

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ

© 2024 г. С. А. Шафран*

*Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия*

**E-mail: shafran38@mail.ru*

В работе рассмотрен вопрос научно обоснованного определения потребности в минеральных удобрениях для получения различного валового сбора зерна на ближайшую перспективу. В отличие от ранее разработанных принципов установления потребности в минеральных удобрениях изложен иной подход, который базируется на расчетах не в целом по стране, а по Федеральным округам, поскольку их природно-климатические условия весьма многообразны. Это позволило учесть вариабельность расчетных данных, влияющих на урожайность зерновых культур и эффективность применения под них минеральных удобрений. В первую очередь это относится к почвенному покрову и агрохимическим свойствам почв. Согласно полученным данным, урожайность озимой пшеницы, полученная без применения удобрений, менялась от 23.2 до 34.1 ц/га, а прибавка при внесении N60 — от 11.4 до 2.2 ц/га. Более весомый прирост урожая установлен при переходе почв по степени агрохимический окультуренности от низкой к повышенной и высокой. Урожайность озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве при этом возрастает в 5 раз и составляет 36.7 ц/га. Аналогичные данные получены и на других типах почв. Потребность в минеральных удобрениях для получения 145–150 млн т зерна оценена в 5.4 млн т, для 170–175 млн т — в 8.4 млн т.

Ключевые слова: агрохимические свойства почв, урожайность, эффективность удобрений, потребность в минеральных удобрениях.

DOI: 10.31857/S0002188124060012, **EDN:** CYGTRX

ВВЕДЕНИЕ

Согласно прогнозу социально-экономического развития РФ на период до 2030 г., намечено значительно увеличить объем производства зерна и довести его к 2030 г. до 145–150 млн т. Для этого необходимо получить среднюю урожайность зерновых культур в целом по стране 36–38 ц/га (табл. 1) [1]. При сложившихся благоприятно погодных условиях 2017 и 2022 гг. получены рекордные для России урожаи зерновых культур. Однако за последние 5 лет средняя урожайность зерновых культур составила только 120–125 млн т.

Россия является крупным производителем минеральных удобрений. Объем их производства к настоящему времени превышает 20 млн т, включая азотные, фосфорные и калийные удобрения, из которых ≈70% составляют экспортные поставки и только 30% идут на внутренний рынок, включая сырье для производства комплексных удобрений.

В последние годы ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова разработаны новые подходы к установлению доз минеральных удобрений под ведущие сельскохозяйственные культуры в основных

природно-климатических зонах страны, создана для этого нормативно-справочная база, которая принципиально отличается от ранее разработанной. Использование этой базы позволяет при составлении систем удобрения снизить затраты питательных элементов на формирование единицы урожая, повысить их окупаемость прибавкой урожая и снизить себестоимость получаемой продукции.

Наряду с составлением системы удобрения для сельскохозяйственных предприятий немаловажное значение подобные расчеты имеют и для органов управления сельскохозяйственным производством, начиная от административных районов, республиканских, краевых и областных и заканчивая страной в целом. Для разработки таких систем необходимы данные о состоянии почвенного покрова пахотных почв и их агрономических свойств. В нашем случае будет идти разговор о потребности в минеральных удобрениях под зерновые культуры в целом для Российской Федерации, полагая, что предлагаемый ВНИИА подход к определению потребности в минеральных удобрениях может оказать содействие органам управления сельским хозяйством и предприятиям, производящим

Таблица 1. Внесение минеральных удобрений на 1 га посевной площади в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации, кг/га

Показатель	Годы				
	2000	2010	2015	2020	2022
Доза на 1 га, кг всей посевной площади	19	38	42	49	56
Зерновые и зернобобовые культуры (без кукурузы)	20	41	45	41	43
Сахарная свекла	119	276	274	294	305
Овощебахчевые культуры	84	179	166	195	187
Картофель	155	263	328	326	392

минеральные удобрения, в рациональном их размещении по территории страны.

В связи с этим расчеты выполняли не в целом по стране, как было раньше, а по федеральным округам, поскольку их природно-климатические условия весьма многообразны.

Это позволило учесть в расчетах вариабельность исходных данных, влияющих на урожайность зерновых культур и на эффективность применения под них минеральных удобрений. В первую очередь это относится к почвенному покрову. Например, в Северо-Западном федеральном округе почти 100% занимают дерново-подзолистые почвы, которых в Центральном федеральном округе насчитывается только 39%, в то же время в этом регионе немалую долю занимают черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные (34%). В Южном федеральном округе распространены черноземы южные и карбонатные, а также каштановые почвы. Эти почвенные разновидности равномерно распределены по территории округа, занимая каждая примерно по 1/3 территории.

