

OG'IR METALLAR INTOKSIKATSIYASINI O'SIMLIKlardan AJRATIB OLINGAN BIOFAOL MODDALAR BILAN KORREKSIYALASH

Shakarova Shaxnoza Abdisalom qizi - Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti shxnozashakarova@gmail.com

Annotasiya. Ushbu sharh maqolada og'ir metallar, ayniqsa **qo'rg'oshin** va **kadmiy** bilan bog'liq intoksikasiyaning patogenetik asoslari hamda uni **o'simliklardan olingan biofaol moddalar** yordamida korreksiyalash imkoniyatlari tahlil qilindi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, og'ir metallar toksik ta'sirini yuzaga keltiruvchi etakchi mexanizmlar qatoriga **oksidlovchi stress, lipid peroksidlanishi, mitoxondrial disfunktsiya, yallig'lanish mediatorlarining faollashuvi va apoptoz** kiradi. SHu nuqtai nazardan o'simlikdan olinadigan **pektinlar, flavonoidlar, polifenollar, glisirrizin, proantosianidinlar** va boshqa fitokomponentlar sorbsion, antioksidant, membranabarqarorlashtiruvchi va organoprotektor xususiyatlari bilan alohida ahamiyat kasb etadi. Maqolada O'zbekiston tadqiqotchilari ishlari misolida **solodka (Glycyrrhiza glabra), sitrus xomashyosi, uzum donasi va uzum urug'i moyi, do'lana mevasi pektinlari**, shuningdek, dorivor o'simlik xomashyosining **og'ir metallardan xoli ekani va element tarkibini nazorat qilish zarurati** yoritildi. Xulosa sifatida, o'simlik biofaol moddalari og'ir metallar intoksikasiyasini davolashda **asosiy antidot emas**, balki **patogenetik jihatdan asoslangan ad'yuvant korreksiya vositasi** sifatida eng katta amaliy qiymatga ega ekani ta'kidlandi.

Kalit so'zlar: og'ir metallar, intoksikasiya, fitokorreksiya, pektin, flavonoidlar, glisirrizin, antioksidant himoya, enterosorbsiya, o'simlik biofaol moddalari, organoproteksiya.

KIRISH.

Og'ir metallar bilan intoksikasiya zamonaviy toksikologiya, ekologik tibbiyot va profilaktik farmakologiyaning eng dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa **qo'rg'oshin** va **kadmiy** inson organizmi uchun ko'p tizimli zaharlovchi ta'sir ko'rsatishi bilan xavflidir: qo'rg'oshin markaziy asab tizimi, buyraklar, yurak-qon tomir tizimi va gemopoezga salbiy ta'sir qiladi, kadmiy esa, birinchi navbatda, **buyrak, suyak** va **nafas tizimi** uchun xavfli bo'lib, inson kanserogeni sifatida ham baholanadi [1], [2]. Muammoning jiddiy jihati shundaki, og'ir metallar ko'p hollarda organizmda kumulyasiyalanadi, surunkali past dozali ta'sir esa klinik belgilarni sekin rivojlantiradi, ammo uzoq muddatli morfofunktsional shikastlanishlarga olib keladi. SHu sababli intoksikasiyani bartaraf etishda faqat metallni bog'lab chiqarish emas, balki **oksidlovchi stressni susaytirish, hujayra membranalarini himoyalash, jigar va buyrak funksiyasini saqlash, yallig'lanish kaskadini cheklash** kabi vazifalar ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Klassik toksikologiyada og'ir metallar intoksikasiyasini davolashning asosiy yo'li maxsus xelatorlarga tayanadi. Biroq amaliyot shuni ko'rsatadiki, **barcha holatlarda faqat xelator terapiyaning o'zi etarli emas**: ayrim bemorlarda oksidlovchi stress, mitoxondrial buzilish, to'qima yallig'lanishi va qayta so'rilish mexanizmlari saqlanib qoladi. SHu nuqtai nazardan **o'simliklardan ajratib olingan biofaol moddalar** patogenetik korreksiyaning istiqbolli yo'nalishi sifatida ko'rilmogda. Ular orasida eng muhimlari - **pektinlar** (enterosorbsiya va kationlarni bog'lash), **flavonoidlar va polifenollar** (antioksidant va membrana barqarorlashtiruvchi ta'sir), **glisirrizin va likviritigenin** kabi moddalar (sitoprotektor va gepatoprotektor ta'sir) hisoblanadi [3]-[5]. O'zbekistonda ham dorivor o'simliklar

va ularning element, pektin, fenolli tarkibiga oid qator ishlar e'lon qilingani mazkur yo'nalishni mahalliy xomashyo bazasi bilan bog'lash imkonini beradi [7]-[14].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Og'ir metallar intoksikatsiyasining molekulyar negizida, avvalo, **erkin radikallar hosil bo'lishi** va antioksidant tizimlar izdan chiqishi yotadi. Metall ionlari hujayrada reaktiv kislorod turlari hosil bo'lishini kuchaytiradi, bu esa lipidlar, oqsillar va nuklein kislotalarining oksidlanishiga sabab bo'ladi. Bunday sharoitda membrana o'tkazuvchanligi buziladi, kalsiy gomeostazi izdan chiqadi, mitoxondriyalardan sitoxrom s chiqishi tezlashadi va apoptotik yo'llar faollashadi [1], [2], [4], [5]. Demak, intoksikatsiyani korreksiyalashda **metall yuklamasini kamaytirish bilan birga, hujayra ichidagi redoks muvozanatni tiklash** hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu esa fitokomponentlarning roliga alohida urg'u beradi, chunki o'simlik polifenollari va flavonoidlari erkin radikallarni neytrallash, antioksidant fermentlar faolligini saqlash va yallig'lanish kaskadlarini pasaytirish xususiyatiga ega.

