






М.М. Даулетбаева¹ , Г.У. Байташева¹ , А.К. Таныбаева² ,
А.А. Кулбекова¹ , М.О. Айтжанова¹ , Э.М. Иманова^{1*} 

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: imanovaelmira74@gmail.com

УРБАНДАЛҒАН ОРТАДА ӨСЕТІН КӘДІМГІ БАҚБАҚТА ҚОРҒАСЫННЫҢ ЖИНАҚТАЛУЫН БАҒАЛАУ

Қазіргі уақытта қала ортасының ластануы өзекті мәселе болуда, өйткені көлік құралдары мен өнеркәсіптің газ және шаң тәрізді қалдықтарымен қарқынды қаныққан. Бұл адам мен басқа да организмдердің өмір сүру жағдайларының нашарлауына әкелуде. Сондықтан ластаушы заттардың әртүрлілігі мен техногендік әсер ету түрлеріне байланысты қоршаған ортаның жай-күйіне экологиялық мониторинг жүргізуге биоалуантүрлілік спектрін кеңейту қажет.

Мақала автокөліктерден қорғасынның атмосфераға таралуы, оның топырақ қабаттары бойынша шоғырлануы, топырақтағы микроағзалардың санына әсері, сондай-ақ кәдімгі бақбақтың вегетативті мүшелерін талдау негізінде екі қаладағы табиғи ортаның қорғасынмен ластану дәрежесін салыстыра отырып бағалауға негізделген.

Зерттеуге көлік ағыны жоғары Алматы қаласының топырағы және Талғар қаласының бақбақша учаскелерінің топырақтары, кәдімгі бақбақ өсімдігінің тамырлары, сабақтары мен жапырақтарының үлгісі жиналып, оларда қорғасынның жинақталу мөлшері зерттелді. Сонымен бірге автокөліктен шығатын ластаушы газдардың құрамындағы қорғасынның атмосферадағы мөлшері есептелді.

Урбандалған ортада автокөліктерден және басқа да көздерден шыққан қорғасын топырақ пен өсімдікте аккумуляцияланады. Сондай өсімдіктің бірі – кәдімгі бақбақ.

Зерттеу мағлұматтары қала ортасының белсенді поллютанттармен ластануын айғақтайды. Сондай-ақ статистикалық және кеңістіктік талдаулар автокөлік жүктемесі жоғары ортада өскен кәдімгі бақбақтың, бұл түрді қала ортасының биомониторингінің көрсеткіші ретінде ұсынуға болатынын көрсетеді.

Түйін сөздер: қала ортасы, қорғасын, автокөліктер, кәдімгі бақбақ өсімдігі, өсімдіктің морфология-анатомиялық құрылысы.

M.M. Dauletbayeva¹, G.U. Baitasheva¹, A.K. Tanybayeva²,
A.A. Kulbekova¹, M.O. Aitzhanova¹, E.M. Imanova^{1*}

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: imanovaelmira74@gmail.com

Assessment of lead accumulation in common dandelion growing in an urban environment

Currently, urban pollution is becoming an urgent problem, as it is intensively saturated with gas and dust-like waste from vehicles and industry. This leads to a deterioration in the living conditions of humans and other organisms. Therefore, it is necessary to expand the range of biodiversity used for environmental monitoring, depending on the variety of pollutants and types of technogenic impact.

The article is based on an assessment and comparison of the degree of lead pollution in the natural environment of two cities based on data on the distribution of lead in the atmosphere, lead concentration in soil layers, the number of microorganisms in the soil, as well as vegetative organs of dandelion.

For the study, soil samples were collected from areas in Almaty with heavy traffic and from garden plots in Talgar, as well as samples of a common garden plant: roots, stems, and leaves. The accumulation of lead in them was examined. In addition, the concentration of lead in the atmosphere, present in vehicle exhaust gases, was calculated.

In urbanized environments, lead from vehicles and other sources accumulates in the soil and plants. One of these plants is the common dandelion.

The results of the study show that common dandelion, growing in an environment with a high transport load, as well as statistical and spatial analyzes, can be recommended as an indicator for biomonitoring the urban environment.

Keywords: urban environment, lead, motor transport, common dandelion plant, morphological-anatomical structure of plants.

М.М. Даулетбаева¹, Г.У. Байташева¹, А.К. Таныбаева²,
А.А. Кулбекова¹, М.О. Айтжанова¹, Э.М. Иманова^{1*}

¹Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: imanovaelmira74@gmail.com

Оценка накопления свинца в одуванчике обыкновенном, произрастающих в урбанизированной среде

В настоящее время загрязнение городской среды становится актуальной проблемой, так как она интенсивно насыщается газовыми и пылевидными отходами транспортных средств и промышленности. Это приводит к ухудшению условий жизни человека и других организмов. Поэтому необходимо расширять спектр биоразнообразия, используемого для проведения экологического мониторинга состояния окружающей среды, в зависимости от разнообразия загрязняющих веществ и видов техногенного воздействия.

Статья основана на оценке и сравнении степени загрязнения свинцом природной среды двух городов на основе данных о распределении свинца в атмосфере, концентрации свинца в слоях почвы, численности микроорганизмов в почве, а также вегетативных органов одуванчика обыкновенного.

Для исследования были собраны образцы почвы с территории Алматы, где интенсивное движение транспорта, и почвы садовых участков города Талгар, а также образцы обычного садового растения: корней, стеблей и листьев. В них изучалось накопление свинца. Кроме того, была рассчитана концентрация свинца в атмосфере, содержащаяся в выхлопных газах автомобилей.

Урбанизированной среде свинец, поступающий от автотранспорта и других источников, накапливается в почве и растениях. Одним из таких растений является одуванчик обыкновенный.

Результаты исследования показывают, что одуванчик обыкновенный, произрастающая в среде с высокой транспортной нагрузкой, а также статистического и пространственного анализов, может быть рекомендована в качестве индикатора для биомониторинга городской среды.

Ключевые слова: городская среда, свинец, автотранспорт, растение одуванчик обыкновенный, морфологическое-анатомическое строение растений.

Кіріспе

Индустриализация и урбанизация создают благоприятные условия для развития промышленности и транспорта, но одновременно с этим приводят к загрязнению окружающей среды. Одним из основных источников загрязнения являются выбросы от автотранспорта. В результате этого в атмосфере, почве и растениях накапливается свинец. Одним из индикаторов загрязнения окружающей среды является одуванчик обыкновенный. В настоящее время актуальной проблемой является оценка степени загрязнения свинцом природной среды городов. В данной статье приведены результаты исследования концентрации свинца в атмосфере, почве и растениях одуванчика обыкновенного в Алматы и Талгаре. Исследования показали, что свинец, поступающий от автотранспорта, накапливается в почве и растениях. Одуванчик обыкновенный является одним из растений, способных накапливать свинец. Результаты исследования показывают, что одуванчик обыкновенный, произрастающий в среде с высокой транспортной нагрузкой, может быть рекомендован в качестве индикатора для биомониторинга городской среды.

шығарындыларының негізгі көзі. Бұл атмосфералық ауаның, сондай-ақ автожолдарға іргелес аумақтардағы топырақ пен өсімдіктің қорғасынмен едәуір ластануына әкеп соқтырады (Онистратенко, 2021), (Деодя, 2016).

