

Г.С. Айдарханова 

С.Сейфуллин ат. Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, Астана қ.
e-mail: exbio@yandex.ru

ҚЫТАЙДАН АЛЫНҒАН АҒАШТАРДЫ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ ТӘЛІМБАҚТА ЖЕРСІНДІРУ

Мақалада Қазақстан мемлекеті астанасының айналасында шетелден әкелініп жерсіндірілген ағаштарға жүргізілген мониторинг нәтижелері жариялануға ұсынылды. Зерттеу барысында Ақмола облысының солтүстік аумағындағы «Ақкөл» Орман шаруашылық мемлекеттік мекемесінің тәлімбағында (питомнигінде) Қытай мемлекетінен әкеліп отырғызылған ағаш өсімдіктеріне мониторинг жүргізілді. Экспериментте зерттеу нысаны ретінде өсімдіктер тобы: Бунге шағаны (*Fraxinus Bungeana*); Американдық шаған (*Fraxinus Americana*); Евфрат терегі (*Populus Euphratica*) алынды. Олардың бейімделу деңгейі түрлі көрсеткіштер арқылы салыстырылды. Осы ағаштардың таксациялық-биометриялық көрсеткіштері 60,1; 47,7; 22,3 пайызды құрайды. Алынған өсімдіктердегі фотосинтез құбылысының белсенділік деңгейі *Populus Euphratica* (0,63 мкг/г) ең төменгі, *Fraxinus Americana* (0,76±0,01) орташа, *Fraxinus Bungeana* (0,80 мкг/г) ең жоғарғы болып тіркелді. Фотохимиялық белсенділіктің анықталуы ағаштардың жапырақтарында жүргізілді. Ағаш өсімдіктерінің жаңа ортаға төзімділігі олардың жапырақ пластинасында ауыр металлдардың жинақталу мөлшері қаралды. Нәтижесінде, мыстың концентрациясы жоғары болған американдық, Бунге шағандары. Темірдің концентрациясы барлық ағаш түрлерінде жоғары. Демек, бұл элементтің жапырақ пластинасында сиымдылық деңгейі өте жоғары екені байқалды. Қорғасын мен мырыштың нысандардағы жиналу көрсеткіштері шекті концентрациядан аспады. Қорытындылай келе, ауыр металлдар әр ағаш түрінде әртүрлі концентрацияды жинақталады. Алайда, осы экологиялық факторға ең тұрақты болған *Populus Euphratica*, ал *Fraxinus* өкілдерінің арасында өте сезімтал болған *Fraxinus Bungeana*. Жалпы, Нұр-Сұлтан қ. айналасында шетелден әкелініп жерсіндірілген ағаштардың бейімделуі әрқалай болып тіркелсе де, *Populus Euphratica* тұрақтылығы жоғарылау, ал ең сезімтіл *Fraxinus Bungeana* болғаны байқалды. Жалпы, зерттеуімізде жерсіндірілген ағаштарға қысқа мерзімді мониторинг жүргізу алгоритмі жасалды және ол декоративті өсімдіктердің биоалуантүрлілігінің сақтауға ықпал етеді.

Түйін сөздер: Қытай, ағаш өсімдіктері, Солтүстік Қазақстан, тәлімбақ, жерсіндіру, фотосинтез, ауыр металлдар

G.Aidarkhanova

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Kazakhstan, Astana
e-mail: exbio@yandex.ru

Introduction of trees plants in nurseries of northern Kazakhstan from of the China

The manuscript presents the results of monitoring during the introduction near the capital of Kazakhstan of trees plants imported from China and planted in the nursery of the Akkol State Forestry Enterprise in the northern part of the Akmola region. *Fraxinus Bungeana*, *Fraxinus Americana*, *Populus Euphratica* were used as the object of study in the experiment. The adaptive characteristics of the selected plants were compared according to various bioecological indicators. Taxation and biometric indicators of these trees amounted to 60.1; 47.7; 22.3 percent. In samples of tree leaves of different sizes, the level of photosynthetic activity was determined. This indicator among the studied species was the lowest in *Populus Euphratica* (0.63 $\mu\text{g/g}$), average in *Fraxinus Americana* (0.76±0.01) and high in *Fraxinus Bungeana* (0.80 $\mu\text{g/g}$). The resistance of trees plants to the new environment was assessed by the amount of accumulation of heavy metals in their leaf blades. An increased concentration of copper and iron accumulated American ash, Bunge ash. The content of cadmium, lead, zinc did not exceed the MPC. In general, the monitoring showed that different types of trees introduced in the vicinity of the city of Nur-Sultan in the north of the Akmola region show different adaptive responses. It is shown that heavy metals accumulate more intensively in ash leaves. *Populus Euphratica* turned out to be the most resistant to this ecological environmental factor, and *Fraxinus Bungeana* is the most sensitive among ash representatives. In general, the adaptation of trees introduced from abroad in the region of northern Kazakhstan, near the city of Nur-Sultan, is carried out in accordance with their

biological characteristics. It has been observed that *Populus Euphratica* is more resistant and *Fraxinus Bungeana* is the most sensitive species when introduced. In general, based on our research, an algorithm for short-term monitoring of introduced trees has been developed to preserve the biodiversity of ornamental plants.

Key words: China, tree plants, nurseries, Northern Kazakhstan, introduction, photosynthesis, heavy metals crops

Г.С. Айдарханова

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан, г. Астана
e-mail: exbio@yandex.ru

Интродукция древесных растений в питомниках Северного Казахстана, завезенных из Китая

В статье к опубликованию представлены результаты мониторинга при интродукции вблизи столицы Казахстана древесных растений, завезенных из Китая Китайской народной республики и высаженных в питомнике Государственного лесохозяйственного учреждения «Акколь» в северной части Акмолинской области. В качестве объекта исследования в эксперименте использовались *Fraxinus Bungeana*, *Fraxinus Americana*, *Populus Euphratica*. Адаптационные характеристики выбранных растений сравнивали по различным биоэкологическим показателям. Таксационные и биометрические показатели этих деревьев составили 60,1; 47,7; 22,3 процента. В пробах листьев деревьев различных размеров определяли уровень фотосинтетической активности. Этот показатель среди исследуемых видов был самым низким у *Populus Euphratica* (0,63 мкг/г), средним у *Fraxinus Americana* (0,76 ± 0,01) и высоким у *Fraxinus Bungeana* (0,80 мкг/г). Устойчивость древесных растений к новой среде оценивали по количеству накопления тяжелых металлов в их листовых пластинках. Повышенную концентрацию меди и железа аккумулировали Американский ясень, ясень Bunge. Содержание кадмия, свинца, цинка не превышало ПДК. В целом, мониторинг показал, что различные виды деревьев, интродуцированных в окрестности города Нур-Султан на севере Акмолинской области, проявляют различные адаптивные реакции. Показано, что тяжелые металлы более интенсивно накапливаются в листьях ясеней. Наиболее устойчивым к этому экологическому фактору среды оказался *Populus Euphratica*, а среди представителей ясеневых наиболее чувствительным является *Fraxinus Bungeana*. В целом, адаптация интродуцированных из-за рубежа деревьев в районе северного Казахстана, вблизи города Нур-Султан, осуществляется в соответствии с их биологическими особенностями. Было замечено, что *Populus Euphratica* более устойчив, а *Fraxinus Bungeana* – наиболее чувствительный вид при их интродукции. В целом, на основе наших исследований разработан алгоритм краткосрочного наблюдения за интродуцированными деревьями для сохранения биоразнообразия декоративных растений.

