

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ РОССИИ И ПУТИ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

© 2020 г. В. Г. Сычев¹, С. А. Шафран^{1,*}, С. Б. Виноградова^{1,**}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127434 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия

*E-mail: shafran38@mail.ru

**E-mail: vniia-vin@mail.ru

Поступила в редакцию 09.01.2020 г.

После доработки 24.01.2020 г.

Принята к публикации 10.03.2020 г.

Дана оценка современного состояния применения удобрений в России в сравнении с развитыми зарубежными странами. Приведенные данные свидетельствуют о влиянии уровня использования удобрений на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур и что без применения удобрений никакие другие факторы (сорт, средства защиты растений и т.п.) не могут обеспечить повышение плодородия почв и соответственно увеличение урожайности. Согласно 3-м сценариям развития АПК определена потребность страны в минеральных удобрениях до 2030 г. и составлен прогноз баланса питательных веществ в земледелии России на этот период.

Ключевые слова: минеральные удобрения, плодородие почв, урожайность, баланс элементов питания, прогноз.

DOI: 10.31857/S0002188120060125

ВВЕДЕНИЕ

Растущее население земного шара требует соответствующего количества продовольствия. Прирост населения за 2005–2016 гг. составил 1 млрд человек. К 2030 г. прогнозируется численность населения 8.5 млрд, к концу текущего столетия, по оценкам ООН, – 11.2 млрд человек [1]. Наряду с этим сокращается посевная площадь в расчете на одного человека (рис. 1). Если в настоящее время она составляет 0.18 га, то к 2050 г. снизится до 0.15, к 2100 г. – до 0.12 га [2]. Кроме использования растениеводческой продукции в продовольственных целях все в большей степени она будет применяться для производства биоэнергии и в других промышленных целях [3]. Все это диктует необходимость постоянного наращивания производства продукции сельского хозяйства.

Данные мировой статистики говорят о том, что за последние 40 лет на долю минеральных удобрений приходится 40% прироста производства продовольствия. По данным ФАО [4], потребление минеральных удобрений в 2016 г. достигло 197.5 млн т (рис. 2).

Это не случайно, поскольку среди основных факторов повышения урожайности (сорт, средства защиты растений и другие) главным остается

применение удобрений и химических мелиорантов. В основных сельскохозяйственных регионах Российской Федерации объемы внесения минеральных удобрений несопоставимы с мировой практикой, средний уровень их внесения в целом по стране остается на низком уровне (мировая практика: в Европейском союзе – 130, в Латинской Америке – 90, в Китае – 440–526, Бельгии – 276–322, Германии – 199–206, США – 134 кг/га). Среднемировым показателем (≈ 100 кг/га) Россия уступает почти в 5 раз. Как правило, в тех странах, где получают наиболее высокие урожаи, минеральные удобрения применяются в высоких дозах [5, 6]. Сюда относятся Китай, Бельгия, Нидерланды, Великобритания, Германия. Из постсоветских республик наибольшее количество на 1 га посевной площади вносят в Белоруссии. Из представленных данных хорошо видно, что урожайность зерновых культур 8–9 т/га достигается только при внесении высоких доз удобрений.

Несмотря на то, что в 2017 г. в России производство минеральных удобрений достигло 22.6 млн т д.в., что на 41.4% было больше показателей 1990 г., их внесение под посевы сельскохозяйственных культур в объеме 2.5 млн т д.в. снизилось почти в 4 раза (табл. 1).

Если в 1990 г. на 1 га посева сельскохозяйственных культур вносили 88 кг д.в. и удобряли

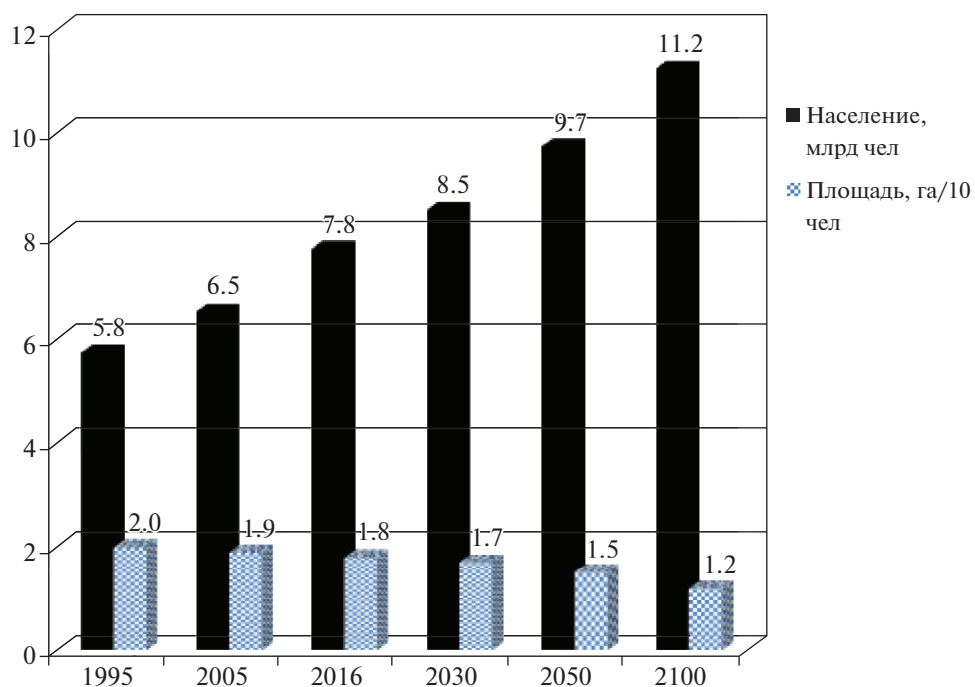


Рис. 1. Численность населения и посевная площадь сельскохозяйственных культур на 10 человек в мире.

