

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 1 (2022)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/RXEB7205>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/SMNL4272>

***Р. М. Уалиева¹, С. С. Бахит², Е. В. Шевцов³,
М. Ю. Клименко⁴**

^{1,2,3}Торайгыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

⁴Павлодар педагогикалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ПАВЛОДАР ҚАЛАСЫНЫҢ *ULMUS PIONADO-RAMOSA* *JӘНЕ POPULUS PYRAMIDALIS* ЖАПЫРАҚТАРЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Павлодар облысы Қазақстан Республикасының экономикалық жағынан дамыған өңірлерінің бірі болып саналады, оның негізгі экологиялық проблемасы атмосфералық ауаның ластануы болып табылады. Павлодар облысы жоғары техногенді жүктемеге ұшыраған, себебі облыстағы негізгі экономикалық салалар – мұнай өңдеу, химия, тау-кен өндіру, энергетика, қара және түсті металлургия. Павлодар облысы жоғары техногенді жүктемеге ұшыраған, себебі облыстағы негізгі экономикалық салалар – мұнай өңдеу, химия, тау-кен өндіру, энергетика, қара және түсті металлургия. Экологиялық жағдайдың қазіргі жай-күйі автокөліктің күрт ұлғаюымен нашарлауда, бұл пайдаланылған газдар шығарындыларының көп мөлшеріне әкеп соқты.

Мақалада жапырақтардың элементтік құрамын зерттеу үшін БРА-18 НПП «Буревестник» (Ресей) рентген-флуоресцентті энергия дисперсиялық анализаторын практикалық қолдану мәселелері қарастырылған. Павлодар қаласының аумағында өсетін *Ulmus pionado-ramosa* және *Populus pyramidalis* өкілдерінің жапырақтары құрамының ерекшеліктері талданды. Зерттелген ағаш өсімдіктерінің толық қалыптасқан жапырақтарында заттарға химиялық талдау жүргізілді. Жапырақтардың элементтік құрамын қалыптастырудың түр ерекшеліктері анықталды. Қала аумағын биогеохимиялық зерттеу өндірістік аймақтардағы өсімдіктердің ластануы жоғарылағанын көрсетеді. Тұрғын және рекреациялық аумақтар да ластанудың әртүрлі көздеріне әсер етеді. Зерттелген өсімдіктер

үшін титанның, марганецтің, барийдің биологиялық сіңірудің ең жоғары қарқындылығымен сипатталады. Екінші орында мыс, никель, хром және қорғасынның сіңірілуі. Цезий, ванадий, кадмий, қалайы аз белсенді шоғырланған. *Populus pyramidalis* қалалық жағдайдағы ластанудың ең контрасты индикаторы болып шықты. *Ulmus pionato-ramosa* қаланың өсімдік жамылғысының фондық аумаққа қатысты ластануын соншалықты күрт көрсетпейді. Қаланың барлық зерттелген өсімдіктері марганец және титанмен қарқынды ластанған. Қаланы көгалдандыруда жиі қолданылатын өсімдік түрлерінің биоиндикациялық белсенділігін зерттеу нәтижелері бойынша (*Populus pyramidalis*, *Ulmus pionato-ramosa*) пирамидалық терек (*Populus pyramidalis*) ауыр металдарды жинақтаудың ең айқын қабілетіне ие.

Кілтті сөздер: жапырақ, терек, шегіршін, элементтік құрамы, энергодисперсиялық микроталдау, фитоиндикация.

Кіріспе

Қазіргі урбанизация процесі және онымен байланысты бірқатар экологиялық проблемалар қалалық қоршаған ортаның жай-күйін көрсету мен объективті бағалауды қажет етеді [1].

Павлодар облысы – бүкіл ел үшін стратегиялық маңызы бар Қазақстан Республикасының экономикалық жағынан дамыған аймақтарының бірі. Павлодар облысының негізгі экологиялық проблемасы – ауаның ластануы. Қазақстандағы атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларының бестен бір бөлігі Павлодар облысына келеді, экологиялық ахуал шиеленісті сипатталады [2].