Ключевые слова: Китай, древесные растения, питомники, Северный Казахстан, интродукция, фотосинтез, тяжелые металлы.

Кіріспе

Өсімдіктерді жерсіндіру проблемалары ғылым ретінде ботаникалық, экологиялық білім мен өсімдіктерді отырғызудағы биотехнология тәжірибесінде жиналған ілімге айналды [1]. Өсімдіктер интродукциясының мысалдары: ежелгі Пунт мемлекетіне жорығы нәтижесінде өсімдіктер әкелініп, Мысырдың сарайлы-шіркеулі бақтарында өсірілген; Вавилон патшайымы құрған Семирамида аспалы бағының өсімдіктері Армян тауларынан әкелінген болатын. Өсімдіктерді жерсіндіру көп жағдайда аймақтық сұранысқа ие болып табылады және оның нәтижесінде өсімдіктерді мәдениетке түрлі мақсатпен енгізуде қолданатыны белгілі

[2]. Жалпы, тарихи деректерді талдаудың нәтижесінде байқалғаны, өсімдіктерді жерсіндіру – жергілікті ортада фикобиотаның алуантүрлілігінің антропогендік детерминациясының бір формасы [3, 4].

Қазіргі заман ортасының алдындағы негізгі міндет – ол қоршаған ортаны сауықтыру, адамдардың тіршілігіне қолайлы жағдай құру. Осы күрделі мәселе соңғы 20 жылда өркениеттің дамуы табиғатқа әсер ете бастағанда туылды [5]. Интродуценттердің перспективтілігі басқа интродуценттермен немесе жергілікті ағаш-текес өсімдіктермен салыстыра отырып бағаланады. Жерсіндірудің сәтті аяқталуын болжау мәселесі өте күрделі. Интродуценттерді алдын ала бағалау жана жағдайларда өмір сүруін болжау

едетте климаттық аналогтар әдісімен жүзеге асырылады. Сонымен қатар, климаттық факторлардан басқа, ағаш-бұта түрлерін жесіндіруде эдафикалық жағдайлар да үлкен маңызға ие [6, 7]. Осы салада қалыптасқан замануи интродукциялық технологиялардың көбісі жер бетінің жан-жағында орналасқан ботаникалық бақтарындағы жағдайларында орындалып, практикаға енгізіледі, толықтырылады, дамиды [8, 9].

Өсімдіктерді жерсіндірудің тиімділігін арттыру үшін егіншілік сияқты адамның практикалық негізінде тәжірибе қалыптасып, белгілі алгоритмі құрылады және бұл жаңа өсімдіктердің аздаған экземплярларының болуында. Соңғы уақыттарда көңіл бөлінетін өсімдіктер әртүрлілігін сақтаудағы табиғи ареалының басқа жерде өсетін өсімдіктерді зерттеу әдісінің бірі болып келеді [10, 11].

Солтүстік Қазақстанның аумағында ағаштар мен бұталарды жерсіндіру зерттеулері Солтүстік Қазақстан, Павлодар, Ақмола және Қостанай облыстарында ертеден жүргізілген [12]. Осы аймақтарда жаңа түрлерді тарту мәселесі 18-ші және 19-шы ғасырдың басында талқыланды. Осы авторлардың деректері бойынша, Омбы мемлекеттік мүлік әкімшілігінің орман қызметкерлерінің съезі орман өсімдіктерін енгізудің бастапқы нүктесі болды. Және осы аумақта ағаш өсімдіктерін жерсіндіру бойынша ұзақ мерзімді зерттеулер Бурабай орман мектебінде (қазіргі экология және орман шаруашылығы колледжі) жүргізіледі, мұнда 1898 жылы орман питомнигі негізінде дендробақ қаланды. Кіші дендрологиялық бақтар 1900-1905 жылдары Айыртау, Зеренді, Арық-Балық және Орлиногорск орман шаруашылығы (Көкшетау облысы) аумағында қалыптастырылды. 1912 жылы Петропавлда ботаникалық бақ пайда болды. Ағаш өсімдіктерін енгізудегі қызығушылықтың дамуы XX ғасырдың екінші жартысында пайда болды. 1960 жылдан бастап Солтүстік Қазақстанда ағаштар мен бұталарды интродукциялау мәселесі биологиялық алуантүрлілікті көтеру мақсатында мәдениетке және елді мекендерді көгалдандыруға енгізу И. С. Спиглазов, З. А. Смирнова, Г. С. Бозрикова, С. В. Маловик, О. П. Свистунова, А. И. Смирнов, А. И. Верзунов, Н. К. Чеботько және т.б. айналысты [13]. 1960 жылдан бастап 2006 жылға дейінгі кезеңде Орман Шаруашылығының және Агроорманмелиорация Қазақ Ғылыми Зерттеу Институтының арборетумы мен дендробақтарында 2000-нан астам ағаш-бұта түрлері

мен сұрыптары сыналды. Дендробақ пен арборетумда қазіргі таңда өсімдіктердің отаны Солтүстік Америка, Сібір, Еуропа, Таяу Шығыс, Орта Азия, Қытай-Жапон аумақтары болып табылатын 800-дей түрі мен сұрпы жерсіндірілді [14].

Ақмола облысы дендрофлорасының түр құрамы шектеулі, бұл қатал климаттық факторлармен түсіндіріледі. Жергілікті жерде ағаштар мен бұталардың кішігірім ассортименти болғандықтан осы бағытта зерттеулер жүргізу негізгі факторларының бірі болып табылады. Жаңа түрлер мен пішіндерді өндіріске енгізу ормандардың өнімділігін арттыру мен жер ресурстарының шаруашылық иеленуіне, мәдени-ағартушылық мақсатта қолданылуы мүмкін. Интродуценттерді Ақмола облысына енгізілуі ағаштектес өсімдіктердің құнды адаптациялық, биологиялық, санитарлы-гигиеналық, эстетикалық, әлеуметтік қасиеттері негізгі векторы болып саналады. Оларды қала жағдайында өсіру қоршаған ортаға байланысты биологиялық жүйенің сезімталдығы, айрықша әсер етудің өсіп шығу қасиеті өзгереді [15].

