

УДК 631.8 (470+571)

Роль агрохимии в условиях современного земледелия в России

Нечаева Т. В., Быкова С. Л.

Проведен анализ актуальных проблем и крупных негативных последствий недооценки законов земледелия в России. Рассмотрены экологические функции агрохимии в агроэкосистемах и условия, необходимые для успешного развития и модернизации сельского хозяйства страны.

Ключевые слова: агрохимия, агроэкосистема, почвенное плодородие, сельское хозяйство, удобрения

The role of agrochemistry in the conditions of modern agriculture in Russia

Nechaeva T. V., Bykova S. L.

An analysis of current problems and the negative consequences of underestimating major laws of agriculture in the Russia were carried out. Have considered the ecological function of agrochemistry in agroecosystems and the conditions which necessary for the successful development and modernization of agriculture of the country.

Key words: agrochemistry, agroecosystem, soil fertility, agriculture, fertilizer.

Введение

Одним из необходимых условий стабильного развития страны является успешная работа ее определяющей отрасли — сельского хозяйства и агропромышленного комплекса (АПК) в целом. Вместе с тем, залогом развития сельскохозяйственного производства с получением высоких урожаев культур является наличие в почве необходимого количества питательных веществ и знание не только закономерностей и особенностей минерального питания растений, но и состояние почвенного плодородия. Решением данных вопросов занимается агрохимия — наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений в процессе

выращивания культур, о круговороте веществ в земледелии, рациональном применении удобрений с целью увеличения урожая, улучшения его качества и повышения плодородия почв [20].

Анализ результатов многолетних исследований, выполненных научными учреждениями и агрохимической службой страны, а также мировая практика химизации земледелия свидетельствуют о том, что в современных условиях развития России нарушаются общебиологические законы земледелия. Это в свою очередь приводит к проявлению негативных экологических последствий, снижению плодородия почв, урожайности и качества сельскохозяйственных культур [5, 12, 16].

Цель исследования

Цель — оценить роль агрохимии и её значимость в условиях современного земледелия в России. Реализация поставленной цели требует решение следующих задач:

- провести анализ актуальных проблем и крупных негативных последствий недооценки законов земледелия в России;
- рассмотреть основные экологические функции агрохимии в агроэкосистемах;
- выявить условия, необходимые для успешного развития и модернизации сельского хозяйства страны.

Материал и методы исследования

Материалом исследования послужило сельское хозяйство и АПК России в начале XXI века, агрохимия как одна из важнейших эколого-биологических наук. Методы исследования — монографический, факторный и экономикостатистический.

Результаты исследования и их обсуждение

Жизнь тесно связана с плодородием почвенного покрова Земли. Как подчеркивал один из создателей агрохимии — Ю. Либих [9], чтобы сохранить плодородие почвы необходимо вернуть ей все, что выносится с поля с урожаем. Поэтому страны, не обеспеченные условиями, определяющими плодородие почв, по закону природы прекращают свое существование, а те, которые поддерживают эти условия, обеспечивают себе длительное существование, богатство и

могущество. Рост населения планеты и числа голодающих и недоедающих людей, изменение рациона питания, а, следовательно, увеличение спроса на продукты питания потребовали существенной интенсификации сельскохозяйственного производства. В связи с этим большинство цивилизованных стран Мира уделяют особое внимание развитию высокопродуктивного земледелия, проблемам воспроизводства плодородия почв и обеспечения населения качественными продуктами питания.

Одним из мощных факторов интенсификации земледелия и растениеводства являются минеральные и органические удобрения. Так, американские ученые в системе мер повышения урожаев наибольший удельный вес (в %) отводят удобрениям — 41, далее гербицидам — от 13 до 20, благоприятным погодным условиям — 15, гибридным семенам — 8, ирригации — 5 и прочим факторам — от 11 до 18. Немецкие ученые половину прироста урожая относят на счет применения удобрений, французские — от 50 до 70 %, российские — до 50-60 % [10]. По этой причине потребление минеральных удобрений в мире постоянно растет, достигнув 180 млн. т д.в., из которых 58 % приходится на азотные, 24 % — на фосфорные и 18 % — на калийные удобрения [17]. Но если в 70-80-х годах XX века максимум потребления удобрений приходился на США, страны Европейского союза и СССР, то спустя 30 лет центр их применения сместился в азиатские страны — прежде всего в регионы Восточной и Юго-Восточной Азии. В настоящее время лидирующее место среди основных стран-потребителей минеральных удобрений (в млн т д.в.) занимает Китай — 54, далее Индия — более 20, США — 20, страны Западной и Восточной Европы — около 20 [12].