Бақылау әдістерінің ішінде тірі организмдердегі ластаушы заттардың мазмұнын есепке алу, яғни биологиялық мәні бар реакция маңызды орын алады [3–4]. Ластанудың биогеохимиялық көрсеткіштері ретінде өсімдіктердің әртүрлі түрлері және олардың бөліктері, атап айтқанда, ауыр металдармен қолданылады. Сонымен, көптеген әдебиеттер деректері бойынша [1, 4, 5–7] өсімдік жапырақтары қалалық орта жағдайының ақпараттық көрсеткіштерінің бірі екені белгілі.

Өсімдік организмнің қалыпты өмірлік циклі үшін қоректік заттардың белгілі бір тобы қажет, олардың өсімдіктегі функцияларын басқа химиялық элементтер алмастыра алмайды. Макроэлементтер – азот (N), фосфор (P), күкірт (S), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg), натрий (Na) және кремний (Si). Микроэлементтер – темір (Fe), марганец (Mn), мыс (Cu), мырыш (Zn), молибден (Mo), никель (Ni), бор (B) және хлор (Cl) [8]. Өсімдіктердің

элементтік құрамын қалыптастыруға екі жетекші фактор қатысады (химиялық элементтерді сіңіру және тұндыру процестері) – генетикалық және экологиялық [9]. Өсімдіктердің элементтік химиялық құрамы негізінен генетикалық фактордың әсерін көрсетеді, тіршілік ету ортасы элементтермен шамадан тыс байытылған кезде (ластаушы заттармен ластанған) экологиялық фактор араласады [10].

Тірі организмдер, ландшафттың ең динамикалық құрамдас бөлігі ретінде, ондағы кез-келген өзгеріске әрдайым реакция жасайды, тіпті басқа компоненттерде көрінетін бұзылулар болмаса да. Қоршаған ортаға химиялық заттардың жоғары концентрациясының шығуы өсімдік жамылғысының элементтік құрамынан көрінеді. Қазіргі кезде табиғи орта объектілерінің микроэлементтер құрамын анықтаудың өте сезімтал әдістерін дамыта отырып, химиялық элементтердің кең спектрін зерттеуге мүмкіндік туды [11].

Берілген жұмыста пирамидалық теректің (*Populus pyramidalis*) және тікенді-тармақталған қарағаштың (*Ulmus pionato-ramosa*) жапырақтарында химиялық элементтердің жинақталуы бойынша, сонымен қатар Солтүстік-Шығыс Қазақстанның өнеркәсіптік орталығының шарт негізінде табиғат ортасына антропогендік әсері мен фондық шарт негізінде ластаушы заттар бойынша деректер берілген.

Зерттеу мақсаты – Энергия дисперсті спектрометрия (ЭДС) әдісі арқылы пирамидалы теректің (*Populus pyramidalis*) және тікенді-тармақталған қарағаштың (*Ulmus pionato-ramosa*) жапырақтары құрамын салыстырмалы бағалау.

Зерттеудің міндеттері:

1) Павлодар қаласының маңайында *Populus pyramidalis* және *Ulmus pionato-ramosa* жапырақтарының күлінде химиялық элементтердің жинақталу деңгейлерін орнату;

2) Пирамидалы терек пен тікенді-тармақталған қарағаштың жапырақтарына тән микроэлементтердің ассоциацияларын анықтау.

Материал және зерттеу әдістері

Зерттеу нысандары Павлодар қаласының аумағында өсіп келе жатқан пирамидалы теректің жапырақтары (*Populus pyramidalis*) және тікенді-тармақталған қарағаш (*Ulmus pionato-ramosa*) болды. Жұмыста әрбір үлгі бойынша орташа мәліметтер келтірілген. Толық пайда болған жапырақтардың үлгілері пеште 70 °C температурада ауа құрғақ күйіне дейін MC сәйкес кептірілді [12]. Үлгінің (K, Ca, Cd, Sn, Ba, Ti, Cs, Sc, Fe, Ni, Mn, Cu, Pb, Yb, V, Cr) негізгі, сенімді диагностикаланған компоненттерінің химиялық

құрамын ЭҚК әдісімен зерттеді. Құрылғының аналитикалық бағдарламалық режимі: $U = 15 \text{ кВ}$, $I = 120 \text{ мкА}$, 5-сүзгі (металды шашыратумен) [13].

