

Взяття зразків пилку проводили в період масового цвітіння з однорічних пагонів дерев. Фертильність і стерильність пилоквих зерен визначали йодним методом виявлення крохмалю у зрілих пилоквих зернах.

В результаті досліджень фертильності пилоквих зерен *A. hippocastanum* L. в різних умовах м. Кам'янця-Подільського було показано, що показник стерильності пилку коливався від 2,8% у Ботанічному саду (умовно чиста територія) до 7,3% поблизу ПАТ «Подільський цемент». Для рослин поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод» цей показник становив 4,8%, а поблизу магазину «Сільпо» і мосту «Лань, що біжить» – 6,2% і 6,5% відповідно. Визначення коефіцієнту стерильності пилоквих зерен *A. hippocastanum* у різних точках м. Кам'янця-Подільського, показало, що його величина коливається від 1,7 (поблизу ДП ВАТ «Кам'янець-Подільський цукровий завод») до 2,6 (поблизу ПАТ «Подільський цемент»). Ці показники достовірно відрізняються від показника коефіцієнту стерильності гіркокаштану, що зростає на умовно чистій ділянці, що вказує на те, що рівень забруднення на даних територіях відрізняється і є найбільшим поблизу ПАТ «Подільський цемент» та мосту «Лань, що біжить».

Отже, аналіз фертильності пилоквих зерен *A. hippocastanum* дозволяє встановити екологічну ситуацію досліджуваних територій м. Кам'янця-Подільського.

**Цвілинюк О., Молошій Т.**

**МОРФОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН ЯЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ  
(*PICEA ABIES* L. KARSTEN) НА ПРИЛЕГЛІЙ ДО ПАТ  
«МИКОЛАЇВЦЕМЕНТ» ТЕРИТОРІЇ**

Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: [tsvilya@gmail.com](mailto:tsvilya@gmail.com)

**Tsvilynyuk O., Moloshiy T. MORPHOMETRIC SIGNS OF SPRUCE PLANTS (*PICEA ABIES* L. KARSTEN) NEAR THE NICHOLAS CEMENT PLANT.** Investigated the prospects of morphological parameters of spruce, which grew under influence of cement plant emissions. The raw mass of needles increased by 15%, and dry by 31% relative to control. The number of needles on the length of the axial shoot dovzhinoyu increased by 40% relative to control.

Розвиток промислового виробництва у Миколаївському районі Львівської області, зокрема функціонування на його території на протязі більш ніж 50 років ПАТ „Миколаївцемент”, викиди якого становили 3% від валових викидів Львівської області, дає підстави віднести територію, прилеглу до джерела забруднення до локальної техногенної геохімічної аномалії та зумовлює актуальність комплексних екологічних досліджень надходження поллютантів, їх акумуляції, міграції та реакції компонентів природних екосистем на тривале аеротехногенне забруднення кальцієвмісним пилом. Досліджували біоіндикаційну перспективність морфологічних показників ялини звичайної (*Picea abies* (L.) Karst.) в умовах техногенного забруднення території за рахунок діяльності цементного заводу. Викиди цементного заводу впливали на сирю та суху масу хвоїнок: сира маса зростала на 15%, а суха – на 31% у порівнянні з контролем. В зоні ПАТ «Миколаївцемент» довжина і ширина хвої ялини на пагонах різних років приросту звичайної залишалася на рівні контролю. А кіль-

кість хвоїнок на відрізьку осьового пагона довжиною 10 см за дії викидів цементного заводу зростала на 40 % у порівнянні з контролем. Таке ущільнення місць утворення хвої є результатом зменшення приросту пагонів у довжину. Подібне явище спостерігали у хвойних за дії несприятливих чинників середовища. Таким чином, незважаючи на те, що Миколаївської цементний завод припинив розповсюдження клінкерного пилу у навколишнє середовище у листопаді 2014 року, ущільнення хвої на пагонах ялини звичайної, що росте поблизу заводу, свідчить про тривалу негативну післядію викидів цементного заводу.

Wiche O.<sup>1</sup>, Tischler D.<sup>1</sup>, Klimkina I.<sup>2</sup>, Kovrov O.<sup>2</sup>, Heilmeier H.<sup>1</sup>

**CITRIC ACID AND THE SIDEROPHORE DFO-B AS SOIL AMENDMENTS AFFECT THE BIOAVAILABILITY OF GERMANIUM AND RARE EARTH ELEMENTS**

<sup>1</sup>TU Bergakademie Freiberg, Institute for Biosciences  
Leipziger Str. 29, 09599 Freiberg, Germany

<sup>2</sup> National Mining University, Department of Ecology  
K. Marks Av., 19, Dnipro, 49005, Ukraine  
e-mail: oliver.wiche@ioez.tu-freiberg.de

The bioavailability of toxic and other target elements is a most determining factor for phytoremediation (especially phytoextraction) and phytomining. It depends, among others, on mineral and organic phases of the soil, pH and redox potential. Soil amendments like organic acids or strongly chelating compounds, which, e.g., change soil pH or can form stable complexes with the target elements, have been used in the past in order to increase the mobility of the target elements in the soil. These additives, however, may lead to leaching of toxic elements from the soil, possibly causing serious environmental problems to water bodies. Therefore less dangerous alternatives are necessary which use the natural capacity of plants to change availability of elements in their root environment. Here we report on the effect of citric acid, a major component of root exudates, and desferrioxamine B (DFO-B), a naturally occurring microbial siderophore, on the bioavailability of Ge and the rare earth elements (REEs) cer (Ce), samarium (Sm) and dysprosium (Dy) in soils and their uptake into reed canary grass (*Phalaris arundinacea*).

The mobilization capacity of citric acid and DFO-B for Ge and the REEs was tested in a soil dissolution experiment using 1 and 10 mM citric acid and 0.1 mM DFO-B, and deionized water and deionized water adjusted with HNO<sub>3</sub> to pH 3.7 (corresponding to the 10 mM citric acid treatment) as references. The effect of citric acid and DFO-B on the uptake of Ge and REEs by *P. arundinacea* grown in sand culture was investigated 48 and 96 hours after applying treatment solutions containing Ge, Ce, Sm and Dy, in the presence or absence of citric acid or DFO-B by harvesting plants for analysis of Ge and REEs. The effects of citric acid and DFO-B on the accumulation of Ge and REEs in soil-grown *P. arundinacea* were investigated by growing plants for eight weeks in pots, applying nutrient solutions (N, S, K, Ca, Mg) with 1 mM citric acid, 10 mM citric acid, 100 μM DFO-B, or only nutrients as reference. Trace elements were analyzed with ICP-MS after micro-wave digestion. Addition of 10 mM citric acid significantly enhanced desorption of Ge, Ce, Sm and Dy from soil and uptake into soil-grown plants, indicating a higher bioavailability of the target elements in the presence of carboxylic ligands. The application of DFO-B enhanced the dissolution and uptake of REEs; however, there was no effect on Ge. In sand-grown plants, the uptake of Ge and REEs was significantly