

UDC: 504.064:582.477

**AVTOMOBIL YO'LLARI BO'YIDAGI EKOLOGIK IFLOSLANISHNING
PLATYCLADUS ORIENTALIS (L.) FRANCO O'SIMLIGINING KIMYOVIY TARKIBIGA
TA'SIRI****Ubaydullayev Farxod****Toshkent davlat agrar universiteti**<https://orcid.org/0009-0009-3073-6186>**Email:** farhodhon.uz@mail.ru

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot avtomobil yo'llari bo'yidagi ekologik ifloslanishning *Platyclus orientalis (L.) Franco* o'simligining kimyoviy tarkibiga ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqotda ekologik toza hudud hamda avtomobil transporti qatnovi yuqori bo'lgan yo'l bo'yi hududlarida o'suvchi o'simlik namunalaridan tayyorlangan spirtli va xloroformli ekstraktlar solishtirma tahlil qilindi. Olingan ekstraktlar FT-IR spektroskopiya usuli yordamida tahlil qilinib, ekologik stress ta'sirida yuzaga keladigan metabolik o'zgarishlar baholandi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, avtomobil yo'llari yaqinida o'suvchi *Platyclus orientalis* namunalarida fenol hosilallari, flavonoid va terpenoid birikmalar miqdori sezilarli darajada ortgan. Bu holat transport chiqindilari, og'ir metall ionlari va gazsimon ifloslantiruvchilar ta'sirida yuzaga keladigan oksidlovchi stressga javoban himoya mexanizmlarining faollashuvi bilan izohlanadi. Ayniqsa, spirtli ekstraktlarda fenol birikmalarining ko'pligi, xloroformli ekstraktlarda esa lipofil va aromatik komponentlarning ustunligi aniqlangan.

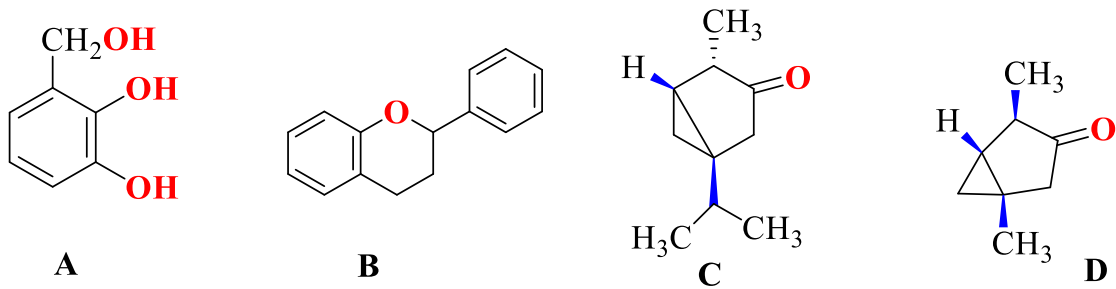
Kalit so'zlar: *Platyclus orientalis*, avtomobil ifloslanishi, ekologik stress, bioindikator, fenol birikmalar, flavonoidlar, terpenoidlar, FT-IR spektroskopiya, metabolik moslashuv, atrof-muhit monitoringi.

Kirish

So'nggi yillarda dunyo miqyosida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, transport vositalari sonining keskin ortishi va sanoat faoliyatining kengayishi atrof-muhitga antropogen bosimni kuchaytirmoqda. Ayniqsa, avtomobil transporti atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar, chang, og'ir metallar va boshqa toksik birikmalarining asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Ushbu ifloslantiruvchi moddalarning uzoq muddatli ta'siri ekologik tizimlarning barqarorligiga jiddiy xavf tug'diradi hamda tirik organizmlarning fiziologik va biokimyoviy jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, avtomobil yo'llari bo'yida shakllanayotgan ekologik muhitni baholash va monitoring qilish zamonaviy ekologiya fanining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

O'simliklar tashqi muhit o'zgarishlariga sezgir biologik tizim bo'lib, ular ekologik stressga javoban morfologik, fiziologik va biokimyoviy o'zgarishlar namoyon etadi. Ayniqsa, o'simliklarda

ikkilamchi metabolitlar — fenol birikmalari(A), flavonoidlar(B), terpenoidlar(C,D) va boshqa biofaol moddalar sintezi stress omillariga moslashishning muhim mexanizmi hisoblanadi.



