

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОДИ ЗА КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ ГРИБІВ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ В НИХ ЦИНКУ І МІДІ

С.Ф. Разанов

доктор сільськогосподарських наук
професор, завідувач кафедри
екології та охорони навколишнього середовища
факультету агрономії та лісівництва

Вінницький національний аграрний університет
(Україна, м. Вінниця; e-mail: razanov@vsau.vin.ua)

О.І. Врадій

асистент кафедри екології та
охорони навколишнього середовища
факультету агрономії та лісівництва

Вінницький національний аграрний університет
(Україна, м. Вінниця; e-mail: oksanavradii@gmail.com)

Досліджено певний вплив води без мінерального залишку на концентрацію у грибах мікроелементів за кулінарної їх обробки. Встановлено, що у грибах концентрація цинку знизилась від 1,18 до 1,76 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода, з якої видалено мінеральний залишок). Зокрема, найменше зниження концентрації цинку спостерігалось у грибах синяках, а найбільше — у грибах опеньках. У інших видів грибів фіксують таке зниження концентрації цинку: у лисичках — в 1,22 рази, сірчано-жовтих трutowиках — в 1,2, боровиках королівських — в 1,23, бабках — в 1,2, сиріжках — в 1,2, білих грибах — в 1,21, маремухах — в 1,21, підберезниках — в 1,2, підосиковиках — в 1,21 рази. Від 1,09 до 1,5 рази простежувалось зниження концентрації цинку за вимочування грибів упродовж 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Найменше зниження концентрації цинку, як вже згадувалось, було відмічене у грибах синяках, а найбільше — у грибах опеньках, як і в першому варіанті. У інших видів грибів відмічались такі показники: лисичках — в 1,12 рази, сірчано-жовтих трutowиках — в 1,12, боровиках королівських — в 1,12, бабках — в 1,1, сиріжках — в 1,12, білих грибах — в 1,1, маремухах — в 1,14, підберезниках — в 1,11, підосиковиках — в 1,14 рази. Концентрація міді у грибах знижувалась від 4 до 11 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок). Зокрема, найменше зниження концентрації міді відмічене у грибах опеньках, а найбільше — у грибах маремухах, а інші види грибів мали такі показники: у лисичках — в 11 разів, синяках — у 10,7, сірчано-жовтих трutowиках — у 5, боровиках королівських — у 6, бабках — у 8,5, сиріжках — в 11, білих грибах — 9, підберезниках — 9,6, підосиковиках — у 9 разів. Від 1,8 до 2,5 рази зменшувалась концентрація міді за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована): найменше зниження концентрації міді спостерігалось у грибах підосиковиках, а найбільше зниження — у грибах сірчано-жовтих трutowиках. А в інших видах грибів відмічено такі показники: у лисичках — у 2 рази, синяках — у 2,15, боровиках королівських — у 2, бабках — у 2,12, сиріжках — у 2,09, білих грибах — у 2, маремухах — в 1,83, підберезниках — у 2,18, опеньках — у 2,12 рази.

Ключові слова: гриби, концентрація, цинк, мідь, дистильована вода, вода без мінерального залишку, водопровідна вода.

Постановка проблеми. Ліси поєднують на певній території велику кількість різноманітних ресурсів, використання яких забезпечує широкий асортимент лісової продукції. Ліси виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні, естетичні, виховні, інші функції, а також є джерелом для задоволення потреб суспільства в

лісових ресурсах. Особливе значення для суспільства мають такі лісові ресурси недержавного походження, як гриби, ягоди, лікарські рослини та інші [1].

До найнебезпечніших токсикантів, які надають ґрунтові екоцидних властивостей, поряд із радіонуклідами та пестицидами, належать важкі метали [5].

Під назвою «важкі метали» прийнято розуміти групу металів із густиною вище ніж 5 г/см^3 або з атомним номером понад 20 [6, 7]. До них належить ціла низка забруднювачів довкілля: кадмій (Cd), свинець (Pb), нікель (Ni), хром (Cr), ртуть (Hg), мідь (Cu), цинк (Zn) тощо.

