

**СОСТОЯНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**И.А. Шильников, д.с.-х.н., В.Г. Сычёв, акад. РАСХН, Н.И. Аканова, д.б.н., ВНИИА**

*Представлены результаты анализа динамики реакции почвенной среды пахотных почв и обобщения результатов многолетних опытов по эффективности химической мелиорации. Обсуждены вопросы применения отходов промышленности в качестве кальцийсодержащих удобрений.*

*Ключевые слова: химическая мелиорация почв, отходы промышленности, кислотность почвы, фосфогипс.*

Плодородие почв в Российской Федерации из-за крайне низкого уровня применения удобрений снижается. В страну завозится из-за рубежа около 60% продовольствия сомнительного качества, на закупку которого затрачивается 42 млрд. долл. Решение продовольственной безопасности страны во многом связано с созданием в пахотном слое почвы оптимальных реакций среды и содержания питательных элементов, которые могут быть важным источником повышения продуктивности земледелия и улучшения экологической обстановки.

Приёмы химической мелиорации – известкование, гипсование и фосфоритование – длительное время повышают плодородие почв и имеют большое природоохранное значение. Необходимость их применения в отечественном земледелии обусловлена наличием обширных площадей почв, нуждающихся в оптимизации реакции среды, состава поглощенных катионов и содержания подвижных соединений фосфора, магния и серы. Так, площадь почв с избыточной кислотностью составляет более 35 млн га, солонцов и солонцеватых почв на территории России около 31 млн га, пахотных почв с очень низким и низким содержанием подвижного фосфора 35 млн га, или 26%.

При огромных площадях почв, нуждающихся в химической мелиорации, гипсование солонцов и фосфоритование почв полностью прекращено, а известкование проводят на крайне низком уровне (250-300 тыс.га в год при необходимых 5-6 млн га).

Агрономическая эффективность гипсования почв установлена в прошлом столетии и достаточно широко апробирована в полевых опытах. По данным И.Н. Антипова-Каратаева, с внесением гипса урожайности корней сахарной свёклы возрастала на 30-60 ц/га при увеличении сахаристости с 15 до 19%, урожайность семян льна – на 5-8, озимой пшеницы на 3-8, ячменя на 3-4, капусты на 55 ц/га [1].

Академик А.Ф. Ферсман писал: «Фосфор – элемент жизни и мысли, он будет нужен человечеству всегда, это необходимо иметь в виду как сегодня, так и особенно в будущем».

60% пахотных почв страны остро нуждаются в улучшении фосфатного состояния, а на четверти пашни содержание в почве подвижного фосфора низкое и очень низкое. По этому показателю Россия резко уступает развитым странам мира.

В Российской Федерации запасы апатитов практически исчерпаны, а новых залежей не найдено. Решить проблему фосфора в земледелии можно только используя фосфориты, которые при достаточно тонком помоле по эффективности близки к суперфосфату. Ослабить дефицит фосфора можно, применяя отходы промышленности, содержащие этот питательный элемент. К последним относятся многие известковые материалы, используемые в качестве химических мелиорантов: некоторые виды металлургических шлаков и зол, дефекат, конверсионный карбонат кальция, фосфогипс и др.

Основные минерально-сырьевые ресурсы фосфоритов расположены на территории европейской части России (на северо-западе – Прибалтийско-Ладужский, в центре – Волжский, западнее – Днепровско-Донецкий фосфоритоносный бассейн). Запасы фосфоритов сосредоточены также в Ураль-

ском, Алтае-Саянском, Тунгуско-Вилуйском, Окино-Хубсугульском (Западная и Восточная Сибирь) и Удско-Шантарском (Дальний Восток) бассейнах. Балансовые запасы руды, фосфоритов по категориям А+В+С, которые пригодны для производства фосфоритной муки в России, составляют 4240 млн т и расположены главным образом в зоне, где проявляется ее наибольшая эффективность [2].

