	156,3	—	5,3	103

Применение Гумитона в производственном опыте позволило увеличить урожайность картофеля на 100...130 ц/га (табл. 13), что в 1,6...1,7 раза выше, чем в контроле (фон – технология хозяйства). Расчет экономической эффективности показал, что лучшие результаты обеспечивает применение Гумитона с Боркали-

магнезией. Условно чистый доход при использовании такой композиции составил 24,58 руб. на 1 руб. затрат. Несколько ниже был эффект от применения Гумитона

в сочетании с внесением смеси ФосАгро NPK 8:20:30 – 18,73 руб. на 1 руб. затрат. Наиболее затратным стало применение только смеси ФосАгро NPK 8:20:30 (условно чистый доход 4,7 руб. на 1 руб. затрат). Использование новых видов удобрений в полевом опыте без обработки посевов Гумитоном увеличивало урожайность клубней

Таблица 13. Экономическая и радиационная оценка применения новых видов удобрений при выращивании картофеля (ООО «ФХ Пуцко», Новозыбковский р-н, 2021 г.)

Вариант	Общие затраты на применение удобрений, руб./га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб.		Kp ¹³⁷ Cs в клубни	Кратность снижения, раз
			на 1 га	на 1 руб. затрат		
Фон (технология хозяйства)	—	—	—	—	0,039	—
Фон + Боркалимагнезия	15500	240000	244500,0	15,48	0,019	2,1
Фон + Боркалимагнезия + Гумитон	15865	390000	374135,0	24,58	0,009	4,3
Фон + ФосАгро NPK	17250	81000	63750,0	4,70	0,022	1,8
Фон + ФосАгро NPK + Гумитон	17615	330000	312385,0	18,73	0,012	3,3

Таблица 14. Окупаемость применения новых видов удобрений при выращивании картофеля (ООО «ФХ Пуцко», Новозыбковский р-н, 2021 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Доля участия удобрений в урожае, %	Оплата 1 кг NPK продукцией, кг		Отклонение от норматива, %
	всего	в том числе благодаря удобрениям		фактическая	нормативная	
Фон (технология хозяйства)	190	—	—	—	—	—
Фон + Боркалимагнезия	270	81	30	50,6	27	187
Фон + Боркалимагнезия + Гумитон	320	96	30	60,0	27	222
Фон + ФосАгро NPK	217	78	36	26,9	25	108
Фон + ФосАгро NPK + Гумитон	300	108	36	37,2	25	149

картофеля на 27...80 ц/га, или в 1,1...1,4 раза, по сравнению с контролем.

Эффективность снижения поступления ¹³⁷Cs в клубни картофеля в вариантах с применением изучаемых агрохимикатов была высокой. Наилучшие результаты обеспечило применение Гумитона. Поступление ¹³⁷Cs в клубни уменьшалось в 3,3...4,3 раза. Наибольшее увеличение окупаемости 1 кг внесенных питательных веществ отмечали при использовании Боркалимагнезии отдельно и в сочетании с Гумитоном. Она достигала 50,6...60,0 кг продукции, что составляло 187...222 % от норматива.

Выводы. Максимальный уровень большинства показателей плодородия почвы в Брянской области был достигнут в 1991–1995 гг. благодаря применению высоких доз мелиорантов, минеральных и органических удобрений. После этого они начали снижаться. Средневзвешенная кислотность почв (рН) пашни по состоянию на 01.01. 2022 г. составила 5,57 ед., что значительно ниже исходной (5,11) в первом цикле обследования в 1970 г. Кислые почвы (рН 4,1...5,5) в Брянской области занимают 507,5 тыс. га, или 51 % обследованной пашни, в том числе на сильнокислые почвы приходится 85,3 тыс. га, или 9 %. Содержание органического вещества (гумуса) в почвах пашни в

среднем составило 1,95 %, что ниже, чем в 1991–1995 гг., на 0,21 %. Средневзвешенное содержание фосфора по области – 211 мг/кг, почвы с пониженной обеспеченностью этим минеральным элементом занимают площадь 215,8 тыс. га, или 22 % пашни. Пахотные земли области на площади 711,1 тыс. га, или 71 % характеризуются пониженной обеспеченностью подвижным калием, что на 5 % больше, чем в 2011 г. Указанные процессы происходят на фоне отрицательного баланса элементов минерального питания в земледелии области, который в 2021 г. по калию составил минус 27 кг/га, по кальцию – минус 10 кг/га. В таких условиях резко повышается значимость использования минеральных удобрений в научно обоснованных дозах. Для одновременного решения проблем повышения продуктивности посевов и обеспечения производства сельскохозяйственной продукции, соответствующей нормам радиационной безопасности, на территориях, подвергшихся загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, целесообразно применять современные комплексные удобрения. Использование гуминовых органо-минеральных препаратов позволяет снизить поступление цезия-137 в растения, в сравнении с традиционной технологией, используемой в хозяйстве, в 3,3...4,3 раза.

