

**Антоніна ДУБІНІНА,
Світлана ЛЕНЕРТ,
Ольга ХОМЕНКО**

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ АРАХІСОМ РІЗНИХ СОРТІВ

Розглянуто питання акумуляції важких металів тканинами рослин, метаболізму та їхньої токсичності для людини. Експериментально досліджено вміст солей важких металів у деяких сортах арахісу, поширених в Україні. Встановлено сорти, які мають здатність накопичувати важкі метали в найменшій мірі.

Ключові слова: арахіс, важкі метали, токсичність, гранично допустима концентрація.

Дубинина А., Ленерт С., Хоменко О. Особенности накопления тяжелых металлов арахисом разных сортов. Рассмотрены вопросы аккумуляции тяжелых металлов тканями растений, метаболизма и их токсичности для человека. Экспериментально исследовано содержание солей тяжелых металлов в некоторых сортах арахиса, распространенных в Украине. Установлены сорта, обладающие способностью в наименьшей степени накапливать тяжелые металлы.

Ключевые слова: арахис, тяжелые металлы, токсичность, предельно допустимая концентрация.

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток галузей промислового виробництва та засобів пересування призводить до значного забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами. Найбільшу небезпеку становлять важкі метали, кумулятивний характер накопичення яких призводить до постійного зростання їхнього впливу на довкілля. В таких умовах можливе попадання надлишкових кількостей важких металів до харчових продуктів, що становить небезпеку для здоров'я людини [1].

Для нормального протікання фізіологічних процесів в організмі людини необхідні деякі метали. Однак при високих концентраціях вони токсично діють на організм, а сполуки металів, взаємодіючи з низкою ферментів, пригнічують їхню активність [2]. Ступінь накопичення речовини в організмі визначається її вмістом у середовищі. Саме біоаккумуляція може становити основу токсичних ефектів [3].

Найшкідливішими для організму людини є солі плюмбуму, кадмію, цинку та купруму. Кадмій дуже токсичний елемент з порогом токсичності 30 мкг/добу [4]. Протягом доби до організму людини

надходить до 10–20 мкг кадмію, хоч оптимальною дозою вважається 1–5 мкг. Харчові джерела кадмію – морепродукти (особливо мідії, устриці), злаки (зернові) та листові овочі. Акумуляється кадмій переважно в нирках, печінці та дванадцятипалій кишці. Токсична доза для людини 3–330, летальна – 1500–9000 мг [5].

Купрум є життєво необхідним біомікроелементом, проте тільки в певних концентраціях. Його надлишок в організмі людини відкладається в мозковій тканині, шкірі, печінці, підшлунковій залозі, міокарді, а в результаті призводить до хвороби Вільсона [6]. Оптимальна інтенсивність надходження купруму до організму 2–3 мг/добу. Поріг токсичності – 250 мг/добу. Токсична доза для людини – 155–600 мг (при хронічному надходженні) [5]. Багато купруму міститься в морських продуктах, бобових, капусті, картоплі, кропиві, кукурудзі, моркві, шпинаті, яблуках, какао-бобах.

Оптимальна інтенсивність надходження цинку до організму на добу – 10–15 мг, а у великих кількостях – приблизно до 150 мг – він викликає блювоту. Поріг токсичності цинку – 600 мг/добу. До організму він потрапляє з їжею, особливо багато його міститься в яловичині, печінці, морських продуктах (устрицях, моллюсках, оселедцях), пшеничних зародках, рисових висівках, вівсяному борошні, моркві, горосі, цибулі, шпинаті та горіхах [5]. Вміст цинку в золі рослин, який відіграє істотну роль у їхньому харчуванні, відносно високий – до 0.14 % [6].

