

while eucaryotic one (fungi) – to the pollution with compounds of fluorine and polycyclic aromatic hydrocarbons. Changes in the structure of microbial communities are also closely connected with the changes of the acid-base balance of soil under the influence of compounds, contained in air-gas emissions of enterprises: sulfur dioxide, exchange bases, fluoric hydrogen.

It should be especially noted, that the share of potentially pathogenic fungi, which are activators of diseases of respiratory apparatus, skin integuments and cause various allergic reactions increases in the soils polluted with industrial emissions. There is an increase in the frequency of their occurrence in the polluted soils, which can be connected with high adaptation abilities of conditionally pathogenic fungi to the changing external conditions.

**АЭРОТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ
НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ:
ОБОБЩЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Кашулина Г. М.

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН
184209. г. Апатиты, ул. Ферсмана, 18а
Galina.Kashulina@gmail.com*

Медно-никелевые комбинаты «Североникель» и «Печенганикель» на Кольском полуострове являются самыми крупными в северной части Европы источниками выбросов закисляющих газов – SO₂ и тяжелых металлов (Salminen et al., 2004). Длительное (около 65 лет) воздействие выбросов этих источников привело к серьезным и масштабным нарушениям экосистем в их окрестностях. Комплексные исследования почв Кольского полуострова показали, что аэротехногенное загрязнение здесь оборачивается целым спектром факторов, как прямого, так и косвенного характера, способных изменить свойства почв. Последствиями прямого воздействия выбросов медно-никелевых комбинатов является накопление в

почвах повышенных концентраций более 30 химических элементов, включая высокотоксичные – As, Ag, Bi, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb и Tl (Reimann et al., 1998). Уровни концентраций загрязняющих элементов в почвах и атмосферных выпадениях непропорциональны (Кашулина, 2002). Из-за конкурентных отношений между элементами за связи в почве картина загрязнения, выявленная по данным исследования почв, существенно трансформируется по сравнению с атмосферными выпадениями. По основным металлам загрязнителям – никелю и меди площади загрязнения почв в регионе составляют около 100 тыс. км кв. Уровни концентраций этих металлов в почвах локальной зоны воздействия к настоящему до тысячи раз выше по сравнению с фоном.

Превышение выпадений основных катионов с атмосферными осадками над основным закисляющим компонентом (SO_4^{2-}) обусловливает снижение кислотности почв в целом для региона. И только в единичных точках локальной зоны воздействия pH почвы опускается ниже пределов природного варьирования.

Наиболее серьезные последствия выбросы медно-никелевых комбинатов на почвы оказывают посредством косвенного воздействия за счет разрушения структуры фитоценоза. Несмотря на экстремально высокие уровни тяжелых металлов в почвах, органическое вещество почв не консервируется, оно продолжает трансформироваться. В условиях длительного отсутствия или резкого снижения поступления свежего растительного опада, старое органическое вещество почв постепенно минерализуется. Что приводит не только к уменьшению содержания и изменению состава органического вещества в почвах, но также и к изменению большого спектра свойств почв, в формировании которых участвует органическое вещество (морфология, физико-химические свойства, физические свойства, питательный статус, способность аккумулировать загрязняющие элементы).

Еще одним серьезным последствием разрушения растительности является нарушение водного режима. Нарушение водного режима экосистем в результате разрушения чувствительного к загрязнению мохово-лишайникового яруса является дополнитель-

ным стресс-фактором для высших растений (Kashulina et al., 1997). Разрушение древесного и кустарничкового ярусов, а также органогенного горизонта почв в условиях рассеченного рельефа сопровождается значительным увеличением вертикального и горизонтального потоков, а также резким падением уровня грунтовых вод для всего ландшафта в целом. При этом кардинально меняются условия увлажнения почв, и усиливается миграция веществ в ландшафте.

Таким образом, в результате прямого или косвенного воздействия выбросов медно-никелевых комбинатов на Кольском полуострове изменяются практически все почвенные характеристики. В локальной зоне изменения свойств почв носят достаточный характер для изменения классификационного положения почв на уровне подтипа и, даже, типа.

**SOILS TRANSFORMATION BY MEANS
OF AIRBORNE POLLUTION ON THE KOLA PENINSULA:
RESULTS OF THE LONG-TERM STUDIES**

Kashulina G. M.

*Polar Alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS
184209, Apatity, Fersman st., 18a
Galina.Kashulina@gmail.com*

“Severonickel’ and “Pechenganickel” nickel smelters on the Kola Peninsula are the largest heavy metals and SO₂ emission sources in the Northern Europe (Salminen et al., 2004). Their long-term (about 65 years) emission impact results in serious and wide-spread ecosystem damage in the region. Complex studies of the soils on the Kola Peninsula have revealed that airborne pollution turn over by the big spectrum of direct and indirect impact factors able to change the soil properties. Direct effect of emission results in essential increase of more than 30 elements concentrations (including toxic ones – As, Ag, Bi, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb и Tl) in the soil (Reimann et al., 1998). The elements levels in the soils and atmospheric precipitations are not

proportional (Kashulina, 2002). Due to between elements competitions the level of pollution as it were revealed by soil studies are different compared with the atmospheric precipitations. The area of soil pollution by major pollutant metals – Ni and Cu in the region is equal about 100,000 km sq. Nickel and Cu concentrations in the soils near emission sources up to 1000 times exceed background level at present.

Prevalence of base cations deposition with atmospheric precipitation above acidifying component (SO_4^{2-}) results in the decreasing of the soil acidity for the region as a whole. The soil acidity increases above natural variation limits only in the single sites near emission sources.

Indirect effect of pollution by means of the vegetation damage has much more serious consequences for the soils. In spite of the extreme level of pollution the soil organic matter is not preserved but continues to be transformed by soil biota. While fresh litterfall is absent at all or is decreased essentially the old soil organic matter is getting mineralized gradually. Thus soil organic matter content is decreasing and its composition is also changing. It influence on the large set of soil parameters for which soil organic matter is responsible: soil morphology, physical-chemical properties, physical properties, nutrient status and the capability to accumulate pollutants.

One more serious consequence of the vegetation damage is the water regime disturbance. Water regime disturbance after sensitive moss cover damage is the additional stress factor for the higher plants near emission sources (Kashulina et al., 1997). Further trees and dwarf shrub damage results in serious landscape hydrology disturbance and sharp decrease of the ground water level. Those in their turn increase the intensity of vertical and horizontal water fluxes and change soil humidity drastically. Under condition of the severe ecosystem damage soil water erosion prevails.

Thus, as a result of direct and indirect effects of the nickel industry emission on the Kola Peninsula practically all soil properties got changed. Within local zone around the smelters those changes are enough essential to change soil subtype or even type.