

Приведены результаты полевых опытов по эффективности разных доз и форм химических мелиорантов, а также прогноз изменения кислотности почв по областям и баланс кальция в земледелии Российской Федерации.

**Ключевые слова:** известкование, продуктивность севооборотов, известьесодержащие материалы, баланс кальция

Как показали многолетние исследования и более чем столетний мировой опыт ведения земледелия, известкование кислых почв – первое и необходимое мероприятие при разработке системы удобрения в севообороте. Например, в США, в рекомендациях по сельскому хозяйству сказано, что «первый доллар надо вложить в известкование». Опыт мирового земледелия показывает, что во всех странах с промывным режимом увлажнения почв, в результате которого идет процесс обеднения почвы основаниями и, главным образом, кальцием, химическая мелиорация в различной степени, но обязательно, поддерживается государством. Это связано с тем, что являясь одними из фундаментальных показателей почвенного плодородия, реакция среды и степень насыщенности почвенного поглощающего комплекса основаниями во многом определяют эффективность комплекса технологических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур, и, в первую очередь, применения удобрений и внедрения новых высокоурожайных сортов растений.

Многолетними исследованиями установлено, что кислая реакция почвенной среды – одна из главных причин низких урожаев сельскохозяйственных культур, массовой гибели зерновых и многолетних трав при перезимовке, низкого содержания белка в зерне и кормах, недостаточной эффективности минеральных удобрений. Проведенные исследования, особенно в последние 20-30 лет, выявили исключительно важное значение известкования почв как природоохранного и экологического фактора. Следует подчеркнуть, что диетическую продукцию можно получать только на почвах с оптимальными физико-химическими свойствами.

Известкование кислых почв – это высокорентабельное мероприятие, затраты на которое окупаются, как правило, прибавками урожая двух-трех культур севооборота при использовании недорогих известьесодержащих материалов (шлаков, зол, слабопылящей известняковой муки и др.). Площадь пахотных почв с избыточной кислотностью в Центральном округе России – около 11,0 млн га, или 53% от общего количества

пашни. Луга и пастбища также расположены на кислых почвах: 1,9 млн га при 53% обследованных угодий.

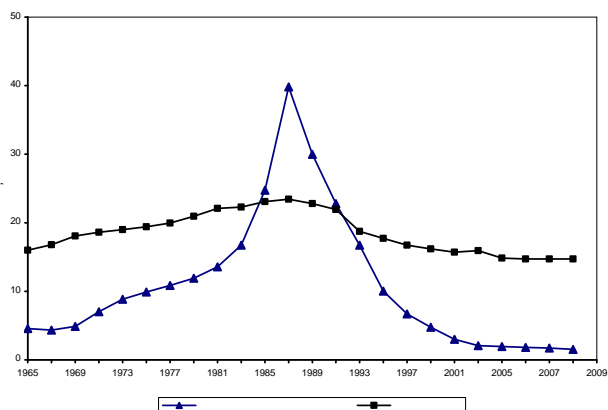
Прогнозные расчеты изменения структуры кислотности почв по Центральному округу и трём наиболее представительным областям свидетельствуют о потенциальном росте площадей с избыточной кислотностью. При этом в 2-2,5 раза увеличиваются площади почв с pH 5,0 и менее, т.е. нуждающиеся в первоочередном известковании (табл. 1).

1.

	2005 .		2010 .		2015 .	
	( . )	%	( . )	%	( . )	%
6,1	4074,0	20,7	1222,2	6,2	0	0
5,6-6,0	5064,9	25,7	5384,2	27,3	4074,0	20,7
5,1-5,5	6824,5	34,6	7309,6	37,0	7794,7	39,5
4,6-5,0	3205,0	16,2	4771,6	24,2	6338,2	32,1
4,5	561,1	2,8	1041,9	5,3	1522,6	7,7
	19729,5	100,0	19729,5	100,0	19729,5	100,0
. . pH <5,5	10590,6	53,6	13123,7	66,5	15655,4	79,3
. pH	5,53		5,32		5,12	
6,1	150,6	14,7	45,2	4,4	0	0
5,6-6,0	227,2	22,1	219,0	21,3	150,6	14,7
5,1-5,5	281,3	27,4	310,5	30,3	339,7	33,1
4,6-5,0	242,8	23,6	290,8	28,3	338,8	33,0
4,5	124,9	12,2	161,3	15,7	197,7	19,2
	1026,8	100,0	1026,8	100,0	1026,8	100,0
. . <5,5	649,0	63,2	762,6	74,3	876,2	85,3
. pH	5,32		5,15		4,98	
6,1	56,7	10,5	17,0	3,1	0	0
5,6-6,0	130,5	24,1	104,9	19,4	56,7	10,5
5,1-5,5	145,1	26,8	166,9	30,9	188,5	34,8
4,6-5,0	114,1	21,1	140,5	26,0	167,0	30,9
4,5	94,5	17,5	111,6	20,6	128,7	23,8
	540,9	100,0	540,9	100,0	540,9	100,0
. . <5,5	353,7	65,4	419,0	77,5	484,2	89,5
. pH	5,25		5,09		4,94	
[1]						
6,1	68,7	13,2	20,6	4,0	0	0
5,6-6,0	276,6	53,2	186,4	35,8	68,7	13,2
5,1-5,5	142,7	27,5	238,2	45,8	333,7	64,2
4,6-5,0	25,4	4,9	64,4	12,4	103,4	19,9
4,5	6,4	1,2	10,2	2,0	14,0	2,7
	519,8	100,0	519,8	100,0	519,8	100,0
. . <5,5	174,5	33,6	312,8	60,2	451,1	86,8
. pH	5,66		5,44		5,21	

