BIOLOGIK NAMUNALARDA OG‘IR METALL IONLARINI ANIQLASHNING ZAMONAVIY ANALITIK USULLARI: NAMUNA TAYYORLASH, SPEKTROMETRIK ANIQLASH VA USULNI VALIDATSIYALASH

Shermurodova Ruxsorabonu Jasurovna
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo’nalishi 203-guruh talabasi:
Ziyadullayeva Umida Xayrullo qizi
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo’nalishi 203-guruh talabasi:
Tolibjonova Diyorabonu Bobur qizi
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo’nalishi 203-guruh talabasi:
Xalilova Kamola Nazarqosim qizi
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo’nalishi 203-guruh talabasi:
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning maqsadi biologik namunalarda toksikologik jihatdan muhim bo‘lgan qo‘rg‘oshin (Pb), kadmiy (Cd), simob (Hg) va mishyak (As) ionlarini aniqlash uchun zamonaviy instrumental-analitik yondashuvni ishlab chiqish va analitik ko‘rsatkichlarini baholashdan iborat. Tadqiqotda qon zardobi, siydik va boshqa biologik matritsalardan foydalanish, namunalarni mineralizatsiya qilish, kislota bilan parchalash va keyinchalik instrumental aniqlash bosqichlari ko‘rib chiqiladi. Analitik usulning selektivligi, chiziqliligi, aniqligi, takrorlanuvchanligi, aniqlash chegarasi (LOD), miqdoriy aniqlash chegarasi (LOQ) va qayta tiklanish darajasi baholanadi. Og‘ir metallarning biologik matritsadagi murakkab tarkibi sababli namuna tayyorlash bosqichi natijaning ishonchliligini belgilovchi muhim omil sifatida qaraladi. Zamonaviy atom-spektrometrik usullar orasida ICP-MS bir vaqtning o‘zida bir nechta elementni aniqlash va juda past konsentratsiyalarni o‘lchash imkoniyati bilan alohida ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: og‘ir metallar, Pb, Cd, Hg, As, biologik namuna, analitik kimyo, AAS, ICP-MS, spektrometriya, mineralizatsiya, validatsiya.

Abstract. The aim of this study is to develop a modern instrumental-analytical approach for the determination of toxicologically significant lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), and arsenic (As) ions in biological samples and to evaluate its analytical performance characteristics. The study considers the use of blood serum, urine, and other biological matrices, including sample mineralization, acid digestion, and subsequent instrumental determination of the target elements.

ISSN 3030-3907

The selectivity, linearity, accuracy, reproducibility, limit of detection (LOD), limit of quantification (LOQ), and recovery of the analytical method are evaluated. Due to the complex composition of biological matrices, the sample preparation stage is considered a critical factor determining the reliability of the analytical results. Among modern atomic spectrometric techniques, inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) is of particular importance because it enables the simultaneous determination of multiple elements and the measurement of very low concentrations.

Keywords: heavy metals, Pb, Cd, Hg, As, biological samples, analytical chemistry, AAS, ICP-MS, spectrometry, mineralization, validation.

Аннотация. Целью настоящего исследования является разработка современного инструментально-аналитического подхода к определению токсикологически значимых ионов свинца (Pb), кадмия (Cd), ртути (Hg) и мышьяка (As) в биологических образцах, а также оценка его аналитических характеристик. В исследовании рассматриваются использование сыворотки крови, мочи и других биологических матриц, этапы минерализации образцов, кислотного разложения и последующего инструментального определения исследуемых элементов. Оцениваются селективность, линейность, точность, воспроизводимость аналитического метода, предел обнаружения (LOD), предел количественного определения (LOQ) и степень извлечения. В связи со сложным составом биологических матриц этап пробоподготовки рассматривается как один из ключевых факторов, определяющих достоверность получаемых результатов. Среди современных атомно-спектрометрических методов особое значение имеет масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), которая позволяет одновременно определять несколько элементов и измерять их в очень низких концентрациях.

Ключевые слова: тяжелые металлы, Pb, Cd, Hg, As, биологические образцы, аналитическая химия, ААС, ICP-MS, спектрометрия, минерализация, валидация.

KIRISH.

Og‘ir metallarning biologik tizimlarda to‘planishi zamonaviy analitik kimyoning muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biridir. Qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob va mishyak kabi elementlar juda kichik konsentratsiyalarda ham biologik tizimlarga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli ularni biologik namunalarda ishonchli aniqlash klinik toksikologiya, farmatsevtik tahlil, ekologik monitoring va sud-tibbiy ekspertiza uchun muhim ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

Biologik namunalar — qon, qon zardobi, siydik, soch, tirnoq va to‘qimalar — murakkab matritsaga ega. Oqsillar, lipidlar, mineral komponentlar va boshqa organik birikmalar analitik signalga ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli namuna tayyorlash, mineralizatsiya va matritsa ta’sirini kamaytirish zamonaviy analitik metodikaning asosiy bosqichlaridan hisoblanadi.