Наибольшим разнообразием отличается Приволжский федеральный округ, в котором распространены

практически все типы почв, исключая черноземы карбонатные. Среди этих разновидностей преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы (31%) и черноземы типичные и обыкновенные (22%). Черноземы южные и каштановые почвы составляют соответственно 9 и 11%.

Уральский федеральный округ также выделяется большим разнообразием почвенных разновидностей, в котором преобладают серые лесные (19%), черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные (78%). В Сибирском федеральном округе также доминируют серые лесные почвы (14%), черноземы выщелоченные (27%), черноземы обыкновенные (11%), черноземы южные (12%), а также каштановые почвы (5%). В Дальневосточном округе наиболее распространены бурые лесные почвы (табл. 2).

Агрохимические свойства пахотных почв также заметно различаются. Например, количество сильно- и среднекислых почв в Центральном федеральном округе составляло 25, в Северо-Западном — 21, в Приволжском — 15, в Уральском — 13, в Дальневосточном — 34% (табл. 3).

Таблица 2. Распределение площади пашни по основным типам почв в федеральных округах РФ

Федеральный округ	Типы почв, %							
	д.п.	с.л.	ч.в.	ч.т.	ч.об.	ч.юж.	ч.карб.	кашт.
Северо-Западный	96	—	—	—	—	—	—	—
Центральный	39	19	4	21	8	—	—	—
Южный	—	—	—	—	—	27	33	30
Северо-Кавказский	—	—	—	—	—	—	43	50
Приволжский	18	13	9	5	17	9	—	11
Уральский	2	19	48	1	29	—	—	—
Сибирский	4	14	27	—	11	12	—	5
Дальневосточный*	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. д.п. — дерново-подзолистые почвы, с.л. — серые лесные почвы, ч.в. — чернозем выщелоченный, ч.т. — чернозем типичный, ч.об. — чернозем обыкновенный, ч.юж. — чернозем южный, ч.карб. — чернозем карбонатный, кашт. — каштановые почвы.

* Преобладают бурые лесные, буро-подзолистые и луговые почвы с различной степенью оглеения.

Таблица 3. Распределение площади пашни по степени кислотности почв по состоянию на 1 января 2021 г.

Субъекты РФ, ФО	Обследованная площадь, тыс. га	Доля почв с pH, %						
		<4.0	4.1–4.5	4.6–5.0	5.1–5.5	5.6–6.0	>6.0	среднее
РФ	100 048	0	2	11	22	19	48	6.2
Центральный	18 238	0	3	22	38	21	15	5.5
Северо-Западный	1 921	1	5	15	26	25	28	5.8
Южный	13 511	0	0	1	2	4	93	6.9
Северо-Кавказский	4 969	0	0	1	1	1	9	6.9
Приволжский	30 171	0	3	12	20	18	47	6.1
Уральский	7 396	0	2	11	38	25	23	5.6
Сибирский	20 765	0	2	8	23	30	39	6.2
Дальневосточный	3 078	1	9	24	26	14	26	5.6

Таблица 4. Распределение площади пашни по группам обеспеченности подвижным фосфором на 1 января 2021 г.

Федеральный округ	Обследованная площадь, тыс. га	Доля почв с содержанием, %						
		градации обеспеченности						среднее
		1	2	3	4	5	6	
РФ	99 939	6	16	37	21	12	7	3
Центральный	18 242	2	11	35	25	18	9	4
Северо-Западный	1 927	2	7	20	20	31	19	3
Южный	13 490	6	16	43	21	9	5	3
Северо-Кавказский	4 967	10	25	47	12	4	2	3
Приволжский	30 170	7	17	41	19	11	6	3
Уральский	7 299	11	40	32	9	4	4	3
Сибирский	20 765	3	9	34	30	15	9	4
Дальневосточный	3 078	26	22	18	8	7	18	3

Содержание подвижного фосфора существенно варьировало между федеральными округами. В Центральном округе удельный вес почв с низким и средним содержанием P_2O_5 составлял 13, в Северо-Западном – 9, в Южном – 22, в Северо-Кавказском – 25%. Наибольший удельный вес таких почв отмечен в Уральском и Дальневосточном федеральном округах – 50% (табл. 4).

