

Alkali Soil Formation as Influenced by Organic Matter, Sulfate and Calcium Carbonate

A. HARDAN and L. D. WHITTIG

University of California, Davis, California (USA)

One of the major problems that faces permanent irrigated agriculture in arid and semi-arid lands is the occurrence of exchangeable sodium (alkali soils) or exchangeable sodium and salinity (saline-alkali soils) in amounts sufficient to affect plant growth. Field observations and laboratory studies by many workers have emphasized the importance of CaCO_3 and biological reduction of Na_2SO_4 , among other causes, in the formation of Na_2CO_3 and evolution of alkali soils. This paper describes a method for the formation of alkali soils in the greenhouse which simulate field conditions and also the development of such soils in the presence or absence of CaCO_3 and/or an organic matter — sulfate system. This method demonstrates some relationships between the CaCO_3 , organic matter — sulfate treatments and

1. the rate of increase in exchangeable sodium percentage,
2. the production of soluble carbonate+bicarbonate, the precipitation of calcium and magnesium, and
3. the rate of accumulation and mobility of soluble salts.

An alluvial soil, which is noncalcareous and low in soluble salts, exchangeable sodium and organic matter, was air-dried and ground to pass 2 mm. sieve. One part of this soil was mixed with 1 per cent CaCO_3 and another part with 5 per cent ground barley straw. Water-tight wooden boxes 15 cm. wide and 78 cm. long were constructed so as to permit terracing of the contained soil in three levels. Each level is 26 cm. long and 10 cm. high. Six boxes were packed uniformly to a bulk density of 1.3 gms per cm^3 with untreated soil, four boxes with soil + CaCO_3 , two boxes with untreated soil the exposed portion of the bottom level of which was packed with soil + organic matter, and two boxes with soil + CaCO_3 the bottom level of which was packed with soil + organic matter. Each box contained approximately 26 kilograms of soil.

Single salt solutions (NaCl , Na_2SO_4 and NaHCO_3) at a concentration of 50 milliequivalents per liter were delivered from a large reservoir to maintain a ground water level to just below the soil surface in the lower level only. This insures anaerobic conditions in the region containing organic matter. NaCl and NaHCO_3 solutions were not applied to treatments containing organic matter; the Na_2SO_4 solution was applied to treatments containing organic matter and to untreated soil. Evaporation, and therefore the rate and amount of salt added to each of the boxes, was reasonably uniform.

In the presence of CaCO_3 the rate of increase in average exchangeable sodium content and percentage was greatly lowered with NaHCO_3 , with NaCl , and did not change with Na_2SO_4 . The rate of increase in average exchan-

geable sodium content and percentage was greatly increased with Na_2SO_4 in the presence of organic matter.

The precipitation of Ca and Mg, and soluble $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ was significantly increased in the organic matter treatments. In the CaCO_3 treatments, however, soluble $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ content was increased with NaCl, Na_2SO_4 but not with NaHCO_3 .

The presence of CaCO_3 showed no effect on the ratio of soluble Na^+ to soluble $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ with NaHCO_3 , moderately increased the ratio with Na_2SO_4 , and greatly increased it with NaCl.

Роль органического вещества, сульфатов и извести в образовании засоленных щелочных почв (Alkali Soil)

А. ХАРДАН и Л. Д. ВИТТИГ

Кафедра почвоведения и питания растений Калифорнийского Университета, Дэвис (США)

Резюме

Одной из главных проблем сельского хозяйства, возникающей при постоянном орошении в засушливых и полупустынных районах, является появление обменного натрия (щелочные почвы — alkali soils), или обменного натрия и других солей (щелочные засоленные почвы — saline-alkali soils) в таких количествах, которые уже отрицательно влияют на развитие растений. Многочисленные наблюдения — полевые и лабораторные исследования подчеркивают, наряду с другими причинами, важную роль CaCO_3 и большое значение биологического восстановления Na_2SO_4 в образовании Na_2CO_3 и формировании щелочных почв (alkali soils). В данной работе изложены результаты опытов, в ходе которых в теплице, в условиях, моделирующих природные условия, искусственно создавались засоленные почвы и наблюдалось развитие этих почв при внесении CaCO_3 или органических соединений, содержащих сульфаты, и без них. Опыты показали взаимосвязь между влиянием CaCO_3 и органических сульфосоединений и

1. темпом роста процентного содержания натрия,
2. образованием растворимых карбонатов и гидрокарбонатов, выделением кальция и магния и
3. степенью накопления и миграции растворимых солей.

Воздушно-сухую бескарбонатную, бедную растворимыми солями, обменным натрием и органическим веществом аллювиальную почву растерли, и пропустили через сито с отверстиями диаметром в 2 мм. Часть почвы смешали с 1% CaCO_3 , другую часть с 5% размолотой ячменной соломы. Каждый ящик содержал около 26 кг. почвы.

Из отдельных солей (NaCl ; Na_2SO_4 и NaHCO_3) были приготовлены растворы с концентрацией в 50 миллиэквивалентов/литр, которые из больших резервуаров спускали в ящики таким образом, чтобы уровень «грунтовой воды» находился под поверхностью нижнего слоя. Этим самым в нижнем, содержащем органическое вещество слое, были созданы анаэробные условия. В вариантах с внесением органического вещества не использовали растворы NaCl и NaHCO_3 . Раствор Na_2SO_4 добавляли только в те варианты в которых фигурировало и органическое вещество, а также в контрольные варианты с чистой, без примесей почвой. Темп испарения и, таким образом, количество солей, внесенных в отдельные ящики, было в основном равным.

В присутствии CaCO_3 темп роста содержания обменного натрия снижалось больше всего в результате внесения NaHCO_3 , за ним следовал NaCl, в то время как Na_2SO_4 на него не действовал. В присутствии органического вещества Na_2SO_4 значительно усиливал темп увеличения общего содержания обменного натрия.

Выделение в осадок Ca, Mg, а также растворимого $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ значительно увеличилось на вариантах в которые вносили органическое вещество. В вариантах с почвой, смешанной с CaCO_3 , от внесения растворов NaCl и Na_2SO_4 , содержание растворимого $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ увеличилось, а от внесения NaHCO_3 — не изменилось.

В присутствии CaCO_3 соотношение растворимого Na^+ и растворимого $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ от прибавления NaHCO_3 несколько не изменилось, под воздействием Na_2SO_4 — несколько возросло, а под влиянием NaCl увеличилось в значительной мере.