

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ

Р.В. Некрасов, к.э.н.,
Минсельхоз Российской Федерации, Директор Департамента
растениеводства, механизации, химизации и защиты растений
Н.И. Аканова, д.с.-х.н., С.И. Шкуркин, к.ю.н.,
ФГБНУ ВНИИ агрохимии, e-mail: info@vniia-pr.ru



Представлены результаты многолетних полевых опытов и агрохимического мониторинга в системе агрохимической службы РФ в различных почвенно-климатических зонах России. Обосновывается значение известкования кислых почв, представлен анализ состояния кислотности среды, указаны особенности применения различных форм известь- и магнийсодержащих материалов. Обращается внимание на то, что известкование почв является главным природоохранным мероприятием, обеспечивающим стабилизацию экологической безопасности агроценозов и получение продукции, отвечающей санитарно-гигиеническим нормам. Подчеркнута необходимость восстановления практики известкования в требуемых объемах на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: известкование почв, кальций, магний, плодородие почв, кислотность, урожайность, химическая мелиорация.

Для цитирования: Некрасов Р.В., Аканова Н.И., Шкуркин С.И. Агроэкологическая и социально-экономическая перспектива химической мелиорации почв // Плодородие. – 2021. – №3. – С. 52-55. DOI: 10.25680/S19948603.2021.120.09.

Продовольственная безопасность страны базируется на высокоэффективной системе земледелия, главным звеном которой является расширенное воспроизводство плодородия почв посредством применения удобрений и химических мелиорантов [1]. Для успешного проведения химической мелиорации (известкование, фосфоритование, гипсование) в условиях изменения климата и природных аномалий должна быть создана система мероприятий, включающая комплекс технических, организационных, технологических, хозяйственных и экологических мероприятий. Это позволит эффективно использовать земли сельскохозяйственного назначения и повысить плодородие почв. Безусловно, мероприятия химической мелиорации должны иметь финансовое, материально-техническое, научное, информационное и кадровое обеспечение.

Учитывая насущную необходимость проведения химической мелиорации, с 2019 года начала реализоваться ведомственная программа МСХ РФ «Развитие мелиоративного комплекса России на период 2019–2025 г.», которая предусматривает существенный прирост производства растениеводческой продукции за счет гарантированного обеспечения урожайности культур вне зависимости от природных условий, целенаправленное повышение устойчивости сельскохозяйственного производства и плодородия почв, увеличения продуктивности существ-

вующих и строго нормированное расширение и вовлечение в оборот новых сельскохозяйственных угодий. Запланировано возмещение затрат сельхозтоваропроизводителям в размере 30% за счет средств федерального и регионального бюджетов.

Мировой и отечественный опыт в области землепользования свидетельствует о том, что постепенное восстановление темпов химической мелиорации почв будет способствовать повышению конкурентоспособности и рентабельности сельскохозяйственного производства, расширению посевов сельскохозяйственных культур и эффективному использованию природных ресурсов [2, 3].

Касаясь одного из звеньев химической мелиорации почв – известкования, необходимо отметить, что кислые почвы являются одним из главных лимитирующих факторов получения стабильно высоких, экологически безопасных и биологически полноценных урожаев сельскохозяйственных культур [4, 5].

Актуальность проблемы известкования почв в России связана с наибольшими по сравнению с другими странами мира площадями почв земель сельскохозяйственного назначения с избыточной кислотностью (>35 млн га). Зона периодического известкования с промывным режимом увлажнения почв составляет не менее 60 млн га. Существование избыточной кислотности почв

ежегодно приводит к недобору урожая растениеводческой продукции около 20 млн т в пересчете на зерно.

Положительный эффект известкования, как высокоэффективного энерго- и ресурсосберегающего приема, устраняющего избыточную кислотность среды; увеличивающего насыщенность почвенного поглощающего комплекса кальцием и компенсирующего его потери, доказан многочисленными результатами многолетних исследований отечественных и зарубежных ученых [6, 7]. При использовании магнийсодержащих известковых удобрений создается оптимальный уровень содержания в почве обменного магния [8].