По содержанию подвижного калия выделяют ся округа, представляющие Нечерноземную зону. В Центральном округе доля почв с низкой обеспеченностью подвижным калием составила 18, в Северо-Западном – 29% (табл. 5).

О влиянии агрохимических свойств почв на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность применения под них минеральных удобрений красноречиво свидетельствуют данные, представленные в соответствующих нормативах [2], фрагмент которых для озимой пшеницы представлен в табл. 6.

Согласно этим данным, снижение степени кислотности дерново-подзолистых почв, повышение в них содержания минерального азота, подвижных форм фосфора и калия способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы без внесения удобрений от 7.3 до 36.7 ц/га, с применением азотных удобрений в дозе 90 кг/га – с 13.5 до 46.6 ц/га. При этом обращает внимание тот факт, что с повышением фосфатно-калийного уровня почв увеличивалась прибавка урожая от азотных удобрений на 4–5 ц/га.

Высокое влияние удобрений на урожайность зерновых культур подтверждается не только научными, но и данными сельскохозяйственного производства. Анализ применения минеральных удобрений в основных природно-климатических зонах в среднем за 2016–2020 гг. показал, что в Нечерноземной зоне дозы удобрений варьировались от 15 до 78 кг NPK/га, на черноземах европейской части – от 15 до 87 кг/га и на черноземах азиатской

Таблица 5. Распределение площади пашни по группам обеспеченности подвижным калием на 1 января 2021 г.

Федеральный округ	Обследованная площадь, тыс. га	Доля почв с содержанием, %						
		градации обеспеченности						среднее
		1	2	3	4	5	6	
РФ	99 939	1	7	18	27	27	20	4
Центральный	18 242	3	15	22	29	23	8	4
Северо-Западный	1 927	6	23	26	22	18	6	3
Южный	13 490	0	4	14	37	37	8	4
Северо-Кавказский	4 967	1	6	28	35	28	3	4
Приволжский	30 170	1	7	20	30	31	12	4
Уральский	7 299	0	3	10	19	26	42	5
Сибирский	20 765	1	5	11	16	20	47	5
Дальневосточный	3 078	1	5	25	32	27	11	4

части — 1–34 кг/га, а урожайность — соответственно от 14.6 до 45.2, от 21.3 до 54.3 и от 12.1 до 23.2 ц/га. Из приведенных данных следует, что на величину урожайности зерновых культур большое влияние оказывало внесение минеральных удобрений.

Вместе с тем немалый интерес представляют данные урожайности зерновых культур без внесения удобрений, которые получены путем вычитания прибавки от общей урожайности, которая получена при применении удобрений. По этой величине представилась возможность оценить уровень плодородия, позволяющий получить урожай без использования удобрений. Согласно полученным данным, в Пермском крае, Тверской, Костромской, Ивановской, Ярославской, Вологодской и Кировской обл. без внесения удобрений можно получить урожай зерновых культур <15 ц/га. Следует отметить, что в регионах, в которых также большой удельный вес занимают дерново-подзолистые почвы, в течение многих лет проводили работу по повышению плодородия почв. Это позволило перевести пахотные земли в более окультуренные, что способствовало получению более высоких урожаев по сравнению с вышеприведенными данными. Это относится к Московской, Ленинградской, Калининградской и Орловской обл., в которых без внесения удобрений можно получить почти в 3 раза больше урожая зерна, чем в приведенных областях.

В группе регионов европейской части страны, в которых доминируют черноземные почвы, также отмечена весьма существенная разница в урожайности без внесения удобрений. Наиболее высокий урожай зерновых культур можно получить в Краснодарском крае, который почти в 3 раза мог бы превысить сбор зерна в Самарской обл. Наблюдают немалые различия в урожайности зерновых культур даже в близлежащих друг к другу областях Центрального федерального округа. Например, в Белгородской и Курской обл. она составляет почти 40 ц/га, а в соседних Воронежской

и Тамбовской — соответственно 29.3 и 28.2 ц/га. В остальных регионах, входящих в эту группу, урожайность значительно меньше.

Используя данные агрохимической характеристики почв в федеральных округах и пользуясь нормативной информацией по влиянию агрохимических свойств различных почв на урожайность зерновых культур и эффективность применения под них минеральных удобрений, представляется возможность прогнозировать их продуктивность.