Применение фосфоритной муки в условиях известкования длительное время (на основании данных вегетационных опытов) сдерживалось из-за опасений отрицательного действия на ее эффективность  $\text{CaCO}_3$  и нейтрализации кислотности, являющейся одним из основных факторов перехода труднорастворимых фосфатов кальция в доступное для растений состояние. Однако, длительные полевые опыты показали, что вследствие сохраняющейся в произвесткованных почвах очаговой кислотности ее действие на улучшение фосфатного режима и продуктивность растений не снижается. Впервые это доказал проф. В.Н. Прокошев на основании результатов проведенного в течение 25 лет длительного полевого опыта на супесчаной почве Соликамской опытной станции. По результатам опыта (табл. 1) эффективность фосфоритной муки при известковании изменялась незначительно [3].

**1. Средняя ежегодная прибавка урожайности от суперфосфата и фосфоритной муки за 3 ротации севооборота (ц/га, к. е.)**

Вариант опыта	Прибавка		Прибавка от Рф, в % к прибавке от Рс
	от Рс	от Рф	
Без извести	6,4	6,9	108
С известью	7,1	6,8	92
С известью и навозом	4,4	3,4	78

В других полевых опытах меньшей длительности был получен в основном аналогичный результат: действие на продуктивность растений фосфоритной муки было идентично суперфосфату или слабее, но не более чем на 20%.

В длительном полевом опыте, проведенном на ЦОС ВИ-УА, эффективность суперфосфата и фосфоритной муки была равновесна как на кислой почве, так и в условиях известкования (11,2 т/га  $\text{CaCO}_3$ ). Фосфоритная мука на почве с рН 4,3 повышала урожайность озимой пшеницы на 6,8 ц/га, а ячменя – на 9,0 ц/га. При сочетании с известкованием прибавки урожая почти удваивались, средний урожай озимой пшеницы достигал 46,1 ц/га, а ячменя – 40,2 ц/га (табл. 2).

В условиях производства включение фосфоритования в сочетании с известкованием в систему комплексного агрохимического окультуривания полей (КАХОП) повысило продуктивность зерновых во Владимирской области и Суздальском районе, соответственно, на 8,6-11,4 и 10,2-13,4 ц/га (табл. 3). Оценка эффективности КАХОП показала, что по отдельным хозяйствам окупаемость 1кг НРК сельскохозяйственной продукцией достигала 5,6-6,1 кг. Наибольшая окупаемость получена на серых лесных почвах, наименьшая – на дерново-подзолистых супесчаных. КАХОП характеризуется стабильным и продолжительным последствием. При соблюдении всех технологических и агрохимических требований все затраты на КАХОП окупались на 2-3-ий годы [4].

**2. Урожай зерновых культур под влиянием известкования и фосфорирования (за 5 ротаций севооборота, ц/га з.ед., полевой опыт ВНИИА)**

Вариант опыта	Озимая пшеница		Ячмень	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка
НК – фон	36,2	–	20,6	–
Фон + Рф	43,0	6,8	29,6	9,0
Фон + Рс	40,5	4,3	32,4	11,8
Фон + CaCO <sub>3</sub> , 1,5г.к.	42,1	5,9	30,3	9,7
Фон+CaCO <sub>3</sub> , 1,5г.к.+Рф	46,1	9,9	40,2	19,6
Фон+CaCO <sub>3</sub> , 1,5г.к.+Рс	46,2	10,0	39,2	18,6

**3. Влияние окультуривания полей на продуктивность зерновых культур на серых лесных почвах (Суздальский район, Владимирская обл.; Барнинова, 2000)**

Срок действия КАХОП	Средняя урожайность, ц/га		Прибавка урожая от КАХОП, ц/га	
	по области	по району	средняя по области	по району
До КАХОП	10,2	14,9	–	–
При КАХОП	16,2	26,6	6,0	11,7
Последствие КАХОП:				
3-ий год	15,9	27,3	5,7	12,4
5-ый год	17,1	28,3	6,9	13,4
8-ой год	16,5	25,1	6,3	10,2

КАХОП обладает длительным стабильным действием на свойства почв, которое проявляется в оптимизации реакции среды и повышении фосфатного уровня даже через 11 лет (табл. 4). Следствием этого являются не только рост урожайности, но и улучшение качества продукции.