В России с началом структурной перестройки народного хозяйства и переходом сельского хозяйства на нерегулируемые государством рыночные отношения поставка и применение минеральных удобрений сократились в 6–10 раз (таблица 1), внесения навоза и компостов на его основе — в 7 раз [3].

Таблица 1 — Производство и поставка минеральных удобрений сельскому хозяйству России [Приводится по: 2]

В среднем за период, гг.	Производство, млн т д.в.	Поставка, млн т д.в.	Доля поставки от производства, %
1971-1975	8,0	6,0	75,0
1976-1980	11,3	8,7	77,0
1981-1985	14,4	10,9	75,7
1986-1990	17,6	13,0	73,9
1991-1995	9,0	5,3	58,9
1996-2000	10,4	1,4	13,5

2001-2005	14,6	1,4	9,6
2006-2010	16,5	1,8	10,9

Особую тревогу вызывает резкое уменьшение доли фосфора и калия в структуре вносимых минеральных удобрений по сравнению с азотом. Так, если в 1990 г. соотношение N:P:K в удобрении было 1:0,89:0,58, то в 2000 г. — 1:0,29:0,10; тогда как в мире за эти же годы — 1:0,47:0,32 и 1:0,40:0,27 соответственно [8]. Следовательно, продуктивность выращиваемых культур будет лимитироваться сразу тремя макроэлементами, а не только азотом.

Резкий спад применения минеральных и органических удобрений отрицательно сказывается на содержании в почве подвижных форм макроэлементов, характеризующих эффективное плодородие. Неизбежным следствием этого является многолетний отрицательный баланс питательных веществ в земледелии (в среднем 60—70 кг NPK/га за год). Например, в 1990 г. было внесено в среднем 88,2 кг/га в д.в. минеральных и 3,5 т/га органических удобрений на 1 га посевной площади, в 2000 г. — 18,7 кг/га и 0,9 т/га, в 2009 г. — 35,9 кг/га и 1,0 т/га соответственно [2]. Совершенно очевидно, что такое количество удобрений не может гарантировать получения высоких урожаев и создавать оптимальный режим питания растений.

В настоящее время для обеспечения воспроизводства гумуса в пахотных почвах страны потребность в органических удобрениях составляет порядка 840 млн т в год. Однако в связи с резким сокращением поголовья скота и птицы, даже при полной мобилизации всех ресурсов навоза и помета, потребность в органических удобрениях для воспроизводства гумуса почв может быть удовлетворена лишь на 17 % [14]. Недостаточность производства органических удобрений определяет актуальность применения сидератов, компостов, введения в севообороты бобовых культур и многолетних трав.

С начала преобразований в АПК России прослеживается устойчивая тенденция к сокращению посевных площадей на 35 % и значительные изменения в структуре посевов (таблица 2).

Таблица 2 — Структура посевов в хозяйствах всех категорий России, млн га [Приводится по: 4]

Наименование	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2011 г.
Сельскохозяйственные угодья	213,8	197,6	190,7	190,8
Пашня	131,8	120,9	115,5	115,3
Вся посевная площадь	117,1	102,5	75,2	76,4
Зерновые культуры*	63,1	45,7	41,2	43,6

Технические культуры	6,1	6,5	10,9	11,7
Подсолнечник	2,7	4,6	7,2	7,6
Картофель	3,1	2,8	2,2	2,2
Овоще-бахчевые культуры	0,6	0,7	0,7	0,7
Кормовые культуры	44,5	28,9	18,1	18,2
Чистые пары	13,3	18,0	14,7	-

* — включая зернобобовые; прочерк — нет данных.