Порядок расчета приведен на примере с озимой пшеницей, возделываемой в Центральном федеральном округе. Согласно данным агрохимического обследования, пахотные почвы этого региона имеют следующую характеристику: средневзвешенный показатель рН 5.5 ед., содержание подвижных форм фосфора и калия представляет 4-ю группу обеспеченности, т.е. является повышенным. При таких агрохимических показателях нормативную урожайность озимой пшеницы без внесения удобрений оценивают в 25.7 ц/га (табл. 7).

Доля дерново-подзолистых почв в ЦФО занимает 39%. Перемножив эти величины получаем размер вклада дерново-подзолистых почв в получение общего урожая в данном регионе.

Аналогично рассчитывают также вклад других типов почв в формирование урожайности. Затем сложив полученные данные и разделив их на общую площадь, которую занимает озимая пшеница, определяется ее средняя урожайность в округе.

Аналогично проводят расчет эффективности применения азотных удобрений под озимую пшеницу. Для оценки суммарной урожайности устанавливают средневзвешенную величину прибавки урожайности при внесении N60 на всех представленных почвенных разновидностях данного округа. Размер этой прибавки, согласно нормативам, варьирует от 5.2 ц/га

Таблица 6. Урожайность озимой пшеницы и ее прибавка при внесении азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах, ц/га

Содержание в почве, мг/кг		pH ≤5.5			pH >5.5		
		Дозы азота, кг/га			Дозы азота, кг/га		
P ₂ O ₅	K ₂ O	0	60	90	0	60	90
Содержание минерального азота в почве ≤5 мг/кг							
≤50	≤80	7.3	6.0	6.2	8.1	7.5	7.6
	81–120	9.7	7.3	7.4	10.2	8.9	9.1
	>120	12.1	7.6	7.8	12.9	9.5	9.7
51–100	≤80	9.3	8.3	8.6	10.3	10.2	10.7
	81–120	11.2	9.5	9.8	12.4	11.8	12.2
	>120	13.6	9.9	10.2	15.1	12.3	12.7
>100	≤80	12.2	8.5	9.1	13.5	10.6	11.3
	81–120	14.1	9.7	10.3	15.7	12.0	12.9
	>120	16.5	10.1	10.8	18.4	12.5	13.4
Содержание минерального азота в почве 5.1–10.0 мг/кг							
≤50	≤80	10.2	5.5	5.6	11.3	6.8	6.9
	81–120	12.9	6.6	6.7	14.3	8.1	8.3
	>120	16.2	6.9	7.1	18.1	8.6	8.8
51–100	≤80	13.0	7.5	7.8	14.4	9.3	9.7
	81–120	15.7	8.6	8.9	17.4	10.7	11.1
	>120	19.1	9.0	9.3	21.2	11.2	11.5
>100	≤80	17.0	7.7	8.3	18.9	9.6	10.3
	81–120	19.7	8.8	9.4	21.9	10.9	11.7
	>120	23.1	9.2	9.8	25.7	11.4	12.2
Содержание минерального азота в почве >10.0 мг/кг							
≤50	≤80	14.6	4.4	4.5	16.2	15.5	5.6
	81–120	18.4	5.3	5.4	20.5	6.6	6.7
	>120	23.2	5.6	5.8	25.8	7.0	7.1
51–100	≤80	18.5	6.1	6.3	20.6	7.5	7.9
	81–120	22.5	7.0	7.2	24.9	8.7	9.0
	>120	27.2	7.3	7.5	30.3	9.0	9.3
>100	≤80	24.3	6.2	6.7	27.1	7.8	8.3
	81–120	28.2	7.1	7.6	31.3	8.8	9.5
	>120	33.0	7.5	7.9	36.7	9.2	9.9

Таблица 7. Урожайность сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольского края (среднее за 2016–2018 гг.), т/га [5]

Вариант	Сорт		
	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. pH 6.1–6.5 ед., содержание P₂O₅ – 20–25, K₂O – 220–270 мг/кг.

Таблица 8. Применение минеральных удобрений в среднем за 2018–2022 гг., кг/га

Федеральный округ	Хозяйства всех категорий							
	зерновые				кукуруза			
	сумма	азот	фосфор	калий	сумма	азот	фосфор	калий
РФ	39	27	8	4	80	48	18	14
Центральный	78	53	13	11	126	73	25	28
Северо-Западный	91	60	15	16	218	15	53	50
Южный	51	39	14	3	47	31	13	6
Северо-Кавказский	65	39	21	2	42	26	15	6
Приволжский	22	18	4	3	48	39	11	8
Уральский	19	14	2	1	67	45	11	3
Сибирский	12	10	3	1	118	25	9	4
Дальневосточный	11	10	3	1	110	80	34	24

на черноземах типичных и обыкновенных до 11.4 ц/га на дерново-подзолистых почвах (табл. 8).