**4. Изменение агрохимических свойств почв в последствии КАХОП**

Почва	pH	гумус	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Серая лесная среднесуглинистая	5,1/5,5	2,91/2,87	107/280	90/277
Дерново-подзолистая среднесуглинистая	4,9/5,3	2,1/2,1	113/233	67/159

*Примечание.* В числителе – до КАХОП в знаменателе - на 11-й год после КАХОП.

Известкование является важнейшим фактором урожайности, за ротацию 6-8-польного севооборота 1 т CaCO<sub>3</sub> обеспечивает прибавки урожайности сельскохозяйственных культур 6-8 ц/га з. е. Оно снижает в 2-3 раза отрицательное действие засухи на продуктивность растений.

Многообразно значение известкования как природоохранного мероприятия, которое проявляется в сохранении положительного баланса кальция и магния в корнеобитаемом слое почвы; повышении эффективности минеральных удобрений на 30-40%; снижении в 4-10 раз подвижности в почве тяжелых металлов и радионуклидов и накоплении их в растениях; повышении общей биологической активности почвы, улучшении ее физико-механических свойств.

В последние годы выявлена новая зона рисосеяния, где целесообразно применение химических мелиорантов. Использование почвы под рис связано с длительным её затоплением в течение 4-5 мес. В результате изменения окислительно-восстановительного режима меняется направленность биологических, химических и физико-химических процессов. Частное следствие этого – высокая агрономическая эффективность кальцийсодержащих соединений и большие потери кальция из почвы.

В полевом опыте Н.М. Кремзина [5] прибавка урожая риса при внесении фосфогипса на солонцевой почве составила 5,2 – 7,0 ц/га (табл. 5), а среднегодовые потери Са из почвы – 525 – 750 кг/га.

**5. Влияние фосфогипса на урожай риса и средние потери Са из солонцевой почвы (Кремзин, 1990)**

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка от фосфогипса	Среднегодовые потери Са, кг/га
Без удобрений	34,6	–	525–750
Фосфогипс	39,8	5,2	
N <sub>180</sub> K <sub>90</sub>	48,0	–	
N <sub>180</sub> K <sub>90</sub> +фосфогипс	55,0	7,0	

В многолетних исследованиях в полевом опыте Краснодарского НИИСХ на лугово-черноземной почве при внесении известняковой муки урожайность риса повысилась на 3,2-8,2 ц/га, а при внесении гашеной извести прибавка урожая достигала 18,6 ц/га (табл. 6). Среднегодовые потери кальция в пересчете на CaCO<sub>3</sub> (т/га) были близки к 1 т CaCO<sub>3</sub> [6].

**6. Влияние известковых материалов на продуктивность риса**

Вариант опыта (доза СаО, т/га)	Урожайность	Прибавка	Среднегодовые потери Са из почвы, т/га	
				ц/га
Контроль	52,4	–	0,5 СаО или 0,9 СаСО <sub>3</sub>	
Известняк	0,5	52,0		–
	1,0	55,8		3,4
	1,5	60,6		8,2
Гашеная известь	0,5	59,4		7,0
	1,0	70,0		17,6
	1,5	71,0	18,6	

По результатам исследований столь высокая эффективность химических мелиорантов связана с улучшением кальциевого, азотного и фосфорного питания растений.

Полученные, пока еще малочисленные, данные показывают, что для зоны рисосеяния в условиях специфической технологии выращивания риса требуются разработка баланса кальция, определение доз и периодичности внесения различных форм известковых удобрений.

В современных условиях, когда затраты на известкование 1 га пылевидной известняковой мукой могут достигать 10 тыс. руб., высокая стоимость этого мероприятия служит главной причиной ничтожно низких темпов химической мелиорации кислых почв. Применение местных известковых материалов из пород низкой твердости (менее 20 МПа) или рыхлых, не требующих помола, а также известьсодержащих отходов промышленности позволяет в 1,5-2,0 раза снизить затраты на химическую мелиорацию кислых почв.