Расчет баланса кальция в земледелии за период 1965-2008 гг. свидетельствует, что лишь кратковременный период с середины 80-х до начала 90-х гг.

прошлого столетия он был положительным, что привело к снижению площадей кислых почв (рис.). В настоящее время поступающий с известковыми материалами кальций компенсирует только 6-8% естественных потерь этого элемента вследствие вымывания из корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами и выноса растениями.



В земледелии возникла острейшая необходимость в восстановлении известкования почв и доведении количества вносимых известковых материалов и периодичности до оптимального уровня. Периодическое известкование – важнейшее агрономическое, энерго- и ресурсосберегающее, а также природоохранное мероприятие, без которого высокопродуктивное отечественное земледелие невозможно. Из-за избыточной кислотности недобор урожая в стране в настоящее время

составляет 16-18 млн т в пересчете на зерно, а в перспективе возрастет до 20-22 млн т.

Высокая эффективность повторного известкования установлена в ряде многолетних полевых опытов. Так, в полевом опыте Смоленского НИИСХ в пятой и шестой ротациях севооборота общая прибавка урожая от известкования составила от 5 до 9 ц з.е./га в год [2]. Окупаемость 1 т  $\text{CaCO}_3$  урожаем – от 1,3 до 2,7 т з.е. (табл. 2). Через 16 лет среда в почве резко подкислилась до pH 4,9-5,1. Среднегодовое снижение pH по дозам 2,0; 1,5; 1,0 и 0,5 г.к. составило, соответственно, 0,038; 0,075; 0,081 и 0,100. Эти данные свидетельствуют о том, что внесение высоких доз извести (1,5-2,0 г.к.) при повторном известковании приводит к снижению окупаемости  $\text{CaCO}_3$  урожаем и резкому увеличению вымывания кальция из почвы.

На ячмене прибавка от периодического известкования составила 8,4-13,6 ц/га, от повторного в 1977 и 2002 гг. – до 10 ц/га зерна. Наибольшей она была при двукратном внесении дозы по 1,5 г.к. в 1968 и 1977 гг.

Низкие темпы известкования почв при отсутствии государственной поддержки этого мероприятия связаны с высокими затратами на его проведение. Остроту проблемы можно смягчить за счёт использования известковых удобрений низкой стоимости. Применение известняковой муки из малопрочных пород и известьсодержащих отходов промышленности позволяет на 30-40% снизить общие затраты при равном эффекте с известняковой пылевидной мукой, получаемой путём размола высоко прочных пород [3]. Это положение можно проиллюстрировать данными полевого опыта, проведенного в течение 7 лет на Калужской опытной станции (табл. 3).

2.		( )							
1.	5- г.к.	г.к.		6- г.к.	г.к.		1 г.к. $\text{CaCO}_3$	pH	
		г.к.	г.к.		г.к.	г.к.		1-	16
1.	37,4	–	–	30,9	–	–		4,3	4,4
2. 1,0	40,1	2,7	–	33,8	2,9	–		5,5	4,8
3. 0,5 + г.к. $\text{CaCO}_3$	43,2	5,8	3,1	35,8	4,9	2,0	2,7	5,5	4,9
4. 1,0 + г.к. $\text{CaCO}_3$	44,4	7,0	4,3	37,2	6,3	3,4	2,0	6,2	5,0
5. 1,5 + г.к. $\text{CaCO}_3$	46,4	9,0	6,3	36,8	5,9	3,0	1,7	6,4	5,1
6. 2,0 + г.к. $\text{CaCO}_3$	45,7	8,3	5,6	37,0	6,1	3,2	1,3	6,7	5,1