Расчеты показали, что средневзвешенная урожайность озимой пшеницы без внесения удобрений составляет 25.2 ц/га, а прибавка урожайности при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг/га равна 8.4 ц/га, т.е. суммарная урожайность составит 33.6 ц/га.

Подобные расчеты были выполнены и для других зерновых культур и федеральных округов, которые показали, что при этом следует ожидать получения ≈ 132 млн т зерна, что соответствует действительности. Согласно статистическим данным, в последние 5 лет сбор зерновых культур составил 120–125 млн т зерна.

При расчете потребности в применении минеральных удобрений следует учитывать не только расход питательных веществ на формирование планируемой урожайности, но и предусматривать пополнение запасов элементов питания в почвах. В данном случае система применения удобрений должна обеспечивать полное возмещение выноса питательных веществ урожаями из почв, которые относятся к хорошоокультуренным по агрохимическим показателям, и превышать вынос из низкоокультуренных почв.

При этом следует также предусмотреть увеличение доз азотных удобрений для того, чтобы повысить урожайность зерновых культур и довести валовой сбор зерна до 145–150 млн т. Вместе с тем необходимо учесть, что в последнее время произошла значительная сортосмена. Выведены новые высокоурожайные сорта зерновых культур. Например, сорта озимой пшеницы МосНИИСХ дают возможность получить на высокоокультуренных дерново-подзолистых почвах при внесении под них N90–120 урожай 70–80 ц/га, а в отдельные годы сбор зерна достигал 100 ц/га [3, 4]. Аналогичные результаты были достигнуты на серых лесных [5] и черноземных почвах.

Например, в опытах, проведенных на типичных черноземах Курской обл. при близких погодных

и агрохимических условиях, урожайность озимой пшеницы сорта Мироновская 808, которая доминировала во второй половине прошлого столетия и современного сорта Льговская 4 составила соответственно при внесении N60P60K60 26.9 и 49.0 ц/га, прибавка при применении азотного удобрения составила 5.7 и 12.2 ц/га соответственно [6]. Аналогичные результаты были получены на выщелоченных черноземах Тамбовской обл., где внесли N90 под районированный сорт ячменя Саншайн на фоне P60K60 и получили урожайность 51.8 ц/га, где прибавка при применении азота составила 14.9 ц/га, тогда как от сортов более ранней селекции Дворан и Вальтицки только 3.6 и 3.1 ц/га соответственно [9]. Наглядным примером могут служить также опыты, проведенные на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, которые показали, что в среднем за 3 года исследования 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 N63P52 в зависимости от сорта на 5.2–5.6 т/га (табл. 9) [8].

Как было выше сказано, потребность в минеральных удобрениях формируется из 2-х составляющих, первая из которых — это определение потребности на планируемый урожай, исходя из нормативных данных, в которых отражено влияние комплекса агрохимических свойств различных почв на урожайность зерновых культур и на эффективность применения под них азотных, фосфорных и калийных удобрений. Одним из основополагающих показателей при определении потребности в удобрениях является величина урожайности сельскохозяйственных культур, которую можно получить без внесения удобрений. В практике сельскохозяйственного производства сложилось так,

Таблица 9. Нормативная урожайность зерновых культур на основных типах почв, ц/га

Тип почвы	Пшеница озимая	Пшеница яровая	Рож озимая	Ячмень	Овес	Кукуруза на зерно
Дерново-подзолистые почвы	25.7	21.8	19.6	33.3	18.7	—
Серые лесные почвы	25.9	21.6	18.2	37.9	—	—
Черноземы выщелоченные	30.9	28.3	—	31.1	—	36.8
Черноземы типичные и обыкновенные	23.2	39.5	—	29.1	—	43.2
Черноземы южные	47.1	39.5	—	29.1	—	—
Черноземы карбонатные	34.0	—	—	38.7	—	45.4
Каштановые почвы	25.0	38.7	—	25.7	—	—

что планируемая урожайность устанавливается, как правило, по ее средней величине, достигнутой за последние 3–5 лет в среднем в сельскохозяйственном предприятии. В результате на полях, различающихся по уровню плодородия, устанавливается одинаковая урожайность и, следовательно, дозы удобрений, что приводит к внесению необоснованно высоких доз удобрений в одних случаях, в других — недостаточных для получения намеченной урожайности. Это в итоге ведет к экономическим и экологическим издержкам.