An’anaviy atom-absorbsiya spektrometriyasi biologik namunalarda metall ionlarini aniqlashda keng qo‘llanilgan. Zamonaviy ICP-MS esa ko‘p elementli tahlil, yuqori sezgirlik va keng dinamik diapazon tufayli biologik materiallarning element tarkibini aniqlashda muhim o‘rin egallamoqda.

Shuningdek, so‘nggi yillarda metallarning umumiy miqdorini aniqlashdan tashqari, ularning kimyoviy shakllari — ya’ni **elemental speciation** — ni o‘rganishga ham katta e’tibor berilmoqda. LC-ICP-MS kabi kombinatsiyalangan usullar biologik tizimlarda metallarning biomolekulalar bilan bog‘lanish shakllarini o‘rganish imkonini beradi.

TADQIQOTNING ILMIY MUAMMOSI

Biologik matritsalarda og‘ir metallarning juda past konsentratsiyada mavjudligi va matritsa interferensiyasi analitik aniqlikni pasaytirishi mumkin. Shuning uchun namunani tayyorlash, mineralizatsiya va instrumental aniqlash parametrlarini birgalikda optimallashtirish zarur.

TADQIQOTNING MAQSADI.

Biologik namunalarda Pb, Cd, Hg va As ionlarini aniqlash uchun sezgir, selektiv, takrorlanuvchan va validatsiyalangan instrumental-analitik usulni ishlab chiqish va uning analitik ko‘rsatkichlarini baholash.

TADQIQOT VAZIFALARI.

1. Biologik namunalarda og‘ir metall ionlarini aniqlash uchun optimal namuna tayyorlash usulini tanlash.
2. Mineralizatsiya sharoitlarini optimallashtirish.
3. Pb, Cd, Hg va As uchun kalibrlash grafiklarini ishlab chiqish.
4. Analitik usulning LOD va LOQ ko‘rsatkichlarini aniqlash.
5. Usulning aniqligi va takrorlanuvchanligini baholash.
6. Biologik matritsaning analitik signalga ta’sirini o‘rganish.
7. Ishlab chiqilgan metodikani real biologik namunalarda qo‘llash.

ILMIY YANGILIK.

Tadqiqotning asosiy ilmiy yangiligi biologik matritsani tayyorlash va instrumental aniqlash bosqichlarini yagona optimallashtirilgan analitik sxemaga birlashtirishdan iborat. Ayniqsa, namuna tayyorlash → mineralizatsiya → instrumental aniqlash → validatsiya → multielemental baholash ketma-ketligini optimallashtirish taklif qilinadi.

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, agar ICP-MS mavjud bo‘lsa, Pb, Cd, Hg va As ni bitta analitik siklda aniqlash imkoniyatidan foydalanish metodikaning amaliy samaradorligini oshiradi. ICP-MS ning biologik namunalarda trace-element tahlili uchun yuqori sezgirligi adabiyotlarda keng qayd etilgan.

1. Spektroskopik Usullar

1.1. Atom Absorbtsiya Spektroskopiyasi (AAS)

Atom absorbtsiya spektroskopiyasi (AAS) og‘ir metall ionlarini aniqlashda eng keng tarqalgan usullardan biridir. Ushbu usulda, namuna atomlari ma'lum to‘lqin uzunligidagi yorug‘likni so‘radi va bu so‘rilgan yorug‘likning intensivligi orqali ionlarning konsentratsiyasi aniqlanadi.

Afzalliklari:

- Yuqori sezgirlik va aniqlik.
- Keng spektrdagi elementlarni aniqlash imkoniyati.

Kamchiliklari:

- Namuna tayyorlash jarayoni murakkab bo‘lishi mumkin.
- Ba'zi elementlar uchun spektral interferensiyalar.

1.2. Induktiv Bog‘langan Plazma Mass-Spektrometriya (ICP-MS)

ICP-MS usuli, og‘ir metall ionlarini aniqlashda yuqori sezgirlik va aniqlikni ta'minlaydi. Ushbu usulda, namuna plazma orqali ionlashtiriladi va keyin mass-spektrometriya yordamida tahlil qilinadi.

Afzalliklari:

- Juda past konsentratsiyalardagi ionlarni aniqlash imkoniyati.
- Keng elementlar spektri.

Kamchiliklari:

- Qimmat uskunalar va murakkab operatsiyalar.
- Namuna tayyorlash jarayoni talab qiladi.

