

ӘОЖ 543.054.2

**АҚМОЛА ОБЛЫСЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ ТҮСУЛЕРДІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АУЫР  
МЕТАЛДАРДЫ МҮК-БИОИНДИКАТОРЛАРЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ**

**Қуанышбай Ақжол**

[Kuanyshbay\\_akzhol@mail.ru](mailto:Kuanyshbay_akzhol@mail.ru)

М089-Физикалық химия мамандығының 2 курс магистранты

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті

Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Н.М.Омарова

Бұл мақалада БҰҰ-ның Еуропа ауасы жөніндегі бағдарламасы (UNECE ICP Vegetation) шеңберінде биомонитор-мүктерді талдау негізінде Ақмола облысының аумақтарында ауыр металдардың атмосфералық түсулерін зерделеу кезінде алынған деректер ұсынылған. Индуктивті байланысқан плазмамен атомдық эмиссиялық спектрометрия нәтижесінде алғаш рет 45 элемент

анықталды: Ag, Al, As, Au, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, Hg, I, In, K, La, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, V, U, W, Yb, Zn, Zr [1].

Қазіргі уақытта жеткіліксіз ойластырылған табиғат пайдалану стратегиясы, шаруашылықты экстенсивті дамыту, біздің өмірімізге стихиялық нарықтың тез басып кіруі салдарынан Қазақстан Республикасының табиғи ортасының тозу процестері жалғасуда. Оның ең жарқын көріністері – аумақтардың шөлейттенуі, су ресурстарының сарқылуы, атмосфераның ластануы, қауіпті табиғи құбылыстардың жандануы. Қазақстанның көптеген аудандарында жағдайдың күрделене түскені соншалық, егер пәрменді шаралар уақтылы қабылданбаса, экожүйенің дамуын болжау және басқару мүмкіндігін бақылаудан алып тастауға болады. Табиғи ортаның тұрақсыздануының салдары адам денсаулығы үшін де қауіпті. Экологиялық дағдарыс аймақтарында олар қазірдің өзінде пайда болды.

Табиғи ортаның техногендік әсерлерге осал, тұрақсыз жағдайында Қазақстанда ластанудың айқын сипатымен ерекшеленетін бірнеше өңір құрылды. Бұл ретте атмосфераға шығарылатын барлық шығарындылардың 80% - ға жуығы автокөлік туралы айтпағанда, атмосфераның негізгі ластанушылары энергетика, қара және түсті металлургия, көмір және мұнай өнеркәсібі кәсіпорындары болып табылады. Мұның бәрі ғылыми-зерттеу және әкімшілік деңгейде шұғыл және белсенді араласуды қажет ететін маңызды проблема болып табылады [2].

Қоршаған ортаны зиянды антропогендік әсерден қорғау қызметтің екі негізгі бағытын қамтиды: бақылау және басқару. Мониторинг олардың біріншісінің орындалуын қамтамасыз етуі керек: қоршаған ортаның жай-күйін үнемі бақылауды ұйымдастыру.

Мүктер, олардың құрылымының ерекшеліктеріне байланысты, ауа мен жауын-шашыннан із элементтерін тиімді шоғырландырады. Олар аэрозольді сүзгілердің аналогы ретінде қызмет етеді және тірі жүйелер болып табылады, олардың элементтік құрамы атмосфераның күйін жақсы көрсетеді. Олардың таралуы, қол жетімділігі және іріктеудің жеңілдігі тұрғысынан олар зерттеуге арналған әмбебап объектілер болып табылады. Атомдық эмиссиялық спектрлік талдау осы мәселені шешу үшін ең қолайлы негізгі аналитикалық құрал ретінде таңдалды [3].