Плюмбум є дуже токсичним металом для живих організмів. У переважній кількості рослинних і тваринних продуктів його природний вміст не перевищує 0.5–1.0 мг/кг. Найбільше його міститься у хижих рибах, моллюсках і ракоподібних [5]. Встановлено, що неорганічні сполуки Pb^{+2} порушують обмін речовин і виступають інгібіторами ферментів. Плюмбум здатний заміщати кальцій у кістках, що призводить до їхньої крихкості. Мутагенною дією плюмбум не володіє, проте його підвищений вміст в організмі призводить до серйозних аномалій розвитку плоду (деформація скелета); він має здатність до акумуляції (накопичення) та тривалий період напіввиведення [7]. Поріг токсичності – 1 мг/добу [5].

Очевидно, що забруднення важкими металами найнебезпечніше тоді, коли вони присутні в продуктах харчування у підвищених біодоступних концентраціях. Звичайно це стосується сільськогосподарських культур, які вирощуються на полях поблизу промислових підприємств чи забруднених міськими відходами та продуктами їх переробки. Крім того, токсичність важких металів проявляється переважно на кислих і рідше на нейтральних і лужних ґрунтах. Поглинання металу та його акумуляція рослиною залежить також від виду останньої, оскільки в сільськогосподарських культурах метали в органах розподіляються по-різному: купрум і цинк концентруються здебільшого в коренях рослини, а кадмій накопичується в листі [8].

В умовах сучасного навколишнього середовища з метою відбору сировини для виробництва екологічно чистої продукції головним завданням є виявлення сільськогосподарських культур, які меншою мірою накопичують важкі метали. Враховуючи вживаність у харчовій промисловості такої культури, як арахіс, і те, що вона безпосередньо дозріває в землі, необхідним є дослідження здатності до накопичення нею важких металів.

Мета дослідження – встановлення ступеню накопичення важких металів сортами арахісу, поширеними в Україні.

Матеріали та методи. Об'єкти досліджень – сорти арахісу *Краснодарець 13, Краснодарець 14, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 2, AR 3, AR 4, AR 5, AR 6, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15, Рожевий великий, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 2, Блідо-рожевий 3, Темно-червоний, Малиновий, Клинський*. Зразки вирощені на півдні України у степовій посушливій зоні на нейтральних ґрунтах.

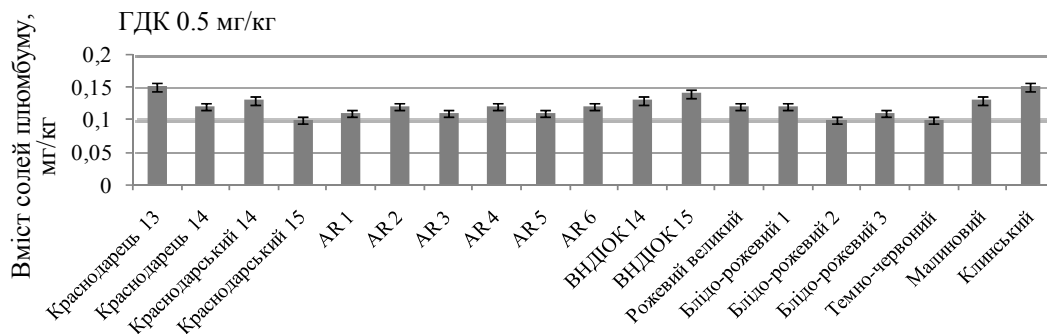
Вміст плумбуму, кадмію, купруму й цинку визначено за ГОСТ 30178–96 атомно-адсорбційним методом, який засновано на мінералізації продукту способом сухого або мокрого озолення та на визначенні концентрації елемента в розчині мінералізата методом полум'яної атомної абсорбції [9]. Підготовка проб – за ГОСТ 269229–94 [10].

Результати дослідження. Аналіз вмісту солей важких металів у 19-ти сортах арахісу (*рисунок*) свідчить, що кількість солей плумбуму в усіх сортах значно менша за ГДК (0.5 мг/кг) і коливається від 0.1 (*Краснодарський 15, Блідо-рожевий 2, Темно-червоний*) до 0.15 мг/кг (*Краснодарець 13 і Клинський*).