Ushbu moddalarning miqdoriy va sifat jihatdan o‘zgarishi o‘simlikning ekologik holatini baholashda ishonchli indikator sifatida xizmat qiladi. Shu sababli o‘simliklarning kimyoviy tarkibini tahlil qilish orqali atrof-muhitning ifloslanish darajasini aniqlash dolzarb ilmiy vazifalardan biridir [1-4].

Platycladus orientalis (L.) Franco ignabargli doimiy yashil o‘simlik bo‘lib, u shahar va yo‘l bo‘yi hududlarini ko‘kalamzorlashtirishda keng qo‘llaniladi. Ushbu o‘simlik tashqi muhit omillariga nisbatan nisbatan chidamli bo‘lib, turli ekologik sharoitlarda o‘sish qobiliyatiga ega. Shu bilan birga, uning to‘qimalarida biologik faol moddalarning to‘planishi ekologik stress darajasiga sezgir tarzda o‘zgaradi. Bu esa *Platycladus orientalis* ni ekologik monitoring va bioindikatsiya tadqiqotlari uchun istiqbolli ob‘ekt sifatida qarash imkonini beradi.

Avtomobil yo‘llari bo‘yida joylashgan hududlarda og‘ir metallar, azot oksidlari, uglevodorodlar va chang zarralari konsentratsiyasining ortishi o‘simliklarda oksidlovchi stressni kuchaytiradi. Bunday sharoitda o‘simliklar antioksidant himoya tizimini faollashtiradi, natijada fenol hosilalari va flavonoid birikmalar sintezi kuchayadi. Ushbu jarayonlar o‘simlikning kimyoviy tarkibida sezilarli o‘zgarishlarga olib keladi [5-10].

So‘nggi yillarda o‘simlik ekstraktlarining kimyoviy tarkibini o‘rganishda infraqizil spektroskopiya keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usul moddalarning funksional guruhlarini aniqlash, strukturaviy xususiyatlarini baholash hamda ekologik stress ta‘sirida yuzaga keladigan o‘zgarishlarni tezkor va ishonchli aniqlash imkonini beradi. Spirtli va xloroformli ekstraktlardan foydalanish esa mos ravishda qutbli va lipofil birikmalarni aniqlashga imkon yaratadi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi avtomobil yo‘llari bo‘yida o‘sovchi *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning kimyoviy tarkibidagi o‘zgarishlarni aniqlash va ularni ekologik toza hududda o‘sgan namunalar bilan solishtirishdan iborat. Olingan natijalar o‘simliklarning ekologik moslashuv mexanizmlarini chuqurroq tushunish, shuningdek, ularni atrof-muhit monitoringida bioindikator sifatida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi [11-15].

Mazkur tadqiqot natijalari urbanizatsiya sharoitida ekologik xavfsizlikni ta‘minlash, yashil hududlarni rejalashtirish va tabiiy muhitni muhofaza qilish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Materiallar va usullar

Shimadzu FT-IR spektrometri 4000–400 cm^{-1} diapazonda ishlaydi va odatda 4 cm^{-1} spektral rezolyutsiyani ta‘minlaydi. O‘lchash jarayonida bir nechta skanlarni yig‘ish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu signal-shovqin nisbatini yaxshilaydi va natijalarning ishonchliligini oshiradi. Qurilmada yuqori sezuvchanlikka ega DLATGS detektor hamda barqaror infraqizil nurlanish manbai qo‘llanilgan bo‘lib, uzoq muddatli ishlashda ham o‘lchash aniqligi saqlanib qoladi.

