NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-6]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

KAKTUS TARKIBIDAGI KIMYOVIY ELEMENTLAR MIQDORINI INDUKSION BOG'LANGAN PLAZMALI OPTIK EMISSIYA SPEKTROMETRIYA (ICP-OES) USULIDA ANIQLASH

Kirgizov Shaxobiddin Mirzaraimovich
Kimyo fanlari doktori, proffessor
shakhobiqirgizov@gmail.com
Sobirova Mahbuba Zuxriddin qizi
Kimyo yo'nalishi 2 kurs magistiranti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada induksion bog'langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) usulining kimyoviy tahlil jarayonlaridagi ahamiyati, uning asosiy afzalliklari va amaliy qo'llanilishi yoritiladi. Tadqiqot davomida turli namunalardagi (masalan, o'simlik, tuproq yoki sanoat chiqindilari) asosiy va mikroelementlarning tarkibi aniqlandi. Olingan natijalar usulning yuqori aniqligi, tezkorligi va sezuvchanligini isbotladi.*

Kalit so'zlar: *ICP-OES, optik emissiya spektrometriya, element tahlili, plazma, spektral chiziq, aniqlik.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КАКТУСЕ МЕТОДОМ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ (ICP-OES).

Аннотация: *В данной статье освещается значимость метода индуктивно связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии (ICP-OES) в процессах химического анализа, его основные преимущества и практическое применение. В ходе исследования был определён состав макро- и микроэлементов в различных образцах (например, растительных, почвенных или промышленных отходах). Полученные результаты подтвердили высокую точность, скорость и чувствительность метода.*

Ключевые слова: *ICP-OES, оптическая эмиссионная спектрометрия, анализ элементов, плазма, спектральная линия, точность.*

DETERMINATION OF THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN CACTUS USING INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES).

Abstract: *This article highlights the significance of inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) in chemical analysis processes, its main advantages, and practical applications. The study determined the composition of major and trace elements in various samples (e.g., plant, soil, or industrial waste). The results demonstrated the high accuracy, speed, and sensitivity of the method.*

Keywords: *ICP-OES, optical emission spectrometry, elemental analysis, plasma, spectral line, accuracy.*

Kirish So'nggi yillarda tabiiy manbalarni o'rganish va ularni tibbiyot, farmatsevtika hamda oziq-ovqat sanoatida qo'llash dolzarb yo'nalishlardan biriga aylandi. Xususan, dorivor o'simliklar tarkibidagi biologik faol birikmalar bilan bir qatorda, ularning mineral va mikroelementlar bilan boyitilganligi ham katta ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, sahro va cho'l hududlarida o'suvchi, biologik faollikka ega bo'lgan o'simliklardan biri -kaktus (Cactaceae oilasi vakillari) tarkibini chuqur tahlil qilish muhim hisoblanadi [1].

Kaktus o'simligi o'zining suvni saqlovchi xususiyati, adaptiv fiziologik tuzilishi va tarkibidagi qator foydali elementlar (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, va boshqalar) bilan ajralib turadi. Bu elementlar inson organizmi uchun zarur bo'lgan metabolik jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Kaktusning dorivor xususiyatlarini to'liq baholash uchun uning kimyoviy tarkibida uchraydigan asosiy va mikroelementlar miqdorini aniqlash talab etiladi [2].

Ushbu maqsadlarda zamonaviy analitik usullardan biri hisoblangan **induksion bog'langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES)** keng qo'llanilmoqda. Ushbu usul yuqori sezuvchanlik, bir vaqtning o'zida ko'plab elementlarni aniqlash imkoniyati va tahlilning tezligi bilan ajralib turadi. Aynan ICP-OES usuli yordamida kaktus namunalaridagi kimyoviy elementlarning miqdoriy tarkibini aniq va ishonchli aniqlash imkonini beradi [3].

Mazkur maqolada kaktus namunalarini tayyorlash, ICP-OES asbobida o‘lchovlar o‘tkazish, va olingan natijalarni statistik tahlil qilish orqali bu o‘simlik tarkibidagi muhim elementlar miqdori aniqlanadi hamda ularning sog‘liq uchun ahamiyati baholanadi.