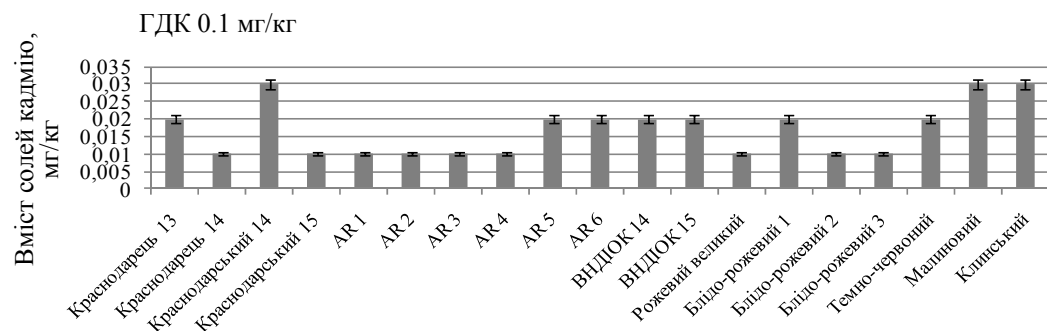
Солі кадмію містяться в арахісі у кількостях значно менших за ГДК. Найбільше кадмію визначено в сортах *Краснодарський 14, Малиновий* та *Клинський* – по 0.03 мг/кг. У всіх інших сортах містилась приблизно однакова кількість солей цього мікроелементу – 0.01–0.02 мг/кг.

За результатами досліджень, солей купруму (мг/кг) найбільше накопичують сорти арахісу *Блідо-рожевий 2* (19.5), *AR 2* (18.5) і *AR 4* (17.6). Ці значення наближаються до ГДК купруму в арахісі, проте не перевищують встановлених меж. Вміст солей цинку в усіх інших зразках коливався від 11.1 (*AR 6*) до 14.3 мг/кг (*Краснодарський 15*).

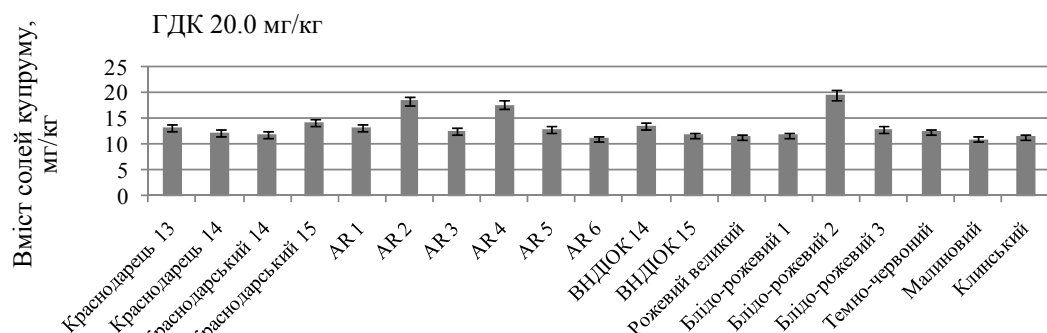
Здатність до накопичення солей цинку в арахісі значно різниться у сортовому розрізі. Вміст солей цинку (мг/кг) найменший у сортах *Блідо-рожевий 2* (21.2), *AR 1* (24.5) і *Темно-червоний* (25.7), найбільший – у *AR 6* (44.4), *Рожевий великий* (42.5), *Краснодарський 14* (42.0) і *Малиновий* (40.0). Встановлено, що досліджені сорти арахісу рівень ГДК за цинком не перевищують.



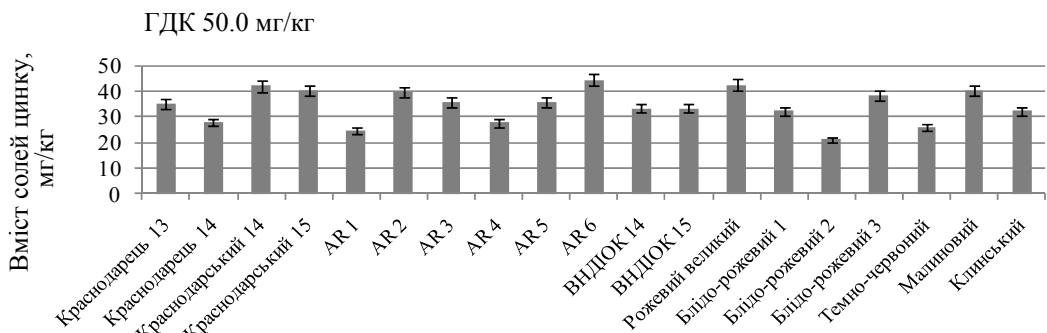
а)