Fitokorreksiyaning birinchi va eng rasional zvenosi - **enterosorbsiyadir**. Bu borada **pektin moddalari** alohida ahamiyatga ega bo'lib, ularning karboksil guruhlari ko'p valentli metall kationlari bilan kompleks hosil qilish qobiliyatiga ega. Jandosov va hammualliflar tomonidan yaratilgan pektin-kompozit enterosorbent **Pb(II)** kabi ksenobiotiklarni bog'lash potensialiga ega ekani ko'rsatilgan [3]. Pektinning afzalligi shundaki, u nisbatan yumshoq, fiziologik mos va ichak ichida toksik ionlarning qayta so'rilishini cheklashga xizmat qiladi. O'zbekiston olimlari Zokirova, Malikova va Botirov tomonidan do'lana mevasidan ajratilgan pektin moddalarining o'rganilishi mahalliy xomashyodan pektin asosli profilaktik-davolovchi vositalar ishlab chiqish mumkinligini ko'rsatadi: ular **Crataegus songarica** va **Crataegus turkestanica** mevasidan pektin chiqishi mos ravishda **9,58%** va **11,25%** ekanini qayd etgan [11]. Bu natija nazariy emas, balki amaliy ahamiyatga ega: og'ir metallar intoksikatsiyasida mahalliy pektinli xomashyodan **enterosorbent-profilaktik qo'shimchalar** yaratish ilmiy asosga ega.

Fitokorreksiyaning ikkinchi yo'nalishi - **antioksidant va sitoprotektor himoya**. Bu nuqtai nazardan **solodka (Glycyrrhiza glabra)** ilmiy adabiyotda eng ko'p o'rganilgan o'simliklardan biri. Kim va hammualliflar solodka ekstrakti hamda uning aktiv komponenti **likviritigenin** kadmiy chaqirgan hujayra o'limida apoptoz bilan bog'liq zanjirlarni tormozlashini ko'rsatgan [4]. Lee tomonidan bajarilgan hayvonlardagi tadqiqot esa solodka suvli ekstrakti kadmiy ta'sirida jigar shikastlanishini pasaytirishi, biokimyoviy va morfologik o'zgarishlarni yumshatishini ko'rsatgan [5]. O'zbekiston tadqiqotchisi I.D.Karomatov solodkaning tibbiy qo'llanilishi haqidagi sharhida uning **glisirrizin, flavonoidlar** va boshqa biologik faol birikmalarga boy ekanini ta'kidlaydi [7]. Mazkur manbalarni birgalikda tahlil qilganda, solodka biofaol moddalari og'ir metallar intoksikatsiyasida **gepatoprotektor, antioksidant** va **membranabarqarorlashtiruvchi** agent sifatida eng istiqbolli fitokorrektorlardan biri ekani ko'rinadi.

Uchinchi muhim yo'nalish - **uzum va sitrus manbalariga tayangan polifenol-korreksiya**. Karomatov va Abduvoxidov uzum urug'i va uzum urug'i moyining shifobaxsh xususiyatlari haqidagi sharhida bu xomashyo fenolli antioksidantlar, yog'da eruvchan biofaol komponentlar va to'qima himoyasi uchun ahamiyatli birikmalarga boy ekanini ko'rsatgan [8]. Uzum urug'i komponentlari, ayniqsa, **proantosianidinlar** va boshqa polifenollar, toksik oksidlovchi stressni cheklash nuqtai nazaridan muhimdir. Sitrus xomashyosi ham shunga o'xshash yo'nalishda qimmatli - Karomatov va Qayimova sitruslarning dorivor ahamiyatini tahlil qilgan ekan, ularning **vitamin S, flavonoidlar, efir**

moylari va **pektin** kabi moddalarga boyligini ta'kidlaydilar [9]. Demak, sitruslar og'ir metall intoksikasiyasida ikki tomonlama foyda bera oladi: birinchisi, **pektin orqali sorbsion** ta'sir, ikkinchisi, **flavonoid va askorbatlar orqali antioksidant** ta'sir. Buni patogenetik nuqtai nazardan qaraganda, uzum va sitrus birikmalari intoksikasiyani "bitta mexanizm" emas, balki **ko'p zvenoli korreksiya** orqali yumshatishi mumkin.

O'zbekiston adabiyotida bevosita o'simlik emas, balki **o'simlik smolalari asosida hosil bo'lgan fenolli kompleks** sifatida **propolis** ham antitoksik vosita sifatida muhokama qilingan. Karomatov va Takaeva propolisning antitoksik xususiyatlarini yoritgan, xalqaro eksperimental ishlarda esa propolis kadmiy chaqirgan **gepatorenal toksiklikni** kamaytirishi ko'rsatilgan [6], [10]. Bu manba mazkur maqolaning markaziy ob'ekti bo'lmasa-da, muhim bir xulosani beradi: **fenolli va flavonoid tabiatli tabiiy komplekslar** og'ir metallar chaqirgan oksidlovchi va yallig'lanishli shikastlanishni yumshatishga qodir. Shu jihatdan qaraganda, propolisga oid dalillar o'simlik fenollarining biologik qiymatini bilvosita tasdiqlaydi. Biroq professor darajasidagi xulosa shu bo'lishi kerak: propolis yoki fitopreparatlar **xelatorlar o'rnini bosmaydi**, balki ularni to'ldiruvchi patogenetik vositalar sifatida baholanishi kerak.

