

COPPER AND NICKEL ACCUMULATION AND TRANSLOCATION IN LEAFY VEGETABLES IRRIGATED WITH METAL-CONTAINING EFFLUENTS

A. Kravtsova^{a,1}, I. Zinicovskaia^{a,b,2}, A. Peshkova^{a,c,3}, L. Cepoi^{d,4},
T. Chiriac^{d,5}, L. Rudi^{d,6}

^a Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, 141980, Russia

^b Department of Nuclear Physics, Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering, Magurele, 077125, Romania

^c Doctoral School of Natural Sciences, Moldova State University, Chisinau, MD-2009, Moldova

^d Institute of Microbiology and Biotechnology, Technical University of Moldova, Chisinau, MD-2028, Moldova

The laboratory experiment was performed to assess the accumulation and translocation of Cu and Ni in aerial and underground parts of lettuce (*Lactuca sativa*), green onion (*Allium fistulosum* L.), arugula (*Eruca vesicaria*) and chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) irrigated with metal-containing effluents and to evaluate the potential health risks associated with the consumption of wastewater-irrigated vegetables. The highest Cu content was found in the edible parts of lettuce ((8.34 ± 1.24) mg/kg) and chard ((9.79 ± 0.27) mg/kg). Arugula ((16.8 ± 2.21) mg/kg) and lettuce ((24.1 ± 5.34) mg/kg) exhibited the highest Ni content. The highest bioaccumulation factors for Cu (1.0) and Ni (1.5) were determined in chard and lettuce, respectively. Overall, the studied leafy vegetables showed a low capacity for Cu and Ni translocation to the above-ground parts, with the highest translocation factor determined in arugula (0.7 – Ni) and in lettuce (0.8 – Cu). The effect of the effluents on pigment composition and antioxidant activity varied significantly among plant species. Onion showed an ability to enhance antioxidant protection by increasing phenols synthesis. In contrast, chard manifested high sensitivity for Cu and Ni, which was expressed in a decrease in both pigments and antioxidant activity. The estimated daily intake values for Ni and Cu through vegetable consumption were found to be one to two orders of magnitude lower than the recommended dietary requirements for adults (1.0 mg/day for Ni and 2–3 mg/day for Cu).

Накопление и транслокация Cu и Ni в надземных и подземных частях салата (*Lactuca sativa*), зеленого лука (*Allium fistulosum* L.), рукколы (*Eruca vesicaria*) и мангольда (*Beta vulgaris* var. *cicla*), орошаемых сточными водами, содержащими металлы, были изучены в лабораторном эксперименте. Также были оценены потенциальные риски для здоровья человека, связанные с употреблением в пищу овощей, орошаемых сточными водами. Максимальное содержание Cu обнаружено в съедобных частях салата ($(8,34 \pm 1,24)$ мг/кг) и мангольда ($(9,79 \pm 0,27)$ мг/кг), а Ni – в рукколе ($(16,8 \pm 2,21)$ мг/кг) и салате ($(24,1 \pm 5,34)$ мг/кг).

¹E-mail: alexkravtsova@yandex.ru

²E-mail: zinikovskaia@mail.ru

³E-mail: peshkova@jinr.ru

⁴E-mail: liliana.cepoi@imb.utm.md

⁵E-mail: tatiana.chiriac@imb.utm.md

⁶E-mail: ludmila.rudi@imb.utm.md

Самые высокие коэффициенты биоаккумуляции Cu (1,0) и Ni (1,5) определены для мангольда и салата соответственно. В целом изученные листовые овощи показали низкую способность к транслокации Cu и Ni в надземные части, при этом наибольший коэффициент транслокации был обнаружен у рукколы (0,7 — Ni) и салата (0,8 — Cu). Влияние сточных вод на пигментный состав и антиоксидантную активность значительно различалось у разных видов растений. Для лука выявлена способность усиливать антиоксидантную защиту за счет увеличения синтеза фенолов. Мангольд, напротив, характеризовался высокой чувствительностью к Cu и Ni, что отражалось в снижении количества пигментной и антиоксидантной активности. Рассчитанные значения суточного потребления Ni и Cu с овощами, орошаемыми сточными водами, были на один-два порядка ниже рекомендуемых суточных норм этих металлов для взрослых (1,0 мг/сут для Ni и 2–3 мг/сут для Cu).

PACS: 87.15.R—

Received on July 9, 2025.