

УДК 631.41

Зависимость вытеснения ионов Са, Mg, Fe, К из почв от продолжительности воздействия H₂O и температуры

Ефимов О.Е., Рашкович В.Н., Колесник А.Н.

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Аннотация

В проведенных исследованиях на дерново-подзолистых почвах и обыкновенных черноземах установлено изменение скорости перехода ионов Са, Mg, Fe, К из почвы в H₂O при температуре 0 и 20 °С, времени взаимодействия 1 сутки и 1 неделя.

Показано, что скорость протекающих процессов зависит от сочетания температуры и продолжительности реакций, отличается для отдельных почв, горизонтов и определенных катионов. Величина изменения скорости рассматриваемых процессов не полностью коррелирует с физико-химическими и термодинамическими закономерностями изменения подвижности ионов в почвах в зависимости от влажности и температуры, что связано с одновременным протеканием реакций ионного обмена, комплексообразования, осадкообразования.

Доказывается необходимость изучения кинетики процессов, протекающих в почве, для более корректной оценки агроэкологического состояния почв.

Ключевые слова: КИНЕТИКА, ПОЧВА, ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДЕСОРБЦИЯ ИОНОВ

Введение

Все процессы протекают в почвах с определенной скоростью [1, 2]. Она описывается уравнениями внешнедиффузионной, внутридиффузионной и химической кинетики разных порядков [3, 4]. Кинетика определяет как свойства почв, так и их эволюцию [2, 5], агроэкологическое состояние и плодородие [3]. Для оптимизации свойств почв применяют приемы регулирования изменения протекающих в почвах процессов [6, 7].

Однако эти вопросы изучены недостаточно. В частности, не изучены закономерности изменения кинетики процессов, протекающих в почвах, от температуры.

Объекты исследования

Объектом исследования выбраны дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы Мичуринского сада РГАУ-МСХА [8] и обыкновенные глинистые мощные малогумусные черноземы Краснодарского края [9].

Методика исследования состояла в оценке содержания водорастворимых Са, Mg, Fe, К при соотношении почва : H₂O = 1:5, температуре 0 и 20 °С, времени взаимодействия одни сутки и одна неделя. Са Mg, Fe определены на атомном абсорбционном спектрофотометре Квант-2А, калий – на пламенном фотометре – ПФА-378. Принятый уровень вероятности P = 0,95.

Экспериментальная часть

Переход ионов из почвы в раствор (H₂O) зависит от температуры, продолжительности компостирования, размера частиц почв, условий перемешивания суспензии почва-раствор и от времени взаимодействия.

В таблице 1 представлены полученные нами материалы по влиянию температуры компостирования (0°С и 20°С) на переход ионов из образцов почв ненарушенного сложения в H₂O.

В значительной степени переход ионов из почв в почвенный раствор или в H₂O зависит от температуры и в полевых условиях, что определяет обеспеченность растений биофильными элементами.

По полученным нами данным, содержание водорастворимых катионов Са, Mg, Fe, К в почвах при повышении температуры возросло в 10 случаях из 24 при времени взаимодействия 1 сутки и в 2 случаях из 24 – при времени 1 неделя.

При повышении температуры содержание Са в почвенном растворе возрастает в 7 случаях из 12, Mg – в 8 случаях из 12, Fe – в 3 случаях из 12, К – в 5 случаях из 12, т.е. повышение температуры больше повлияло на переход из твердой фазы почв в раствор Mg > Са > К > Fe.

