

УДК 502.37

ВЛИЯНИЕ ОПОК АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

© 2011 М.С. Бодня

ГОУ ВПО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань

Поступила 04.08.2011

В данной статье показаны результаты влияния цеолитсодержащей породы на содержание основных катионов и анионов в почве. Представлены данные по повышению эффективности исследуемой породы посредством модификации солями кальция.

Ключевые слова: почва, Астраханская обл.

Необходимость восстановления загрязненных почв толкает на использование разнообразного спектра живых организмов и химических соединений. Однако нельзя упускать, что в ряде случаев их поведение в агроэкосистемах весьма непредсказуемо и может сопровождаться появлением дополнительных негативных эффектов. Поэтому приобретает особую актуальность исследование эффектов, связанных с привнесением новых материалов в агроэкосистемы.

Для химической мелиорации загрязненных почв используют цеолиты и подобные им по составу алюмосиликатные породы, которые способны за счет развитой поверхности эффективно устранять загрязнение почвы. Тем не менее, в доступной литературе помимо результатов благоприятного воздействия на растения, почву и микробиоценозы все чаще появляются данные о слабой эффективности использования цеолитов либо даже об отрицательных последствиях их использования. Так, в частности, в работе Байдиной [1] показано, что внесение цеолита сопровождается ухудшением азотного и – до некоторой степени – фосфорно-калийного питания растений, а адсорбция тяжелых металлов осуществляется крайне слабо. В работе Касатикова и др. [2] отмечается, что использование цеолита в сочетании с доломитовой мукой привело к увеличению содержания ионов Cr, Cu, Ni, Zn в пахотном слое почвы.

Вышеуказанные факты обуславливают тщательное изучение эффектов, связанных с внесением в почву цеолитсодержащих пород. Ассортимент их расширяется и помимо цеолитов все чаще для целей обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции используются опоки [3-4]. Опоки относятся к кремнистым природным сорбентам и характеризуются высоким содержанием общего кремнезема до 86%, аморфного кремнезема (растворимого в 5% KOH) до 61%. Опоки, как правило, имеют большие значения мольного соотношения SiO₂/Al₂O₃ (до 32) и относительно низкие значения суммарной катионообменной способности (не выше 30 мг-экв).

Целью исследования являлось изучение влияния опок Астраханской области на ионный состав почв под некоторыми с/х культурами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

К настоящему времени на Каменноярском месторождении (80 км юго-восточнее г. Волгоград) утверждены запасы по категории Р-1 в объеме 200 млн т. Опока Астраханской области содержит (мас.%): SiO₂ - 78-80; Al₂O₃ - 18-22; Fe₂O₃ - 0,5; H₂O - 0,2-0,5; CaSO₄ - 0,3-0,5; CaCO₃ - 0,12-0,8. Опоки имеют удельную поверхность 730 м²/г, объем пор 0,88 см³/г, радиус пор 55 нм. По результатам рентгеновского количественного фазового анализа (РКФА) установлено, что минеральный состав каменноярских опок представлен опал-кристобалит-тридимитовой фазой (34-86%), глинистыми минералами (9-19%), кварцем (3-15%), цеолитом (0-17%), полевым шпатом (0-5%).

Исследованные породы можно охарактеризовать как опоки слабо глинистые, алевролитистые, цеолитистые. В составе опок с разной степенью уверенности идентифицируется два минеральных вида цеолита (клиноптиллолит и филлипсит) [5]. Интерес к изучению именно этих пород связан со следующими факторами: относительно высокое содержание оксида алюминия, по сравнению с аналогами, существенно увеличивает их катионообменную емкость (50-75 мг-экв); в отличие от цеолитов они полифункциональны, т.е. их неселективность позволяет использовать их для решения широкого круга экологических задач; они не содержат даже следов соединений свинца, кадмия, мышьяка, бериллия [6], что отрицает возможность дополнительного загрязнения окружающей среды тяжелыми токсичными металлами.

Имеются данные о положительном влиянии опок в сочетании с элементарной серой на ряд биометрических показателей культурных растений [7-8]. Однако влияние непосредственно на физико-химические свойства почв изучено, на наш взгляд, недостаточно.