Республикамыздағы қалалардың өркенденуіне байланысты олардың жасыл аумағын көркейтудегі проблемалар туындайды. Осы жағдайға байланысты Қазақстандағы салқын климатты аумақтарда жақсы бейімделген өсімдіктерге сұраныс молаяды. Осы мақсатпен біз мемлекет астанасының айналасында шетелден әкелініп жерсіндірілген ағаштарға мониторинг жүргізіп, оның әдістерін қалыптастыруға ат салыстық. Зерттеудің мақсатын іске асыру үшін келесідей негізгі міндеттер қойылды: жерсіндірілген ағаштардың фенологиясын бақылау; өсімдіктердің таксациялық-биометриялық көрсеткіштерін талдау; зерттелінетін ағаштардың жапырақ пластинасының морфологиялық параметрлеріне байланысты олардың фотосинтетикалық белсенділігін анықтау; ағаш өсімдіктердің жапырақтарында жиналатын ауыр металлдардың концентрациясын зерттеу; ағаштарды интродукциялаудағы қысқа мерзімді эксперименттердің алгоритмін қалыптастыру.

Материалдар мен әдістер

Зерттеулер Ақмола облысының «Ақкөл» Орман шаруашылық мемлекеттік мекемесінің орман көшетжайы (питомнигі) негізінде 2019 ж. орындалды. Оның ауданы 52 га. Тәлімбақта шырша, қарағай, теректер, талдар, шағандар мен жұпаргүлдер сияқты ағаштар мен бұталар

өседі. Олардың барлығы Ақмола облысындағы ағаштар мен бұталардың ассортиментін көбейту мақсатында орындалып жатыр. Тәлімбақта 2017 жылы Қытаймен бірлескен жоба бойынша ағаштар мен көшеттер отырғызылып, олар бақылау үстінде. Зерттеу нысаны ретінде зерттеу жүргізілетін келесі өсімдіктер тобы алынды: Бунге шағаны (*Fraxinus Bungeana*); Американдық шаған (*Fraxinus Americana juglandifolia*); Евфрат терегі (*Populus Euphratica*).

Зерттеліп жатқан түрлердің фенологиялық кезеңдік дамуының орташа күндері, бүршік атуы, жапырақтардың шығуы, жаппай гүлдеу уақыты, жемістердің пайда болуы, жапырақтардың түсуі, соңында вегетация кезеңінің ұзақтығы анықталады [16, 17, 18].

Ағаштардың жапырақтарында биохимиялық құбылыстарының белсенділігін бағалау үшін әр ағаштың жапырақ пластинасының үлкен, кіші және орташа жапырақтарынан 5 дана алынып, хлорофил мөлшерін MINI-PAM II құрылғысы арқылы зерттелді. Жерсіндірілген ағаштардың жапырақтарында ПАМ флуориметрі арқылы фотосистеманың биохимиялық белсенділігінің динамикасы бағаланды [19]. Сондықтан, өсімдіктердің фотосинтетикалық аппараттарының тиімділігін бағалаудағы ыңғайлы тетігі – MINI-PAM флуориметрімен флуоресценция құбылысының мөлшерін өлшеу. Құрылғы бір мезгілде фотосинтезді тудыратын және флуоресцентті түзетін белсенді жарықтың екеуін де шығара алады. Құрылғы портативті, ол зертханаларда ғана емес, далалық жерлерде, сондай-ақ экологиялық жағдайдың жедел мониторингісін жүргізуге мүмкіндік береді. ПАМ-флуориметрлік әдіс абиотикалық жағдайларда (температура әсері, су кернеуі), биотикалық (микроорганизмдерден, жәндіктерден) немесе антропогендік стресстің астындағы фотосинтетикалық аппаратты диагностикалаудың аса жоғары ақпараттылығы, мәнерлі және салыстырмалы арзан әдістерінің бірі болып табылады.

Жапырақ пластинасының биоморфологиялық көрсеткіштерін анықтау үшін әр ағаштың үстіңгі ортаңғы, шеткі бөліктеріндегі жақсы дамыған 10 дана жапырақтары алынды. Жапырақ пластинасының ені мен ұзындығы нақтылығы 1 мм дейінгі сызғышпен анықталды. Бұнда $n=10$ саны болғандағы Стюдент нақтылық критерий $t>3$ және тәжірибе нақтылығы 5% шегінде болғандағы алдын ала есептеулермен жасалынды [20, 21]. Алынған мәліметтер орташа арифметикалық мәні мен вариация коэффициенті

статистикалық өңдеу арқылы есептелінді [23, 24]. Жапырақ құрамындағы ауыр металдарды атомды-абсорбциялық спектрометрі «КВАНТ Z.ЭТА» арқылы анықталды [25]. Мәліметтердің статистикалық өңдеуін Microsoft Excel 2010 бағдарламасында мәліметтерді анализдеу стандартты пакеті арқылы жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талдау

Нұр-Сұлтан қаласының айналасында тұрақты сапалы рекреациялық аумақ қалыптастыру көп жылдардан бері басталған. Осы мақсатпен Қытай мемлекетінен 30-дан астам түрлі ағаштар 2015 жылдан бері жерсіндіріле бастаған. Біздің зерттеуімізде интродукциялауға алынған ағаштар бірнеше ерекшеліктерімен сипатталады.

Бунге шағанының (*Fraxinus bungeana*) биіктігі 5 м-ге дейін үлкен емес ағаш, Қытайдың Солтүстік облыстарында өседі. Көп дінді ағаш. Вегетация кезеңі сәуір айының соңынан қазанның ортасына дейін жүреді. Екі жылда бір рет гүлдейді, жемістері тамызда піседі, қысқа төзімділігі орташа. Гүлдеу кезінде декоративті түрде әдемі.

Fraxinus өкілінің келесісі американдық шаған (*Fraxinus americana*) Солтүстік Американың шығыс жақтарында өседі. Өте күшті ағаш, биіктігі 35 м-ге дейін болады. Тез өседі, салыстырмалы түрде құрғақшылыққа да және аязға да төзімді. Кәдімгі шағанға қарағанда көктемгі үсіктерге шалдықпайды. Американдық шаған қаланың жағдайларына өте төзімді, өміршең болып келеді. Тез өсудің арқасында, әдемі бөрікбасы мен өміршеңдігі аллеялық, топтық және композициялық отырғызылымдарда қолданылады [26].

Евфрат терегінің (*Populus euphratica*) діңі түзу, жуандығы кейде 1 м-ге жетеді, қабығы сарғылт-сұр, таспа тәрізді сыпырылады. Өркендері бастапқыда нәзік түкті, кейін түксіз, түсі қоңыр сарғылт. Сәуірде гүлдейді, мамырда жеміс береді. Тораңғы отын орнына пайдаланылып құрып бара жатқандықтан, республикамызда өсетін осы терек түрі соңғы кезде Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген [27].

Зерттелінетін ағаштарға ерте көктемнен кешкі күзге дейін бақылау жүргізілді, ол ағаштар фенологиясын жүргізуде және вегетация күндерінің санын анықтауда үлкен рөл атқарады. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша төмендегі 1-кестеде әр ағаштардың вегетациялық мерзімдері көрсетілген.

