

## РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ОБРАЗОВАНИИ СОЛОНЦОВ

Н. Н. БОЛЬШЕВ и Э. А. ШТИНА

МГУ, Биолого-почвенный факультет, Москва

На территориях с близким залеганием от дневной поверхности за соленых пород или грунтовых вод поселяется высшая и низшая растительность.

По составу зольных элементов солонцовая высшая растительность может быть подразделена на ряд групп. К первой из них следует отнести *Statice Gmelini* (кермек) и *Atriplex cana* (кок-пек) в золе которых содержится большое количество натрия, за которым следует калий или же магний. Вторую группу составляют *Artemisia incana* (полыни) и *Linosyris villosa* (грудница) для надземной части которых характерен следующий ряд поглощения:  $K^+ > Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+} > Fe^{3+}$ . В золе корней, как правило, кальций занимает в ряду поглощения первое место.

К третьей группе солонцовой растительности мы относим *Camphorosma monspeliacum* (камфоросму) и *Kochia prostrata* (кохию), которые отличаются от предыдущих групп повышенным содержанием кальция, занимающего первое место в биологическом ряду поглощения. Сумма щелочно-земельных катионов в золе камфоросмы и кохии преобладает над суммой щелочей. Однако процентное содержание натрия в камфоросме в несколько раз выше, чем в полынях. Водные вытяжки из полыни, кок-пека и грудницы, собранных на территории Кустанайской обл., отличаются между собой по содержанию и соотношению в них органического вещества, щелочных и щелочно-земельных катионов и анионов. В водной вытяжке из полыни более половины катионов связана с органическим веществом. В других вытяжках сумма катионов и анионов почти равна, в то же время эти вытяжки отличаются по содержанию хлоридов, сульфатов и бикарбонатов, последние, видимо, в виде соды выщелачиваются из растений. Наличие заметных количеств иона  $HCO_3^-$  в водной вытяжке из грудницы и др. растений, дает возможность прийти к выводу, что солонцовая растительность является одним из основных источников поступления и накопления соды в гор. — В<sub>1</sub> солонцов. Из кок-пека переходит в водную вытяжку больше натрия, чем калия, вероятно, натрий связан с хлором, количество которого соответствует содержанию натрия.

Анализ золы белой полыни взятой в различные сроки вегетационного периода на солонцах показал, что содержание золы в надземной части и в корнях полыни увеличивается от апреля к июню и постепенно понижается к сентябрю. Аналогичен ход изменения содержания в золе  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  и  $Fe^{3+}$ . Для  $K^+$  и  $Na^+$  характерно увеличение количества их от апреля к июню, уменьшение — от июня к августу и новое возрастание к сентябрю.

В течение всего вегетационного периода, в составе зольных элементов в надземной части полыни, преобладает калий, а в корнях — кальций. Отношение  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} : \text{Na}^+ + \text{K}^+$  для всех сроков взятия образцов больше 1 в корнях и меньше единицы — в надземной части. Наиболее широкое отношение  $\text{Ca}^{2+} : \text{Na}^+$  отмечается в августовских образцах, когда полынь временно прекращает вегетацию и теряет часть натрия.

Вся солонцовая растительность потребляет и накапливает в своих органах большое количество сульфатов, хлоридов, бикарбонатов щелочей и щелочных земель. Частично катионы связаны с органическими веществами, образующимися в растениях.

Сопоставление химического состава водных вытяжек из растений и соответствующих почв показывает, что прямой зависимости между степенью засоления почв и содержанием солей в растении нет.

Состав и динамика соединений, переходящих в водную вытяжку из полыней, произрастающих на бурой почве и солонце, характеризующихся различными химическими и физическими свойствами, однотипны. Из полыни, произрастающей на бурой почве, в которой содержание  $\text{Cl}^-$  даже на глубине 100—110 см. достигает лишь 1,95 м-экв. извлекается несколько больше, чем из полыни, произраставшей на солонце, в котором содержание хлора уже на глубине 20—27 см. достигает 3,22 м-экв. В то же время растения разных видов, произрастающие на одной и той же почве, различны по своему составу.