2. Xromatografik Usullar

2.1. Suvda Xromatografiya (HPLC)

Suvda xromatografiya (HPLC) og‘ir metall ionlarini aniqlashda qo‘llanilishi mumkin. Ushbu usulda, ionlar suyuqlik orqali ajratiladi va keyin detektor yordamida aniqlanadi.

Afzalliklari:

- Yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlik.
- Turli xil ionlarni bir vaqtda aniqlash imkoniyati.

Kamchiliklari:

- Murakkab tayyorgarlik jarayoni.
- Ba'zi ionlar uchun past sezgirlik.

3. Elektroanalitik Usullar

3.1. Voltametriya

ISSN 3030-3907

Voltametriya usuli, ionlarning elektrokimyoviy xususiyatlarini o‘rganish uchun qo‘llaniladi. Ushbu usulda, ionlar elektrod yuzasida oksidlanadi yoki kamayadi va bu jarayonning oqimi orqali ionlarning konsentratsiyasi aniqlanadi.

Afzalliklari:

- Past narx va oddiy uskunalar.
- Yuqori sezgirlik va tezkor natijalar.

Kamchiliklari:

- Ba'zi ionlar uchun murakkab tayyorgarlik.
- O‘tkazuvchanlik va interferensiyalar.

4. Biologik Namunalarda Qo‘llanilishi

Biologik namunalarda og‘ir metall ionlarini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan usullar keng qo‘llaniladi. Masalan, qon, siydik, va to‘qimalar kabi namunalarda ushbu usullar yordamida og‘ir metall ionlarining mavjudligi va konsentratsiyasi aniqlanadi. Bu ma'lumotlar sog‘liqni saqlash va ekologik monitoring uchun muhimdir.

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, biologik namunalarda og‘ir metall ionlarini aniqlash zamonaviy analitik kimyoning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, inson salomatligi va atrof-muhit xavfsizligini baholashda katta ahamiyatga ega. Qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob, mishyak, xrom, nikel va boshqa og‘ir metallarning biologik to‘qimalarda to‘planishi turli fiziologik jarayonlarning buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli ularni biologik namunalarda yuqori aniqlik va ishonchlilik bilan aniqlash muhim hisoblanadi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, namuna tayyorlash bosqichi analitik natijaning aniqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Biologik namunalarning murakkab tarkibi sababli mineralizatsiya, kislota bilan parchalanish, ekstraksiya va boshqa tayyorlash usullaridan foydalanish talab etiladi. To‘g‘ri tanlangan namuna tayyorlash usuli matritsa ta’sirini kamaytirib, aniqlanayotgan metall ionlarining to‘liqroq ajratib olinishi va aniqlanishini ta’minlaydi.

Og‘ir metall ionlarini aniqlash uchun zamonaviy analitik usullar biologik namunalarda muhim rol o‘ynaydi. Har bir usulning o‘ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud bo‘lib, ularning tanlovi maqsadga va mavjud resurslarga bog‘liq. Kelajakda, yangi texnologiyalar va usullar ishlab chiqilishi bilan og‘ir metall ionlarini aniqlash jarayoni yanada takomillashishi kutilmoqda.

Shuningdek, analitik usulni validatsiyalash natijalarning ishonchliligini ta’minlashning muhim bosqichidir. Bunda usulning aniqligi, takrorlanuvchanligi, selektivligi, chiziqliligi, aniqlash va miqdoriy aniqlash chegaralari, qayta tiklanish darajasi hamda barqarorligi kabi asosiy metrologik ko‘rsatkichlar baholanadi. Validatsiyadan o‘tgan usul yordamida olingan natijalar ilmiy tadqiqotlar,

ISSN 3030-3907

toksikologik tahlillar va biologik monitoring jarayonlarida ishonchli ma’lumot manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Umuman olganda, biologik namunalarda og‘ir metall ionlarini aniqlashda samarali namuna tayyorlash, zamonaviy spektrometrik texnologiyalardan foydalanish va analitik usulni to‘g‘ri validatsiyalash yuqori aniqlikdagi va ishonchli natijalarni olishning asosiy shartlari hisoblanadi. Ushbu yondashuvlar og‘ir metallarning organizmdagi miqdorini baholash, ularning biologik xavfini aniqlash va inson salomatligiga salbiy ta’sirini nazorat qilish imkonini beradi.

Ushbu maqola, og‘ir metall ionlarini aniqlashda zamonaviy analitik usullarni tushunishga yordam beradi va ularni qo‘llash imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O'QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.

ISSN 3030-3907

10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – T. 4. – №. 4. – C. 244-247.