Mazkur spektrometrda turli xil namuna tayyorlash usullaridan foydalanish mumkin. Qattiq va kukun holiday namunalar uchun KBr tabletka usuli, suyuq va yarim qattiq moddalar uchun esa ATR (attenuated total reflectance) moslamasi qo'llaniladi. Shuningdek, yupqa plyonkalar, eritmalar hamda biologik va o'simlik ekstraktlarini to'g'ridan-to'g'ri tahlil qilish imkoniyati mavjud. Bu xususiyatlar qurilmani ekologik, biologik va kimyoviy tadqiqotlar uchun universal analitik vositaga aylantiradi.

Ilmiy tadqiqotlarda Shimadzu FT-IR spektrometri o'simlik ekstraktlarida fenol hosilalari, flavonoidlar, terpenoidlar va boshqa ikkilamchi metabolitlarni aniqlashda, shuningdek, antropogen omillar ta'sirida yuzaga keladigan kimyoviy o'zgarishlarni baholashda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, avtomobil yo'llari bo'yida o'suvchi o'simliklarda ekologik stressga javoban shakllanadigan metabolik moslashuv jarayonlarini o'rganishda ushbu qurilma yuqori axborot beruvchanlikka ega.

Mazkur tadqiqot *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligining avtomobil yo'llari bo'yidagi ekologik ifloslanish sharoitida kimyoviy tarkibidagi o'zgarishlarni aniqlashga qaratildi. Tadqiqot obyekti sifatida yo'l bo'yi hududida va ekologik toza muhitda o'suvchi o'simlik namunalari tanlab olindi. Namuna olish jarayonida o'simliklarning yosh jihatdan bir xil, sog'lom va tashqi shikastlanishsiz bo'lishiga alohida e'tibor qaratildi. Namunalarning tashqi ifloslanishlardan holi bo'lishi uchun ular distillangan suv bilan yuvildi va filtr qog'ozda quritildi.

Tadqiqotda spirtli va xloroformli ekstraksiya usullari qo'llanildi. Spirtli ekstraksiya uchun 70 % etanol eritmasi ishlatildi va 10 g o'simlik kukuni 100 ml erituvchida 4 soat davomida xona haroratida ekstraksiyalandi. Ekstraksiya jarayonida aralashma vaqti-vaqti bilan aralashtirib turildi. Xloroformli ekstraksiya esa Sokslet apparatida 4 soat davomida olib borildi, bu esa lipofil birikmalarni maksimal darajada ajratib olish imkonini berdi. Har ikki holatda olingan ekstraktlar filtrlandi. Olingan ekstraktlar FT-IR (Fourier Transform Infrared) spektroskopiya usuli yordamida tahlil qilindi. Spektrlar $4000-400\text{ cm}^{-1}$ oralig'ida, 4 cm^{-1} aniqlikda yozib olindi. Tahlil uchun KBr pellet usuli qo'llanilib, quritilgan ekstraktlar spectral analiz qilindi. Har bir namuna uchun kamida uch marotaba spektr yozib olinib, o'rtacha qiymatlar asosida tahlil amalga oshirildi.

Olingan spektrlar maxsus dasturiy ta'minot yordamida qayta ishlanib,

hamda asosiy funksional guruhlarning yutilish maksimumlari aniqlandi. –OH, –CH, C=O, C=C, C–O kabi funksional guruhlarning mavjudligi va intensivligi ekologik sharoitlarga bog'liq holda solishtirildi. Spektral o'zgarishlar asosida o'simliklarning metabolik faolligi va stressga javob reaksiyalari baholandi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida har bir namuna uchun o'rtacha qiymatlar va ularning og'ishlari hisoblandi. Turli hududlardan olingan namunalar o'rtasidagi farqlar grafik va jadval ko'rinishida tahlil qilindi. Natijalar asosida ekologik ifloslanish darajasining o'simlik kimyoviy tarkibiga ta'siri baholandi.

Mazkur metodologiya *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning ekologik stressga moslashuv mexanizmlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Spirtli va xloroformli ekstraktlarning birgalikda qo'llanilishi qutbli va lipofil biologik faol moddalarning to'liq spektrini aniqlashga yordam beradi. Natijada o'simlikning ekologik holatini baholash, bioindikator sifatidagi ahamiyatini aniqlash va atrof-muhit monitoringi uchun ilmiy asos yaratiladi.