Оптимизация реакции среды в почве – обязательное условие эффективного действия минеральных удобрений. Исключительно важным являясь природоохранное значение известкования почв, которое проявляется не только в стабилизации оптимального режима кальция и магния в почве, но и в улучшении ее биологических, агрохимических, физико-химических свойств, а также в ослаблении токсичности тяжелых металлов и техногенных радионуклидов. Поэтому в большинстве стран мира известкование почв полностью или частично субсидируется за счет бюджета страны [9, 10].

Результаты многолетних стационарных опытов свидетельствуют о том, что в результате объективного постоянно идущего процесса миграции с инфильтрационными водами кальция (и других оснований), а также биологических процессов с выделением «кислых» продуктов происходит подкисление среды в корнеобитаемом слое почвы, для дерново-подзолистых почв среднегодовое снижение величины рН составляет 0,02-0,03 ед. [11].

Многочисленные расчеты баланса кальция в земледелии, анализ данных лизиметрических и полевых опытов и практики известкования показывают, что для прогрессивного снижения кислотности почвы, положительного баланса кальция и компенсации потерь оснований нужно ежегодно вносить около 25 млн т известковых удобрений (в физической массе при содержании АДВ 65-67%) [12].

Основным мелиорантом для известкования является известняковая мука. При внесении в полных дозах известковое удобрение на 8-10 лет устраняет избыточную кислотность почвы и создает в ней оптимальную реакцию среды для возделываемых сельскохозяйственных культур [13].

По данным ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, периодическое внесение известняковой муки за 27 лет увеличило продуктивность сельскохозяйственных культур полевого севооборота на 23,7 т/га в пересчете на зерновые единицы, а окупаемость 1 т известкового удобрения составила 1,6 т з.е. (табл. 1).

1. Эффективность периодического внесения известняковой муки

Вариант опыта	Всего за 27 лет, ц/га з.е.		Окупаемость урожаем 1 т CaCO ₃ , т з.е.
	урожай	прибавка	
1. Без удобрений	783,7	–	–
2. Минеральные удобрения	973,1	–	–
3. Минеральные удобрения + известняковая мука	1210,5	237,4	1,58

Реакция среды в почве во время проведения опыта находилась в основном на уровне рН 4,9-5,2, то есть в слабокислом интервале. Действие мелиоранта было нарастающим и усиливающимся в сочетании с фосфоритной мукой (табл. 2).

2. Динамика эффективности последствия известняковой муки

Вариант опыта	Ротация севооборота						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Урожай, ц/га з.е.						
NK	28,9	46,9	35,3	20,7	27,7	27,0	29,0
Прибавка урожая, ц/га з.е.							
NK + известняковая мука	3,9	7,0	5,3	9,5	13,2	11,0	12,4
NK + известняковая мука + Рф	6,9	12,5	10,1	13,5	12,5	20,3	20,6

Исследование эффективности химической мелиорации в полевом севообороте на сильнокислой тяжело-суглинистой дерново-подзолистой почве в течение 8 лет показало, что за этот период в среднем 1 т внесенной известняковой муки окупилась 1 т к.е. прибавки урожая [14]. Внесение полной дозы известняковой муки обеспечило снижение всех форм почвенной кислотности до безвредного для растений уровня (табл. 3).

3. Действие известняковой муки на урожайность сельскохозяйственных культур и агрохимические свойства почв за 8 лет в длительном полевом опыте

Вариант опыта	При- бавка урожая, ц/га к.е.	Окупае- мость 1 т извести, т к.е.	рН	Н _{об}	Нг
				мэкв/100 г почвы	
Известняковая мука, 1,5 т/га	14,2	0,97	Нет данных		
Известняковая мука, 3,0 т/га	42,9	1,43	Нет данных		
Известняковая мука, 6,0 т/га	60,7	1,01	5,2- 5,5	0,03	2,96

Многолетними исследованиями не выявлено превышения допустимого содержания в почве и известняковой муке токсичных для растений тяжелых металлов, в то же время проведение известкования приводило к снижению поступления тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия) в растения в 5-8 раз [15].

В настоящее время имеются большие площади почв, загрязненных радионуклидами в Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областях. Для их дезактивации и получения экологически безопасной продукции при поддерживающем известковании необходимо применять известковые удобрения в дозах, обеспечивающих рН почвы на уровне 6,3-6,7 и степени насыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса до не менее 90%. При условии пятилетнего цикла известкования среднегодовая потребность в мелиорантах для оптимизации реакции среды на загрязненных радионуклидами почвах сельскохозяйственных угодий составляет ~ 2,0 млн т. Известкование – это экономически социально- и хозяйственно – выгодное мероприятие, которое должно выполняться в обязательном порядке.