Из-за повышенной рентабельности технических культур и подсолнечника резко возросла их доля в посевах, в то же время произошло снижение удельного веса посевов кормовых и зернобобовых культур. Так, за 1970—1990 гг. зернобобовые культуры высевали на 3,0—3,5 млн га, а сегодня — примерно на 1,0 млн га [2]. Из 43,6 млн га посевов всех зерновых культур около 30 млн га приходятся на пшеницу (озимую и яровую). При общем сохранении площадей под картофель и овощи произошла их локализация в хозяйствах населения. За последнее два десятилетия страна практически потеряла такую знаковую отрасль как льноводство: посевные площади льна-долгунца сократились в 6 раз [13]. Под многолетними травами занято 10,5 млн га или менее 60 % посевных площадей кормовых культур. Ежегодно высевается 0,35—0,40 млн га многолетних трав, среди которых преобладают старовозрастные травостои (более 50 %) с низкой продуктивностью (13—15 ц/га сена). В группе кормовых культур удельный вес растений семейства бобовых составляет не более 30 %, определяющих протеиновую питательность кормов и оказывающих положительное влияние на плодородие почв [18]. С трансформацией землепользования отмечается углубление деградации сельской местности с критическим исходом населения. Особую тревогу вызывает снижение производства в личном подсобном хозяйстве, которое в кризисные периоды всегда экономически «спасало» сельское население [13].

Аграрный сектор России вследствие сильной зависимости от климатических факторов, резко выраженной сезонности производства, низкой конечной цене продукции, является одной из наименее доходных отраслей экономики. Даже при наличии благоприятных погодных условий АПК любой страны может функционировать стабильно и прибыльно только при значительной поддержке государства. Однако уровень поддержки сельского хозяйства в России существенно ниже по сравнению с другими странами (таблица 3) и составляет 1,5—1,7 % к стоимости валовой продукции. В то время как в Финляндии, например, этот показатель равен 72 %, в Швеции — до 76 %, в Австралии — около 44 %, в Канаде — 35 %, в США — варьирует от 26 до 40 % [10].

Таблица 3 — Поддержка сельских товаропроизводителей в некоторых странах мира [Приводится по: 10]

Наименование	Год	Страна				
		ЕС	США	Канада	Япония	Россия
В млрд долл. США	2003	132,9	91,7	7,7	60,6	1,01
	2004	152,8	103,2	7,7	62,9	1,05
	2005	150,5	109,9	8,4	59,5	1,2
То же в % к стоимости продукции	2003	34	23	17	59	5,7
	2004	35	19	20	57	5,1
	2005	37	18	21	58	5,4
В долл. США на 1 га с.-х. угодий	1986-1988	709	98	76	9163	2,2*
	2003-2005	843	155	79	9529	5,7

* — в 2000 г.

Нарастание и углубление кризиса в аграрном секторе страны привело к падению производства на 44 %, уничтожению 2/3 поголовья скота в общественном секторе, исчезновению с карты страны 60 тысяч деревень и т. д. Среди всех сельскохозяйственных предприятий России лишь 22 % являются финансово благополучными, а 78 % — это временно неплатежеспособные или вовсе несостоятельные [10].

Особую актуальность приобретает техническая и технологическая модернизация сельского хозяйства страны, которая осуществляется медленными темпами. В период с 1990 по 2010 гг. произошло сокращение парка тракторов с 1365,6 до 310,3 тыс. ед., зерноуборочных комбайнов — с 407,8 до 80,7 тыс. ед., кормоуборочных комбайнов — с 120,9 до 20 тыс. ед. [15].

Валовая продукция сельского хозяйства России за 1990—2010 гг. сократилась в среднем на 33 % [4]. При низкой продуктивности земледелия сдерживается развитие животноводческой отрасли, легкой и пищевой промышленности, а население страны не обеспечивается в полной мере отечественными продуктами питания (таблица 4). Так, дефицит производства продуктов питания по мясу, молоку и овощам превышает 30 %, по рису — 50 %, по фруктам и ягодам — более 80 %. С каждым годом возрастает количество продовольствия, завезенное в Россию из-за рубежа: в 2010 г. этот показатель составил более 25 %. При низком уровне развития АПК страна может оказаться за пределами черты продовольственной безопасности.