Таблица 1. Зависимость вытеснения ионов из почв от температуры

Почва	0°C				20°C			
	Ca	Mg	Fe	K	Ca	Mg	Fe	K
1 сутки								
ДП ₂ А ₁	7,3	6,8	0,07	24,2	5,0	6,4	0,08	20,2
ДП ₂ А ₂	1,9	3,6	0,09	7,5	2,2	4,6	0,06	8,9
ДП ₂ А ₂ В	1,9	2,9	0,06	25,2	6,6	3,8	0,08	26,6
Ч _{об} 0-20	12,6	5,2	0,04	3,7	10,8	5,1	0,05	4,2
20-40	12,1	4,9	0,05	3,9	13,7	5,2	0,03	1,7
100-120	37,8	10,2	0,03	17,0	10,1	5,7	0,03	1,4
1 неделя								
ДП ₂ А ₁	2,9	6,2	0,05	22,0	12,7	8,0	0,10	21,2
ДП ₂ А ₂	0,9	3,3	0,07	7,5	3,6	5,2	0,07	9,2
ДП ₂ А ₂ В	2,3	3,1	0,08	28,2	18,2	7,5	0,07	29,4
Ч _{об} 0-20	14,5	5,1	0,07	4,8	8,7	7,7	0,08	3,8
20-40	9,3	4,5	0,10	18,0	16,6	6,1	0,08	1,9
100-120	37,4	10,5	0,03	72,4	9,1	4,7	0,05	1,5

Согласно теоретическим закономерностям, при повышении температуры легче входят в ППК ионы с большей энергией гидратации: Ca – 375, Mg – 475 ккал/г-ион, легче входят в ППК многовалентные ионы, по сравнению с одновалентными. Однако, наряду с процессами ионного обмена, одновременно в почвах протекают процессы растворения осадков, интенсивность которых возрастает для кальция, магния, и процессы диссоциации комплексов, более реальных для железа, магния, кальция.

Очевидно, что интенсивность этих процессов будет отличаться для отдельных почв и горизонтов.

Все процессы протекают в системе почва-растение с определенной скоростью. Это определяется проявлением внешнедиффузионной, внутридиффузионной и химической кинетики разных порядков, проявление которых описывается соответствующими математическими уравнениями.

Для практических целей агрономической оценки почв необходимо знание закономерностей перехода ионов из почвы в H₂O за период 5 минут и 1 час; для

интерпретации данных по сезонной динамике элементов питания в почвах – за период 1 сутки – 1 неделя. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость изменения содержания почвенных растворов от времени взаимодействия почвы с H₂O (t° = 20°C)

Почва	1 неделя				1 сутки			
	Ca	Mg	Fe	K	Ca	Mg	Fe	K
ДП ₂ A ₁	12,7	8,0	0,10	21,2	5,0	6,4	0,08	20,2
ДП ₂ A ₂	3,6	5,2	0,07	9,2	2,2	4,6	0,06	8,9
ДП ₂ A ₂ B	18,2	7,5	0,07	29,4	6,6	3,8	0,08	26,6
Ч _{об} 0-20	8,7	7,7	0,08	3,8	10,8	5,1	0,05	4,2
20-40	16,0	6,1	0,08	1,9	13,7	5,2	0,03	1,7
100-120	9,1	4,7	0,05	1,5	10,1	5,7	0,03	1,4

Как видно из представленных данных, за 1 неделю из почв вытеснилось больше кальция, магния, железа, калия, чем за 1 сутки, в 19 случаях из 24 и в 5 случаях – меньше. В гумусовых горизонтах за 1 неделю вытеснилось больше кальция, магния, железа, калия в 10 случаях из 12; в горизонте 20-40 см чернозема – в 4 случаях из 4; в горизонте С – в 2 случаях из 4.

Для оценки кинетики протекающих процессов целесообразно вычислять отношение $[(X_1 - X_2) / X_2] \cdot 100$, где X_1 – значение показателя через 1 неделю, X_2 – значение показателя через 1 сутки.

По полученным нами данным, эти величины отличаются как для отдельных типов почв, так и для отдельных ионов. Очевидно, что они будут отличаться и для разных временных интервалов. Пример такого расчета приведен ниже (табл. 3).

Как видно из представленных данных, для разных типов почв и горизонтов скорость перехода ионов кальция, магния, железа, калия из почв в раствор H₂O отличается.