1- кесте – Зерттелген ағаштардың фенологиялық көрсеткіштері, 2019

№	Нысандардың атауы	Бұр шығуы	Жапырақ шығуы	Жапырақ түсуі	Вегетация ұзақтығы, күн
1	<i>Fraxinus bungeana</i>	30.05	10.06	27.10	150
2	<i>Fraxinus americana</i>	30.05	10.06	30.10	153
3	<i>Populus euphratica</i>	22.05	30.05	22.10	185

1-кесте бойынша мәліметтерге талдау жасақ, ең ерте бұр жарған Евфрат терегі, ал кештеу шыққан Бунге шағаны мен Американдық шаған. Жалпы ең ұзақ вегетациялық кезең Евфрат терегіне (185 тәулік) тән екені байқалды. Фенологиялық байқауларда ағаштар бүршік атқаннан бастап бақылауға алынды. Әр ағаштың жапырағы әр түрлі уақытта шығады, жапырақ түсуі де әртүрлі. Сондықтан, мони-

торинг нәтижесіндегі жағдай Евфрат терегінің декоративтік маңыздылығының бір шама жоғарылау екенін көрсетті.

Ағаштардың таксациялық-биометриялық көрсеткіштеріне тоқталсақ, олардың орташа көрсеткіштері 2 кестеде келтірілген. Интродукцияланған өсімдіктердің бейімделуіне таксациялық параметрлер интегралдық көрсеткіш ретінде қаралды.

2-кесте – Ағаштардың таксациялық-биометриялық көрсеткіштері, 2019 ж.

№	Нысан атауы	Орташа биіктігі, (м)	Орташа диаметрі (см)	Өсіп тұрғаны (дана/%)	Өспей қалғаны (дана/%)	Жалпы саны, дана
1	<i>Fraxinus bungeana</i>	0,66	1,2	24/22,3	84/77,7	108
2	<i>Fraxinus americana</i>	0,95	0,8	80/60,1	52/39,9	132
3	<i>Populus euphratica</i>	0,46	1,6	8/47,7	9/52,3	17
	Барлығы					515

Таксациялық-биометриялық көрсеткіштеріне байланысты екі жылдан астам уақытта қарқынды бейімделген ағаштардың реті келесідей болды: *Fraxinus americana* – *Populus euphratica* – *Fraxinus bungeana*. Зерттеу нысандардың ішінде *Fraxinus bungeana* ең нәзік екендігін көрсетті. Осы тізімдегі ағаштар питомникте қатармен орналасқан, қатар арасы 1,5-2 м. Зерттелген ағаштардың таксациялық көрсеткіштері жерсіндірілгендегі олардың жағдайларын айқын көрсетті.

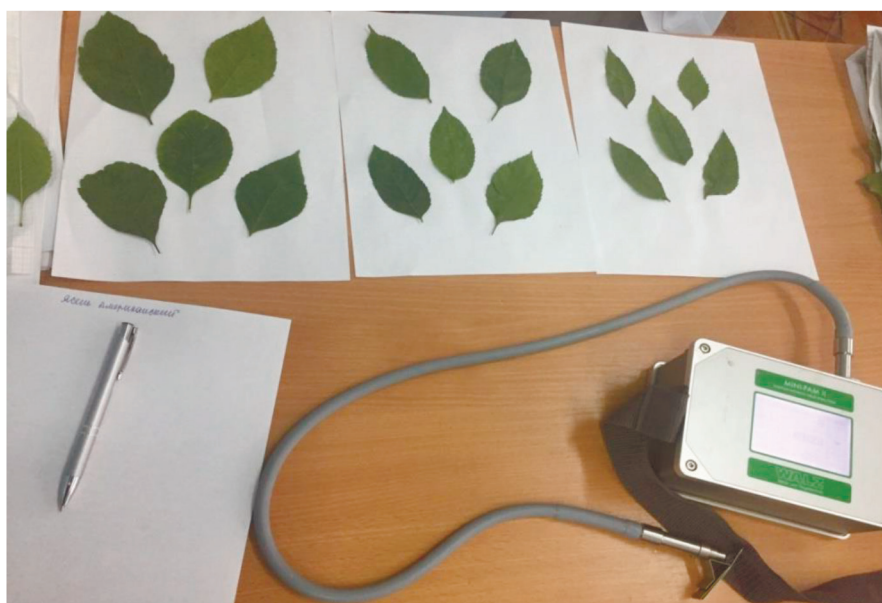
Адам айналасындағы қоршаған ортаның сапасын жақсарту үшін көгалдандыру тәселдері ертеден кең қолданылған. Осындай декоративтік-ландшафтық дизайнде ағаш өсімдіктерінің орны ерекше. Оларды әдетте тұқым, сабақ арқылы көбейтеді. Әрбір жаңа ортада олардың ағзаларында бейімделу механизмдері реттеледі. Жерсіндірген нысандарда өзгерістер пайда болуы мүмкін, кейбіреулерінде өзгерістер

байқалмайды. Осындай жағдайда организмдердің ішкі құрылысындағы ауытқуларды белгілеу үшін өте сезімтал әдістердің ролі маңызды [28]. Ғылыми-зерттеу практикада өсімдіктердің физиолого-биохимиялық жайын фотосинтез құбылысының қарқынды өтуінің мониторингісі жүргізіледі. Әдетте, флуориметр бойынша анықтау әдісі фотосинтез процесінің әртүрлі параметрлерін бағалау үшін қолданылады. Ең көп таралған параметрлердің бірі хлорофилл көрсеткіштері. Көптеген фотосинтетикалық организмдерде жарықтың квант энергиясы бірегей пигментті – хлорофиллді сіңіреді. Фотосинтез процесінің кез-келген қоршаған ортаның өзгерісі хлорофиллдің флуоресценциясына әсер етеді.

Біздің бақылауларымыз бүтін жапырақтарда 1-суретте көрсетілгендей жүргізілген. Walz флуориметрі фотосинтетикалық процестер тұтас өсімдіктер, жеке жапырақтары, қылқандар, мүк, сондай-ақ жеке клеткалар және тіпті ор-

ганеллалар (хлоропластар) туралы толық ақпаратты алуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ зерттеу объектілері балдырлар, фитопланктон және т.б. сияқты биологиялық үлгілердің суспензиясы болуы мүмкін. ПАМ флуориметрия фотосистеманың фотохимиялық кванттық шығуын хлорофиллдер флуоресценциясы негізінде анықтайды.

Біз бақылауымызда негізгі анықтайтын параметріміз – ол эффективті фотохимиялық квантты шығуын анықтау. Бар алынған жапырақтар көлеміне қарай үш топқа бөлінді: үлкен, орташа, кіші. Эксперимент нәтижелері кесте мен суретте көрсетілген (3-кесте, 1-сурет).