Відомо, що забруднення ґрунтового покриву важкими металами пов'язане з наявністю різних джерел техногенних емісій поллютантів: промислові об'єкти гірничо-металургійного, хімічного, паливно-енергетичного комплексу, машинобудівельні підприємства, розгалужена транспортна система, сільськогосподарське виробництво тощо [7,8].

Україна є надзвичайно насиченою на деяких територіях промисловими та видобувними підприємствами (налічується понад 1,5 тис.), має розгалужену мережу (понад 165 тис. км) автомобільних доріг. У районах, де розміщено підприємства гірничо-металургійного комплексу, спостерігаються підвищені рівні таких хімічних елементів, як свинець, цинк, мідь, нікель, кадмій, ртуть, хром, кобальт і т.п. Високі концентрації важких металів виявлено у ґрунтах урбанізованих територій майже всієї центральної та південно-східної України. Небезпечним типом техногенного навантаження на довкілля є автотранспортне забруднення, яке має значний вплив на ґрунти і наземні екосистеми пришляхових смуг. У відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згорання міститься понад 160 шкідливих речовин. Під час спалювання бензину пріоритетним забруднювачем є Pb, дизпалива — Ni. Вміст Pb у ґрунтах десятиметрової пришляхової смуги перевищує фонові показники у 2–7 разів, у деяких випадках — на один-два порядки [9].

Токсичність важких металів обернено пропорційна значенню рН ґрунтових розчинів. У разі збільшення кислотності ґрунту елементи важких металів із нерозчинних солей переходять в іонну форму і стають доступними для поглинання їх рослинами [10]. Значна територія зони змішаних лісів (північно-західний регіон України) характеризується підвищеною природною кислотністю дерново-підзолистих ґрунтів [11]. Крім того, значне зниження лужності урбаноземів зумовлюється впливом потужних сірчанистих димових викидів хімічних (Вінниця, Калуш) і металургійних (Алчевськ, Єнакієве, Костянтинівка, Маріуполь) заводів [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Відомо, що серед головних чинників, які визначають рівень захворюваності населення, важливе значення має екологічний стан навколишнього середовища. Тотальне забруднення атмосферного повітря, ґрунту, питної води і

харчових продуктів шкідливими техногенними речовинами може слугувати причиною гострих і хронічних токсичних ефектів. Серед речовин, які визначають негативний вплив на екологічний стан довкілля і становлять загрозу для здоров'я населення, важкі метали та їх сполуки утворюють значну групу токсикантів, яким притаманне глобальне поширення, міграція, стійкість і наявність в усіх життєво важливих середовищах. Багаторічні дослідження свідчать про інтенсивність забруднення довкілля важкими металами, які реєструються як поблизу джерел техногенних викидів, так й у віддалених від них регіонах. Численними дослідженнями доведено надзвичайну роль важких металів у детермінації багатьох захворювань людини — онкологічних, ендокринних, хвороб кістково-м'язової системи, порушень репродуктивної функції, вроджених вад розвитку та ін. [2].

Ці сполуки впливають на активність ферментів і перебіг біохімічних процесів, здатні до кумуляції у тканинах і за тривалої дії спричиняють віддалені негативні ефекти. До основних причин, які визначають отруйність важких металів, належить їхня здатність брати участь в окислювально-відновних реакціях, у процесі яких відбувається посилення їх токсичності, що сприяє проникненню їх крізь біологічні мембрани. Тому ризик для здоров'я людини та тварин зростає навіть у разі надходження їх в організм у незначній кількості [3, 4]. Тому потреба у моніторингу забруднення важкими металами грибів та вивчення способів підвищення їх якості залишається актуальними.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Дотепер не повною мірою вивчено вплив мінералізованої і немінералізованої води за кулінарної обробки їстівних грибів на концентрацію в них важких металів, зокрема цинку і міді.