Таблица 4 — Потребность и производство основных продуктов питания в России [Приводится по: 6]

Продукты	Потребность, млн т	Производство, млн т	Дефицит	
			млн т	%
Мясо, всего	10,1	6,6	3,5	34,6
Молоко	48,2	32,6	15,6	32,4
Рис-крупа	0,90	0,45	0,45	50,0
Овощи	19,8	13,3	6,5	32,8
Фрукты и ягоды	19,2	2,8	16,4	85,6

Согласно исследованиям В. Г. Минеева [12], недооценка законов земледелия и, соответственно, нарушение круговорота питательных веществ в агроэкосистемах приводит к следующим крупным негативным последствиям:

- Изменению физических, физико-химических и других свойств почв. Проявляются процессы подкисления и подщелачивания почв. По существу, эти негативные явления отмечаются на всех типах почв, даже на высокоплодородных черноземах Северного Кавказа, Поволжья, Центрально-Черноземной зоны.
- Негативным экологическим процессам в эволюции плодородия почв, снижению содержания гумуса в почвах всех регионов России. Между тем Н. Н. Jansen [21] отмечает, что «та экосистема, которая набирает углерод — эта живая развивающаяся экосистема, та, которая теряет его — теряет и жизненные силы».

– Существенному изменению географических закономерностей действия удобрений, установленных учеными-агрохимиками еще в первой половине XX столетия. При этом недооценка посева в севооборотах многолетних бобовых трав, сидеральных культур, использования компостов, сжигание соломы усугубляют ситуацию с падением плодородия многих почв.

– При недостаточном внесении калийных удобрений происходит интенсивная мобилизация калия не только из необменных его форм, но и алюмосиликатов, что снижает буферную способность почвы, разрушает почвенный поглощающий комплекс (ППК).

– Не только к дефициту макро- и микроэлементов питания, но и к изменению соотношения между питательными веществами в разных почвенноклиматических условиях. Кроме этого, выявляется потребность в ранее малоизученных биогенных элементах (кремний, сера, селен и др.). Поэтому обработка семян и растений микроэлементами оказывает положительное влияние на формирование урожая и питательную ценность растительной продукции.

– Изменению состава катионов в ППК, что в свою очередь приводит к ухудшению водно-физических свойств и деградации почвенного покрова.

– Изменению биологического фактора плодородия почвы. Нарушение круговорота питательных веществ в агроэкосистемах, резко отрицательный их ба-

ланс в севооборотах приводит к снижению активности биологических процессов в почве, ухудшению состава микробоценоза, развитию фитопатогенных микроорганизмов.

Все выше сказанное позволяет заключить, что какие бы альтернативные адаптивно-ландшафтные системы земледелия ни разрабатывались, главным их звеном является научно обоснованная система использования агрохимических средств. Но на сегодняшний день экономические условия в России не позволяют реализовать главную цель агрохимии — создание наилучших условий питания растений с учетом знания свойств различных видов и форм удобрений, выявления особенностей их взаимодействия с почвой и определение наиболее эффективных форм, способов, сроков применения удобрений [20].

Агрохимия занимается не только решением вопросов, связанных с увеличением продуктивности сельскохозяйственных культур, улучшением их качества и повышением плодородия почв, но и выполняет экологические функции в агроэкосистемах, к важнейшим из которых относятся [11]:

- регулирование круговорота биогенных элементов в агроценозе;
- оптимизация параметров показателей плодородия и основных химических и физико-химических свойств почвы;
- усиление деятельности физиологических барьеров, препятствующих поступлению токсических элементов и веществ в растения;
- инактивация подвижных форм тяжелых металлов и снижение их поступления в растения;
- улучшение радиологической ситуации в агроэкосистеме;
- создание оптимального культурного агроландшафта за счет комплексного агрохимического воздействия на его звенья;
- снижение эрозионной опасности почвенного покрова за счет развития более мощной корневой системы, улучшения физических и химических свойств почвы на хорошо удобренных площадях агроэкосистем;
- регулирование биологической активности и улучшение структуры микробоценозов почвы;
- повышение устойчивости культурных растений к грибным и другим болезням;
- улучшение химического состава и питательной ценности продукции растениеводства.

Следовательно, особое значение в экологизации и интенсификации агротехнологий должны иметь удобрения. Без них невозможно освоение почвозащитных систем обработки, оптимальных севооборотов, получения качественной

продукции, не говоря уже о повышении урожайности. Удобрения являются локомотивом, который толкает всю систему земледелия [7].

