

MÜXTƏLİF NÖV QIDA VƏ BİOLOJİ FƏALLIĞA MALİK QIDA ƏLAVƏLƏRİNDƏ AĞIR METALLARIN TƏYİNİ

Ağalarova N.¹, Axundova N.², Sulyayeva E.³,
Təhməzli E.⁴, Zərbəliyev Ş.⁵

¹ "Elmi Araşdırmalar Mərkəzi" Departamenti, Elmi-Tədqiqat və Risklərin Qiymətləndirilməsi Şöbəsinin baş mütəxəssisi, Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu, e-mail: narmin.agalarova@afsa.gov.az

² "Elmi Araşdırmalar Mərkəzi" Departamentinin müdiri, Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu, e-mail: narmin.akhundova@afsa.gov.az

³ Milli Referens Laboratoriyası, "Analitik Ekspertiza Mərkəzi" Departamentinin müdiri, Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu e-mail: elina.sulyayeva@afsa.gov.az

⁴ "Elmi Araşdırmalar Mərkəzi" departamenti, Elmi-Tədqiqat və Risklərin Qiymətləndirilməsi Şöbəsinin baş mütəxəssisi, Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu e-mail: elvira.guliyeva@afsa.gov.az

⁵ Kompleks Tədqiqatlar Laboratoriyası, "Qida və Qida Əlavələri və Qablaşdırma Materialları" Bölməsinin rəhbəri, Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu, e-mail: sirali.zerbaliyev@afsa.gov.az

Qida təhlükəsizliyi həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət baxımından davamlı global inkişaf üçün başlıca önəmli məsələdir. Son onilliklərdə müxtəlif çirkləndiricilərin qida məhsullarının keyfiyyətinə mənfi təsirləri xüsusilə artmışdır və aparılan tədqiqatlar nəticəsində bu çirkləndiricilərin müxtəlif xəstəliklərin yaranmasında bilavasitə iştirakçı olduğu məlum olmuşdur. Sözügedən çirkləndiricilərin bir qismini ağır metallar təşkil edir. Belə ki, ağır metallar və metalloidlər qida, qida əlavələri, vaksinlər və digər müxtəlif ətraf mühit faktorları vasitəsilə insan orqanizminə daxil olub toplana, metabolizmi poza, xəstəliyə və hətta ölümə səbəb ola bilər. Bu məqalə, müxtəlif mənşəli nümunələrin ağır metallarla çirklənmə dərəcələrini yoxlamaq məqsədilə aparılan sınaq nəticələrinə diqqət yetirir. Araşdırılan bütün nümunələrdə ağır metal qalığı miqdarı Azərbaycan Respublikası Qida Təhlükəsizliyi Agentliyinin Kollegiyasının № 20 Saylı Qərarında qeyd edilən normalar daxilində olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: qida təhlükəsizliyi, ağır metallar, BFMQƏ, qida məhsulları, qeyri-qida məhsulları

Giriş

Qurğuşun (Pb), kadmium (Cd), cıvə (Hg), arsen (As) kimi zəhərli metallar insan orqanizminə əsasən qida, su və hava vasitəsilə daxil ola bilər. Belə ki, qida zəncirindən insan orqanizminə daxil olubun bu ağır metallar müxtəlif sağlamlıq təhlükələrinə səbəb olur. Bu ağır metallar güclü kanserogen və mutagen maddələrdir. Ağır metal səviyyəsinin yüksək olduğu qidaların davamlı qəbulu, xüsusilə də, ürək-damar, böyrək, nevroloji və sümük xəstəlikləri ilə əlaqələndirilir. Bu ağır metalların insan sağlamlığına təsirləri aşağıdakı şəkildə ümumiləşdirilə bilər:

Pb toksikliyi hemoqlobin sintezinin azalması səbəbindən anemiya ilə, böyrək funksiyasının pozulması, reproduktiv, ürək-damar sistemləri və sinir simptomları ilə əlaqələndirilir (Ogwuegbu və Muhanga, 2005). Nigeriyada (Ajumobi et al. 2014); Çində (Xu et al. 2014) və Zambiyada (Yabe et al. 2015) Pb-nin xüsusilə uşaqlarda bir çox zəhərlənmə hadisəsinin səbəbi olduğu bildirilmişdir. Bununla yanaşı, insan HepG2 hüceyrələrində əhəmiyyətli sitotoksikliyə səbəb olduğu da müşahidə edilmişdir (Darwish et al., 2016).