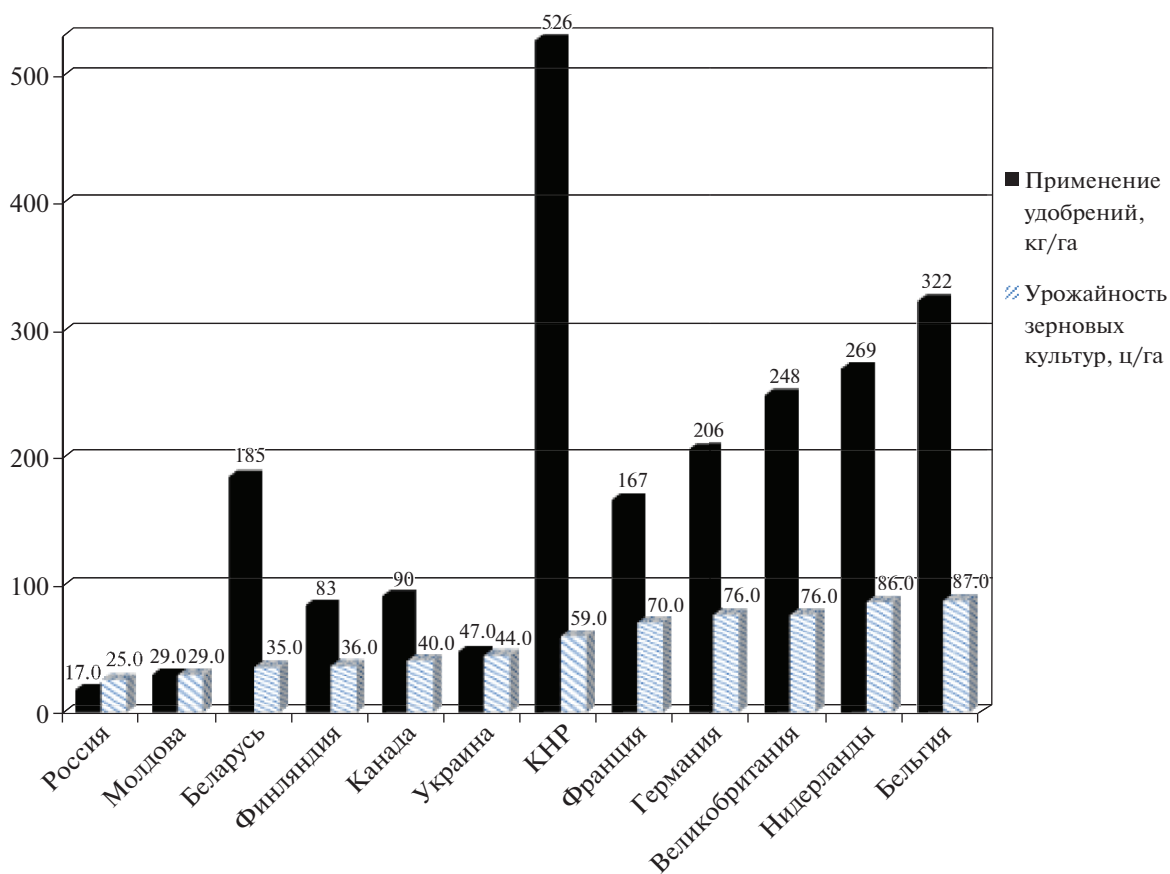


Рис. 2. Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых культур в странах мира (среднее за 2014–2016 гг.).

Таблица 1. Внесение минеральных удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях РФ [5]

Показатель	Годы					
	2000	2010	2015	2016	2017	2018
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) всего, млн т	1.4	1.9	2.0	2.3	2.5	2.5
кг/га всей посевной площади	19	38	42	49	55	56
из нее:						
зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы)	20	41	45	51	58	60
сахарной свеклы	119	276	274	294	301	305
льна-долгунца	73	50	33	42	32	63
подсолнечника	6	24	25	32	37	34
овоще-бахчевых культур	84	179	166	195	198	187
картофеля	155	263	328	326	354	392
кормовых культур	13	12	14	16	19	20

66% их посевной площади, то в 2017 г. эти показатели составили соответственно 55 кг д.в. и 58%, что почти в 2 раза меньше, чем требуется для нормального питания растений, и в 4 раза меньше, чем в европейских странах, и сравнимо лишь с некоторыми государствами, относящимися к группе развивающихся.

Опыт получения высоких урожаев имеется и в нашей стране. Результаты многочисленных полевых опытов, проведенных научно-исследовательскими институтами и агрохимической службой, а также результаты работы сельскохозяйственных предприятий свидетельствуют, что подъема урожайности можно добиться только за счет планомерной и целенаправленной работы по повышению плодородия почв путем применения удобрений, химической мелиорации и средств защиты растений. Степень почвенной кислотности, повышение фосфатного и калийного уровней почв способствует резкому подъему урожайности. Это хорошо видно на примере одного из длительных полевых опытов ВНИИА, который был заложен в 1956 г. на малопродуктивной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве, занимающей 2.3 млн га в Нечерноземной зоне и составляющей 28% от площади пашни (рис. 3).

Данные поля характеризовались очень сильной степенью кислотности (рН 4.3), очень низким содержанием подвижного фосфора (21 мг/кг), средним содержанием подвижного калия и гумуса (1.6%). Продуктивность составляла 12 ц к.е./га. В результате комплексного применения известковых, органико-минеральных удобрений и средств

защиты растений за 60 лет снизилась кислотность почв, повысилось содержание гумуса, содержание подвижного фосфора возросло в 10 раз и составило 300 мг/кг. Содержание калия увеличилось в 2 раза. Баланс питательных веществ при этом складывался с превышением их поступления в почву над выносом урожаем. Все это в совокупности обеспечило резкий подъем урожайности возделываемых культур. Продуктивность севооборотов постепенно увеличивалась и достигла 50 и более ц к.е./га. Наряду с этим, повысилась окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая с 4.2 до 18.0 кг/кг.