Мета статті вивчити вплив води без мінерального залишку на ефективність зниження цинку і міді у грибах за кулінарної їх обробки.

Матеріали та методи. Зразки грибів відбирали на території лісових господарств смт Тиврів та м. Калинівка Вінницького і Калинівського районів в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження концентрації важких металів виконували в науково-вимірній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва на базі Вінницького національного аграрного університету. Концентрації Cu і Zn досліджуваних грибів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії після сухої мінералізації [13]. Дослідження впливу води на концентрацію

Таблиця 1

Концентрація цинку у грибах за обробки водою без мінерального залишку, мг/кг

Вид грибів	Контрольний варіант	Дослідний варіант 1	Дослідний варіант 2
Лисички	5,72	4,68	5,09
Синяки	6,22	5,24	5,67
Сірчано-жовті трутовики	4,43	3,67	3,95
Боровики королівські	9,77	7,92	8,67
Бабки	6,87	5,71	6,22
Сироїжки	9,94	8,24	8,83
Білі гриби	10,03	8,23	9,05
Маремухи	5,91	4,85	5,17
Підберезники	3,69	3,06	3,32
Підосиковики	9,23	7,57	8,06
Опеньки	0,06	0,034	0,04

Таблиця 2

Концентрація міді у грибах за обробки водою без мінерального залишку, мг/кг

Вид грибів	Контрольний варіант	Дослідний варіант 1	Дослідний варіант 2
Лисички	0,22	0,02	0,11
Синяки	0,43	0,04	0,2
Сірчано-жовті трутовики	0,05	0,01	0,2
Боровики королівські	0,12	0,02	0,06
Бабки	0,17	0,02	0,08
Сироїжки	0,44	0,04	0,21
Білі гриби	0,18	0,02	0,09
Маремухи	0,11	0,01	0,06
Підберезники	0,48	0,05	0,22
Підосиковики	0,09	0,01	0,05
Опеньки	1,89	0,47	0,89

цинку і міді у грибах проводили за наступною схемою: 1) вимочування грибів протягом 1-ї доби у звичайній водопровідній воді за температури зовнішнього середовища 22–24°C (контрольний варіант); 2) вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода, з якої видалено мінеральний залишок) за температури зовнішнього середовища 22–24°C (дослідний варіант 1); 3) вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована) за температури зовнішнього середовища 22–24°C (дослідний варіант 2).

Викладення основного матеріалу. Результати досліджень показали певний вплив води без мінерального залишку на концентрацію у грибах мікроелементів.

Так, у дослідному варіанті 1 (табл. 1) концентрація цинку у грибах знизилась від 1,18 до 1,76 рази. Зокрема, у лисичках — в 1,22 рази, синяках — в 1,18, сірчано-жовтих трутовиках — в 1,2, боровиках королівських — в 1,23, бабках — в 1,2, сироїжках — в 1,2, білих грибах — в 1,21, маремухах — в 1,21, підберезниках — в 1,2, підосиковиках — в 1,21, в опеньках — 1,76 рази.

У дослідному варіанті 2 концентрація цинку у грибах знизилась від 1,09 до 1,5 рази.

Зокрема, у лисичках — в 1,12 рази, синяках — в 1,09, сірчано-жовтих трутовиках — в 1,12, боровиках королівських — в 1,12, бабках — в 1,1, сироїжках — в 1,12, білих грибах — в 1,1, маремухах — в 1,14, підберезниках — в 1,11, підосиковиках — в 1,14, опеньках — 1,5 рази.

У дослідному варіанті 1 (табл. 2) концентрація міді у грибах знизилась від 4 до 11 рази. Зокрема, у лисичках — в 11 разів, синяках — у 10,7, сірчано-жовтих трутовиках — у 5, боровиках королівських — у 6, в бабках — 8,5, сироїжках — 11, білих грибах — у 9, маремухах — у 11, підберезниках — 9, 6, підосиковиках — у 9, опеньках — у 4 рази.

