



UDK: 581.9(471.9)

Xolmurod JALOV,
SamDU dotsenti
Farrux ABDIRASULOV,
SamDU kafedra mudiri (PhD)
E-mail: farruxabdirasulov@mail.ru
Soxib PARDABOYEV,
Jizzax davlat pedagogika universiteti o'qituvchisi
Dildora NORBOYEVA,
SamDU magistranti

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti dotsenti A.Nurniyozov taqrizi asosida

BIOMONITORING OF RADIONUCLIDES IN SOIL AND AIR USING MOSS

Annotation

The level of air and soil pollution with heavy metals and radionuclides has increased significantly over the past decades. Since radionuclides can be transported over long distances from the source along with air masses and accumulate in the environment during fallout, their negative consequences may not appear immediately, but over time. The article presents the results of the study of scientific sources and research results. For this, the use of bryophytes as a biological object and monitoring system is suitable.

Key words: Bryophyte, monitoring, ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , soil, atmosphere, *Grimmia laevigata*, *Ptychostomum schleicheri*, acid soil, radionuclides.

БРИОФИТЛАР YORDAMIDA TUPROQ VA HAVO TARKIBIDAGI RADIONUKLIDLARNI BIOMONITORING QILISH

Annotatsiya

Atmosfera va tuproqning og'ir metallar va radionuklidlar bilan ifloslanish darajasi so'nggi o'n yilliklarda sezilarli darajada oshdi. Radionuklidlar havo massalari bilan birga manbadan uzoq masofalarga tashilishi va cho'ktirilganda atrof-muhitda to'planishi mumkinligi sababli, ularning salbiy oqibatlari darhol emas, balki vaqt o'tishi bilan paydo bo'lishi mumkin. Maqolada foydalanish uchun ilmiy manbalar o'rganish natijalari va tadqiqot natijari keltirilgan. Buning uchun biologik ob'ekt sifatida yo'sinlardan foydalanish va monitoring tizimi mos keladi.

Kalit so'zlar: Briofit, monitoring, ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , tuproq, atmosfera, *Grimmia laevigata*, *Ptychostomum schleicheri*, kislotali tuproq, radionuklidlar.

БИОМОНИТОРИНГ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ И ВОЗДУХЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОХОВЫХ

Аннотация

Уровень загрязнения атмосферы и почвы тяжелыми металлами и радионуклидами за последние десятилетия значительно возрос. Поскольку радионуклиды могут переноситься на большие расстояния от источника вместе с воздушными массами и накапливаться в окружающей среде при выпадении, их негативные последствия могут проявляться не сразу, а со временем. В статье представлены результаты изучения научных источников и результаты исследований. Для этого подходит использование бриофитов в качестве биологического объекта и системы мониторинга.

Ключевые слова: Мохообразный, мониторинг, ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , почва, атмосфера, *Grimmia laevigata*, *Ptychostomum schleicheri*, кислая почва, радионуклиды.

Kirish. Hozirgi kunda jamiyat jadal rivojlanish bosqichida ekan, insoniyatning tabiiy muhitga tasiri bevosita va bilvosta yo'nalishda amalga oshadi. Ma'lumki, bugungi kunda insoniyat faoliyati texnik va texnikaviy vositalarga bog'liq bo'lib, shu bilan birga tabiiy muhitga ta'siri ko'rinmas, mahalliy, mintaqaviy va global muommolarga sababchi bo'lmoqda. Ko'pchilikka ma'lumki, barcha mintaqalarda kasalliklar sonining ortishi, iqlim o'zgarishlari, bioxilma xillikning yo'qolishi, suv, havo, tuproq tarkibining yomonlashuvi asosiy ekologik ko'rsatkichlar bo'lib birorta davlatni chetlab o'tmagan.

Bundan kelib chiqqan holda ekologik o'zgarishlarni oldini olish, yashash muhit tarkibini tizimli baholash muhim va dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Bunday vazifalarni bajarish uchun hozirgi ilm-fan shuni ko'rsatmoqdaki, bugungi kunda hajm jihatidan kichik bo'lsada biologik indikator sifatida briofitlarga tenglasha oladigan organizm uchramasligi ma'lum. Chunki bu organizmlar barcha qit'alarda uchraydi, har qanday ekologik sharoit va substatda o'sish qobiliyatiga ega, tashqi muhit o'zgaruvchanligi ta'sirchanligi, har qanday muhit holatini baholashga yordam berishi bilan boshqa organizmlardan farqlanadi.