### 3.

	г.к.
	г.к.
NPK-	220,0
( + )	
0,25	15,8/15,0
0,5	44,1/42,5
1,0	61,9/63,5

Металлургические шлаки по эффективности, как правило, равноценны стандартной пылевидной муке или превосходят её. В нашем длительном опыте окупаемость 1 т  $\text{CaCO}_3$  дополнительной продукцией при основном известковании зависела от времени последнего действия и формы известкового материала. Для известняковой муки она составила: за 9 лет 1,1 ц з.е., за 16 лет – 5,7, за 23 года – 7,8 и за 30 лет – 10,1 ц з.е. Самая высокая окупаемость у металлургического шлака – 14,5 ц з.е. за 30 лет [4]. Виды металлургических шлаков при соответствующем гранулометрическом составе также не уступают по эффективности известняковой муке (табл. 4).

4.

		, /			
		-	-	-	-
	15,0	2,8	3,2	2,1	2,6
	16,0	3,2	4,1	4,0	2,5
	25,0	11,6	13,2	12,0	11,6

По данным многолетних исследований, установлено, что эффективность металлургических шлаков в качестве известковых удобрений определяется модулем их основности, нейтрализующей способностью, гранулометрическим и минералогическим составом. Нейтрализующая способность и растворимость кальция и магния шлаков и минералов со стекловидной структурой выше, чем у кристаллических. Например, нейтрализующая способность мервинита со стекловидной структурой составила 108%, а с кристаллической – 89; мартеновского шлака стекловидного – 83, кристаллического – 72%.

К степени помола шлаков предъявляют более жесткие требования, чем к известняковой и доломитовой муке, так как частицы > 1 мм не оказывают существенного влияния на агрохимические свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур. Возможность негативного влияния металлургических шлаков на почву и растения длительное время связывали с наличием хрома в некоторых из них. Результаты проведенных в последние годы исследований не подтвердили это.

Запасы апатитов в нашей стране практически исчерпаны. В ближайшей перспективе основным фосфорным удобрением станет фосфоритная мука. Поскольку известковать почвы всё равно придётся, то известь и фосфорит неизбежно будут попадать на одни

и те же поля. Вегетационные опыты, проведенные в прошлом столетии, показали, что при совместном внесении известки с фосфоритной мукой резко снижается эффективность последней. Данные полевых опытов опровергли эту закономерность. Впервые это установил В.Н. Прокошев [5]. Наши исследования в полевом опыте за 40 лет также показали, что периодическое внесение полной дозы известняковой муки (3 раза, в сумме 22,5 т/га) не оказало отрицательного действия на эффективность фосфоритной муки. Действие суперфосфата и фосфоритной муки на фоне известки было равноценным. Аналогичные данные получены и по выносу фосфора культурами севооборота.

На основании исследований фосфатного состояния почвы установлено, что метод Кирсанова не пригоден для его характеристики в условиях применения фосфоритной муки на произвесткованных почвах. Наиболее тесной была зависимость между урожаем и содержанием в почве подвижных соединений фосфора, извлекаемых фторидно-аммонийной и слабосолевой вытяжками. Высокая эффективность фосфоритной муки на фоне известки в полевых (в отличие от вегетационных) опытах объясняется длительностью неравномерного (очагового) размещения известкового удобрения в пахотном слое при современных орудиях обработки почвы. Следовательно, в произвесткованной почве длительное время сохраняются условия для разложения фосфорита. Этому также способствует положительное влияние известкования на биологическую активность почвы.

*Литература* 1. Комаров В.И., Барина К.Е. Агрохимическая и агроэкологическая характеристика почв сельскохозяйственного назначения Владимирской области. Владимир. – 2008. – 179 с. 2. Петрова И.С. Агроэкономическая эффективность сочетания возрастающих доз минеральных и известковых удобрений // Бюлл. ВИУА. – 1987. – № 82. – С. 68-72. 3. Прокошев В.Н. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 430 с. 4. Шильников И.А., Ермолаев С.А., Аканова Н.И. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования. М., 2006, 155 с. 5. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М., 2008, 338 с.

г. Москва, Email: [info@vniia-pr.ru](mailto:info@vniia-pr.ru), [pl@vniia-pr.ru](mailto:pl@vniia-pr.ru)

*Results of field experiments on effectiveness of different doses and forms of chemical meliorants are shown. Prognosis of change of soil acidity in Regions and balance of calcium in farming of Russia Federation is given.*

*Key words: liming productivity of rotations, materials, containing lime, balance of calcium.*