

Կայքէջ՝ anau.am/hy/tegheskagir

ՀՏԴ 664.691: 614.4 (479.25)

ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՌԻՍԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԵՐԵՎԱՆԻ ԲՆԱԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ԿՈՂՄԻՑ ՄԱԿԱՐՈՆԵՐՆԵՒ ՄՊԱՌՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՈՒՄ

Մ.Ռ. Բեգլարյան տեխ.գ.թ., Լ.Ա. Սիրեյան, Ս.Ա. Ստեփանյան
 ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսոֆերային հետազոտությունների կենտրոն
meline.beglaryan@cens.am, liana.sireyan@cens.am, seda.stepanyan@cens.am

Տ Ե Ղ Ե Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Բանալի բառեր՝
*վերմիշել,
 մակարոն,
 ծանր մետաղ,
 օրական ընդունման
 հաշվարկված չափաքանակ,
 ռիսկի գնահատում*

Ա Մ Փ Ո Փ Ա Գ Ի Ր

Հոդվածում գնահատվել է Երևանի բնակչության կողմից մակարոնեղենի սպառման արդյունքում ծանր մետաղների (Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd և Hg) ռիսկը: Որոշվել են այդ մետաղների օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակը (EDI) և վտանգի թիրախային գործակիցը (THQ): Ըստ հետազոտության արդյունքների՝ մակարոնեղենի սպառումը մարդկանց առողջության համար հնարավոր ռիսկ չի առաջացնում:

Նախաբան

Գյուղատնտեսական արտադրանքի՝ ծանր մետաղներով աղտոտումը գերակա խնդիր է թե՛ զարգացած, թե՛ զարգացող երկրների համար: Ռեստի այդ մետաղների ազդեցությամբ պայմանավորված հնարավոր ռիսկերի գնահատումը կարևորվում է ինչպես սննդամթերքի անվտանգության, այնպես էլ հանրային առողջության պահպանման տեսանկյունից:

Ծանր մետաղները սննդի շղթա են ներթափանցում կենսապահովող բնական միջավայրերից՝ հիմնականում հողից, օդից, ջրից (J.E. Gall et al., 2015, P. Zhuang et al., 2014): Ըստ հետազոտությունների՝ սննդամթերքի աղտոտումը ծանր մետաղներով կարող է տեղի ունենալ առաջնային արտադրության, հետքերքահավաքի, վերամշակման փուլերում, ինչպես նաև տանը կամ այլ վայրում պատրաստման, ջերմային մշակման և սպառման ժամանակ (J.N. Ihedioha et al., 2018, J.N. Morgan, 1999):

Գիտական գրականությունում ներկայացված տվյալների համաձայն՝ սննդամթերքի սպառման արդյունքում ծանր մետաղները, այդ թվում՝ կենսական նշանակալի-

յուն ունեցող տարրերը կարող են վնասակար ազդեցություն գործել մարդու օրգանիզմի վրա (S. Divanian et al., 2016, J.E. Gall et al., 2015, WHO, 1996): Օրինակ՝ պղինձը (Cu), մոլիբդենը (Mo), երկաթը (Fe), որպես կենսական նշանակալիություն ունեցող միկրոտարրեր, նպաստում են օրգանիզմի նորմալ գործունեությանը, սակայն մեծ քանակության դեպքում առաջացնում են կյանքափոխանակության խանգարումներ (M. Harmanescu et al., 2011): Կապարը (Pb), կադմիումը (Cd), սնդիկը (Hg) և նիկելը (Ni) կարող են հանգեցնել մարդու օրգանիզմի բնականոն ֆունկցիաների խանգարման՝ գործելով քաղցկեղածին, մուտագեն և էմբրիոտոքսիկ ազդեցություններ (A. Cartus, D. Schrenk, 2017, P. Tchounwou et al., 2012): Ռեստի անհրաժեշտ է հետևողականորեն հաշվարկել ծանր մետաղների ազդեցությամբ պայմանավորված հնարավոր ռիսկերը:

Ներկայացված հետազոտությամբ գնահատվել են մակարոնեղենի սպառման արդյունքում ծանր մետաղների (Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd, Hg) ազդեցությամբ պայմանավորված ռիսկերը Երևան քաղաքում:

Նյութը և մեթոդները

Հետազոտության համար մակարոնային արտադրանքի ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որ այն ցածր գնի, պատրաստման պարզ եղանակի և կարճ տևողության շնորհիվ ունի լայն սպառում:

Մակարոնեղենի սպառման արդյունքում ծանր մետաղների ռիսկի գնահատման նպատակով առաջին հերթին իրականացվել է ընդհանուր սննդակարգային ուսումնասիրություն, որի ընթացքում կատարվել են տեսական ու ընտրություն, նմուշառում, խոհարարական մշակում, նախապատրաստված ենթանմուշների միախառնում և հոմոգենացում (EFSA, 2011):

Ընտրվել են Երևանի բնակչության կողմից մակարոնեղենի ավելի շատ սպառվող տեսակները: Զանի որ, ըստ ՀՀ վիճակագրական կոմիտեի ներկայացրած տվյալների, մակարոնի և վերմիշելի օրական սպառումը կազմում է 1 գրամից ավելի (<https://www.armstat.am/am/>), ուստի նմուշառվել են մակարոնային արտադրանքի այդ երկու տեսակները:

Նմուշառումը կատարվել է Երևանի չորս վարչական շրջանների այն սուպերմարկետներում, որտեղ մակարոնի և վերմիշելի սպառումը կազմում է բարձր տոկոս:

Վերցված չորս ենթանմուշները ենթարկվել են խոհարարական մշակման (բնակչության շրջանում լայնորեն կիրառվող ջերմամշակման եղանակով): Այնուհետև դրանց միախառնմամբ ստացված ընդհանուր լաբորատոր նմուշի հոմոգենացման և թաց աղամշակման մեթոդով տարրալուծման միջոցով որոշվել են Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd և Hg ծանր մետաղների պարունակությունները: Տարրալուծման համար օգտագործվել են ազոտական (HNO_3), ծծմբական (H_2SO_4) և պերքլորական (HClO_4) թթուներ (S.E. Allen et al., 1986):

Մակարոնեղենի նմուշում Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd պարունակությունները որոշվել են ըստ ԳՕՍՍ 30178-96-ի, Hg-ի պարունակությունը՝ ըստ ԳՕՍՍ 26927-86-ի: Կիրառվել է ատոմային աբսորբման սպեկտրալուսաչափ (AAS, Perkin Elmer Analyst 800):

Տարրալուծման տվյալները ճշգրտվել են ըստ ստանդարտ օպերացիոն ընթացակարգերի: Հետազոտության արդյունքների հավաստիության ստուգման նպատակով ձեռք են բերվել և փորձարկվել սպանախի ու լոլիկի տերևների ստանդարտ ռեֆերենս նյութեր՝ SRM 1570a, SRM 1573a (D. Pipoyan et al., 2018):

Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd և Hg ծանր մետաղների ռիսկի գնահատման նպատակով հաշվարկվել են դրանցից յուրաքանչյուրի օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակը (EDI) և վտանգի թիրախային գործակիցը (THQ):

Մարդկանց կողմից ծանր մետաղների օրական ըն-

դունման հաշվարկված չափաքանակը որոշվել է հետևյալ բանաձևով.

$$EDI = C \cdot IR / BW \quad (1)$$

որտեղ EDI-ն օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակն է, մգ/կգ մ.գ/օր, C-ն՝ մթերքում ծանր մետաղի պարունակությունը, մգ/կգ, BW-ն՝ մարմնի զանգվածը, կգ, IR-ն՝ մթերքի օրական սպառումը, կգ (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Մակարոնի և վերմիշելի սպառման ծավալներն ըստ ՀՀ վիճակագրական կոմիտեի 2017 թ. տվյալների

Մթերքի անվանումը	Ամսական սպառում, կգ	Օրական սպառում, գ
Մակարոն	0,371	12,375
Վերմիշել	0,209	6,961

Մարդու օրգանիզմ ծանր մետաղների ներթափանցմամբ պայմանավորված առողջական ռիսկը բնութագրվում է թիրախային վտանգի գործակցով (US EPA, 1997).

$$THQ = EDI / RfD, \quad (2)$$

որտեղ RfD-ն ծանր մետաղի օրալ ռեֆերենս չափաբաժինն է:

Cd, Mo, Ni, Fe ծանր մետաղների օրալ ռեֆերենս չափաբաժինները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում, իսկ մյուս ծանր մետաղների համար սահմանված առողջապահական ուղեցուցային արժեքները (HBGVs - health-based guidance values)՝ աղյուսակ 3-ում: Ընդ որում՝ մինչև հաշվարկներ կատարելը TWI կամ PTWI արժեքներն օրական տվյալի վերածելու համար բաժանվել են 7-ի:

Աղյուսակ 2. Ծանր մետաղների օրալ ռեֆերենս չափաբաժինները, RfD

Ծանր մետաղներ	RfD, մգ/կգ մ.գ/օր	Աղբյուրը
Cd	0,001	US EPA, 1989
Mo	0,005	US EPA, 1992
Ni	0,02	US EPA, 1991
Fe	0,7	US EPA, 2006

Աղյուսակ 3. Ծանր մետաղների առողջապահական ուղեցուցային արժեքները

Ծանր մետաղներ	Առողջապահական ուղեցուցային արժեքները, մգ/կգ մ.գ/օր	Աղբյուրը
Pb	PTWI (0,0025)*	EFSA, 2010
Hg	TWI (0,004)**	EFSA, 2012
Cu	DRI (0,01)***	ATSDR, 2004

* PTWI-ն (provisional tolerable weekly intake) շաբաթական ընդունման պայմանականորեն թույլատրելի չափաքանակն է:

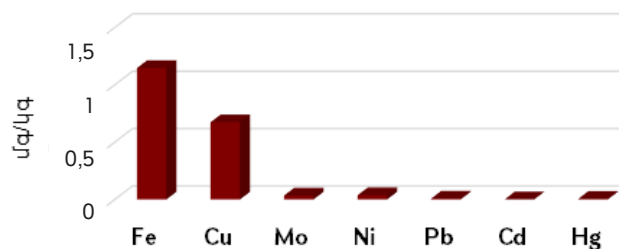
** TWI-ն (tolerable weekly intake) շաբաթական ընդունման թույլատրելի չափաքանակն է՝ սահմանված անօրգանական արսենի համար:

***DRI-ն (dietary reference intake) սննդակարգային ընդունման չափաքանակն է:

Հետազոտության արդյունքների վիճակագրական վերլուծությունները կատարվել են Excel և SPSS ծրագրերի միջոցով:

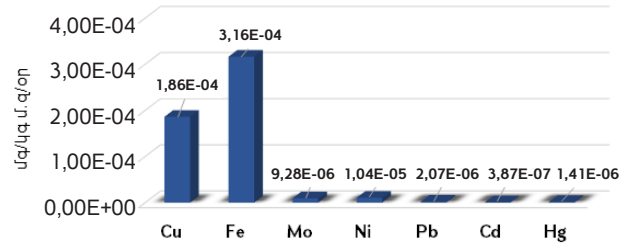
Արդյունքները և վերլուծությունը

Մակարոնեղենում ծանր մետաղների պարունակության (գծ. 1), մակարոնային արտադրանքի սպառման (աղ. 1) տվյալների հիման վրա հաշվարկվել է յուրաքանչյուր մետաղի օրական ընդունման չափաքանակը (գծ. 2):



Գծ. 1. Ծանր մետաղների պարունակությունը մակարոնեղենում (կազմվել է հեղինակների կողմից):

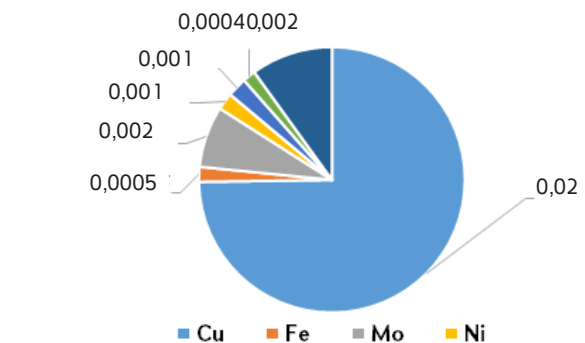
Ծանր մետաղների օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակները համեմատվել են յուրաքանչյուր մետաղի օրալ ռեֆերենս չափաքանակի և առողջապահական ուղեցուցային արժեքների հետ (աղ. 2, 3): Ստացված արդյունքների համաձայն՝ օրական ընդունման առավելագույն չափաքանակ է գրանցվել երկաթի ($3,16E-04$), նվազագույն չափաքանակ՝ կադմիումի ($3,87E-07$) դեպքում: Ընդհանուր առմամբ՝ մակարոնեղենի սպառման