Согласно оценке Всероссийского НИИ агрохимии, при внесении удобрений <20 кг д.в./га урожайность зерна составляет 77 млн т на посевной площади 45 млн га (по Росстату, в 2017 г. в России зерновые заняли 45.4 млн га). При увеличении объема вносимых удобрений до 100 кг/га урожай повысится до 113 млн т, при 150 кг/га — до 144, при 200 кг/га — до 185 млн т. При этом необходимо учитывать возвращение элементов питания в биологический круговорот. Если экспортируется 30 млн т зерна, то безвозвратно вывозится из страны более 750 тыс. т азота. А если еще приплюсовать фосфор и калий, то эта величина возрастет еще больше [7–9].

Даже в условиях двукратного роста к 2025 г. (на 7% в год) объемов внесения в почву минеральных удобрений российскими сельскохозяйственными производителями это составит только 40% общей потребности.

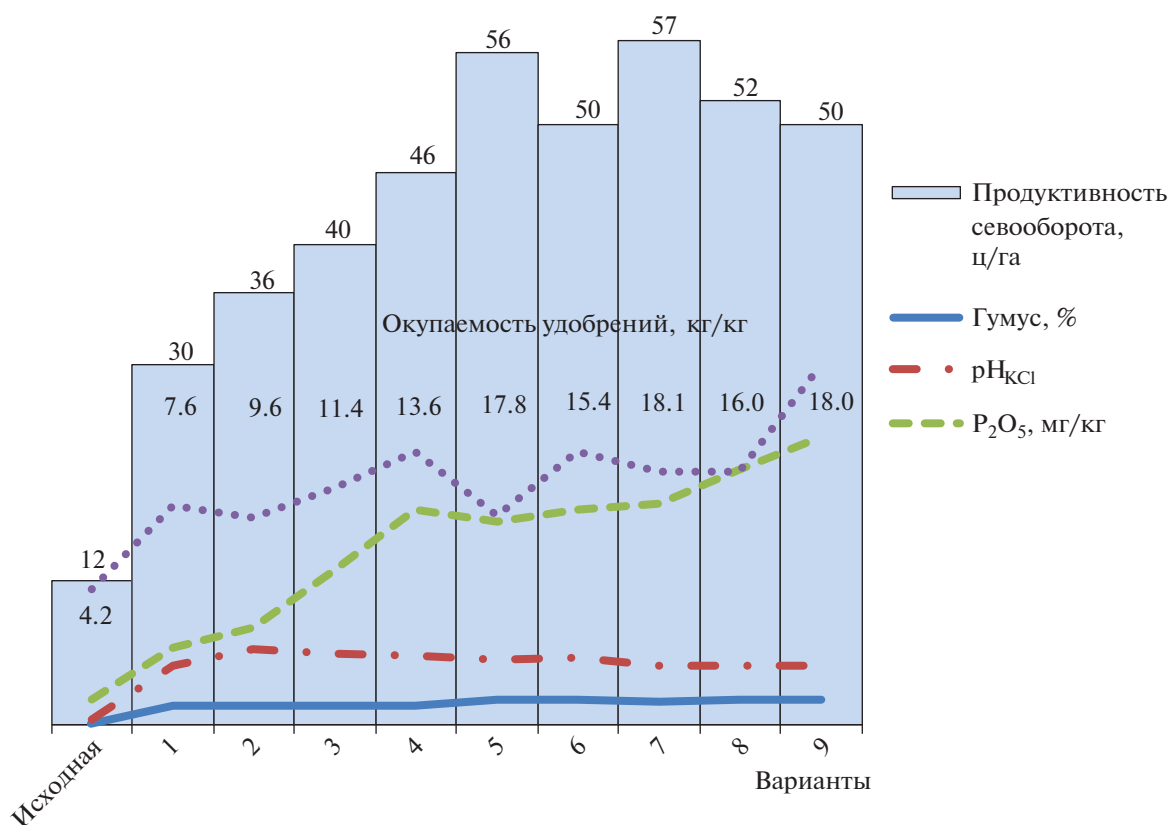


Рис. 3. Продуктивность севооборота в длительном опыте ОС ВНИИА за 60 лет, Московская обл.

Анализ использования удобрений и средств химической мелиорации почв в период интенсивной химизации (1971–1995 гг.) также показывает, что благодаря их внесению в дозах, превышающих вынос питательных веществ урожаями сельскохозяйственных культур, баланс питательных веществ в земледелии страны был положительным, что способствовало резкому повышению плодородия почв в целом в России и особенно в Нечерноземной зоне (табл. 2).

По данным первого цикла агрохимического обследования, больше половины пахотных почв характеризовались низким содержанием подвижного фосфора и 16% – низкой обеспеченностью подвижным калием. Почвы Нечерноземной зоны характеризовались более худшими показателями, в которой кислые почвы составляли 83, низкообеспеченные подвижным фосфором – 64 и калием – 39% (табл. 3).

В период интенсивной химизации благодаря систематической и целенаправленной работе по повышению плодородия в стране наметилась устойчивая тенденция к улучшению агрохимических свойств пахотных почв. Интенсивное известкование позволило за короткий срок снизить

долю кислых почв в целом по России с 57 до 34%, в Нечерноземной зоне – с 83 до 52%. За этот период удельный вес пашни с низким содержанием P₂O₅ сократился до 22, K₂O – до 9%, в Нечерноземной зоне – соответственно до 16 и 22%.

