УДК 631.454

АГРОХИМИЧЕСКОЕ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И НОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

П.А. ЧЕКМАРЕВ[1], академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор департамента

П.В. ПРУДНИКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: agrohim32@mail.ru)

[1]Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Орликов переулок, 1/11, Москва, 107139, Российская Федерация

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

Резюме. *Исследование посвящено анализу состояния и динамики изменения агрохимических показателей плодородия почв сельскохозяйственного назначения Брянского региона, в ходе которого дана экономическая и радиационная оценка применения новых комплексных удобрений. В 2015 г. содержание органического вещества (гумуса) в почвах пашни в целом по региону составило 2,06%. Самая высокая величина этого показателя характерна для Карачевского (3,03%), Комаричского (2,83%) и Брянского (2,78%) районов, самая низкая – для Суражского (1,47%) и Дятьковского (1,57%). На 01.01.2016 г. кислые почвы (pH 4,1-5,5) в Брянской области занимали 409,6 тыс. га, или 38% обследованной пашни. При этом на долю сильнокислых почв приходится всего 32,8 тыс. га, или 3%. Средневзвешенная кислотность почв (pH) пашни по состоянию на 2015 г. составила 5,70, что значительно выше исходной (5,11) в 1970 г. Средневзвешенное содержание фосфора по области составляет 160 мг/кг и колеблется от 80 мг/кг в Суражском до 222 мг/кг в Трубчевском районах. Почвы с пониженным содержанием (менее 100 мг/кг) фосфора занимают площадь 314,2 тыс. га, или 29% пашни. Наибольшая доля пахотных земель с такой величиной этого показателя характерна для Суражского, Красногорского и Мглинского районов. Доля почв с пониженным содержанием K2O в целом по области увеличилась с 66% в 2011 г. до 73% в 2015 г. Рассчитана эффективность применения минеральных удобрений на пашне. В сравнении с традиционными агрохимическими мероприятиями (известкование, фосфоритование, калиевание) внесение комплексного удобрения «Брофоска гранулированная» экономически выгодный агроприем, применение которого позволяет снизить поступление цезия-137 в растения и обеспечить производство сельскохозяйственной продукции, соответствующей нормам радиационной безопасности.*

Ключевые слова: *плодородие почв, структура сельскохозяйственных угодий, известкование, фосфоритование, калиевание, борофоска гранулированная, эффективность средств химизации*

Для цитирования: *Чекмарев П.А., Прудников П.В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №7. С. 24-33.*

Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее плодородием – способностью удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде, что обеспечивает формирование урожая сельскохозяйственных растений 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 агрохимических, фитосанитарных, эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Оптимальная форма этих работ – периодически проводимое почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель Государственной агрохимической службой [1].

Мировой и отечественный опыт свидетельствуют о том, что без агрохимической службы невозможно экономически эффективно вести сельскохозяйственное производство. Одна из важнейших ее 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 почв, составляют проектно-сметную документацию на применение средств химизации земледелия, обеспечить землепользователей оперативной информацией для более эффективного использования минеральных удобрений [2].

Центральное Нечерноземье, в том числе его юго-западная часть, располагает большими запасами агрономических руд. Они представляют собой природные минеральные образования удобрительного или мелиоративного характера и могут служить нетрадиционными источниками агрохимического назначения. 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 размельчения существующими техническими средствами [3].

Цель наших исследований анализ динамики изменения основных показателей плодородия почвы Брянской области и характеристика современного его состояния.

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

Таблица 1. **Агроклиматические условия вегетации сельскохозяйственных культур**

Агроклиматический 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

Таблица 2. **Структура сельскохозяйственных угодий Брянской области**

Наименование	*Площадь*	
	тыс. га	*%*
Сельхозугодья (всего)	1874,2	100
из них: пашня	1158,8	61,8
залежь	141,4	7,6
многолетние насаждения	26,0	1,4
сенокосы	203,0	10,8
пастбища	345,1	18,4

юге – с республикой Украина (Черниговская и Сумская область). Территория области вытянута с запада на восток, ее протяженность в этом направлении составляет 270 км, а с севера на юг – 190 км. Общая площадь области 34,9 тыс. км^2. Лес занимает 28,8 % ее территории. В состав области входят 27 административных района.

Рельеф 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, умеренно холодной зимой и достаточным увлажнением. Продолжительность вегетационного периода 180-190 дн. Сумма активных температур возрастает с севера на юг от 2150 до 2450°. Среднегодовое количество осадков составляет 530-655 мм. Средняя температура наиболее холодного месяца января минус 7-9°, наиболее теплого июля – плюс 18-19°. Годовой приход суммарной радиации в области составляет в среднем около 900 ккал/см^2.

По теплообеспеченности вегетационного периода, рельефу и типам почв Брянская область разделяется на 2 агроклиматических района. Граница между ними проходит по изотерме сумм 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: частая 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 2016 г. составлял 3485,7 тыс. га. По категориям земель он распределен следующим образом: земли сельскохозяйственного назначения – 1874,2 тыс. га (табл. 2); населенных пунктов – 193,5 тыс. га; промышленности, транспорта, связи и иного назначения – 38,8 тыс. га; особо охраняемых территорий – 12,7 тыс. га; лесного фонда – 1208,8 тыс. га; водного фонда – 5,1 тыс. га; запаса – 50,1 тыс. га.

Таблица 3. **Состав почвенного покрова сельскохозяйственных угодий**

Почвы	*Площадь сельскохозяйственных угодий*	
	тыс. га	*%*
Дерново-подзолистые	1130,1	60,3
в том числе песчаные	91,8	4,9
супесчаные	384,2	20,5
легкосуглинистые	629,7	33,6
эродированные	24,4	1,3
Серые лесные	395,5	21,1
Дерново-карбонатные	5,1	0,3
Дерново-глеевые	16,9	0,9
Пойменные дерновые и дерновые оглеенные	110,6	5,9
в том числе песчаные	7,5	0,4
супесчаные	28,1	1,5
легкосуглинистые	75,0	4,0
Пойменные иловато-торфяные	71,2	3,8
Болотные	67,5	3,6
Овражно-балочного комплекса	67,5	3,6
Другие	9,4	0,5
Всего	1874,2	100

Брянская область распложена в лесной зоне, преимущественно в подзоне широколиственных лесов, частично – в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Это

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

Таблица 4. **Распределение почв пашни Брянской области по содержанию гумуса (на 01.01.2016 г.)**