Обобщение мирового научного и практического опыта позволило определить основные подходы для разработки рациональных систем применения минеральных удобрений, которые легли в основу концепции «4-х правил» (4R Nutrient Stewardship). Согласно этой концепции, удобрения должны вноситься в наиболее подходящей форме и виде, в оптимальной дозе, в необходимые сроки и наилучшим способом [19].

Подсчитано, что каждый человеко·час, затраченный на производство минеральных удобрений в промышленности, сохраняет до 255 человеко·часов в сельском хозяйстве [3]. В современных условиях России трудоемкость производства сельскохозяйственной продукции в несколько раз выше, чем в развитых зарубежных странах при широкой химизации, механизации и мелиорации производства. В последние годы растет понимание того, что подъем экономики невозможен без роста производства продовольствия и сырья, без развития села и повышения уровня жизни сельского населения. А ведь это 2/3 территории страны, 150 тысяч населенных пунктов, 39 млн граждан России [10].

Землепользование в настоящих условиях должно базироваться на рациональном использовании удобрений, дифференцированном воздействии на систему «почва-растение» и предусматривать следующие аспекты [20]:

- получение высококачественных и безопасных отечественных продуктов питания и сырья для промышленности;
- полную реализацию генетического потенциала сортов возделываемых культур при получении запрограммированных урожаев;
- уменьшение зависимости продуктивности растений от погодных факторов;
- исключение загрязнения окружающей среды при интенсивном использовании отходов в качестве удобрения.

Необходимо проведение биологической реструктуризации существующей системы земледелия путем совершенствования структуры посевных площадей и соблюдения научно обоснованных севооборотов с оптимальными системами обработки и удобрения почвы [1]. Стратегия современного земледелия должна быть направлена на сохранение почвенного покрова и преумножения его плодородия, защиты его экологической чистоты как главного богатства любого государства, материальной основы существования человечества на Земле [12]. Соблюдение требований рационального природопользования, охраны окружающей среды и оптимизация управления агроландшафтами становится одним из

основных условий повышения продуктивного долголетия агроэкосистем и эффективности сельскохозяйственного производства [18].

Из всего вышесказанного следует, что для успешного развития и модернизации сельского хозяйства страны необходимо:

- создание благоприятных экономических, социальных и демографических условий;
- разработка и принятие программ долгосрочной дотационной политики в сельском хозяйстве, направленной на обеспечение всеми необходимыми условиями для производства отечественной сельскохозяйственной продукции и поддержания её конкурентоспособности на рынке;
- повышение культуры земледелия;
- переход к ресурсосберегающим агротехнологиям с элементами биологизации;
- проведение комплексного мониторинга плодородия почв и необходимых мероприятий по его сохранению;
- совершенствование агрохимического обслуживания сельскохозяйственного производства с учетом рыночных отношений и экологических аспектов.

Таким образом, от развития и поддержки сельского хозяйства страны и АПК в целом зависит продовольственная безопасность и обеспеченность населения отечественными продуктами питания, независимое положение на мировом рынке, освоенность всей территории, уровень жизни, работоспособность и состояние здоровья граждан, а значит и процветание государства.

Заключение

Перспективы развития отечественного сельского хозяйства в настоящих условиях не утешительны, поскольку никакие достижения науки и техники не могут быть реализованы в условиях низкой рентабельности, и тем более при убыточности производства, отсутствии льготного кредитования и источников капитальных вложений. АПК страны необходима финансовая поддержка, научное обеспечение и переход к биологической модели развития земледелия с соблюдением севооборотов, оптимальными системами обработки почвы, рациональным применением удобрений и других средств химизации. Это позволит оптимизировать состояние биогеохимических циклов биофильных элементов в агроэкосистемах, приостановить истощение плодородия пахотных почв России и повысить продуктивность сельскохозяйственных культур до среднемирового уровня.

В условиях возрастающей техногенной и агрогенной нагрузки на почву возрастает актуальность науки агрохимии. При этом агрохимию следует рассматривать не только как приоритетную прикладную, но и как важнейшую фундаментальную эколого-биологическую науку. Поэтому результаты и методы агрохимических исследований, их использование в практике современного земледелия необходимо более активно доводить до сведения как научных работников, настоящих и будущих специалистов в отрасли сельского хозяйства, так и общественности в целом.