Namuna ishchi eritmasini tayyorlash. Oldindan quritilgan, maydalangan, 0,001 g aniqlikdagi tarozida tortib olingan (Navigator^{tm}, OHAUS®) 1 g namuna namuna chinni tigelda quruq kul olish metodida mufel pechda (Nabertherm, Germaniya) 500 ^{o}C gacha qizdirish bilan kul olindi. Bunda dastlab 550 ^{o}C gacha 100 ^{o}C/soat tezlikda qizdirildi va 5 soat 550 ^{o}C haroratda ushlab turildi. Hosil bo‘lgan kulga ICP-MS tozalikdagi 6 ml 70 % HNO_3 (Sigma Aldrich, AQSh) va 2 ml 60 % li H_2O_2 quyib, oq tutun hosil bo’lishi tugaguncha mo‘rili shkafda qizdirish plitasida qizdirildi. Sovitilgan eritma 100 ml hajmli polipropilen o‘lchov kolbasiga o‘tkazilib, ultra toza suv bilan chizig‘iga yetkazildi. Mazkur ishchi eritmadan shpritsli filtr yordamida filtrlanib analiz uchun foydalanildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. 68 ta elementning 2 % HNO_3 dagi 10 mg/l konsentratsiyali standart eritmasi (Highpuritystandards, AQSh), simob elementining 2 mol/l HNO_3 dagi 1000 mg/l konsentratsiyali standart eritmasi (Sigma Aldrich, Germaniya), 25 ta elementning 2 % HNO_3 dagi 10 mg/l konsentratsiyali standart eritmasi (Aristar, AQSh), 70 % HNO_3 (Sigma Aldrich, AQSh) eritmalaridan foydalanib elementlarning 2 % HNO_3 dagi standart ishchi eritmasi tayyorlandi va suyiltirish yo‘li bilan yana 3 xil standart ishchi eritmalar tayyorlandi. Bo’sh namuna sifatida 2 % li HNO_3 eritmasidan foydalanildi. Yuqoridagi standart ischi eritmalardan foydalangan holda 69 ta element uchun kalibrlovchi chiziq hosil qilindi.

Analizni bajarish Thermo Fisher Scientific (AQSh) tomonidan ishlab chiqarilgan iCAP PRO X Duo ICP-OES induksion bog‘langan plazmali optik emission spektometrida amalga oshirildi. Metodni yaratish, analiz natijalarini tahlil qilish QTegra ISDS dasturida bajarildi. Analiz parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Analiz metodi parametrlari.

Parametr	**Sozlamalar**	
Nasos trubkasi	Namuna uchun Tygon® sariq/oq	Drenaj uchun Tygon ® oq/oq
Nasos tezligi	45 ayl./daq	
Spray kamerasi	Shisha siklonik	
Nebulayzer	Shisha konsentrik	
Nebulizer gas oqimi	0,6 L·min^{-1}	
Sovutish gazining oqimi	12,5 L·min^{-1}	
Yordamchi gaz oqimi	0,5 L·min^{-1}	
Markaziy trubka	2 mm	
RF quvvati	1150 Vt	
Takroriylik	3 marta	
Analiz vaqti	Aksial	Radial
	15 sek	15 sek

Olingan natijalar. Analiz natijalari quyidagi 2,3-jadvallarda keltirildi.

2-jadval.

Kaktus tarkibidagi kimyoviy elementlarni IBP-OES usulida aniqlash natijalari, mkg/100 g.

№	**Makroelementlar**	**O’simlik nomi**
1	Ca	12001.249
2	Fe	347.485
3	K	15901.501
4	Mg	9962.317
5	Na	2659.174
6	P	1302.563

3-jadval.

Kaktus tarkibidagi yuqori ko‘rsatgichdagi mikroelementlar miqdori mkg/g.

Mikro elementlar	Al	Mn	Si	B	Sr	Ba	Zn

Kaktus	442.093	49.562	329.669	18.53	101.992	14.977	23.88
	Cu	Sn	**Cr**	**Li**	**Ti**	**Th**	**Sb**
Kaktus	3.401	9.78	103.464	83.102	4.194	5.742	7.58

Mikro elementlar	Ag	As	Au	Ba	Be	Bi	Cd
Kaktus	1.116	4.483	0.599	14.977	3.741	1.507	2.051
	Ce	Se	**Er**	**Eu**	**Hf**	**Th**	**Sn**
Kaktus	3.488	3.488	2.244	2.421	0.859	249,29	313,44

Mikro elementlar	Hg	Ho	In	Ir	Be	Bi	Cd
Kaktus	1.294	2.772	1.483	0.339	3.741	1.507	2.051
	Ce	Se	**Er**	**Eu**	**Hf**	**La**	**Lu**
Kaktus	3.488	3.488	2.244	2.421	0.859	2.482	2.289

* Izoh: <LOQ – natija aniqlanish minimumidan kichik

Kaktus namunalarining induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) yordamida kimyoviy tarkibini tahlil qilish natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘simlik tarkibida turli makro- va mikroelementlar mavjud bo‘lib, ularning ayrimlari miqdor jihatdan ajralib turadi [4].