Գծ. 2. Մակարոնեղենի սպառման արդյունքում ծանր մետաղների օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակները՝ EDI (կազմվել է հեղինակների կողմից):

արդյունքում ծանր մետաղներից յուրաքանչյուրի օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակը սահմանված ուղեցուցային արժեքներից զգալիորեն փոքր է:

Մարդու օրգանիզմ ծանր մետաղների ներթափանցմամբ պայմանավորված ոչ քաղցկեղածին ռիսկի (Non-carcinogenic risk) գնահատման նպատակով հաշվարկված թիրախային վտանգի գործակցի արժեքները ներկայացված են գծապատկեր 3-ում:



Գծ. 3. Ծանր մետաղների թիրախային վտանգի գործակցի արժեքները (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Ըստ ընդունված մեթոդաբանության՝ թիրախային վտանգի գործակցի 1-ից մեծ արժեքների դեպքում հնարավոր է, որ մարդու առողջությունը կենթարկվի վնասակար ազդեցության, իսկ 1-ից փոքր արժեքներն ընդունելի են (Դ.Ա. Պիպոյան, Ս.Ռ. Բեգլարյան, 2019):

Գծապատկեր 3-ում ներկայացված տվյալների համաձայն՝ ուսումնասիրված ծանր մետաղների թիրախային վտանգի գործակցի արժեքները չեն գերազանցում անվտանգ շեմը ($THQ < 1$) և գտնվում են 0,0005-0,02 միջակայքում: Ընդ որում՝ թիրախային վտանգի գործակցի առավելագույն արժեք գրանցվել է պղնձի (Cu), նվազագույն արժեք՝ երկաթի (Fe) դեպքում:

Եզրակացություն

Հետազոտության արդյունքների համաձայն՝ Երևանի բնակչության կողմից սպառվող վերմիշելում և մակարոնում պարունակվող ծանր մետաղների (Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd, Hg) օրական ընդունման հաշվարկված չափաքանակը և թիրախային վտանգի գործակիցը զգալիորեն փոքր են և չեն գերազանցում թույլատրելի սահմանը: Հետևաբար մակարոնային արտադրանքի սպառման արդյունքում մարդու օրգանիզմ ծանր մետաղների թափանցումը չի կարող առաջացնել ոչ քաղցկեղածին ռիսկ (Non-carcinogenic risk):