Литература

1. Боинчан Б. П. Альтернативные системы земледелия // Плодородие. — 2013. — № 5. — С. 2—5.
2. Гогмачадзе Г. Д. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации / предисл. и общ. ред. проф. Д. М. Хомякова. — М.: Издательство Московского университета, 2011. — 272 с.
3. Державин Л. М. Научно-методологические основы проектирования применения удобрений в ресурсосберегающих технологиях // Плодородие. — 2011. — № 3. — С. 19—21.
4. Захаренко В. А. Потенциал фитосанитарии и его реализация на основе применения пестицидов в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием агроэкосистем России // Агрохимия. — 2013. — № 7. — С. 3—15.
5. Иванов А. Л. Инновационные приоритеты в развитии систем земледелия в России // Плодородие. — 2011. — № 4. — С. 2—6.
6. Кирейчева Л. В. Мелиорация земель в России: планы и реальность // Мелиорация и Водное хозяйство. — 2013. — № 1. — С. 2—5.
7. Кирюшин В. И. Агрономическое почвоведение: учебник для вузов. — М.: Колосс, 2010. — 668 с.
8. Кудяров В. Н., Семенов В. М. Оценка современного вклада удобрений в агрогеохимический цикл азота, фосфора и калия // Почвоведение. — 2004. — № 12. — С. 1440—1446.
9. Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии. — М.—Л.: Сельхозгиз, 1936. — 408 с.
10. Мерзликин А. С. Ценовая политика, эффективность химизации и сельскохозяйственного производства России // Проблемы агрохимии и экологии. — 2010. — № 1. — С. 45—54.
11. Минеев В. Г. Развитие экологического направления в агрохимических исследованиях // Экологическая агрохимия: материалы результатов исследований, выполненных сотрудниками и докторантами кафедры агрохимии факультета почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова / под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. — М., 2006. — С. 3—13.

12. Минеев В. Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. — 2011. — № 1. — С. 3—8.
13. Мухин Г. Д. Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель европейской территории России в 1990-2009 гг. // Вестник МГУ. — Сер. 5. География. — 2012. — № 5. — С. 19—27.
14. Сельскохозяйственные угодья России (состояние и перспективы развития). — М.: Издательство ООО «НИПКЦ Восход-А», 2008. — 95 с.
15. Стадник А. Т., Матвеев Д. М., Крохта М. Г. Повышение эффективности государственной поддержки технического переоснащения сельского хозяйства // Вестник НГАУ. — 2012. — № 3 (24). — С. 132-135.
16. Сычев В. Г., Лунёв М. И., Павлихина А. В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие. — 2012. — № 4. — С. 5—7.
17. Сычев В. Г., Ефремов Е. Н., Романенков В. А. Итоги и перспективы развития агрохимии // Проблемы агрохимии и экологии. — 2013. — № 4. — С. 11—16.
18. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлев Е. П. К 150-летию со дня рождения учеников В. В. Докучаева — В. И. Вернадского и В. Р. Вильямса: От разума к сфере разума // Живые и биокосные системы. — 2013. — № 4; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-15>.
19. Фиксен Пол И. Концепция повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и эффективности использования элементов питания растениями // Питание растений. — 2010. — № 1. — С. 2—7.
20. Шеуджен А. Х., Онищенко Л. М., Жиленко С. В. Эффективность удобрений в Краснодарском крае // Проблемы агрохимии и экологии. — 2009. — № 4. — С. 32—38.
21. Jansen H.H. Long-term ecological sites: musing on the future, as seen (dimly) from the past // *Global change Biology*. — 2009. — V. 15. — № 15. — P. 2770—2778.

Literature

1. Boinchan B. P. Alternativnye sistemy zemledeliya // *Plodorodie* – 2013. – № 5. – S. 2–5.
2. Gogmachadze G. D. Degradaciya pochv: prichina, sledstviya, puti snizheniya i likvidazii / predisl. i obshh. red. prof. D. M. Xomyakova. – М.: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta, 2011. – 272 s.

