

СОЛОНЦЫ И ПОЧВЫ СОДОВОГО ЗАСОЛЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

В. М. БОРОВСКИЙ

Институт Почвоведения Академии Наук Казахстана, СССР

На огромных пространствах Казахстана, площадь почвенного покрова которого превышает 265 млн. гектаров, в разных историко-геологических и зонально-климатических условиях отдельных его районов формируется ряд генетически различных содовых аккумуляций и солонцов, требующих разных подходов для улучшения и освоения почв. На основе имеющихся материалов могут быть выделены пять крупных провинций, которые отличаются между собой по генезису соды в почвах, или существенным различиям возможных способов мелиорации.

Первая степная провинция расположена в Целинном Крае на севере Казахстана. Это равнины южной части Западно-Сибирской низменности. Сформированные в результате эпейрогенического опускания земной коры они сложены толщами палеогеновых, неогеновых и четвертичных морских отложений, засоленных остаточными солями морского состава и гипсом. С поверхности они перекрыты плащем аллювиально-дельтовых отложений небольшой мощности. Равнина слабо дренирована редкой сетью неглубоко врезанных речных систем.

Обширные водораздельные равнины характеризуются повышенной засоленностью и заболоченностью. Сочетание природных условий определило формирование здесь лесостепных и степных ландшафтов с черноземными и темнокаштановыми почвами, среди которых во множестве встречаются солонцы. В иллювиальном уплотненном горизонте солонцов рН 9 и более, емкость поглощения 35—40 м-экв., поглощенного натрия более 30%. Высокая щелочность вызвана присутствием соды в почвенном растворе, образующейся в результате обменных реакций по *Гедройцу—Зигмонду*. Район в целом находится в стадии рассоления. Осолонцевание связано с перераспределением остаточных солей. В солонцах на глубине 30—35 см присутствует почвенный гипс, который и с помощью глубокой вспашки можно использовать для мелиорации. Как показали пятилетние опыты наибольший эффект дает такая последовательность операций: весной предварительное разбавление солонцеватости путем перемешивания горизонтов А и В для некоторого улучшения фильтрационных свойств; затем летом глубокая вспашка (30—40 см) с полным оборотом пласта и разделка пашни дисковыми боронами; зимой снегозадержание снегопахами; весной второго года дискование пашни и посев донника на сено; на третий год мелкая запашка второго укоса донника на зеленое удобрение; на четвертый год поле включается в севооборот под кормовые культуры. При этой системе операций климатические ресурсы района обеспечивают обменные реакции вытеснения поглощенного натрия и промывание почвы от легкорастворимых солей за три года на глубину 80 см.

В 1964—1965 гг. намечается освоить 2 млн. га солонцов таким способом [6].

Вторую провинцию образуют обширные равнины Прикаспийской низменности на западе Казахстана. Они сформированы в результате многочисленных неогеновых и четвертичных трансгрессий и регрессий Каспийского моря и сложены очень мощными толщами засоленных морских терригенных отложений. Это область современного континентального сульфатно-хлоридного соленакопления — изолированная континентальная впадина, значительная часть которой лежит ниже уровня мирового океана, с сухим пустынным и полупустынным климатом, светлокаштановыми зональными почвами на севере и бурыми пустынными на юге [3].