Среди известьсодержащих отходов имеется ряд форм, исследованных достаточно широко: сланцевая зола, дефекакт и цементная пыль. Их высокая эффективность и экологическая безопасность многократно подтверждены [7, 8, 9, 10]. В то же время отличающиеся наибольшим количеством ценных компонентов металлургические шлаки исследованы меньше, хотя их запасы составляют сотни миллионов тонн и ежегодно увеличиваются на 2 млн т, вывезенных в отвалы.

Металлургические шлаки, являясь силикатной формой известкового удобрения, содержат комплекс необходимых для растений питательных макро- и микроэлементов, что усиливает их положительное влияние на урожай растений. Результаты длительного полевого опыта ВНИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова (ВИУА) показали, что в течение 30 лет положительное действие металлургического шлака на урожай сельскохозяйственных культур было выше, чем известняковой муки (табл. 7).

Важной характеристикой, определяющей эффективность агротехнического приема, является окупаемость затраченных средств сельскохозяйственной продукцией. Окупаемость 1 т активнейшего вещества металлургического шлака составила 1,45 т, а известняковой муки – 1,01 т з. е.

Засоленные и солонцевые почвы занимают до 13% площади сельскохозяйственных угодий РФ. Наибольшее количество их выявлено в Южном ФО, солонцевые почвы широко распространены в Западной Сибири и на Урале (рис. 1). В настоящее время работы по улучшению солонцевых почв практически прекращены. Ежегодные объемы гипсования состав-

ляют не более 0,4 тыс. га. Мелиорация солонцовых земель – важный резерв увеличения производства зерна и кормов. В настоящее время основным химическим мелиорантом солонцовых почв является фосфогипс – побочный продукт производства фосфорных удобрений (на 1 т удобрений получают 4 т фосфогипса). Применение фосфогипса – высоко эффективный и экологически безопасный прием химической мелиорации, который служит источником увеличения содержания в почве серы, кальция и фосфора. Отмечено также его положительное влияние на качественный состав гумуса.

Наряду с оптимизацией катионного состава в почвенном поглощающем комплексе применение фосфогипса на солонцах в дозах 5-8 т/га повышает содержание подвижного фосфора в почве и обеспечивает питание растений не менее трех лет. Также установлено положительное влияние фосфогипса на азотный режим почвы и улучшение фитосанитарного состояния посевов.

В земледелии Российской Федерации усиливается недостаток для растений серы в почве. Этот процесс связан, в первую очередь, с активным выносом серы с урожаями сельскохозяйственных культур (20-50 кг/га в год) и миграцией из корнеобитаемого слоя почвы с инфильтрационными водами (20-40 кг/га). По содержанию подвижной серы в почвах страны на 01.01.2004 г. из обследованных земель 54,7% имеют низкое содержание серы, 34,6% – среднее. Следовательно, 89,3% почв нуждаются в улучшении их состояния по содержанию этого важнейшего питательного элемента. По данным исследований на реперных участках, в восьми экономических регионах содержание подвижной серы в почве уменьшилось до низкого значения. Средневзвешенное содержание серы в почвах страны снизилось до 6,3-6,4 мг/га [11].

#### 7. Продуктивность севооборота в зависимости от форм известковых удобрений, ц/га з. с.

Вариант опыта	1968-1976 гг.		1977-1983 гг.		1984-1990 гг.		1991-1998 гг.	
	средняя урожайность	при бавка						
Без известки	44,4	-	30,0	-	37,4	-	30,9	-
Известняковая мука	44,2	-	36,0	6,0	40,1	2,7	33,8	2,9
Металлургический шлак	45,6	1,2	37,9	7,9	41,5	4,1	36,0	5,1

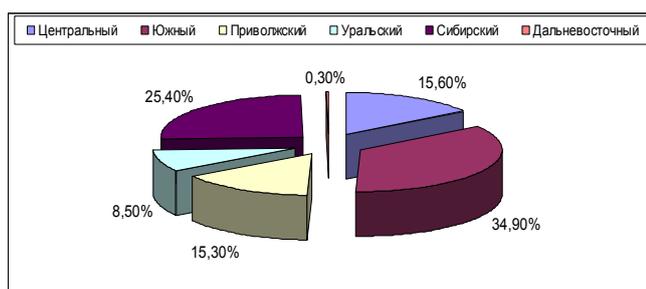


Рис. 1. Доля засоленных почв в Федеральных округах (% от общей обследованной площади пашни, 2011 г.)

