УДК: 631.82:631.452:631.417.4/8

МИГРАЦИЯ ОСНОВАНИЙ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Л.В. Яковлева, к.с.-х.н., А.Н.Небольсин, д.с.-х.н., ЛенНИИСХ

В лизиметрических исследованиях показано влияние химического состава азотных и калийных удобрений на вымывание оснований в пахотных почвах. Приведены основные положения концепции создания экологически безопасных минеральных удобрений и их экспериментальная проверка.

Ключевые слова: минеральные удобрения, известкование, плодородие, вымывание оснований.

Введение. Применение удобрений приводит к изменению свойств и режимов почв, увеличивает концентрацию почвенного раствора и усиливает миграцию веществ по профилю почвы. Величины вымывания некоторых питательных веществ из дерново-подзолистых пахотных почв Северо-Запада России по данным наших лизиметрических исследований составляют, кг/га в год, Са – 200-400; Mg – 20-40; K_2O – 5-20; P_2O_5 – 0,3-0,9; N – 10-20. Эти данные вполне согласуются с результатами исследований, полученными в Нечерноземной зоне [4]. Доля кальция извести, в общем количестве кальция, вымытом за пределы пахотного слоя, составляет,%, для песчаной почвы 31-84, для супесчаной – 25-44, для глинистой – 24-70 [3].

При минимальном в настоящее время внесении в почву известковых материалов [5], очень важно определить пути увеличения срока действия мелиорантов. Поэтому целью настоящей работы было определить роль минеральных удобрений в миграции оснований в почве и показать возможность снижения их вымывания за счет применения экологически безопасных удобрений.

Методика. Исследования проводили в лизиметрических и модельных опытах на дерново-подзолистых почвах. Лизиметры насыпные нашей конструкции. Лизиметрические воды по мере их поступления откачивали с помощью насоса Камовского и колбы Бунзена в приемники. Повторность в опытах - трехкратная. Модельные опыты закладывали в лизиметрических колонках на дерново-подзолистой супесчаной почве, без растений. Промывали почву дозированно дистиллированной водой из расчета годового количества осадков через две недели после закладки опытов. Анализ лизиметрических вод проводили согласно методическим указаниям [2].

Результаты и их обсуждение. Миграция веществ в почвах зависит в значительной степени от протекающих в них ионообменных процессов, от гранулометрического состава и емкости катионного и анионного обмена почв. Поэтому путем подбора химического состава удобрений или путем применения так называемых «экологически безопасных» удобрений можно значительно снизить вымывание из почвы кальция и других важных для растений веществ. Экологически безопасные удобрения не должны разрушать структуру и биологическое равновесие почвы, загрязнять атмосферу, грунтовые воды и водоемы.

Концентрация кальция в лизиметрических водах в опытах была связана с концентрацией в них легкоподвижных, слабо адсорбируемых почвой анионов: хлоридов (r=0,798-0,959), сульфатов (r=0,803-0,995), в меньшей степени – нитратов (0,606-0,971), так как к этому времени в почве их остается немного.

Чтобы выявить влияние отдельных видов удобрений на миграцию веществ в почве, мы провели исследования в модельных опытах в лизиметрических колонках без растений. Установлено сильное влияние анионного состава азотных и калийных удобрений на вымывание элементов в почве. Азотные удобрения влияют на миграцию элементов в почве следующим образом (табл.1): калия - $(NH_4)_2SO_4$ > NH_4Cl > NH_4NO_3 = $(NH_4)_2CO_3$ > $(NH_4)_2HPO_4$; кальция - NH_4Cl > $(NH_4)_2SO_4$ > NH_4NO_3 >> $(NH_4)_2CO_3$= $(NH_4)_2HPO_4$.

1.Влияние химического состава азотных удобрений на вымывание кальция и калия, мг/колонку

Удобрения	Кальций		Калий	
	без извести	известь до pH 7	без извести	известь до pH 7
Без удобрений	20,5	22,1	4,4	4,1
NH_4Cl	104,9	107,8	15,5	15,4
$(NH_4)_2HPO_4$	20,6	34,6	7,3	6,1
$(NH_4)_2CO_3$	30,6	57,4	11,4	20,6
NH_4NO_3	62,2	98,6	12,7	12,3
NO_3	113,2	98,3	145,5	171,5
$(NH_4)_2SO_4$	83,3	99,7	18,7	18,3
$НСР_{05}$	21,6		2,6	

Наименьшие потери кальция наблюдаются при использовании калийных удобрений на основе фосфатов (рис.).