Литература.

1. Эседуллаев С. Т., Нода И. Б. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в агроландшафтах Верхневолжья и приемы воспроизводства их плодородия // *Земледелие*. 2020. № 2. С. 12–16.
2. Влияние систем удобрений на показатели плодородия дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы Предуралья / В. Р. Ямалтдинова, Н. Е. Завьялова, Д. С. Фомин и др. // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. № 1. С. 29–32.
3. Фоменко Т. Г., Попова В. П., Черников Е. А. Влияние химической мелиорации на физико-химические свойства черноземных почв орошаемых плодовых питомников // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2018. № 2. С. 44–49.
4. Гречишкина Ю. И., Сычев В. Г. Мониторинг содержания микроэлементов в черноземных почвах Центрального Предкавказья // *Земледелие*. 2020. № 3. С. 8–10.
5. Мониторинг основных агрохимических показателей плодородия пахотных почв в Центрально-Черноземном районе России / Р. В. Некрасов, С. В. Лукин, Д. А. Куницын и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 9. С. 4–10.
6. Суринов А. В. Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны центрально-черноземных областей России // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 57–61.
7. Убугунов Л. Л., Энхтуяа Б., Меркушева М. Г. Содержание подвижных минеральных соединений фосфора в каштановых почвах Северной Монголии при использовании разных форм фосфорита // *Почвоведение*. 2015. № 6. С. 731–739.
8. Изменение свойств и продуктивности чернозема выщелоченного и серой лесной почвы под влиянием мелиорантов / А. Х. Яппаров, Л. М. Х. Биккинина, И. А. Яппаров и др. // *Почвоведение*. 2015. № 10. С. 1267–1276.
9. Содержание элементов питания и урожайность озимой пшеницы на 12 й год последствия реминерализации чернозема выщелоченного / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, С. В. Цховребов и др. // *Земледелие*. 2019. № 7. С. 12–14.
10. Прудников П. В. Использование агрономических руд и новых комплексных минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных почвах. Брянск: Клиновская городская типография, 2012. 296 с.
11. Испытание новых мелиорантов на радиоактивно загрязненных территориях Брянской области / П. В. Прудников, Н. И. Санжарова, С. П. Прудников и др. // *Агрохимический вестник*. 2010. № 2. С. 15–19.
12. Фитосанитарное состояние почв на территориях, загрязненных радионуклидами ЧАЭС, и подходы к решению проблем, возникающих при их возврате в сельскохозяйственный оборот / С. Н. Михалева, Л. Н. Ульяненко, С. В. Акимова и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36. № 2. С. 37–41.
13. Санжарова Н. И. Изменение радиационной обстановки в сельском хозяйстве после аварии на Чернобыльской АЭС // *Агрохимический вестник*. 2010. № 2. С. 6–9.
14. Гуминовые вещества – гипотезы и реальность (обзор) / А. Г. Заварзина, Н. Н. Данченко, В. В. Демин и др. // *Почвоведение*. 2021. № 12. С. 1449–1480.
15. Гаффарова Л. Г. Динамика запасов гумуса и прогноз углеродсеквестрирующего потенциала зональных почв Республики Татарстан // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 3 (63). С. 27–31.
16. Курбанов С. А. Сохранение и повышение плодородия почв – основа увеличения эффективности земледелия Дагестана // *Земледелие*. 2021. № 4. С. 16–20.