İnsanın Cd-a ciddi şəkildə məruz qalması bronxit və pnevmoniya kimi ağciyər problemlərinə səbəb ola bilər. Avropa Qida Təhlükəsizliyi Qurumu (EFSA) tərəfindən həftəlik maksimum qəbul ediləbilən kadmium miqdarı hər kiloqram bədən çəkisi üçün 2,5µg olaraq qəbul edilmişdir. Vegetaridlarda, uşaqlarda, siqaret çəkən insanlarda isə bu təyin olunmuş miqdardan 2 dəfə artıq kadmiuma rast gəlinə bilər.

As insanlarda yüngül qarın sancıları və ishal ilə yanaşı, ağır həyati təhlükə yaradan mədə-bağırsağ pozğunluqlarına səbəb ola bilər. Arsenə xroniki məruz qalma dəri istihabı, xərcəng, ürək-damar problemləri, diabet, ağciyər funksiyasının pozulması, nevroloji simptomlar, inkişaf və reproduktiv toksiklik ilə əlaqələndirilir (Feng et al., 2013).

Yüksək konsentrasiyalarda qeyri-üzvi Hg böyrək çatışmazlığına səbəb ola bilər. Cıvəyə məruz qalma riski yüksək olan insanlarda sinə ağrısı və pnevmoniya kimi ciddi simptomlar müşahidə edilir (FAO/WHO, 2002). Bununla yanaşı, cıvə ilə təmasın allergik dəri reaksiyalarına da səbəb olduğu müşahidə edilmişdir.

Bu səbəbdən, istehlak etdiyimiz qida məhsullarında, eləcə də, Bioloji Fəallığa Malik Qida Əlavələrində (BFMQƏ) ağır metal analizlərinin aparılması və yekun nəticələrin interpretasiyası olduqca vacibdir.

Bu məqalə 2020-2021-ci illərdə Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutunun laboratoriyalarına daxil olan müxtəlif mənşəli nümunələrdə (qida, qeyri-qida və BFMQƏ) aparılan ağır metal (qurğuşun, kadmium, cıvə, arsen, siliyum, stronsium-90, seziyum-137) analiz nəticələrinə əsasən hazırlanmışdır.

Material və Metodlar

Lazım olan reagent və avadanlıqlar

- Deionizə suyu (>18 MΩ.cm.)
- Nitrat turşusu 65% (w/w) (Analar grade)
- Hidrogen peroksid 30% (35-37%) (w/w) – (Analar grade)
- Hər birinin qatılığı 1000 ± 2 mg/L olan As, Cd, Pb, Fe, Cu, Ni və Zn metallarının standart məhlulları.
- Milestone Ethos Easy (200°C temperatur, 45 bar təzyiqə və hər birinin həcmi 100 ml olan teflon vessellərlə təchiz olunmuş proqramlaşdırılmış mikrodalğalı soba)
- İnduktiv əlaqəli plazmalı optik emissiyalı spektrometr (ICPE 9820, Shimadzu)

Nümunə hazırlığı

Nümunələr təmiz hava keçirməyən, metallik qapaqlı konteynerlərdə və minimum miqdarı 200 qr olmaqla qəbul edilmişdir. İlk mərhələdə ehtiyaca görə nümunələr mikrodalğalı sobada parçalanmış və homogen hala gətirilmişdir¹. Teflon vessellərə mikrodalğalı sobanın proqramında verilən miqdara müvafiq olaraq (adətən 5 qr) nümunə çəkilib nitrat turşusu (65%) və 30% (35–37%) hidrogen peroksidi əlavə edilmişdir. Nümunələr 200 (180)°C temperatur, 45 bar təzyiqə malik olan mikrodalğalı sobada müvafiq proqrama uyğun həll edilib daha sonra 50 ml-lik eppendorflarda deionizə suyu ilə durulaşdırılmış və ICP-OES cihazında analiz edilmişdir. Analiz nəticələrinin qiymətləndirilməsi kalibrasiya əyrisi sərhədləri daxilində müvafiq metalların hər birinin ayrıca əyrisinə görə aparılır. Həllədicilə hazırlanan reagent blankı da nümunə kimi eyni şərtlərlə metal qalıqları üçün analiz olunmuşdur². Su nümunələri birbaşa və ya kalibrasiya əyrisinin nöqtələri aralığında olması üçün deionizə suyu ilə durulaşdırıldıqdan sonra injekt edilmişdir. ICP-OES 9820 cihazında elementlərin dalğa uzunluqları Cədvəl 1-dəki qaydada seçilmişdir və metalların konsentrasiyasının təyini həyata keçirilmişdir.