1-Сурет – Флуориметр арқылы анықтауға алынған жапырақтар үлгілері

Төменде көрсетілген графиктерде орташа арифметикалық мәндері және стандартты орташа қателігі көрсетілген. Фотосинтетикалық аппараттың жұмысының тиімділігін бағалау үшін электронды тасымалдау процесінде фотосистемаларды құрайтын хлорофилл молеку-

лаларының қозғау энергиясы қандай бөлігін пайдаланатынын білу маңызды. Әр ағаш түрінің жапырақтарын үлкен, орташа, кіші деп бөлгеннен кейін олардың әрқайсысының тиімді фотохимиялық кванттық шығуын MINI-PAM II құрылғысы арқылы анықталды.

3-кесте – Ағаштардың жапырағындағы хлорофилл концентрациясы, мкг/г

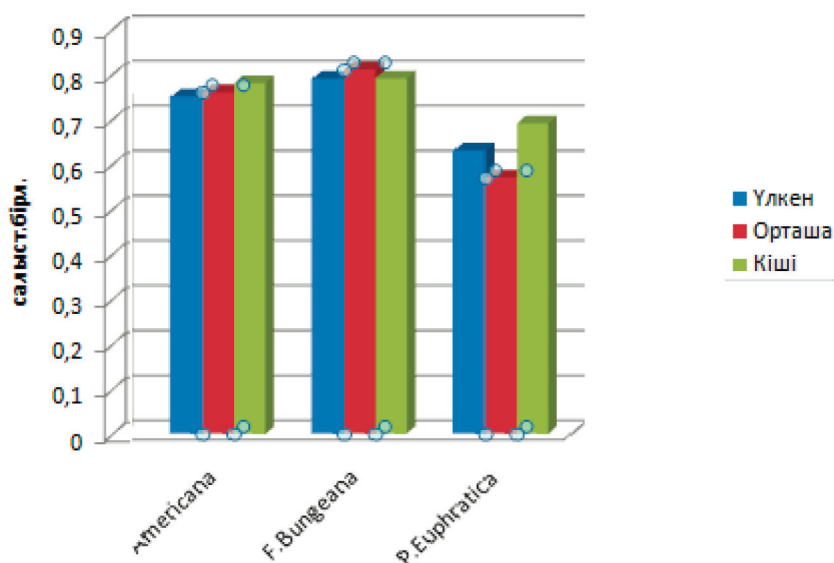
№	Ағаш түрлері	Жапырақтар көлемі			Жалпы, мкг/г
		Үлкен	Орташа	Кіші	
1	<i>Fraxinus bungeana</i>	0,79±0,04	0,81±0,06	0,79±0,03	0,80±0,04
2	<i>Fraxinus americana</i>	0,74±0,01	0,76±0,01	0,78±0,02	0,76±0,01
3	<i>Populus euphratica</i>	0,63±0,12	0,57±0,18	0,69±0,07	0,63±0,12

3-кесте бойынша Евфрат терегінің жапырақтарын салыстырсақ, кіші жапырақтарында $\bar{Y}(II)$ 0,69 мкг/г, ал үлкен жапырақтарында 0,63 дм^2 болып шықты. Яғни, бұл жерден

көріп отырғанымыздай, фотохимиялық квант күшінің шығуы көлемі кіші жапырақтарда басым. Төменгі суреттегі диаграммада зерттеу ағаштарының фотохимиялық өнімділігінің

барлық көрсеткіштері көрсетілген (2 сурет). Осы суретте көріп отырғанымыздай жапырақтардың ең тиімді фотохимиялық квант өнімділігі анықталған *Fraxinus bungeana* түрінде. Шаған жапырақтарындағы фотохимиялық белсенділік Евфрат терегі түріне қарағанда әлдеқайда жоғары. Осы диаграмма бойынша төмен көрсеткіш көрсетіп отырған Евфрат терегі. Эскперимент барысында байқағанымыз, жерсіндіруге алынған ағаштар организміндегі фотосинтез құбылысы өзгерген ортаға тәуелді. Мыса-

лы, басқа ағаштармен салыстырғанда Евфрат терегі ауырсынып, физиолого-биохимиялық процесстерінің деңгейі өте төмен екені көрсетілген. Американдық шағанда хлорофилл мөлшерінің жапырақтарындағы айырмашылығы 0,02 мкг/г, тіршілік процесстер қалыпты екенің байқатады. Бунге шағанында зерттелген құбылыстар ұқсас болып шықты, себебі, хлорофилл мөлшерінің жапырақтарындағы айырмашылығы 0,02 мкг/г. Қорытындылайтын болсақ, фотосинтетикалық белсенділігі төмен түр, ол Евфрат терегі болып саналды.



2-Сурет – Ағаштардың түрлі жапырақтарындағы хлорофилл мөлшері, мкг/г

Ал хлорофилл мөлшері ең жоғары Бунге шағанында деген қорытынды шығарамыз. Фотохимиялық белсенділіктің анализі ағаштардың жас жапырақтарында интенсивті жүретіні байқалды. Питомникте жерсіндірілген ағаштардың жапырақтарындағы адаптациялық құбылыстар әрқалай екені анықталды. Хлорофиллдер қозуы, яғни ол кезде ағаштардың фотосинтездік реакциялық орталықтарының күйі осы ағаштардың физиолого-биохимиялық процесстерінің индикаторлық көрсеткіші болады деп айтуға дәлел бар екені көрсетілді. Бұл хлорофиллдерді фотохимиялық энергияны айналдыруға дайын деген мағына береді. Осылайша, зерттелінетін ағаштардың жапырақтарында биохимиялық талдау жүргізіп, оң баға береміз.

Жаһандық экологиялық мәселелердің арасында көптеген мамандардың айтуынша, алғашқы орынды алып жатқан қоршаған ортаның

поллютанттармен ластануы. Олардың шығу тегі мен химиялық табиғаты әртүрлі, бірақ олардың арасындағы ерекше орынды ауыр металдар алып жатыр, антропогендік қызметтің нәтижесінде атмосфераға жалпы санының 60%-дан астамы, ал қорғасын, кадмия, никель және т.б.-дан 90-99%-ы түседі. Сондықтан, соңғы жылдарда ауыр металдардың таралуы мен олардың өсімдіктермен аккумуляциясын зерттеу дамып жатыр. Атқарылған зерттеу жұмыстары ағаштектес өсімдіктердің жапырақтарында кадмий (Cd) мөлшері 0,08-тен 0,11 мкг/г-ға дейін, қорғасын (Pb) 1,32-дан 1,94 мкг/г, мырыш (Zn) 26,74-тен 28,37- мкг/г-ға дейін, мыс (Cu) 961,11-тен 2548,77-ке дейін ауытқиды, ал темір (Fe) 1423,25-тен 3233,05 мкг/г арасындағы мөлшерді көрсетеді (4 кесте).