Использование результатов многочисленных полевых опытов позволило определить возможную продуктивность пахотных почв без внесения удобрений и с их применением. Согласно нашим расчетам, исходя из агрохимических свойств почв первого цикла обследования, урожайность зерновых культур без внесения удобрений могла составить 16.5 ц/га, в Нечерноземной зоне – 14.1 ц/га. В 1996 г., как уже было сказано, благодаря положительному балансу питательных веществ в земледелии значительно улучшились агрохимические свойства пахотных почв, продукционная способность которых повысилась до 18.4 ц/га в целом по России и до 22.7 ц/га в Нечерноземной зоне, т.е. потенциал почв этого региона оказался выше среднероссийского на 3.2 ц/га.

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, применение удобрений сократилось, практически прекратилось известкование кислых почв. Баланс питательных веществ в земледелии страны

стал складываться со значительным превышением выноса над их поступлением в почву, что повлекло за собой снижение содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах, увеличению доли площади кислых почв. В наибольшей степени эти негативные изменения коснулись Нечерноземной зоны. Доля кислых почв возросла с 52 до 60%, с низкой обеспеченностью подвижным калием – с 22 до 27%. Эти показатели были характерны для зоны в целом. В отдельных областях, таких как Костромская, Орловская и Рязанская, средневзвешенное содержание подвижного фосфора перешло из группы повышено обеспеченных в среднюю, в Брянской, Владимирской, Ивановской, Костромской, Орловской и Тверской обл. аналогичное положение отмечено для содержания подвижного калия. Согласно нашему прогнозу, в названных регионах вследствие деградации почв по агрохимическим показателям потенциальная урожайность зерновых культур без внесения удобрений снизилась на 4.4–6.8 ц/га, или на 13–23% (табл. 4).

Согласно долгосрочному прогнозу социально-экономического развития РФ на период 2030 г., намечено значительно увеличить объем производства зерна и довести его к 2030 г. до 145–150 млн т. Для этого необходимо довести среднюю урожайность зерновых культур в целом по стране до 36–38 ц/га. Совершенно очевидно, что решение этой задачи возможно только при систематическом повышении плодородия почв путем комплексного агрохимического окультуривания полей. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных полевых опытов научно-исследовательских институтов и агрохимической службы во всех природно-климатических зонах страны. Это хорошо видно на примере озимой пшеницы. Группировка экспериментальных данных, согласно принятым градациям по степени кислотности почв и содержанию в них минерального азота, подвижных форм фосфора и калия, позволила оценить комплексное влияние этих факторов на урожайность и эффективность азотных удобрений (табл. 5).

Перевод почв из категории низко окультуренных в повышено окультуренные по агрохимическим показателям позволяет повысить урожайность данной культуры без применения удобрений на дерново-подзолистых и серых лесных почвах в 4–5 раз, на черноземах выщелоченных – в 3.8, на черноземах карбонатных – в 3 раза, на каштановых почвах – в 4.2 раза (рис. 4).

Кроме того, для каждого из рассмотренных типов почв отмечена значительная разница в эффективности применения азотных удобрений в

Таблица 2. Баланс питательных веществ в земледелии России, кг/га пашни

Год	Поступление с удобрениями			Вынос урожаями	Баланс, ±
	минеральные	органические	всего		
Россия в целом					
Азот					
1971–1995	24	16	40	33	7
1996–2010	9	5	14	31	–17
2011–2018	10	4	14	42	–28
Фосфор					
1971–1995	18	7	25	14	11
1996–2010	3	2	5	9	–4
2011–2018	4	2	6	13	–7
Калий					
1971–1995	14	16	30	37	–7
1996–2010	2	2	4	22	–18
2011–2018	3	3	6	43	–37
Нечерноземная зона					
Азот					
1971–1995	39	26	65	43	22
1996–2010	9	5	14	31	–17
2011–2018	10	4	14	32	–18
Фосфор					
1971–1995	30	11	41	14	27
1996–2010	6	3	9	10	–1
2011–2018	3	2	5	11	–6
Калий					
1971–1995	36	24	60	35	25
1996–2010	3	5	8	31	–23
2011–2018	3	5	8	34	–26

Таблица 3. Доля пахотных почв с неудовлетворительными агрохимическими свойствами, % от обследованной площади

Год	Кислые	С низким содержанием	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Россия в целом			
1971	57	52	16
1996	34	22	9
2016	33	23	9
Нечерноземная зона			
1971	83	64	39
1996	52	16	22
2016	60	17	27

Таблица 4. Прогноз снижения нормативной урожайности озимой пшеницы без внесения удобрений в результате деградации почв по агрохимическим показателям [11]

Область	Содержание в почве, мг/кг				Урожайность, ц/га	
	на 01.01.1996		на 01.01.2016		01.01.1996	01.01.2016
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Брянская	189	142	185	105	36.7	31.3
Владимирская	150	131	145	103	36.7	31.3
Ивановская	132	127	113	96	33.0	28.2
Костромская	127	137	100	95	33.0	28.2
Орловская	110	137	94	108	37.0	30.2
Рязанская	108	124	98	112	38.6	34.2
Тверская	134	132	159	96	33.0	28.2

Таблица 5. Группировка почв по степени агрохимической окультуренности [12]

Степень окультуренности	pH _{KCl}	Содержание в почве, мг/кг					
		N _{мин}		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		1	2	1	2	1	2
Низкая	<4.5	<5.1	<10	<50	<15	<80	<200
Средняя	4.6–5.5	5.1–10.0	11–20	51–100	16–30	81–120	201–300
Повышенная	>5.5	>10.0	>20	>100	>30	>120	>300

Примечание. В графе 1 – некарбонатные почвы, 2 – карбонатные почвы.

зависимости от степени кислотности и обеспеченности подвижными формами фосфора и калия. При повышении степени окультуренности по агрохимическим показателям возрастала прибавка от азотных удобрений на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, а также на черноземах выщелоченных. На остальных почвенных разностях эффективность азотных удобрений была примерно одинаковой (рис. 5).