Антропогендік шөгінділер топырақтың беткі қабатының химиялық құрамы мен топырақтың сорбциялық, буферлік қасиеттеріне байланысты шоғырланады. Ал аккумуляцияланған потенциалды уытты металдар қоршаған ортаға өте қауіпті. Қала топырағының беткі қабаттарында қорғасынның шамадан тыс жиналуы биотаға экологиялық қауіп төндіруі мүмкін, өйткені қорғасын тірі организмдер үшін уыттылығы бар металл екендігі дәлелденген. Топырақтың сапасы сол ортаның биоценозының жай-күйіне тікелей әсер етеді (Ewelina, 2021), (Калимолдина, 2022).

Қорғасынның микромолярлық деңгейі өсімдіктің өнуі мен өсуіне кері әсер етуі мүмкін. Pb^{2+} -нің өте төменгі концентрация-

сының өзі *Hordeum vulgare*, *Elsholtzia argyi*, *Spartina alterniflora*, *Pinus halepensis*, *Oryza sativa* және *Zea mays* өсімдіктерінің тұқымдарының өнуін күшті тежейді.

Өсімдіктердің қорғасынмен улануының айқын белгілері – тамыр өсуінің жылдам тежелуі, өсімдіктің қалыпты дамуы, тамыр жүйесінің қараюы және хлороз болып табылады. Сонымен қатар фотосинтез үдерісі тежеледі, минералды қоректенуі, су балансы мен ферменттердің белсенділігі бұзылады. Бұл ауытқулар өсімдіктің қалыпты физиологиялық белсенділігін төмендетеді. Ал өсімдікте жоғары концентрацияда аккумуляцияланған қорғасын соңында жасушаның тіршілігінің тоқтауына әкеледі (Farouk S Nas, 2018), (Титов, 2020).

Топырақ пен өсімдіктердің металдарды сіңіру жылдамдығы биологиялық факторлар немесе геохимиялық факторлармен үйлесімде жүреді. Топырақтың рН көрсеткіші өсімдіктерде қорғасынның жиналуын айқындайтын негізгі фактор. Топырақта металдың шекті мөлшерден жоғары болуы биогеоценозға зиянды. Әдетте қорғасын рН < 6 қышқыл топырақта еріген түрде болады, ал рН > 7 сілтілі топырақта ОН иондарымен комплекс түзеді. Топырақтың рН-ы қорғасынның жинақталуын көрсететін басты көрсеткіш (Kshyanarava, 2023), (Курганбеков, 2022).

Қалада мәдени өсімдіктермен қатар ерте көктемде өсетін және вегетациялық кезеңін жылдам аяқтайтын алғашқы көктемгі өсімдіктер де бар, соның бірі кәдімгі бақбақ өсімдігі. Ол араларды басқа өсімдіктер гүлдегенге дейін қорекпен қамтамасыз ететін биоценоздың маңызды құрамы. Кәдімгі бақбақтың қоршаған ортаны тұрақтандырудағы маңызы жоғары, себебі оның тамыры жерге терең еніп, оның аэрациясына ықпал етеді. Сондай-ақ қоршаған ортада шоғырланған ауыр металдарды өзінде жинақтап, қысқа мезгілде болса да қаланың тіршілігінің тұрақтануын қамтамасыз етуде маңызды.

Қорғасынның атмосфераға ұзақ уақыт бойы антропогендік шығарындылары топырақтың жоғарғы қабатында, су қоймаларында және т.б. орталарда жиналуына әкеледі (Беляева, 2019; Какарека, 2018; Чомаева, 2020). Ол өз кезегінде қала ауасы мен топырағының сапасы өсімдіктердің жай-күйіне тікелей әсер етеді. Алайда ластаушы заттардан болған өзгерістер мен зақымданулардың деңгейін бағалау өте

қиын. Сондықтан қалалардағы қоршаған ортаның жай-күйін бағалау кезінде экожүйеде болып жатқан өзгерістер туралы ақпарат беретін биоиндикацияны пайдалу тиімді. Ластаушы заттардың биоиндикатормен жинақталуы гомеостазға әсер ететін факторлар әсерінің нәтижесі болып табылады.

Қала ортасының экологиялық жағдайына мониторинг жүргізуде атмосфераға жинақталған газдардың құрамын есептеу, топырақта және *Asteraceae* тұқымдасына жататын *Taraxacum officinale* Wigg. - кәдімгі бақбақ өсімдігінде шоғырлануын талдау маңызды. Қала ортасында ерте көктемде өсетін кәдімгі бақбақты экологиялық көрсеткіш ретінде қолданатын зерттеулер кеңінен жүргізілуде (Онистратенко, 2021), (Дьякова, 2021), (Pisman, 2020) себебі кәдімгі бақбақ ұлпаларында топырақ пен ауадағы ластаушы заттардың жоғары концентрациясын жинақтайтын қабілеті бар екені анықталған.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Алматы және Талғар қалаларындағы көліктің қоғалысы бойынша шығарындылары талданды (Молодцов, 2014). Есептеу жұмысы төмендегі формула бойынша жүргізілді:

$$M_{L_i} = \frac{1}{1200} \sum_1^k M_{k,i}^L \cdot G_k \cdot r_{V_{k,i}}$$

мұндағы:

M_{L_i} – қозғалып келе жатқан автокөлік жолындағы автокөліктен шыққан ластаушы заттың шығарындысы, г/с, ал қашықтығы M_{L_i} км бойынша есептеледі;

$M_{k,i}^L$ – бойынша анықталатын k, i -ші топтағы автомобильдермен ластаушы заттың шығарындысы, г/км;

G_k – нақты ең жоғарғы қозғалыс қарқындылығы, яғни барлық қозғалыс жолақтары бойынша екі бағытта да (20 мин) автокөлік жолының таңдалған учаскесінен өтетін k тобындағы автокөліктер саны;

$r_{V_{k,i}}$ – автокөлік қозғалысының орташа жылдамдығы, (км/сағ).

Ет пептонды агар және Чапека қоректік орталарында микороағзалар егіліп, термостатта өсірілді. Клеткалардың таза дақылдары бөлініп алынып, топырақ микробоценозының екі нүкте

бойынша ерекшелігі талданды (Шентерова, 2020).

Алматы және Талғар қалаларының аумағындағы топырақтың горизонтальді қабаттарында қорғасынның жинақталуын анықтау үшін сынамалар алынды. Топырақтың құрамындағы қорғасынды анықтау МУ 08-47/2013 әдістемесі бойынша атомдық абсорбциялық әдіспен анықталды (Количественный химический анализ методики и измерений, 2021).

Алматы және Талғар қалаларының аумағында өскен кәдімгі бақбақта қорғасынның аккумуляциялануын анықтауда өсімдіктің тамыры, сабағы мен жапырақтары өсімдіктің вегетациялық кезеңінде сәуір айында жиналды. Бақбақ өсімдігінің тамыры, сабағы, жапырағы және гүлінің құрамындағы қорғасын атомдық абсорбциялық әдіспен анықталды (Барсуков, 2017).