TAHLIL VA NATIJALAR

(TER) namunasi bo'yicha rentgen-difraksion manzaraning o'ziyoq materialning oddiy, bir fazali yoki yuqori darajada kristallangan tizim emasligini ko'rsatadi. Taqdim etilgan difraktogrammada $5-25^\circ$ 2θ oralig'ida keng va bosqichma-bosqich ko'tariladigan fon kuzatiladi, $27-61^\circ$ oralig'ida esa bir qator tor va nisbatan baland piklar qayd etilgan. Eng kuchli pik 28.44° atrofida joylashgan bo'lib, u 1000 nisbiy intensivlikka ega, shuningdek 36.00° , 47.39° , 56.24° va 60.71° sohalarida ham kuchli piklar mavjud. Bunday manzara, odatda, amorf yoki zaif tartiblangan matrisa fonida oz miqdordagi kristall fazalar saqlangan murakkab materiallarga xos bo'ladi. Hisobotning eng muhim raqamli natijasi ham shu fikrni tasdiqlaydi - kristallik darajasi 7.11% deb baholangan, amorf qism esa 92.89% ga teng. Bu juda yuqori amorflik ko'rsatkichidir va u ikki muhim xulosaga olib keladi. Birinchidan, materialning asosiy qismi rentgen nurlari bilan yaxshi indekslanmaydigan, tartibsiz yoki nokristall holatda. Ikkinchidan, aniqlangan kristall fazalar butun namuna emas, balki uning nisbatan kichik va tarkibiy jihatdan faol qismi haqida ma'lumot beradi. Shu ma'noda XRD natijalari "namunaning umumiy tarkibi" emas, balki "uning kristallangan qismidagi fazaviy tarkib" sifatida talqin qilinishi kerak.

Fazaviy tahlil natijalariga ko'ra (TER) namunasi beshta asosiy faza aniqlangan:

- Nantokite (CuCl) - 24.1%,
- FeN - 21.4%,
- $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{SnS}_4)$ tipidagi faza - 19.2%,
- Calzirtite - 18.3% va
- Pb_2O_3 - 17.0%

Shu bilan birga 3.0% "unidentified peak area" ham qayd etilgan. Bu tarkib materialning polifazali va polikomponent xususiyatga ega ekanini yaqqol ko'rsatadi. Bir qarashdayoq bu erda galogenidli mis fazasi, temirli faza, sulfid/sulfotuz tabiatli mis-temir-qalay birikmasi, sirkoniy-titan-kalsiyli oksid faza va qo'rg'oshin oksidi bir vaqtning o'zida ishtirok etayotgani ko'rinadi. Ilmiy nuqtai nazardan bu holat ikki xil talqinga olib kelishi mumkin. Agar namuna texnogen yoki ishlab chiqarish qoldig'i bo'lsa, unda bunday ko'p fazalilik turli texnologik bosqichlar, oksidlanish, sulfatlanish, galogenlashish va qayta cho'kish jarayonlarining bir vaqtda sodir bo'lganini ko'rsatadi.

Agar namuna tabiiy xomashyoga yaqin bo'lsa, bu uning mineralogik tarkibi juda murakkab ekani, turli genetik muhit elementlari aralashganini anglatadi. Ayni paytda bu fazalarni mutlaq haqiqat sifatida emas, balki avtomatik qidiruv-taqqoslash dasturi tomonidan taklif etilgan ehtimoliy fazalar sifatida baholash to'g'ri bo'ladi, chunki ayrim fazalar uchun mos tushgan piklar soni juda kam.

Masalan, Nantokite uchun 17 pikdan 3 tasi, FeN uchun 10 pikdan 3 tasi, $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{SnS}_4)$ uchun 42 pikdan 4 tasi mos kelgan. Bu esa fazaviy identifikasiya borligini ko'rsatadi, lekin uning ishonch darajasi cheklanganligini ham anglatadi.

Fazalarning ishonchlilik darajasini baholashda hisobotdagi metodik parametrlar alohida e'tiborga loyiq.

Birinchidan, Rietveld refinement converged: No deb ko'rsatilgan, ya'ni to'liq ritveld moslashuvi yakunlangan emas. Bu holat fazaviy miqdorlarning yuqori aniqlikda emas, balki yarim miqdoriy baholanganini anglatadi.

Ikkinchidan, fon ayirish amalga oshirilmagan (Background subtr. No), ma'lumotlar silliqanmagan (Data smoothed No), Automatic zeropoint adaptation esa yoqilgan. Bularning barchasi qidiruv-taqqoslash jarayonida aniq bir matematik moslashuv emas, balki piklarning lokal mosligiga asoslangan usul qo'llanganini ko'rsatadi.

Uchinchidan, Figure of Merit qiymatlari 0.63-0.77 oralig'ida bo'lib, ular mutlaq yuqori emas, ammo butunlay rad etiladigan darajada ham past emas. Demak, hisobotdagi fazalarni "mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan asosiy kristall komponentlar" sifatida talqin qilish eng to'g'ri yondashuvdir.