Рентгендік спектрлік талдау деректері үлгідегі флуоресценцияның жинақталу дәрежесін көрсететін спектрлік графиктен тұратын стандартты хаттамалар түрінде, сондай-ақ үлгілердегі элементтердің массалық фракцияларының мәндері бар кестеде ұсынылған (%-бен). Элементтік анализдің салыстырмалы қателігі келесідей бөлінеді – элементтің мөлшері 1-ден 5 %-ке дейін – 10 %-дан аз; элемент мазмұны 5-тен 10 %-ке дейін – қателік 5 %-дан аз; элемент мазмұны 10 % немесе одан көп болса – 2 %-ға дейінгі қателік [13].

Зерттеу үшін фонды ескере отырып, материал жинауға арналған аймақтар анықталды (ластануға ұшырамайтын, қалалық ортадан алыс жерлер). Зерттелетін аймақтың ең көп таралған түрлері анықталды – пирамидалы терек (*Populus pyramidalis*) және қарағай (*Ulmus pionato-ramosa*).

Зерттеу нәтижелері

Біз химиялық элементтердің кең спектрін (16 элемент), соның ішінде сирек, жердің сирек элементтері, радиоактивті және асыл элементтерді пирамидалы теректің (*Populus pyramidalis*) және тікенді-тармақталған қарағаштың (*Ulmus pionato-ramosa*) жапырақтары күлінің құрамындағы заттарды зерттедік.

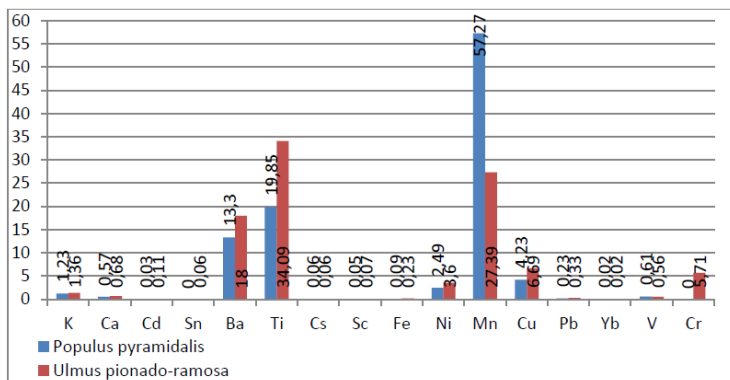
Павлодар қаласының аумағында алынған материалдарды талдау кезінде зерттелген элементтердің басым бөлігінің біркелкі бөлінбейтіндігін көрсетеді.

Павлодар қаласының өсімдік жамылғысындағы техногендік ауытқулардың қарқындылығы мен геохимиялық контрасттығы техногендік шоғырлану коэффициентімен (K_c) сипатталады. K_c мәні белгілі бір табиғи объектідегі ластаушы заттың нақты (аномальды) құрамының оның фондық деңгейіне қатынасы арқылы анықталады [14]. Ауыр металдардың таралуындағы түрлердің дифференциациясының болуы тексерілген өсімдік түрлерінің әртүрлі индикативті маңыздылығын анықтайды және белгілі бір түрлер үшін аномалия дәрежесін бөлек есептеуді қажет етеді. Шоғырлану коэффициенті функционалды аймақтар бойынша негізгі тұқымдастар ішінде сыналған өсімдік түрлеріндегі орташа концентрация үшін есептелген.

Фондық аймақта өсу, өсетін өсімдіктердегі ауыр металдардың орташа концентрациясы мен ауытқуы әртүрлі тұқымдастарға жататын өсімдік түрлерінің биогеохимиялық мамандануын көрсетеді (1-сурет).

Қала ішінде өсетін өсімдіктер ондағы ауыр металдар концентрациясының шамалы жоғарылауын көрсетті. Металл құрамының ең жоғары деңгейі

пирамидалы теректе кездеседі. Өсімдіктің морфологиялық құрылымының ерекшеліктерімен де байланыс бар екені анық. Теректің құрылымы мен химиялық құрамы өсімдіктердің басқа түрлеріне қарағанда атмосфералық құлдырау кезінде суспензияға ұшыраған қатты заттарды механикалық жолмен ұстау қабілетін анықтайды. Тікенді-тармақталған қарағаштың жапырақтары белсенділігі төмен металл байытқышы болып табылды.

