

## ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ ПОЧВЫ НА ПОДВИЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

*О.Е. КЛИМЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук*  
*А.С. ИВАНОВА, кандидат биологических наук*  
*Н.И. КЛИМЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук*  
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

### Введение

Почвы сухой степи Украины являются слабо- и среднеобеспеченными подвижными формами азота и фосфора, уровень обеспеченности обменным калием – повышенный и высокий [7]. При увеличении солонцеватости темно-каштановых почв и в солонцах содержание подвижных форм азота и фосфора снижается, плодородие их падает [8]. Орошение этих почв пресными водами Днепра нередко сопровождается появлением соды, увеличением щелочности [4, 6].

Установлено, что в щелочной среде такие элементы как фосфор, кальций, магний, железо, марганец, медь и цинк переходят в труднодоступную для растений форму [9, 10]. Подвижность бора при рН от 6 до 8.8 снижается, а при рН более 8.8 – увеличивается [11].

Таким образом, недостаточное повышение продуктивности растений на солонцеватых орошаемых почвах юга Украины и Крыма по сравнению с ожидаемым может быть связано, помимо других факторов, с нарушением минерального питания сельскохозяйственных культур.

В задачу исследований входило проследить в контролируемых условиях вегетационного опыта влияние ощелачивания и появления соды в почве на подвижность таких элементов питания как N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn и B.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования были образцы пахотного слоя (0-10 см) темно-каштановой слабосолонцеватой легкоглинистой почвы. Почва содержала 2.44% гумуса, не засолена легкорастворимыми солями, среди поглощенных оснований преобладал кальций (28.2 мэкв на 100 г почвы), величина рН составляла 7.9. Отмечено среднее содержание подвижных форм элементов питания (рис. 2, контроль).

Образцы почвы помещали в пластиковые сосуды емкостью 3 л. Вариантами опыта были различные дозы соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ): 0 – контроль; 0.3, 0.5, 1.0 и 2.0 мэкв на 100 г почвы. Соду в почву вносили в растворенном виде на поверхность сосуда и в дренажную трубку. Влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 75-80% НВ. Повторность опыта – четырехкратная. Через год после внесения соды из каждого сосуда отбирали по 3 образца почвы. В каждом из них определяли концентрацию нитратного иона ионселективным электродом; фосфор и калий по Мачигину; кальций и магний – в водной вытяжке; железо и марганец, экстрагируемые 0.1н раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – фотометрически, бор водорастворимый – с азометином [1]. Данные обработаны статистически, достоверным принят 5%-ный уровень значимости [5].

### Результаты исследований и их обсуждение

При анализе водной вытяжки почвы на вариантах с внесением 0.3 и 0.5 мэкв, сода не обнаруживалась. Там, где было внесено 1 и 2 мэкв  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ее содержание составило 0.04 и 0.08 мэкв на 100 г почвы. Произошло это в результате того, что почва обладала содоустойчивостью, а также связано с обменом ионов натрия раствора на поглощенный кальций.

С повышением дозы внесенной соды возрастала величина рН и содержание обменного натрия (рис. 1). Добавленная в почву сода в количествах 0.3 и 0.5 мэкв увеличивала рН всего на 0.1 и 0.2 единицы соответственно (различия с контролем недостоверны). При этом содержание обменного натрия возросло в 2.0-2.5 раза. При внесении 1 и 2 мэкв на 100 г почвы  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , когда часть ее оставалась в растворе, величины рН и обменного натрия резко возросли (рис. 1). Между ними установлена прямая тесная корреляционная зависимость ( $r = 0.999$ ,  $n=20$ ). В связи с тем, что влияние рН и обменного натрия, обуславливающих щелочность почв, на подвижность элементов в почве было однозначным, в дальнейшем приводим данные по влиянию на них величины рН.