По влиянию на величину вымывания калия анионы можно расположить в следующий ряд: сульфаты > нитраты > хлориды > карбонаты > гидрофосфаты > силикаты; по вымыванию азота в форме нитратов: хлориды > нитрат > сульфаты > карбонаты > гидрофосфаты. Вымывание калия под влиянием фосфат-иона было меньше по сравнению с сульфат-ионом в 2,5-3 раза; с хлор-ионом в 2,1-2,5 раза; нитрат-ионом – в 1,7-2 раза; карбонатами – в 1,5-1,7 раза.

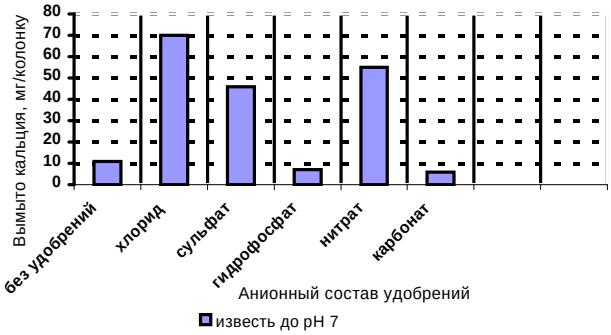

Рис. Влияние химического состава калийных удобрений на вымывание кальция в первый месяц после внесения извести

Испытания удобрений, выпускаемых промышленностью, позволяют говорить о наличии уже в настоящее время удобрений, которые могут быть отнесены к группе экологически безопасных. С другой стороны, появилось много спекуляций в ответ на экологические проблемы применения минеральных удобрений. Поэтому была сделана попытка разработать **концепцию создания экологически безопасных минеральных удобрений нового поколения,** в которой обосновано решение двух проблем.

Во-первых, оптимальные соотношения элементов в удобрениях. Питательные вещества, входящие в состав удобрений, растворяются и поглощаются почвой с различными механизмами и прочностью связывания, коэффициенты использования отдельных элементов колеблются в широких пределах: азота: 30-70%; калия 30-85%; фосфора 2-30%; магния 10-40%; серы 8-35%, поэтому дозы и соотношения применяемых удобрений должны быть максимально адаптированы к конкретным почвенным условиям. Содержание основных элементов питания в удобрениях, их соотношение должно соответствовать

потребностям сельскохозяйственной культуры, чтобы по окончании вегетационного периода оставались в минимальном количестве вещества, способные к вымыванию.

Во-вторых, конструирование химического состава удобрений с целью минимализации потерь. В составе экологически безопасных удобрений не должно быть (или присутствовать в минимальных количествах) анионов, образующих с основными катионами почвенного поглощающего комплекса хорошо растворимые, способные к миграции соединения. Это анионы хлора, нитрат-ионы и, отчасти, сульфат-ионы. Кроме катионов, почвенные коллоиды поглощают и некоторые анионы. Из анионов хорошо поглощаются такие, которые образуют с катионами нерастворимые или малорастворимые соединения, например, анионы фосфорной, кремневой, угольной и других кислот. По мнению некоторых исследователей [1], анионы фосфорной и кремневой кислоты могут поглощаться благодаря обмену их на гидроксидные ионы, которые входят в состав кристаллической решетки минералов, однако такое мнение не доказано.

Во-первых, экологически безопасные удобрения могут быть созданы на базе катионов аммония, кальция, магния, калия, анионов орто-, мета- и пирофосфорных кислот или включения (в необходимых случаях) анионов сульфата (в количествах, соответствующих потреблению серы культурой). Во-вторых, ингибиторы нитрификации, покрытие удобрений различными оболочками задерживают высвобождение питательных веществ из удобрений, и приводит к постепенному поступлению их к корням растений. Отсюда - создание удобрений пролонгированного действия, регулируемой растворимости. В-третьих, одним из условий способности почвы сохранять состояние гомеостаза является ее высокая катионообменная и анионообменная емкость. Изменение емкости катионного и анионного обмена почвы, изменение ее буферности, приводит к изменению режима миграции элементов питания по профилю почвы. Поэтому необходимо создание удобрений, в которых элементы питания находятся в виде, сорбированном ионообменниками.