17. Васбиева М. Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на динамику содержания органического углерода и азотный режим дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1365–1372.
18. Чеботарев Н. Т., Броварова О. В., Конкин П. И. Влияние систематического применения органических и минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур кормового севооборота на Европейском севере // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 34–37.
19. Качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы в длительном полевом опыте / Р. Ф. Байбеков, К. П. Хайдуков, А. А. Коваленко и др. // Земледелие. 2020. № 1. С. 8–11.
20. Возможные источники обменной кислотности в сильнокислых почвах ($pH_{KCl} < 3,3$) и оценка правильности ее определения / Е. В. Шамрикова, Е. В. Ванчикова, Т. А. Соколова и др. // Почвоведение. 2018. № 12. С. 1431–1445.
21. Некрасов Р. В., Овчаренко М. М., Аканова Н. И. Агроэкологические основы химической мелиорации почв // Земледелие. 2019. № 4. С. 3–7.
22. Свистова И. Д., Стахурлова Л. Д. Динамика свойств черноземов типичных заповедника «Стрелецкая степь» под влиянием многолетнего агрогенного воздействия // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 4. С. 40–42.
23. Сискевич Р. Ю., Корчагин Е. В., Косикова Н. А. Химическая мелиорация земель сельскохозяйственного назначения // Земледелие. 2021. № 2. С. 14–17.
24. Налиухин А. Н., Белозеров Д. А., Ерегин А. В. Изменение агрохимических показателей дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почвы и продуктивности культур севооборота при применении различных систем удобрения // Земледелие. 2018. № 8. С. 3–7.
25. Фоменко Т. Г., Попова В. П., Черников Е. А. Влияние химической мелиорации на физико-химические свойства черноземных почв орошаемых плодовых питомников // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 2. С. 44–49.
26. Содержание ауксина у люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.) при инокуляции грибом *Rhizopagus irregularis* на фоне низкой обеспеченности доступным фосфором / А. П. Юрков, С. В. Веселова, Л. М. Якоби и др. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 4. С. 830–838.
27. Чекмарев П. А., Коршунов А. П. Агрохимическая характеристика почв Чувашской республики // Земледелие. 2020. № 8. С. 24–28.
28. Кудеяров В. Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской Федерации // Почвоведение. 2019. № 1. С. 109–121.
29. Пилипенко Н. Г., Андреева О. Т. Влияние длительного систематического применения удобрений на основные показатели плодородия почвы и продуктивность кормового севооборота на глубокопромерзающей лугово-черноземной почве Забайкалья // Почвоведение. 2019. № 5. С. 578–585.
30. Реабилитация сельскохозяйственных земель при масштабном радиоактивном загрязнении (к 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС) / А. В. Панов, А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 3. С. 46–50.
31. Чекмарев П. А., Прудников П. В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижение науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 24–33.
32. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области / П. В. Прудников, С. В. Карпеченко, А. А. Новиков и др. Брянск: Клиновская городская типография, 2007. 608 с.
33. Киришин В. И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // Земледелие. 2015. № 6. С. 6–10.
34. Завалин А. А., Алёшин М. А. Вынос урожаем, баланс в почве и эффективность использования азота зерновыми культурами в смешанных и одновидовых агроценозах // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 6. С. 3–8.
35. Чеботарев Н. Т., Броварова О. В., Конкин П. И. Влияние систематического применения органических и минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур кормового севооборота на Европейском севере // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 34–37.
36. Вахитова Л. З., Каримова Л. З., Сафин Р. И. Оценка эффективности некорневой подкормки ярового ячменя удобрением Агрис Азот // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 15–20.
37. Васильчиков А. Г., Семенов А. С., Зотиков В. И. Повышение урожайности новых сортов сои путем применения корректирующих подкормок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 15–20.
38. Биологическое обоснование применения микроудобрений и органо-минеральных препаратов для внекорневой подкормки пшеницы / Л. Е. Колесников, С. П. Мельников, М. В. Киселёв и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 12–15.
39. Васбиева М. Т. Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы Предуралья при длительном применении удобрений // Почвоведение. 2021. № 1. С. 90–99.
40. Влияние систем удобрения на содержание почвенного органического углерода и урожайность сельскохозяйственных культур: результаты длительных полевых опытов географической сети России / В. Г. Сычев, А. Н. Налиухин, К. К. Шевцова и др. // Почвоведение. 2020. № 12. С. 1521–1536.
41. Лифаненкова Т. П., Бижоев Р. В. Роль биологических ресурсов в воспроизводстве плодородия орошаемого чернозема обыкновенного в Центральном Предкавказье // Земледелие. 2019. № 2. С. 20–23.