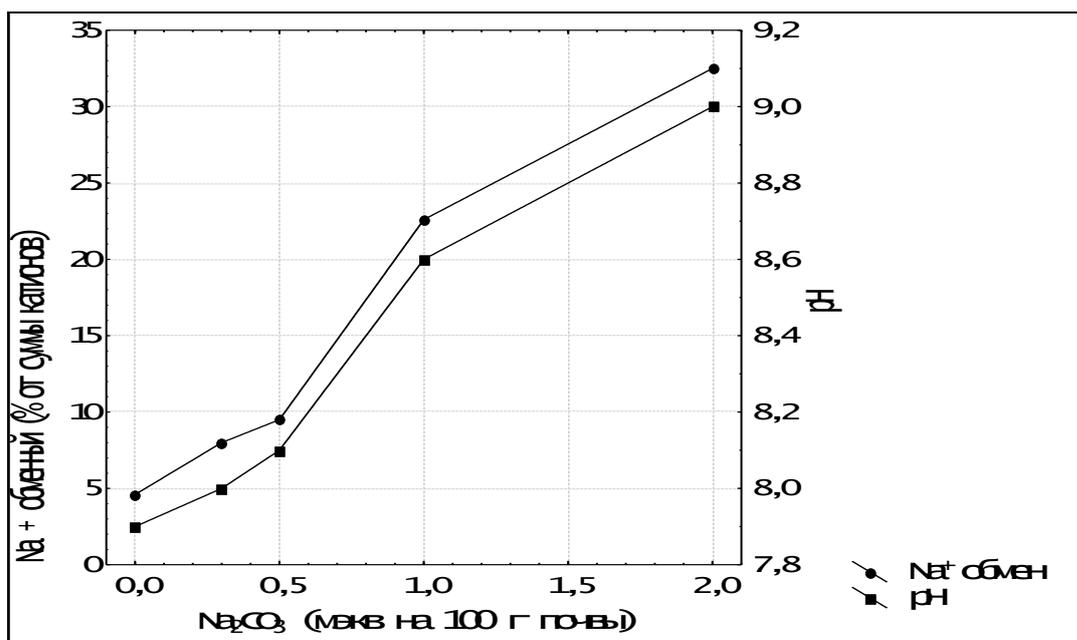


Рис. 1. Кривые зависимости содержания обменного натрия и величины рН почвы от дозы внесенной соды.

**Азот, фосфор и калий.** Результаты опыта показали, что при низкой щелочности (рН 8.0-8.1 и 8.0-9.5% обменного натрия от суммы обменных катионов) величины  $\text{N-NO}_3$  были близки к контролю или превышали его (рис. 2). При появлении соды и величине рН 8.6 и более, содержание нитратного азота уменьшилось в 3 раза по сравнению с контролем. Обеспеченность этим элементом стала недостаточной (здесь и далее приведены данные по обеспеченности элементами питания полевых культур).

Концентрация подвижного фосфора не имела прямой зависимости от величины рН почвы ( $r = 0.35$ ,  $n=20$ ), но значительно снизилась при рН 8.1, что, возможно, может быть следствием косвенного влияния щелочности через уменьшение подвижности катионов, с которыми связан анион фосфорной кислоты.

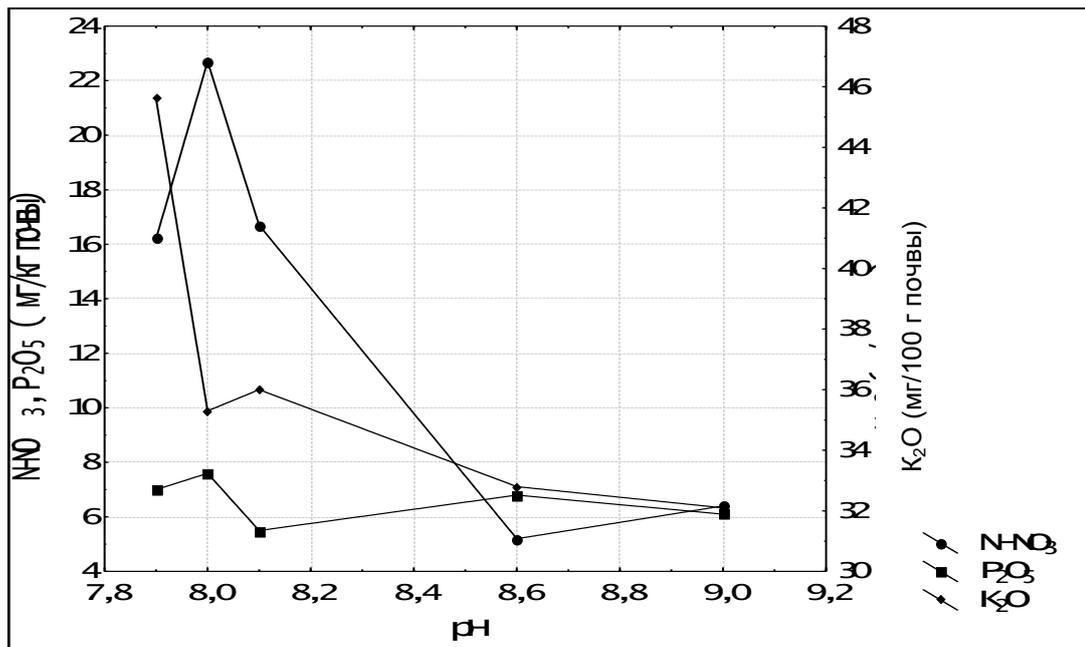


Рис. 2. Изменение концентрации подвижных форм азота, фосфора и калия в почве под влиянием ощелачивания

Несколько по-иному влиял процесс осолонцевания и появления соды на содержание обменного калия. Уже при pH 8.0 его концентрация резко снизилась (рис. 2). Дальнейшее увеличение pH и появление соды снижало содержание подвижного калия в почве, и его количество оставалось на уровне среднего содержания.

