

SUT VA SUT MAHSULOTLARI TARKIBIDAGI Pb, Cd, Cu, Fe VA Zn MIQDORLARINING SPEKTROFOTOMETRIK TAHLILI

**Asrorova Zuhra Sarvar qizi**

JDPU tayanch doktoranti

E-mail: asrorova96@list.ru Tel: (93) 607 64 66

**Yaxshiyeva Zuhra Ziyatovna**

JDPU professori

**Nasirova Shohida Erkinovna**

JDPU o‘qituvchisi

**Jurayeva Marhabo Qodirovna**

Abu Ali ibn Sino nomidagi

Jizzax jamoat salomatligi texnikumi o‘qituvchisi

**Saidmirzayeva Dilnoza Bakdurdiyevna**

JizPI assistent

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18987305>

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada Jizzax viloyati hududida ishlab chiqarilayotgan sut va sut mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metall elementlar (Pb, Cd) hamda mikroelementlar (Cu, Zn, Fe) miqdori o‘rganildi [1-3]. Tadqiqot davomida atom-absorbtsion spektrofotometriya usuli qo‘llanildi. Natijalar oziq-ovqat xavfsizligi nuqtai nazaridan baholandi. Olingan ma’lumotlar hududiy ekologik monitoring uchun muhim hisoblanadi [4].

**Kalit so‘zlar:** sut, og‘ir metallar, kadmiy, qo‘rg‘oshin, oziq-ovqat xavfsizligi, spektrofotometriya.

**Abstract:** The study investigates heavy metals in milk and dairy products produced in Jizzakh region. Pb, Cd, Cu, Zn and Fe were determined using atomic absorption spectrophotometry. The results were evaluated in terms of food safety and environmental monitoring [5-7].

**Keywords:** milk, heavy metals, cadmium, lead, food safety, spectrophotometry.

**Аннотация:** в статье исследовано содержание тяжелых металлов в молоке и молочных продуктах джизакского региона. концентрации металлов определялись методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. результаты оценены с точки зрения безопасности пищевых продуктов [8-9].

**Ключевые слова:** молоко, тяжелые металлы, кадмий, свинец, безопасность пищевых продуктов.

### Kirish

Sut va sut mahsulotlari inson ovqatlanishida muhim o‘rin egallaydi. Ular tarkibida oqsillar, vitaminlar, mineral moddalar mavjud bo‘lib, biologik qiymati yuqori hisoblanadi [1]. Shu bilan birga, ekologik ifloslanish natijasida og‘ir metall elementlar oziq-ovqat zanjiri orqali sut mahsulotlariga o‘tishi mumkin [2,3]. Sanoat chiqindilari, transport chiqindilari va qishloq xo‘jaligi faoliyati og‘ir metallarning atrof-muhitda to‘planishiga sabab bo‘ladi [4]. Ushbu elementlar tuproq va suv orqali o‘simliklarga, keyinchalik esa hayvon organizmiga o‘tadi [5]. Natijada sut tarkibida og‘ir metall elementlar aniqlanishi mumkin [6].

Og‘ir metallarning yuqori konsentratsiyasi inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, kadmiy va qo‘rg‘oshin toksik elementlar hisoblanadi [7].

### Material va usullar

Tadqiqot davomida jami 30 ta namuna o‘rganildi. Namunalar Forish tumani hududidan olindi [8]. Namunalar sovutilgan holda laboratoriyaga olib kelindi. Namunalar azot va perxlorat kislotalari aralashmasida parchalanib, atom-absorbtsion spektrofotometriya usulida tahlil qilindi [9,10]. Analizlar standart metodikalar asosida bajarildi.

### Natijalar

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, barcha namunalarda og‘ir metall elementlar aniqlangan. Qo‘rg‘oshin miqdori kadmiyga nisbatan yuqori bo‘lgan [11]. Mikroelementlar tarkibi mahsulot turiga qarab farq qilgan [12].