Район	Обследованная площадь, тыс. га/%	Распределение почв по содержанию органического вещества, тыс. га / %					Средневзвешенное содержание, %
		очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое	
Брасовский	43,9/100	8,0/18	11,4/26	9,7/22	8,3/19	6,5/15	2,29
Брянский	29,7/100	3,3/11	6,1/21	7,1/24	9,3/31	3,9/13	2,78
Выгоничский	37,7/100	5,0/13	11,2/30	11,3/30	5,9/16	4,3/11	1,99
Гордеевский	33,2/100	5,5/17	5,3/16	7,7/23	7,2/22	7,5/22	1,89
Дубровский	41,5/100	2,9/7	11,4/27	16,0/39	8,2/20	3,0/7	1,96
Дятьковский	17,8/100	7,5/42	5,0/28	2,4/15	1,3/6	1,6/9	1,57
Жирятинский	22,9/100	1,3/5	3,7/16	7,5/33	6,7/30	3,7/16	2,59
Жуковский	22,6/100	5,1/22	4,8/21	4,8/21	4,1/18	3,8/17	2,10
Злынковский	23,3/100	1,3/6	3,9/16	8,3/36	7,4/32	2,4/10	1,86
Карачевский	40,5/100	4,6/11	6,7/17	8,2/20	8,4/21	12,6/31	3,03
Клетнянский	25,6/100	7,3/29	7,5/30	6,2/24	3,7/14	0,9/3	1,80
Климовский	60,3/100	10,8/18	15,9/26	16,2/27	11,7/20	5,7/9	1,65
Клинцовский	42,9/100	3,8/9	7,7/18	10,5/24	11,6/27	9,3/22	1,99
Комаричский	50,7/100	4,0/8	9,1/18	12,1/24	13,0/25	12,5/25	2,83
Красногорский	37,9/100	3,8/10	6,8/18	10,7/28	9,9/26	6,7/18	1,90
Мглинский	25,8/100	3,3/13	7,6/29	8,6/33	4,6/18	1,7/7	1,69
Навлинский	44,0/100	11,6/26	13,0/30	10,3/23	5,2/12	3,9/9	1,91
Новозыбковский	31,0/100	2,1/7	5,1/16	9,0/29	9,0/29	5,8/19	1,97
Погарский	55,6/100	14,7/26	15,2/27	12,8/23	7,3/13	5,6/11	1,91
Почепский	82,9/100	25,6/31	31,2/38	17,0/20	6,6/8	2,5/3	1,62
Рогнединский	44,2/100	4,4/10	23,5/53	13,2/30	2,3/5	0,8/2	1,65
Севский	63,3/100	9,1/14	13,0/21	15,1/24	15,2/24	10,9/17	2,56
Стародубский	93,6/100	11,9/12	25,9/28	25,8/28	19,0/20	11,0/12	2,12
Суземский	29,0/100	7,3/25	6,3/22	4,5/15	5,5/19	5,4/19	2,35
Суражский	42,3/100	12,2/29	12,7/30	7,8/18	6,0/14	3,6/9	1,47
Трубчевский	53,8/100	14,7/27	12,3/23	10,4/19	9,4/17	7,0/13	2,32
Унечский	37,1/100	5,8/15	12,2/33	10,7/29	4,4/12	4,0/11	1,90
По области	1133,1/100	196,9/17	294,5/26	283,9/25	211,2/19	146,6/13	2,06

предопределило преобладание дерново-подзолистых почв различного механического состава, меньшее распространение получили серые лесные почвы (табл. 3). Из дерново-подзолистых почв наиболее распространены легкосуглинистые – 3,6%, 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.

Результаты и обсуждение. Один из основных критериев оценки плодородия почвы – *содержание* в ней *сложного химического комплекса органических 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, обусловливает влагоёмкость, поглотительную способность и биологическую активность почвы, эффективность применения средств химизации, продуктивность пашни. За счет гумуса удовлетворяется около 60-70% потребности растений в азоте, 30-40% в фосфоре и 90% в сере [3].

При агрохимическом обследовании почв сельскохозяйственных угодий в 2015 г. установлено, что средневзвешенное содержание органического вещества (гумуса) в почвах пашни по региону составило 2,06% (табл. 4). Самая высокая величина этого показателя характерна для Карачевского (3,03%), Комаричского (2,83%) и Брянского (2,78%) районов, самая низкая – для Суражского (1,47%) и Дятьковского (1,57%). 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).

Анализ гумусового состояния почв в агроэкосистемах позволил выявить следующие закономерности: рост запасов гумуса происходит при внесении более 8 т/га органических удобрений; использование 6-7 т/га обеспечивает их стабильное 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 [4, 5].

Важный фактор почвенного плодородия, сильно влияющий на формирование урожая сельскохозяйственных культур, – *кислотность почвы*. Общеизвест-

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	2011-2016
Среднегодовое внесение органических удобрений, т/га	6,5	7,2	7,7	8,5	6,3	1,7	1,3	1,2	1,02
Средневзвешенное содержание гумуса, %	1,84	–	–	2,13	2,16	2,15	2,13	2,10	2,06

Таблица 6. **Распределение почв пашни Брянской области по степени кислотности (01.01.2016 г.)**

Район	Обследованная площадь, тыс. га / %	Распределение почв по степени кислотности, тыс. га / %					Средневзвешенная величина pH
		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	43,9/100	0,8/2	4,9/11	14,6/33	12,9/29	10,7/25	5,63
Брянский	29,7/100	0,2/1	0,9/3	4,8/16	9,5/32	14,3/48	5,92
Выгоничский	37,7/100	1,9/5	7,6/20	7,0/19	8,0/21	13,2/35	5,66
Гордеевский	33,2/100	0,5/2	1,7/5	5,5/17	9,5/28	16,0/48	5,89
Дубровский	41,5/100	2,5/6	5,4/13	9,5/23	11,2/27	12,9/31	5,61
Дятьковский	17,8/100	2,6/15	3,1/17	2,1/11	3,6/19	6,4/37	5,54
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	0,2/13	2,8/13	6,7/29	7,9/35	5,0/22	5,65
Злынковский	17,7/100	-/-	0,2/1	1,0/6	2,3/13	14,2/80	6,16
Карачевский	40,5/100	0,4/1	2,2/5	8,9/22	8,3/21	20,7/51	5,91
Клетнянский	25,6/100	0,3/1	3,5/14	8,0/31	7,7/28	6,1/26	5,60
Климовский	60,3/100	0,9/1	2,7/5	8,4/14	16,0/27	32,3/53	5,92
Клинцовский	26,5/100	0,8/4	1,5/6	4,1/15	7,9/29	12,2/46	5,85
Комаричский	50,7/100	0,4/1	5,1/10	14,3/28	18,8/37	12,1/24	5,68
Красногорский	37,9/100	0,4/1	3,3/9	7,0/18	12,5/33	14,7/39	5,80
Мглинский	25,8/100	0,4/1	2,3/9	5,5/22	7,5/29	10,1/39	5,78
Навлинский	44,0/100	1,3/3	4,0/9	10,0/23	17,8/40	10,9/25	5,67
Новозыбковский	31,0/100	1,4/4	4,0/13	7,1/23	7,7/25	10,8/35	5,66
Погарский	55,6/100	0,3/1	5,1/9	10,9/20	20,3/36	19,0/34	5,76
Почепский	82,9/100	3,8/4	15,2/18	22,8/28	22,2/27	18,9/23	5,57
Рогнединский	21,1/100	3,3/16	5,5/26	6,3/30	4,1/19	1,9/9	5,20
Севский	63,3/100	0,3/1	7,0/11	20,7/32	19,0/30	16,3/26	5,64
Стародубский	93,6/100	1,5/1	8,9/10	23,3/25	32,5/34	27,4/30	5,68
Суземский	29,0/100	1,2/4	3,3/12	6,1/21	8,6/29	9,8/34	5,85
Суражский	42,3/100	4,0/9	9,0/21	13,4/32	9,6/23	6,3/15	5,42
Трубчевский	53,8/100	0,2/-	3,7/7	12,6/23	20,0/37	17,3/32	5,83
Унечский	37,1/100	1,6/4	3,3/9	8,6/23	10,5/29	13,1/35	5,69
По области	1088/100	32,8/3	120,4/11	256,4/24	321,2/30	357,2/33	5,70