Өсімдіктің анатомиялық-гистологиялық талдауы (көлденең кесінділері және оның беттік ауданы) *Biobase 5MP USB 2.0* маркалы бинакулярылы микроскоптың (4/0.10 160/0.17

және 10/0.10 160/0.17) көмегімен жүргізілді. Өсімдіктің жерүсті және жерасты мүшелері көктемде сәуір айында жиналып, 70% этил спиртінде фиксацияланды. Өсімдіктің сабағының, жапырағының және тамырының анатомиялық структурасын сипаттауда ғалымдар (Мухитдинов Н., 2023:241), (Румянцева, 2023) еңбектері пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

2024 жылы сәуір айында Алматы және Талғар қалаларының бірқатар көшелеріндегі көлік ағындарынан шоғырланған қорғасынның мөлшері бағаланды, ол есептеулер төменде 1-кестеде сипатталған. Қозғалып келе жатқан көліктен қоршаған ортаға қорғасынның шығу мөлшері төмендегі формула бойынша анықталды.

$$M_{L_i} = \frac{1}{1200} \sum_1^k M_{k,i}^L \cdot G_k \cdot r_{V_{k,i}}$$

1-кесте

Жеңіл және жүк көліктерінен таралатын қорғасын шығарындысының есептеулері

Көлік түрлері, қорғасынның мөлшері	Алматы қ., әл-Фараби-Гагарин	Алматы қ., Абай-Алтынсарин	Алматы қ., Абай-Сайын	Алматы қ., Төле би Сейфуллин	Талғар қ., Малькеев-Майлин
Жеңіл көлік	530	490	548	299	11
Қорғасынның мөлшері, м ³	0,0031	0,0028	0,0032	0,00181	0,00006
Жүк көлігі, м ³	20	14	26	10	3
Қорғасынның мөлшері, м ³	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001	0,00003
Қорғасынның жалпы мөлшері, м ³	0,0033	0,0029	0,0035	0,0019	0,00009

Ескерту: автор құрастырған.

Алматы қаласында талдауға алынған жеңіл көліктің қорғасын шығарындысының орташа тәуліктік шамасы барлық көшелерде ШРК-дан жоғарылаған. Алматы қаласындағы автокөліктен таралатын қорғасынның мөлшерін талдау мәліметі негізінде қорғасын ластанудың жоғарғы сыныбына жатады (Sadyrova G.A., 2022:38). Қауіптілік деңгейі бойынша қорғасын 1-ші өте қауіпті ластанушы заттар сыныбына кіреді (Дерябин В.А., 2016:51). Талдау жұмысының мағлұматтарында қорғасынның тәуліктің ішінде 20 минуттағы шамасы ШРК-нан жоғары, яғни ауадағы шектік концентрациясы

0,0003 мг/м³ екенін ескерсек Алматы қаласының қорғасынмен ластануы 0,0116 мг/м³ жеткен. Оның бір тәуліктегі жинақталған мөлшерін есептесек ол жоғары ластанған аумаққа жетуі мүмкін.

Автокөліктерден таралған қорғасын топырақта да жинақталады. Ғалымдардың тұжырымы бойынша қорғасынның жылжымалылығына топырақтың қасиеттері, яғни саздық құрамы, рН және органикалық заттар айтарлықтай әсер ететінін көрсеткіш, мұнда олар мөлшеріне қарай оң және теріс корреляцияда болады (Bondar, 2019). Топырақтың рН көрсеткіші

оның қышқылдық немесе сілтілік қасиеттерін айқындауына байланысты маңызды. Себебі бұл топырақта қорғасын иондарның аккумуляциялануына, өсімдіктердің және микроорганизмдердің дамуына, сондай-ақ топырақтағы қоректік заттардың қолжетімділігіне тікелей әсер етеді. Ауытқулар металдардың шығу тегіне байланысты әртүрлі болуы мүмкін (Baghdadi, 2012).

Қорғасын топырақтағы ең аз жылжымалы элементтердің бірі. Ол топырақтың көптеген компоненттерімен, негізінен Fe және Mn конкрецияларымен тығыз байланысты, сондай-ақ сазды минералдармен, органикалық заттармен және темір, алюминий гидроксидтерімен де адсорбцияланады.

Табиғи жағдайда топырақ профилінде қорғасын концентрациясы аналық жыныстарда жинақталады. Алайда топырақтың беткі қабаттарында да шоғырланады, ол көбіне антропогендік әрекеттердің нәтижесі болуы мүмкін (Galušková, 2011).

Қорғасын уытты ауыр металл ретінде топырақ процестерін бұзуы және микроэлементтердің биожетімділігіне ықпал көрсетуі мүмкін, бұл өз кезегінде өсімдік тіршілігіне теріс әсер етеді.

Қалада өнеркәсіптер мен көліктерден шыққан поллютанттар қала ортасының топырағының қабаттарында жинақталып, ластану дәрежесінің артуын туындатады. Соған байланысты Алматы және Талғар қалаларының аумағындағы топырақтың А, В қабаттарында қорғасынның жинақталу деңгейі зерттелді, ол мағлұматтар 1-кестеде сипатталған.

Алматы қаласындағы топырақтың горизонтальді қабаттарынан Pb-ды анықтау үшін алынған топырақтың 0-20 см қабатындағы мөлшері $24,09 \pm 0,34$ мг/кг, ал 20-40 см тереңдігінде $28,35 \pm 0,57$ мг/кг шамасында жинақталған, ол мағлұматтар 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте

Алматы және Талғар қалаларындағы талдау жүргізілген топырақтың құрамындағы қорғасынның мөлшері

Мекен, топырақтың қабаттары	Тереңдігі, см	Қорғасынның мөлшері, мг/кг
Талғар қаласы А/ 20	0-20	$20,48 \pm 0,31$
Талғар қаласы В/40	20-40	$19,28 \pm 0,25$
Алматы қаласы А/20	0-20	$24,09 \pm 0,34$
Алматы қаласы А/40	20-40	$28,35 \pm 0,57$

Ескерту: автор құрастырған.

Ал Талғар қаласының топырағындағы 0-20 см горизонтындағы қорғасынның мөлшері $20,48 \pm 0,31$ мг/кг, ал 40 см тереңдігінде $19,28 \pm 0,25$ мг/кг қорғасын аккумуляцияланған. Талдау нәтижелерінің көрсеткіштері негізінде Алматы қаласының топырағында Pb Талғар қаласының топырағына қарағанда топырақтың төменгі бөлігінде $9,07$ мг/кг көп жинақталған. Талғар қаласының топырағының 20 см қабатында көп мөлшерде аккумуляцияланған, ал 40 см тереңдікте оның мөлшері азайған. Қорғасын табиғи жағдайда топырақтың төменгі қабатында түзіледі, ал антропогендік факторға байланысты топырақтың А, В қабаттарында жинақталатыны анықталған. Алматы қаласының топырағының 40 см тереңдігінде де оның мөлшері артқан, бұл табиғи түзілуімен сәйкес келеді, дегенмен топырақтың А, В профилінде көп шоғырлануы ластануды көрсетеді.

Топырақтың рН деңгейі өсімдіктердің қоректік заттарды сіңіру мүмкіндігіне әсер етеді. Қышқыл топырақта темір, марганец көп болуы мүмкін, ал сілтілі топырақта фосфор мен темірдің тапшылығы орын алуы ықтимал. Топырақтың рН-на көрсеткішіне байланысты қорғасын топырақта жинақталады, сондықтан топырақтың рН-ы екі орта топырағынан анықталды. Зерттеу мағлұматы негізінде Алматы қаласындағы топырақтың рН-6, яғни қышқылды, ал Талғар қаласының топырағының рН-7 нейтралды болатыны белгілі болды.

Сонымен қатар, рН деңгейі топырақтағы микроорганизмдердің тіршілігіне де ықпал етеді, себебі алуан түрлі микроорганизмдер тек белгілі бір рН деңгейінде белсенді тіршілікте болады.