#### Қолданылатын әдістер

Индуктивті байланысқан плазмасы бар атомдық эмиссиялық спектроскопия (ICP-AES), сонымен қатар индуктивті байланысқан плазмасы бар оптикалық эмиссиялық спектрометрия (ICP-OES) химиялық элементтерді анықтау үшін қолданылатын аналитикалық әдіс болып табылады. Бұл эмиссиялық спектроскопияның бір түрі, онда индуктивті байланысқан плазма белгілі бір элементке тән толқын ұзындығымен электромагниттік сәуле шығаратын қозған атомдар мен иондар жасау үшін қолданылады. Плазма-иондалған бастапқы газдың (көбінесе аргонның) Жоғары температуралы көзі. Плазма мегагерц жиіліктерінде салқындатылған электр катушкаларының индуктивті байланысы арқылы ұсталады. Көздің температурасы 6000-нан 10 000 К-ге дейін. әр түрлі ұзындықтағы жарық толқындарының сәулелену қарқындылығы үлгідегі элементтердің концентрациясына пропорционалды.

Әдісті қолдану барысында 45 элемент анықтауға мүмкіндік бар: Ag, Al, As, Au, Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, Hg, I, In, K, La, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Sm, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, V, U, W, Yb, Zn, Zr [4].

Зерттелетін аумаққа әсер ететін ластану көздерінің әртүрлі түрлерін анықтау үшін мүмкіндігінше көп химиялық компоненттерді анықтау қажет. Айта кету керек, әр элементтің концентрациясы тиісті изотоптың белсенділігі мен табиғи қоспадағы изотоптардың орташа қатынасы бойынша есептелді.

Биомонитор мүктерінің сынамаларының ауыр металдар құрамын талдау Shimadzu фирмасының ICPE-9000 индуктивті-байланысқан плазмасы бар Атом-эмиссиялық спектрометрінде (АЭС ИСП) да жүргізілді, өйткені барлық ауыр металдарды ҰАА, атап айтқанда Ag, Cu, Cd және Pb көмегімен анықтауға болмайды.

ИСП АЭС-бұл жоғары сезімталдықпен және 10-7% дейінгі концентрациядағы бірқатар металдар мен бірнеше бейметалдарды анықтай алатын атомдық эмиссиялық спектрометрияның бір түрі. Бұл әдіс атомизация көзі ретінде индуктивті байланысқан плазманы қолдануға негізделген. Осы әдісті қолдана отырып, осы зерттеуде Ag, Cu, Cd және Pb анықталды [5].

ИСПЕ-9000-де жұмыс істеу үшін үлгілер сұйық күйде болуы керек және органикалық заттар болмауы керек, олар орындаушылар тобы таңдаған шарттарға сәйкес MDS-10 көмегімен ыдырады [6]. Микротолқынды ыдырау жүйесін қолдану ыдырау процесінің уақытын азайтуға, сондай-ақ химиялық реагенттердің құнын азайтуға және ыдырау сатысының тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Талдаудың барынша дәл нәтижелеріне қол жеткізу үшін мүктерді одан әрі сынама дайындау үшін сынамаларды іріктеу тоқсандау әдісі бойынша жүргізілді.

Мүктердің тек бүйірлік (pleurocarpous) түрлерін таңдау керек. Алдыңғы зерттеулердегідей, мүктердің екі түрі ең қолайлы: *Hylocomium shining* және *Pleurozium schreberi*. Алайда, бірқатар елдерде сіз бүйірлік мүктердің басқа түрлерін, ең алдымен *Hypnum cupressiforme*, содан кейін *Pseudoscleropodium pure* (Harmens et al., 2010; 2013b). Мүктердің басқа түрлерінің қатарына *Abietinella abietina* var *abietina* (Hedw.) Таулы аудандарда сәтті сынақтан өткен *M. Fleisch* (Zechmeister, 1998; 2003). Қолайлы түрлері жоқ құрғақ аймақтарда Барбула Телл сияқты басқа мүктерді де таңдауға болады (Nguyen Viet et al., 2010), *Camptothecium* кремді ақ, *Homalothecium* кремді АҚ және *Homalothecium sericeum* (Barandovski et al., 2008).