Установлено положительное влияние гипса и фосфогипса, как источника улучшения серного и кальциевого питания растений, на продуктивность сельскохозяйственных культур. При исследовании эффективности фосфогипса в Нечерноземной зоне еще в довоенные годы (1925-1935) было выявлено его высокое положительное действие на урожай клеверов. По обобщенным данным, внесение гипса в дозе 2,7-4,5 ц/га повышало урожай сена клевера в среднем на 35%, а урожай семян до 1,5 ц/га. По сравнению с гипсом фосфогипс более эффективен. В более поздних исследованиях в полевых опытах Белорусского НИИ земледелия в 1965-1970 гг. применение фосфогипса в дозе 3 ц/га повысило урожайность капусты на 67 ц/га, картофеля – на 29, ячменя – на 1,9, сена клевера – на 7,3 ц/га. В серии других полевых опытов получены прибавки урожая:

озимой пшеницы – 2,4 ц/га, ячменя – 2,3, картофеля – 27, сена клевера – 9,2 ц/га. На опытном поле в среднем за 2 года прибавка урожая корней кормовой брюквы составила 47 ц/га, сена клевера – 19 ц/га. Исследования З.М. Шугли показали, что вместе с повышением урожайности сельскохозяйственных культур при внесении фосфогипса улучшается качество продукции: содержание сырого белка в сене клевера возросло с 13,2 до 15%, белка в зерне ячменя – с 11,0 до 11,8%. Фосфогипс положительно влиял на урожай клубней картофеля и сбор крахмала, который возрос с 42,1 до 51,5 ц/га [12].

По данным полевых опытов, обобщенным А.Н. Аристарховым [11], на почвах с недостаточным уровнем серы от внесения содержащих ее удобрений увеличение урожая сельскохозяйственных культур составляет: зерна зерновых и зернобобовых – 1,3-2,2 ц/га, корнеплодов сахарной свеклы – 25-50, соломки льна – 1,9-3,2, льносемян – 0,7-1,1, сена клевера – 5,9-6,0, семян клевера – 0,5-0,7, сена люцерны – 9,1-17,3 ц/га. Высокая эффективность применения серных удобрений при возделывании пшеницы в США, Канаде, Австралии.

Недостаток обычного фосфогипса – высокая его кислотность, которая по аналогии с простым суперфосфатом может негативно влиять на реакцию среды в почве и увеличивать накопление в растениях тяжелых элементов и радионуклидов [12]. Этот недостаток был устранен при производстве ОАО «ЕвроХим-БМУ» фосфогипса нейтрализованного, который менее токсичен и по степени воздействия на организм человека относится к 4-му классу опасности (вещество малоопасное).

Особенность фосфогипса нейтрализованного состоит в том, что при складировании его нейтрализуют известкосодежащими добавками в транспортируемую в шлаконакопитель суспензию. Нейтрализованный фосфогипс имеет рН<sub>водн.</sub> 7-8 в отличие от обычного фосфогипса, выходящего из цеха с рН 2,6-3,0. Поэтому фосфогипс нейтрализованный целесообразно вносить в соотношении 1:1 с известняковой мукой в малых дозах (0,5-1,0 т/га) смеси под культивацию на кислых почвах для создания оптимальной реакции среды и содержания доступного кальция в зоне прорастания семян при прохождении растениями ранних фаз роста и развития. Это связано с наибольшей токсичностью избыточной кислотности, особенно с высоким содержанием активного алюминия в почве именно в этот период. Так как сульфат кальция более растворим по сравнению с карбонатом, токсичность алюминия в корневой зоне будет быстрее нейтрализована.

Содержание химических элементов – микроэлементов в фосфогипсе нейтрализованном, выполняющих многоплановую роль в жизни растений и характеризующихся тесной корреляцией их применения с продуктивностью сельскохозяйственных культур, представлено в таблице 8, что в полной мере позволяет квалифицировать фосфогипс, как комплексное минеральное удобрение. Особенно актуально это в настоящее время, так как объемы производства микроудобрений недостаточны, поставки обеспечивают применение лишь на 11,5% площади посевов, нуждающихся в микроудобрениях.