Таблица 6. Величины выноса, снижающие содержание подвижных форм фосфора и калия на 10 мг/кг или на 1 мг/100 г почвы [13]

Тип почв и их гранулометрический состав	Вынос, кг/га
P ₂ O ₅	
Дерново-подзолистые на легком суглинке	100–250
Дерново-подзолистые легкосуглинистые	42–125
Среднее для дерново-подзолистых почв	71
Серая лесная суглинистая	77–125
K ₂ O	
Дерново-подзолистая песчаная	31–62
Дерново-подзолистая супесчаная	43
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	91
Среднее	48

В последнее время усилилась работа по выведению новых сортов зерновых культур, которые характеризуются более высокой продуктивностью. Однако потенциал этих сортов, по данным МосНИИСХ, реализуется в производственных условиях только на 30–40% [12]. Основной причиной такого положения является несоответствие почвенно-агрохимических условий полей, на которых были выведены высокоурожайные сорта, и полей сельскохозяйственных предприятий (табл. 6, 7).

Возьмем, например, сорта озимой пшеницы МосНИИСХ, которые характеризуются урожайностью 100 т/га и выше (табл. 8). Они получены и испытаны на высокоокультуренных почвах, в которых среднее содержание подвижного фосфора составляло 270–355 мг/кг, т.е. было очень высоким. Таких площадей в Нечерноземной зоне насчитывается только 11%. Кроме того, под эти сорта были внесены минеральные удобрения в высоких дозах – от 180 до 360 кг NPK/га, тогда как в настоящее время в среднем в России под зерновые культуры применяют всего лишь 35–40 кг NPK/га посевной площади.

На почвах, которые характеризуются средней степенью обеспеченности P₂O₅, для получения

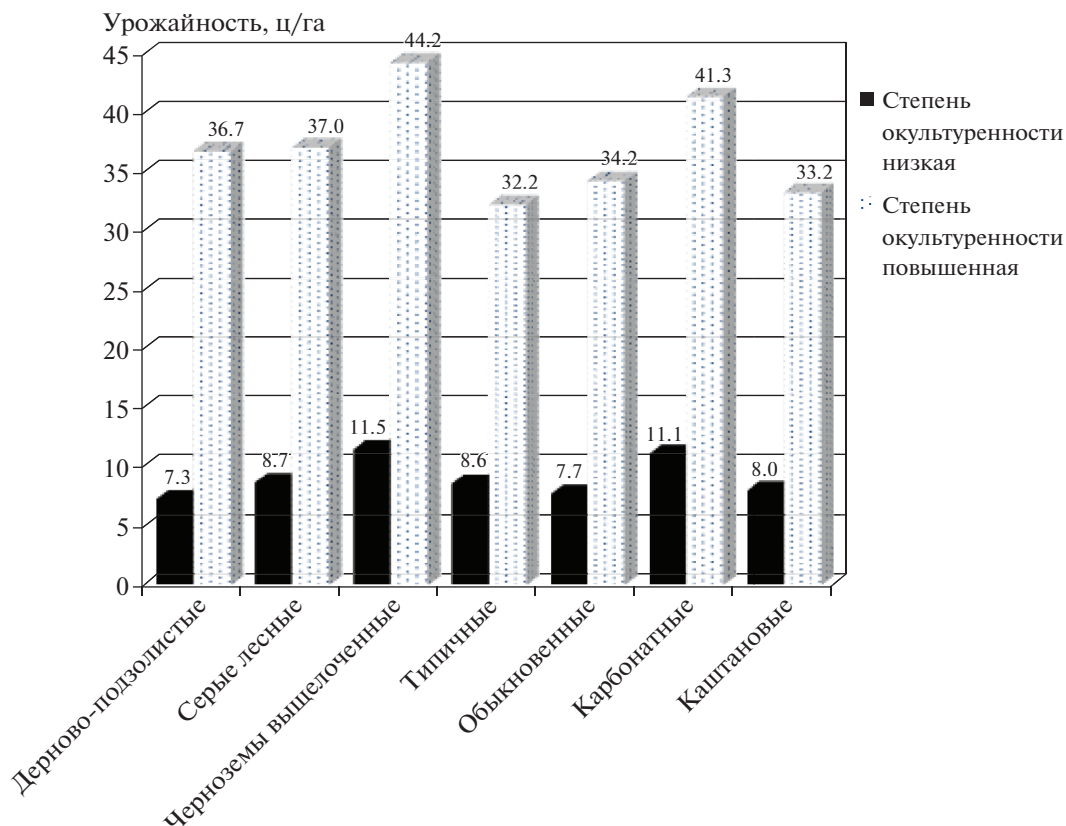


Рис. 4. Влияние степени окультуренности почв России на урожайность озимой пшеницы, ц/га.