Использование для этих целей нормативов ВНИИА позволяет избежать упомянутых недостатков и способствовать более рациональному использованию минеральных удобрений. Используя таким образом эти нормативы, была установлена нормативная урожайность основных зерновых культур в зависимости от типа почв и их агрохимических свойств в федеральных округах, которую можно получить без внесения удобрений (табл. 7). Урожайность озимой пшеницы варьировала между типами почв от 23.2 до 47.1, ячменя — от 29.1 до 38.7, кукурузы — от 36.8 до 45.4 ц/га. Располагая сведениями об удельном весе каждой культуры в структуре посевных площадей региона, рассчитывали средневзвешенный показатель. Например, в Центральном федеральном округе средняя урожайность зерновых культур составила 25.2 ц/га.

Аналогично определяли и средневзвешенную прибавку урожайности при внесении N60 под все возделываемые в регионе зерновые культуры. Для этого использовали данные, представленные в табл. 10.

Сложение нормативных величин урожайности зерновых культур, которые можно получить без внесения удобрений, и прибавки урожайности при внесении азотных удобрений составляет суммарную урожайность 31 ц/га, а валовой сбор зерна — 145–150 млн т. Наряду с азотными удобрениями следует учесть также и применение фосфорных и частично калийных удобрений, предполагая их внести в форме комплексных удобрений (аммофоса, диаммофоса и азофоски) в рядки при посеве. Причем их следует применить не только в тех округах, где их уже использовали (Центральный, Северо-Западный, Южный

и Северо-Кавказский), но и в Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах.

В связи с этим потребность в удобрениях должна быть рассчитана не только на получение урожая, но и на повышение плодородия почв. Это вызвано тем, что в настоящее время значительная часть пахотных почв нуждается в агрохимическом окультуривании, что вызывает необходимость определять потребность в минеральных удобрениях как на планируемый урожай, так и на повышение содержания питательных веществ в почве. В первую очередь это касается обеспеченности почв подвижными формами фосфора и — в Нечерноземной зоне — также калия.

Для быстрого окультуривания почв по содержанию подвижного фосфора лучше всего использовать фосфоритную муку, которая представляет собой тонкоизмельченный фосфорит. Ее можно применять на всех почвах, характеризующихся низким содержанием P_2O_5 и повышенной кислотностью.

В связи с этим данный агроприем следует использовать в федеральных округах, где распространены дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Сюда относятся Центральный, Северо-Западный, Приволжский, Уральский и Сибирский округа, в которых доля пашни с очень низким и низким содержанием фосфора занимает 13% в Центральном округе, 9 — в Северо-Западном, 24 — в Приволжском, 51 — в Уральском и 12% — в Сибирском. Для перевода таких почв в группу повышеннообеспеченных требуется внести соответственно 350 и 760 тыс. т P_2O_5 в форме фосфоритной муки.

В случае, когда поставлена задача все почвы с неудовлетворительной обеспеченностью подвижным фосфором перевести до уровня повышеннообеспеченных, необходимо внести также фосфоритную муку в почвы со средним содержанием P_2O_5 . Для этого требуется еще 950 тыс. т P_2O_5 в виде фосфоритной муки. Следовательно, в целом требуется 2071 тыс. т P_2O_5 в форме фосфоритной муки (табл. 11).

Известно, что одним из способов эффективного использования минеральных удобрений

Таблица 10. Нормативная прибавка урожайности при внесении N60 на различных почвах

Тип почвы	Нормативная прибавка урожайности, ц/га				
Дерново-подзолистые	11.4	7.5	7.3	8.0	9.7
Серые лесные	7.5	3.8	6.3	7.8	—
Черноземы выщелоченные	6.5	2.9	5.8	—	—
Черноземы типичные	5.2	2.9	3.5	—	—
Черноземы южные	5.2	2.9	3.5	—	—
Черноземы обыкновенные	6.7	2.9	0.7	—	—
Черноземы карбонатные	3.6	—	0.9	—	—
Каштановые	2.2	2.1	0.5	—	—

Таблица 11. Потребность в фосфоритной муке для агрохимического окультуривания почв