Yekun nəticələrə əsasən hesablamaya aşağıdakı qaydada aparılmışdır³:

¹ Su nümunələri birbaşa, qida məhsulları, qida əlavələri və yemlər isə mikrodalğalı sobada yüksək temperatur və təzyiq altında parçalanaraq deionizə suyu ilə durulaşdırıldıqdan sonra İnduktiv əlaqəli plazmalı optik emissiyalı spektrometr (ICP-OES) cihazında ağır metal qalıqlarının təyini aparılmışdır.

² Birbaşa injekt olunan nümunələr üçün

³ Hesablama (ölçü kolbası 50ml olduğu halda)

Cədvəl 1. ICP-OES 9820 cihazında elementlərin dalğa uzunluqları

Metal	Simvol	Dalğa Uzunluğu
Arsen	As	189-193 nm
Kadmium	Cd	226-228 nm
Qurğuşun	Pb	220 nm
Zink	Zn	213.856 nm
Dəmir	Fe	238.204 nm
Mis	Cu	324.754 nm
Nikel	Ni	231 nm

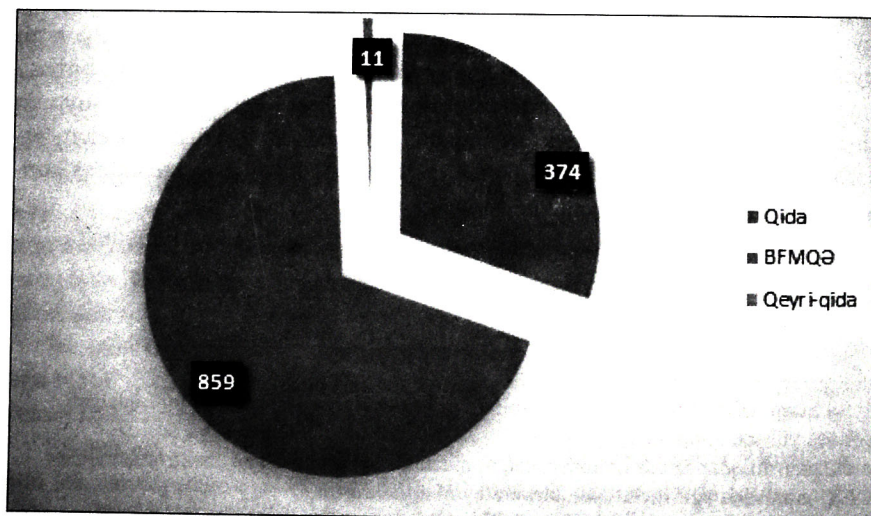
$$\text{Metal } (\mu\text{g/g}) = (\text{Nüm qat.} - \text{Reagent blank qat.}) \times \text{df} = \text{ppm}$$

$$\text{df} = V_{\text{nüm}} / (\text{Nümunənin çəkisi})$$

Burada Nümunənin qatılığı, mg/L- ICP-OES 9820 cihazında alınan qiyməti, Reagent Blank qatılığı, mg/L - ICP-OES 9820 cihazında alınan qiyməti, df isə - ICP-OES 9820 cihazına verilməzdən öncə durulaşma aparıldığı halda olan durulaşma əmsalını göstərir.

Nəticələr və Müzakirələr

Daxil olan nümunələr 3 kateqoriyada ümumiləşdirilmişdir (Şəkil 1).



