

## СОДОВЫЕ СОЛОНЦЫ, ИХ ГЕНЕЗИС И СПОСОБЫ МЕЛИОРАЦИИ В СССР

И. Н. АНТИПОВ-КАРАТАЕВ и Г. М. КАДЕР  
Почвенный Институт им. В. В. Докучаева, Москва

Как известно, на территории Союза ССР различают два типа солонцов по характеру их солевого профиля: а) содово-сульфатного засоления, распространенные главным образом в лесостепных районах страны и б) хлоридно-сульфатного засоления (с нейтральной реакцией), развитые главным образом в сухо-степных и полупустынных районах страны, а именно: в зонах южных черноземов, каштановых и бурых почв. Мы в своем сообщении будем касаться вопросов химической мелиорации солонцов содово-сульфатного типа засоления. В СССР содово-сульфатных солонцов около 10 млн. гектаров. Эти почвы, благодаря большому содержанию обменного натрия в составе поглощенных оснований и высокой щелочности системы: «почва — раствор», являются весьма неблагоприятными для развития растений. Характерно для них наличие соды (гидрокарбоната и карбоната натрия). Поэтому естественно одним из важнейших теоретических вопросов в проблеме генезиса и мелиорации солонцовых почв является вопрос о происхождении соды в почвах и грунтовых водах.

### I. О теориях образования соды в почвах

Вопрос об образовании соды в почвенном профиле вызывал значительный интерес и издавна привлекал внимание многих ученых. Теория образования соды путем реакций обменного разложения нейтральных солей натрия и карбонатов щелочных земель была высказана в 1892 г. *Гильгардом*. Мондезиромже, *Гедройцем* и др. развивалась коллоидно-химическая теория образования соды в почве за счет воздействия обменного натрия на карбонат кальция. Особое внимание в последнее время было обращено советскими почвоведом на биологический путь образования соды. Экспериментально устанавливается возможность образования соды путем микробного восстановления сульфата натрия до  $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S}$ .

В самое последнее время мы пришли к выводу, что, кроме десульфуризационного пути образования соды из  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , к такому же результату должен приводить широко распространенный в природе процесс денитрификации азотистых солей (натрия), например, по схеме:  $2\text{NaNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{N}_2$ .

Поэтому нами были поставлены специальные экспериментальные исследования по этому вопросу. Нами были заложены опыты с черноземной почвой в лабораторных условиях. В качестве денитрифицирующих бактерий были взяты: *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas denitrificans*. Опыты ставились в стеклянных банках. Почвенную массу готовили сле-

Таблица

Вариант опыта	Продолжительность опыта (дни)	Влажность в %	Щелочность в м-экв/100 г	
			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub>
Почва + песок + 75 мл раствора (3 г NaNO <sub>3</sub> + 1 г глюкозы + денитрификатор)	10	44,96	Нет	0,80
	20	44,88	»	2,16
	30	45,25	Следы	2,39
	45	41,58	»	2,88
	60	44,47	»	2,64
	90	43,88	»	2,13
Почва + песок + 75 мл воды, контроль	10	45,54	Нет	0,52
	20	48,13	»	0,52
	45	42,94	»	0,55

дующим образом: 100 г. почвы тщательно смешивали с 50 г песка, затем к смеси добавляли суспензию денитрификатора, 3 г NaNO<sub>3</sub> и 1 г глюкозы. Соль NaNO<sub>3</sub> и глюкоза вносились в растворе. Общий объем раствора равнялся 75 мл., т. е. полной полевой влагоемкости смеси почвы + песок. В стеклянных банках почвенная масса выдерживалась при комнатной температуре 10, 20, 30, 45, 60 и 90 дней. По истечении положенного времени инкубации почва из соответствующей склянки извлекалась и подвергалась следующим исследованиям: определению в водной вытяжке pH, щелочности, количества нитратов, определению обменного натрия и емкости поглощения. Результаты этих исследований приведены в таблице 1.

Из таблицы следует, что повышение щелочности системы (по данным HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и pH) обусловило процесс интенсивного поглощения почвой ионов натрия и возникновение солонцевой почвенной массы. Все это становится понятным, если принять во внимание объем денитрификации заданного количества нитрата натрия, что видно из приведенных последних графов таблицы.

Таким образом, биологический путь образования соды связан в природе не только с восстановлением сульфатов, но и других солей натрия, в особенности его нитратов.

## II. Принципы и средства химической мелиорации содово-сульфатных солонцов в СССР

За последние десятилетия научными учреждениями нашей страны проделана большая работа по вопросам разработки агро-мелиоративных приемов окультуривания солонцевых земель. Содово-сульфатные солонцы и сильно солонцеватые почвы требуют для мелиорации химических средств. Проблема химической мелиорации этих почв является важной государственной задачей, т. к. солонцы и сильно-солонцеватые почвы обычно находятся в комплексе и соседстве с нормальными зональными почвами, что осложняет правильное использование и последних (разновременное поспе-

1.