Сопоставление данных анализа водных вытяжек из растений и их зольного состава показывает, что в полыни содержится натрия в воднорастворимой форме до 75%, калия — до 50%, кальция и магния — 13—17%, к сентябрю доля воднорастворимых кальция и магния несколько повышается и составляет 20—30% от валового содержания этих элементов. В житнике процент воднорастворимого кальция от его валового содержания достигает 30%, что в два раза выше величины процентного содержания воднорастворимого кальция от его валового содержания в полынях, собранных в тот же срок.

После отмирания растений, соединения легко переходящие в водную вытяжку ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) быстро вымываются из растений и поступают в почву.

Анализ степного войлока проводился отдельно для сильно- и слабо-разложившегося войлока. При разложении растительного опада наблюдается увеличение содержания кремниеслоты, полуторных окислов и в меньшей степени — окислов магния и кальция. Молекулярное отношение  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$  для сильно разложившегося войлока несколько шире, чем для слабо-разложившегося. Из органических веществ первыми подвергаются разрушению и минерализации клетчатка и вещества, растворяющиеся в спиртобензоле. Высвобождение щелочей и разложение клетчатки нельзя рассматривать в какой то обязательной взаимосвязи.

Высшая растительность участвует в образовании дисперсной части, которая состоит из органоминеральных соединений, передвигающихся с нисходящими токами влаги из верхних горизонтов почвы в нижние. При этом различные соединения высвобождающиеся из растительного опада оказывают сильное влияние на изменение химизма почвенного раствора и

состава поглощенных оснований. В процессе формирования солонцов немаловажная роль принадлежит водорослям.

На поверхности солонцов формируются водорослевые корочки, занимающие всё свободное от высших растений пространство. Корочки образованы синезелёными водорослями *Cyanophyta*, между слизистыми чехлами и обвёртками синезелёных в изобилии размножаются диатомовые водоросли *Bacillariophyta*. Доминирующими видами корочек являются: *Nostoc commune*, *Scytonema ocellatum*, *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale*, *Ph. foveolarum*, *Ph. teme* *Plectonema nostocorum*, *Navicula mutica*, *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys*.

Степень развития корочек и их состав зависят от вида солонцов: на корковостолбчатых солонцах корочки наиболее развиты и отличаются наибольшей массой синезелёных водорослей; при переходе к глубокостолбчатым солонцам общее развитие водорослей на поверхности уменьшается и относительно возрастает роль диатомей.

Водоросли участвуют в создании и накоплении органического вещества. Биомасса водорослей достигает 467 кг/га на корковостолбчатых и 625 кг/га на луговых солонцах. Эта масса неоднократно обновляется в течение вегетационного периода, поступая в круговорот веществ почвенного слоя. В условиях лабораторного опыта количество органического вещества в корочке водорослей возросло за 3 месяца с 1,93 до 9,89%.

Многие обычные водоросли солонцов являются фиксаторами атмосферного азота. В частности к азотфиксаторам относится эдификатор всех солонцовых водорослевых корочек *Nostoc commune*, а также встречающиеся во всех солонцах *Nostoc linchia*, *Nostoc punctiforme* и *Tolypothrix tenuis*.

Корки с водорослями отличаются от нижележащей почвы более тяжёлым механическим составом, повышенным коэффициентом набухания, липкостью и показателями, характеризующими полную и максимальную по *Лебедеву* влагоемкости.

С жизнедеятельностью водорослей связано изменение рН почвенного раствора в сторону подщелачивания, что способствует изменению минерального субстрата почвы. В наших опытах водоросли в водных культурах за 3 месяца повысили рН с исходного 7,2 до 9,2.

Особое значение в образовании солонцов имеет способность диатомовых водорослей разрушать алюмосиликаты с освобождением аморфной кремнекислоты, которая используется для построения панцирей. О масштабах этой деятельности водорослей в солонцах можно судить по количеству живых клеток диатомей, достигающем 414 тыс. в 1 г почвы и особенно по накоплению их пустых панцирей — до 4,5 млн. в 1 г поверхностного слоя солонцов. Биомасса живых клеток диатомей достигает 238 кг/га в корковостолбчатых солонцах и 540 кг/га в луговых. Учитывая, что в солонцовых корочках диатомей представлены крупноклеточными формами и что аморфная кремнекислота составляет около 50% сухого вещества диатомей, — можно говорить об интенсивном процессе накопления кремнекислоты. Накопление кремнезёма в верхнем горизонте солонцов придает ему светлосерую окраску. Таким образом, диатомовые водоросли вызывают значительные изменения в балансе кремния и являются важным фактором процесса осолодения.