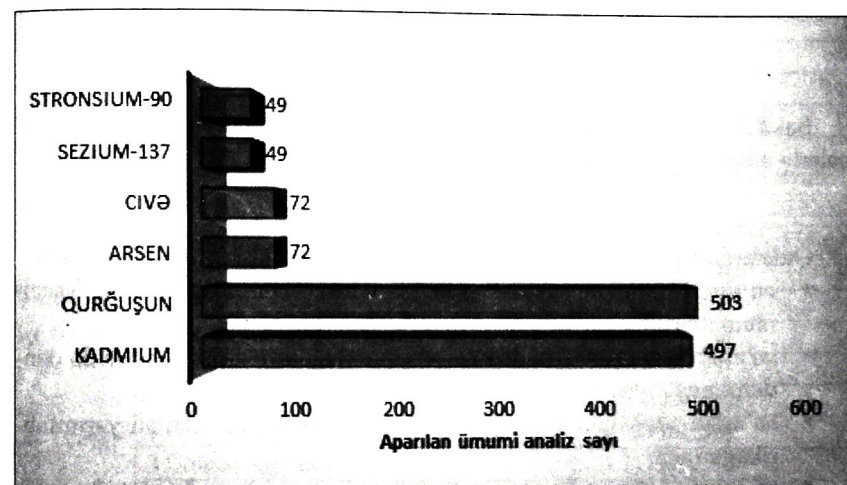
Şəkil 1. Analiz edilən 3 müxtəlif nümunə kateqoriyası və nümunə sayları

Bioloji Fəallığa Malik Qida Əlavələrində ağır metalların təyini üçün 859 nümunə analizi həyata keçirilmişdir.

Qida məhsulları üzrə ümumilikdə 374 analiz aparılmışdır. Bu kateqoriya üzrə daxil olan nümunələr olduqca geniş spektrdən təşkil olunmuşdur, belə ki, buradakı analiz nümunələrinə bəzi taxıl növləri, süd məhsulları, toyuq əti, müxtəlif növ yağlar, ədviyyatlar və s. daxildir.

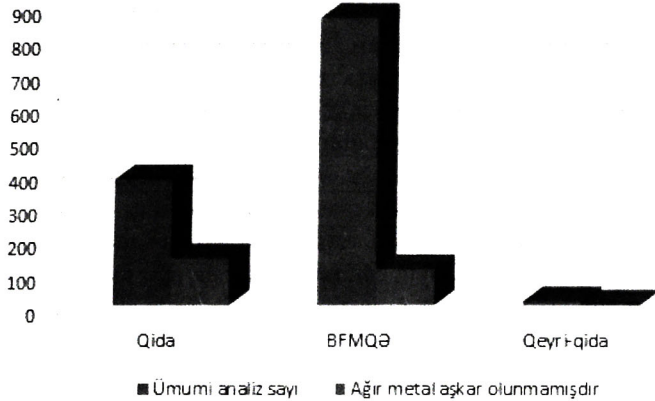
Qeyri-qida məhsullarında ağır metalların təyini üçün laboratoriyaya daxil olan nümunələrin sayı 11 ədəd təşkil edir və buraya şüşə butulka, mantar tıxac, karton qutu kimi qida ilə təmasda olan materiallar aid edilir.

Nümunələrdə qurğuşun, kadmium, civə, arsen, stronsium-90, sezium-137 kimi ağır metalların miqdarları təyin edilmişdir. Hər bir ağır metala görə analiz edilmiş ümumi nümunə sayı Şəkil 2-də göstərilən qrafikdə əks olunmuşdur.



Şəkil 2. Hər bir ağır metala görə analiz edilmiş ümumi nümunə sayı.

Əldə edilən ümumi 1242 parametr nəticələrinə əsasən, araşdırılan bütün nümunələrdə ağır metal qalığı miqdarı Azərbaycan Respublikası Qida Təhlükəsizliyi Agentliyinin Kollegiyasının № 20 Saylı Qərarında qeyd edilən normalar daxilindədir, bəzi nümunələrdə isə ümumiyyətlə aşkar edilməmişdir (Şəkil 3).



Şəkil 3. Ümumi nümunə miqdarı ilə ağır metal qalığı aşkar olunmayan nümunələrin miqdarının qarşılaşdırması.

Qidalarda ağır metal qalığı nəticələri müqayisə edildikdə məlum oldu ki,

- ən aşağı kadmium miqdarı – buğda nişastasında, təzə balıqda, Vaccinium myrtillus növlü bitki meyvələrində,
- ən aşağı sezium-137 miqdarı – ərzaqlıq buğda və ərpadada, eləcə də dondurulmuş toyuq ətində,
- ən aşağı stronsium-90 miqdarı – çovdar unu, buğda, mal əti yarımfabrikatlarında,
- ən aşağı qurğuşun miqdarı – düyüdə, kəklkotunda, müxtəlif növ turşu və kompotlarda aşkar edilmişdir.