Yuqoridagi vazifalarni bajarish uchun atrof muhit holatini baholash suv va tuproq hamda atmosfera havosi tarkibini aniqlashda briofit ya'ni yo'sinlardan briometr ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Rivojlangan davlatlar bugungi kunda suv, havo, va tuproq tarkibini doimiy monitoring qilib bormoqda, buning natijasida ekotizimni yomonlashishiga sabab bo'luvchi mexanizmlar o'rniga tabiiy ekologik vositlar bilan ishlash ustida izlanishmoqda. Ma'lumki briofitlarda ildiz tizimi rivojlanmaganligi sababli har qanday substrat tabiatida o'sa oladi, hamda keng adabatsiya xususiyatiga ega bo'lganligi uchun har xil ekologik sharoitlarda yashay oladi. Masalan: *Funaria*

hygrometricaning filamentli protonemal hujayralari ikki valentli qo'rg'oshin (Pb) ni o'z ichiga olgan eritmalar ta'sirida tanasining quruq og'irligining 74% gacha, (Pb) to'plashi mumkin. "Briofitlarni suv va atrof-muhit bilan munosabatlari bir parcha qog'ozga o'xshaydi", "Tosh ustiga bir varaq qog'oz qo'ysangiz, yomg'ir yog'sa, ho'l bo'lib, quyosh chiqishi bilanoq quriydi. Bu esa briofitlarning biologiyasi" - deydi Berkli Kaliforniya universiteti botanik olimi Brent Mishler [5].

Tuproqdagi ^{226}Ra ning o'rtacha konsentratsiyasi 26 Bk/kg, 2,0 Pb va 2,0 Rho-33 Bq/kg ga ko'ra va bu izotoplarining 30% atmosferadan tushishi bilan tuproqqa kiradi. Oddiy tuproqlarda ^{226}Ra kam migratsiya qiladi. Tuproqning kislotaliligi oshishi uning migratsiyasini kuchaytiradi. Tuproqning filtrlash qobiliyati tufayli ^{226}Ra ning kirib borish chuqurligi cheklangan.

Kislotali tuproqlarda ^{226}Ra konsentratsiyasi muvozanat holatdagi ^{238}U konsentratsiyasidan oshadi. ^{226}Ra konsentratsiyasi namuna tarkibidagi Fe, Mn, Al minerallar, gidroksidlari va organik moddalar miqdoriga bog'liq. Qurg'oqchil iqlim zonasining qora tuprog'ida (chernozem) ^{226}Ra asosan karbonatli va sulfatli bog'lanishlarda to'planadi va boshqa gidroksidli tuproq metallarining karbonatlari va sulfatlari bilan birga cho'kadi.

O'simliklar tomonidan ^{226}Ra to'planish koeffitsiyenti birdan katta. Bu esa to'siqqa uchramaydigan elementlarga ishora qiladi. Eng yuqori ^{40}K nam iqlim zonasi o'simliklarida kuzatiladi. Qurg'oqchil hudud uchun ^{40}K sezilarli darajada past bo'ladi, chunki birinchi holda o'simliklarning ildiz eksudati qattiq faza yoki almashinuv shakllari natijasida so'rilgan ^{226}Ra ni osongina ajratib oladi. Ikkinchi holda, ^{226}Ra yomon eriydigan yoki Ca sulfatlari bilan bog'lanadi, 40 sm qalinlikdagi qatlamdagi kvadrat kilometrlil tuproqda ~1 g Ra mavjud. ^{228}Ra (mezotoriy) Th ning boshqa yemirilish mahsulotlariga qaraganda ancha zaharli. ^{228}Ra va ^{226}Ra ning biologik ta'siri bir xil, ammo ular tanada boshqacha harakat qiladigan turli xil mahsulotlarni beradi. ^{228}Ra ^{226}Ra dan 2 baravar zaharliroq: uning organizmdagi ruxsat etilgan maksimal miqdori 0,05 mKsi, havodagi maksimal ruxsat etilgan konsentratsiyasi esa 4×10^{-12} mKCi/ml; ^{226}Ra ning 1 mKCi 1 mg vaznga to'g'ri keladi, ^{228}Ra holatida esa 1 mKCi 0,0042 mkg vaznga to'g'ri keladi [2].