Ауыр металдардың ошақтары 1-2 км қашықтықта орналасқан, олар автомагистральдер

мен темір жол. Сол себептен, лақтаушылар ағаштарға негізгі түсуі жел арқылы немесе атмосфералық жауан-шашын нәтижесінде деп есептеуге тура келеді. Шыққан айырмашылықтар ассимиляциялаушы органдардың металлдарды сіңіру интенсивтілігі мен таңдау қабілеттілігімен,

ағаштекес өсімдіктердің өздік қасиеттерімен (бөрікбасы архитектурникасы, жапырақ пішіні), ластану қасиетімен (бөлшектердің концентрациясы) және табиғи орта жағдайымен (ауа температурасы, жарықтың болуы, ылғал) байланыстырылады.

4-кесте – Ағаштардың жапырақтарындағы ауыр металлдардың мөлшері, (мкг/г)

№	Ағаш атауы	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn
1	<i>Fraxinus bungeana</i>	0,11±0,1	1,94±0,1	2548,77±0,8	3233,05±0,8	28,37±1,1
2	<i>Fraxinus americana</i>	0,10±0,2	1,86±0,1	2329,64±0,8	3026,43±0,7	26,74±0,2
3	<i>Populus euphratica</i>	0,08±0,1	1,32±0,2	961,11±0,7	1423,24±0,4	28,03±0,1
	Шектеулі рауалы концентрация	1,0	30,0	1000,0	300,0	1000,0

Зерттелген ағаштардың арасында ең үлкен айырмашылықтар кадмийдың Бунге шағаны жапырағында басқа ағаштардың көрсеткіштеріне қарағанда біршама жоғары болып отыр (0,03 мкг/г). Кадмий мөлшері бойынша өсімдіктер келесідей реттелді: Американдық шаған> Бунге шағаны> Евфрат терегі. Қорғасын концентрациясы тағы да Американдық шағанда жоғары көрсеткішті көрсетеді, ол басқа зерттелген түрлерге қарағанда біршама жоғары болып отыр. Жалпы, қорғасын мөлшері бойынша экологиялық тізбек осылай шықты: Американдық шаған>Бунге шағаны> Евфрат терегі.

Жалпы, мыстың мөлшері Бунге шаған жапырақтарында (2548,77 мкг/г) көп мөлшерде байқалды. Басқа түрлер жапырақтарында бұл көрсеткіш төмендеу. Мыстың мөлшері керісінше, Американдық шаған төмендеу (2329,64 мкг/г): Бунге шағаны>Американдық шаған>Евфрат терегі. Темірдің ең көп мөлшері шағандарда байқалды (3026,43-3233,05 мкг/л). Темірдің концентрациясында өсімдіктердің көрсеткіштері ауытқып отыр, ең жоғары көрсеткішті он-он бір есе артық екенін көрсетті. Мырыш мөлшері барлық зерттеу өсімдіктерінде бірдей деп айтуға болады, Американдық шаған> Евфрат терегі>Бунге шағаны. Кестеде ауыр металлдардың шекті рұқсат етілген және анықталған концентрациясы диапазоны келтірілген. Салыстыратын болсақ, шекті рұқсат етілген концентрациядан кадмий өте төмен, мыс екі жарым есе (2548,77 мкг/кг) асып кетті, темірдің концентрациясы өте жоғары мөлшерді көрсетті, оның асуы 10 есеге дейін жетті. Ал, қорғасын мен мырыш бірақалыпты

нормасынан аспады. Алынған нәтижелер ағаштекес өсімдіктердің кейбір түрлерінің ауыр металлдардың жинақталуы бойынша ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді. Осылайша, аккумуляциялы қасиеті бар Бунге шағаны темір, мысты жақсы сіңіреді.

Қорытынды

Жасалған зерттеу жұмыстарын негіздей отырып келесідей қорытынды жасауға болады:

1. Республикамыздың Солтүстік аумақтарындағы Ақмола облысы «Ақкөл» орман тәлімбағында бүгінгі күні декоративті ағаштардың ассортименті аз екенін анықтадық. Осы тәлімбақта Қытайдан әкелінген ағаштекес өсімдіктердің 3 түрі таңдап алынып, зерттеу жүргізілді.

2. «Ақкөл» орман тәлімбағында зерттелгендердің Американдық шаған (*Fraxinus Americana*), Бунге шағаны (*Fraxinus Bungeana*), Евфрат терегі (*Populus Euphratica*) өсіп, олардың таксациялық-биометриялық көрсеткіштері 60,1; 47,7; 22,3 пайызды құрайды. Осы түрлерді зерттеу, олардың өсуі мен дамуын мониторингтеу, салыстырмалы түрде талдау жасауға мүмкіндік береді.

3. Әр ағаш түрінің жапырақтары ұзындығы және ені бойынша нақтылығы алынып, 5%-дан аспайтындығы зерттелді. Бұл жерсіндірілген ағаштарға осы жердің климаты қалыпты әсер етеді және олардың бірқалыпты түрде өсіп жатқандығын көрсетеді.

4. Зерттеулерге сүйене отырып, өсімдіктердегі фотосинтездің белсенділігі анықталды.

Фотохимиялық белсенділіктің анализі ағаштардың жапырақтарында жүргізілді. Осылайша, зерттелінетін ағаштардың жапырақтарында биохимиялық талдау жүргізіп, оң баға берілді. Фотосинтетикалық белсенділігі төмен түр, ол Евфрат терегі (0,63 мкг/г) болып анықталды. Ал ең жоғары Бунге шағанында (0,80 мкг/г) деген қорытынды шығарамыз.

5. Ағаштекес өсімдіктерде ауыр металдардың жапырақ пластинасында жинақталу мөлшері зерттелінді. Мыстың концентрациясы жоғары болған американдық, Бунге шағандары. Темірдің концентрациясы барлық ағаш түрлерінде жоғары, демек бұл элементтер жапырақ пластинасында өте көп. Қорғасын мен мырыш көрсеткіштері шекті концентрациядан аспады, бұл элементтер ағаш жапырағында аз мөлшерде деген қорытындыға келеміз. Қорытындылай келе, ауыр металдар әр ағаш түрінде әртүрлі концентрацияда жинақталады. Алайда, осы экологиялық факторға ең тұрақты болған *Populus Euphratica*, ал *Fraxinus* өкілдерінің арасында өте сезімтал болған *Fraxinus Bungeana*.