Ən yüksək göstəricilər isə kadmium üzrə – kətan toxumu, sarıkök, yaşıl hildə; qurğuşun üzrə – şəkərvəzedicilərdə, narşərabda və çayda; sezium – 137 üzrə – qatılaşdırılmış süddə, şəkər məmulatlarında, mayonezdə; stronsium – 90 üzrə isə – kofedə, toyuq filəsində və şəkər məmulatlarında aşkar edilmişdir.

Aparılan ağır metal qalığı analizlərinin müsbət və mənfi göstəricilərə görə nəticələrinin statistik əhəmiyyəti $p=0.0501$ təşkil edir (Cədvəl 2).

Cədvəl 2.

A-aparılmış analizlərin ağır metal növünə və illərə görə müsbət və mənfi nəticələri arasındakı əlaqə (* norma daxilində).

B- t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

Müsbət (nd*)		Mənfi	
Mean	83.333333	Mean	20.33333333
Standard Error	29.6245	Standard Error	6.829451965
Median	48	Median	11
Mode	72	Mode	0
Standard Deviation	102.6223	Standard Deviation	23.65791558
Sample Variance	10531.33	Sample Variance	559.6969697
Kurtosis	0.555099	Kurtosis	-0.2205389
Skewness	1.287645	Skewness	0.960739578
Range	286	Range	68
Minimum	1	Minimum	0
Maximum	287	Maximum	68
Sum	1000	Sum	244
Count	12	Count	12

B

	müsbət (nd*)	mənfi
Mean	83.33333333	20.33333
Variance	10531.33333	559.697
Observations	12	12
Pooled Variance	5545.515152	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	22	
t Stat	2.072264688	
P(T<=t) one-tail	0.025081506	
t Critical one-tail	1.717144374	
P(T<=t) two-tail	0.050163011	
t Critical two-tail	2.073873068	

Ağır metal qalıqlarının analizinə daimi nəzarətin təmin edilməsi istehlakçı sağlamlığı üçün zəruridir. Ümumiyyətlə, hər növ çirkəndirici üçün müvafiq risk qiymətləndirilməsinin təşkili, analizlərin davamlılığı və nəticələrin düzgün şərhə olduqca vacibdir.

1. S. Atia, W. S. Darwish and M. S. Zaki. Monitoring Of Heavy Metal Residues, Metal-Metal Interactions And The Effect Of Cooking On The Metal Load in Shellfish. The J. Anim. Plant Sci. 28(3):2018.
2. Ajumobi, Olufemi & Tsofo, Ahmed & Yango, Matthias & Aworh, Mabel & Anagbogu, Ifeoma & Abdulaziz, Mohammed & Umar-Tsafe, Nasir & Mohammed, Suleiman & Abdullahi, Muhammad & Davis, Lora & Idris, Suleiman & Poggen-See, Gabriele & Nguku, Patrick & Gitta, Sheba & Nsubuga, Peter & Olufemi, Olamide & Ajumobi, Ahmed & Tsofo, Matthias & Yango, Mabel & Nsubuga, (2014). High concentration of blood lead levels among young children in Bagega community, Zamfara – Nigeria and the potential risk factor. The Pan African Medical Journal. 1818. 10.11694/pamj.suppl.2014.18.1.4264.
3. FAO/WHO Global Forum of Food Safety Regulators Marrakech, Morocco, 28 – 30 January 2002 Human Exposure To Mercury in Fish in Mining Areas in The Philippines <https://www.fao.org/3/ab417e/ab417e.pdf>
4. Feng, H., Y. Gao, L. Zhao, Y. Wei, Y. Li, W. Wei, et al. (2013). Biomarkers of renal toxicity caused by exposure to arsenic in drinking water. Environ. Toxicol. Pharmacol. 35: 495-501.
5. Xu, J., L. Sheng, Z. Yan, and L. Hong. (2014). Blood Lead and Cadmium Levels of Children: A Case Study in Changchun, Jilin Province, China. The West Indian Med. J. 63: 29-33.
6. Ogwuegbu, M. O. C. and Muhanga, W. "Investigation of Lead Concentration in the Blood of People in the Copperbelt Province of Zambia," Journal of Environment, 1 66-75, 2005.
7. Prabhat Kumar Hai et al., Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management, Environmental International Volume 125, April 2019, Pages 365-385.
8. Scientific Report of EFSA on Cadmium dietary exposure in the European population. EFSA Journal 2012;10(1), 2551 [37 pp.].
9. Yabe J, Nakayama SMM, Ikenaka Y, Yohannes YB, Bortey-Sam N, Oroszlany B, Muzandu K, Choongo K, Kabalo AN, Ntapisha J, Mweene A, Umemura T, Ishizuka M. Lead poisoning in children from townships in the vicinity of a lead-zinc mine in Kabwe, Zambia. Chemosphere. 2015 Jan;119:941-947. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.09.028. Epub 2014 Oct 8. PMID: 25303652.