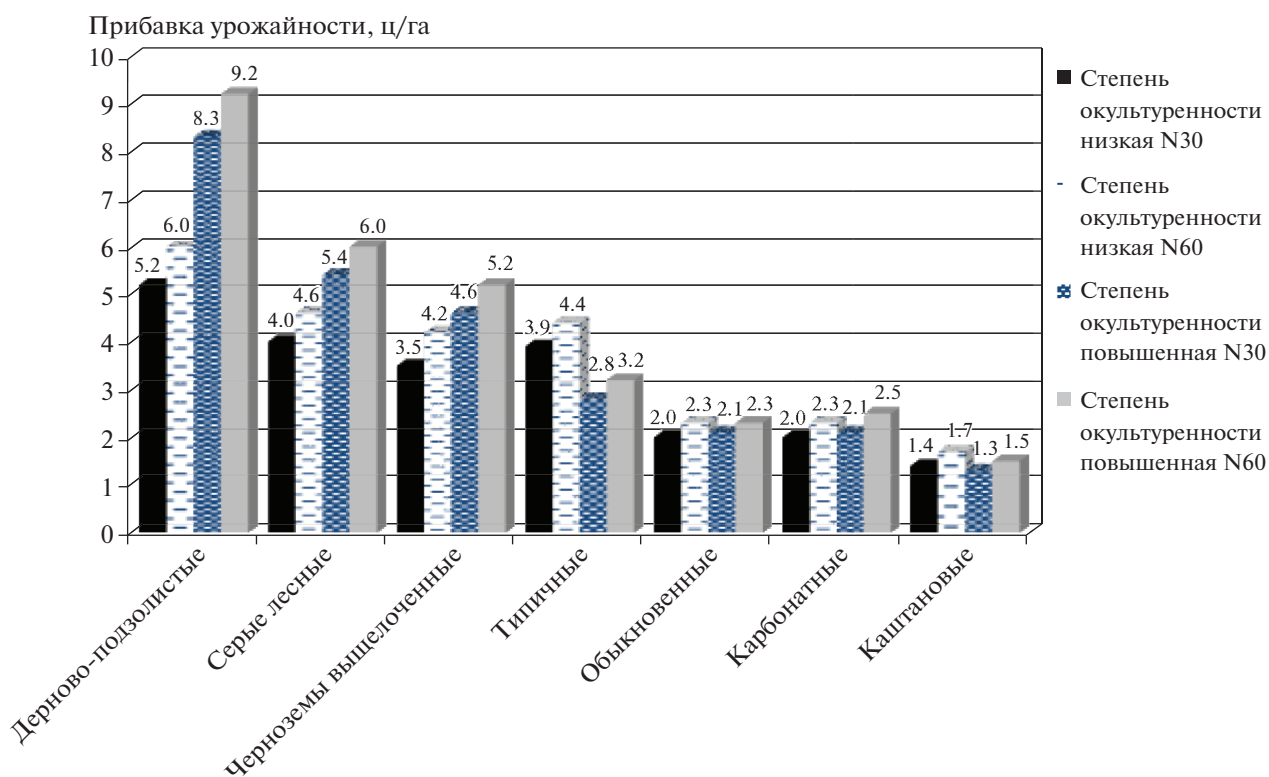


Рис. 5. Прибавка урожайности озимой пшеницы от азотных удобрений на почвах различной окультуренности, ц/га.

Таблица 7. Дозы удобрений, обеспечивающие увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия на 10 мг/кг или 1 мг/100 г почвы [13]

Тип почвы	Гранулометрический состав	Дозы, кг/га	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Дерново-подзолистые	Песчаные и супесчаные	50–60	40–60
	Суглинистые	70–90	60–80
	Глинистые и тяжелосуглинистые	100–120	80–100
Серые лесные	Песчаные и супесчаные	70–80	–
	Суглинистые	90–100	35–45
	Глинистые и тяжелосуглинистые	120–140	
Черноземы выщелоченные	Суглинистые	90–100	80–90
	Глинистые и тяжелосуглинистые	100–120	80–90
Черноземы типичные и обыкновенные	Суглинистые	100–110	–
	Глинистые и тяжелосуглинистые	120–130	–
Черноземы карбонатные	Среднее	110–130	–
Каштановые	Среднее	90–110	

высоких урожаев требуется кроме внесения высоких доз азота применять также фосфорные и калийные удобрения в дозах ≈100 кг/га, об этом свидетельствуют результаты производственного опыта ВНИИА в 2019 г. (табл. 8).

Следовательно, неправомерно говорить о том, что внедрение только новых высокоурожайных сортов позволит резко увеличить урожайность зерновых культур в нашей стране. Совершенно очевидно, что без повышения плодородия почв и внесения удобрений нельзя добиться получения намеченных урожаев. Причем это касается не только Нечерноземной зоны, но и остальных регионов.

Например, опыты, проведенные на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, показали, что в среднем за 3 года исследований урожайность озимой пшеницы >5 т/га можно получить только при внесении необходимого количества питательных элементов, поскольку все новые сорта предъявляют высокие требования к условиям минерального питания и хорошо отзываются на внесение удобрений.

Применение высоких доз NPK (441 кг/га) повысило урожайность по сравнению с дозой N63P52 в зависимости от сорта на 5.2–5.6 т/га (табл. 9). Из приведенных данных видно, что до-

биться резкого повышения урожайности зерновых культур можно только путем целенаправленного регулирования плодородия почв и доведения его параметров до оптимальных показателей. Для организации этой работы на научной основе нужна надежная нормативно-справочная база, которая позволяла бы разрабатывать систему применения удобрений с учетом складывающихся условий по состоянию плодородия почв и экономических критериев. В настоящее время ситуация такова, что при отрицательно складывающемся балансе питательных веществ в земледелии происходит снижение их содержания в почвах и для того, чтобы контролировать и прогнозировать этот процесс, нужны нормативные данные, характеризующие размер выноса элементов питания, который снижает их содержание в почве (табл. 6). Подобные исследования уже проводили, но они коснулись только почв Нечерноземной зоны. Анализ результатов длительных полевых опытов, проведенных в последнее время, не в полной мере расширил представление об этих величинах.

Наряду с этим, не снят вопрос о совершенствовании нормативно-справочной базы доз удобрений, которые надо внести сверх выноса, чтобы повысить содержание P₂O₅ и K₂O до намеченного уровня (табл. 7).

Научной основой для прогнозирования содержания подвижного фосфора послужили опыты, проведенные много лет назад, и, хотя использование этих данных при организации работ по повышению плодородия почв в свое время дало положительный результат, тем не менее они нуждаются в совершенствовании. В первую очередь следует обратить внимание на разработку критериев регулирования содержания калия в зонах распространения черноземных почв, в которых при отрицательном балансе в земледелии степень обеспеченности почв K₂O не уменьшается и даже в ряде случаев увеличивается. Подобные исследования можно выполнить только в длительных полевых опытах.