References

1. Esedullaev ST, Noda IB. [Dynamics of agrochemical indicators of soddy-podzolic soils in the agrolandscapes of the Upper Volga region and methods of reproduction of their fertility]. *Zemledelie*. 2020;(2):12-6. Russian.
2. Yamaltdinova VR, Zav'yalova NE, Fomin DS, et al. [Influence of fertilizer systems on fertility indicators of soddy-podzolic heavy loamy soil of Cis-Urals]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2020;(1):29-32. Russian.
3. Fomenko TG, Popova VP, Chernikov EA. [The influence of chemical melioration on the physicochemical properties of chernozem soils of irrigated fruit nurseries]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2018;(2):44-9. Russian.
4. Grechishkina Yul, Sychev VG. [Monitoring the content of trace elements in chernozem soils of the Central Ciscaucasia]. *Zemledelie*. 2020;(3):8-10. Russian.
5. Nekrasov RV, Lukin SV, Kunitsyn DA, et al. [Monitoring of the main agrochemical indicators of arable soil fertility in the Central Chernozem region of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2021;35(9):4-10. Russian.
6. Surinov AV. [Fertility dynamics of arable chernozems in the forest-steppe zone of the central chernozem regions of Russia]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;16(1):57-61. Russian.
7. Ubugunov LL, Enkhtuyaa B, Merkusheva MG. [Content of mobile mineral phosphorus compounds in chestnut soils of northern Mongolia at the application of phosphorite different forms]. *Pochvovedenie*. 2015;(6):731-9. Russian.