Все опыты с растениями проводились на бурой полупустынной почве. В пахотном слое содержания гумуса – 1,5% (по Тюриной), подвижных форм P₂O₅ – 6,3 мг, K₂O – 4,3 мг (по Кирсанову) и SO₃ –

Бодня Максим Сергеевич, канд. биол. наук,
e-mail: bodnya@mail.ru

4,2 мг (по Айдиняну) на 1 кг почвы, рН солевой вытяжки 6,8, общий азот – 0,07%. Содержание основных катионов и анионов в почве определяли по методикам описанным в работе [9]. Данные статистически обрабатывались.

Схема микрополевого опыта состояла из 3-х вариантов минерального питания: 1) контроль; 2) фон – N₆₀ P₉₀ K₆₀; 3) фон + опоки (50 кг/га). По проис-

шествии 6 мес отбирали образцы почв и анализировали ионный состав.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения содержания катионов кальция, магния, натрия, сульфат, хлорид и гидрокарбонат-ионов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав водной вытяжки

Варианты опыта	Содержание ионов, мг-экв/л						
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃	pH
Фон+опоки	0,8±0,1	0,25±0,07	7,7±0,9	1,8±0,25	3,3±0,6	1,4±0,2	7,1
Контроль	0,8±0,1	0,4±0,08	6,4±1	1,6±0,28	3,1±0,5	1,0±0,2	6,8
Фон (NPK)	0,9±0,1	0,35±0,07	6,5±1	1,7±0,27	3,4±0,5	1.1±0,2	6,8

Полученные результаты показывают, что внесение опок не приводит к значительным изменениям ионного состава почвенного раствора. Несколько возрастает сумма катионов, при этом на уровне тенденции можно отметить уменьшение содержания ионов магния, и некоторое увеличение содержания ионов натрия. Это достаточно тревожный симптом, свидетельствующий приводит о повышении токсичности почвенного раствора.

Данный факт сам по себе достаточно интересен и требует дальнейшего более детального изучения, так как ранее исследование широкого ассортимента цеолитсодержащих материалов показало, что они преимущественно адсорбируют одновалентные катионы, чем двухвалентные [10]. При этом содержание ионов хлора практически не изменяется во всех вариантах опыта. Наблюдаемые эффекты можно объяснить катионным обменом между частицами опок и почвенным раствором. Предполагается, что сначала опоки действуют как адсорбент, притягивая из почвенного раствора положительно заряженные катионы, в частности ионы натрия, а затем происходит частичный обмен натрия на магний, что связано с близостью ионных радиусов этих элементов. Косвенным доказательством сказанному, служит то, что содержание ионов кальция практически не изменяется.

Для устранения негативного эффекта, связанного с сильным адсорбирующим эффектом опок, необходимо в процессе их подготовки модифицировать, предварительно обрабатывая их солями биофильных металлов. Перспективность пути химической модификации цеолитсодержащих пород была доказано ранее. В частности, в работе [11], показано, что химическая обработка растворами кислот и

щелочей позволяет повысить емкость катионного обмена.

Нами была предпринята попытка устранить эффект избыточного засоления вызванного внесением опок, с помощью их модификации солями кальция. Для этого опоки перед внесением в почву в течение 14 сут держали в растворе 0,2н. раствора нитрата кальция (табл. 2).

Безусловно, описанная модификация существенным образом влияет на коммерческую привлекательность использования опок и поэтому на практике наиболее целесообразно применять опоки на фоне известкования или совместно с органоминеральными удобрениями. Сделанные выводы справедливы только для исследуемых почв и могут быть скорректированы для конкретных условий. Однако уже сейчас можно отметить, что применение опок нецелесообразно на плодородных землях, так как их влияние может проявиться в снижении доступности для растений ряда важнейших биофильных элементов. Можно предполагать такую картину не только для исследуемых макроэлементов, но и для ряда важнейших микроэлементов.

Как видно из полученных результатов, модификация опок позволяет значительно снизить содержание токсичных ионов натрия в почвенном растворе и одновременно повысить содержание подвижного кальция и магния.

