



## КАЛЬЦИЙ И МАГНИЙ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ПРЕДУРАЛЬЯ

**Е. М. МИТРОФАНОВА,**

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Пермский Научно-исследовательский институт сельского хозяйства



614532, Пермский край, Пермский район,  
с. Лобаново, ул. Культуры, д. 1, кв. 44;  
тел. 89024769864;  
e-mail: mitrofanova,  
ekaterina@gmail.com

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, содержание обменного кальция, содержание обменного магния, запасы карбонатов, необменный кальций, подвижный кальций, профильное распределение кальция.

**Keywords:** Soddy-podzolic soil, the content of exchange calcium, the content exchange magnesium, stocks of carbonates, not exchange calcium, mobile calcium, profile distribution of calcium.

На территории Предуралья в связи с неоднородностью материнских почвообразующих пород, разнообразием топографических условий и растительности наблюдается большая пестрота почв. Преобладающая часть пашни (69,9 %) приходится на дерново-подзолистые почвы. Больше половины всех сельскохозяйственных угодий также расположено на этих почвах. По данным Н. Я. Коротаева [1], дерново-подзолистые почвы Среднего Предуралья, сформировавшиеся на богатых основаниями пермских глинах, отличаются от таких же почв центральной России повышенным содержанием перегноя, повышенной емкостью обмена катионов и всего поглощающего комплекса. М. А. Глазовская с соавторами [2] отмечают, что материнские породы, на которых сформировались дерново-подзолистые почвы водораздельных равнин Прикамья, имеют высокую емкость поглощения и насыщены кальцием и магнием. И. О. Алябина [3], изучая роль химического состава породы в процессе почвообразования, утверждает, что состав исходных материнских пород оказывает огромное влияние на свойства развивающихся на них почв. На богатых кальцием и магнием породах формируются почвы с высокой емкостью катионного обмена и большой степенью насыщенности почвенного поглощающего комплекса. В пахотном слое дерново-слабоподзолистых глинистых и суглинистых почв Предуралья содержатся максимальные значения обменных оснований. Величина обменных оснований заметно снижается по мере повышения степени оподзоленности почвы и обложения гранулометрического состава [4].

К. К. Гедройц [5] отмечал, что только благодаря наличию кальция в почве создаются наиболее благоприятные условия для жизни большинства высших растений и аэробных микроорганизмов. Кальций является важнейшим элементом-биофилом, играющим большую роль в почвообразовании и плодородии почв в связи с его высокой миграционной способностью, значительным потреблением растениями и участием в обменных реакциях [6, 7]. Роль ионов кальция и его соединений в почве и растениях многогранна. Кальций одновременно является

удобрением для почвы и питательным веществом для растений [8]. Магний – незаменимый макроэлемент в питании растений, роль которого определяется участием в фотосинтезе и деятельности ферментов, осуществляющих отщепление фосфорной кислоты от молекул АТФ. Важную роль играет магний и в процессах, связанных с фиксацией атмосферного азота бобовыми растениями [9].

В почвенном растворе кальций уравновешен растворимыми анионами. Значительно больше кальция в составе катионообменного комплекса почвы. Растворимый и обменный кальций – основные формы этого элемента, способные передвигаться к корням растений и поглощаться ими. Кроме того, кальций присутствует в составе различных по растворимости почвенных минералов. Магний представлен различными минералами, обменным магнием катионообменного комплекса и ионной формой в почвенном растворе [10].

В настоящее время почти везде наблюдается процесс обеднения почв кальцием, но он имеет различное количественное выражение и поэтому неодинаково отражается на плодородии [11].

### Методика исследований.

Исследования проводятся на базе длительного полевого опыта, заложенного в 1980 г. в 1-м поле полевого 7-польного севооборота с чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница + клевер, клевер I-II г. п., ячмень, овес.

Почва под опытом дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая (суглинок средний песчано-крупнопилеватый), сформированная на некарбонатной покровной глине. Характерной особенностью исходной почвы является высокое содержание обменных форм кальция и магния, которое увеличи-

вается с глубиной, как и сумма поглощенных оснований. Реакция почвенной среды кислая. Подробная характеристика почвы приведена в предыдущей работе [12].