При внесении соды в почву в количестве 0.3 и 0.5 мэкв на 100 г почвы, содержание поглощенного калия в ППК возросло с 1.42 до 2.01% от суммы обменных катионов. При появлении соды в растворе его концентрация вновь снизилась до исходной. Это, возможно, связано с конкуренцией между ионами калия и натрия за место в ППК при разном уровне натрия в почвенном растворе.

**Кальций и магний.** Эти два важных для питания растений элемента при минимальной щелочности (pH 8.0-8.1) и содержании поглощенного натрия до 10% от суммы обменных катионов увеличивали свою подвижность (рис. 3).

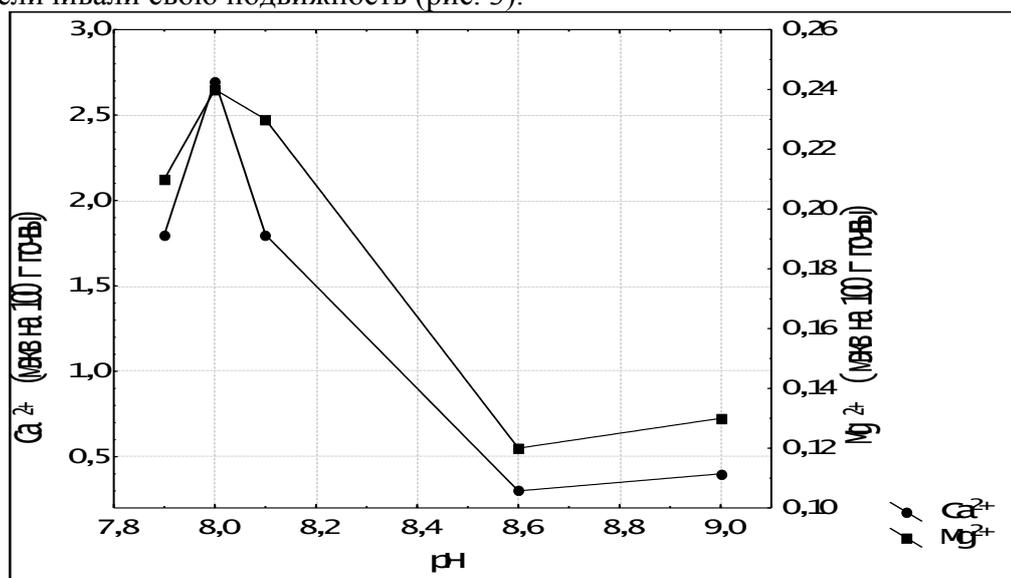


Рис. 3. Зависимость концентрации водорастворимых кальция и магния от изменения pH почвы при ощелачивании.

С появлением в растворе соды и с увеличением рН до 8.6 и выше концентрация ионов кальция и магния сократилась в 2-6 раз по сравнению с контролем. Обнаружена тесная обратная корреляционная связь между величиной рН и содержанием  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в водной вытяжке ( $r = -0.87 \pm 0.12$  и  $-0.88 \pm 0.11$  соответственно при  $n=20$ ) и прямая, очень тесная связь с содержанием нитратного азота в почве ( $r = 0.94 \pm 0.06$  и  $0.97 \pm 0.03$ ,  $n=20$ ). Это может свидетельствовать о значительном снижении подвижности нитратов кальция и магния в сильнощелочной среде.

**Железо, марганец и бор.** Содержание подвижного железа в почве не претерпело значительных изменений в опыте. В контроле его количество было невысоким, так как в слабощелочной среде темно-каштановой слабосолонцеватой почвы железо находится в окисленной форме и малорастворимо [2]. Присутствие в почве соды несколько снизило его содержание, однако оно не опускалось ниже оптимального (рис. 4).