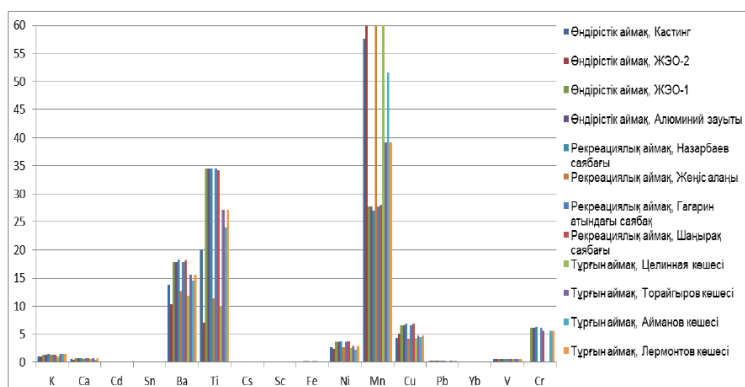


1-сурет – Фондық аймактан жапырақ үлгілеріндегі элементтердің массалық үлестері (%-бен)

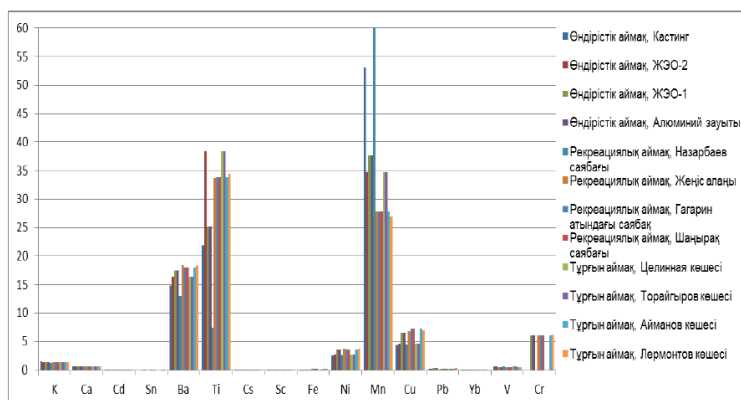
Металдардың өсімдіктерде жиналуы олардың тіршілік ету ортасының қалалық функционалды аймақтармен шектелуіне байланысты, олар белгілі бір дәрежеде техногендік жүктемелердің біркелкілігін және өсімдік жамылғысының экологиялық жағдайларының біркелкілігін анықтайды. Өнеркәсіптік аймақта өсетін өсімдіктер ең жоғары концентрация деңгейімен және микроэлементтер құрамындағы ең үлкен контрастпен сипатталады. Мыстың құрамы басқа функционалды салалардағы құрамнан асып түседі. Марганец концентрациясы 30–80% шегінде таралады, теректің максималды мөндеріне барлық қарастырылған аймақтар бойынша жетеді: өндірістік, рекреациялық, тұрғын. Фонолық деңгейден 1,5–2 еседен асатын қорғасын, мыс, кадмий үшін максималды мәндер бір мәнді емес (2, 3-сурет).

Тұрғын аймақтың өсімдіктерінде ауыр металдардың таралуы концентрацияның жоғарылауымен сипатталады. Кадмий мен қорғасынның жапырақтарында құрамы қарапайым ландшафттардың негізгі түрлерінде төмен контрастты болып қалады, ал марганец пен титан қалалық ландшафтта қарқынды жинақталады. Тұрғын зонаның өсімдіктеріндегі металдардың мөлшері өндірістік

аймақтағыға жақын. Ластаушы заттардың максималды концентрациясы ластанудың ішкі көздеріне ұзақ уақыт әсер ететін аймақтармен шектеледі.



2-сурет – *Populus pyramidalis* жапырақтарының элементтік құрамы



3-сурет – *Ulmus pionado-ramosa* жапырақтарының элементтік құрамы

Өсімдіктердің металдар концентрациясы бойынша қала орталығы тұрғын аудандарымен салыстырылады. Терек жапырақтарында марганец, титан, қорғасын қарқынды жинақталады (2-сурет). Сонымен қатар, қарағаш осы элементтердің құрамының төмендеуімен сипатталады. Алайда, атап өтілгендей бұл тек жолдан қашықтықта жиналған үлгілерде ғана көрсетілген

(3-сурет). Қаланың орталық бөлігіндегі үлкен қозғалыс жүктемесі осы элементтердің айтарлықтай жинақталуына әкеледі.

Орман-саябақ зонасының өсімдіктері әртектілікпен ерекшеленеді. Көптеген үлгілерде элементтердің мазмұны фонға жақын. Орман-саябақ аймағының зерттелген үлгілері темірдің, никельдің, кейбір аймақтарда мыстың жоғары деңгейлерін көрсетті. Скандий мөлшері фонға жақын.