Согласно долгосрочному прогнозу социально-экономического развития РФ на период до 2030 г. намечено значительно увеличить производство зерна. Этот прогноз разработан с учетом 3-х сценариев: инерционного, базисного и оптимистического. Инерционный сценарий базируется на сохранении достигнутого уровня почвенного плодородия, базовый ориентирован не только на сохранение, но и на повышение плодородия, оптимистический предполагает дальнейшее воспроизводство плодородия почв, что позволит получить среднегодовой валовой сбор зерна 145–150 млн т. В связи с тем, что в настоящее время значительная часть пахотных почв нуждается в

Таблица 8. Урожайность сортов озимой пшеницы селекции МосНИИСХ (среднее за годы исследований), т/га [13, 14]

Вариант	Сорта			
	Московская 39	Московская 56	Немчиновская 24	Галина
Дерново-подзолистая почва (1998–2007 гг.) рН 5.3, P ₂ O ₅ – 355 мг/кг, K ₂ O – 143 мг/кг				
N25P65K65 (фон)	5.1	5.7	5.6	5.5
Фон + N30	5.5	–	6.2	5.8
Фон + N60	5.9	6.5	7.1	6.6
Фон + N90	6.4	–	7.1	6.9
Фон + N120	6.7	7.0	8.2	7.5
Дерново-подзолистая почва (2012–2014 гг.) рН 5.5, P ₂ O ₅ – 270 мг/кг, K ₂ O – 144 мг/кг				
N60P40K60	7.5	10.6	8.0	7.8
N90P60K120	7.8	11.6	8.7	8.6
N120P90K150	8.8	11.7	10.5	10.4
Серая лесная почва (2012–2014 гг.) рН 5.7, P ₂ O ₅ – 196 мг/кг, K ₂ O – 82 мг/кг				
N60P40K60	4.4	4.9	5.0	4.8 ^x
N90P60K120	5.5	6.5	6.0	6.0 ^x
N120P90K150	6.5	7.1	7.8	6.9 ^x
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва (2019 г.) рН 5.2, P ₂ O ₅ – 96 мг/кг, K ₂ O – 150 мг/кг				
Контроль	4.0	3.9	3.7 ^x	4.3 ^{xx}
N90P46K31	5.6	5.5	5.3 ^x	6.4 ^{xx}
N150P76K51	6.6	5.7	7.1 ^x	7.6 ^{xx}
N210P110K74	5.8	6.2	7.1 ^x	8.5 ^{xx}
N210P110K100 + мэ	7.1	6.9	7.8 ^x	9.3 ^{xx}

Примечание. x – сорт Московская 40, xx – сорт Лютеценс 982/08 (отбор), мэ – микроэлементы.

агрохимическом окультуривании потребность удобрений определяется как в расчете на планируемый урожай, так и на повышение содержания питательных веществ в почве. Потребность зерновых культур в минеральных удобрениях составит 7/4 млн т, в том числе азотных – 3/2, фосфор-

ных – 2/1 и калийных – 2/1 млн т, общая потребность равна 13.9 млн т (табл. 10).

Исходя из этого, был составлен прогноз баланса питательных веществ в земледелии России к 2030 г., согласно которому при внесении фосфор-

Таблица 9. Урожайность сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольского края (среднее за 2016–2018 гг.), т/га [15]

Вариант	Сорта		
	Васса	Гром	Доля
N63P32	3.4	3.6	4.0
N124P72K30	5.1	5.2	5.6
N186P95K45	7.5	7.4	7.7
N248P133K60	8.7	9.1	9.2

Примечание. рН 6.1–6.5, P₂O₅ – 20–25 мг/кг, K₂O – 220–270 мг/кг.

Таблица 10. Потребность культур в минеральных удобрениях на 2030 г. в РФ, млн т

Сценарий развития АПК	Под все культуры			
	азотные	фосфорные	калийные	Всего
Инерционный	2.3	2.3	2.3	6.9
Базовый	4.7	3.5	3.5	11.7
Оптимистический	5.3	4.3	4.3	13.9
Под зерновые культуры				
Инерционный	1.4	1.4	1.4	4.2
Базовый	2.8	2.1	2.1	7.1
Оптимистический	3.2	2.1	2.1	7.4

Таблица 11. Прогноз баланса питательных веществ в земледелии РФ на 2030 г., кг/га пашни

Сценарий развития АПК	Приход с удобрениями		Вынос урожаями	Баланс, ±
	минеральными	органическими		
Азот				
Инерционный	20	4	41	-17
Базовый	41	6	47	0
Оптимистический	46	7	53	0
Фосфор				
Инерционный	20	2	15	7
Базовый	30	3	17	16
Оптимистический	37	3	18	22
Калий				
Инерционный	20	4	43	-15
Базовый	30	5	47	-12
Оптимистический	37	8	53	-8

ных удобрений при значительном превышении поступления в почву над выносом позволит постепенно перевести почвы с низким и средним содержанием P_2O_5 в более высокую категорию, небольшой дефицит калия будет способствовать улучшению калийного режима почв Нечерноземной зоны, так как предполагается основную часть калия направить в этот регион (табл. 11).

Для улучшения фосфатного режима почв Нечерноземной зоны целесообразно использовать фосфоритную муку, как это делалось в годы интенсивной химизации при комплексном агрохимическом окультуривании полей (табл. 12).