У дослідному варіанті 2 концентрація міді у них знизилась від 1,8 до 2,5 рази. Зокрема, у лисичках — у 2 рази, синяках — у 2,15, сірчано-жовтих трутовиках — у 2,5, боровиках королівських — у 2, бабках — у 2,12, сироїжках — у 2,09, білих грибах — у 2, маремухах — у 1,83, підберезниках — у 2,18, підосиковиках — у 1,8, опеньках — 2,12 рази.

Висновки і перспективи подальших досліджень. За результатами досліджень встановлено різну інтенсивність зниження концентрації міді та цинку у грибах при вимочуванні їх у воді звичайній і без мінерального залишку.

Так, у грибах концентрація цинку знизилась від 1,18 до 1,76 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок), від 1,09 до 1,5 раз — за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Концентрація

міді у грибах знижувалась від 4 до 11 разів за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода, з якої видалено мінеральний залишок), від 1,8 до 2,5 раз — за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сенько Є.І., Фурдичко О.І. Економіка комплексного використання і відтворення харчових ресурсів лісу. Львів: Місіонер, 1996. 296 с.
2. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К.: Наукова думка, 2002. 213 с.
3. Старчук В.Г., Цибуля С.Д., Мачульський Г.М., Поліщук Т.М. Забруднення природного середовища важкими металами та формування екоотоксикологічної ситуації й екологічної небезпеки / Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія. 2011. № 2 (47). С. 141–148.
4. Алексеева Т.М. Біоіндикація як метод екологічної оцінки стану природного навколишнього середовища. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2014. Вип. 2 (85). С. 166–171.
5. Бреславец А.І. Техногенно забруднені ґрунти та шляхи їх поліпшення. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр.; за ред. Г.Д. Коваленко. Харків: Райдер, 2009. С. 189–202.
6. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. 2011. 520 p.
7. Morais S., Costa F.G., Pereira M.L. Heavy Metals and Human Health. Environmental Health. Emerging Issues and Practice. Ed. by J. Oosthuizen. In Tech. 2012. P. 227–246.
8. Сердюк С.Н. Диагностика загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова индустриально-урбанизированных территорий. Экология та ноосфера. 2007. Вип. 19 (1–2). С. 55–60.
9. Шейкіна О.Ю., Мислюк О.О. Екологічна оцінка забруднення міських ґрунтів важкими металами вздовж основних транспортних магістралей міста Черкаси. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2008. Вип. 1. С. 61–65.
10. Kumari M., Sinha V.K., Srivastava A. et al. Cytogenetic effects of individual and combined treatment of Cd²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ in *Vigna radiata* (L.) Wilczek / J. Phytol 2011. Vol. 3. P. 38–42.
11. Тютюнник Ю.Г., Горлицький Б.О. Техногенне забруднення міських ґрунтів України (феноменологічний аналіз). Доповіді НАН України. 2000. С. 208–211.
12. Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах. Державні гігієнічні правила і норми. № 368. ДР-2013 [Чинний від 2013-05-13]. Київ. 2013. 10 с.

Інформація про авторів

Разанов Сергій Федорович — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва, Вінницький національний аграрний університет (Україна, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: razanov@vsau.vin.ua).

Врадій Оксана Ігорівна — асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, факультету агрономії та лісівництва, Вінницький національний аграрний університет (Україна, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: oksanavradii@gmail.com).

S.F. Razanov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Head of the Department of Ecology
and Environmental Protection

Faculty of Agronomy and Forestry
Vinnitsia National Agrarian University
(Ukraine, Vinnitsia; e-mail: razanov@vsau.vin.ua).