8. Yapparov AKh, Bikkinina LMKh, Yapparov IA, et al. [Changes in the properties and productivity of leached chernozem and grey forest soil under the influence of ameliorants]. *Pochvovedenie*. 2015;(10):1267-76. Russian.
9. Tskhovrebov VS, Faizova VI, Tskhovrebov SV, et al. [Content of nutrients and the yield of winter wheat for the 12th year of the aftereffect of remineralization of leached chernozem]. *Zemledelie*. 2019;(7):12-4. Russian.
10. Prudnikov PV. Ispol'zovanie agronomicheskikh rud i novykh kompleksnykh mineral'nykh udobrenii na radioaktivno zagryaznennykh pochvakh [Use of agronomic ores and new complex mineral fertilizers in radioactively contaminated soils]. Bryansk (Russia): Klintsovskaya gorodskaya tipografiya; 2012. 296 p. Russian.
11. Prudnikov PV, Sanzharova NI, Prudnikov SP, et al. [Testing of new ameliorants in the radioactively contaminated territories of the Bryansk region]. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2010;(2):15-9. Russian.
12. Mikhaleva SN, Ul'yanenko LN, Akimova SV, et al. [Phytopathological condition of soils in the territories contaminated with Chernobyl radionuclides and approaches to solving the problems arising from their return to agricultural use]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022;36(2):37-41. Russian.
13. Sanzharova NI. [Changes in the radiation situation in agriculture after the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Agrokhimicheskii vestnik*. 2010;(2):6-9. Russian.
14. Zavarzina AG, Danchenko NN, Demin VV, et al. [Humic substances: Hypotheses and reality (review)]. *Pochvovedenie*. 2021;(12):1449-80. Russian.
15. Gaffarova LG. [Dynamics of humus reserves and forecast of carbon sequestering potential of zonal soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;16(3):27-31. Russian.
16. Kurbanov SA. [Preservation and improvement of soil fertility is the basis for increasing the efficiency of agriculture in Dagestan]. *Zemledelie*. 2021;(4):16-20. Russian.
17. Vasbieva MT. [Influence of long-term use of organic and mineral fertilizers on the dynamics of organic carbon content and the nitrogen regime of soddy-podzolic soil]. *Pochvovedenie*. 2019;(11):1365-72. Russian.
18. Chebotarev NT, Brovarova OV, Konkin PI. [Influence of the systematic use of organic and mineral fertilizers on the fertility of soddy-podzolic soil and the productivity of fodder crop rotation in the European North]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021;(1):34-7. Russian.
19. Baibekov RF, Khaidukov KP, Kovalenko AA, et al. [Qualitative composition of organic matter in soddy-podzolic soil in a long-term field experiment]. *Zemledelie*. 2020;(1):8-11. Russian.
20. Shamrikova EV, Vanchikova EV, Sokolova TA, et al. [Possible sources of exchangeable acidity in strongly acidic soils (pH(KCl) less than 3.3) and assessment of the correctness of its determination]. *Pochvovedenie*. 2018;(12):1431-45. Russian.
21. Nekrasov RV, Ovcharenko MM, Akanova NI. [Agroecological foundations of chemical soil reclamation]. *Zemledelie*. 2019;(4):3-7. Russian.
22. Svisitova ID, Stakhurlova LD. [Dynamics of properties of typical chernozems of the Streletskaya Steppe reserve under the influence of long-term agrogenic impact]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2018;(4):40-2. Russian.
23. Siskevich RYu, Korchagin EV, Kosikova NA. [Chemical reclamation of agricultural land]. *Zemledelie*. 2021;(2):14-7. Russian.
24. Naliukhin AN, Belozero DA, Eregin AV. [Changes in the agrochemical parameters of soddy-medium podzolic light loamy soil and the productivity of crop rotation crops when using various fertilizer systems]. *Zemledelie*. 2018;(8):3-7. Russian.
25. Fomenko TG, Popova VP, Chernikov EA. [Influence of chemical melioration on the physicochemical properties of chernozem soils of irrigated fruit nurseries]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2018;(2):44-9. Russian.
26. Yurkov AP, Veselova SV, Yakobi LM, et al. [Content of auxin in hop alfalfa (*Medicago lupulina* L.) inoculated with the fungus *Rhizoglyphus irregularis* against the background of low availability of available phosphorus]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2017;52(4):830-8. Russian.
27. Chekmarev PA, Korshunov AP. [Agrochemical characteristics of the soils of the Chuvash Republic]. *Zemledelie*. 2020;(8):24-8. Russian.
28. Kudayarov VN. [Soil-biogeochemical aspects of the agriculture state in the Russian Federation]. *Pochvovedenie*. 2019;(1):109-21. Russian.
29. Pilipenko NG, Andreeva OT. [Influence of long-term systematic application of fertilizers on the main indicators of soil fertility and the productivity of fodder crop rotation on deep-freezing meadow-chernozem soil of Transbaikalia]. *Pochvovedenie*. 2019;(5):578-85. Russian.
30. Panov AV, Ratnikov AN, Sviridenko DG, et al. [Rehabilitation of agricultural lands in case of large-scale radioactive contamination (to the 35th anniversary of the accident at the Chernobyl nuclear power plant)]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021;(3):46-50. Russian.
31. Chekmarev PA, Prudnikov PV. [Agrochemical and agroecological state of soils, the effectiveness of the use of chemicals and new complex fertilizers in the Bryansk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016;(7):24-33. Russian.
32. Prudnikov PV, Karpechenko SV, Novikov AA, et al. *Agrokhimicheskoe i agroekologicheskoe sostoyanie pochv Bryanskoj oblasti* [Agrochemical and agroecological state of soils in the Bryansk region]. Bryansk (Russia): Klintsovskaya gorodskaya tipografiya; 2007. 608 p. Russian.
33. Kiryushin VI. [Technological modernization of agriculture in Russia: Background and conditions]. *Zemledelie*. 2015;(6):6-10. Russian.
34. Zavalin AA, Aleshin MA. [Nitrogen removal by crops, soil balance and efficiency of use by grain crops in mixed and single-species agrocenoses]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021;(6):3-8. Russian.
35. Chebotarev NT, Brovarova OV, Konkin PI. [Influence of the systematic use of organic and mineral fertilizers on the fertility of soddy-podzolic soil and the productivity of fodder crop rotation in the European North]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021;(1):34-7. Russian.
36. Vakhitova LZ, Karimova LZ, Safin RI. [Evaluation of the effectiveness of foliar top dressing of spring barley with fertilizer Agri Azot]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;14(S4-1):15-20. Russian.
37. Vasil'chikov AG, Semenov AS, Zotikov VI. [Increasing the yield of new soybean varieties through the use of corrective dressings]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;15(4):15-20. Russian.
38. Kolesnikov LE, Mel'nikov SP, Kiselev MV, et al. [Biological substantiation of the use of microfertilizers and organo-mineral preparations for foliar feeding of wheat]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2019;(1):12-5. Russian.
39. Vasbieva MT. [Changes in agrochemical parameters of soddy-podzolic soil of the Cis-Urals with long-term use of fertilizers]. *Pochvovedenie*. 2021;(1):90-9. Russian.
40. Sychev VG, Naliukhin AN, Shevtsova LK, et al. [Effects of fertilizer systems on soil organic carbon content and crop yields: Results of long-term field experiments with the geographical network of Russia]. *Pochvovedenie*. 2020;(12):1521-36. Russian.
41. Lifanenkova TP, Bizhoyev RV. [Role of biological resources in fertility reproduction of irrigated common chernozem in the Central Ciscaucasia]. *Zemledelie*. 2019;(2):20-3. Russian.