Значительную часть территории занимают солончаковатые солонцы и солончаки. Среди солонцов наибольшим распространением пользуются мелкие и средние с маломощным элювиальным горизонтом (до 7 см). В иллювиальном горизонте-В солонцов емкость поглощения составляет до 24 м-экв., содержание поглощенного натрия достигает 55%. Отношение $Na^+ : Ca^{2+}$ в почвенном растворе составляет: в надсолонцевом горизонте 1,3—1,4, солонцовом 8—17 и подсолонцовом 20—23, что и обеспечивает высокую насыщенность почвы натрием. С глубины 25—30 см (и глубже) солонцы содержат гипс, в количествах вполне достаточных для мелиорации. Однако в почве заключено около 3% воднорастворимых солей (сульфатов и хлоридов) и она пуждается в промывке. В природных условиях полупустыни (подзона светлокаштановых почв) при 280 мм годовых осадков естественное атмосферное увлажнение не обеспечивает необходимого промывания почвы. Многолетние опыты на Джаныбекском стационаре (с 1934 по 1963 г.) показали, что необходимой интенсивности процесса мелиорации можно достигнуть путем посадки снегонакопительных древесно-кустарниковых кулис. Таким путем может быть освоено около 1/5 площади солонцовых комплексов, на которой собирается снег со всей остальной территории. Разработана [2] следующая схема освоения солонцовых комплексов Прикаспийской полупустыни. Первый год: весенняя вспашка на глубину 20—25 см, осенняя плантажная вспашка на глубину 45—50 см, снегозадержание. Второй год: весеннее дискование, кулисный пар (кулисы из сорго) с культивацией межкулисных пространств для уничтожения сорняков, осенняя перепашка межкулисных пространств на глубину 30 см. Третий год: весенняя культивация и боронование, посадка древесно-кустарниковых кулис и посев однолетних культур с рядами из сорго для снегозадержания. Приживаемость древесно-кустарниковых пород составляет 90—95% (вяз мелколистный, жимолость татарская, смородина золотистая), ширина межкулисных пространств не более 75 м. После отрастания деревьев ряды из сорго можно не применять [2].

Мелиорация солонцов в зоне бурых почв (в южной части Прикаспийской низменности) возможна только в условиях орошения.

Третью провинцию — обширные пустынные пространства Северных Кызыл-Кумов и Приаралья. Территория сложена элювием палеогеновых и неогеновых морских и континентальных отложений, золовыми накоплениями (пески), древними и современными аллювиально-дельтовыми отложениями рек бассейна Аральского моря. Все отложения содержат много углекислой извести ($CaCO_3$ 10%). Климат аридный, жаркий, годовое количество атмосферных осадков около 100 мм.

Преобладают пустынные песчаные, серо-бурые, такыровидные почвы, такыры, среди них очень широко распространены засоленные почвы. Среди глинистых древнеаллювиальных пустынных равнин с такыровидными почвами отдельными участками под покровом галофитов (саксаул, анабазис) встречаются солонцевато-солончаковые карбонатные такыровидные почвы с повышенной щелочностью (рН около 9). Солонцеватость этих почв и их повышенная щелочность объясняется присутствием в верхних горизонтах небольших количеств соды, которая образуется в результате минерализации опада галофитов, в составе золы которых более 4% соды.

В карбонатных почвах появление соды создает условия внеконкурентного поглощения натрия коллоидами. Таким образом, в данном случае, в противоположность двум первым провинциям, появление в почвах соды является причиной солонцеватости, а не ее следствием. Емкость поглощения пустынных почв низкая (до 15—20 м-экв.), содержание поглощенного натрия достигает 20%.

При освоении уничтожение пустынной растительности ликвидирует источник содовой щелочности и почвы могут быть освоены при орошении. Они остро нуждаются в минеральных (особенно азотных) и органических удобрениях, а также в мероприятиях по борьбе с засолением. В целом территория относится к области современного хлоридно-сульфатного соленакопления в почвах, породах и водах, и солевой баланс орошаемых массивов должен регулироваться искусственно инженерными методами [4].

Четвертая провинция — подгорные равнины Северного Тянь-Шаня. Сложены мощными толщами песчано-гравелистых пролювиальных отложений, перекрытых с поверхности маломощными плащом лессовидных суглинков. Климат пустынный, жаркий, годовое количество атмосферных осадков 200—300 мм с отчетливо выраженным зимне-весенним максимумом. Почвенный покров очень сложен, в основном это серцеземы, но среди них узкой полосой вдоль гор располагаются очень специфические лугово-сероземные сазовые почвы и во множестве встречаются пятна солончаков и солонцов. Образование полосы сазов объясняется выклиниванием грунтовых вод, которые стекают с гор и заключены в грубообломочных делювиально-пролювиальных отложениях. На подгорной равнине грубсзеристые осадки постепенно сменяются все более тонкими и в связи с резким ухудшением их фильтрационных свойств грунтовые воды испытывают подпор и поднимаются к поверхности земли, вызывая заболачивание луговых и засоленных почв сазового пояса. Стекающие с гор воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав и содержат, кроме того, небольшое количество хлоридов и сульфатов натрия и магния.