Сурет 1. *Hylocomium splendens*



Сурет 2. *Pleurozium schreberi*



Сурет 3. *Pleurochaete squarrosa*

#### ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

Зерттеу кезінде мүктерді жинау мен оны анализге дайындау өте маңызда болып табылады.

Сынаманы іріктеу күзде Ақмола облысының аумағында жүргізілді және БҰҰ Еуропа ауасы жөніндегі бағдарламасы (нұсқаулыққа сәйкес UNECE/ICPVegetation) шеңберінде сынаманы іріктеу жүргізілді [7]

Үлгілер қолғаппен алынып, ластанудың алдын алу үшін полиэтилен пакеттерге орналастырылды.

2019 жылдың қазан айында Ақмола облысының аумағында мүктердің 80 үлгісі жиналды, оның ішінде 40 үлгі Талдау үшін іріктелді. Мүктердің 6 түрі жиналды *Hurpnum cupressiforme*, *Brachythecium salebrosum*, *Abietinella abietina*, *Homalothecium sericeum*, *Homalothecium philippaeum*, және *Homalia trichomanoides* [8].

Сынама іріктеу БҰҰ бағдарламасына сәйкес жүзеге асырылды. Сынама алу нүктесінің карталары 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4. Ақмола облысындағы сынама алу нүктелерінің негізгі картасы

#### Атомдық-эмиссиялық талдау үшін сынама дайындау

АЭС үшін 0,5 г мүк үлгілері алынып, ыдыстарға орналастырылды. Содан кейін үлгілері бар ыдыстарға 7 мл азот қышқылы және 2 мл сутегі асқын тотығы қосылды. Толық ыдырау үшін ыдыстар микротолқынды жүйеге орналастырылды (MASTER (MDS-10) жоғары тиімді және жоғары деңгейлі ыдырау жүйесі). Сынамаларды ыдырату 2 МПа қысымда, қуаты 800 В және уақыты 40 минут кезінде жүзеге асырылды. Бөлме температурасына дейін салқындағаннан кейін үлгілер арнайы ыдысқа ауыстырылды.



**Shanghai Sineo Microwave Chemistry Technology Co., Ltd.**

Сурет 5. Микротолқынды ыдырауға, экстракцияға және синтезге арналған жоғары тиімді жүйе MASTER (MDS-10)

**Сапаны бақылау**

АЭС үшін калибрлеу ерітінділері 1 г/л стандартты ерітіндіден дайындалды.

Талдау сапасын бақылау үшін М2 мүктерінің стандартты үлгілері қолданылды. Стандартты үлгілерді таңдалған мүк үлгілерімен бір уақытта талдау керек, сондықтан мүктердің стандартты үлгілері де ыдырады. Ол үшін М2 стандартты ерітіндісінің 0,5 г үлгісі алынып, ыдыстарға орналастырылды. Содан кейін үлгілері бар ыдыстарға 7 мл азот қышқылы және 2 мл сутегі асқын тотығы қосылып, микротолқынды жүйеге орналастырылды.

Сапаны бақылау үшін ұлттық стандарттар және технологиялар институтының (NIST, Gaithersburg, MD, USA) мынадай сертификатталған стандарттары пайдаланылды: 1632с (NIST), 1633b (NIST), 1547(NIST). 1549 (NIST), 1633с (NIST), 2709 (NIST)

**Қорытынды**

Алғаш рет атмосфералық түсулердің құрамындағы ауыр металдарды мүк-биоиндикаторларының көмегімен зерттеу әдісі Шығыс және Батыс Қазақстан облыстарында сыналды. Менің ғылыми жұмысымда алғаш рет Ақмола облысы зерттелді.

ҚР аумағындағы ауаның ластануын бағалауға арналған бұл жұмыста мүктердің үлгілері 2019-20 жылдардың күзгі-жазғы кезеңдерінде Ақмола облысының 80 нүктесінен жиналды. Зерттеуде AES-ISP аналитикалық әдісі қолданылады. Алдағы уақытта әр үлгіде 45 химиялық элементтердің концентрациясы анықталады деп жоспарлануда.