Жалпы, Солтүстік Қазақстан аумағындағы тәлімбақта жерсіндірілген ағаштардың организміндегі адаптациялық құбылыстар әрқалай екені анықталды. Өсімдіктерді жерсіндіру мәдени шаруашылыққа құнды түрлерді енгізуде үлкен маңызы бар. Бұл мәселені әсерлі етіп шешу кешенді түрде интродуценттерді жаңа табиғи-климаттық жағдайда бақылауда мүмкін бола алады. Осы негізде жерсіндіру аумағында өсіру үшін перспективті түрлер мен пішіндердің жерсіну тұрақтылығын бағалау мен іріктеп алу жүзеге асты. Жалпы, Нұр-Сұлтан қ. айналасында шетелден әкелініп жерсіндірілген ағаштардың бейімделуі әрқалай болып тіркелсе де, *Populus Euphratica* тұрақтылығы жоғарылау, ал ең сезімтіл *Fraxinus Bungeana* болғаны байқалды. Жалпы, зерттеуімізде жерсіндірілген ағаштарға қысқа мерзімді мониторинг жүргізу алгоритмі жасалды және ол декоративті өсімдіктердің биоалуантүрлілігінің сақтауға ықпал етеді.

Автор эксперимент барысында үлкен көмек көрсеткен әріптесі Тосмаганбетова К.А. шексіз алғысын білдіреді.

Әдебиеттер

- 1 Карпун Ю.Н. Основы интродукции растений // Hortus botanicus, 2004.-№2.- С.17-32.
- 2 Wilsey B.J., Polley H.W. Reductions in grassland species evenness increases dicot resistance // Ecology Letters. 2001. Vol4.P.358-365
- 3 Stockwell C.A., Hendry A.P., Kinnison M.T. Contemporary evolution meets conservation biology //Trends in Ecology and Evolution. 2003., №18. – P. 94-101
- 4 Ramula S., Pihlaja K. Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb // Biological Invasions. 2012. V.14, 1.10., P. 2079-2090
- 5 Байтуллин И.О. Экологические основы интродукции и акклиматизации растений. Алма-ата, 1977. – 30 с. Лобанов А. И., Коновалова Н. А., Тушигмаа Ж. Развитие научных исследований по интродукции древесных растений в Южной Сибири и Монголии // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. Т. 19, № 1. С. 280-285 DOI: 10.14258/pbssm.2020055.
- 6 Шамшиев Б.Н., Исмаилова Ж.А., Турдуев А.Э., Мурзакулов С.С. О результатах успешной интродукции и акклиматизации древесных пород в поясе арчовых лесов Кыргызстана // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 126-130
- 7 Yang J., Cooper D.J., Li Z., Song W., Zhange Y., Zhao B., Han S., Wang X. Differences in Tree and Shrub Growth Responses to Climate Change in a Boreal Forest in China. Dendrochronologia, 2020, vol. 63, art. 125744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.1016/j>.
- 8 Łopucki R., Klich D., Kitowski I., Kiersztyn A. Urban Size Effect on Biodiversity: The Need for a Conceptual Framework for the Implementation of Urban Policy for Small Cities. Cities, 2020, vol. 98, art. 1002590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102590>
- 9 Duan M., House J., Chang S.X. Understory Plant Communities Vary with Tree Productivity in Two Reclaimed Boreal Up-land Forest Types in Canada. Forest Ecology and Management, 2019, vol. 453, art. 117577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117577>
- 10 Falck H., Mikhaylov K.L., Demidova N.A. Wood Waste Potential as Forestry Competitive Advantage (By the Example of the Arctic Inland Territories of the Russian European North). Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal], 2019, no. 6, pp. 280–289. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.280>
- 11 Крекова А.Я., Залесов С.В. История интродукции древесных растений на территории Западной Сибири и Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них.- 2019. – №2. – С. 4-14
- 12 Суюндиков Ж.О., Данчева А.В., Залесов С.В., Ражанов М.Р., Рахимжанов А.Н. Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак»: монография /. – Екатеринбург:Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 92 с.

- 13 Рубаник В.Г. Интродукция голосеменных в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1974. 271 с.
- 14 Верзунов А.И., Борцов В.А., Коваленко А.Н. Испытание и акклиматизация интродуцентов в Северо-тургайской сухостепной провинции // Вестник с.-х. науки Казахстана. 2007. №2. С.11-14
- 15 Байтуллин И.О. Теоретические основы и методические подходы к интродукции растений в регионы с экстремальными климатическими условиями // Известия НАН РК. Сер. Биологическая.- 2010. – № 2.- С.18-25
- 16 Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений М.: Наука, 1967. – 90 с.
- 17 Arestova C.V., Arestova E.A. Ozenka adaptazii introduzirivannykh drevesno-kustarnikovyykh rasteni v uslovijakh Saratovsk-ogo Povoljija (metod rekomendazii). – Saratov, FGBNU «NIISKH Jugo-Vostoka», 2017. – 28 s.
- 18 Журикова Е.М., ПАМ-флуориметрия. Методическое руководство для школы молодых ученых Международная конференция ИФПБ РАН. – Пушино, 2016. С 2-4.
- 19 Гольцев В.Н., Каладжи М.Х., Кузманова М.А., Аллахвердиев С.И. Переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла а - теоретические основы и практическое приложение в исследовании растений.- М. - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 220 с.
- 20 Гаевский Н. А., Моргун В. Н. Использование варибельной и замедленной флуоресценции в изучении фотосинтеза растений // Физиология растений. – 1993. -Т. 40. № 1. – С. 119–127.
- 21 Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. – К.: Альтерпрес, 2002. – С. 188.
- 22 Murchie E. H., Lawson T. Chlorophyll fluorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applications // J. Exp. Bot. – 2013. Vol. 64, No.13, P. 3983–3998.
- 23 Методика определения металлов в растениях // Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья им. Федоровского [ВИМС]. – М.: 1991. – С. 122-168.
- 24 Porcar-Castell A., Tuustjarvi E., Atherton J., Van Der Tol C., Flexas J., Pfendel E. E., Moreno J., Frankenberg C., Berry J. A. Linking chlorophyll a fluorescence to photosynthesis for remote sensing applications: Mechanisms and challenges // J. Exp. Bot. – 2014. Vol. 65, No.15, P. 4065–4095.
- 25 Tim M Blackburn, Petr Pysek, Sven Bacher, James T Carlton, Richard P Duncan, VojtechJarosik, John RU Wilson, David M Richardson. A proposed unified framework for biological invasions // Trends in Ecology & Evolution, 2011.– P. 333-339.
- 26 Съедина И. А., Отрадных И. Г. Опыт первичной интродукции редких видов Северного Тянь-Шаня в условиях предгорий Заилийского Алатау // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2019. Т. 18, № 1. С. 623-626 DOI: 10.14258/pbssm.2019131
- 27 Любимов В.Б., Котова Н.П. Эффективность интродукции растений экологическим методом, дифференцированно природным условиям района исследований // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8-1. – С. 84-88
- 28 Butumbayeva M.K., Silant'eva M.M. Evaluation of successful introduction of plants from Lamiaceae family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities // Bulletin of the Karaganda University. Series Biology, Medicine, Geography.-2020.- №4.- P.16-22