Орман паркі аймағынан алынған үлгілерде өсімдіктерде титан мөлшері жоғарылаған (фон 1,8 есе жоғары). Қорғасынның құрамы фоннан сәл асады (1, 2 есе); марганецтің фондық мәндері бар.

Қала аумағының физикалық-географиялық ерекшеліктері өсімдіктердің ауыр металдарды жинауына белгілі әсер етеді. Павлодар қаласының жел тармақтарын ескере отырып, өндірістік аймақтардан ластаушы заттарды тасымалдауға және орман-саябақ аймақтарына қонуға болады.

Осы мәндерді салыстыра отырып, *Populus pyramidalis* үлгілеріндегі элементтердің *Ulmus pionato-ramosa*-ға қатысты қарама-қайшылығының ең аз көрінісін атап өту қажет. Тұрғын, орман-саябақ аймақтарындағы құрамы аз контрастты, сонымен бірге индустриялық аймақта барлық элементтер үшін фон артық.

Жапырақтардағы басым үлес – марганец және титан. Терек жапырақтары марганец массасының 90 %-ына дейін және титан массасының 40 %-на дейін жинақталады, бұл элементтердің қарағаш жапырақтарындағы үлесі 1,8 есе аз. Калий, кальций макроэлементтері көп мөлшерде қарағаштың жапырағында жиналады.

Титан мен марганец микроэлементтері көбінесе қарағашпен салыстырғанда терек жапырақтарында көп мөлшерде кездеседі.

Пирамидалық терек (*Populus pyramidalis*) және тікенді-тармақталған қарағаштың (*Ulmus pionato-ramosa*) жапырақтарының күліндегі микроэлементтердің геохимиялық спектрлері маңызды ассоциацияны құрайды. Ассоциациялардың бірнеше топтары айқын бөлінді, олардың арасында шаң-аэрозольді өнеркәсіптік шығарындыларға қатысты элементтерді бөлуге болады, мысалы, ЖЭО (Fe, Yb, Sc, Ba, Ca) және мұнай-химия өндірісі (Cs, Pb).

Қорытынды

Ағаш өсімдіктердің жапырақтарында ауыр металдардың жинақталу деңгейі сыртқы және ішкі факторлардың әсеріне, сонымен қатар заттардың орналасуына байланысты.

Биогеохимиялық зерттеулері бойынша қала аумағының орталығында және өндірістік аймақта өсімдіктердің ластануының жоғарылағанын көрсетеді. Тұрғын аудандарға әр түрлі ластану көздері айтарлықтай

әсер етеді. Өсімдіктерді зерттеу үшін титанның, марганецтің, барийдің биологиялық сіңірілуі ең жоғары қарқындылығына тән. Екінші орында мыс, никель, хром, қорғасынның сіңірілуі. Цезий, ванадий, кадмий және қалайы шоғырланғануы белсенді емес.

Таңдалған зерттеу объектілеріндегі химиялық элементтердің құрамы бойынша анықталған тәуелділіктерді өнеркәсіптік аймақ қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануының себебі шикізат және өндіріс процесінің өзі болып табылатын әртүрлі мамандандырылған кәсіпорындардың шоғырлану орталығы болып табылатындығымен түсіндіруге болады. Ұзақ өндірістік қызметтің нәтижесінде олардың айналасында қоршаған ортадағы ластаушы элементтердің көп мөлшері бар техногендік геохимиялық ауытқулар пайда болды.

Сонымен бірге, қалаларда жыл сайын көліктер саны артып келеді, ал «ауыр» өндірісі жоқ қалалардағы көлік аймағы, әдетте, ең ластанған болып саналады. Тұрғын үй аймағында қоршаған ортаның ең аз ластануы байқалады, өйткені тұрғын үйлер автомобиль жолдарынан ластанудың таралуына кедергі келтіреді. Рекреациялық аймақ үшін металдардың белгіленген жоғары концентрациясы ірі автомагистральдардың жақындығымен байланысты.

Химиялық элементтердің спектрі бойынша негізгі әсер ету көздерінің кем дегенде 3 тобын бөлуге болады:

- автокөлік;
- көмір энергетикасы және металл өңдеу өнеркәсібі кәсіпорындары;
- мұнай-химия өндірісі және химия өнеркәсібі.