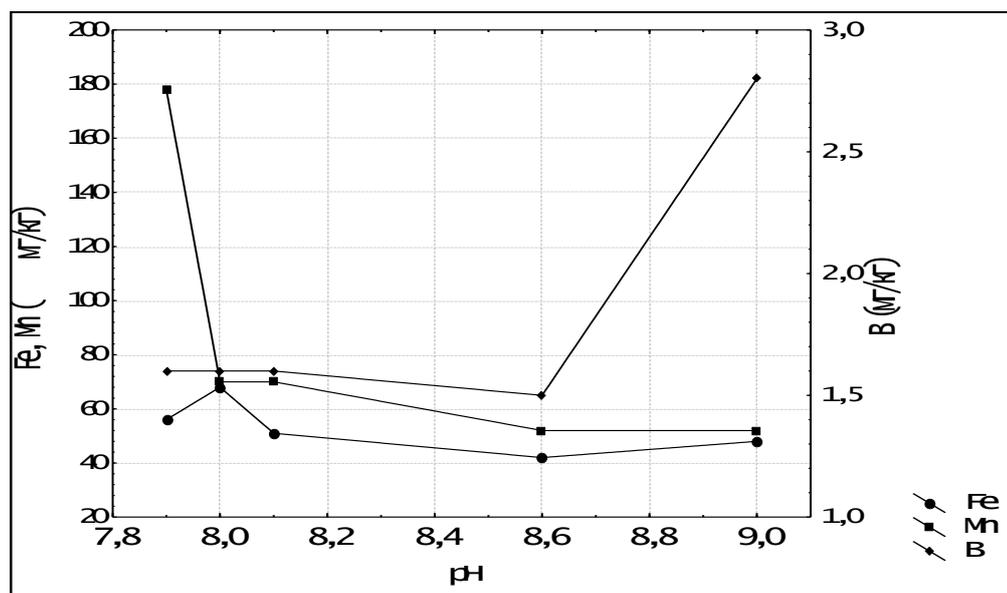


Рис. 4. Концентрация подвижных форм железа, марганца и бора в почве при изменении величины рН.

Марганец уже при рН 8.0 резко снизил растворимость, его концентрация стала почти в 2.5 раза ниже контрольной (рис. 4).

В вариантах с присутствием соды и при рН 8.6-9.0 она становилась минимальной и опускалась за нижний предел доступности для растений. Возможно, это связано с действием одноименного иона на растворимость труднорастворимого  $\text{MnCO}_3$  [3].

Несмотря на повышенное содержание подвижного бора в темно-каштановой слабосолонцеватой почве, появление соды и увеличение рН до 9.0 привели к почти двукратному росту его концентрации (рис. 4). Установлена прямая тесная достоверная корреляционная зависимость между его содержанием в почве и величиной рН ( $r = 0.79 \pm 0.19$  при  $n = 12$ ).

### Выводы

1. В результате содоустойчивости темно-каштановой слабосолонцеватой почвы небольшие дозы внесенной соды (0.3 и 0.5 мэкв на 100 г почвы) нейтрализовались с незначительным увеличением рН почвы и возрастанием содержания обменного натрия до 9.5% от суммы обменных катионов. При этом не произошло значительных изменений в подвижности элементов питания, кроме снижения содержания обменного калия и подвижного марганца.

2. При появлении соды в растворе и увеличении его рН до 8.6-9.0 и обменного натрия до 22.6-33.5% от суммы обменных катионов значительно снизилась подвижность азота, кальция и магния, и возросла – бора, что может привести к нарушению минерального питания растений.

### Список литературы

1. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1986. – 295 с.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 235 с.
3. Воробьева Л.А., Рудакова Т.А. О возможности прогноза состояния некоторых химических элементов в природных водных растворах по диаграммам растворимости // Вестник МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1981. – № 4. – С. 3-12.
4. Гаврилович Н.Ю. Иригаційне содопроявлення в ґрунтах півдня України // Агрохімія і ґрунтознавство: Респ. міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків, 2002. – С. 225-227.
5. Доспехов Б.А. Методика Полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
6. Клименко О.Є. Вплив зрошення і плантажної оранки на процес підлушення темно-каштанового слабосолонцюватого ґрунту // Агрохімія і ґрунтознавство: Респ. міжвідомч. темат. наук. збірник. – К.: Урожай, 1992. – Вип. 54. – С. 35-38.
7. Половицкий И.Я., Гусев П.Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия: Справочное изд. – Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.
8. Почвы Украины и повышение их плодородия / Под ред. Б.С. Носко, В.В. Медведева, Р.С. Трускавецкого, Г.Я. Чесняка. – К.: Урожай, 1988. – Т. 2. – 176 с.
9. Чепмен Х. О критерии для диагностики условий питания цитрусовых // Анализ растений и проблемы удобрений / Пер. с англ. – М.: Колос, 1964. – С. 104-147.
10. Bower C.A. and Turk L.M. Calcium and magnesium deficiencies in alkali soils // J. Amer. Soc. – 1964. – V. 38. – # 8.
11. Finck A. Bodenreaktion und Pflanzenwachstum // Schriftenz Landwirtsch. – Fak. Univ. Kiel. – 1967. – # 41 – P. 5-30.

*Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Митрофановым В.И.*