References

- 1 Karpun Ju.N. Osnovy introdukzii rasteni // Hortus botanicus, 2004.-№2.- С.17-32.
- Wilsey B.J., Polley H.W. Reductions in grassland species evenness increases dicot resistance // Ecology Letters. 2001. Vol4.P.358-365
- 2 Stockwell C.A., Hendry A.P., Kinnison M.T. Contemporary evolution meets conservation biology //Trends in Ecology and Evolution. 2003., №18. – P. 94-101
- 3 Ramula S., Pihlaja K. Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb // Biological Invasions. 2012. V.14, 1.10., P. 2079-2090
- 4 Байтуллин И.О. Экологические основы интродукции и акклиматизации растений. Алма-Ата, 1977. – 30 с.
- 5 Лобанов А. И., Коновалова Н. А., Тушигмаа Ж. Развитие научных исследований по интродукции древесных растений в Южной Сибири и Монголии // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. Т. 19, № 1. С. 280-285 DOI: 10.14258/pbssm.2020055.
- 6 Шамшиев Б.Н., Исмаилова Ж.А., Турдуев А.Э., Мурзакулов С.С. О результатах успешной интродукции и акклиматизации древесных пород в поясе арчовых лесов Кыргызстана // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 126-130
- 7 Yang J., Cooper D.J., Li Z., Song W., Zhange Y., Zhao B., Han S., Wang X. Differences in Tree and Shrub Growth Responses to Climate Change in a Boreal Forest in China. Dendrochronologia, 2020, vol. 63, art. 125744. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.101616>.
- 8 Łopucki R., Klich D., Kitowski I., Kiersztyn A. Urban Size Effect on Biodiversity: The Need for a Conceptual Framework for the Implementation of Urban Policy for Small Cities. Cities, 2020, vol. 98, art. 1002590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102590>
- 9 Duan M., House J., Chang S.X. Understory Plant Communities Vary with Tree Productivity in Two Reclaimed Boreal Upland Forest Types in Canada. Forest Ecology and Management, 2019, vol. 453, art. 117577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117577>
- 10 Falck H., Mikhaylov K.L., Demidova N.A. Wood Waste Potential as Forestry Competitive Advantage (By the Example of the Arctic Inland Territories of the Russian European North). Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal], 2019, no. 6, pp. 280–289. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.280>

- 11 Krekova A.Ya., Zalesov S.V. Istoriya introdukcii drevesny'kh rastenij na territorii Zapadnoj Sibiri i Severnogo Kazakhstana // Lesa Rossii i khozyajstvo v nikh.- 2019. – #2. – S. 4-14
- 12 Suyundikov Zh.O., Dancheva A.V., Zalesov S.V., Razhanov M.R., Rakhimzhanov A.N. Arboretum lesnogo pitomnika «Ak kaj' n» RGP «Zhasy' l Ajmak»: monografiya /. – Ekaterinburg:Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2017. – 92 s.
- 13 Rubanik V.G. Introdukcziya golosemenny'kh v Kazakhstane. Alma-Ata: Nauka, 1974. 271 s.
- 14 Verzunov A.I., Borczov V.A., Kovalenko A.N. Ispy'tanie i akklimatizacziya introducentov v Severo-turgajskoj sukhostepnoj provinczii // Vestnik s.-kh. nauki Kazakhstana. 2007. #2. S.11-14
- 15 Baitullin I.O. Teoreticheskie osnovy I metodicheskie podkhody k introdukcii rastenii v region s extremalnymi klimaticheskimi uslovijami // Izvestija NAN RK. Ser. Biologicheskaja.- 2010. – № 2.- S.18-25
- 16 Molchanov A.A., Smirnov V.V. Metodika izuchenia prirosta drevesnykh rastenii.- M.: Nauka, 1967. – 90 s.
- 17 Arestova C.V., Arestova E.A. Ozenka adaptazii introduzirovannykh drevesno-kustarnikovyykh rasteni v uslovijakh Saratovsk-ogo Povoljija (metod rekomendazii). – Saratov, FGBNU «NIISKH Jugo-Vostoka», 2017. – 28 s.
- 18 Zhurikova E.M. PAM-flyometria. Metodicheskoe rukovodstvo dlja shkoly molodykh uchenykh //Mat. Mezhdunarodnoi kon-ferenczii IFPB RAN. – Pushino, 2016.- S. 2-4.
- 19 Golzev V.N., Kaladzi M.X., Kuzmanova M.A., Allakhverdiev C.I. Peremennaja I zamedlennaja fluorensenzija khlorofilla a - teoreticheskije osnovy i prakticheskije prilozhenie v issledovanii rastenii.- M. - Izhevsk: Institut kompjuternykh issledovanii, 2014. - 220 s.
- 20 Gaevskii N. A., Morgun V. N. Ispolzovanie variabelnoi I zamedlennoi fluorensenzii v izuchenii fotosinteza rastenii // Phiziolo-gia rastenii. – 1993. – V. 40. № 1. – S. 119–127.
- 21 Korneeve D. Ju. Informazionnye vozmozhnosti metoda indukzii fluorensenzii khlorofilla. – K.: Alterpress, 2002. – S. 188.
- 22 Murchie E. H., Lawson T. Chlorophyll fluorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applica-tions // J. Exp. Bot. – 2013. Vol. 64, No.13, P. 3983–3998.
- 23 Metodika opredelenija metallov v rastenijakh // Vsesouznyi nauchno-issledovatel'skii institute mineralnogo syrja im. Fedoro-vskogo [VIMS]. – M.: 1991. – S. 122-168.
- 24 Porcar-Castell A., Tyystjarvi E., Atherton J., Van Der Tol C., Flexas J., Pföndel E. E., Moreno J., Frankenberg C., Berry J. A. Linking chlorophyll a fluorescence to photosynthesis for remote sensing applications: Mechanisms and challenges // J. Exp. Bot. – 2014. Vol. 65, No.15, P. 4065–4095.
- 25 Tim M Blackburn, Petr Pysek, Sven Bacher, James T Carlton, Richard P Duncan, Vojtech Jarosik, John RU Wilson, David M. Richardson. A proposed unified framework for biological invasions // Trends in Ecology & Evolution, 2011.– P. 333-339.
- 26 S"edina I. A., Otradnykh I. G. Opyt pervichnoi introdukcii redkikh vidov Severnogo Tjan-Shanja v uslovijakh predgorii Zailisk-ogo Alatau // Problemy botaniki Uzhnoi Sibiri i Mongolii, 2019. T. 18, № 1. C. 623-626 DOI: 10.14258/pbssm.2019131
- 27 Lubimov V.B., Kotova N.P. Effectivnost introdukcii rasteni ecologicheskim metodom, differenzirovanno prirodnyim uslovijam raiona issledovanii // Fundamentalnye issledovanija. – 2014. – № 8-1. – S. 84-88
- 28 Butumbayeva M.K., Silant"eva M.M. Evaluation of successful introduction of plants from *Lamiaceae* family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities // Bulletin of the Karaganda University. Series Biology, Medicine, Geofraphy.-2020.- №4.- P.16-22