Shu bilan birga, difraktogrammada hisoblangan profil bilan tajribaviy profil o'rtasida umumiy muvofiqlik saqlangani ham muhim:

-tanlangan fazalar umumiy pik intensivligining 93.77% qismini tushuntirgan,

-aniqlanmagan pik intensivligi esa 6.23% ni tashkil qilgan.

Bu, bir tomondan, dastur tanlagan fazalar asosiy kristall qismni yomon emas darajada izohlayotganini ko'rsatadi, ikkinchi tomondan esa, kristall qismning o'zi butun namuna massasining juda kichik bo'lagi ekanini unutmash lozim.

(TER) namunasi bo'yicha element tarkibi ham materialning murakkabligi va ko'p manbali kimyoviy tabiatini tasdiqlaydi. RIR usuli asosida hisoblangan tarkibda $\text{Cu} - 21.1\%$, $\text{Fe} - 19.6\%$, $\text{Pb} - 15.3\%$, $\text{Zr} - 9.4\%$, $\text{Cl} - 8.6\%$, $\text{O} - 7.0\%$, $\text{S} - 5.7\%$, $\text{Sn} - 5.3\%$, $\text{N} - 4.3\%$, $\text{Ti} - 2.0\%$ va $\text{Ca} - 1.7\%$ qayd etilgan. Bu qatorda bir vaqtning o'zida mis, temir va qo'rg'oshinning yuqori ulushda qatnashishi materialning asosiy funksional yuklamasini aynan ushbu og'ir metall elementlar tashkil qilayotganini ko'rsatadi. Zirkoniyni 9.4% darajada chiqishi esa tasodifiy ifloslanish emas, balki mustaqil mineral yoki texnogen oksid fazasi mavjudligini ko'rsatuvchi jiddiy belgi hisoblanadi, bu holat Calzirtite fazasi aniqlangani bilan ham muvofiq keladi.

Xlorning 8.6% bo'lishi Nantokite (CuCl) fazasi haqidagi xulosani qo'llab-quvvatlaydi, qalay va oltingugurtning bir vaqtda chiqishi esa Cu-Fe-Sn-S tipidagi fazaning ehtimolini kuchaytiradi. Azotning 4.3% miqdorda qayd etilishi esa ehtiyotkor talqinni talab qiladi, chunki XRD bo'yicha FeN sifatida indekslangan faza aniqlangan bo'lsa-da, bunday fazaning real ximik tabiati va uning mazkur muhitda barqarorligini alohida eksperimentlar bilan tasdiqlash talab etiladi.

SHu sababli maqolada azotli faza haqida gap ketganda "FeN sifatida indekslangan ehtimoliy kristall faza" degan iborani ishlatish ilmiy himoya nuqtai nazaridan ancha kuchliroq bo'ladi.

1-jadval.

Og'ir metallar intoksikatsiyasini o'simliklardan ajratilgan biofaol moddalar bilan korreksiyalashning asosiy yo'nalishlari

№	Biofaol modda yoki xomashyo manbai	Asosiy ta'sir mexanizmi	Qaysi og'ir metall intoksikatsiyasida maqbul	Ilmiy-amaliy izoh
1	Pektinlar (ayniqsa modifikatsiyalangan sitrus pektini)	Ichakda enterosorbsiya, ayrim metall ionlari bilan bog'lanish, chiqarilishni kuchaytirish	Avvalo Pb , ayrim hollarda boshqa toksik metallar	Modifikatsiyalangan sitrus pektini bo'yicha pilot klinik ma'lumotda siydik orqali toksik metallar chiqarilishi oshgan, biroq pektinning metall bog'lash qobiliyati uning tuzilishi va modifikatsiyasiga kuchli bog'liq. SHuning uchun hamma pektinlar bir xil emas.
2	Sitrus pektini va sitrus xomashyosi	Sorbtsion ta'sir + antioksidant fonni qo'llab-quvvatlash	Pb, Cd va aralash toksik yuklamalarda qo'shimcha vosita sifatida	Apelsin po'stlog'i pektinida kadmiyni bog'lashda pektinning o'rni ko'rsatilgan. Lekin bu ma'lumot asosan eksperimental va texnologik darajada, klinik qo'llash uchun standartizatsiya talab qilinadi.
3	Solodka (Glycyrrhiza glabra) ekstrakti, glisirrizin, likviritigenin	Antioksidant himoya, apoptozni susaytirish, sitoproteksiya, gepatoproteksiya	Eng ko'p o'rganilgani - Cd intoksikatsiyasi	Eksperimental ishlar solodka ekstrakti va uning faol komponentlari kadmiy chaqirgan hujayra va jigar shikastlanishini yumshatishini ko'rsatgan. Bu yo'nalish kuchli, lekin hozircha asosan eksperimental dalillarga tayanadi.
4	Uzum urug'i polifenollari va uzum urug'i ekstrakti	Kuchli antioksidant va yallig'lanishga qarshi ta'sir, neyro- va vazoprotektiv himoya	Ayniqsa Cd ta'siridagi oksidlovchi stress modellarida	Kadmiy ta'sirida uzum urug'i ekstraktining neyroprotektiv samarasi ko'rsatilgan, polifenollar oksidlovchi stressni pasaytirishda istiqbolli. Lekin bunda ham klinik dalillardan ko'ra hayvon modeli dalillari ko'proq.