Қаланы көгалдандыру үшін жиі қолданылатын зерттелетін ағаш өсімдіктерінің ішінде пирамидалы терек (*Populus pyramidalis*) ауыр металдарды жинақтау қабілетіне ие. Ол Mn улы металдың, сондай-ақ Ba және Ti металдарының жинақталуымен ерекшеленеді.

Пайдаланған деректер тізімі

1 Gorelova, S. V., Gorbunov, A. V., Frontasyeva, M. V., Sylina, A. K. Toxic elements in the soils of urban ecosystems and technogenic sources of pollution // Wseas transactions on environment and development. – 2020. – Vol. 16. – P. 608–618. [Electronic resource] <https://doi.org/10.37394/232015.2020.16.62>.

2 Шаймарданова, Б. Х., Асылбекова, Г. Е., Барановская, Н. В., Бигалиев, А. Б., Корогот Н. П. Биоиндикация урбозкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листы тополя черного *Populus pyramidalis* // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – С. 212–216.

3 **Петрунина, Н. С., Ермаков, В. В.** Современные аспекты геохимической экологии растений // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – № 1. – С. 147–155.

4 **Неверова, О. А., Колмогорова, Е. Ю.** Древесные растения и урбанизированная среда : экологические и биотехнологические аспекты. – Новосибирск : Наука, 2003. – 222 с.

5 **Andre, O., Vollenweider, P., Gunthardt-Goerg, M.** Foliage response to heavy metal contamination in Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.) // For. Snow Landsc. Res. – 2006. – № 80(3). – P. 275–288.

6 **Gillooly, S. E., Carr Shmool, J. L., Michanowicz, D. R.** Framework for using deciduous tree leaves as biomonitors for intraurban particulate air pollution in exposure assessment // Environ Monit- ring Assessment. – 2016. – № 7. – P. 456–479. [Electronic resource] <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5482-1>.

7 **Уфимцева, М. Д.** Закономерности накопления химических элементов высшими растениями и их реакции в аномальных биогеохимических провинциях // Геохимия. – 2015. – № 5. – С. 450–465.

8 **Mengel, K., Kirkby, E. A.** Principles of plant nutrition 2nd ed. // International Potash Institute. – Worblaufen-Bern, Switzerland, 1979. – 593 p. [Electronic resource] <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.47162>.

9 **Гусев, Н. Ф., Петрова, Г. В., Злобина, Ю. М.** Влияние угольного разреза на особенности элементного состава *Achillea millefolium* L. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013 – С. 201–203.

10 **Ильин, В. Б.** Элементный химический состав растений. – Новосибирск : Наука, 1985. – 129 с.

11 **Шаймарданова, Б. Х., Асылбекова, Г. Е., Барановская, Н. В., Бигалиев, А. Б., Корогод, Н. П.** Биоиндикация урбоэкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листы тополя черного *Populus nigra* L. // Вестник Томского Государственного университета. – Т. 338. – С. 212–216.

12 **ГОСТ 26929-94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов : Сб. ГОСТов.** – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002. – С. 112–122.

13 **Ягодин, Б. А.** Практикум по агрохимии. – М. : Агропромиздат, 1987. – 125 с.

14 **Ильин, В. Б.** Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск : Наука. Сиб. Отд-ние, 1991. – 151 с.