но, 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 [3].

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

На 01.01.2016 г. кислые почвы (pH 4,1-5,5) в Брянской области занимали 409,6 тыс. га, или 38% обследованной пашни (табл. 6). При этом на долю сильнокислых почв приходится всего 32,8 тыс. га, или 3%. Количество кислых почв по районам колеблется от 7-25% в Злынковском, Гордеевском, Дятьковском, Красногорском, Клинцовском районах, до 44-72% в Почепском, Выгоничском, Жирятинском, Севском, Суражском, 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 (pH) пашни по состоянию на 2015 г. составила 5,70, что значительно выше исходной (5,11) в 1970 г. (рис. 2). Однако распределение величины этого показателя по районам неоднородно: в Брасовском, Выгоничском, Дубровском, Жуковском, Жирятинском, Севском, Суражском, Комаричском, Навлинском, Новозыбковском, Погарском, Почепском, Рогнединском она ниже среднеобластной и варьирует от 5,20 до 5,67.

Длительное (5-7 лет) многостороннее действие, в результате которого устраняется неблагоприятное влияние кислотности оказывает известкование [6]. За период с 1971 по 1990 г. 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 гг. внесение известковых материалов прекратилось (рис. 3). Безвозвратные потери кальция в 2015 г. составили в среднем – 434 кг/га.

Фосфор играет важную роль в жизни растений. Он входит в состав белковых веществ и участвует в процессах ассимиляции и диссимиляции. Почвы Брянской области в целом характеризуются повышенным содержанием подвижных форм этого элемента (табл.

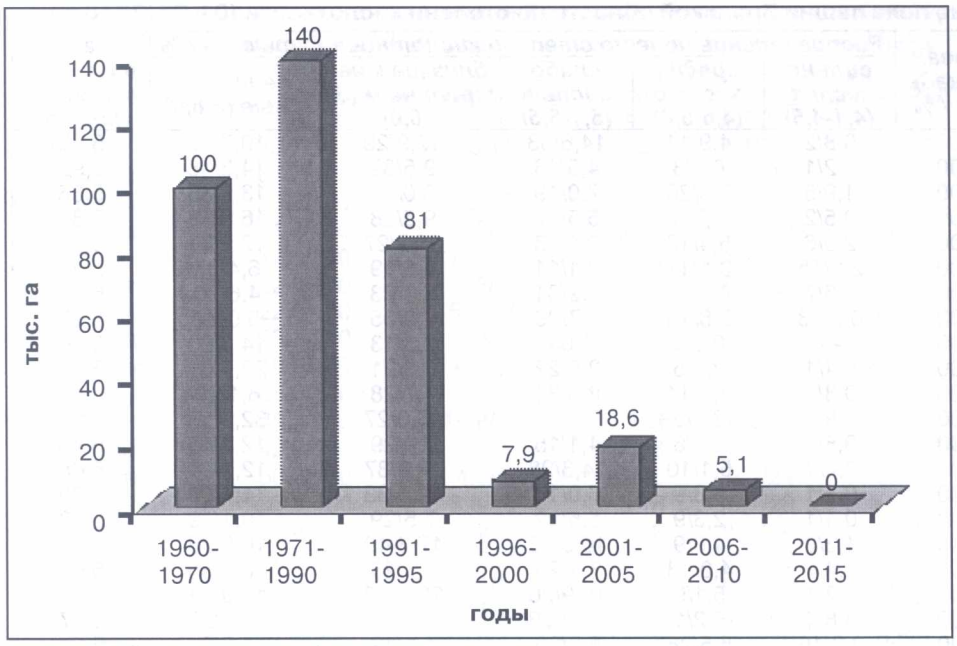

Рис. 3. Среднегодовые объемы известкования.

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.

Пахотные земли области на площади 790 тыс. га отличаются пониженным содержанием подвижного калия (табл. 8). При этом их доля в целом по области увеличилась с 66% в 2011 г. до 73% в 2015 г. При этом четко прослеживается связь деградации пахотных почв по содержанию подвижного калия с количеством применяемых калийных удобрений (рис. 5).

7). Средневзвешенная величина этого показателя по области составляет 160 мг/кг и колеблется от 80 мг/кг в Суражском до 222 мг/кг в Трубчевском районах, при оптимальном содержании 200 мг/кг.

Почвы с пониженным содержанием (менее 100 мг/кг) фосфора занимают площадь 314,2 тыс. га, или 29% пашни. Наибольшая доля пахотных земель с такой величиной этого показателя характерна для Суражского, Красногорского и Мглинского районов.

Доля почв с пониженным содержанием P_2O_5 в целом по области уменьшилась с 73% в 1971 г. до 29% в 2015 г.

Один из эффективных приемов, обеспечивающих одновременно снижение кислотности почвы и повышение содержания подвижного фосфора – фосфоритование. В 1985-1990 г. его проводили на площади более 110 тыс. га в год. После 1991 г. фосфоритование почв Брянской области резко сократилось, а в последние 5 лет его не проводили вообще (рис. 4).

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 и ассимиляцию CO_2; способствует большему накоплению ассимилянтов в запасных органах растений; улучшает выполненность зерна злаковых культур; повышает эффективность азота при выращивании культурных растений, способствует более эффективному использованию воды, снижает поступление в растения радионуклидов и др. [3].