Увеличение содержания гидрокарбонат-ионов происходит, вероятно, за счет растворения карбоната магния, содержащегося в составе опок. Можно отметить положительную роль опок в снижении кислотности почвенного раствора (на 0,3 ед.), что хорошо согласуется с литературными данными [12-13].

Таблица 2. Сравнительный анализ химического состава водной вытяжки

Варианты опыта	Содержание ионов, мг-экв/л						
	Ca+2	Mg+2	Na+	Cl-	SO4	HCO3	pH
Опоки	0,8±0,1	0,25±0,07	7,7±0,9	1,8±0,25	3,3±0,6	1,4±0,2	7,1
Контроль	0,8±0,1	0,4±0,08	6,4±1	1,6±0,28	3,1±0,5	1,0±0,2	6,8
Кальциймодифицированные опоки	1,1±0,2	0,3±0,07	6,8±0,9	1,8±0,3	3,2±0,5	1,2±0,15	7,2

В заключение можно отметить, что представленное исследование является лишь первым шагом в деле изучения эффективности цеолитсодержащих пород Астраханской области на различные показатели состояния почвенного покрова. Представленные данные могут быть интересны при тестировании подобных средств мелиорации загрязненных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Байдина Н.Л.* Инактивация тяжелых металлов гумусом и цеолитом в техногенно загрязненной почве // Почвоведение. 1994. № 9. С. 121-125.
2. *Касатиков В.А., Еськов А.И., Раскатов В.А. и др.* Влияние мелиорантов и осадков городских сточных вод на миграцию тяжелых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве // Известия ТСХА. 2003. Вып.1. С. 25-32.
3. *Волкова К.Р.* Восстановление качества поверхностных вод, загрязненных в результате аварийных сбросов растворенными нефтепродуктами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2006. 23 с.
4. *Тойгильдина И.А.* Эффективность высококремнистых пород и минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы в условиях Среднего Поволжья: Дис. ... канд. с.-х. наук. Саранск. 2008. С. 65-67.
5. *Наумкина Н.И., Ильичева О.М., Зорина С.О., Афанасьева Н.И.* Диагностика минеральных компонентов палеоценовых опок разреза "Каменный яр" методом рентгеновского количественного фазового анализа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minsoc.ru/2010-1-159-0>.
6. Опoки Астраханской области. Астрахань, 2005. 140 с.
7. *Алыков Н.М., Пилипенко В.Н., Бодня М.С.* Исследование влияния серосодержащих удобрений на всхожесть семян и рост корневой системы подсолнечника, пшеницы и сои // Агрoхимия. 2003. № 12. С. 38-41.
8. *Полхутенкова И.А., Майоров С.В., Кочубеев А.А.* Мелиорация нефтезагрязненных почв с использованием комплексного сорбента и мочевины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shmain.ru/nauchnye-stat.htm>
9. *Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В.* Практикум по агрохимии. М.: Колос, 1978. 351 с.
10. *Phillips R.* Use of soil amendments to reduce nitrogen, phosphorus and heavy metal availability// J. Soil Contamin. 1998. V. 7. Is. 2. P. 191-212.
11. *Мухайлова О.А.* Технологии химической активации природных минеральных сорбентов: Дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2007. С. 134-138.
12. *Макеева Т.Ф., Гудилина М.В.* Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных почвах Орловской области // Вестник Орловского гос. агр. ун-та. 2008. № 4. С. 36-39.
13. *Лобода Б.П.* Применение цеолитсодержащего минерального сырья в растениеводстве // Агрoхимия. 2000. № 6. С. 78-91.

INFLUENCE OF THE MOULDING OF THE ASTRAKHAN REGION ON IONIC STRUCTURE OF SOIL

© 2011 M.S. Bodnya

Astrakhan State University, Astrakhan

In given article results of influence цеолитсодержащей breeds on the maintenance of the basic cations in soil are shown. The data on increase of efficiency of investigated breed by means of updating by calcium salts is presented.

Key words: soil, Astrakhan region.