#### 8. Химический состав фосфогипса нейтрализованного, % на воздушно-сухую пробу

Оксид, химический элемент	Содержание, %	Химический элемент	Содержание, %
MgO	0,025	Cr	<0,001
SiO <sub>2</sub>	0,98	Mn	0,001
P общ. (по P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	2,00	Ni	0,0002
S общ.	21,5	Cu	0,0008
K <sub>2</sub> O	<0,001	Zn	0,0003
CaO	37,12	Y	0,0014
TiO <sub>2</sub>	0,007	Zr	0,0075
V	<0,001	La	0,02
		Ce	0,046

Фосфогипс нейтрализованный обладает хорошими физико-механическими свойствами (не слеживается, сыпуч, не гигроскопичен), позволяющими использовать его по технологии хранения, транспортирования и внесения слабопылящих

химических мелиорантов. При внесении 1 т фосфогипса на 1 га в почву поступает до 35 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в усвояемой форме, что в значительной степени возмещает затраты сельского хозяйства на транспортирование и внесение фосфогипса.

В настоящее время вся технологическая система известкования разрушена. За последние 20 лет уровень поставок известковых удобрений и ежегодной химической мелиорации кислых почв сократился в 50-100 раз. Вследствие этого идет процесс изменения среды в почве при ежегодном снижении рН на 0,02-0,03. В последнее время выявлены кислые почвы в регионах, где их раньше не было (Саратовская область, Краснодарский край).

Имеющаяся информация доказывает, что фосфогипс обычный и фосфогипс нейтрализованный в частности могут найти применение как фактор повышения урожайности на дерново-подзолистых, серых лесных почвах и черноземах на площади около 50 млн га. При этом имеются большие возможности для улучшения его свойств как удобрения путём дополнительного введения в состав питательных элементов.

В земледелии Российской Федерации, вследствие крайне низких масштабов известкования (в среднем 250-350 тыс.га ежегодно, что составляет 5-7% от оптимальной потребности), сложился резко отрицательный баланс кальция (рис.2). По нашим расчетам к 2020 г. площадь кислых пахотных почв увеличится в 1,5-1,6 раза и достигнет 58,4 млн га; причем более чем в 2,5 раза возрастет площадь пахотных почв с рН 5,0 и менее, которые нуждаются в первоочередном известковании (табл. 9). Следовательно, при такой перспективе ежегодный недобор урожая сельскохозяйственных культур на почвах с кислой реакцией среды будет составлять 24-27 млн т в пересчете на зерно. При этом резко снизится качество урожая за счет накопления в продукции токсичных веществ и уменьшения полезных компонентов (белка, сахаров, минеральных веществ и др.) [14].

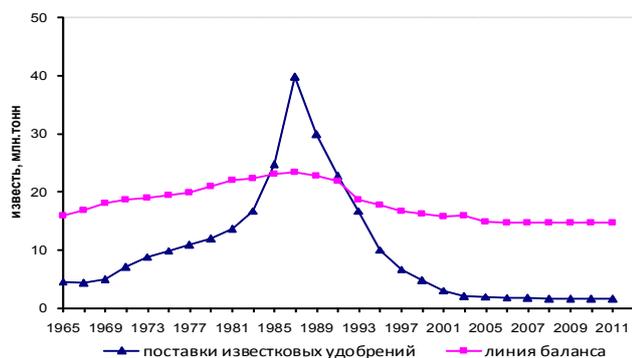


Рис.2. Баланс кальция в земледелии Российской Федерации

#### 9. Динамика кислотности пахотных почв в зоне известкования Российской Федерации

рН почвы	Исходный – 2003 г.		2010 г.		2020 г. (прогноз)	
	млн га	%	млн га	%	млн га	%
5,6–6,0	24,0	40,9	7,2	12,3	2,9	4,9
5,1–5,5	22,3	38,2	29,9	51,2	23,5	40,2
4,6–5,0	9,4	16,2	17,0	29,2	24,7	42,3
4,5 и менее	2,7	4,6	4,3	7,3	7,3	12,6
Всего	58,4	100	58,4	100	58,4	100
В том числе:						
рН 5,5 и менее	34,8	59,2	51,2	87,7	55,5	95,1
5,0 и менее	12,3	20,9	21,3	36,4	32,0	54,8
4,5 и менее	2,7	4,6	4,3	7,3	7,3	12,6