Для Брянской области актуальность калийного питания растений обусловлена прежде всего тем, что

Почвы сенокосов и пастбищ в области в целом можно отнести к низкообеспеченным калием. Средневзвешенное его содержание в почвах этих угодий составляет 67 и 71 мг/кг почвы.

Эффективность применения минеральных удобрений на пашне. Под урожай 2015 г. в среднем по области было внесено 82,2 кг/га д.в. минеральных удобрений, в том числе 55,4 кг азотных, 11,3 кг фосфорных и 15,5 кг калийных.

Расчеты *эффективности применения минеральных удобрений* отражают уровень химизации земледелия в области и сбалансированность вносимых питательных элементов. Минеральными туками было удобрено 65% посевных площадей (408,2 тыс. га). Средняя продуктивность пашни в 2015 г. составила 2,38 тыс. корм. ед., при этом в 3 районах она не превышала 1 тыс. корм. ед. (табл. 9). Прибавка урожая от внесения удобрений составила 0,44 тыс. корм. ед./га, или 19% полученного урожая. Окупаемость 1 кг внесенных питательных веществ достигла 5,4 корм. ед., тогда как в 2014 г. она была равна 4,8 корм. ед. В среднем величина этого показателя

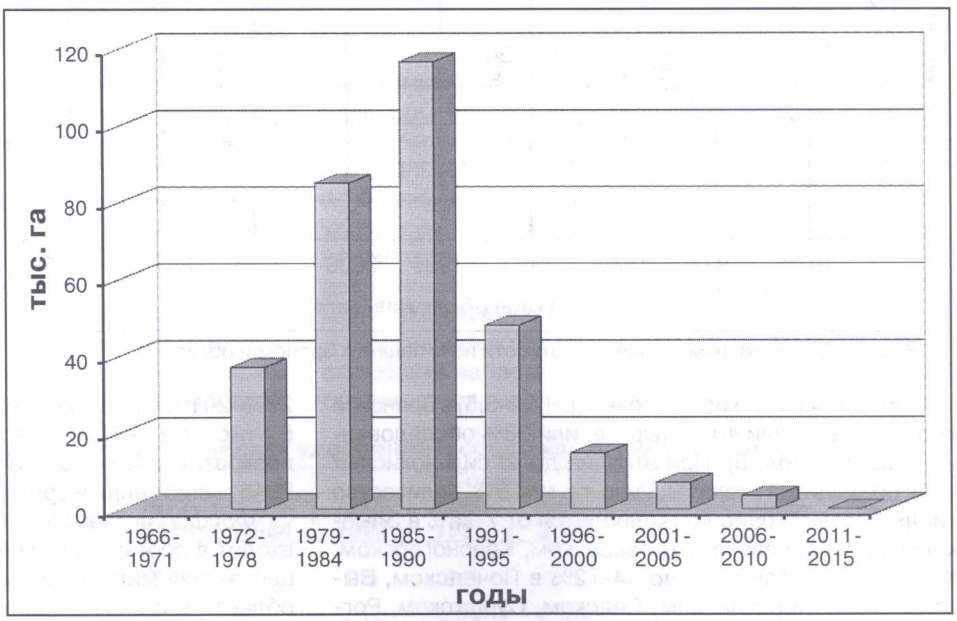

Рис. 4. Среднегодовые объемы фосфоритования в Брянской области.

Таблица 7. **Распределение почв пашни Брянской области по содержанию подвижного фосфора (01.01.2016 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	43,9/100	-/-	0,8/2	2,3/5	6,3/14	18,8/43	15,7/36	201
Брянский	29,7/100	-/-	0,1/1	1,2/4	2,8/9	13,6/46	12,0/40	215
Выгоничский	37,7/100	0,1/-	3,3/9	17,2/46	6,8/18	5,9/15	4,4/12	139
Гордеевский	33,2/100	1,8/6	4,7/14	6,3/19	4,8/14	9,3/28	6,3/19	143
Дубровский	41,5/100	1,4/3	2,8/7	7,8/19	6,8/16	12,8/31	9,9/24	155
Дятьковский	17,8/100	0,5/2	4,2/24	3,2/18	1,4/8	3,7/21	4,8/27	133
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	17,7/100	0,1/-	0,2/2	1,0/5	2,0/12	8,3/47	6,1/34	199
Карачевский	40,5/100	0,1/1	0,2/1	2,4/5	4,9/12	15,4/38	17,5/43	216
Клетнянский	25,6/100	1,6/6	5,0/19	6,7/26	4,9/19	5,6/22	1,8/7	112
Климовский	60,3/100	0,2/-	1,8/3	9,0/15	11,0/18	24,0/40	14,3/24	176
Клинцовский	26,5/100	0,2/1	0,2/1	1,8/7	3,7/14	9,6/36	11,0/41	199
Комаричский	50,7/100	-/-	3,3/7	17,6/35	12,3/24	13,9/27	3,6/7	131
Красногорский	37,9/100	1,4/4	2,9/8	8,5/22	9,5/25	12,3/32	3,3/9	139
Мглинский	25,8/100	-/-	1,6/6	4,6/18	6,3/24	10,5/41	2,8/11	156
Навлинский	44,0/100	1,0/2	6,8/15	17,1/39	10,4/24	7,0/16	1,7/4	107
Новозыбковский	31,0/100	0,1/-	0,5/2	1,7/5	2,8/9	12,7/41	13,2/43	204
Погарский	55,6/100	0,3/1	3,2/6	7,7/14	11,9/21	22,8/41	9,7/17	165
Почепский	82,9/100	0,6/-	6,3/8	21,0/25	20,7/25	26,3/32	8,0/10	142
Рогнединский	21,1/100	0,4/2	1,7/8	4,0/19	4,7/22	7,4/35	2,9/14	150
Севский	63,3/100	0,6/1	3,3/5	10,5/16	11,2/18	25,4/40	12,3/20	168
Стародубский	93,6/100	1,2/1	4,4/5	16,4/18	21,3/23	39,8/42	10,5/11	153
Суземский	29,0/100	0,1/-	2,8/10	6,7/23	5,3/18	10,4/36	3,7/13	151
Суражский	42,3/100	3,9/9	10,9/26	16,8/40	5,1/12	3,9/9	1,7/4	80
Трубчевский	53,8/100	0,3/-	1,7/3	8,4/16	10,7/20	16,9/33	15,8/29	222
Унечский	37,1/100	0,3/1	3,0/8	9,0/24	8,5/23	11,7/32	4,6/12	146
По области	1088/100	16,8/2	79,2/7	218,2/20	203,3/19	365,1/34	205,4/19	160

составила 96% от норматива, но в Суражском районе не превышала 49%, в Мглинском – 51%.