5	Flavonoidlar va polifenollar (umumiy fitokomplekslar)	Erkin radikallarni neytrallash, lipid peroksidlanishini cheklash, yallig'lanish mediatorlarini pasaytirish	Pb, Cd va boshqa og'ir metallarda patogenetik qo'shimcha vosita sifatida	Og'ir metallar toksikligida oksidlovchi stress etakchi mexanizmlardan biri hisoblanadi, shuning uchun flavonoidlar to'g'ridan-to'g'ri antidot emas, balki patogenetik korrektor sifatida ahamiyatli.
6	Do'lana pektini kabi mahalliy pektinli o'simlik xomashyosi	Enterosorbent yoki funksional qo'shimcha yaratish uchun xomashyo bazasi	Nazariy jihatdan Pb va aralash toksik yuklamada istiqbolli	O'zbekistonda do'lananing ikki turidan pektin ajratib olish ko'rsatilgan. Ammo bu xomashyo uchun og'ir metallar intoksikatsiyasida bevosita biomeditsin tadqiqotlar hali etarli emas , hozircha uni istiqbolli manba deb baholash to'g'riroq.
7	O'simlik xomashyosining element xavfsizligi	Korreksiya vositasining o'zi qo'shimcha og'ir metallar manbai bo'lib qolmasligini ta'minlaydi	Barcha holatlarda majburiy talab	Fitokorreksiyada eng ko'p yo'l qo'yiladigan xato - moddaning faolligiga qarab, uning toksikologik tozaligini e'tibordan chetda qoldirish. Dorivor xomashyoda Pb, Cd, As kabi elementlar me'yordan oshmagani albatta tekshirilishi kerak.

Jadvalda keltirilgan vositalarni maqolada **asosiy antidot** yoki **xelator terapiya o'rnini bosuvchi usul** sifatida emas, balki **patogenetik qo'shimcha korreksiya vositalari** sifatida berish to'g'ri bo'ladi. *Buning sababi oddiy:*

-og'ir metallar intoksikatsiyasida neyrotoksiklik, gepato- va nefrotoksiklik, oksidlovchi stress va yallig'lanish bir vaqtda kechadi,

-o'simlikdan ajratilgan biofaol moddalar esa asosan shu zanjirlarni susaytirishda foyda beradi. Ayniqsa qo'rg'oshin ko'p tizimli zarar etkazishi, kadmiy esa kuchli oksidlovchi va gepatorenal toksik ta'sir ko'rsatishi yaxshi hujjatlashtirilgan.

Yana boshqa tadqiqotimizda rentgen-fluorescent tahlil esa mutlaqo boshqa, lekin juda muhim manzarani ochib beradi. Unda oksidlar ko'rinishidagi miqdoriy tarkib berilgan bo'lib, SO_3 - 59.0 mass%, ZnO - 20.6 mass%, Fe_2O_3 - 4.08 mass%, SiO_2 - 4.64 mass%, PbO - 3.86 mass%, Al_2O_3 - 3.03 mass%, CuO - 2.73 mass%, MgO - 0.701 mass%, CaO - 0.575 mass%, K_2O - 0.193 mass% ekani ko'rsatilgan, qolgan As_2O_3 , CdO , Sb_2O_3 , ZrO_2 , Ag_2O , TiO_2 va boshqa komponentlar iz miqdorlarda uchraydi. Mazkur natija bir qarashda (TER) namunasi fazaviy natijalari bilan keskin farq qiladi, chunki bu erda asosiy yuklama oltingugurt angidridi va rux oksidiga to'g'ri kelmoqda. Lekin bu ziddiyat emas.

Chunki XRF usuli fazani emas, balki umumiy kimyoviy tarkibni, jumladan amorf qismni ham qamrab oladi. Agar materialda oltingugurtli komponentlar katta ulushda bo'lsa-yu, ular zaif kristallangan yoki amorf holatda bo'lsa, XRD ularni to'liq ochib bermasligi mumkin. A-1 spektrida aynan S, Zn, Fe, Cu, Pb bilan bog'liq chiziqlarning aniq ko'rinishi bu komponentlarning umumiy massada muhim o'rin tutishini tasdiqlaydi.

Demak, A-1 natijalari sulfat-oksidi tabiiy, ruxga boy va qo'shimcha ravishda temir, qo'rg'oshin, mis hamda kremniy-alyuminiyli mineral komponentlar ishtirok etadigan muhit mavjudligini ko'rsatadi. Bu xulosa, ayniqsa, material oksidlangan konsentrat, metallurgik qoldiq yoki ikkilamchi qayta ishlangan massa bo'lgan holatda, juda mantiqiy ko'rinadi.

(TER) namunasida kristallik darajasi 7.11% bo'lgani sababli, uning 92.89% qismi amorf yoki juda zaif tartiblangan holatda ekanini inobatga olsak, XRF va XRD natijalari orasidagi farq tabiiy ravishda tushuntiriladi. Masalan, A-1 da SO_3 59.0% darajada qayd etilgani holda (TER) XRD fazalari ichida kuchli sulfat fazasi yo'q. Bu holat oltingugurtli komponentlar amorf yoki past kristallangan matrisada joylashgan bo'lishi mumkinligini anglatadi.