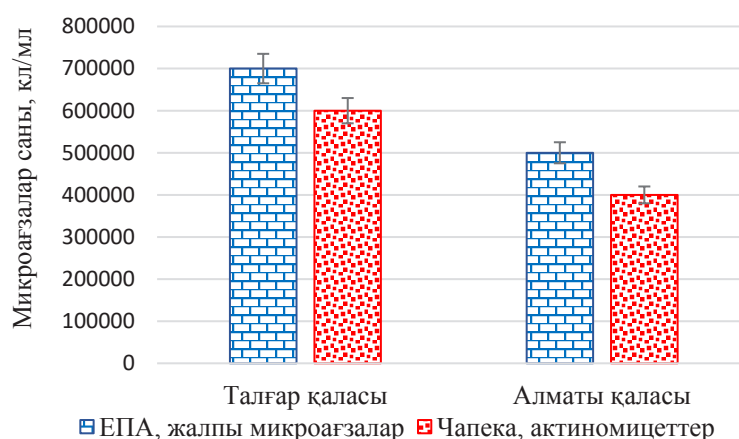
Сондықтан екі нүкте топырағында аккумуляцияланған қорғасынның микроағазалардың

сан мөлшеріне әсері талданды, ол 1-суретте көрсетілген. Талғар қаласының топырағындағы ет пептонды агар ортасында өсіп жетілген жалпы микроағзалар саны $7 \cdot 10^5$ кл/мл, ал Алматы қаласынан алынған топырақта $5 \cdot 10^5$ өскен. Чапека ортасында өскен актиномицеттер

Талғар қаласындағы топырақтағы микроағзалар саны $6 \cdot 10^5$, Алматы қаласындағы $4 \cdot 10^5$ өскен. Талғар қаласының топырағында микроағзалардың санының жоғары болуы бұл аймақтың топырағының биологиялық белсенділігінің жоғары болуын айғақтайды.

1-сурет

Алматы және Талғар қалаларының топырақтарындағы микроағзалар динамикасы



Ескерту: автор құрастырған.

Зерттеу мәліметтері қорғасынның топырақ микроағзаларына айтарлықтай тежегіш әсер ететінін көрсетеді. Яғни, микроағзалардың жасушалық мембраналарына еніп, метаболизмдік үдерістерді бұзады және ферменттердің белсенділігін төмендетеді (Плешакова, 2020). Бұл олардың динамикасын тежейді немесе тіршілігінің тоқтатуына әкеледі.

Талдау жұмысы Алматы және Талғар қалаларының аумағында өскен кәдімгі бақбақ өсімдігінің тамыры, сабағы мен жапырақтарында қорғасынның шоғырлану мөлшерін талдаумен жалғасты. Артық жинақталған поллютанттар сол ортада өсетін өсімдіктердің флоэма және ксилема өткізгіш шоқтары арқылы өсімдіктің бойында таралып, 1-1,5 айға дейін сақталуы мүмкін. Осы аралықта қорекке пайдаланғанда трофикалық тізбекпен әр түрлі звенодағы жануарларға одан адам ағзасына өтуі ықтималдығы жоғары болады (Титов, 2020).

Алматы және Талғар қалаларында өсетін бақбақ өсімдігінің жер асты және жер үсті мүшелері өсімдіктің вегетациялық кезеңі бойынша жиналды және талданды. Топырақ-

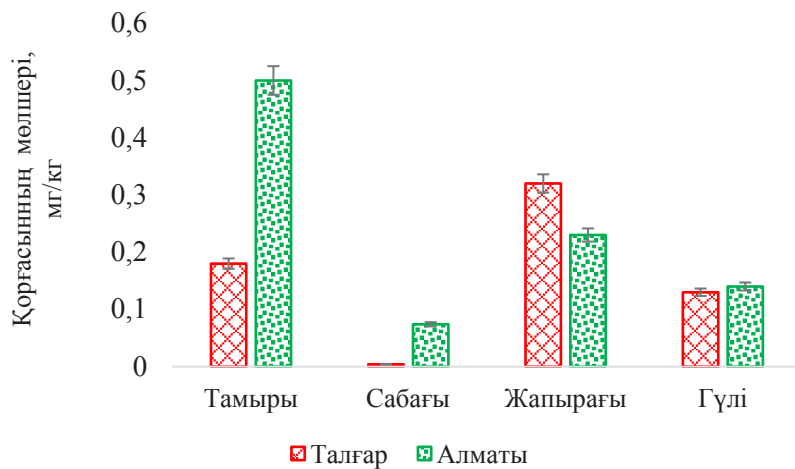
тағы металдардың динамикасы және элементтердің фитоаккумуляциялануы зерттеулерде маңызды (Pietrzykowski, 2014). Фитоаккумуляция бұл өсімдіктердің тіршілігіне және экожүйеге жүктеме түсіруі мүмкін. 2-сурет қорғасынның өсімдіктің тамыры, сабағы, жапырағы және гүлінде аккумуляциялануы сипатталған.

Алматы қаласында өскен кәдімгі бақбақтың сабағындағы Рb-ның мөлшері $0,074 \pm 0,0025$ мг/кг, тамыр бөлігінде $0,50 \pm 0,032$ мг/кг, жапырағында $0,23 \pm 0,019$ мг/кг шамасында, ал гүлінде $0,14 \pm 0,011$ мг/кг. Талғар қаласында өскен бақбақ өсімдігінің сабағындағы оның концентрациясы $0,004 \pm 0,0003$ мг/кг, тамырында $0,18 \pm 0,005$ мг/кг, жапырағына $0,32 \pm 0,030$ мг/кг, гүлінде $0,13 \pm 0,009$ мг/кг шамасында аккумуляцияланған.

Алматы қаласынан алынған кәдімгі бақбақ өсімдігіне жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша қорғасынның мөлшері Талғар қаласындағы өсімдікке қарағанда жоғары концентрациясы анықталды. Яғни, өсімдіктің тамырында қорғасынның көп жинақталатыны белгілі болды.

2-сурет

Өсімдік мүшелерінде жинақталған қорғасынның мөлшері



Экологиялық жағдайы екі түрлі ортада өскен өсімдіктерде қорғасын өсімдіктің тамыры мен жапырағында шоғырлатыны байқалады.

Бұл өз кезегінде өсімдіктің морфологиялық құрылымының қалыптасуына да әсерін тигізеді, ол 3-суретте көрсетілген.

3-сурет

Алматы және Талғар қалаларында өскен бақбақ өсімдігінің морфологиялық ерекшелігі



*А – Алматы, Б – Талғар қалаларында өскен өсімдіктер
Ескерту: автор құрастырған.*

Екі түрлі экологиялық ортада өскен кәдімгі бақбақтардың морфологиялық дамуында ерекшеліктер бар. Алматы қаласында өскен кәдімгі бақбақтың жапырақтарының саны 8 дана, түсі қошқыл және өсімдіктің биіктігі шамамен 19,3 см, ал Талғар қаласындағы нұсқада жапырақ саны 14 дана, түсі ашық жасыл, өсімдіктің биіктігі 24,0 см. Талғар қаласында өскен өсімдіктің дамуына қолайлы экологиялық орта әсер етуі байқалады.

Өсімдіктің өсуіне сол ортаның экологиялық жүктемесі ықпал етеді. Соның бірі автокөліктерден шығатын ластаушылардың әсері. Автокөліктен шығатын тетраэтил қорғасын өсімдіктің сабағы, тамыры және жапырағының анатомиялық құрылысына да әсер етуі мүмкін. Төменде 4-сурет, 2-кестеде кәдімгі бақбақтың екі ортада өскен жапырағының анатомиялық құрылысы көрсетілген.