Эти положения мы попытались проверить опытным путем. Для этого были проведены многолетние исследования в лизиметрических, вегетационных и лабораторных опытах. Экспериментальная проверка разработанной концепции показала, что удобрения нового поколения позволяют снизить потери оснований при различных условиях в 1,5-5 раз за счет изменения химического состава удобрений и изменения ёмкости поглощения почв (табл.2). Мы использовали удобрения, сконструированные на базе солей фосфатов аммония и калия разной основности с добавкой карбоната калия, удобрения длительного действия, сконструированные в Технологическом институте им.Ленсовета, целый ряд удобрений, выпускаемых промышленностью. Был проведен ряд лизиметрических опытов продолжительностью от 3 до 8 лет с использованием как насыпных лизиметров собственной конструкции, так и «ионитных ловушек». Экологически безопасные удобрения снижали вымывание азота и калия в 2-3 раза по сравнению с обычными удобрениями. Вымывание оснований (кальция и магния) по сравнению с эквивалентными дозами обычных удобрений снижалось в 2,5-5раз. (из неизвесткованной почвы на 193 кг/га, известкованной до pH_{KCl} 5 – на 205 кг/га; до pH_{KCl} 7,0-286 кг/га).

2. Вымывание кальция в дерново-подзолистых супесчаных почвах (кг/га в год, средние значения за все годы исследований)

Известь, т/га	pH KCl	Без удобрений	NaaPдсКх $(NPK)_{120}$	Нитрофоска $(NPK)_{120}$	Экологически безопасные $(NPK)_{120}$ на основе		
					фосфатов	ионитов	УРР
0	4,3-4,6	27	131	107	18	14	87
3-4	4,8-4,9	65	267	150	81	-	120
10-16	6,3-6,6	189	457	300	198	121	228

Удобрения длительного действия (УРР) также способствовали уменьшению вымывания оснований в результате инфильтрации атмосферных осадков, однако их действие в значительной степени зависело от погодных условий и не решало коренным образом проблемы снижения вымывания оснований.

Внесение элементов питания растений в почву в адсорбированном на ионообменниках состоянии также снижало потери от вымывания. Мы использовали в опытах иониты, насыщенные элементами питания растений в эквивалентных простым удобрениям количествах и чистые иониты для увеличения емкости поглощения почвы. В этих комплексах, находясь в доступном для растений состоянии, питательные вещества имеют некоторую защиту от вымывания. Это относится к кальцию, нитратам. Миграция нитратов ионитных удобрений относительно смеси простых удобрений снижалась в 2,5-3 раза. Внесение в почву ионитов в смеси с простыми удобрениями позволило снизить вымывание нитратов от 1,6 раза из кислой почвы до 3 раз при известковании почвы по полной гидролитической кислотности.

Выдвинутая концепция создания экологически безопасных удобрений получила экспериментальное подтверждение. Создание таких удобрений вполне реально. Разработка и применение новых видов экологически безопасных удобрений позволит значительно снизить вымывание кальция с атмосферными осадками и увеличить срок действия известкования.

Литература

1. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия.- М.: Наука.- 1967.- 160 с. 2. Методические указания по проведению исследований с изотопом азота ^{15}N и определению элементов питания в лизиметрических водах.- М.- 1978. 30 с. 3. Небольсин А.Н., Небольсина З.П., Алексеев Ю.В., Яковлева Л.В. Изучение баланса кальция в опытах с изотопной меткой.//Свойства почв, их изменение при окультуривании и влияние на урожай в Северо-Западной зоне РСФСР.- Л., 1984. С. 45-57. 4. Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв.- М., 1987. 187 с. 5. http://www.47news.ru

Effect of Mineral Fertilizers on the Migration of Bases in Soddy-Podzolic Soils

L.V. Yakovleva, A.N.Nebolsin

Leningrad Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul Institutskaya 1, Belogorka, Gatchino raion, Leningradskaay oblast, 188338 Russia, e-mail: livlaya@mail.ru

Summary. *Effect of the chemical composition of nitrogen and potassium fertilizers on the leaching of bases in arable soils was revealed in lysimeter studies. The main statements of the concept of the production of ecologically safe mineral fertilizers and their experimental testing were presented.*

Key words: *mineral fertilizers, liming, fertility, leaching of bases*