По мере продвижения вниз по уклону они проходят через толщи плохо отсортированного делювия и пролювия богатых углекислой известью (CaCO_3 4—6%).

В сазовой полосе в результате подпора они поднимаются к поверхности почвы, где в летнее время господствует высокая температура. Воды нагреваются, растворимость углекислого газа резко падает и гидрокарбонат кальция выпадает из раствора, образуя в сазовых почвах мощные карбонатные горизонты (арзык, шох, hardpan). В результате обменных реакций между нейтральными солями натрия и углекислой известью по *Гильгарду*, последующего сгущения растворов при их интенсивном испарении и выпадения карбонатов кальция в твердую фазу химизм грунтовых вод в сазовой полосе

резко изменяется [1]. Воды становятся щелочными, содовыми, а по пути их следования в пролювии остается диффузно распыленный мелкокристаллический гипс, как результат протекавших обменных реакций.

Сазовые солонцовые почвы имеют емкость поглощения 10—12 м-экв., содержат поглощенного натрия 50—75%, $pH = 9,7$, щелочность в водной вытяжке (в HCO_3^-) 0,1—0,3%. Грунтовые воды щелочного состава залегают на глубине 1—4 м и по мере испарения постоянно пополняются притоком с нагорной стороны [1].

Мелиорировать эти почвы можно только с помощью сложных мероприятий: отсекающих глубоких дрен с нагорной стороны для защиты от притока щелочных растворов, и общего интенсивного дренажа всей мелиорируемой территории, капитальных промывок для удаления воднорастворимых солей. Нерешенную проблему представляет борьба с шохом, который иногда достигает большой плотности, трудно проницаем для воды и очень отрицательно сказывается на развитии растений особенно плодовых культур. Сазовая полоса в предгорьях Северного Тянь-Шаня представляет собой область современного содового соленакопления.

Пятую провинцию образует долина, современная и древняя дельта р. Или. Здесь мощными (до 1 тыс. м) толщами речного и озерного аллювия заполнены Иллийская и Балхаш—Алакульская тектонические впадины.

Река Или берет начало в Китае, на территории СССР в нее впадает много притоков, стекающих с гор (Заилийский Ала-Тау), сложенных в основном породами кислой магмы (группа гранита). Конечным бассейном стока служит озеро Балхаш. Климат в верхней горной части бассейна относительно влажный, в нижней части в дельтовой области аридный с годовым количеством осадков менее 150 мм.

Почвы современной дельты болотные, луговые и солончаки, в древней дельте такыровидные, солонцы и солончаки. Повсюду в дельтовой области много массивов бугристых песков, на которые падает около 50% площади. С поднятием в горы пустынные почвы сменяются малокарбонатными сероземами, каштановыми, черноземами и другими горными почвами.

В среднем течении р. Или на ее террасах расположено ряд содовых озер, питающихся восходящими источниками. В осеннее время озера сильно подсыхают и только в воронках над грифонами на дне остается содовый рассол с концентрацией до 100 г/л. Вокруг озер содовые солончаки в солевых корочках которых содержится 5,2% Na_2CO_3 и 1,5% $NaHCO_3$, остальная часть приходится на сульфат натрия. В больших количествах сода содержится в грунтовых водах, на прилегающих к озерам пространствах. Луговые солончаковые почвы долины р. Или и ее современной дельты содержат в верхних горизонтах до 2,5% HCO_3^- в водной вытяжке, а такыровидные солонцы древней дельты до 0,1—0,2%. В солонцах емкость поглощения составляет 6—16 м-экв., содержание поглощенного натрия достигает 40%.

Наиболее вероятный путь образования соды в долине р. Или — это процесс первичного выветривания гранитных массивов гор, протекающий при участии микроорганизмов, продуцирующих углекислоту, которая связывает освобождающиеся из первичных минералов щелочные элементы. Образовавшиеся слабые щелочные растворы проникают в трещины горных пород и образуют восходящие трещинные источники в глубоко врезанной долине реки, где сгущаются при испарении, образуя содовые рассолы в озерах. Вековым поверхностным и подземным стоком они выносятся в низо-

вья, где сода вновь накапливается в солевых корочках луговых солончаковых почв и солончаках.