В 5 районах, где в почву было внесено менее 30 кг/га д.в. минеральных удобрений прибавка урожая составила всего 10-120 корм. ед. га. То есть он формировался только благодаря использованию скудного естественного плодородия почвы, естественно, что при таком низком уровне применения удобрений ожидать высокую продуктивность посевов невозможно. В то же время в хозяйствах Брянского, Выгоничского, Жирятинского, Погарский, Севского, Комаричского, Стародубского, Суземского районов, где вносили от 60 до 171 кг д.в. минеральных удобрений, их средняя эффективность составила 100% и более от норматива и достигла 6,2-10,3 корм. ед./кг д.в.

Высокую целесообразность применения минеральных удобрений на пашне в 2015 г. продемонстрировали передовые хозяйства Стародубского района. Доля удобрений в урожае в этих предприятиях составляла 20-43%, а их окупаемость – 102-228% от норматива (табл. 10).

Таблица 8. **Распределение почв сельскохозяйственных угодий Брянской области по содержанию подвижного калия (01.01.2016 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	1088/100	176,3/16	356,5/33	257,2/24	157,2/14	111,4/10	29,4/3	98
Сенокосы	182,7/100	54,73/30	79/43	27,88/15	10,56/6	7,15/4	3,38/2	67
Пастбище	242,49/100	73,3/30	109,33/45	29,76/12	15,98/7	8,8/4	5,32/2	71

Анализ эффективности применения минеральных удобрений показал, что без системы мер, направленных

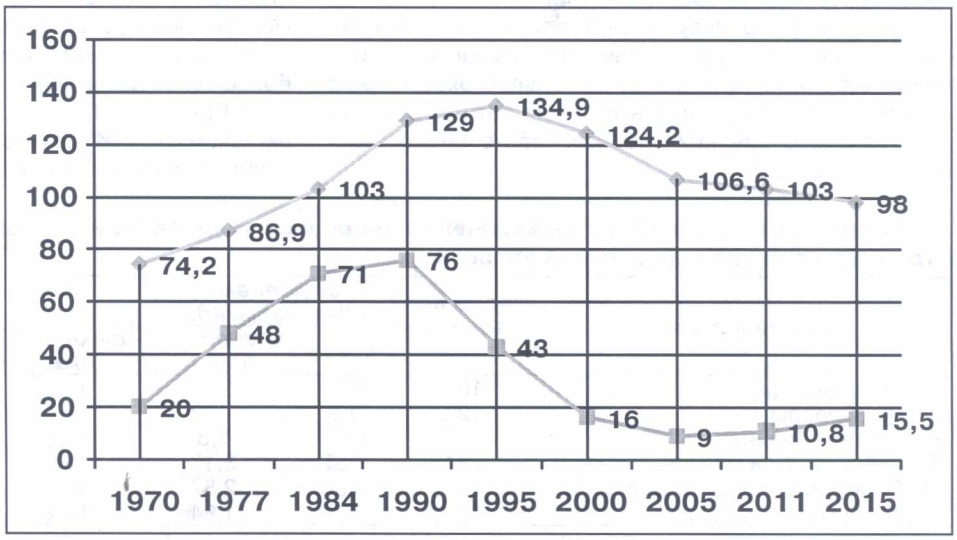

Рис. 5. Динамика внесения калийных удобрений (■, кг/га д.в.) и средневзвешенного содержания подвижного калия в почвах пахотных угодий (◆, мг/кг).

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

Район	Посевная площадь, га	Продуктивность пашни, тыс. корм. ед./га				Внесено удобрений, кг д.в./га		Оплата 1 кг NPK, корм. ед.		Окупаемость удобрений урожаем, % от норматива	
		всего		в том числе за счет удобрений*							
		2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Брасовский	36069	3,14	2,30	0,36	0,28	76	64	4,7	4,4	87	83
Брянский	24404	2,81	2,77	0,36	0,45	70	72	5,1	6,2	94	117
Выгоничский	17365	2,71	5,16	0,62	1,76	161	171	3,9	10,3	56	124
Гордеевский	21074	1,21	1,39	0,08	0,12	21	26	3,8	4,6	78	121
Дубровский	19828	1,16	1,39	0,11	0,16	41	41	2,7	3,9	50	70
Жирятинский	14335	2,76	3,89	0,57	1,03	129	158	4,4	6,5	77	116
Жуковский	13610	1,44	1,68	0,10	0,27	33	74	3,0	3,6	56	66
Злынковский	7588	0,94	1,19	0,02	0,03	7	9	2,9	3,3	59	66
Карачевский	16737	2,64	1,88	0,38	0,26	75	71	5,1	3,7	94	67
Клетнянский	11312	1,04	1,47	0,18	0,40	40	83	4,5	4,8	69	79
Климовский	35506	2,03	2,11	0,39	0,56	103	128	3,8	4,4	68	79
Клинцовский	15355	1,92	2,20	0,06	0,28	15	52	4,0	5,4	78	102
Комаричский	48164	4,11	3,43	0,54	0,57	63	82	8,6	7,0	100	146
Красногорский	18614	0,66	0,70	0,03	0,03	8	9	3,8	3,3	78	67
Мглинский	25533	1,19	1,07	0,15	0,23	61	82	2,5	2,8	32	51
Навлинский	13583	1,99	2,47	0,47	0,64	90	160	5,2	4,0	88	68
Новозыбковский	23316	0,98	0,91	0,03	0,05	8	15	3,8	3,3	78	66
Погарский	37124	2,13	2,33	0,29	0,48	65	75	4,5	6,4	78	108
Почепский	48925	1,57	1,91	0,13	0,42	55	76	2,4	5,5	44	89
Рогнединский	16394	1,68	1,67	0,18	0,30	58	83	3,1	3,6	57	63
Севский	37017	376	4,42	0,80	0,55	113	60	7,1	9,2	100	188
Стародубский	41885	3,40	3,77	0,51	0,95	90	118	5,7	8,1	100	145
Суземский	13633	4,37	3,78	1,32	0,94	129	116	10,2	8,1	100	150
Суражский	17526	1,15	1,20	0,13	0,26	36	92	3,6	2,8	63	49
Трубчевский	35559	2,11	1,98	0,45	0,55	94	127	4,8	4,3	86	74
Унечский	12955	1,54	1,82	0,08	0,37	32	84	2,5	4,4	45	77
По области:	630140	2,23	2,38	0,32	0,44	67	82	4,8	5,4	87	96

**размеры получения урожая за счет удобрений определяли по формуле: У × Д / 100, где У – урожайность сельскохозяйственных культур, Д – доля участия удобрений в урожае.*

на возврат в почву отчуждаемых с урожаем питательных веществ, восстановить утраченное плодородие невозможно. Эта система мер должна предусматривать проведение комплекса агрохимических работ, включающих ежегодное увеличения объемов применения органических и минеральных удобрений, известкования, фосфоритования, расширения доли многолетних кормовых культур в структуре посевных площадей.