Химические анализы почвы выполнены общепринятыми методами [13, 14].

Определенной и общепринятой схемы разделения различных форм соединений кальция в почве не существует. Используя различные вытяжки, можно разделить общий фонд кальция в почве на группы соединений с разной подвижностью, а следовательно, играющих разную роль в процессах превращения кальция в почвах [6]. Для изучения форм кальция в почве мы использовали идею Полярно-альпийского ботанического сада-института, где за основу были приняты методы изучения форм калийных соединений. Биогеохимическая роль кальция и калия в почвах, по мнению авторов [6, 7], характеризуется близкими чертами, в частности, высокой миграционной способностью и интенсивным поглощением этих элементов растениями. Необменный кальций определяли в 2 Н, а подвижный – в 0,2 Н солянокислых вытяжках после двухсуточного настаивания при температуре 24 °С. Обменный кальций – 1 Н раствором КСl. Количество необменного кальция вычисляли путем вычитания содержания обменного кальция из количества его, переходящего в 2 Н HCl-вытяжку. Кальций в растворах определяли трилонометрически.

Статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа [15] с использованием ПК.

### Результаты исследований.

В почве центральной зоны в течение 4-х ротаций севооборота сохраняется высокое содержание обменного кальция и повышенное – обменного магния (табл. 1).

По данным лизиметрических

Таблица 1

Содержание и запасы карбонатов в метровом слое почвы (конец IV-ой ротации севооборота)

Глубина, см	Кальций		Магний	
	Ca (мэкв/100г)	CaCO <sub>3</sub> (т/га)	Mg (мэкв/100г)	MgCO <sub>3</sub> (т/га)
0-20	16,0		3,3	
20-40	18,8		3,1	
40-60	21,2		7,2	
60-80	25,8		9,4	
80-100	28,9		11,2	
Всего:				

Таблица 2  
Формы соединений кальция в почве

Вариант		Глубина см	Необменный		Обменный		Подвижный	
NPK	CaCO <sub>3</sub>		мЭКВ /100г	мг /100г	мЭКВ /100г	мг /100г	мЭКВ /100г	мг /100г
Без удобрений	0	0-20	21,5	430,0	16,0	320,0	17,5	350,0
		20-40	18,7	374,0	18,8	376,0	18,4	367,5
		40-60	22,6	451,3	21,2	424,0	18,8	375,0
		60-80	30,4	608,7	25,8	516,0	23,1	462,5
		80-100	33,6	672,0	28,9	578,0	25,0	500,0
	1,0	0-20	24,7	494,0	16,0	320,0	18,0	360,0
		20-40	20,5	409,3	17,1	342,0	17,8	355,0
		40-60	15,3	306,0	22,2	444,0	19,6	392,5
		60-80	26,7	534,0	26,4	528,0	21,6	432,5
		80-100	28,7	573,3	27,6	552,0	22,9	457,5
2NPK	0	0-20	23,3	573,3	14,2	284,0	15,1	302,5
		20-40	22,4	448,0	15,1	302,0	19,3	385,0
		40-60	20,7	414,0	23,1	462,0	19,1	382,5
		60-80	36,4	727,3	26,2	524,0	21,4	427,5
		80-100	35,3	706,0	27,2	544,0	23,4	467,5
	1,0	0-20	22,4	448,0	15,1	302,0	18,5	370,0
		20-40	20,4	407,3	17,2	344,0	18,4	367,5
		40-60	19,0	379,3	24,8	496,0	19,3	385,0
		60-80	25,9	518,0	27,3	546,0	21,3	425,0
		80-100	28,1	561,3	28,2	564,0	22,5	450,0
НСР <sub>05</sub> ч.разл.(NPK)			Fф<Fт		Fф<Fт		Fф<Fт	
НСР <sub>05</sub> ч.разл.(CaCO <sub>3</sub> )			8,5		Fф<Fт		Fф<Fт	
НСР <sub>05</sub> ч.разл. (глубина)			6,7		1,86		2,08	

исследований [15], средние ежегодные потери через инфильтрацию атмосферных осадков карбонатов кальция и магния из слоя почвы 0-60 см составляют 130 и 47 кг/га. За 4 ротации севооборота (28 лет) потери, соответственно, составили 3640 и 1316 кг/га. Ориентировочный вынос урожаями полевых культур за рассматриваемый период – 1720 и 970 кг/га. Таким образом, расход карбонатов за 4 ротации составил 5360 и 2286 кг/га, а запасы в слое 0–60 см почти на порядок выше. Нельзя не учитывать и восходящую миграцию оснований из нижележащих горизонтов почвы и приход кальция и магния с пожнивными и корневыми остатками. Следовательно, большие запасы кальция и магния в исследуемой почве являются главной причиной устойчивого содержания основных катионов почвенного поглощающего комплекса в течение 4-х ротаций севооборота.