Преобладающие почвы и грунты низовьев легкого гранулометрического состава, что способствует при опустынивании промыванию почвы атмосферными осадками и образованию из содово-солончаковых почв солонцов. Район представляет собой пустыню, освоение которой только еще начинается, но как показали первые опыты, солонцеватость этих почв не представляет очень трудного препятствия для их использования, что объясняется малым абсолютным содержанием поглощенного натрия при низкой емкости поглощения. Мероприятия для ликвидации высокой щелочности состоят в перемешивании почвенных горизонтов при вспашке, выращивании бобовых культур и обильных промывных поливов. Вытеснение поглощенного натрия осуществляется путем мобилизации углекислого кальция почвы (содержание CaCO_3 8—10%) в присутствии ограниченного вещества. Почвы бедны питательными элементами (кроме калия, которого достаточно) и нуждаются в обильных минеральных азотных и фосфорных, а также органических удобрениях. Долина и дельта реки Или относится к области современного сульфатно-содового соленакопления [3, 5].

Резюме

1. На севере и западе Казахстана содопроявления в почвах связаны с процессами осолонцевания почв и коллоидно-химическими обменными реакциями по *Гедройцу—Зигмонду*. Сода устраняется путем мелиорации солонцов методами гипсования.

2. В пустынях юга Казахстана сода в почвах биогенного происхождения — результат минерализации опада галофитов. Смена растительность при окультуривании устраняет источники накопления соды.

3. На предгорных равнинах Северного Тянь-Шаня сода образуется в результате геохимической трансформации подземного стока. Улучшение почв достигается дренажем промывками и химическими мелиорациями.

4. В долине и дельте р. Или сода — продукт первичного выветривания гранитных массивов прилегающих гор. Мелиорация почв достигается промывками и агробиологическим методом.

Литература

- [1] *Ассинг, И. А.*: Генетические типы почв и почвенно-мелиоративные районы предгорных равнин Кара-Тау и Западной части Киргизского хребта. Тр. Инст. почв. АН КазССР. **13**, 3—37, А-Ата. 1962.
- [2] *Большаков, А. Ф., Максимюк, Г. П. и др.*: Научные основы освоения полупустыни северо-западного прикаспия. Тр. Инст. леса АН СССР. Москва. 1958.
- [3] *Боровский, В. М.*: Проблема освоения и мелиорации земель в пустынных областях Казахстана. Почвоведение. (4). 1—9. 1957.
- [4] *Боровский, В. М., Погребинский, М. А. и др.*: Древняя дельта Сыр-Дарьи и Северные Кызыл-Кумы. Изд. АН КазССР. **I**, 1958; **II**, 1959.
- [5] *Боровский, В. М., Погребинский, М. А., Литвинова, А. А. и др.*: Долина р. Или, ее природа и ресурсы, часть II., Изд. АН КазССР. — А-та. 1963.
- [6] *Боровский, В. М., Михайличенко, В. Н., Шарошкина, Н. Б.*: Материалы к познанию солонцов Целинного края. Сборн. докладов почвоведов Казахстана к VIII международному конгрессу почвоведов. Изд. АН КазССР. А-та. 1964.

Solonetz and Sodic Soils in Kazakhstan*V. M. BOROVSKI*

Agricultural Institute of the Academy of Kazakhstan, Alma-Ata

Summary

1. In the northern and western regions of the Kazakh SSR the occurrence of Na_2CO_3 in the soils is in connection with the solonetz forming processes and with ion exchange reactions according to the theories of GÉDROIC and SIMOND. During the amelioration of solonetz soils, sodium carbonate can be removed by applying gypsum.

2. In the deserts of South Kazakhstan, sodium carbonate is formed by biological processes in the soils — as a result of the mineralization of halophitic plants. In the course of cultivation the replacement of these plants by cultivated plants eliminates the sources of sodium carbonate's accumulation.

3. In the submountain plains of Tien-chan sodium carbonate is formed as a result of the geochemical transformation of the deeply situated water resources. The improvement of these soils is possible with the application of drainage, leaching and chemical amelioration.

4. In the valley and delta of river Ili, sodium carbonate is a product of the primer disintegration of the granite rocks of the surrounding mountains. The amelioration of these soils is to be carried out with the application of leaching and agrobiological methods.