Natijalar tahlili

IQ spektri uning murakkab kimyoviy tarkibga ega ekanligini va antropogen omillar ta'sirida shakllangan metabolik moslashuv jarayonlarini yaqqol aks ettiradi. Spektrning $3400-3300\text{ cm}^{-1}$ oralig'ida kuzatilgan keng va intensiv yutilish chizig'i gidroksil (–OH) guruhlarga xos bo'lib, fenol birikmalari, flavonoidlar va spirt tabiatli moddalar mavjudligini ko'rsatadi. Bu holat o'simlikda

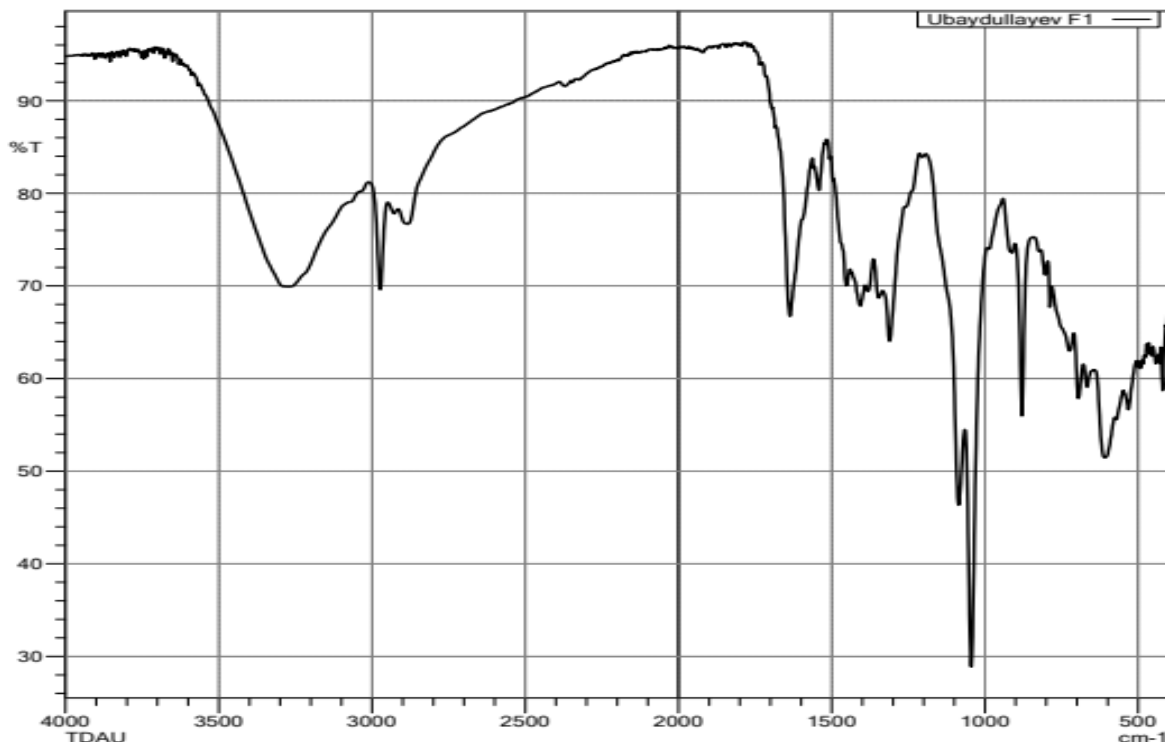
antioksidant faollikning yuqori ekanligidan dalolat beradi va transport chiqindilaridan kelib chiqadigan oksidlovchi stressga qarshi himoya mexanizmlarining faollashganini bildiradi.

2920–2850 cm^{-1} sohasidagi yutilishlar alifatik $-\text{CH}_2$ va $-\text{CH}_3$ guruhlariga tegishli bo'lib, lipidlar va terpenoid birikmalarning mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu komponentlar o'simlik yuzasida himoya qatlamini shakllantirib, chang, gazsimon ifloslantiruvchi moddalar hamda og'ir metallarning salbiy ta'sirini kamaytirishga xizmat qiladi. Avtomobil yo'l yoqasida o'suvchi o'simliklarda bu turdagi moddalarning ko'payishi ekologik moslashuvning muhim belgisi hisoblanadi.