References

- 1 **Gorelova, S. V., Gorbunov, A. V., Frontasyeva, M. V., Sylina, A. K.** (2020). Toxic elements in the soils of urban ecosystems and technogenic sources of pollution. *Wseas transactions on environment and development*. – 2020. – Vol. 16. – P. 608–618. [Electronic resource] <https://doi.org/10.37394/232015.2020.16.62>.
- 2 **Shajmardanova, B. H., Asylbekova, G. E., Baranovskaja, N. V., Bigaliev, A. B., Korogot, N. P.** (2012). Bioindikacija urbojekosistemy g. Pavlodara po sodержaniyu himicheskikh jelementov v zole listvy topolja chernogo *Populus pyramidalis* [Bioindication of the urban ecosystem of Pavlodar by the content of chemical elements in the ash of the foliage of the black poplar *Populus pyramidalis*] // *Tomsk State University Bulletin*. – 2012. – P. 212–216 [in Russian].
- 3 **Petrunina, N. S., Ermakov, V. V.** (2012). Sovremennye aspekty geohimicheskoy jekologii rastenij [Modern aspects of the geochemical ecology of plants] // [Problems of biogeochemistry and geochemical ecology]. – 2012. – № 1. – P. 147–155 [in Russian].
- 4 **Neverova, O. A., Kolmogorova, E. U.** (2003). Drevesnye rastenija i urbanizirovannaja sreda : jekologicheskie i biotehnologicheskie aspekty [Woody plants and the urban environment : environmental and biotechnological aspects]. – Novosibirsk : Nauka, – 2003. – 222 p. [in Russian].
- 5 **Andre, O., Vollenweider, P., Gunthardt-Goerg, M.** (2006). Foliage response to heavy metal contamination in Sycamore Maple (*Aser pseudopla-tanus* L.). *For. Snow Landsc. Res.* – 2006. – № 80(3). – P. 275–288.
- 6 **Gillooly, S. E., Carr Shmool, J. L., Michanowicz, D. R.** (2016). Framework for using deciduous tree leaves as biomonitors for intraurban particulate air pollution in exposure assessment. *Environ Monitoring Assessment*, – 2016. – № 7. – P. 456–479. [Electronic resource] <https://doi.org/10.1007 / s10661-016-5482-1>.
- 7 **Ufimtseva, M. D.** (2015). Zakonomernosti nakoplenija himicheskikh jelementov vysshimi rastenijami i ih reakcii v anomal'nyh bio-geohimicheskikh provincijah [Patterns of accumulation of chemical elements by higher plants and their reactions in abnormal bio-geochemical provinces] // *Geochemistry*, – 2015. – № 5. – P. 450–465. [in Russian].
- 8 **Mengel, K., Kirkby, E. A.** (1979). Principles of plant nutrition 2nd ed. International Potash Institute. – Worblaufen-Bern, Switzerland, – 1979. – 593 p. [Electronic resource] <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.47162>
- 9 **Gusev, N. F., Petrova, G. V., Zlobina, U. M.** (2013). Vlijanie ugol'nogo razreza na osobennosti jelementnogo sostava *Achillea millefolium* L. [The effect

of a coal mine on the features of the elemental composition of *Achillea millefolium* L.]. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University]. – 2013 – P. 201–203 [in Russian].

10 **Ilyin, V. B.** (1985) *Jelementnyj himicheskiy sostav rastenij* [Elemental chemical composition of plants]. – Novosibirsk : Nauka, 1985. – 129 p. [in Russian].

11 **Shaimardanova, B. Kh., Asylbekova, G. E., Baranovskaya, N. V., Bigaliev, A. B., Korogod, N. P.** Bioindikacija urbojekosistemy g. Pavlodara po sodержaniyu himicheskih jelementov v zole listvy topolja chernogo *Populus nigra* L. [Bioindication of the urban ecosystem of Pavlodar by the content of chemical elements in the ash of foliage of black poplar *Populus nigra* L.] // *Bulletin of Tomsk State University*. – Vol. 338. – P. 212–216. [in Russian].

12 GOST 26929-94 (2002) *Syr'e i produkty pishhevye. Podgotovka prob. Mineralizacija dlja opredelenija sodержaniya toksichnyh jelementov* [Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements]. – Moscow : IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. – P. 112–122. [in Russian].

13 **Jagodin, B. A.** (1987). *Praktikum po agrohimii* [Workshop on agrochemistry]. Moscow : Agropromizdat, 1987. – 125 p. [in Russian].

14 **Ilyin, V. B.** (1991). *Tjzhelye metally v sisteme pochva-rastenie* [Heavy metals in the soil-plant system]. – Novosibirsk : Nauka. Sib. Dep., 1991. – 151 p. [in Russian].

Материал 11.03.22 баспаға түсті.

**Р. М. Уалиева¹, С. С. Бахит², Е. В. Шевцов³, М. Ю. Клименко⁴*

^{1,2,3}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

⁴Павлодарский педагогический университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 11.03.22.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ *ULMUS PIONADO-RAMOSA* И *POPULUS PYRAMIDALIS* ГОРОДА ПАВЛОДАРА

Павлодарская область по праву считается одной из развитых в экономическом аспекте регионов Республики Казахстан, ключевой экологической проблемой которой является загрязнение

атмосферного воздуха. Павлодарская область подвержена высокой техногенной нагрузке, так как основные экономические отрасли в области – нефтеперерабатывающая, химическая, горнодобывающая, энергетика, черная и цветная металлургия. Современное состояние экологической ситуации ухудшается резким увеличением автотранспорта, что привело к большему количеству выбросов выхлопных газов.