### 1-jadval. Namunalar tarkibidagi Pb va Cd miqdori (mg/kg)

**“Ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga joriy qilishning muammo va yechimlari” mavzusidagi onlayn xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. NamDU - 2026-yil 20-21-fevral**

Mahsulotlar	Qo‘rg‘oshin			Kadmiy		
	Min	Max	O‘rtacha±SE	Min	Max	O‘rtacha±SE
<b>Sut</b>	0.0536	0.405	0.212 ± 0.02	0.007	0.139	0.049± 0.004
<b>Pishloq</b>	0.193	0.644	0.428± 0.028	0.009	0.119	0.088± 0.008
<b>Sariyog‘</b>	0.3275	0.75	0.488 ± 0.02	0.01	0.039	0.055± 0.004
<b>Tvorog</b>	0.043	0.329	0.1979±0.028	0.0215	0.189	0.065± 0.009

1-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, sut va sut mahsulotlari namunalarida qo‘rg‘oshin (Pb) va kadmiy (Cd) elementlarining miqdoriy ko‘rsatkichlari mahsulot turiga qarab farqlanishi kuzatildi. Qo‘rg‘oshinning o‘rtacha konsentratsiyasi sutda 0,212 mg/kg, pishloqda 0,428 mg/kg, sariyog‘da 0,488 mg/kg va tvorogda 0,197 mg/kg ni tashkil etdi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, qo‘rg‘oshinning eng yuqori miqdori sariyog‘ namunalarida aniqlangan. Bu holat yog‘ fraksiyasida ayrim og‘ir metall elementlarning nisbatan ko‘proq to‘planishi bilan izohlanishi mumkin.

Kadmiy miqdori esa sutda o‘rtacha 0,049 mg/kg, pishloqda 0,088 mg/kg, sariyog‘da 0,055 mg/kg va tvorogda 0,065 mg/kg ni tashkil etdi. Kadmiyning eng yuqori qiymati pishloq namunalarida aniqlangan. Ushbu holat pishloq ishlab chiqarish jarayonida namlikning kamayishi natijasida quruq modda ulushining ortishi hamda og‘ir metall ionlarining oqsil fraksiyalari, ayniqsa kazein bilan bog‘lanish xususiyati bilan izohlanadi.

Umuman olganda, barcha mahsulot turlarida qo‘rg‘oshin miqdori kadmiyga nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Bu esa qo‘rg‘oshinning atrof-muhitda kengroq tarqalganligi hamda oziq zanjiri orqali sut mahsulotlariga ko‘proq o‘tishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Olingan natijalar sut va sut mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metall elementlar miqdorini doimiy monitoring qilish zarurligini ko‘rsatadi.

**2-jadval. Namunalar tarkibidagi Zn, Cu, Fe miqdori (mg/kg)**

Element	Sut	Pishloq	Sariyog‘	Tvorog
<b>Zn</b>				
Minimal	2.729	3.401	2.814	0.887
Maksimal	18.315	17.569	8.892	6.093
O‘rtacha ± SE	6.288 ± 0.697	8.588 ± 0.976	5.978 ± 0.406	3.008 ± 0.445
<b>Cu</b>				
Minimal	0.0026	0.001	0.058	0.0255
Maksimal	0.9302	0.529	1.691	0.2145
O‘rtacha ± SE	0.0933 ± 0.0403	0.085 ± 0.025	0.598 ± 0.103	0.1 ± 0.012
<b>Fe</b>				
Minimal	2.9609	1.7623	5.0683	1.3198
Maksimal	45.6188	14.7378	13.139	3.437
O‘rtacha ± SE	8.992 ± 1.869	3.928 ± 0.669	6.688 ± 0.436	2.038 ± 0.169

2-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, sut va sut mahsulotlari namunalarida mikroelementlar — rux (Zn), mis (Cu) va temir (Fe) miqdorlarining mahsulot turiga bog‘liq ravishda farqlanishi kuzatildi. Olingan natijalarga asosan rux elementining o‘rtacha konsentratsiyasi sutda 6,288 mg/kg, pishloqda 8,588 mg/kg, sariyog‘da 5,978 mg/kg va tvorogda 3,008 mg/kg ni tashkil etdi. Taqqoslash natijalari shuni ko‘rsatdiki, ruxning eng yuqori miqdori pishloq namunalarida aniqlangan bo‘lib, bu ko‘rsatkich sutga nisbatan taxminan 1,4 baravar, tvorogga nisbatan esa qariyb 2,8 baravar yuqori ekanligi qayd etildi. Ushbu holat pishloq ishlab chiqarish jarayonida namlik miqdorining kamayishi natijasida quruq modda ulushining ortishi bilan izohlanishi mumkin.