Xuddi shunday, XRD hisobotida $CuCl$, Pb_2O_3 , $Cu-Fe-Sn-S$ va $Zr-Ti-Ca$ oksid fazalarining ajralib chiqishi, kristall qismda ayrim lokal minerallashgan segmentlar borligini ko'rsatadi, ammo ular butun massada mutlaq ustun faza degani emas. SHu bois maqolada quyidagi fikr ilmiy jihatdan eng barqaror bo'ladi - tadqiq etilgan material mineralogik jihatdan geterogen, strukturasi bo'yicha asosan amorf, ammo kristall fraksiyasida misli galogenid, temirli faza, qalayli sulfidimon faza, sirkoniy-titanli oksid hamda qo'rg'oshin oksidi mavjud, umumiy kimyoviy tarkibda esa oltingugurt va ruxning ulushi yuqori. Bunday formulirovka har ikki usul natijasini bir vaqtda saqlab qoladi va sun'iy ziddiyat yaratmaydi.

2-jadval.

Og'ir metallar intoksikatsiyasida toksik ta'sir mexanizmlari va fitokorreksiyaning maqsad nuqtalari

№	Og'ir metall	Etakchi zararlanuvchi tizimlar	Asosiy toksik mexanizmlar	Fitokorreksiyaning maqsad nuqtalari	Eng maqbul biofaol moddalar
1	Qo'rg'oshin (Pb)	Asab tizimi, buyrak, gemopoez, yurak-qon tomir tizimi	Oksidlovchi stress, kalsiyga o'xshash ta'sir orqali hujayra signalizatsiyasini buzish, fermentlar faoliyatini susaytirish	Metall yuklamasini kamaytirish, antioksidant himoyani kuchaytirish, neyro-va nefroproteksiya	Pektinlar, flavonoidlar, polifenollar, sitrusdan olingan modifikatsiyalangan pektin
2	Kadmiy (Cd)	Buyrak, jigar, suyak, nafas tizimi, ayrim hollarda reproduktiv tizim	Kuchli oksidlovchi stress, mitoxondrial disfunktsiya,	Gepato- va nefroproteksiya, apoptozni susaytirish, redoks muvozanatni tiklash	Solodka ekstrakti, glisirizin, likviritigenin, uzum urug'i polifenollari, flavonoidlar

			apoptoz, yallig'lanish		
3	Mishyak (As)	Teri, periferik asab tizimi, yurak-qon tomir tizimi, me'da-ichak tizimi, uzoq ta'sirda kanserogen xavf	Oksidlovchi stress, mitoxondrial zararlanish, DNK shikastlanishi, yallig'lanish	Antioksidant himoya, mitoxondrial muhofaza, yallig'lanishni cheklash, chiqarilishni qo'llab-quvvatlash	Polifenollar, flavonoidlar , ayrim tabiiy antioksidant fitokimyoviyalar, lekin dalillar asosan sharh va eksperimental ishlarga tayanadi
4	Simob (Hg)	Asab tizimi, buyrak, immun tizimi, o'pka va hazm tizimi	Reaktiv kislorod turlarining ortishi, neyrotoksiklik, membrana va oqsillar shikastlanishi	Neyroproteksiya, nefroproteksiya, antioksidant va yallig'lanishga qarshi himoya	Flavonoidlar, polifenollar , ayrim fitoterapevtik antioksidantlar, ammo bu yo'nalishda klinik emas, ko'proq eksperimental dalillar bor
5	Aralash og'ir metall yuklamasi	Jigar, buyrak, asab tizimi, immun tizim	Ko'p omilli oksidlovchi stress, membrana shikastlanishi, sitokinlar faollashuvi, umumiy metabolik buzilish	Enterosorbsiya + antioksidant himoya + organoproteksiyaning bir vaqtda olib borish	Pektin + flavonoid + polifenol kombinatsiyalari eng mantiqiy patogenetik yondashuv hisoblanadi

Izoh. Ushbu jadvaldan chiqadigan eng muhim ilmiy xulosa shuki, fitokorreksiya og'ir metall intoksikasiyasida **asosiy antidot davo o'rnini bosmaydi**. Uning vazifasi metallning to'g'ridan-to'g'ri toksik ta'sirini kamaytirishdan ko'ra, **oksidlovchi stressni susaytirish, organoproteksiyaning kuchaytirish, enterosorbsiyaning ta'minlash va to'qima shikastlanishini cheklash**dan iborat. WHO ma'lumotlariga ko'ra qo'rg'oshin ko'p tizimli, kadmiy esa ayniqsa buyrak, suyak va nafas tizimi uchun xavfli, mishyak va simob ham tizimli toksik ta'sir ko'rsatadi. SHuning uchun fitokorreksiyaning "bitta universal vosita" emas, balki **metall turiga mos patogenetik qo'shimcha yondashuv** sifatida baholash to'g'ri bo'ladi.

Ushbu natijalar materialning kelib chiqishi va holati haqida ham muhim xulosalar chiqarish imkonini beradi. *Birinchi*dan, fazaviy va elementar tarkibning bir vaqtda galogenid, oksid va sulfidsimon komponentlarni qamrab olishi materialning kimyoviy jihatdan noteng muvozanatda shakllanganini ko'rsatadi. Bu ko'pincha gidrometallurgik, pirometallurgik yoki aralash qayta ishlash muhitlarida, shuningdek saqlash, namlanish, atmosfera ta'siri va ikkilamchi oksidlanish jarayonlarida kuzatiladi.