O.I. Vradiy

Assistant Professor of the
Department of Ecology and Environmental Protection
Faculty of Agronomy and Forestry
Vinnitsia National Agrarian University
(Ukraine, Vinnitsia; e-mail: oksanavradii@gmail.com)

EVALUATION OF THE EFFECT OF WATER ON CULINARY PROCESSING OF MUSHROOMS ON CONCENTRATION IN ZINC AND COPPER

The influence of water without mineral residue on the concentration in fungi of micronutrients during their culinary processing was investigated. It was found that the concentration of zinc in the mushrooms decreased from 1,18 to 1,76 times by soaking them for 1 day in water without mineral residue (boiled water from which the mineral residue was removed). In particular, the least decrease in zinc concentration was observed in mushrooms *Gyroporus cyanescens* (Lat.), and the greatest decrease in mushrooms *Armillaria mellea* (Lat.). In other species of deaths the following decrease in zinc concentration was observed: *Cantharëllus cibarius* (Lat.) – by 1,22 times, *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – by 1,2 times, *Butyriboletus regius* (Lat.) – by 1,23 times, *Leccinum* (Lat.) – by 1,2 times, *Russula Pers.* (Lat.) – by 1,2 times, *Boletus edulis* (Lat.) – by 1,21 times, *Amanita rubescens* (Lat.) – by 1,21 times, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 1,2 times, *Leccinum aurantiacum* (Lat.) – by 1,21 times. From 1,09 to 1,5 times a decrease in zinc concentration for soaking mushrooms during the 1 day in water without mineral residue (distilled) was observed. The smallest decrease in zinc concentration was observed in mushrooms *Gyroporus cyanescens* (Lat.), and the greatest decrease in mushrooms *Armillaria mellea* (Lat.), as in the first variant. Other types of mushrooms showed the following indicators: *Cantharëllus cibarius* (Lat.) – by 1,12 times, *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – by 1,12 times, *Butyriboletus regius* (Lat.) – by 1,12 times, *Leccinum* (Lat.) – by 1,1 times, *Russula Pers.* (Lat.) – by 1,12 times, *Boletus edulis* (Lat.) – by 1,1 times, *Amanita rubescens* (Lat.) – by 1,14 times, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 1,11 times, *Leccinum aurantiacum* (Lat.) – by 1,14 times. The concentration of copper in the mushrooms decreased from 4 to 11 times by soaking them for 1 day in water without mineral residue (boiled water from which the mineral residue was removed). In particular, the smallest decrease in copper concentration was observed in mushrooms *Armillaria mellea* (Lat.), and most – in mushrooms *Amanita rubescens* (Lat.), and other mushrooms had such indicators – *Cantharëllus cibarius* (Lat.) – by 11 times, *Gyroporus cyanescens* (Lat.) – by 10,7 times, *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – by 5 times, *Butyriboletus regius* (Lat.) – by 6 times, *Leccinum* (Lat.) – by 8,5 times, *Russula Pers.* (Lat.) – by 11 times, *Boletus edulis* (Lat.) – by 9 times, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 9,6 times, *Leccinum aurantiacum* (Lat.) – by 9 times. From 1,8 to 2,5 times the concentration of copper for soaking mushrooms during the 1 day in water without mineral residue (distilled) decreased: the smallest decrease in the concentration of copper was observed in mushrooms *Leccinum aurantiacum* (Lat.), and the largest decrease – in mushrooms *Laetiporus sulphureus* (Lat.). And in other kinds of mushrooms the following indicators are noted: *Cantharëllus cibarius* (Lat.) – by 2 times, *Gyroporus cyanescens* (Lat.) – by 2,15 times, *Butyriboletus regius* (Lat.) – by 2 times, *Leccinum* (Lat.) – by 2,12 times, *Russula Pers.* (Lat.) – by 2,09 times, *Boletus edulis* (Lat.) – by 2 times, *Amanita rubescens* (Lat.) – by 1,83 times, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 2,18 times, *Armillaria mellea* (Lat.) – by 2,12 times.

Keywords: mushrooms, concentration, zinc, copper, distilled water, water without mineral residue, tap water.