Spektrda 1730–1700 cm^{-1} oralig'ida kuzatilgan intensiv cho'qqilar karbonil ($\text{C}=\text{O}$) guruhlariga mansub bo'lib, yog' kislotalari, eferlar va fenol hosilalari mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu birikmalar o'simlik to'qimalarida oksidlovchi stress ta'sirida hosil bo'ladigan ikkilamchi metabolitlar bilan bog'liq. 1630–1600 cm^{-1} sohasidagi signallar aromatik $\text{C}=\text{C}$ bog'lariga xos bo'lib, flavonoidlar va fenilpropanoid birikmalar mavjudligini tasdiqlaydi. Bu moddalar o'simlikning ekologik stressga chidamliligini oshiruvchi asosiy bioaktiv komponentlar hisoblanadi.

1510–1450 cm^{-1} oralig'ida kuzatilgan yutilishlar aromatik halqalarning skelet tebranishlariga mos keladi va fenol hosilalarining miqdorining yuqoriligini ko'rsatadi. 1260–1020 cm^{-1} oralig'ida qayd etilgan intensiv cho'qqilar $\text{C}-\text{O}$ va $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ bog'lariga tegishli bo'lib, glikozidlar hamda polisaxarid tabiatli birikmalar mavjudligini bildiradi. 900–700 cm^{-1} sohasidagi yutilishlar esa aromatik halqalarning substitutsiyalanganligini tasdiqlaydi.

Avtomobil yo'l yoqasi hududidan olingan o'simlikning spirtli ekstrakti fenol, flavonoid va terpenoid birikmalarga boy bo'lib, kuchli antioksidant xususiyatga ega ekanligi aniqlanadi. Ushbu natijalar o'simlikning transport chiqindilari ta'siriga moslashganligini, ekologik stress sharoitida bioaktiv moddalarning sintezi kuchayishini va mazkur tur ekologik bioindikator sifatida yuqori ilmiy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.



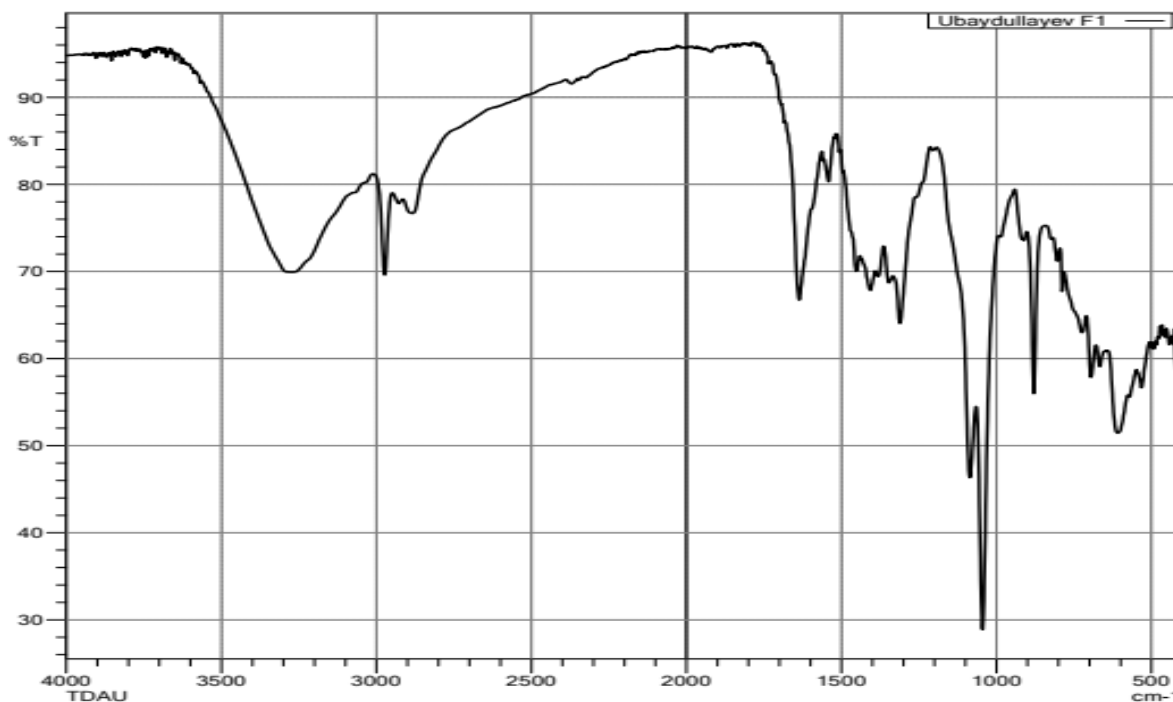
Ekologik toza hududda, antropogen bosimdan nisbatan holi sharoitda o'suvchi *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligidan tayyorlangan spirtli ekstraktning FT-IR spektri o'simlik metabolizmining barqaror va muvozanatli kechishini aks ettiradi. Spektrda 3400–3300 cm^{-1}