Отмечается большая скорость перехода Ca из почвы в раствор в пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы и меньше – в гумусовом горизонте чернозема.

В то же время скорость перехода магния из почв в H₂O была выше в черноземе и меньше в дерново-подзолистой почве. Наименьшая скорость перехода из почвы в раствор

в период 1 сутки – 1 неделя отмечается для калия, что, очевидно, связано с меньшей прочностью связи калия с ППК (особенно в дерново-подзолистой почве) и переходом значительного его количества в раствор уже в первые сутки.

Таблица 3. Изменение содержания водорастворимых соединений Ca, Mg, Fe, K в дерново-подзолистых почвах и черноземах при 20°C за период взаимодействия с H₂O 1 сутки – 1 неделя $[(X_1 - X_2) / X_2] 100, \%$

Почва, горизонт	Ca	Mg	Fe	K
ДП ₂ A ₁	154	25	25	5
ДП ₂ A ₂	64	13	17	3
Ч _{об} Ап	-	-	-	-
Ч _{об} 20-40	21	70	167	12

Заключение

Все процессы протекают в почве с определенной скоростью, которая в значительной степени влияет на эффективность почвообразовательных процессов и является показателем, характеризующим плодородие почв.

В проведенных исследованиях показано, что скорость перехода Ca, Mg, Fe, K из дерново-подзолистой почвы и чернозема в H₂O зависит от температуры компостирования и отличается для разных типов почв и отдельных горизонтов. Интенсивность протекающих в почве процессов десорбции кальция, магния, железа, калия зависит как от температуры, так и от продолжительности реакций. Очевидно, в разных временных интервалах скорость процессов изменяется.

В связи с одновременным воздействием на интенсивность процессов десорбции, влажности, температуры и продолжительности реакций при протекании одновременно реакций ионного обмена, осадкообразования и комплексообразования вытеснение ионов из почв в раствор не полностью подчиняется термодинамическим закономерностям подвижности ионов от влажности и температуры почв.

Скорость процессов является неотъемлемой составляющей, характеризующей агроэкологическое состояние почв, что определяет необходимость дальнейшего исследования этого фактора.

Список использованных источников

1. Карпухин А.И., Трубицина Е.В. Кинетика сорбции и изотопного обмена железа и марганца в подзолистых почвах разной степени гидроморфности // Известия ТСХА. – 1981. – №5. – С. 193–196
2. Таргульян В.О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв. – МЛКИ. – 2008. – С. 24–54.
3. Савич В.И., Торшин С.П., Сорокин А.Е., Гукалов В.В., Рашкович В.Н. Агроэкологическая оценка скорости физико-химических процессов, протекающих в почвах // Агрехимический вестник. – 2021. – №2. – С. 58–62.
4. Эммануэль П.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. – М.: Высшая школа, 1962. – 215 с.
5. Реймерс Н.Ф. Экология. – М.: Молодая гвардия, 1994. – 365 с.
6. Кловская Ю.М. Массоперенос ¹³⁷Cs в системе почва-растение в зависимости от локации в почвенных агрегатах // Агрехимический вестник. – 2015. – №4. – С. 43–45.
7. Фокин А.Д., Торшин С.П., Бебнева Ю.М., Гаджиагаева Р.А., Золотарева Ю.И., Умер М.И. Поступление в растения ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr с поверхности почвенных агрегатов и изнутрипедного пространства // Почвоведение. – 2014. – №12. – С. 1414–1425.
8. Никиточкин Д.Н., Савич В.И., Наумов В.Д., Байбеков Р.Ф. Модели плодородия почв под яблоню во времени и в пространстве. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2015. – 272 с.
9. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах агроландшафта. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2015. – 400 с.

Цитирование:

Ефимов О.Е., Рашкович В.Н., Колесник А.Н. Зависимость вытеснения ионов Са, Mg, Fe, К из почв от продолжительности воздействия H₂O и температуры [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_405.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20214405>.