ABSTRACT

**DETERMINATION OF HEAVY METALS
IN DIFFERENT TYPES OF FOODS AND BIOLOGICALLY ACTIVE
FOOD SUPPLEMENTS**

Agalarova N. 1

Department of Scientific Research Center, Senior Specialist of Scientific Research and Risk Assessment Division, Azerbaijan Food Safety Institute

Akhundova N.

Head of Department of Scientific Research Center, Azerbaijan Food Safety Institute

Sulyayeva E.

National Reference Laboratory, Head of Department of Analytical Expertise Center, Azerbaijan Food Safety Institute

Tahmazli E.

Head of Department of Scientific Research Center, Senior Specialist of Scientific Research and Risk Assessment Division, Azerbaijan Food Safety Institute

Zarbaliyev Sh.

Complex Research Laboratory, Head of Food and Food Additives and Packaging Materials Section, Azerbaijan Food Safety Institute

Food safety is a key issue for sustainable global development in terms of quantity and quality. In recent decades, the negative effects of various pollutants on food quality have increased, and research has shown that these pollutants are directly involved in developing various diseases. Some of these pollutants are heavy metals. Thus, heavy metals and metalloids can enter and accumulate in the human body with food, food additives, vaccines, and other environmental factors disrupting metabolism, causing disease and even death. This article focuses on the analysis of sample results of various origins to examine for heavy metal contamination. It was determined that the number of heavy metal residues in all studied samples was within the norms mentioned in Decision No. 20 of the Board of the Food Safety Agency of the Republic of Azerbaijan.

Keywords: *food safety, heavy metals, food supplements, food products, non-food products*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВКАХ К ПИЩЕ

РЕЗЮМЕ

Агаларова Н.¹, Ахундова Н.², Суляева Э.³,
Тахмазли Э.⁴, Зарбалиев Ш.⁵

¹“Научно-исследовательский центр”,

главный специалист отдела научных исследований и оценки рисков
Азербайджанского института безопасности пищевых продуктов

²Заведующий отделом “Научно-исследовательский центр”

Азербайджанского института безопасности пищевых продуктов

³Национальная справочная лаборатория,

руководитель отдела “Аналитического центра экспертизы”

Азербайджанского института безопасности пищевых продуктов

⁴“Научно-исследовательский центр” ,

главный специалист отдела научных исследований и оценки рисков
Азербайджанского института безопасности пищевых продуктов

⁵Лаборатория комплексных исследований, руководитель отдела
“Пищевые продукты и пищевые добавки и упаковочные материалы”
Азербайджанского института безопасности пищевых продуктов

Продовольственная безопасность является ключевым вопросом для устойчивого глобального развития как с точки зрения количества, так и качества. В последние десятилетия негативное влияние различных загрязнителей на качество пищевых продуктов усилилось, и исследования показали, что эти загрязнители непосредственно участвуют в развитии различных заболеваний. Некоторые из этих загрязнителей представляют собой тяжелые металлы. Таким образом, тяжелые металлы и металлоиды могут поступать и накапливаться в организме человека с пищей, пищевыми добавками, вакцинами и различными другими факторами окружающей среды, нарушать обмен веществ, вызывать болезни и даже смерть. В этой статье основное внимание уделяется результатам испытаний образцов различного происхождения на предмет загрязнения тяжелыми металлами. Было установлено, что количество остатков тяжелых металлов во всех исследованных образцах соответствует нормам, указанным в Решении № 20 Коллегии Агентства продовольственной безопасности пищевых продуктов Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: безопасность пищевых продуктов, тяжелые металлы, БАД, продукты питания, непищевые продукты