pH	Поглощенный Na <sup>+</sup> в м-экв.	Поглощенный Na <sup>+</sup> в % от емкости обмена почвы	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> в %	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> в %	Потеря NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> в процессе денитрификации в % от заданного количества
7,14	5,17	11,66	0,035	0,753	45,90
7,93	8,47	19,10	0,025	0,430	68,82
8,30	11,00	24,80	0,012	0,357	74,59
8,50	11,87	26,31	0,026	0,212	83,96
8,30	8,70	19,62	—	—	—
8,60	8,26	18,62	—	—	—
6,80	Нет	Нет	Нет	Нет	—
6,72	»	»	»	»	—
6,90	»	»	»	»	—

вание тех и других для обработки). В настоящее время, кроме гипса, наша промышленность предлагает сельскому хозяйству ряд своих отходов, каковы: хлористый кальций — отход содовой промышленности, сернокислое железо — отход лакокрасочной промышленности, серная кислота — отработанная в резиновой промышленности, кальциевый дефекат сахарной промышленности, фосфогипс — отход преципитатной промышленности, полигалит — продукт горнорудной промышленности и др., которые могут быть активнее, чем гипс, при мелиоративном освоении содовых солонцов. Испытание гипса, как средства мелиорации содовых солонцов, производилось в больших масштабах в СССР. На основании положительных результатов этих испытаний сельскохозяйственное производство ныне широко применяет гипсование солонцов и солонцеватых зональных почв в практике земледелия. Все перечисленные выше отходы промышленности: хлористый кальций, отработанная серная кислота, сернокислое железо, кальциевый дефекат и др. — нашли применение в опытных работах ряда научно-исследовательских учреждений страны. Во всех случаях получен положительный результат по данным учета урожайности сельскохозяйственных культур. К сожалению, физико-химические исследования дали недостаточно ясные и четкие результаты.

Остались до настоящего времени недостаточно ясными, как вопросы дозировки химических средств мелиорации солонцов, так и динамики рассолонцевания содово-сульфатных солонцов.

### III. Дозы химических мелиорирующих веществ и вопрос о скорости рассолонцевания содово-сульфатных солонцов черноземной лесостепи Европейской части СССР в неорошаемых условиях

По рассматриваемому вопросу нами были поставлены специальные опыты на территории Института сельского хозяйства ЦЧП. Сравнивалась эффективность мелиоративного воздействия следующих солей: гипса, хлористого кальция, сернокислого железа, полигалита, примененных в полной

и половинной дозах по обменному натрию в солонце. Для повышения точности исследований опыты ставились на почвенных монолитах размером  $1 \times 1 \times 1$  м., изолированных друг от друга полиэтиленовой прокладкой и земляной стенкой. На этих монолитах ежегодно осенью путем бурения в 4-х кратной повторности брались почвенные образцы и анализировались для определения степени рассолонцеванности почвы. В нашем распоряжении к настоящему времени имеются данные за 3—4 года исследований. Полученные результаты позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Химическая мелиорация содово-сульфатных солонцов черноземной лесостепи весьма эффективна;
2. дозировки химических веществ могут быть уменьшены в 2—3 раза против расчетных по количеству обменного натрия в солонце;
3. очень эффективными оказываются соли железа. Их можно рекомендовать к широкому опытному изучению.

#### IV. О гидрогеологических и гидрохимических условиях освоения луговых содово-сульфатных солонцов

Одним из важных вопросов мелиоративного почвоведения является определение так называемых критических условий залегания уровня грунтовых вод, при котором и глубже которого эффект химической мелиорации луговых солонцов явился бы устойчивым. В наших исследованиях критические уровни слабоминерализованных грунтовых вод были около 1,5 м от поверхности почвы. Следовательно, во избежание возможности вторичного осолонцевания мелиорируемых химическими средствами солонцовых земель, необходимо опустить уровень грунтовых вод путем сооружения гидротехнического дренажа или создания биологического дренажа.

### Sodic Solonetz Soils, their Genesis and the Methods Used for Their Reclamation in the USSR

I. N. ANTIPOV-KARATEV and G. M. KADER

"V. V. Dokuchayev" Institute of Soil Science, Moscow

#### Summary

The paper investigates the following problems:

1. Theories relating to the formation of soda in the soil; the evolution of sodic solonetz and solonchak soils in various regions of the USSR in general and in the wooded chernozem steppe in particular. New data in verification of the biological theory of soda formation in the natural state through the reduction of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  and  $\text{NaNO}_3$ .
2. New agents for the chemical amelioration of solonetz soils containing soda and sulphate and sodic solonchaks ( $\text{CaCl}_2$ , polygalite, lime sludge of sugar mills, residual sulphuric acid). Experimentally determined dosages for the majority of the aforementioned chemicals; the rate of their ameliorating effect in the chemical reclamation of sodic-sulphate solonetz soils in the USSR.
3. The rate of increase of crop yields on ameliorated soils for wheat, sugar-beet, etc. The high economic efficiency of ferrous sulphate, a by-product of pigment manufacture, in the amelioration of solonetz soils is demonstrated and supported by data relating to the rising yields of agricultural crops.
4. Critical hydrogeological conditions which tend to cause the re-salinization of once ameliorated solonetz soils. It is indicated that if hydrotechnical drainage is impractical for economic reasons, then bio-drainage (planting of trees and lawns) should be resorted to.