Водоросли активно участвуют в перераспределении ряда других элементов, избирательно поглощая и накапливая их в золе. Так, *Nostoc com-*

*mine* является кальцефиксатором, накапливая в золе более 40% CaO; вместе с тем в золе этой водоросли концентрируется K<sub>2</sub>O и MgO.

Водоросли способны аккумулировать редкие и рассеянные элементы; среди них могут быть естественные радиоактивные вещества. Освобождаемая при распаде атомов энергия может обуславливать разрушение кристаллических решёток почвенных минералов.

### The Part Played by the Biological Factor in the Formation of Solonetz

N. N. BOLISHEV and E. A. STINA

Moscow State University Department of Soil Biology, Moscow

#### Summary

Plants of superior and lower types, which grow in areas where salt containing rock and the ground water are close to the surface, play a fundamental part in the circulation of various salts during the formation of solonetz.

The superior plants growing in these areas accumulate a lot of chloride, sulphate and carbonate of alkalis and alkali earth metals. During the growth period of *Artemisia incana*, potassium is predominant in the above-ground parts, and calcium in the roots. In the aqueous extract of the plants more than half of the cations are in organic combinations. The aqueous extracts of *Linosyris villosa* and other plants contain large amounts of HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions. From this the conclusion can be drawn that plants growing on salt affected subsoil constitute a source of the sodium carbonate which is deposited on the surface of the soil and accumulates there.

When filtering the aqueous extract of *Artemisia incana* through clay or other alluvial rock matter the following changes can be noted: there is a rise in the pH value, accompanied by a decrease of organic matter content and of the K- and Mg-salts, while the Ca-compounds are present in greater amounts. Due to the mineralization of vegetable leftovers there is a change in the composition of the adsorbed cations, and in the chemical composition of the soil solution, while the ratio SiO<sub>2</sub> : R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in the colloids of the soil also changes.

One can notice on the surface of the solonetz the mass appearance of algae as thin coatings and membranes, with *Stratonostec commune*, *Scytonema ocellatum*, *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium* sp., *Navicula mutica*, *Pinnularia borealis* and *Hantzschia amphioxys* predominating ("diatom-nostok-scitonem cönozis"). Upon counting the flora in the surface layer of coated solonetz it was found that one gram of soil contained 12 million blue-green algae and 414,000 diatoms. The accumulation of diatomaceous residue (3 million in one gram of soil) results in the enrichment of the upper horizon with silica, which gives a light greyish hue to the soil. The diversified flora of algae which can be detected in the lower horizon of the solonetz belonged to 173 species of algae. They included 70 blue-green, 57 green, 13 yellowish green algae, 1 *Euglena* and 32 *Diatomae*. The bio-mass of algae in the solonetz is as high as 625 kg. per hectare, which proves the role played by the algae in the accumulation of organic substances. *Stratonostec commune*, one of the most prevalent algae of the solonetz fixes atmospheric nitrogen and also accumulates calcium. Change of the soil solution's pH to higher alkalinity is also connected with the biological activity of the algae. There is also a rise in the general and molecular ability of the soil to accumulate moisture, and an increase in the soil's capacity for adhesion and swelling.

The investigation of alga cultures revealed that algae are capable of the breaking up the soil's organo-mineral and mineral compounds, with the liberation of certain elements and the accumulation of others. Thus the presence of large amounts of silicic acid in the below-the-crust layers of the solonetz indicates the dissociation of aluminium silicates and the degradation of this layer. Algae are the major representatives of plants playing a part in the degradation of the solonetz. Radio-active elements might also be

found among the substance accumulated by the algae. The energy released during the desintegration of the atoms may also lead to the destruction of the crystal lattice.

The bulk of the microorganism in solonetz is concentrated in the upper layers, where they participate in the mineralization of organic matter and the formation of new compounds.

Sulphate reducing bacteria which contribute to the formation of sodium carbonate, have been found in the upper horizons of the various soils of the semi-arid desert zones. This has been found to take place in solonetz as well.

Investigation of the many sided activities of the various groups of organisms in the soils supports the conclusion that biological factors play a major role in the formation of solonetz.