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% [7, 8].

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.

Совершенно очевидно, что в перспективе рост валовых сборов сельскохозяйственной продукции будет обеспечивать не только увеличение доз применяемых удобрений, но и повышение общей культуры земледелия, применение научно-обоснованных технологий выращивания, комплекса мелиоративных мероприятий, внедрение новых сортов. Все это не снижает, а повышает роль удобрений, как важнейшего фактора земледелия. Такого же мнения придерживаются и другие ученые [9].

Баланс элементов питания на пашне Брянской области в 2015 г. за исключением азота сложился отрицательным, что свидетельствует о недостаточном использовании минеральных и органических удобрений (табл. 11). При этом эффективность применения минеральных удобрений на пашне под сельскохозяйственные культуры за исключением овощных составила более 100% (табл. 12).

В Брянской области до сих пор не потеряла своей актуальности *проблема снижения негативных последствий Чернобыльской катастрофы*, решение которой

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

Наименование	Норма внесения, кг/га д.в.	Продуктивность, тыс. корм. ед./га		Оплата 1 кг NPK		
		всего	за счет удобрений	фактическая	нормативная*	% от норматива
ТнВ «Авангард»	101	6,72	1,34	13,3	5,3	200
К-з им. Правды	121	4,9	1,32	11,0	6,1	180
К-з Память Ленина	133	6,53	1,5	11,3	5,5	205
ТнВ «Красный Октябрь»	234	7,37	3,17	13,5	5,9	228
ООО «Меленский картофель»	442	7,56	2,87	6,5	6,4	102
ООО «Русское молоко»	161	5,3	1,64	10,2	6,5	156

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

Таблица 11. **Баланс элементов питания и органического вещества на пашне сельхозпредприятий Брянской области в 2015 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	2,30	48	62	-14	9	27	-18	10	65	-55	211	797	-586	1	172	-171
Брянский	2,77	69	69	0	18	33	-15	26	78	-52	313	764	-451	12	472	-460
Выгоничский	5,16	92	106	-14	39	49	-10	42	131	-89	99	1136	-1037	1	1862	-1861
Гордеевский	1,39	28	34	-6	3	15	-12	7	36	-29	220	567	-347	3	159	-156
Дубровский	1,39	25	32	-7	8	16	-8	10	38	-28	212	593	-381	0	223	-223
Дятьковский	0,75	2	20	-18	0	8	-8	0	18	-18	253	504	-251	0	158	-158
Жирятинский	3,89	85	94	-9	26	42	-16	50	105	-55	178	790	-612	1	753	-752
Жуковский	1,68	76	41	35	17	17	0	19	44	-25	300	562	-262	12	319	-307
Злынковский	1,19	3	32	-29	3	13	-10	5	32	-27	235	662	-427	1	133	-132
Карачевский	1,88	53	45	8	13	21	-8	15	50	-35	219	697	-478	4	289	-285
Клетнянский	1,47	55	31	24	15	13	2	15	35	-20	150	385	-235	0	487	-487
Климовский	2,11	78	51	27	21	20	1	32	54	-22	222	549	-327	1	483	-482
Клинцовский	2,20	52	52	0	18	23	-5	19	57	-38	350	685	-335	12	360	-348
Комаричский	3,43	54	84	-30	12	40	-28	19	99	-80	202	943	-741	1	412	-411
Красногорский	0,70	4	17	-13	3	7	-4	4	18	-14	165	456	-291	1	102	-101
Мглинский	1,07	70	22	48	9	10	-1	9	25	-16	180	386	-206	2	405	-403
Навлинский	2,47	69	59	10	31	25	6	60	66	-6	163	710	-547	0	403	-403
Новозыбковский	0,91	12	22	-10	8	10	-2	12	23	-11	244	534	-290	5	146	-141
Погарский	2,33	51	53	-2	15	23	-8	24	61	-37	180	598	-418	4	589	-585
Почепский	1,91	64	41	23	7	19	-12	8	49	-41	183	474	-291	1	634	-633
Рогнединский	1,67	71	36	35	6	17	-11	6	43	-37	190	585	-395	0	343	-343
Севский	4,42	52	117	-65	9	60	-51	6	139	-133	210	844	-634	2	178	-176
Стародубский	3,77	91	90	1	25	39	-14	39	98	-59	312	757	-445	14	563	-549
Суземский	3,78	93	106	-13	18	63	-45	16	143	-127	238	829	-591	4	223	-219
Суражский	1,20	82	27	55	8	12	-4	9	30	-21	210	385	-175	3	379	-376
Трубчевский	1,98	106	46	60	12	21	-9	14	52	-38	178	454	-276	2	597	-595
Унечский	1,82	52	41	11	16	17	-1	22	46	-24	205	512	-307	2	511	-509
По области	2,38	61	57	4	13	26	-13,3	19	66	-46,7	215	649	-434	3	437	-434

требует значительных усилий и финансовых затрат [10]. 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 применение новых видов комплексных удобрений на основе фосфоритов Полпинского месторождения в полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве СПК «Заречье» (Новозыбковский р-н) позволило увеличить продуктивность пашни в звене севооборота (озимая рожь, овёс с подсевом многолетних трав, травы I года пользования, травы II года пользования) на 2,1-3,1 тыс. зерн.ед./га, что в 1,2-1,4 раза выше, чем в контроле (табл. 13). Расчет экономической эффективности показал, что лучшие результаты обеспечивает применение борофоски, приготовленной на основе хлористого калия. Условно чистый доход при ее использовании составил 2,5 руб. на 1 руб. затрат. Несколько ниже был эффект от внесения борофоски, в состав которой входил калий электролитный – 2,2 руб. на 1 руб. затрат. Наиболее затратным стало применение азофоски (условно чистый доход 1,3 руб. на 1 руб. затрат).

По эффективности снижения поступления цезия-137 в растениеводческую продукцию (зеленая масса многолетних трав) более предпочтительна борофоска, изготовленная на основе калия электролитного, при использовании которой оно уменьшилось в 3,1 раза. На втором месте по величине этого показателя находится нитроборофоска на основе хлористого калия и калия электролитного (кратность снижения 1,8 и 1,7 раза).