В статье рассмотрены вопросы практического применения рентген-флуоресцентного энергодисперсионного анализатора БРА-18 НПП «Буревестник» (Россия) для изучения элементного состава листьев. Проанализированы особенности состава листьев представителей *Ulmus pinnado-ramosa* и *Populus pyramidalis*, произрастающих на территории города Павлодара. В полностью сформированных листьях изучаемых древесных растений проведен химический анализ веществ. Выявлены видовые особенности формирования элементного состава листьев. Биогеохимическое изучение территории города показывает повышенное загрязнение растений промышленных зон. Селитебные и рекреационные территории также во многом испытывают влияние различных источников загрязнения. Для изученных растений характерна наибольшая интенсивность биологического поглощения титана, марганца, бария. На втором месте идет поглощение меди, никеля, хрома, свинца. Менее активно концентрируется цезий, ванадий, кадмий, олово. Наиболее контрастным индикатором загрязнения в условиях города оказался *Populus pyramidalis*. *Ulmus pinnado-ramosa* не столь резко индицирует загрязнение растительного покрова города относительно фоновой территории. Все изученные растения города наиболее интенсивно загрязнены марганцем, титаном. По результатам исследования биоиндикационной активности часто используемых видов растений в озеленении города (*Populus pyramidalis*, *Ulmus pinnado-ramosa*), наиболее выраженной способностью к аккумуляции тяжелых металлов обладает тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis*).

Ключевые слова: лист, тополь, вяз, элементный состав, энергодисперсионный микроанализ, фитоиндикация.

*R. M. Ualiyeva¹, S. S. Bakhit², E. V. Shevtsov³, M. Yu. Klimentko⁴

^{1,2,3}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

⁴Pavlodar Pedagogical University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 11.03.22.

THE STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF LEAVES ULMUS PIONADO-RAMOSA AND POPULUS PYRAMIDALIS OF THE CITY OF PAVLODAR

Pavlodar region is rightfully considered one of the economically developed regions of the Republic of Kazakhstan, the key environmental problem of which is air pollution. Pavlodar region is subject to a high technological load, since the main economic sectors in the region are oil refining, chemical, mining, energy, ferrous and non-ferrous metallurgy. The current state of the environmental situation is worsened by a sharp increase in vehicles, which has led to more emissions of exhaust gases.

*The article discusses the practical application of the X-ray fluorescence energy dispersive analyzer BRA-18 NPP «Burevestnik» (Russia) to study the elemental composition of leaves. The characteristics of the leaf composition of *Ulmus pionado-ramosa* and *Populus pyramidalis*, growing in the city of Pavlodar, are analyzed. A chemical analysis of the substances was carried out in the fully formed leaves of the studied woody plants. Species features of the formation of the elemental composition of the leaves were revealed. A biogeochemical study of the city shows an increased pollution of plants in industrial zones. Residential and recreational areas are also largely influenced by various sources of pollution. The studied plants are characterized by the highest intensity of biological absorption of titanium, manganese, and barium. The absorption of copper, nickel, chromium, and lead run second. Cesium, vanadium, cadmium, and tin are less actively concentrated. The most contrasting indicator of pollution in the city was *Populus pyramidalis*. *Ulmus pionado-ramosa* does not sharply indicate the pollution of the city's vegetation relative to the background territory. All studied plants of the city are most intensely polluted with manganese and titanium. According to the results of a study of the bioindicative activity of commonly used plant species in the landscaping of the city (*Populus pyramidalis*, *Ulmus pionado-ramosa*), pyramidal poplar (*Populus pyramidalis*) has the most pronounced ability to accumulate heavy metals.*

Keywords: leaf, poplar, elm, elemental composition, energy-dispersive microanalysis, phytoindication.

Теруге 11.03.2022 ж. жіберілді. Басуға 25.03.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,86 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,75.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісібойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Тапсырыс № 3962

Сдано в набор 11.03.2022 г. Подписано в печать 25.03.2022 г.

Электронное издание

2,86 МБ RAM

Усл. п. л. 8,75. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Заказ № 3962

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-pm.tou.edu.kz