Prezidentimiz tomonidan 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi PF-60-soniga ko'ra "Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish orqali 2026-yilga qadar iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20% ga oshirish va havoga chiqariladigan zararli gazlar hajmini 20% ga qisqartirish choralari ko'rilgan, o'shbu farmon ijrosini amalyotga joriy qilish imkoniyatlaridan briofitlardan istiqbolli foydalanish mo'mkin [9].

Tadqiqot metodologiyasi. Namuna quruq – havo usulida qurutiladi va boshqa turli o'tlardan tozalanadi, qurugan namuna iloji boricha namuna miqdorini (massasini) yuqotmasdan maxsus idishga solinib maydalanadi va teshigining diametri 3 mm metall elakdan elaklanadi.

Tekshiriladigan namunalar xajmi 1 l bo'lgan Marinelli idishiga belgilangan chizig'igacha to'ldiriladi va idish qopqog'i germetik mahkamlanadi:

- har bir namuna massasini aniqligi 10 grammlil taroziga o'lchab olinadi
- tayyorlangan namunalarning gamma - spektri hajmi Ø 80x80 mm NaI(Tl)
- kristalli ssintillyatsion gamma - spektrometrdagi o'lchab olinadi.

Gamma – spektrometrning ajrata olish qobiliyati ^{137}Cs 661 KeV energiyada gamma chizig'i uchun 8% tashkil qiladi.

O'lchash vaqti t=6 soat.

-spektrni tahlil qilish va qayta ishlash 4096 kanallil analizator rejimida ishlovchi kompyuterning ASW (RADEK) dasturida amalga oshirildi.

- ^7Be ning solishtirma aktivligi 478 keV energiyali fotocho'qqisi asosida aniqlandi.

Tekshirilgan briofitlarning gamma-spektrida ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , va ^7Be radionuklidlarining fotocho'qqilari aniqlandi. Ularning gamma-aktivliklari OMACH majmuasidagi etalon ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra va ^{212}Th radionuklidlarning spektrlari bilan solishtirish orqali hisoblandi [2].

Tahlil va natijalar. Bizning tadqiqotimizdan maqsad atrof-muhit havosining tozaligini baholashda briofitlardan bioindikator sifatida foydalanish imkoniyatlarini o'rganish hisoblanadi, bunda biz bioindikator bo'lgan briofitlardan foydalandik.

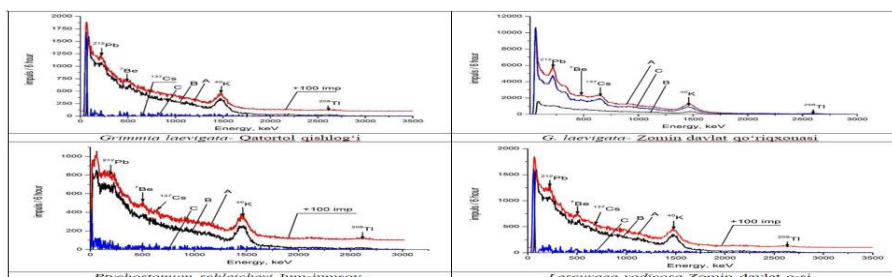
Tabiatdagi tabiiy radionuklidlarning (TRN) asosiy hissasini U-Th tabiiy radioaktiv oilalarning α va β yemirilishi natijasida hosil bo'luvchi qisqa yashovchi yadrolarning gamma nurlanishi hamda radioaktiv oilalarga kirmaydigan tabiiy radioaktiv izotop kaliy ^{40}K tashkil qiladi. Bundan tashqari og'ir yadrolar bo'linishida (yadroviy reaktorlardagi chiqindilar va turli xil yadroviy sinovlar) hosil bo'ladigan texnogen radionuklid sezii ^{137}Cs va kosmik va gollaktil nurlanishlardan hosil bo'ladigan kosmogen radionuklid berilliy ^7Be o'z hissasini qo'shadi. Kosmogen radionuklidlar atmosferada paydo bo'lib, keyin yer yuziga chang, qor, yomg'ir, shudring orqali tushadi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, turli kosmogen yoki texnogen usulda yig'ilgan radionuklidlar va ulardan hosil bo'ladigan hosilaviy nuklidlarning organizmga tasiri va ushbu elementlarni ekosistemadagi miqdoriy holatini aniqlab borish muhim va dolzarb masalalardan bo'lib hisoblanmoqda.

