

The Biological Effects of Sulphate Reduction in Water-Logged Soils

R. VÁMOS

Institute for Plant Physiology of the University, Szeged (Hungary)

As a result of microbiological sulphate reduction, hydrogen sulphide is formed in the mud of periodically water-logged paddy soils and fish ponds. The hydrogen sulphide combines with the ferrous ions of the soil to form ferrous sulphide which accumulates.

In summer H_2S is released from the ferrous sulphide. The climatic conditions under which this process occurs are sudden cooling and lowering of atmospheric pressure. In consequence of the sudden cooling the redox-level is lowered so that a portion of the mud containing sulphide becomes aerobic and the sulphide is oxidized to sulphuric acid. The sulphuric acid again releases H_2S from the ferrous sulphide. The nascent H_2S reduces the sulphuric acid and so, in addition to colloidal sulphur, sulphurous acid is also formed.

This process, that is the release of H_2S and SO_2 , may damage the roots of rice, especially when the roots of the plant spread out horizontally which is generally the case in degraded alkali soils. The H_2S inactivates the enzymes containing heavy metals (cytochrome oxidase, catalase, polyphenol oxidase). Therefore sudden cooling and decrease in atmospheric pressure may cause complete destruction of the roots of rice plants. When the atmospheric pressure decreases, the marsh-gases in the mud either rise into the upper layers or move into the water and air. The SO_2 reduces the permeability of the cell wall and the H_2S in the nodes causes tissue-browning through blocking of the copper in the polyphenol oxidase. The plant processes are disturbed by the H_2S and the hydrolytic processes result in an accumulation of reducing sugars and free amino acids.

Sulphuric acid and sulphate reduction, respectively, occurring in the surface soil layers have a role in the formation of a horizon with high SiO_2 content and in the degradation of the soil. The affected rice plants indicate these soils in which intense degradation is taking place. We have found the same disease in reeds where similar destruction of roots, browning of nodes and secondary damaging by fungi could be seen.

When the H_2S formed gets into the water of fish-ponds, it first causes intensified respiration and an accumulation of reducing sugar and free amino acids in the algae. Since plant processes are interrupted, the specific weight of the cells decreases and the algae rise to the water surface. The algae injured by H_2S release sugars and amino acids from their cells. In water rich in nutrients the rapid multiplication of the aerobic bacteria and oxidation of the reduced substances cause depletion of oxygen. The lack of oxygen, the presence of H_2S , and of NH_3 which forms due to the deamination of the amino acids

result in destruction of both algae and fish. Under such conditions birds and animals able to escape leave the pond.

After death the algae sink to the bottom and the water of the pond clears. This is the phenomenon of the selfclearing of ponds.

If there is fog at the time of its release, H_2S moving into the air becomes dissolved again in the cold vapour and may damage the plants of the neighbourhood at the same time destroying the inflorescence of the plants. This damage is the so-called "straighthead" of the rice plant.

Биологический эффект процессов восстановления сульфатов в затопляемых почвах

Р. ВАМОШ

Институт Физиологии Растений, Университет, Сегед

Резюме

В результате микробиологического восстановления сульфатов в иле затопляемых рисовых полей и рыбных прудов наряду с гидрокарбонатом натрия выделяется и сероводород. Сероводород с ионами железа, находящимися в почве образует сульфид железа, который накапливается в почве.

Летом H_2S опять выделяется из сульфида железа. Условием наступления этого процесса являются метеорологические условия — резкое похолодание и уменьшение атмосферного давления. В результате резкого похолодания окислительно-восстановительный уровень понижается. Часть ила, содержащего сульфиды попадает в аэробные условия, и сульфиды окисляются в серную кислоту. Под действием серной кислоты из сульфида железа вновь выделяется H_2S . Образующийся H_2S восстанавливает серную кислоту и таким образом наряду с коллоидальной серой образуется и серная кислота.

Этот процесс, т. е. выделение H_2S и SO_2 может нанести вред корням риса, особенно в том случае, когда корневая система растений развивается в основном в горизонтальном направлении, что в свою очередь весьма распространенное явление на деградированных солончаках. Сероводород инактивирует энзимы, содержащие тяжелые металлы (цитокром оксидазу, каталазу, полифеноловую оксидазу). В результате этого, резкое похолодание и уменьшение атмосферного давления могут вызвать полную гибель корней растений. Как только атмосферное давление уменьшается, болотные газы, находящиеся в полостях ила, поднимаются в верхние слои почвы, а чаще попадают в воду и даже в воздух.

Когда освободившийся H_2S попадает в воду рыбного пруда, он сначала вызывает интенсификацию дыхания водорослей, а затем в них находили много редуцированного сахара и свободных аминокислот. Так как синтез прекращается, удельный вес клеток уменьшается и водоросли всплывают на поверхность водоема. Это явление называют «цветением» воды. Водоросли, поврежденные выделяющимся сероводородом, выделяют из своих клеток сахар и аминокислоты. В богатой питательными веществами воде размножение аэробных бактерий происходит в логарифмической прогрессии и окисление редуцированных веществ приводит к полному отсутствию кислорода. Недостаток кислорода и наличие выделяющихся при дезаминировании аминокислот H_2S и NH_3 вызывают гибель водорослей и рыбы. В такие периоды птицы и те животные, которые могут спастись бегством, уходят от пруда.

После своей гибели водоросли погружаются на дно пруда и вода становится прозрачной. Это явление называют самоочищением прудов.

В том случае, если во время выделения H_2S в воздух, влажность воздуха высокая, он растворяется в холодном тумане и легко может повредить окружающую растительность и уничтожить цветы. Результаты повреждения такого характера называют «сужением колоса» риса («straighthead»).