Федеральный округ	Площадь почв, подлежащих фосфоритованию, тыс. га		Потребность в фосфоритной муке, тыс. т	
	для получения 145—150 млн т	для получения 170—175 млн т	для получения 145—150 млн т	для получения 170—175 млн т
Центральный	641	2366	311	698
Северо-Западный	28	92	14	29
Приволжский	985	2667	508	886
Уральский	362	589	181	231
Сибирский	199	760	100	227
Всего	2215	6474	1114	2071

Таблица 12. Прибавка урожайности сельскохозяйственных культур при припосевном внесении удобрений, ц/га [11]

Культуры	Прибавка, ц/га	
	от фосфорных удобрений	от комплексных удобрений
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы		
Озимая пшеница, озимая рожь	2.7	6.5
Яровая пшеница, яровой ячмень, овес	1.5	2.3
Черноземы выщелоченные и оподзоленные		
Озимая пшеница	3.3	4.0
Озимая рожь	3.1	5.1
Яровая пшеница	1.5	2.3
Яровой ячмень, овес	1.6	4.9
Черноземы обыкновенные, южные, карбонатные		
Озимая пшеница	1.4	1.8
Яровая пшеница, яровой ячмень	2.5	4.0
Кукуруза на зерно	3.2	4.1
Каштановые почвы		
Яровая пшеница	2.2	3.0
Ячмень	1.8	3.1

является их припосевное внесение. Для этой цели можно использовать только гранулированные фосфорсодержащие удобрения. В настоящее время химическая промышленность выпускает аммофос, диаммофос и азофоску, тогда как несколько лет назад для сельского хозяйства выпускали еще

гранулированный простой и двойной суперфосфат. В связи с этим при изучении эффективного припосевного внесения удобрений наряду с вышеуказанными формами использовали обе формы суперфосфата. Результаты такого обобщения приведены в табл. 12 [7].

Таблица 13. Общая потребность зерновых культур в минеральных удобрениях на 2030 г., тыс. т

Федеральный округ	На получение 145–150 млн т	На получение 170–175 млн т
РФ	5395	8420
Центральный	1076	1972
Северо-Западный	44	79
Южный	833	1390
Северо-Кавказский	288	478
Приволжский	1699	2474
Уральский	485	637
Сибирский	925	1327
Дальневосточный	45	62

Таблица 14. Потребность зерновых культур в минеральных удобрениях в целом в Российской Федерации, млн т

Показатель	Удобрения			Всего
	азотные	фосфорные	калийные	
Применение в среднем за 2018–2022 гг.	2.2	0.7	0.5	3.4
Потребность на получение урожая 145–150 млн т	3.3	1.6	0.5	5.4
Потребность на получение урожая 170–175 млн т	4.4	3.0	1.0	8.4

Из приведенных данных следует, что внесение минеральных удобрений в рядки при посеве зерновых культур обеспечивает достаточно ощутимую прибавку урожайности на всех изученных типах почв. При этом наибольший эффект был получен при использовании комплексных удобрений. Прирост урожая зерновых культур при применении суперфосфата составил в среднем 2.3 ц/га, комплексных удобрений — 3.7 ц/га. Это дает основание планировать на всей посевной площади в качестве обязательного агроприема припосевное внесение комплексных удобрений.

В случае, где предусмотрено на всей посевной площади выращивания зерновых культур внесение комплексных удобрений в расчете N10P10K10, потребность в минеральных удобрениях составит в сумме 1427.2 тыс. т. Если увеличить дозу в 2 раза, для этого потребуется ≈ 3 млн т трехкомпонентных удобрений, из которых значительная часть приходится на Центральный, Южный и Приволжский федеральные округа.

Таким образом, общая потребность зерновых культур в минеральных удобрениях составляет для валового сбора зерна 120–125 млн т — 3.4 млн т, для 145–150 млн т — 5.4, для 170–175 млн т — 8.4 млн т (табл. 13, 14).

При этом обращает внимание тот факт, что при обосновании потребности в видах удобрений особое внимание было уделено увеличению доли фосфорных удобрений. Если в настоящее время применение фосфорных удобрений в 3 раза меньше по сравнению с азотными, то в ближайшей перспективе

потребность в фосфорсодержащих удобрениях должна возрасти в 3–4 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведенные данные еще раз убеждают в том, что добиться повышения урожайности зерновых культур можно только за счет увеличения применения минеральных удобрений. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных полевых опытов, проведенных в различных природно-климатических зонах страны, и планомерной научно обоснованной работы по повышению плодородия почв, которую проводили в годы интенсивной химизации. За этот период значительно снизилась кислотность почв, повысился их фосфатный и калийный потенциал, что позволило перевести низкоплодородные почвы в повышеноокультуренные, обеспечив тем самым их продукционную способность. Поэтому переход низкоокультуренных почв в высокоокультуренные содействовал приросту урожайности озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах в 5.0 раз, на серых лесных — в 4.6, на черноземах выщелоченных — в 3.8, на карбонатных — в 3.7 раза.