Ikkinchidan, yuqori amorflik darajasi materialning tez sovishi, noaniq reaksiya muhitida hosil bo'lishi yoki ko'p bosqichli texnologik qayta o'zgarishlarga uchraganini anglatishi mumkin. *Uchinchidan*, qo'rg'oshin, mis va ruxning bir materialda katta ulushda qatnashishi uni iqtisodiy ahamiyatga ega polimetall sistema sifatida baholash imkonini beradi, ammo bir vaqtning o'zida ekologik xavf omilini ham oshiradi. Ayniqsa, qo'rg'oshin oksidi va ruxli komponentlar mavjudligi materialni qayta ishlashda selektiv ajratish, barqarorlashtirish yoki neytrallashtirish choralarini talab qilishi mumkin. *To'rtinchidan*, Zr va Ti kabi komponentlar ishtirok etishi jarayonda tashqi mineral qo'shimchalar, fiterovka, keramik aralashmalar yoki muayyan texnologik reagentlarning ishtiroki ehtimolini ko'rsatadi. Albatta, bu fikrlar bevosita berilgan hisobotlarda tayyor xulosa sifatida emas, balki aniqlangan fazalar va element tarkibidan kelib chiqqan ilmiy interpretasiya sifatida qabul qilinishi kerak.

Nihoyat, maqolaning "tahlil va natijalar" qismi uchun eng muhim metodologik xulosa shundan iboratki, olingan ma'lumotlar yuqori darajada mazmunli bo'lsa-da, ularni ortiqcha qat'iylashtirish mumkin emas. Demak, maqolada natijalarni quyidagicha bayon qilish to'g'ri bo'ladi:

-tadqiq etilgan material polifazali va geterogen tabiatga ega,

-XRD bo'yicha kristall qismida Nantokite, FeN sifatida indekslangan temirli faza, $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{SnS}_4)$ tipidagi birikma, Calzirtite va Pb_2O_3 ishtirok etadi,

-umumiy massada esa XRF bo'yicha oltingugurt angidridi va rux oksidi ustun, shuningdek temir, qo'rg'oshin, mis, kremniy va alyuminiyli komponentlar ham sezilarli ulushga ega.

Bu esa materialda kristall va amorf qismlar o'rtasida kuchli struktura-tarkib differensiasiyasi mavjudligini, uning mineralogik va texnologik xususiyatlari oddiy bir fazali model bilan tushuntirilmasligini ko'rsatadi.

MUHOKAMA.

Mazkur manbalarni umumlashtirganda, og'ir metall intoksikatsiyasini o'simlik biofaol moddalari bilan korreksiyalashning **uch bosqichli modeli** shakllanadi.

Birinchi bosqich - **metallning biokirishini cheklash va ichakda bog'lash**, bu erda pektinlar, ayniqsa, modifikatsiyalangan yoki kompozit ko'rinishdagi pektin asosli sorbentlar samarali bo'lishi mumkin [3].

Ikkinchi bosqich - **erkin radikallar va yallig'lanish kaskadini bosish**, bu vazifani flavonoidlar, proantosianidinlar, likviritigenin, askorbat va boshqa antioksidant fitokomponentlar bajaradi [4], [5], [8], [9].

Uchinchi bosqich - **organoproteksiya**, ya'ni jigar, buyrak, qon tomir endoteliysi va membranalarni saqlash. Solodka, uzum urug'i, sitrus va pektinli xomashyo birgalikda shu uch bosqichga ta'sir qila oladi. Demak, fitokorreksiya muammoga romantik emas, balki **ko'p vektorli patogenetik yondashuv** sifatida qaralishi shart.

Biroq bu erda bir jiddiy cheklov bor: fitopreparatning o'zi ham **og'ir metallar bilan ifloslanmagan** bo'lishi shart. Aks holda "korreksiya vositasi"ning o'zi qo'shimcha toksik yuklama manbaiga aylanadi. SHu nuqtai nazardan O'zbekiston olimlarining xomashyo sifatini baholashga qaratilgan ishlari juda muhim.

Turdaliev Farg'ona vodiysi dorivor o'simliklari asosida yaratilgan yig'ma tarkibida **Cd, Sb, Ba, Hg va As** miqdori past ekanini qayd etib, xomashyoning ekologik tozaligi va xavfsizligini ta'kidlagan [12]. Amonov va hammualliflar esa O'zbekistonda o'suvchi **Acorus calamus** organlarida og'ir metallar miqdorini aniqlab, ular me'yordan oshmasligini ko'rsatgan [13].

Igamberdieva va hammualliflar Janubiy Farg'ona dorivor o'simliklarining mikroelement tarkibini o'rgangan [14]. Bu ishlardan chiqadigan asosiy xulosa shunday: **fitokorreksiya samaradorligi fitokomponentning biologik faolligigagina emas, balki uning toksikologik tozaligiga ham bog'liq**. Professor darajasidagi ilmiy yondashuv shundan iboratki, og'ir metall intoksikatsiyasida qo'llanadigan har qanday o'simlik preparati uchun **standartizasiya + element tahlili + biofaol modda profili** bir paketda baholanishi lozim.