Mis elementining o‘rtacha konsentratsiyasi sutda 0,093 mg/kg, pishloqda 0,085 mg/kg, sariyog‘da 0,598 mg/kg va tvorogda 0,100 mg/kg ni tashkil etdi. Natijalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, misning eng yuqori miqdori sariyog‘ namunalarida aniqlangan bo‘lib, bu qiymat sutga nisbatan taxminan 6 baravar yuqori ekanligi kuzatildi. Bu holat yog‘ fraksiyasida ayrim mikroelementlarning nisbatan ko‘proq to‘planishi hamda texnologik qayta ishlash jarayonidagi konsentratsiyalanish jarayonlari bilan izohlanadi.

Temir elementining o‘rtacha miqdori sutda 8,992 mg/kg, pishloqda 3,928 mg/kg, sariyog‘da 6,688 mg/kg va tvorogda 2,038 mg/kg ni tashkil etdi. Temirning eng yuqori miqdori sut namunalarida aniqlangan bo‘lib, bu ko‘rsatkich pishloqqa nisbatan taxminan 2,3 baravar, tvorogga nisbatan esa 4

## **“Ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga joriy qilishning muammo va yechimlari” mavzusidagi onlayn xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. NamDU - 2026-yil 20-21-fevral**

baravarga yaqin yuqori ekanligi aniqlandi. Bu holat temir elementining sutning suyuq fraksiyasida yuqoriroq darajada mavjud bo‘lishi bilan izohlanadi.

Umuman olganda, mikroelementlar taqsimoti bo‘yicha sut va sariyog‘ namunalari  $Fe > Zn > Cu$  ketma-ketligi kuzatilgan bo‘lsa, pishloq va tvorog namunalari  $Zn > Fe > Cu$  ketma-ketligi aniqlangan. Ushbu farqlar mahsulot ishlab chiqarish texnologiyasi, namlik miqdori, oqsil va yog‘ fraksiyalarining ulushi hamda elementlarning biologik bog‘lanish xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Olingan natijalar sut mahsulotlarida mikroelementlar miqdori mahsulot turiga bog‘liq holda sezilarli darajada o‘zgarishini ko‘rsatadi.

### **Muhokama**

Olingan natijalar boshqa tadqiqotchilar tomonidan qayd etilgan ma’lumotlar bilan umumiy tendensiya jihatidan mos keladi [13,14]. Tadqiqot natijalari sut va sut mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metall elementlar miqdori mahsulot turiga bog‘liq ravishda sezilarli darajada farqlanishini ko‘rsatdi.

1-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, qo‘rg‘oshinning o‘rtacha miqdori sutda 0,212 mg/kg, pishloqda 0,428 mg/kg, sariyog‘da 0,488 mg/kg va tvorogda 0,197 mg/kg ni tashkil etdi. Taqqoslash natijalariga ko‘ra, sariyog‘da qo‘rg‘oshin miqdori sutga nisbatan taxminan 2,3 baravar, tvorogga nisbatan esa 2,5 baravar yuqori ekanligi aniqlandi. Pishloqda esa qo‘rg‘oshin miqdori sutga nisbatan qariyb 2 baravar yuqori bo‘lgan. Bu holat yog‘ va quruq modda ulushining ortishi bilan izohlanishi mumkin.

Kadmiy miqdori sutda 0,049 mg/kg, pishloqda 0,088 mg/kg, sariyog‘da 0,055 mg/kg va tvorogda 0,065 mg/kg ni tashkil etdi. Pishloqda kadmiy miqdori sutga nisbatan taxminan 1,8 baravar, sariyog‘ga nisbatan 1,6 baravar yuqori ekanligi kuzatildi. Bu holat pishloq ishlab chiqarish jarayonida namlik miqdorining kamayishi hamda og‘ir metall ionlarining kazein fraksiyasi bilan kuchli bog‘lanishi bilan izohlanadi [15].