Кәдімгі бақбақ (*Taraxacum officinale* Wigg.) өсімдігінің тамыр, сабақ және жапырағының

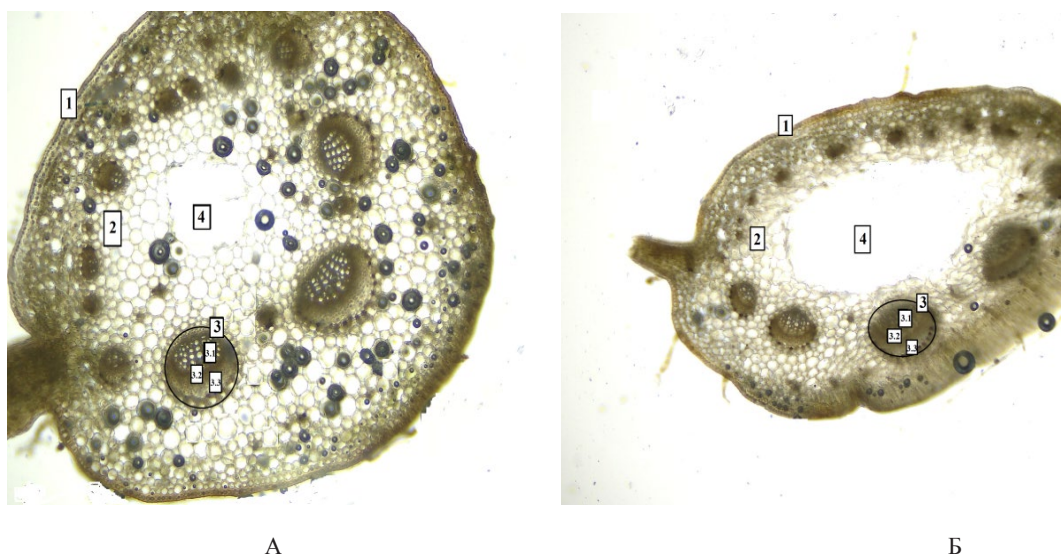
анатомиялық құрылысы бойынша Талғар қаласы маңынан алынған өсімдік жапырағының өткізгіш шоқ ауданы бойынша Алматы қаласынан алынған үлгіден 65%-ға артық екендігі анықталды.

Жапырақтың эпидермисінің қалыңдығы Талғар қаласынан алынған үлгіде 30,7 мкм, Алматы қаласынан алынған үлгіде 20,6 мкм (салыстырмалы көрсеткіш – 33%) көрсетті. Жапырақтың паренхималық жасушаларының қалыңдығы бойынша Талғар қаласындағы үлгіде салыстырмалы көрсеткіш шамамен 60% басым екендігі байқалды. Жапырақтың орталық ауа қуысының ауданы бойынша Алматы қаласынан алынған үлгі 64% жуық басым екендігі анықталды.

Топырақта және өсімдіктің мүшелерінде жиналған қорғасынның мөлшері бойынша өсімдіктің анатомиялық құрылысының ерекшелігі болатыны анықталды.

4-сурет

Кәдімгі бақбақ (*Taraxacum officinale* Wigg.) өсімдігі жапырағының анатомиялық құрылысы



1 – эпидермис; 2 – паренхималық жасуша; 3 – өткізгіш шоқ (3.1 – склерема, 3.2 – флоэма, 3.3 – склерема); 4 – ауа қуысы.

Ескерту: автор құрастырған.

Сабақтың анатомиялық құрылысында Талғар қаласынан алынған өсімдік сабағының эпидермис қалыңдығы – 19,1 мкм, Алматы қаласында өскен үлгіде – 16,5 мкм екендігі анықталды.

Салыстырмалы талдау бойынша 13% айырмашылықты көрсетті. Екі ортада өскен бақбақ өсімдігінің анатомиялық құрылысы туралы мағлұматтар 5-сурет, 3-кестеде келтірілген.

2-кесте

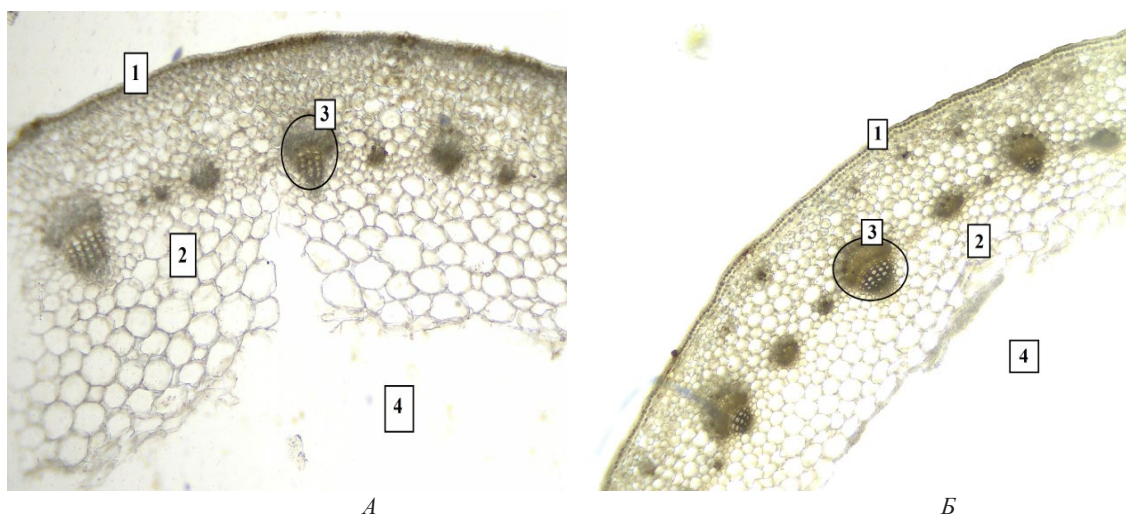
Кәдімгі бақбақ (*Taraxacum officinale* Wigg.) өсімдігінің жапырағының анатомиялық көрсеткіші, мкм²

№	Үлгі	Талғар қаласы	Алматы қаласы
1	Өткізгіш шоқ	65264,1±25,05	22420,8±7,08
2	Эпидермис	30,7±0,6	20,6±0,3
3	Паренхималық жасуша	850,9±8,06	342,7±3,15
4	Орталық ауа қуысы	96039,07±31,09	267927,3±9,25

Ескерту: автор құрастырған.

5-сурет

Кәдімгі бақбақ (*Taraxacum officinale* Wigg.) өсімдігі сабағының анатомиялық құрылысы



А – Талғар қаласынан алынған үлгі; Б – Алматы қаласынан алынған үлгі.
1 – эпидермис; 2 – паренхималық жасуша; 3 – өткізгіш шоқ; 4 – ауа қуысы.
Ескерту: автор құрастырған.

Сабақтың өткізгіш шоқ ауданы бойынша Талғар қаласы маңында өскен кәдімгі бақбақ өсімдігінде 38% артық екендігі анықталды.

Паренхималық жасуша қалыңдығы бойынша алынған нәтижеде 14% Талғар қаласы маңынан алынған үлгіде басым екендігі анықталды.

3-кесте

Кәдімгі бақбақ (*Taraxacum officinale* Wigg.) өсімдігі сабағының анатомиялық құрылысының ерекшеліктері, мкм²

№	Үлгі	Талғар қаласы	Алматы қаласы
1	Өткізгіш шоқ	37419,6±13,03	22895,3±
2	Эпидермис	19,1±0,02	16,5±0,01
3	Паренхималық жасуша	750,7±7,84	639,7±6,009

Ескерту: автор құрастырған.