REFERENCES

1. Senko Ye.I., Furdychko O.I. (1996). *Ekonomika kompleksnoho vykorystannia i vidtvorennia kharchovykh resursiv lisu [Economy of integrated use and reproduction of forest food resources]*. Lviv: Misioner. 296. (in Ukr.).
2. Zhovynskiy Э.И., Kuraeva Y.V. (2002). *Неокхимия тяжелых металлов в почвах Украины [Geochemistry of heavy metals in the soils of Ukraine]*. K.: Naukova dumka — Scientific thought. 213. (in Ukr.).

3. Starchuk V.H., Tsybulia S.D., Machulskyi H.M., Polishchuk T.M. (2011). Zabrudnennia pryrodnoho seredovyscha vazhkymy metalamy ta formuvannia ekotoksykologichnoi sytuatsii y ekolohichnoi nebezpeky [Contamination of the environment with heavy metals and formation of ecotoxicological situation and environmental hazard]. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriiia Biolohiia — Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University. Series Biology. № 2 (47): 141–148. (in Ukr.).
4. Alieksieieva T.M. (2014). Bioindykatsiia yak metod ekolohichnoi otsinky stanu pryrodnoho navkolyshnoho seredovyscha [Bioindication as a method of ecological assessment of the state of the natural environment]. Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho — Bulletin of the Mikhail Ostrogradsky KrNU. 2 (85). 166-171. (in Ukr.).
5. Breslavets A.I. (2009). Tekhnohenno zabrudneni grunty ta shliakhy yikh polipshennia [Technogenically contaminated soils and ways to improve them]. Problemy okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha ta ekolohichnoi bezpeky — Problems of environmental protection and ecological safety: zb. nauk. pr. pid red. H.D. Kovalenko. Kharkiv: Raider. 189-202. (in Ukr.).
6. Kabata-Pendias A. (2011). Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. 520. (in USA).
7. Morais S., Costa F.G., Pereira M.L. (2012). Heavy Metals and Human Health. Environmental Health. Emerging Issues and Practice. Ed. by J. Oosthuizen. In Tech. 227–246. (in USA).
8. Serdiuk S.N. (2007). Dyahnostyka zahriazneniia tiazhel'my metallamy pochvennoho pokrova yndustryalno-urbanyzyrovannykh terrytorii [Diagnostics of heavy metal contamination of soil in industrialized urban areas]. Ekolohiia ta noosfera — Ecology and noosphere. 19 (1–2): 55–60. (in Ukr.).
9. Sheikina O.Iu., Mysliuk O.O. (2008). Ekolohichna otsinka zabrudnennia miskykh gruntiv vazhkymy metalamy vzdovzh osnovnykh transportnykh mahistralei mista Cherkasy [Ecological assessment of urban soil pollution by heavy metals along the main highways of the city of Cherkasy]. Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti — Environmental ecology and life safety. 1. 61–65. (in Ukr.).
10. Kumari M., Sinha V.K., Srivastava A. et al. (2011). Cytogenetic effects of individual and combined treatment of Cd²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ in *Vigna radiata* (L.) Wilczek / J. Phytol. 3: 38–42. (in India).
11. Tiutiunyk Yu.H., Horlytskyi B.O. (2000). Tekhnohenne zabrudnennia miskykh gruntiv Ukrainy (fenomenolohichni analiz) [Technogenic pollution of urban soils of Ukraine (phenomenological analysis)]. Dopovidi NAN Ukrainy — Reports of NAS of Ukraine. 208–211. (in Ukr.).
12. Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh (2013). [Regulation of maximum levels of certain contaminants in food]. Derzhavni hihienichni pravyly i normy — State hygiene rules and regulations № 368. DR-2013 [Chynnyi vid 2013-05-13]: 10. (in Ukr.).

Authors

Razanov Serhii Fedorovich — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Protection Faculty of Agronomy and Forestry Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St., 3, e-mail: razanov@vsau.vin. ua).

Vradii Oksana Ihorivna — Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection Faculty of Agronomy and Forestry Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Solnychna St., e-mail: oksanavradii@gmail.com).