Eng yuqori aniqlangan elementlardan biri bu kalsiy (Ca) bo‘lib, 393.366 nm radial to‘lqin uzunligida 42589.303 mg/kg miqdorda aniqlandi. Bu natija kaktusning suyak tizimi uchun foydali bo‘lgan kaltsiyga boyligini ko‘rsatadi va uni biologik faol qo‘shimcha sifatida qo‘llash imkoniyatini ta’minlaydi. Kaltsiy bilan bir qatorda kaliy (K) ham yuqori miqdorda – 15901.501 mg/kg miqdorda qayd etildi, bu esa kaktusning yurak-qon tomir tizimiga ijobiy ta’sir ko‘rsatish potensialini bildiradi [5].

Shuningdek, magniy (Mg) ham yuqori kontsentratsiyada aniqlangan bo‘lib, 285.213 nm da 9962.317 mg/kg va 279.553 nm da 9021.169 mg/kg ni tashkil qildi. Magniy markaziy asab tizimi faoliyatini yaxshilovchi va mushaklarning to‘g‘ri ishlashi uchun zarur bo‘lgan elementlardan biri hisoblanadi .

Fosfor (P) miqdori 1302.563 mg/kg bo‘lib, bu modda energiya almashinuvida (ATP sintezi) va hujayra tuzilmasida muhim rol o‘ynaydi. Temir (Fe) esa 347.485 mg/kg darajasida aniqlanib, gemoglobin sintezi va qon kislorod tashish faoliyatida ahamiyatlidir [6].

Bundan tashqari, kremniy (Si) miqdori 329.669 mg/kg, xrom (Cr) – 103.464 mg/kg, natriy (Na) – 2659.174 mg/kg, seziy (Cs) – 244.498 mg/kg va litiy (Li) – 83.102 mg/kg darajalarida aniqlandi. Ularning har biri turli fiziologik jarayonlarda ishtirok etadi, jumladan, suyak zichligi, glyukoza almashinuvi va asab impulslarini uzatishda [7].

Umuman olganda, yuqoridagi tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, kaktus o‘simligi muhim mineral va mikroelementlarga boy bo‘lib, u sog‘liqni saqlash, biologik faol qo‘shimchalar ishlab chiqarish va funktsional oziq-ovqatlar tayyorlashda istiqbolli xomashyo sifatida qaralishi mumkin.

Xulosa Ushbu tadqiqotda kaktus namunasi tarkibidagi kimyoviy elementlar miqdori induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) usuli orqali muvaffaqiyatli aniqlab chiqildi. Olingan natijalarga ko‘ra, kaktus tarkibi biologik faol elementlarga boy ekani ma’lum bo‘ldi. Ayniqsa, kalsiy (Ca), kaliy (K), magniy (Mg), fosfor (P), temir (Fe) kabi makroelementlar yuqori miqdorda aniqlanib, kaktusning sog‘liq uchun foydali tabiiy manba ekanini isbotlaydi.

Bundan tashqari, kaktusda kremniy (Si), xrom (Cr), litiy (Li), seziy (Cs) kabi kimyoviz elementlar ham mavjud bo‘lib, ularning ayrimlari organizmdagi muhim fiziologik jarayonlarda ishtirok etadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, kaktus o‘simligi kimyoviy elementlar tarkibi bo‘yicha yuqori biofaollikka ega bo‘lib, uni xalq tabobatida, farmatsevtika sanoatida va biologik faol qo‘shimchalar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sifatida qo‘llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of Instrumental Analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
2. Boss, C. B., & Fredeen, K. J. (2004). *Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (3rd ed.). PerkinElmer Inc.

3. Montaser, A. (1998). *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*. Wiley-VCH.

4. Mierzwa, J., & Sun, Y. C. (2003). Application of ICP-OES for the determination of trace elements in plant materials. *Analytical Letters*, 36(13), 2703–2712. https://doi.org/10.1081/AL-120024043

5. Buldini, P., Ricci, R., & Sharma, J. L. (2002). Recent applications of inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in food analysis. *Talanta*, 57(3), 449–465. https://doi.org/10.1016/S0039-9140(02)00088-0

6. Savvin, S. B., & Makarov, V. A. (2011). Analytical chemistry of plants and biological objects. *Russian Journal of Analytical Chemistry*, 66(2), 121–132.

7. Azizov, A. A., & Abdurashidov, Sh. R. (2022). Kaktus o‘simligining kimyoviy tarkibi va farmakologik xususiyatlari. *O‘zbekiston biologiya jurnali*, 2(4), 78–83.

8. Xolmatov, R. M., & Tursunov, A. T. (2021). ICP-OES usulida o‘simlik namunalari tarkibidagi mikroelementlarni aniqlash metodikasi. *Kimyo va hayot*, 5(1), 32–37.