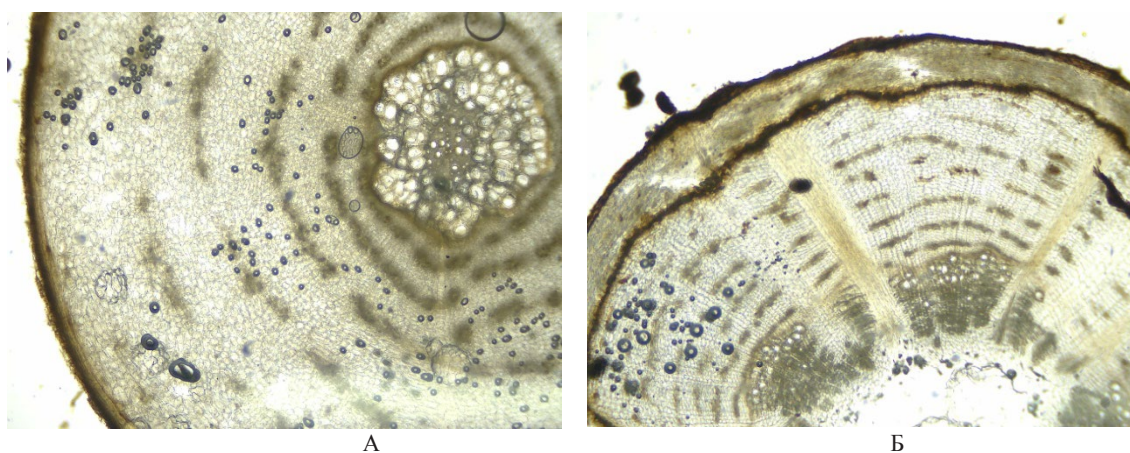
Талғар және Алматы қалаларында өскен бақбақтың өткізгіш шоғы, эпидермис қалыңдығы, паренхималық жасушалары және орталық ауа қуысының ауданы бойынша әр түрлі қалыптасатыны зерттеу мағлұматтары негізінде белгілі болды.

Екі ортада өскен бақбақтың тамырындағы өзгешелік салыстырмалы түрде талданды, оны 6-суреттен көреміз.

Өсімдік тамырының анатомиялық құрылысының салыстырмалы талдау нәтижелері Алматы қаласында өскен өсімдіктің тамырының анатомиялық құрылысында жылдық сақиналарының түзілуі Талғар қаласынан алынған үлгімен (230 мкм) салыстырғанда тығыз (91,7 мкм) және біркелкі емес. Бұл қорғасынның тамырда көп жинақталуы корреляциялық көрсеткішті айқындайды.

6-сурет

Кәдімгі бақбақ (Taraxacum officinale Wigg.) өсімдігі тамырының анатомиялық құрылысы



*А – Талғар қаласынан алынған үлгі; Б – Алматы қаласынан алынған үлгі.
Ескерту: автор құрастырған.*

Қорытынды

Қоршаған ортасының экологиялық жағдайы ерекшеленетін Талғар және Алматы қалаларының автокөліктерінен шығатын қорғасынның әсеріне зерттеу жүргізілді. Топырақта қорғасынның аккумуляциялануы топырақтың рН-на байланысты болады, сондықтан алдымен топырақтың рН ортасы анықталды. Талдау нәтижесінде Алматы қаласының топырағының рН-6, қышқылды, ал Талғар қаласының топырағының рН-7 нейтралды екені дәлелденді.

Қорғасынның топырақта шоғырлану мөлшерін талдауда Талғар қаласына қарағанда Алматы қаласының топырағының 20 см қабатында 3,61 мг/кг және 40 см қабатында 9,07 мг/кг концентрациясы жоғары жинақталған. Бұл автокөлік жүктемесі жоғары Алматы қаласының қорғасынмен ластануы жоғары болатынын айғақтайды.

Екі қала топырағындағы микроағзалардың жалпы санында және актиномицеттерде ерекшеліктер бар. Талғар қаласындағы жалпы микроағзалар 162 данаға, актиномицеттер 176 данаға басым жетілген.

Алматы және Талғар қалаларында өскен кәдімгі бақбақтың мүшелерінде жиналған қорғасын концентрациясын талдауда ол алдымен тамырда кейіннен жапырақта, сабақта және гүлінде жиналғаны белгілі болды. Алматы қаласында өскен кәдімгі бақбақтың сабағындағы 0,07 мг/кг, тамырында 0,32 мг/кг, жапырағында 0,09 мг/кг және гүлінде 0,01 мг/кг қорғасын жиналған. Антропогендік жүктемесі жоғары Алматы мегаполисінде өскен кәдімгі бақбақта қорғасын жоғары деңгейде аккумуляцияланған.

Алматы және Талғар қалаларының топырағында қорғасынның шоғырлануына байланысты сол орталарда өскен кәдімгі бақбақтың

экологиялық-анатомиялық ерекшелігі зерттелді. Жапырақтың эпидермис қалыңдығы Талғар қаласынан алынған үлгіде 33%-ға, жапырақтың паренхималық жасушаларының қалыңдығы шамамен 60% басым екендігі байқалды. Жапырақты орталық ауа қуысының ауданы Алматы қаласы үлгісінде 64% жуық жоғары көрсеткіште болды. Сабактың анатомиялық құрылысында Талғар қаласынан алынған өсімдік сабағының эпидермис қалыңдығы 13%, ал паренхималық жасушаның қалыңдығы 14% жоғары болды. Алматы қаласында өскен өсімдіктің тамырының анатомиялық құрылысында жылдық сақиналарының түзілуі Талғар қаласынан алынған үлгіде 138,3 мкм жоғары көрсеткіште анықталды.

Қорытындылай келе, өсімдіктің биоэкологиялық ерекшеліктері қоршаған ортаның экологиялық жағдайымен тығыз байланыстылығы нақтыланды. Ауыр металдардың топыраққа жинақталуы ондағы микроағзалардың санына және өсімдіктің өсуіне кері әсерін тигізеді. Талдау нәтижелері бойынша кәдімгі бақбақ өсімдігін таза экологиялық ортадан тағам, дәрілік мақсатта, косметикада пайдалануға алу ұсынылады.

Ластанған топырақ үлгілерін зерттеу, бір жағынан, қалалық агломерация топырақтарының техногендік уыттылығының физиологиялық маңызды деңгейін, ал екінші жағынан, жақсы саралануына байланысты кәдімгі бақбақты ластаушы заттарға талдауда индикатор

ретінде пайдалану мүмкіндігі расталды. Түрлі қалалық экожүйелерде топырақтан түсетін қорғасынның жақсы биоаккумуляциясымен үйлескен кәдімгі бақбақтың морфологиялық-анатомиялық ерекшеліктері қалалық топырақтың мониторингі үшін биоиндикаторлар ретінде ұсынылатын өсімдіктерге жатқызуға мүмкіндік береді.

Мүдделер қақтығысы

Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Авторлардың үлесі:

Тұжырымдаманы әзірлеу – Даулетбаева М.М.; Бағдарламалық қамтамасыз ету – Байташева Г.У. Айтжанова М.О.; Кулбекова А.; Валидация – Таныбаева А.К., Даулетбаева М.М.; Иманова Э.М.; Формалды талдау – Байташева Г.У., Даулетбаева М.М., Таныбаева А.К. Иманова Э.М.; Зерттеу – Даулетбаева М.М., Таныбаева А.К., Кулбекова А.; Ресурстар – М.О.Айтжанова; Даулетбаева М.М. Деректерді өңдеу – Даулетбаева М.М., Иманова Э.М.; Мақаланың бастапқы нұсқасын жазу – Даулетбаева М.М. Қарау және редакциялау – Иманова Э.М.; Визуализация – Иманова Э.М., Айтжанова М.О.; Ғылыми жетекшілік – Даулетбаева М.М.; Жобаны басқару – Даулетбаева М.М.