б)



в)



г)

Загальний вміст солей важких металів у сортах арахісу:
а) плумбуму; б) кадмію; в) купруму; г) цинку

Висновки. Усі 19 дослідних сортів арахісу за вмістом важких металів не перевищують гранично допустимих концентрацій. Ступінь накопичення важких металів арахісом може зумовлюватися різною реакцією на умови навколишнього середовища, режимом мінерального харчування, сортовою специфікою. Встановлено, що найбільше арахіс здатен до накопичення солей цинку та купруму, у меншій мірі – солей кадмію та плумбуму. Однак дослідні ксенобіотики мають виражені мембранотоксичні властивості, впливають на активність ферментів і перебіг біохімічних процесів, здатні до кумуляції в тканинах і за тривалої дії спричиняють віддалені негативні ефекти. Саме тому ризик для здоров'я людини зростає навіть при надходженні їх до організму в незначній кількості.

За результатами досліджень встановлено, що найменше солей важких металів накопичують сорти арахісу *Краснодарець 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 3, AR 4, AR 5, Біло-рожевий 2, Біло-рожевий 3 та Темно-червоний.*

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гуральчук Ж. З.* Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж. З. Гуральчук / Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. — К. : Логос, 2006. — 208 с.
2. *Зербино Д. Д.* Экологическая патология: проблема превентивной медицины. Концепция первичной профилактики / Д. Д. Зербино // Превентивна медицина. — 2010. — № 6 (72). — С. 80—84.
3. *Гармаш Т. П.* Біоаккумуляція як процес накопичення токсикантів в організмі / Т. П. Гармаш // Вісн. проблем біології і медицини. — 2010. — № 2. — С. 20—22.
4. *Дружинин П. В.* Безопасность элементов / Дружинин П. В., Новиков Л. Ф., Лысиков Ю. А. — Режим доступа : <http://on-line-wellness.com>.
5. *Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення) :* моногр. / [Погорелов М. В., Бумейстер В. І., Ткач Г. Ф. та ін.]. — Суми : Вид-во СумДУ, 2010. — 147 с.
6. *Приборное и научно-методическое обеспечения исследований и разработок в области биомедицинских и ветеринарных технологий жизнеобеспечения и защиты человека и животных :* материалы Всерос. науч. школы для молодежи ; науч. ред. С. И. Красиков, Е. Н. Лебедева, Е. Г. Ревкова, О. А. Свиридов. — Оренбург : ОГИМ, 2010. — 184 с.
7. *Давыдова С. Л.* Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. — М. : Изд-во РУДН, 2002. — 140 с.
8. *Майстренко В. Я.* Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов / Майстренко В. Я., Хамитов Р. З., Будников Г. К. — М. : Химия, 1996. — 319 с.
9. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. — Введ. 1998—01—01. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 13 с.

10. ГОСТ 269229–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. — Введ. 1998—01—01. — К. : Госстандарт Украины, 1997. — 16 с.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2012.

Dubinina A., Lehnert S., Khomenko O. Features of the accumulation of heavy metals by peanuts.

Background. Some metals are necessary for normal physiological processes in a human body. But if their concentration is too high they are toxic for the organism. The level of their concentration in the organism is determined by their content in the environment. Toxic substances enter into food from the environment in the result of damaged process of growth, production or storage of products. Most dangerous toxicants are the salts of heavy metals. Based on literature data on accumulation of heavy metals by plant tissues, metabolism and their toxicity to humans were considered.