Namuna sifatida bir turga mansub bo'lgan epilil, akrokarp- *Grimmia laevigata* (Brid.) Brid., ning ikki joydan namunalari yig'ib olindi. Birinchi namuna shahar ekosistemasiga yaqin bo'lgan hudud Samarqand viloyati Bulung'ur tumaniga yaqin joylashgan Baxmal tumani Qatortol qishlog'i hududidan ($39^{\circ}41'29.3''\text{N}$ $67^{\circ}35'23.1''\text{E}$) olingan bo'lsa, ikkinchi namuna esa shahar ekosistemadan uzoq bo'lgan Zomin davlat qo'riqxonasi hududidan ($39^{\circ}37'00.9''\text{N}$ $68^{\circ}22'05.7''\text{E}$) olindi. Bu turning o'ziga xosligi shundaki, toshlar yuzasida o'sib zich qalin qoplam hosil qiladi va poya barglari orasida to'plangan chang qum, tuproqlarni ham tutib qoladi, shuning uchun bu turning poya va barglari orasida sezilarli darajada tuproqni uchratishimiz mumkin.

Epilil briofitlar tanasida elementlarni ko'proq atmosfera yog'inlari, shamol, chang to'zonlardan to'plashi mumkin. Ikkinchi va uchinchi turlar transport magistrallaridan uzoq Jum-jumsoy, ($39^{\circ}40'18.6''\text{N}$ $67^{\circ}50'04.9''\text{E}$) hududidan epigey gigrofit tur (*Ptychostomum schleicheri* (DC.) J.R. Spence ex D. Bell & Holyoak.) va Zomin davlat qo'riqxonasi xududidan ($39^{\circ}35'11.5''\text{N}$ $68^{\circ}20'54.2''\text{E}$) uchinchi, epilil mezofit (*Lescurea radicata* (Mitt.) Monk. turlar olindi (5.5.5-jadval).

Namunalar tarkibidagi tabiiy (TRN) va texnogen radionuklidlarning (^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , va ^7Be) konsentratsiyasi SamDU qoshidagi Yadro fizikasi laboratoriyasidagi (RADEK) kompleksidagi ssintillyatsion gamma – spektrometrlarida amalga oshirildi. Gamma spektrometrdagi o'lchangan namunalarning miqdoriy tahlili ASW dasturiy taminotida qayta ishlendi va fotocho'qqilari aniqlandi (1-rasm).



1-rasm. Gamma spektrometrdagi o'lgan turlarning fotocho'qqilari.

Izoh: A – namuna spektri, B – fon spektri, C – namunaning haqiqiy (tozalangan) spektri va namuna tarkibidagi TRN K-40, Ra-226, Th-232 va texnogen Cs-137 radionuklidlarning γ -spektri.

Namunalar tarkibidagi tabiiy (TRN) va texnogen radionuklidlarning (^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{137}Cs , va ^7Be) konsentratsiya natijalari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Namunalar tarkibidagi radionuklidlarning konsentratsiyasi

№	Элемент	<i>G. laevigata</i>	<i>G. laevigata</i>	<i>Ptychostomum schleicheri</i>	<i>Lescurea radicata</i>
		Qatortol k.	Zomin d.k.	Jum-jumsoy	Zomin d.k.
1	Ra-226 Bk/kg	52,262±11	36,224±13	9,849±4	<2,13
2	Th-232 Bk/kg	47,4±6,7	28,321±4,5	8,003±1,5	8,21±1,3
3	K-40 Bk/kg	643,9±72	544,38±52	<59	<31
4	Cs-137 Bk/kg	78,112±8,5	54,27±7,4	<3,5	41,29±6,3
5	Be-7 Bk/kg	<5,59	-	-	-

Izoh 2.: Namunalarining aktivligi ($A \pm \Delta A$) Bk/kg. "<" - miqdoriy aniqlash chegarasidan kichik (1-2-Namunalar : *G. Laevigata*-

1- Qatortol qishlogidan, 2- Zomin davlat qo'riqxonasi hududidan, 3- Namuna: *Ptychostomum schleicheri*- Baxmal tumani, Jum-jumsoy hududidan, 4- Namuna: Zomin davlat qo'riqxonasi hududidan).