По данным агрохимического обследования почв Российской Федерации, общая площадь пашни с кислой реакцией среды (рН < 5,5) составляет 35,1 млн га (рис., табл. 4).

Согласно грациям по степени кислотности, почвы, требующие первоочередного известкования, в целом по России занимают 38,3%. Доля площади пашни с очень сильно кислой реакцией (рН < 4,0) и сильнокислой (рН 4,5-5,0) от общей площади кислых почв составляет 0,9 и 6,7% соответственно. Доля средне- (рН 4,6-5,0) и слабокислых (рН 5,1-5,5) почв наибольшая и составляет 29,9 и 62,5% соответственно (табл. 4).



Рис. Площади почв земель сельскохозяйственного назначения, требующих известкования (по данным агрохимического обследования по состоянию на 01.01.2019 г.)

4. Распределение площади почв пахотных угодий по степени кислотности по состоянию на 01.01.2019 г.

Федеральный округ – субъект РФ	Степень кислотности почв (рН _{КС})				Всего почв с рН<5,5	Доля кислых почв от общей площади пашни, %
	<4,0	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5		
Российская Федерация	314,7	2355,5	10509,7	21919,1	35099,1	38,3
Центральный	60,6	523,8	3727,7	6748,7	11060,8	65,9
Северо-Западный	14,1	105,9	285,3	481,2	886,5	63,4
Южный	0,7	18,1	53,7	298,6	371,0	2,4
Северо-Кавказский	1,1	6,1	22,6	30,8	60,7	1,2
Приволжский	157,6	896,6	3388,0	6107,8	10550,0	37,9
Уральский	20,2	123,5	684,2	2773,5	3601,4	60,6
Сибирский	41,9	406,7	1581,3	4691,5	6721,3	40,7
Дальневосточный	18,5	274,9	766,8	787,0	1847,3	70,4

Результаты мониторинга на уровне Федеральных округов выявили значительные колебания по группировке по степени кислотности почв пашни. Доля площади кислых почв (рН<5,5), составляющая более 60% отмечена в Центральном (65,9%), Северо-Западном (63,4%), Уральском (60,6%) и Дальневосточном (70,0) федеральных округах. В Приволжском ФО и Сибирском ФО доля площади почв, требующих известкования составляет 37,9% и 40,7% соответственно. Выявлены площади кислых почв в Южном и Северокавказском федеральных округах, где они занимают соответственно 2,4 и 1,2%.

Результаты мониторинга на уровне субъектов РФ показывают, что наблюдается большая вариабельность по уровню кислотности почв пашни. В ЦФО почвы земель пахотных угодий представлены от дерново-подзолистых низкогумусных, малопродуктивных, кислых, переувлажненных оглеенных в Ивановской, Смоленской, Брянской, Владимирской областях до черноземов оподзоленных, выщелоченных и обыкновенных среднегумусированных, среднекислых и среднепродуктивных, распространенных в Рязанской, Липецкой, Воронежской, Белгородской, Тамбовской, Курской областях. В целом по округу наибольшую площадь из обследованной занимают почвы со слабокислой реакцией среды (рН 5,1-5,5).

Установлено, что подкисление среды в ненасыщенных основаниями выщелоченных и оподзоленных черноземах происходит быстрее, чем в дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Эту закономерность следует учитывать при планировании сроков проведения периодического известкования [16].

Реализация программы по известкованию почв тормозится из-за ограниченного объема известковых удоб-

рений, допущенных к применению на территории Российской Федерации. Тем не менее в 2019 г. произведено 303,5 тыс. га, в 2020 г. – 367,9 тыс. га. Запланировано провести известкование в 2021 г. на площади 429,9 тыс. га, в 2022 г. – 484,0 тыс. га. До 2025 г. должно быть произведено 2400 тыс. га, объем инвестиций сельскохозяйственных товаропроизводителей составит 23,5 млрд. руб.