Кроме того, снижение кислотности и повышение содержания в почвах подвижных форм фосфора и калия оказывает положительное влияние на эффективность применения азотных удобрений. Все это отражено в нормативах, которые были положены в основу разработки методики определения потребности в минеральных удобрениях на ближайшую перспективу.

Сохранение достигнутого в последние годы уровня применения минеральных удобрений в 3.4 млн т позволит получать 125–130 млн т зерна в среднем за год. Доведение применения минеральных удобрений до 5.4 млн т даст возможность получить ежегодный валовой сбор зерна 145–150 млн т. При этом особое внимание будет уделено повышению фосфатного уровня почв и переводу площадей из низкообеспеченных подвижным фосфором в повышеннообеспеченные. Потребность в фосфорсодержащих удобрениях должна увеличиться в 3 раза, что составит 2.1 млн т.

При этом необходимо учитывать, что приросту урожайности будет способствовать также внедрение в производство новых сортов зерновых культур, которые лучше отзываются на уровень плодородия почв и минеральные удобрения по сравнению с ранее районированными сортами. Для получения валового сбора зерна 170–175 млн т требуется дальнейшее увеличение применения региональных удобрений под зерновые культуры. Для получения намеченного сбора зерна необходимо увеличение средней урожайности в стране до 36–37 ц/га, тогда как в настоящее время она составляет 26–27 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сычев В.Н., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // *Агрохимия*. 2020. № 6. С. 3–13.
2. Региональные нормативы окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая зерновых культур. М.: ВНИИА, 2016. 115 с.
3. Сандухадзе Б.И. Факторы урожайности озимой пшеницы в условиях Нечерноземья // *Плодородие*. 2021. № 4. С. 66–70.
4. 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.: МОСНИИСК "Немчиновка", 2011. 40 с.
5. Политыко П.М., Киселев Е.Ф., Долгих А.В. Воздействие удобрений и защиты растений на качество зерна интенсивных сортов озимой пшеницы // *Пробл. агрохим. и экол.* 2016. № 1. С. 10–17.
6. Пироженко В.В. Эффективность применения азотных удобрений под сорта озимой пшеницы различных периодов селекции // *Плодородие*. 2018. № 4. С. 24–25.
7. Бабунов А.Б. Сравнение эффективности применения минеральных удобрений на сортах ярового ячменя разных периодов селекции // *Плодородие*. 2017. № 4. С. 22–24.
8. 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.
9. Шафран С.А. Ассортимент минеральных удобрений и экономическая эффективность их применения. М.: ВНИИА, 2020. 226 с.

Scientific Substantiation of Determination of Mineral Fertilizer Needs of the Russian Federation

S. A. Shafran[#]

*D. N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry,
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127550, Russia*

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

The paper considers the issue of scientifically based determination of the need for mineral fertilizers to obtain various gross grain harvest in the near future. In contrast to the previously developed principles for determining the need for mineral fertilizers, a different approach is outlined, which is based on calculations not for the whole country, but for Federal Districts, since their natural and climatic conditions are very diverse. This made it possible to take into account the variability of the calculated data affecting the yield of grain crops and the effectiveness of the use of mineral fertilizers for them. First of all, this applies to the soil cover and agrochemical properties of soils. According to the data obtained, the yield of winter wheat obtained without the use of fertilizers varied from 23.2 to 34.1 c/ha, and the increase in N60 was from 11.4 to 2.2 c/ha. A more significant increase in yield was established during the transition of soils according to the degree of agrochemical cultivation from low to increased to high. The yield of winter wheat on sod-podzolic soil increases 5 times and amounts to 36.7 kg/ha. Similar data were obtained on other types of soils. The need for mineral fertilizers to produce 145–150 million tons of grain is estimated at 5.4 million tons, for 170–175 million tons – at 8.4 million tons.

Keywords: agrochemical properties of soils, yield, fertilizer efficiency, the need for mineral fertilizers.