Әдебиеттер

Онистратенко, Н. В., & Рубанова, К. И. (2021). Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L. как перспективный инструмент биодиагностики состояния городской среды. *Natural Systems and Resources*, 11(3), 18–21. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46666070>

Дегодя, Е. Ю., & Мальцева, Е. В. (2016). Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду. *Современные проблемы транспортного комплекса России*, 6(1), 34–37. <https://doi.org/10.18503/2222-9396-2016-6-1-34-37>

Zajęcka, E., & Świercz, A. (2021). Biomonitoring of the urban environment of Kielce and Olsztyn (Poland) based on studies of total and bioavailable lead content in soils and common dandelion (*Taraxacum officinale* agg.). *Minerals*, 11(1), 52. <https://doi.org/10.3390/min11010052>

Калимолдина, Л. М., Султангазиева, Г. С., & Сулейменова, М. Ш. (2022). Загрязнение тяжелыми металлами почв городской зоны Алматы. *Почвоведение и агрохимия*, 3, 38–45. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2022_3_38

Nas, F. S., & Ali, M. (2018). The effect of lead on plants in terms of growing and biochemical parameters: A review. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 3(4), 265–268. <https://medcraveonline.com/MOJES/the-effect-of-lead-on-plants-in-terms-of-growing-and-biochemical-parameters-a-review.html>

Титов, А. Ф., Казнина, Н. М., Карапетян, Т. А., & Доршакова, Н. В. (2020). Влияние свинца на живые организмы. *Журнал общей биологии*, 81(2), 147–160.

Raj, K., & Das, A. P. (2023). Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 79–85. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590182623000048>

Курганбеков, Ж. Н., Утебаев, А. А., & Мухамедов, Р. С. (2022). Накопление и распределение тяжелых металлов в системе «почва–растение». *Известия НАН РК. Серия химических наук*, 4, 88–95. <https://doi.org/10.32014/2518-1491.138>

- Беляева, Ю. В., & Саксонов, С. С. (2019). Влияние автотранспорта на древесные растения города (на примере г. Тольятти, Самарская область). *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*, 28(1), 97–99. <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2019-10187>
- Какарека, С. В. (2018). Динамика содержания свинца в атмосферном воздухе. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук*, 54(4), 467–477. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-4-467-477>
- Чомаева, М. Н. (2020). Автотранспорт и его влияние на экологическую ситуацию в городской местности. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 3–1(42), 6–10. <http://intjournal.ru/wp-content/uploads/2020/04/СНомаева.pdf>
- Онистратенко, Н. В., & Рубанова, К. И. (2021). Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* L. как перспективный инструмент биодиагностики состояния городской среды. *Natural Systems and Resources*, 11(3), 18–21.
- Дьякова, Н. А. (2021). Особенности накопления тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье одуванчика лекарственного. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*, 24(3), 49–54. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-03-07>
- Pisman, M., & Bonte, D. (2020). Urbanization alters plastic responses in the common dandelion (*Taraxacum officinale*). *Ecology and Evolution*, 9, 4082–4090. <https://doi.org/10.1002/ece3.6176>
- Молодцов, В. А., & Гуськов, А. А. (2014). *Определение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта*. Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ».
- Шентерова, Е. М., Мазиров, М. А., Гафурова, Л. А., & Джалилова, Г. Т. (2020). *Биология и экология почв*. Владимир. Количественный химический анализ: методики и измерения. (2021). <https://meganorm.ru/Index2/1/4293824/4293824640.htm>
- Барсуков, В. И. (2004). *Пламенно-эмиссионные и атомно-абсорбционные методы анализа и инструментальные способы повышения их чувствительности*. Мәскеу: Машиностроение-1.
- Мухитдинов, Н., Бегенов, Ә., & Айдосова, С. (2023). *Өсімдіктер морфологиясы мен анатомиясы*. Алматы: Эверо.
- Румянцева, Д. Е. (2023). *Морфология и анатомия растений*. Санкт-Петербург: Лань.
- Sadyrova, G. A., Amankul, Zh. B., Bayzhigitov, D. K., & Jamilova, S. M. (2022). Impact of road transport on the level of air pollution in the city of Almaty. *Экология сериясы*, 1(70), 37–44. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.04>
- Дерябин, В. А., Фарафонтова, Е. П. (2016). *Экология*. Екатеринбург: Уральский университет.
- Bondar, V., Makarenko, N., & Symochko, L. (2019). Lead mobility in the soil of different agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 9, 709–716. <https://doi.org/10.31407/ijees9416>
- Baghdadi, M. E., Barakat, A., Sajieddine, M., & Nadem, S. (2012). Heavy metal pollution and soil magnetic susceptibility in urban soil of Beni Mellal City (Morocco). *Environmental Earth Sciences*, 66, 141–155. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1215-5>
- Galušková, I., Borůvka, L., & Drábek, O. (2011). Urban soil contamination by potentially risk elements. *Soil and Water Research*, 6, 55–60.
- Плешакова, Е. В., Зеленова, Н. А., Нгун, Т., & Решетников, М. В. (2020). Влияние на почвенную микробиоту железа, меди и никеля. *Поволжский экологический журнал*, 1, 66–85. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-66-85>
- Титов, А. Ф., Казнина, Н. М., Карапетян, Т. А., & Доршакова, Н. В. (2020). Влияние свинца на живые организмы. *Журнал общей биологии*, 81(2), 147–160. <https://doi.org/10.31857/S0044459620020086>
- Pietrzykowski, M., Socha, J., & Van Doorn, N. S. (2014). Linking heavy metal bioavailability (Cd, Cu, Zn and Pb) in Scots pine needles to soil properties in reclaimed mine areas. *Science of the Total Environment*, 501–510. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24176697/>

References

- Onistratenko, N. V., & Rubanova, K. I. (2021). Oduvanchik lekarstvennyj *Taraxacum officinale* L. kak perspektivnyj instrument biodiagnostiki sostojanija gorodskoj sredy. *Natural Systems and Resources*, 11(3), 18–21. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46666070>
- Degodja, E. Ju., & Mal'ceva, E. V. (2016). Vlijanie avtomobil'nogo transporta na okruzhajushhujy sredy. *Sovremennyye problemy transportnogo kompleksa Rossii*, 6(1), 34–37. <https://doi.org/10.18503/2222-9396-2016-6-1-34-37>
- Zajęcka, E., & Świercz, A. (2021). Biomonitoring of the urban environment of Kielce and Olsztyn (Poland) based on studies of total and bioavailable lead content in soils and common dandelion (*Taraxacum officinale* agg.). *Minerals*, 11(1), 52. <https://doi.org/10.3390/min11010052>
- Kalimoldina, L. M., Sultangazieva, G. S., & Sulejmenova, M. Sh. (2022). Zagrzaznenie tjazhelymi metallami pochv gorodskoj zony Almaty. *Pochvovedenie i agrohimiya*, 3, 38–45. https://doi.org/10.51886/1999-740X_2022_3_38
- Nas, F. S., & Ali, M. (2018). The effect of lead on plants in terms of growing and biochemical parameters: A review. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 3(4), 265–268.
- Titov, A. F., Kaznina, N. M., Karapetjan, T. A., & Dorshakova, N. V. (2020). Vlijanie svinca na zhivye organizmy. *Zhurnal obshhej biologii*, 81(2), 147–160.
- Raj, K., & Das, A. P. (2023). Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.enceco.2023.01.004>
- Kurganbekov, Zh. N., Utebaev, A. A., & Muhamedov, R. S. (2022). Nakoplenie i raspredelenie tjazhelyh metallov v sisteme «pochva–rastenije». *Izvestija NAN RK. Serija himicheskikh nauk*, 4, 88–95. <https://doi.org/10.32014/2518-1491.138>
- Beljaeva, Ju. V., & Saksonov, S. S. (2019). Vlijanie avtotransporta na drevesnye rastenija goroda (na primere g. Tol'jatti, Samarskaja oblast'). *Samarskaja Luka: problemy regional'noj i global'noj jekologii*, 28(1), 97–99. <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2019-10187>