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ikki joydan olingan bir turga mansub *G. laevigata* da radionuklid tarkibi sezilarli darajada o'zgarganligini ko'rishimiz mumkin. Masalan: ^{226}Ra farqi 16,038, ^{232}Th da esa 19,07 ga, ^{40}K da 99,52 ga, ^{137}Cs da 23,84 ga yuqori ko'rsatkichga egalik qilishi bilan farqlanishini ma'lum bo'ldi, bundan tashqari 1-namunada miqdoriy aniqlash chegarasidan kichik 5,59 bo'lsada ^7Be mavjud, 2-namunada ^7Be yo'qligini ko'rishimiz mumkin, bunga sabab Qatortol hududining iqlim ko'rsatkichlari qo'riqxonada hududidan sezilarli darajada farqlanadi chunki ko'p yog'in natijasida ^7Be yuvilib ketishi bilan ham izohlanishi mumkin. Har ikki turga e'tibor berilganda miqdoriy jihatdan ^{40}K , so'ngra texnogen ^{137}Cs va ^{226}Ra to'planganini ko'rishimiz mumkin. Tahlillar natijasida shu narsa aniq bo'ldiki kosmogen radionuklid ^7Be miqdori aholi yashaydigan joyda, qo'riqxonada hududidagi miqdorga nisbatan ko'proq ekanligi aniqlandi.

Xulosa va takliflar. Tahlillar shuni ko'rsatdiki *G. laevigata* da radionuklid tarkibi sezilarli darajada o'zgarganligi ya'ni ^{226}Ra farqi 16,038, ^{232}Th da esa 19,07 ga, ^{40}K da 99,52 ga, ^{137}Cs da 23,84 ga miqdori yuqoriligi bilan farqlanishi ma'lum bo'ldi, *Ptychostomum schleicheri* turida ^{40}K , ^{137}Cs radionuklidlar miqdoriy aniqlash chegarasidan kichik, *Lescurea radicata* turida esa ^{226}Ra va ^{40}K radionuklidlar miqdoriy aniqlash chegarasidan kichikligini ko'rishimiz mumkin. Har ikki turda ham balki barcha turlarda ham ^{232}Th , so'ngra ^{137}Cs va ^{226}Ra radionuklidlar to'planganini bilan izohlanadi. ^7Be esa faqat bir tur *G. laevigata* da yani Qatortol sanoatlashgan mintaqada to'planganligini aniqlandi.

Xulosa qilib aytganda tabiatni tabiiy bioindikatorlardan tizimli biomonitoring qilishda briofitlar hozirgi kunda eng maqbul ob'ekt hisoblanadi sababi briofitlar yer yuzining deyarli barcha mintaqalarida va barcha substratlarida o'sishga moslashgan o'zlari uchun kerakli barcha elementlarni havo, tuproq va namlikdan oladi natijada havo tarkibini zararli elementlardan tozallanadi.

ADABIYOTLAR

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 28-январьдаги (ПФ-60-сон) «2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» фармони.
2. Azimov A.N., Hushmuradov Sh.Kh., Muminov I.T. et al. Gamma-spectrometric determination of natural radionuclides and ^{137}Cs concentrations in environmental samples. The improved scintillation technique. - Rad. Measurements, 2008, № 43, p. 66-71.
3. Buse A., Norris D., Harmens H., Biiker P., Ashenden T., Mills J. Heavy metals in European mosses: 2000/2001. Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, ISBN: 1870393 70 8, UK, 2003. - 45-123 p.
4. Dierßen K. Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes / K. Dierßen // Bryophytorum Bibliotheca. Bd.56. - Berlin, Stuttgart: Cramer in der Gebr. - Borntraeger-Verl.- Buchh., 2001. - 283 p.
5. Давыдова С.Д., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты 21 века. Изд-во РУДН, 2002. - 140 с.
6. Govindaparyari H., Leleeka M., Nivedita M. and P.L. Uniyal Bryophytes: indicators and monitoring agents of pollution 17 September 2009; Revised and Accepted: 2 January 2010. P. 35-41.
7. Misao Itouga, Manabu Hayatsu, Mayuko Sato, Yuuri Tsuboi, Yukari Kato, Kiminori Toyooka, Suechika Suzuki, Seiji Nakatsuka, Satoshi Kawakami, Jun Kikuchi, Hitoshi Sakakibara* Protonema of the moss *Funaria hygrometrica* can function as a lead (Pb) adsorbent PLOS ONE // <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189726> December 20, 2017.1-19.
8. Turetsky M.R. The role of bryophytes in carbon and nitrogen cycling / M.R. Turetsky // The Bryologist. - 2003. - V.106. №3. - P. 395-409.
9. Wolterbeek B. Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives // Environmental Pollution. 2002. - Vol. 120. - p.1121.