Зерттелетін аймақтағы ластану көздерінің әртүрлі түрлерін бағалау үшін алынған нәтижелерге статистикалық талдау жүргізіледі.

Талданған 80 мүк үлгілерінен сипаттамалық статистика жасалды (n=80). Орташа көрсеткіштер, сондай-ақ элементтердің минималды-максималды концентрациясының аралықтары Норвегияда алынған нәтижелермен салыстырылады.

Алынған мәліметтерді өңдеудің статистикалық және графикалық әдістері ауадағы бірқатар улы элементтердің табиғи және антропогендік шығу тегін анықтауға мүмкіндік береді.

Бір географиялық аймақта металлургия, химия, мұнай-газ және тау-кен өнеркәсібі объектілерінің осындай шоғырлануы осы өнеркәсіптік торап аумағында тұратын халықтың денсаулық жағдайына әсер ете алмайтыны сөзсіз.

Қазақстан "2030 Стратегиясын", "2007-2024 жылдарға арналған орнықты дамуға көшу тұжырымдамасын" жүзеге асыра отырып, ұзақ мерзімді экологиялық стратегияның мақсатын

қояды- қоғам мен қоршаған ортаның өзара әрекеттесуін үйлестіру, сондай-ақ экологиялық таза, қолайлы өмір сүру ортасын құру осы мақсаттың негізінде атмосфераның жай-күйін егжей-тегжейлі зерделеу және өндірісті экологияландыру, әсіресе өнеркәсіптің жетекші салаларында табиғатты қорғау технологияларын дамыту саласында неғұрлым тиімді жұмыстарды болашақта әзірлеу және жүргізу мақсатында сынама іріктеу алаңын ұлғайту және Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында жұмыстарды одан әрі жалғастыру қажеттілігі туралы айтуға болады.

Диссертация тақырыбы бойынша менің зерттеулерімнің нәтижелері «Қазақстан» бөлімінде әлемнің экологиялық картасын жасау кезінде пайдаланылатын болады.

### **Қолданылған әдебиеттер тізімі**

- 1 Frontasyeva M., Harmens H., Uzhinskiy A. and the participants of the moss survey. Mosses as biomonitors of air pollution: 2015/2016 survey on heavy metals, nitrogen and POPs in Europe and beyond. ISBN: ISBN 978-5-9530-0508-1, 2020, pp. 165.
- 2 Frontasyeva M.V., Steinnes E., Harmens H. Monitoring long-term and large-scale deposition of air pollutants based on moss analysis. Chapter in a book “Biomonitoring of Air Pollution Using Mosses and Lichens: Passive and Active Approach – State of the Art and Perspectives”, Edts. M. Aničić Urošević, G. Vuković, M. Tomašević, Nova Science Publishers, New York, USA, 2016.
- 3 Джаналиева К.М., Будникова Т.И., Веселов Е.Н. и др. Физическая география Республики Казахстан. - Алматы: Казак университети, 1998. - 266 с.
- 4 Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – Л.: Наука, 1973. – 279 с.
- Щербаков А.В., Майоров А.В. Полевое изучение флоры и гербаризация растений. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 84 с.
- 5 Berg, T., Steinnes, E. (1997) Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute values. *Environmental Pollution* 98, 61-71
- 6 Szczepanik, K. Biziuk, M. Aspects of the Biomonitoring Studies Using Mosses and Lichens as Indicators of Metal Pollution. *Environmental Research*, Vol. 93, No.3, (2003), pp. 221-230, ISSN 0013-9351
- 7 Чегринцев, С. Н. Атомно-абсорбционный анализ: Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физико-химические методы анализа» / С. Н. Чегринцев - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 44 с.
- 8 M.V. Frontasyeva, S.S. Pavlov. REGATA Experimental Setup for Air Pollution Studies. In «Problems of Modern Physics». Editors: A.N. Sissakian, D.I. Trubetskov. Dubna, JINR, 1999, p. 152-158.