- Kakareka, S. V. (2018). Dinamika sodержaniya svinca v atmosfernom vozduhe. *Vesci Nacyjanal'naj akademii navuk Belarusi. Seryja himichnyh navuk*, 54(4), 467–477. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2018-54-4-467-477>
- Chomaeva, M. N. (2020). Avtotransport i ego vlijanie na jekologicheskiju situaciju v gorodskoj mestnosti. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 3-1(42), 6–10.
- Onistratenko, N. V., & Rubanova, K. I. (2021). Oduvanchik lekarstvennyj *Taraxacum officinale* L. kak perspektivnyj instrument biodiagnostiki sostojanija gorodskoj sredy. *Natural Systems and Resources*, 11(3), 18–21.
- D'jakova, N. A. (2021). Osobennosti nakoplenija tjazhelyh metallov i mysh'jaka v lekarstvennom rastitel'nom syr'e oduvanchika lekarstvennogo. *Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevticheskoy himii*, 24(3), 49–54. <https://doi.org/10.29296/25877313-2021-03-07>
- Pisman, M., & Bonte, D. (2020). Urbanization alters plastic responses in the common dandelion (*Taraxacum officinale*). *Ecology and Evolution*, 9, 4082–4090. <https://doi.org/10.1002/ece3.6176>
- Molodcov, V. A., & Gus'kov, A. A. (2014). *Opređenje vybrosov zagryznojushhih veshhestv ot avtotransporta*. Tambov: TGTU.
- Shenterova, E. M., Mazirov, M. A., Gafurova, L. A., & Dzhililova, G. T. (2020). *Biologija i jekologija pochv*. Vladimir. Kolichestvennyj himicheskij analiz: Metodiki i izmerenija. (2021).
- Barsukov, V. I. (2004). *Flame emission and atomic absorption methods of analysis and instrumental ways to increase their sensitivity*. Moscow: Mashinostroenie-1.
- Muhitdinov, N., Begegov, Ә., & Ajdosova, S. (2023). *Өsimdikter morfologijasy men anatomijasy*. Almaty: Evero.
- Rumjanceva, D. E. (2023). *Morfologija i anatomija rastenij*. Sankt-Peterburg: Lan'.
- Sadyrova, G. A., Amankul, Zh. B., Bayzhigitov, D. K., & Jamilova, S. M. (2022). Impact of road transport on the level of air pollution in the city of Almaty. *Jekologija serijasy*, 1(70), 37–44. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v70.i1.04>
- Deryabin, V. A., & Farafontova, E. P. (2016). *Ecology*. Yekaterinburg: Ural University.
- Bondar, V., Makarenko, N., & Symochko, L. (2019). Lead mobility in the soil of different agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 9, 709–716. <https://doi.org/10.31407/ijeec9416>
- Baghdadi, M. E., Barakat, A., Sajieddine, M., & Nadem, S. (2012). Heavy metal pollution and soil magnetic susceptibility in urban soil of Beni Mellal City (Morocco). *Environmental Earth Sciences*, 66, 141–155. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1215-5>
- Galušková, I., Borůvka, L., & Drábek, O. (2011). Urban soil contamination by potentially risk elements. *Soil and Water Research*, 6, 55–60.
- Pleshakova, E. V., Zelenova, N. A., Ngun, T., & Reshetnikov, M. V. (2020). Vlijanie na pochvennuju mikrobiotu zheleza, medi i nikelja. *Povolzhskij jekologicheskij zhurnal*, 1, 66–85. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-1-66-85>
- Titov, A. F., Kaznina, N. M., Karapetjan, T. A., & Dorshakova, N. V. (2020). Vlijanie svinca na zhivye organizmy. *Zhurnal obshhej biologii*, 81(2), 147–160. <https://doi.org/10.31857/S0044459620020086>
- Pietrzykowski, M., Socha, J., & Van Doorn, N. S. (2014). Linking heavy metal bioavailability (Cd, Cu, Zn and Pb) in Scots pine needles to soil properties in reclaimed mine areas. *Science of the Total Environment*, 501–510.

Авторлар туралы мәлімет:

Даулетбаева Маржанкуль Мырзахметовна (корреспондент-автор) – биология ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Биология кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Байташева Гаухар Умирәлиевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Жаратылыстану институтының директоры, доцент (Алматы, Қазақстан, e-mail: baitasheva2004@gmail.com).

Таныбаева Айнура Кабрәсуловна – биология ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Турақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Кулбекова Айман Абдижапбаровна – магистр, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Биология кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: Kulbekova.aiman@gmail.com).

Айтжанова Мира Онланбековна – биология ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Биология кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а. (Алматы, Қазақстан, e-mail: aytzhanovamira09@gmail.com).

Иманова Эльмира Мырзабековна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Биология кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы, Қазақстан, e-mail: imanovaelmira74@gmail.com).

Information about authors:

Dauletbaeva Marzhankul Myrzakhmetovna (corresponding author) – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Biology, Kazakh National Women's Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Baitasheva Gaukhar Moryaliyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Institute of Natural Sciences of the Kazakh National Women's Pedagogical University, Associate Professor (Almaty, Kazakhstan, e-mail: baitasheva2004@gmail.com).

Tanybaeva Ainur Kabdrasulovna – candidate of biological sciences, associate professor of the UNESCO Department of Sustainable Development of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Kulbekova Ayma Abdizhapbarovna – master, Senior Lecturer, Department of Biology, Kazakh National Women's Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: Kulbekova.aiman@gmail.com).

Aitzhanova Mira Onlanbekovna – Candidate of Biological Sciences, acting Associate Professor, Department of Biology, Kazakh National Women's Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: aytzhanovamira09@gmail.com).

Imanova Elmira Myrzabekovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology of the Kazakh National Women's Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: imanovaelmira74@gmail.com).

Сведения об авторах:

Даулетбаева Маржанкуль Мырзахметовна (корреспондент-автор) – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии Казахского национального женского педагогического университета (Алматы, Казахстан, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Байташева Гаухар Умиралиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, директор Института естественных наук Казахского национального женского педагогического университета, доцент (Алматы, Казахстан, e-mail: baitasheva2004@gmail.com).

Таныбаева Айнура Кабдрасуловна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: marjandmm19@gmail.com).

Кулбекова Айман Абдижапбаровна – магистр, старший преподаватель кафедры биологии Казахского национального женского педагогического университета (Алматы, Казахстан, e-mail: Kulbekova.aiman@gmail.com).

Айтжанова Мира Онланбековна – кандидат биологических наук, и. о. ассоциированного профессора кафедры биологии Казахского национального женского педагогического университета (Алматы, Казахстан, e-mail: aytzhanovamira09@gmail.com).

Иманова Эльмира Мырзабековна – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры биологии Казахского национального женского педагогического университета (Алматы, Казахстан, e-mail: imanovaelmira74@gmail.com).

*Келіп түсті: 31 наурыз 2025 жыл
Қабылданды: 04 қаңтар 2026 жыл*