2-jadval natijalariga ko‘ra, rux elementining o‘rtacha miqdori pishloqda 8,588 mg/kg bo‘lib, bu ko‘rsatkich sutga nisbatan taxminan 1,37 baravar, tvorogga nisbatan esa qariyb 2,85 baravar yuqori ekanligi aniqlandi. Bu natija pishloq tarkibida quruq modda ulushi yuqori ekanligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Mis elementining miqdori sariyog‘da 0,598 mg/kg ni tashkil etib, bu ko‘rsatkich sutga nisbatan taxminan 6,4 baravar, pishloqqa nisbatan esa 7 baravarga yaqin yuqori ekanligi aniqlandi. Ushbu holat yog‘ fraksiyasining ayrim metall elementlarni konsentratsiyalash xususiyati bilan izohlanishi mumkin.

Temir elementining o‘rtacha miqdori sutda 8,992 mg/kg bo‘lib, bu ko‘rsatkich pishloqqa nisbatan taxminan 2,3 baravar, tvorogga nisbatan esa qariyb 4,4 baravar yuqori ekanligi aniqlandi. Bu temir elementining sutning suyuq fraksiyasida ko‘proq saqlanishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Laboratoriya ishlari davomida namunalarni tayyorlash jarayonida kislota parchalanish usulidan foydalanilishi organik matritsani to‘liq parchalanishini ta’minladi. Atom-absorbtsion spektrofotometriya usulining yuqori sezuvchanligi metall elementlarning past konsentratsiyalarini aniqlash imkonini berdi, bu esa natijalarning ishonchligini oshiradi.

Umuman olganda, olingan natijalar sut va sut mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metall elementlar miqdori ekologik omillar, ishlab chiqarish texnologiyasi hamda mahsulot tarkibidagi oqsil va yog‘ fraksiyalari bilan chambarchas bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu natijalar oziq-ovqat xavfsizligi monitoringi va ekologik nazorat tizimini takomillashtirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

### **Xulosa**

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari Jizzax viloyati Forish tumani hududida ishlab chiqarilayotgan sut va sut mahsulotlari tarkibida og‘ir metall elementlar (Pb, Cd) hamda mikroelementlar (Zn, Cu, Fe) mavjudligini tasdiqladi. Olingan natijalar metall elementlar miqdorining mahsulot turiga bog‘liq holda sezilarli farqlanishini ko‘rsatdi.

Qo‘rg‘oshin miqdorining barcha mahsulot turlarida kadmiyga nisbatan yuqori ekanligi aniqlandi. Qo‘rg‘oshinning maksimal konsentratsiyasi sariyog‘da (0,488 mg/kg), kadmiyning maksimal miqdori esa pishloqda (0,088 mg/kg) aniqlangan. Mikroelementlar bo‘yicha ruxning eng yuqori miqdori pishloqda (8,588 mg/kg), misning maksimal miqdori sariyog‘da (0,598 mg/kg), temirning maksimal miqdori esa sutda (8,992 mg/kg) kuzatildi.

Mikroelementlar taqsimoti mahsulot turiga bog‘liq holda farqlanishi aniqlandi: sut va sariyog‘ namunalari  $Fe > Zn > Cu$ , pishloq va tvorogda esa  $Zn > Fe > Cu$  ketma-ketligi kuzatildi. Ushbu holat mahsulot tarkibidagi namlik miqdori, oqsil va yog‘ fraksiyalarining ulushi hamda metall ionlarining biologik bog‘lanish xususiyatlari bilan izohlanadi.