Գրականություն

1. <https://www.armstat.am/am/> (դիտվել է՝ 29.08.2019 թ.):
2. Պիպոյան Դ.Ա., Բեգլարյան Մ.Ռ. Ծանր մետաղների ռիսկի գնահատում սննդամթերքում: Մեթոդական ձեռնարկ. - Եր.: ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի հրատ., 2019. - 27 էջ:
3. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.
4. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути.
5. Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Rowland, A.P. (1986). Chemical Analysis. In: Moore P.D. and Chapman S.B., Eds., Methods of Plant Ecology, Blackwell, Oxford, - pp. 285-344.
6. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Diseases Registry) (2004). Toxicological profile for copper. Access on 29.08.19 (Available at: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=206&tid=37>).
7. Cartus, A., Schrenk, D. (2017). Current methods in risk assessment of genotoxic chemicals. Food and Chemical Toxicology. 1;106:57,- pp. 4-82.
8. Divanian, S., Akbari-adergani, B., Ziarati, P. (2016). Study on Chemical Contamination Problem in Macaroni and Pasta Production Technology. Journal of Pharmaceutical and Health Sciences, - pp. 227-235.
9. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2010). Scientific opinion on lead in food. EFSA Journal 8(4):1570. Access on 29.08.19 (Available at: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1570>).
10. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2012) Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food, EFSA Journal 10(12):2985. Access on 29.08.19 (Available at: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2985>).
11. EFSA/FAO/WHO. (2011). Towards a harmonized Total Diet Study approach: a guidance document. EFSA Journal, 9(11):2450, 66. DOI:10.2903/j.efsa.2011.2450.
12. Gall, J. E., Boyd, R. S., Rajakaruna, N. (2015). Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review. Environmental Monitoring and Assessment, 187(4), DOI:10.1007/s10661-015-4436-3.
13. Harmanescu, M., Alda, L. M., Bordean, D. M., Gogoasa, I., Gergen, I. (2011). Heavy Metals Health Risk Assessment for Population via Consumption of Vegetables Grown in Old Mining Area; A Case Study: Banat County, Romania. Chemistry Central Journal,- pp. 1-10.
14. Ihedioha, J. N., Atiatah, I. M., Ekere, N. R., Asegbeloyin, J. N. (2018). Levels of Heavy Metals in Pasta Available in the Nigerian Market: Assessing the Human Health Implications, Journal of Chemical Health Risks, - pp. 95-105.
15. Morgan, J. N. (1999). Effects of Processing on Heavy Metal Content of Foods, Impact of Processing on Food Safety, edited by Jackson et al., Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, pp. 195-211.
16. Onianwa, P.C., Adeyemo, A.O., Idowu, O.E., Ogabiela, E.E. (2001). Copper and zinc contents of Nigerian foods and estimates of the adult dietary intakes. Food Chem., 72(1),89–95. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00214-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00214-4). Access on 29.08.19.
17. Pipoyan, D., Beglaryan, M., Costantini, L., Molinari, R., Merendino, N. (2018). Risk Assessment of Population Exposure to Toxic Trace Elements via Consumption of Vegetables and Fruits Grown in Some Mining Areas of Armenia. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal 24(2), - pp. 317-330.
18. Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. In Molecular, clinical and environmental toxicology Springer, Basel,- pp. 133-164.
19. US EPA (1989). Cadmium. CASRN 7440-43-9. Washington, DC, USA. Access on 29.08.19 (Available at: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbrD141).
20. US EPA (1991). Nickel, soluble salts; CASRN Various. Washington, DC, USA. Access on 29.08.19 (Available at: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0271_summary.pdf).
21. US EPA (1992). Molybdenum; CASRN 7439-98-7, Washington, DC, USA. Access on 29.08.19 (Available at: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=425).
22. US EPA. (1997). Exposure Factors Handbook. EPA/600/P-95/002F. Washington, DC, USA. Available at <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deidD12464>.

23. US EPA (2006). Iron and Compounds. CASRN 7439-89-6. Derivation of Subchronic and Chronic Oral RfDs. Access on 29.08.19 (Available at: <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/IronandCompounds.pdf>).
24. WHO (1996). Trace Elements in Human Nutrition and Health, - p. 361.
25. Zhuang, P., Lu, H., Li, Z., Zou, B., McBride, B.M. (2014). Multiple Exposure and Effects Assessment of Heavy Metals in the Population near Mining Area in South China. PLoS One. Access on 29.08.19 (Available at: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0094484>).

АННОТАЦИЯ

Оценка риска тяжелых металлов в результате потребления макаронных изделий населением города Еревана

Цель исследования – оценка риска тяжелых металлов (Pb, Ni, Mo, Fe, Cu, Cd, Hg) в результате потребления макаронных изделий населением города Еревана. Определено содержание вышеперечисленных тяжелых металлов в макаронных изделиях, оценены их суточное потребление (EDI) и целевой коэффициент опасности (THQ). Согласно результатам исследования, потребление макаронных изделий не чревато потенциальным вредом для здоровья человека.

ABSTRACT

Risk Assessment of Heavy Metals via the Consumption of Pasta Products by Yerevan Population

The aim of the research is to assess the risk of heavy metals in pasta products consumed by population of Yerevan. The content of heavy metals (Pb, Ni, Hg, Mo, Cd, Fe and Cu) was determined in the investigated pasta products. Estimated daily intake (EDI) and target hazard quotient (THQ) for heavy metals were calculated too. The results of the study have shown that the consumption of the investigated types of pasta does not pose health risks to Yerevan population.

Հոդվածը հրապարակվում է ՀՀ ԿԳՆ գիտության կոմիտեի «Երևան քաղաքում հրացվող սննդամթերքում ծանր մետաղների ռիսկի գնահատումը - 18T-4A303» գիտական թեմայի շրջանակում:

Ընդունվել է՝ 18.10.2019 թ.
Գրախոսվել է՝ 14.11.2019 թ.