3. Derzhavin L.M. Nauchno-metodologicheskie osnovy proektirovaniya primeneniya udobrenij v resursosberegayushhih tehnologiyah // Plodorodie. – 2011. – № 3. – S. 19–21.
4. Zaharenko V. A. Potencial fitosanitarii i ego realizaciya na osnove primeneniya pestizidov v integrirovannov upravlenii fitosanitarnym sostoyaniem agroekosistem Rossii // Agrohimiya. – 2013. – № 7. – S. 3–15.
5. Ivanov A. L. Innovacionnye priority v razviti system zemledeliya v Rossii // Plodorodie. – 2011. – № 4. – S. 2–6.
6. Kirejcheva L.V. Melioraciya zemel v Rossii: plany i realnost // Melioraciya i Vodnoe xozyajstvo. – 2013. – № 1. – S. 2–5.
7. Kiryushin V. I. Agronomicheskoe pochvovedenie: ucheb. dlya vuzov. – M.: Koloss, 2010. – 668 s.
8. Kudiyarov V. N., Semyonov V. M. Ocenka sovremennogo vklada udobrenij v agroximicheskij cikl azota, fosfora i kaliya // Pochvovedenie. – 2004. – № 12. – S. 1440–1446.
9. Libih Yu. Ximiya v prilozhenii k zemledeliyu i fiziologii. – M.– L.: Selkhozgiz, 1936. – 408 s.
10. Merzlikin A. S. Cenovaya politika, effektivnost ximizacii i selskoxozyajstvennogo proizvodstva Rossii // Problemy agroximii i ekologii. – 2010. – № 1. – S. 45–54.
11. Mineev V. G. Razvitie ekologicheskogo napravleniya v agroximicheskix issledovaniyax // Ekologicheskaya agroximiya: materialy rezultatov issledovaniy, vypolnennyx sotrudnikami i doktorantami kafedry agroximii fakulteta pochvovedeniya MGU im. M. B. Lomonosova. / pod red. akademika RASXN V. G. Mineeva. – M., 2006. – S. 3–13.
12. Mineev V. G. Aktualnye zadachi agroximii v usloviyax sovremennogo zemledeliya // Problemy agroximii i ekologii. – 2011. – № 1. – S. 3–8.
13. Muxin G. D. Ekologo – ekonomicheskaya ocenka transformacii selskoxozyajstvennyx zemel evropejskoj territorii Rossii v 1990-2009 gg. // Vestnik MGU. – Ser.5. Geografiya. – 2012. – № 5. – S. 19–27.
14. Selskoxozyajstvennye ugodya Rossii (sostoyanie i perspektivy razvitiya). – M.: Izdatelstvo OOO «NIPKC Vosxod-A», 2008. – 95 s.
15. Stadnik A. T., Matveev D. M., Kroxta M. G. Povyshenie effektivnosti gosudarstvennoj poddershki texnicheskogo pereosnashheniya selskogo xozyajstva // Vestnik NGAU. – 2012. – № 3 (24). – S. 132–135.
16. Sychyov V. G., Lunyov M. I., Pavlixina A. V. Sovremennoe sostoyanie i dinamika plodorodiya paxotnyx pochv Rossii // Plodorodie. – 2012. – № 4. – S. 5–7.
17. Sychyov V. G., Efremov E. N., Romanenkov V. A. Itogi i perspektivy razvitiya agroximii // Problemy agroximii i ekologii. – 2013. – № 4. – S. 11–16.

18. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovlev E. P. K 150- letiyu so dnya rozhdeniya uchenikov V. V. Dokuchaeva – V. I. Vernadskogo i V. R. Vilyamsa: Ot razuma k sfere razuma // Zhivye i biokosnye sistemy. – 2013. – № 4; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-15>.
19. Fiksen Pol I. Konceptiya povysheniya produktivnosti selskoxozyajstvennykh kultur i effektivnosti ispolzovaniya elementov pitaniya rasteniyami // Pitanie rastenij. – 2010. – № 1. – S. 2–7.
20. Sheudzhen A. X., Onishhenko L.M., Zhilenko S.V. Effektivnost udobrenij v Krasnodarskom krae // Problemy agrokimii i ekologii. – 2009. – № 4. – S. 32–38.
21. Jansen H.H. Long-term ecological sites: musing on the future, as seen (dimly) from the past // Global change Biology. – 2009. – V. 15. – № 15. – S. 2770–2778.