Определение потребности в химических мелиорантах в условиях рыночной экономики осложнено отсутствием финансовых и материальных возможностей как производителя, так и потребителя. Минимальную необходимость проведения гипсования солонцовых почв можно ориентировочно оценить

в 300-400 тыс. га в год. НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны определил количество фосфоритной муки для первоочередного фосфоритования в 1,5 млн т в пересчёте на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ежегодно в течение 5 лет.

Анализ результатов многолетних лизиметрических и полевых опытов показал, что средние годовые потери кальция из почвы не менее 350-450 кг/га в пересчёте на CaCO<sub>3</sub>. Практика известкования почв подтвердила это. Если в производственных условиях среднее количество применения известняковой муки в год не превышало 500 кг/га, площади кислых почв в данном регионе оставались неизменными. Расчёты показывают, что для компенсации потерь оснований из почвы и поддержания существующего уровня реакции среды необходимо внести 30 млн т известковых материалов и 10 млн т для устранения избыточной кислотности.

В Нечерноземной зоне более 6 млн га почв легкого гранулометрического состава: песчаных и супесчаных, которые, как правило, имеют низкое содержание доступного для растений магния. Баланс магния и кальция в земледелии резко отрицательный. Среднегодовые потери этого элемента из почвы вследствие вымывания с инфильтрационными водами и выноса урожаями растений в среднем соответствуют потере 1 мг магния на 100 г почвы, или 30 кг/кг. Никакие магниевые удобрения для компенсации этих потерь в стране не производятся. Проблему оптимизации содержания магния в почве можно решить только при широком применении магниесодержащих известковых удобрений (доломитовой, доломитизированной, магниальной муки и некоторых известьесодержащих отходов промышленности). Эффективность магния по данным 76 полевых опытов Польши на супесчаных и песчаных почвах была очень высокой: прибавка урожая зерновых превышала 1т/га, особенно в сочетании с кальцием (табл. 10). Эти данные показывают, что ежегодные потери земледелия страны, если не отрегулировать магниевый режим в почвах, могут достигать 5-6 млн т в пересчете на зерно [15].

#### 10. Урожай зерновых, % (т/га), под влиянием Mg, по данным 76 полевых опытов (Польша, Малинска, 1984)

Вариант опыта	Прямое действие	Последействие	
	рожь	овес	рожь
NPK	100 (1,64)	100 (1,33)	100 (1,32)
NPK+Mg	162 (2,62)	192 (2,55)	166 (2,19)
NPK+Mg+Ca	177 (2,90)	241 (3,13)	189 (2,49)

Расчёты подтверждаются результатами, полученными на практике. Так, опытное хозяйство ВИУА «Волна революции», расположенное в Новозыбковском районе Брянской области на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах, никак не могло достичь урожайности зерновых 20 ц/га. После того как все поля произвестковали доломитовой мукой средняя урожайность зерновых составил 35 ц/га, а картофеля на площади 300 га - 35 т/га.

Известно, что в Беларуси большое количество почв легкого гранулометрического состава. После широкого применения доломитовой муки, доведения средневзвешенного показателя рН до 5,7, в 2012 г. урожайность зерновых колосовых в республике составила 37 ц/га, а кукурузы на зерно – 45 ц/га. Общее производство зерна - 1,15 т на человека. Проблема магния и оптимальной реакции почвы в Беларуси решена.

Во всех рекомендациях по химизации земледелия отмечено, что на кислых почвах эффективность минеральных удобрений снижается на 30-40%, а известкование за счёт лучшего использования азота почвы и удобрений позволяет на 10-20% без ущерба снижать дозы азотных и фосфорных удобрений.