**“Ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga joriy qilishning muammo va yechimlari” mavzusidagi onlayn xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. NamDU - 2026-yil 20-21-fevral**

Atom-absorbtsion spektrofotometriya usulining yuqori sezuvchanligi og‘ir metall elementlarning past konsentratsiyalarini aniqlash imkonini berdi. Kislotada parchalanish usulida namunalarni tayyorlash analiz natijalarining aniqligini ta’minladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi Jizzax viloyati Forish tumani hududida ishlab chiqarilayotgan sut mahsulotlarida og‘ir metall elementlar va mikroelementlarning mahsulot turiga bog‘liq taqsimlanish xususiyatlarini kompleks baholash bilan bog‘liq. Pishloqda kadmiy elementining yuqori to‘planishi namlik kamayishi va kazein bilan bog‘lanish xususiyati bilan, sariyog‘da esa qo‘rg‘oshin va misning nisbatan yuqori aniqlanishi yog‘ fraksiyasining konsentratsiyalovchi xususiyati bilan asoslandi.

Olingan natijalar oziq-ovqat xavfsizligini monitoring qilish, hududiy ekologik nazoratni takomillashtirish hamda aholi salomatligini himoya qilish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. World Health Organization. **Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution.** – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2007. – 130 p.
2. Yan M., Niu C., Li X., Yao Z. **Heavy metal levels in milk and dairy products and health risk assessment: A systematic review of studies in China** // Science of the Total Environment. – 2022. – Vol. 808. – P. 152–160.
3. Chirinos-Peinado D., Castro-Bedriñana J., Ríos-Ríos E., Castro-Chirinos G., Quispe-Poma Y. **Lead, Cadmium and Arsenic in raw milk produced near mineral concentrator zones** // Biological Trace Element Research. – 2024. – Vol. 202. – P. 1–12.
4. Farahmandkia Z. **Health risk assessment of lead and cadmium in milk-based dairy products consumed in Iran** // Environmental Science and Pollution Research. – 2025. – Vol. 32. – P. 14521–14530.
5. Simsek O., Gultekin R., Oksuz O., Kurultay S. **The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk** // Nahrung. – 2000. – Vol. 44. – No. 5. – P. 360–363.
6. Tajkarimi M.A., Faghih M.A., Poursoltani H., Nejad A.S., Motallebi A.A., Mahdavi H. **Lead residue levels in raw milk from different regions of Iran** // Food Control. – 2008. – Vol. 19. – No. 5. – P. 495–498.
7. Ayar A., Sert D., Akın N. **The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia** // Environmental Monitoring and Assessment. – 2009. – Vol. 152. – P. 1–12.
8. Enb A., Abou Donia M., Abd Rabou N., Abou-Arab A., El-Senaity M. **Chemical composition of raw milk and heavy metals behavior during processing of milk products** // Global Veterinaria. – 2009. – Vol. 3. – No. 3. – P. 268–275.
9. Deeb A.M.M. **Trace metals concentrations in cheese collected from Kafr El-Sheikh governorate, Egypt** // Assiut Veterinary Medical Journal. – 2010. – Vol. 56. – No. 127. – P. 75–84.
10. Malhat F., Hagag M., Saber A., Fayz A. **Contamination of cow milk by heavy metals in Egypt** // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2012. – Vol. 88. – P. 611–613.
11. Temiz H., Soylu A. **Heavy metal concentrations in raw milk collected from different regions of Turkey** // International Journal of Dairy Technology. – 2012. – Vol. 65. – No. 1. – P. 1–6.
12. Rahimi E. **Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep and buffalo milk** // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 136. – P. 389–391.
13. Patra R.C., Swarup D., Kumar P., Nandi D., Naresh R., Ali S.L. **Milk trace elements in lactating cows environmentally exposed to higher level of lead and cadmium** // Science of the Total Environment. – 2008. – Vol. 404. – P. 36–43.
14. Xudoyberganova N.X., Abdullayeva G.A. **Sut va sut mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metallarning ekologik bahosi** // O‘zbekiston kimyo jurnali. – 2018. – №4. – B. 56–60.
15. Qodirova M.S., To‘laganova D.R. **Sut mahsulotlarida og‘ir metallarning oqsil fraksiyalari bilan bog‘lanishi** // O‘zbekiston biologiya jurnali. – 2020. – №2. – B. 42–46.
16. Raxmonov B.B., Ismoilova S.K. **Markaziy O‘zbekiston hududida sut mahsulotlarining og‘ir metall bilan ifloslanish darajasi** // Agrokimyo va ekologiya jurnali. – 2019. – №1. – B. 33–38.