При этом дозы фосфора должны быть дифференцированы в зависимости от содержания подвижных фосфатов в почве. Для того, чтобы перевести почвы зоны из очень низкой, низкой и средней степени обеспеченности подвижным

фосфором к 2030 г. потребуется внести в сумме 3443 тыс. т фосфоритной муки или в среднем за год по 345 тыс. т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Россия располагает всеми возможностями для повышения плодородия почв и подъема урожайности сельскохозяйственных культур до европейского уровня. Об этом красноречиво свидетельствуют результаты многочисленных и многолетних полевых экспериментов научных учреждений и опыт работы отдельных регионов. В среднем за 2016–2018 гг. в Центральном и Северо-Кавказском федеральном округах внесение минеральных удобрений достигло почти 100 кг/га, что позволило получать урожайность зерновых культур ≈ 40 ц/га. Такой урожай получают в Канаде при аналогичном уровне применения минеральных удобрений.

Вместе с тем, особое внимание следует уделить повышению плодородия почв Нечерноземной зоны. Представленные исследования убеждают в том, что потребность в минеральных удобрениях даже согласно оптимистическому сценарию в 13.9 млн т вполне реальна, т.к. они составляют всего лишь $\approx 60\%$ от их производства.

Для того, чтобы затраты на применение удобрений могли дать наибольший эффект, необходимо совершенствовать имеющуюся нормативно-справочную базу, поскольку в агропромышленном комплексе постоянно происходят большие перемены. Выводят новые сорта сельскохозяйственных культур, меняют технику и

Таблица 12. Потребность в фосфоритной муке для доведения содержания подвижного фосфора в пахотных почвах Нечерноземной зоны до оптимального уровня к 2030 г.

Содержание P_2O_5	Площадь, млн га	Доза P_2O_5 , кг/га	Потребность, тыс. т	
			общая	ежегодная
Очень низкое	0.9	600	540	54
Низкое	2.9	450	1305	131
Среднее	7.1	225	1598	160
Всего	10.9	—	3443	345

технологии возделывания, изменяется плодородие почвы и климат. В связи с этим исследования по изучению эффективности минеральных удобрений необходимо проводить постоянно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Численность населения в мире по годам [Электр. ресурс]. Режим доступа URL: [//total-rating.ru/1918-chislennost-v-mire-po-go-dam.html#tablica_s_dannymi_chislennosti_naseleniya_po_godam_i_dinamika_rosta_naseleniya_v_mire_po_godam_do_2017_goda](http://total-rating.ru/1918-chislennost-v-mire-po-go-dam.html#tablica_s_dannymi_chislennosti_naseleniya_po_godam_i_dinamika_rosta_naseleniya_v_mire_po_godam_do_2017_goda) (Дата обращения: 08.10.2019).
2. Посевные площади, потребление удобрений [Электр. ресурс]. Режим доступа URL: [//https://knoema.ru/atlas](https://knoema.ru/atlas) (Дата обращения: 08.10.2019).
3. Кудеяров В.Н. Баланс углерода и азота в современном земледелии Российской Федерации // Фундаментальные проблемы управления циклом азота в современном земледелии. Владимир: ВНИИОУ – филиал Верхневолжского ФАНЦ, 2019. С. 3–23.
4. Анализ мирового рынка минеральных удобрений в 2012–2016 гг., прогноз на 2017–2021 гг. [Электр. ресурс]. Дата выпуска 14.11.2017. Режим доступа URL: [//https://marketing.rbc.ru/research/39455/](https://marketing.rbc.ru/research/39455/) (Дата обращения: 14.11.2019).
5. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Развитие производства и рынка минеральных удобрений // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 6–9.
6. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Российский рынок минеральных удобрений: проблемы и возможности решения // Вестн. КурскГСХА. 2019. № 5. С. 1–8.
7. Концепция развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации на период до 2010 г. М.: ВНИИА, 2005. 80 с.
8. Прогноз потребности и платежеспособности спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года. М.: ВНИИА, 2011. 80 с.
9. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования: М.: РАН, 2019. 349 с.
10. Шафран С.А. Динамика плодородия почв Нечерноземной зоны и его резервы // Агрохимия. 2016. № 8. С. 3–11.
11. Шафран С.А. Проблема азота в земледелии России и ее решение. Плодородие почв России: состояние и возможности. М.: ВНИИА, 2019. С. 32–39.
12. Неттевич Э.Д. Итоги селекции основных зерновых культур в начале 3-го тысячелетия. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2002. 45 с.
13. Журавлева Е.В. Научное обоснование повышения продуктивности и качества зерна интенсивных сортов озимой пшеницы в земледелии Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2011. 41 с.
14. Политыко П.М., Киселев Е.Ф., Долгих А.В. Воздействие удобрений и средств защиты растений на качество зерна интенсивных сортов озимой пшеницы // Пробл. агрохим. и экол. 2016. № 1. С. 10–17.
15. Ожередова А.Ю., Есаулко А.Н. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в растениях и урожайность зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2019. № 4. С. 6–8.
16. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность удобрений. М.: ВНИИА, 2013. 296 с.

Soil Fertility in Russia and Ways of Its Regulation

V. G. Sychev^a, S. A. Shafran^{a,#}, and S. B. Vinogradova^{a,##}

^a*D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127434, Russia*

[#]*E-mail: shafran38@mail.ru*

^{##}*E-mail: vniia-vin@mail.ru*

The assessment of the current state of application of fertilizers in Russia in comparison with developed foreign countries is given. These data indicate the impact of the level of fertilizer use on soil fertility and crop yields, these data suggest that without the use of fertilizers, no other factors (variety, plant protection products, etc.) can provide an increase in soil fertility and, accordingly, increase productivity. According to three scenarios for the development of agriculture, the country's need for mineral fertilizers until 2030 is determined and a forecast of the balance of nutrients in agriculture in Russia for this period is made.

Key words: mineral fertilizers, soil fertility, yield, balance of nutrients, forecast.