Material and methods. 19 sorts of peanuts were the object of the research.: *Krasnodarets 13, Krasnodarets 14, Krasnodarskiy 14, Krasnodarskiy 15, AR 1, AR 2, AR 3, AR 4, AR 5, AR 6, VNDIOK 14, VNDIOK 15, Pink large, Pale-pink 1, Pale-pink 2, Pale-pink 3, Dark-red, Malynovyi, Klinskyi.* Weight fraction of toxic elements is determined by atomic adsorption method.

Results. The content of heavy metals in different varieties of peanuts spread in Ukraine has been experimentally studied. It is determined that the amount of lead salts in all sorts of peanut is much smaller comparing to the admissible concentration and fluctuates 0.1–0.15 mg/kg. Cadmium salts are also contained in small amounts (0.01–0.03 mg/kg). Such sorts of peanut as *Rose-pink 2, AR 2 and AR 4* contain most of the salts of copper. The sorts *AR 6, Pink large, Krasnodarskiy 14 and Crimson* contain most of zinc.

Conclusion. All sorts of studied peanut do not exceed admissible limit concentrations. Varieties of peanuts that have the ability to accumulate in the slightest heavy metals have been identified: *Krasnodarets 14, Krasnodarskiy 15, AR 1, AR 3, AR 4, AR 5, Pale-pink 2, Pale-pink 3, Dark-red.*

Key words: peanut, heavy metals, toxicity, maximum permissible concentration.

REFERENCES

1. *Gural'chuk Zh. Z. Fitotoksychnist' vazhkyh metaliv ta stijkist' roslyn do i'h dii' / Zh. Z. Gural'chuk / Instytut fiziologii' roslyn i genetyky NAN Ukraïny. — K. : Logos, 2006. — 208 s.*
2. *Zerbino D. D. Jekologicheskaja patologija: problema preventivnoj mediciny. Koncepcija pervichnoj profilaktiki / D. D. Zerbino // Preventivna medicina. — 2010. — № 6 (72). — S. 80—84.*
3. *Garmash T. P. Bioakumuljacija jak proces nakopychennja toksykantiv v organizmi / T. P. Garmash // Visn. problem biologii' i medycyny. — 2010. — № 2. — S. 20—22.*
4. *Druzhinin P. V. Bezopasnost' jelementov / Druzhinin P. V., Novikov L. F., Lysikov Ju. A. — Rezhim dostupa : <http://on-line-wellness.com>.*
5. *Makro- ta mikroelementy (obmin, patologija ta metody vyznachennja) : monogr. / [Pogorjelov M. V., Bumejster V. I., Tkach G. F. ta in.]. — Sumy : Vyd-vo SumDU, 2010. — 147 s.*
6. *Pribornoe i nauchno-metodicheskoe obespechenija issledovanij i razrabotok v oblasti biomedicinskih i veterinarnyh tehnologij zhizneobespechenija i zashhity cheloveka i zhivotnyh : materialy Vseros. nauch. shkoly dlja molodezhi ; nauch. red. S. I. Krasikov, E. N. Lebedeva, E. G. Revkova, O. A. Sviridov. — Orenburg : OGIM, 2010. — 184 s.*

7. *Davydova S. L.* Tjzhelye metally kak supertoksikanty XXI veka / S. L. Davydova, V. I. Tagasov. — M. : Izd-vo RUDN, 2002. — 140 s.
8. *Majstrenko V. Ja.* Эколого-analytycheskyj monitoryng supertoksykantov / Majstrenko V. Ja., Hamytov R. Z., Budnykov G. K. — M. : Hymija, 1996. — 319 s.
9. GOST 30178–96. Syr'e i produkty pishhevye. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija toksichnih jelementov. — Vved. 1998—01—01. — Minsk : Mezghosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 1997. — 13 s.
10. GOST 269229–94. Syr'e i produkty pishhevye. Podgotovka prob. Mineralizacija dlja opredelenija sodержanija toksichnyh jelementov. — Vved. 1998—01—01. — K. : Gosstandart Ukrainy, 1997. — 16 s.