В современных условиях сельскохозяйственного производства первостепенное значение имеет снижение затрат на известкование. Это может быть реализовано при расширении использования многочисленных известкостойких отходов промышленности, в том числе дефека и различных силикатных форм: металлургических шлаков, зол теплоэлектростанций и цементной пыли. Результаты опытов ВНИИ агрохимии с различными формами шлаков показали, что они в среднем на 30% более эффективны, чем стандартная известняковая мука. Сдвиг рН почвы по шлаку был в среднем на 0,4-0,6 ед. ниже, однако продуктивность севооборота была в среднем за 30 лет выше в 1,5 раза. Одна из причин более эффективного действия силикатных форм, по сравнению с карбонатными известняковых удобрений, состоит в том, что полнее и на более продолжительный срок устраняется вредное действие в почве активного алюминия, вследствие образования алюмосиликатов, обладающих меньшей растворимостью.

Запасы шлаков и зол огромны, ежегодный выход только металлургических шлаков и их количество в отвалах составляют 40-45 млн т, а применение на 30-40 % дешевле известняковой муки.

Опыт известкования почв за рубежом свидетельствует о том, что, например в Германии, до 70% известковых удобрений изготавливается из металлургических шлаков, которые выведены из категории отходов и представляют конкретную продукцию предприятий. В ЕЭС создана специализированная межгосударственная организация «Еврошлак», решающая проблемы эффективного применения металлургических шлаков в сельском хозяйстве. В результате принятых мер в Германии полностью ликвидированы все отвалы шлаков.

Другим путем удешевления стоимости известняковой муки является использование для помола малопрочных известняков прочностью на сжатие < 20-40 МПа. Запасы малопрочных известняков в нашей стране достаточно велики, причем имеются и очень крупные месторождения, в частности, Судогодское во Владимирской области.

Особенно перспективным является использование магнийсодержащих форм известковых удобрений –

доломитовой, доломитизированной и природных магнийсодержащих материалов (брусит, серпентинит), в первую очередь на почвах легкого гранулометрического состава: песчаных и супесчаных. В зоне распространения этих почв в настоящее время почти повсеместно визуально наблюдается на растениях недостаток магния. Внесение магнийсодержащих удобрений обеспечивает увеличение содержания доступного для питания растений магния на 8-12 мг/100 г почвы.

Результаты многолетних лизиметрических исследований и анализ результатов длительных полевых опытов свидетельствуют, что средние ежегодные потери магния из почвы составляют около 1 мг/100 г почвы в год. Даже при оптимальном содержании магния в песчаных и супесчаных почвах его критический уровень может наступить через 6-8 лет. Поскольку производство специальных форм магниевых удобрений ограничено, реальный путь решения проблемы в земледелии – применение магнийсодержащих форм известковых удобрений.

Важный вопрос при проведении известкования – дозировка мелиоранта. Применение полных доз извести, обеспечивающих реакцию среды в почве на уровне pH 5,6-6,0, в течение двух ротаций полевого севооборота оказывают устойчивое положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. На их фоне применение минеральных удобрений за севооборот в дозах 100-150 кг д.в./га NPK позволяет достигать окупаемости 1 кг NPK 7-10 кг с.-х. продукции в пересчете на зерно. Применение высоких доз извести: полуторных и двойных по гидролитической кислотности, не имея существенного преимущества, снижает окупаемость известковых удобрений и существенно увеличивает вымывание кальция из почвы. Половинные дозы извести применимы в условиях дефицита мелиоранта и финансовых ресурсов, но из-за кратковременности действия, они не нашли широкого применения в практике земледелия. Однако, окупаемость 1 т CaCO_3 при таких дозах в течение ротации севооборота будет на 25-35% выше.

Для успешного проведения мероприятий химической мелиорации актуальность прикладных научных исследований в этой области, обеспечивающих разработку современных методик оценки динамики параметров плодородия почв на основе геоинформационного мониторинга, приёмов сочетания известкования с минеральными удобрениями, обеспечивающих окупаемость 1 кг NPK на уровне 10-13 кг продукции в пересчете на зерно, приемов оптимизации кислотно-основных свойств почв, целевых индикаторов и механизмов технологического обеспечения развития земледелия, очевидна. Большое значение имеют исследования эффективности мелиорантов в зависимости от их АДВ, гранулометрического, химического, минералогического составов и твердости. Для эффективного проведения химической мелиорации почв важно сохранение и наиболее полное аналитическое обеспечение агроэкологического мониторинга и длительных полевых опытов с известковани-

ем, гипсованием и фосфоритованием, так как только их результаты позволят объективно оценить настоящее и прогнозировать будущее.