Исследование форм кальция показало, что применение минеральных удобрений и последствие известки оказало слабое влияние на профильное распределение необменного, обменного и подвижного кальция (табл. 2).

Содержание форм кальция достоверно увеличивается с глубиной. Необменный кальций, представляющий ближайший резерв для пополнения запасов обменного и подвижного, мало связан с содержанием органического вещества почвы, количеством частиц физической глины и ила ( $r = -0,49$ ,  $r = 0,43$ ,  $r = 0,41$  при уровнях значимости 0,03-0,07 соответственно). По-видимому, содержание этой формы определяется минералогическим составом почвообразующей породы. К аналогичному выводу пришли исследователи подзолистых почв Кольского полуострова [7].

Содержание обменного и подвижного кальция находится в тесной положительной корреляционной зависимости от количества частиц физической глины и ила (коэффициенты корреляции между содержанием частиц < 0,01 мм и обменным кальцием 0,89, подвижным – 0,68; содержанием частиц < 0,001 мм и обменным кальцием 0,90, подвижным – 0,71 при уровне значимости 0,001). Поскольку для исследуемой почвы характерно резко убывающее распределение углерода по профилю почвы, с органическим веществом и содержанием обменной и подвижной форм выявлены тесные отрицательные корреляционные связи ( $r = -0,85$ ,  $r = -0,73$ ). Следовательно, минеральные коллоиды в большей степени

определяют содержание подвижной и обменной форм кальция в профиле исследуемой почвы.

Количество подвижных форм кальция в отдельных вариантах опыта выше, чем обменных. Это связано с тем, что при действии на почву кислоты в раствор переходит некоторое количество обменного кальция в результате перехода его из поглощенного состояния и, вероятно, при частичном разрушении почвенного поглощающего комплекса [6]. Между подвижной и обменной формами кальция установлена тесная линейная связь ( $r = 0,88$  при уровне значимости 0,001). Необменная форма тесно связана с подвижной ( $r = 0,73$ ), с обменной формой связь средней тесноты ( $r = 0,61$ ).

#### Выводы.

Дерново-подзолистые почвы, сформированные на богатых кальцием и магнием породах, в течение 28-летнего с/х использования сохраняют исходный уровень содержания обменных оснований.

Максимальное содержание обменных, обменных и подвижных форм кальция в метровом слое почвы отмечено на глубине 80-100 см.

Содержание обменных и подвижных форм кальция тесно связано с количеством частиц физической глины и ила.

Необменные формы кальция находятся в средней корреляционной зависимости: прямой – с количеством частиц физической глины и ила и обратной – с содержанием органического вещества.

#### Литература

1. Кортаев Н. Я. Подзолистые почвы Среднего Предуралья : автореф. дисс. ... докт. сельхоз. наук. Молотов, 1949. 38 с.
2. Глазовская М. А., Кречетов П. П., Черницова О. В. Общие закономерности накопления и возобновления запасов элементов органических в дерново-подзолистых почвах хвойно-широколиственных лесов // Почвоведение. 2004. № 12. С.1430—1439.
3. Алябина И. О. Закономерности формирования поглощательной способности почв. М. : РЭФИА, 1998. 47 с.
4. Вологжанина Т. В. Почвенный покров // Агрохимия на службе земледелия. Пермь, 1981. С.9—39.
5. Гедройц К. К. Учение о поглощательной способности почв. Гос. изд-во с/х и колх. кооперативной литературы. М., Л., 1932. 203 с.
6. Переверзев В. Н., Кошлева Е. А. Кальций в подзолистых почвах разного гранулометрического состава // Почвоведение. 1997. № 3. С. 352—359.