Известкование и фосфоритование оказывают комплексное положительное влияние на качество растительной продукции. Без проведения этих мероприятий нельзя получать высококачественную диетическую продукцию, особенно для детского питания.

Присоединение России к ВТО, когда наш биоклиматический потенциал в 2-3 раза ниже, чем в Европе и США, а конкуренты на мировом агропродовольственном рынке находятся в значительно более выгодных условиях ведения сельско-

хозяйственного производства [16], делает еще более необходимым проведение химической мелиорации почв. Без создания оптимальных уровней реакции среды в почве, состава поглощенных катионов, подвижных форм фосфора и серы невозможно внедрение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и в целом решения проблем продовольственной безопасности страны. При этом следует помнить, что химическая мелиорация почв – не только важнейший фактор повышения урожайности, но и природоохранное мероприятие.

#### Литература

1. Антипов-Каратаев И.Н. Гипс и гипсование солонцов. В кн. Справочник по минеральным удобрениям. - М., 1960. - С. 233-241.
2. Войтович Н.В., Сушеница Б.А., Капранов В.Н. Фосфориты России и ближнего зарубежья. - М., 2005. - 445 с.
3. Прокошев В.Н., Носонова К.П. Фосфорные удобрения в длительном полевом опыте. В кн. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. - М., 1968. - Вып. 3. - С.9-15.
4. Баринова К.Е. Влияние длительного последствия окультуривания почв в Нечерноземной зоне на их плодородие, урожайность сельскохозяйственных культур и его природоохранная оценка. // Автореф. канд. дисс., - М., 2000. - 26 с.
5. Кремзин Н.М. Удобрение и химическая мелиорация почв Кубани, используемых под рис // Автореф. канд. дисс. - М., 1990. - 23 с.
6. Паращенко В.Н. Продуктивность и минеральное питание риса при внесении в почву различных соединений кальция // Автореф. канд. дисс. - М., 1986. - 17 с.
7. Турбас Э.М., Хийс В. Результаты полевых опытов по сравнению эффективности известковых удобрений на различных фонах // В кн. Вопросы известкования кислых почв. - Горки, 1973. - С.135-139.
8. Алямовский Н.И. Известковые удобрения СССР. - М., 1966. - 278 с.
9. Сычев В.Г., Шильников И.А., Аканова Н.И. и др. Рекомендации по известкованию кислых почв Московской области. - 2008. - 73 с.
10. Супрун С.В. Влияние антропогенных факторов на плодородие почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы // Автореф. канд. дисс. - М., 2008. - 25 с.
11. Аристархов А.Н. Агрохимия серы. - М.: ВНИИА, 2007. - 271 с.
12. Байбеков Р.Ф., Шильников И.А., Аканова Н.И. и др. Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве химического мелиоранта и серного удобрения. - М.: ВНИИА, 2012. - 43 с.
13. Сычев В.Г., Кузнецов А.В., Павличина А.В. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. - М., 2006. - 56 с.
14. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. и др. Потери элементов питания растений в агробиохимическом круговороте веществ и способы их минимизации. - М.: ВНИИА, 2012. - 351 с.
15. Малинска Г. Содержание магния в почвах и потребность в удобрении магнием. Zeszyty problemowe Postepow nauk Rolniczyt 285/ Warszawa, 1984, p. 81-101.
16. Ушачев И., Серкова А., Сунтиц С. и др. Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции и продовольствия России в условиях присоединения к ВТО // АПК, земледелие, управление. - №6. - 2012. - С.3-14.

## THE STATE AND EFFICIENCY OF THE CHEMICAL RECLAMATION OF SOILS IN THE AGRICULTURE OF RUSSIAN FEDERATION

I.A. Shilnikov, V.G. Sychev, N.I. Akanova

*Pryanishnikov Research Institute of Agricultural Chemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia*

*The dynamics of arable soil reaction has been analyzed, and the results of long-term experiments on the efficiency of chemical reclamation have been generalized. Problems in the application of industrial waste as calcium-containing fertilizers have been discussed.*

*Keywords: chemical reclamation of soils, industrial waste, soil acidity, phosphogypsum.*