Альтернативы известкованию как высокоэффективному энергоресурсосберегающему и природоохранному мероприятию нет. Оптимальная реакция среды в почве, содержание поглощенных оснований, а также подвижных соединений фосфора, являются фундаментом, на котором с максимальной эффективностью проявляются все технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур и улучшается качество их продукции. Имеется настоятельная необходимость разработки мероприятий по восстановлению всей технологической системы, широкого ассортимента и необходимых объемов проведения известкования, учитывая, что оно является важнейшим звеном в решении проблемы продовольственной безопасности.

Литература

1. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв. – СПб.: Изд-во НЧОУ НПО «СПУ им. Дона Боско», 2010. – 254 с.
2. Якушев В.П., Осипов А.И. Химическая мелиорация почв – вчера, сегодня, завтра // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 30. – С.68-72.
3. Шильников И.А., Аканова Н.И. Вопросы известкования почв в современных условиях // Плодородие. – 2011. – №3 (60). – С.22-24.
4. Некрасов Р. В., Овчаренко М. М., и др. Агроэкологические основы химической мелиорации почв // Земледелие. – 2019. – № 4. – С. 3–7.
5. Байбеков Р.Ф., Гулюк Г.Г., и др. Перспективы химической мелиорации кислых почв // Мелиорация и водное хозяйство. – 2020. – №6. – С. 19-24.
6. Овчаренко М.М., Некрасов Р.В., Федотова Л.С. и др. Приемы повышения плодородия почв: известкование, фосфоритование, гипсование (руководство по применению) // Агрохимический вестник. – Приложение к №2. – 2019. – 40 с.
7. Осипов А.И. Научные основы химической мелиорации почв и перспективы их дальнейшего изучения // Агрофизика. 2012, № 3. – С. 41-50.
8. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Аканова Н.И. К вопросу о состоянии и эффективности химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации // Плодородие. – 2013. – №1(70). – С. 9-14.
9. Орлов П.М., Аканова Н.И. Экологические и радиохимические проблемы химической мелиорации почв с повышенным содержанием ^{137}Cs // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №2 (368). – С. 58-62.
10. Орлов П.М., Аканова Н.И. Результаты радиационного мониторинга почв на реперных участках сельскохозяйственных угодий Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 1 (373). – С.27-32.
11. Шильников И.А., Аканова Н.И., Ефремова С.Ю. Прогнозирование состояния почвенного плодородия под влиянием химической мелиорации // Научно-методический журнал «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего». – 2016. – №2(30). – С. 128-138.
12. Аканова Н.И., Гришин Г.Е., Комарова Н.А., и др. Вопросы оптимизации кислотности почв и баланса кальция // Нива Поволжья. – 2011. – №1 (18). – С. 1-6.
13. Шильников И.А., Аканова Н.И., Кизинёв С.В., и др. Известкование как фактор формирования урожайности полевых севооборотов и экологической устойчивости агроценозов // Нива Поволжья. – 2012. – №3(24). – С. 23-33.
14. Головатый С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. – Минск, 2002. – 239 с.
15. Шильников И.А., Сычёв В.Г., Шеуджен А.Х., и др. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации. – М.: Изд-во ВНИИА, 2012. – 351 с.
16. Сычёв В.Г., Аканова Н.И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв // Плодородие. – 2019. – №1(106). – С. 3-8.

AGROECOLOGICAL AND SOCIOECONOMIC PERSPECTIVE OF CHEMICAL SOIL RECLAMATION

Nekrasov R.V., Akanova N.I., Shkurkin S.I.

The results of long-term field experiments and agrochemical monitoring in the system of the Agrochemical Service of the Russian Federation in various soil and climatic zones of Russia are presented. The importance of liming of acidic soils is justified, the analysis of the state of the acidity of the medium is presented, the features of the use of various forms of lime and magnesium-containing materials are indicated. It is noted that soil lime is the main environmental measure to ensure the stabilization of the environmental safety of agro-censurs and obtain products that meet sanitary standards. The need to restore the practice of lime in the required volumes for the near future is emphasized.

Keywords: soil lime, calcium, magnesium, soil fertility, acidity, yield, chemical reclamation.