Таблица 12. **Эффективность внесенных удобрений под сельскохозяйственные культуры в сельскохозяйственных предприятиях Брянской области в 2015 г.**

Показатель	Зерновые (всего)	Пшеница	Сахарная свекла	Лен-долгунец (волокно)	Картофель	Овощи
Внесено минеральных удобрений, кг д.в./га посева	64	81	315	96	498	191
Урожайность, ц/га	28,5	29,7	340,1	13,0	295,6	241,6
Окупаемость 1 кг д.в. NPK, кг:						
Нормативная	3,9	3,9	17,0	1,1	22,0	51,0
фактическая	5,5	5,9	31,5	2,6	22,6	22,0
Эффективность, %	141	151	185	236	103	43
Стоимость нормы внесения, руб./га*	2173,5	2750,9	10698,0	3260,3	16913,1	6486,7
Стоимость продукции, полученной за счет удобрений, руб./га	2615,2	4090,3	28429,8	2228,1	90443,7	164359,8
Окупаемость 1 руб. затрат на удобрения, руб.	1,20	1,49	2,66	0,68	5,35	25,3
Стоимость продукции, руб./т	7471,98	8521,37	2863,03	8912,36	8053,76	39133,33

**стоимость 1 т NPK – 33962 руб.*

Таблица 13. **Экономическая и радиационная оценка применения новых комплексных удобрений в звене севооборота (СПК «Заречье», Новозыбковский р-н), 2004-2009 гг.**

Вариант	Общие затраты на применение удобрений, руб./га	Продуктивность звена севооборота, тыс. зерн. ед./га	Прибавка урожая к контролю тыс. зерн. ед./га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб.		Коэффициент накопления ^{137}Cs в зеленой массе многолетних трав	Кратность снижения, раз
					на 1 га	на 1 руб. затрат		
Контроль (без удобрений)	–	8,4	–	–	–	–	0,068	
$N_{80}P_{80}K_{80}$ (аммиачная селитра + суперфосфат + хлористый калий)	5175	10,5	2,1	9450	4275	1,83	0,046	1,5
$N_{80}P_{80}K_{80}$ (азофоска)	6500	10,3	1,9	8550	2050	1,32	0,059	1,2
$P_{80}K_{80}B_{0,5}$ (борофоска с калием электролитным)	4260	10,5	2,1	9450	5190	2,22	0,022	3,1
$N_{80}P_{80}K_{80}B_{0,5}$ (нитроборофоска с калием электролитным)	6116	11,0	2,6	11700	5584	1,91	0,041	1,7
$P_{80}K_{80}B_{0,5}$ (борофоска с калием хлористым)	4860	11,1	2,7	12150	7290	2,50	0,043	1,6
$N_{80}P_{80}K_{80}B_{0,5}$ (нитроборофоска с калием хлористым)	6716	11,5	3.1	13950	7234	2,08	0,038	1,8

Наименьший эффект обеспечило применения азофоски – поступление цезия-137 снизилось в 1,2 раза.

Сравнительный анализ экономической и радиологической эффективности использования разных агрохимических средств при возделывании многолетних трав на испытательных полигонах МУП СХП «Дубенецкий» (№1) и МУП МТС «Красногорская» (№2) Красногорского района показал, что наиболее предпочтительная форма минерального удобрения на нагрязненных ^{137}Cs сельскохозяйственных угодьях – «Борофоска гранулированная» (табл. 14). В производственных условиях полигона № 1 её применение в трех различных дозах обеспечило условно чистый доход 3,11-3,33 руб. на 1 руб. затрат при максимальном снижении цезия-137 в урожае многолетних трав в 5-8 раз к контролю. На полигоне № 2 при одноразовом внесении «Борофоски» в дозе $P_{130}K_{208}B_{3,2}$ без ежегодной подкормки азотом условно чистый доход за 3 года составил 1,82 руб. на 1 руб. затрат с максимальным снижением поступления ^{137}Cs в растительную массу в 4,8 раза. Новая удобрительная смесь (нитроборофоска) обеспечила в условиях второго полигона получение условно чистого дохода 1,9 руб. на 1 руб. затрат при снижении накопления цезия-137 в травах в 3,3 раза. На обоих полигонах от применения «Борофоски гранулированной» и нитроборофоски получен зеленый корм, в большей мере отвечающий санитарно-гигиеническим нормативам.

В сравнении с применением «Борофоски», внесение хлористого калия в повышенных дозах с экономической точки зрения более рентабельно. Его использование на

Таблица 14. **Экономическая и радиационная эффективность применения агрохимических средств на многолетних травах**

Вариант	Общие дополнительные затраты, руб./га	Суммарная урожайность, тыс. корм. ед./га	Прибавка, тыс. корм. ед./га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб.		$K_н$ ^{137}Cs в зеленой массе трав	Кратность снижения, раз
					на 1 га	на 1 руб. затрат		
полигон № 1, МУП СХП «Дубенецкий» Красногорского р-на, 2008-2011 гг.								
Контроль (без удобрений)	–	7,43	–	–	–	–	0,118	–
N_{70} – фон	3685	12,94	5,51	22040	18355	5,98	0,097	1,2
Фон + $P_{70}K_{112}B_{1,8}$ (борофоска)	12434	17,77	10,34	41360	28926	3,33	0,023	5,1
Фон + $P_{100}K_{160}B_{2,5}$ (борофоска)	16358	20,16	12,73	50920	34562	3,11	0,017	6,9
Фон + $P_{130}K_{208}B_{3,2}$ (борофоска)	20340	23,67	16,24	64960	44620	3,19	0,014	8,4
Фон + K_{120} (калий хлористый)	6129	15,44	8,01	32040	25911	5,23	0,050	2,4
Фон + K_{180} (калий хлористый)	7587	16,59	9,16	36640	29053	4,83	0,035	3,4
Фон + сапропель $(CaCO_3 + MgO)_{5840}$	13330	15,27	7,84	31360	18030	.2,35	0,061	1,9
Фон + известняковая мука $(CaCO_3 + MgO)_{5840}$	10940	14,93	7,50	30000	19060	2,74	0,064	1,8
Фон + фосфоритная мука $(Рф_{160}CaO_{200})$	8743	134,0	5,97	23880	15137	2,73	0,077	1,5
полигон № 2, МУП МТС «Красногорская» Красногорского р-на, 2009-2011 гг.								
Контроль (без удобрений)	–	70,6	–	–	–	–	0,100	–
Сапропель $(CaCO_3+MgO)_{5840}$	6480	89,3	18,7	7480	1000	1,15	0,048	2,1
Мел $(CaCO_3+MgO)_{6800}$	11000	94,5	23,9	9560	-1440	0,87	0,042	2,4
Известняковая мука $(CaCO_3+MgO)_{5840}$	6020	96,0	25,4	10160	4140	1,69	0,039	2,6
Борофоска $[P_{100}K_{160}B_{2,5} +(CaCO_3)_{260} MgO_{26}]$	15502	141,1	70,5	28200	12698	1,82	0,021	4,8
Нитроборофоска $[N_{78} P_{130}K_{208}B_{3.2} +(CaCO_3)_{260} MgO_{26}]$	16100	147,2	76,6	30640	14540	1,90	0,030	3,3
$Кх_{180}$ (хлористый калий)	4502	101,2	30,6	12240	7738	2,72	0,040	2,5
$N_{78}+Рф_{130}+Кх_{180}$	13294	123,9	53,3	21320	8026	1,60	0,034	2,9

фоне азотной подкормки многолетних трав обеспечило условно чистый доход 4,8-5,2 руб. на 1 руб. затрат, без внесения азотных удобрений — 2,7 руб. на 1 руб. Однако этот прием снижал поступления цезия-137 в травостой в среднем только в 2,4-3,4 раза.