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarni tanqidiy baholash ham zarur. Xalqaro adabiyotlarda pektin, solodka va ayrim fenolli komplekslarning himoyachi ta'siri yaxshi yoritilgan bo'lsa-da, mahalliy manbalarning asosiy qismi **sharh maqolalar, fitokimyoviy tavsiflar** yoki **element tahlillaridan** iborat. Ya'ni O'zbekiston sharoitida og'ir metall intoksikatsiyasini aynan o'simlik biofaol moddalari bilan korreksiyalash bo'yicha **standartlashtirilgan klinik tadqiqotlar etarli darajada emas**. Bu zaif nuqta. Demak, keyingi tadqiqotlar quyidagi qat'iy sxema asosida qurilishi kerak: avval xomashyoning toksikologik tozaligi tasdiqlanadi, keyin pektin/flavonoid/glisirrizin miqdori standartlashtiriladi, shundan so'ng eksperimental model va klinik kuzatuv bosqichiga o'tiladi. Ilmiy jihatdan ishonchli natija faqat shu zanjir to'liq bajarilganda olinadi.

XULOSA.

Og'ir metallar intoksikatsiyasini o'simliklardan ajratib olingan biofaol moddalar bilan korreksiyalash g'oyasi ilmiy jihatdan asosli, ammo uning haqiqiy qiymati **ad'yuvant patogenetik yondashuv** sifatida namoyon bo'ladi. **Pektinlar** metall kationlarini bog'lash va enterosorbsiyani kuchaytirishda, **flavonoidlar va polifenollar** oksidlovchi stressni pasaytirishda, **glisirrizin va likviritigenin** esa sitoprotektor va hepatoprotektor ta'sirda alohida o'rin tutadi. O'zbekiston tadqiqotchilari ishlari solodka, sitrus, uzum urug'i, do'lana pektinlari va boshqa mahalliy xomashyo manbalarining istiqbolli ekanini ko'rsatadi. Biroq **eng muhim talab** - fitopreparatning o'zi og'ir metallardan xoli, standartlashtirilgan va biokimyoviy jihatdan barqaror bo'lishi shart. SHu bois, og'ir metall intoksikatsiyasida fitokorreksiyaning ilmiy formulasi quyidagicha ifodalanadi: **“sorbsiya + antioksidant himoya + organoproteksiya + xomashyo xavfsizligi nazorati”**. Ana shundagina o'simlik biofaol moddalari klinik va profilaktik amaliyot uchun haqiqiy qiymat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Health Organization. Lead poisoning and health. - Geneva: WHO, 2024.
2. World Health Organization. Cadmium: chemicals of public concern. - Geneva: WHO, 2022.
3. Jandosov J., Alavijeh M., Sultakhan S. et al. Activated Carbon/Pectin Composite Enterosorbent for Human Protection from Intoxication with Xenobiotics Pb(II) and Sodium Diclofenac // Molecules. - 2022. - Vol. 27, № 7. - Art. 2296.
4. Kim S.C., Byun S.H., Yang C.H., Kim C.Y., Kim J.W., Kim S.G. Cytoprotective effects of Glycyrrhizae radix extract and its active component liquiritigenin against cadmium-induced toxicity // Toxicology. - 2004. - Vol. 197. - P. 239-251.
5. Lee J.R. Hepatoprotective Activity of Licorice Water Extract against Cadmium-induced Toxicity in Rats // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. - 2009. - Vol. 6, № 2. - P. 195-201.
6. Omar E.M., El-Sayed L.M., Abdelmeguid N.E. Reversal Effects of Royal Jelly and Propolis Against Cadmium-Induced Hepatorenal Toxicity in Rats // Biological Trace Element Research. - 2024. - Vol. 202. - P. 1612-1627.

7. Karomatov I.D. Solodka, lakrichnik, lakrisa - primeneniye v medisine (obzor literatury) // Aktualnyye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. - 2013. - № 11(58). - S. 230-235.
8. Karomatov I.D., Abduvohidov A.T. Lechebnyye svoystva kostochechek vinograda i vinogradnogo masla (obzor literatury) // Biologiya i integrativnaya medicina. - 2018. - № 1(18). - S. 49-86.
9. Karomatov I.D., Kayimova D.I. Sitrusovyye kak lechebnyye sredstva // Biologiya i integrativnaya medicina. - 2019. - № 12(40). - S. 50-108.
10. Karomatov I.D., Takayeva SH.K. Antitoksicheskiye svoystva propolisa // Biologiya i integrativnaya medicina. - 2020. - № 3(43). - S. 124-136.
11. Zokirova M.S., Malikova M.X., Botirov E.X. Pektinovyye veshchestva plodov dvux vidov boyaryshnika, proizrastayushchix v Uzbekistane // Khimiya rastitelnogo syrya. - 2024. - № 2. - S. 118-125.
12. Turdaliyeva P.K. Sozdaniye lechebnogo rastitelnogo sbora iz lekarstvennykh rasteniy Ferganskoj doliny na osnove elementnogo sostava dlya profilaktiki i lecheniya zabolevaniy serdechno-sosudistoy sistemy // Khimiya rastitelnogo syrya. - 2024. - № 4. - S. 241-249.
13. Amonov M.A., Abduraxmanov B.A., Sotimov G.B., Xalilov R.M., Matchanov A.D. Soderzaniye tyazhelykh metallov, makro-mikroelementov v nadzemnykh i podzemnykh organax *Acorus calamus*, proizrastayushchego v Uzbekistane // Universum: texnicheskiye nauki. - 2022. - № 2(95).
14. Igamberdiyeva P.K., Mamadjanov B.S., Saidaxmadova N.G. Issledovaniye kolichestva mikroelementov lekarstvennykh rasteniy Yujnoy Fergany i perspektivy ix primeneniya pri lechenii jelezodefisitnoy anemii // Sovremennaya medicina: aktualnyye voprosy. - 2015. - № 44. - S. 80-87.
- 15.