Применение известковых материалов (сапропеля и известняковой муки) на фоне ежегодного внесения азотных удобрений также обеспечило рентабельное производство зеленого корма – условно чистый доход составил 2,4-2,7 руб. на 1 руб. затрат (полигон №1). Однако использование этих агрохимических средств снижало удельную активность выращенной продукции лишь в 1,8-1,9 раза. В варианте с внесением фосфоритной муки с ежегодной азотной подкормкой условно чистый доход составил 2,7 руб. на 1 руб. затрат при кратности снижения накопления цезия-137 в травостое в 1,5 раза.

Самую высокую прибавку урожая при низких затратах и наибольшей их окупаемости – около 6 руб. на 1 руб. затрат обеспечило ежегодное внесение аммиачной селитры, но содержание ^{137}Cs в этом варианте оставалось практически на уровне контроля.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что 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. Указанные процессы происходят на фоне отрицательного баланса большинства элементов минерального питания в земледелии области. В частности в 2015 г. по фосфору он составил минус 13,3 кг/га, по калию – минус 46,7 кг/га. В таких условиях резко повышается значимость использования минеральных удобрений в научно обоснованных дозах. При внесении от 60 до 171 кг д.в. минеральных удобрений, средняя эффективность их применения превышала нормативные показатели и достигала 6,2-10,3 корм. ед./кг д.в.

Для одновременного решения проблем повышения продуктивности посевов и обеспечения производства сельскохозяйственной продукции, соответствующей нормам радиационной безопасности, на территориях подвергшихся заражению в результате аварии на Чернобыльской АЭС целесообразно применять современные комплексные удобрения. Например, внесение «Борофоски гранулированной» позволяет значительно снизить поступление цезия-137 в растения, в сравнении с традиционными агрохимическими мероприятиями (известкование, фосфоритование, калиевание).

Литература.

1. Чекмарев П.А., Просянникова О.И., Михайлов В.В. и др. Агрохимический мониторинг пахотных почв (на примере Кемеровской области): монография. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011. 135 с.

2. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв сельскохозяйственного назначения. М.,2003.

3. Прудников П.В. Использование агрономических руд и новых комплексных минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных почвах. Брянск: Издательство ГУК «Клинцовская городская типография». 2012. 296 с.

4. Чекмарёв П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И. и др. Мониторинг содержания органического вещества пахотных почвах ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2011. №9. С. 23–26.

5. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2012. №12. С. 10–12.

6. Известкование кислых почв Воронежской области / Ю.И. Чевердин, Т.В. Титова, В.А. Беспалов, И.Ф. Поротиков // Земледелие. 2014. №6. С. 5–7.

7. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области / П.В. Прудников, С.В. Карпеченко, А.А. Новиков, Н.Г. Поликарпов. Брянск: Издательство ГУК «Клинцовская городская типография». 2007. 608 с.

8. Справочная книга по химизации сельского хозяйства / под ред. В.М.Борисова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980 г.

9. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // Земледелие. 2015. №6. С. 6–10.

10. Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. 10. Малявко, Д.П. Шлык // Земледелие. 2015. №2. С. 28–30.

AGROCHEMICAL AND AGROECOLOGICAL STATE OF SOILS, EFFICIENCY OF APPLICATION OF CHEMICALIZATION MEANS AND NEW COMPLEX FERTILIZERS IN BRYANSK REGION

P.A. Chekmarev[1], P.V. Prudnikov[2]

[1]Ministry of Agriculture of Russia, Orlikov pereulok, 1/11, Moskva, 107139, Russian Federation

[2]Center of Chemicals and Agricultural Radiology «Bryanskii», ul. Sportivnaya, 1, pos. Michurinskii, Bryanskii r-n, Bryanskaya obl., 241524, Russian Federation

Summary. The study analyses the state and dynamics of agrochemical indicators of fertility of agricultural soils in Bryansk region; it was given the economic and radiological estimation of application of new complex fertilizers. In 2015 the content of organic matter (humus) in arable soils was 2.06% on the whole over the region. The maximal value of this index is characteristic for Karachev (3.03%), Komarichi (2.83%) and Bryansk (2.78%) districts, the minimal one – for Surazh (1.47%) and Dyatkovo (1.57%) districts. On January 1, 2016 acid soils (pH 4.1-5.5) in Bryansk region occupied 409,600 ha or 38% of the inspected arable lands. Highly acid soils occupies only 32,800 ha or 3%. Weighted mean acidity of arable lands (pH) in 2015 was 5.70, which is considerably above the initial acidity (5.11) in 1970. The weighted mean content of phosphorus in the region is 160 mg/kg and varies from 80 mg/kg in Surazh district to 222 mg/kg in Trubchevsk region. Soils with lower phosphorus content (less than 100 mg/kg) occupy 314,200 ha or 29% of arable lands. The greatest fraction of arable lands with such value of this index is characteristic for Surazh, Krasnogorsk and Mglin districts. The fraction of soils with lower content of K2O as a whole in the region increased from 66% in 2011 to 73% in 2015. The efficiency of mineral fertilizer application was calculated. In comparison with traditional agrochemical measures (liming, phosphorization, potassium application) the use of the complex fertilizer "Brophoska granulated" is an economically profitable agromethod. Its application makes it possible to decrease the influx of Cesium-137 in plants and to ensure the production of agricultural products, which corresponds to the standards of radiation safety.

Keywords: soil fertility, structure of agricultural lands, liming, phosphorization, potassium application, borophoska granulated, effectiveness of chemicalization means.

Author Details: P.A. Chekmarev, member of the RAS, D. Sc. (Agr.), director of division, P.V. Prudnikov, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: agrohim32@mail.ru)

For citation: Chekmarev P.A., Prudnikov P.V. Agrochemical and Agroecological State of Soils, Efficiency of Application of Chemicalization Means and New Complex Fertilizers in Bryansk Region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK.* 2016. V.30. No. 7. Pp. 24-33 (in Russ.).