oralig‘ida kuzatilgan keng yutilish chizig‘i gidroksil ($-OH$) guruhlariga xos bo‘lib, fenolik birikmalar va spirt tabiatli moddalar mavjudligini ko‘rsatadi. Ushbu guruhlar o‘simlikning fiziologik barqarorligini ta‘minlovchi asosiy antioksidant komponentlar hisoblanadi.

$2920-2850\text{ cm}^{-1}$ sohasida qayd etilgan yutilishlar alifatik $-CH_2$ va $-CH_3$ guruhlariga tegishli bo‘lib, lipidlar va mum moddalari mavjudligini bildiradi. Bu moddalar o‘simlikning tashqi himoya qatlami — kutikula tarkibida muhim o‘rin tutadi va namlikning saqlanishiga xizmat qiladi. Ekologik toza sharoitda ushbu signallarning o‘rtacha intensivligi metabolik jarayonlarning muvozanatlanganligini ko‘rsatadi.

$1700-1650\text{ cm}^{-1}$ oralig‘ida kuzatilgan cho‘qqilar karbonil ($C=O$) guruhlariga tegishli bo‘lib, esterlar hamda fenol kislotalar mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu birikmalar o‘simlikning asosiy ikkilamchi metabolitlari bo‘lib, himoya va fiziologik barqarorlikda ishtirok etadi. $1600-1500\text{ cm}^{-1}$ diapazonidagi yutilishlar aromatik $C=C$ bog‘lariga mos keladi va flavonoid hamda fenilpropanoid birikmalarning mavjudligini ko‘rsatadi.

$1450-1380\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi signallar aromatik halqalarning deformatsion tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, biologik faol fenolik tuzilmalarni tasdiqlaydi. $1260-1020\text{ cm}^{-1}$ oralig‘ida kuzatilgan intensiv yutilishlar $C-O$ va $C-O-C$ bog‘lariga mansub bo‘lib, glikozidlar hamda polisaxarid tabiatli komponentlarning mavjudligini ko‘rsatadi. $900-700\text{ cm}^{-1}$ diapazonida esa aromatik halqalarning substitutsiyalangan tebranishlari aniqlanadi.



Avtomobil yo‘l bo‘yi hududida o‘sovchi *Platycladus orientalis* (L.) Franco o‘simligidan tayyorlangan xloroformli ekstraktning FT-IR spektri o‘simlikning kuchli antropogen bosim ostida shakllangan metabolik xususiyatlarini yaqqol aks ettiradi. Spekrda $3400-3300\text{ cm}^{-1}$ oralig‘ida kuzatilgan nisbatan keng, ammo past intensivlikdagi yutilish gidroksil ($-OH$) guruhlariga tegishli bo‘lib, fenolik birikmalarning mavjudligini ko‘rsatadi. Biroq bu cho‘qqining kuchsizligi spirtli ekstraktga nisbatan fenolik moddalar miqdori kamroq ekanligini bildiradi, bu esa xloroformning kam qutbli erituvchi sifatida tanlab ekstraksiya qilishi bilan izohlanadi.

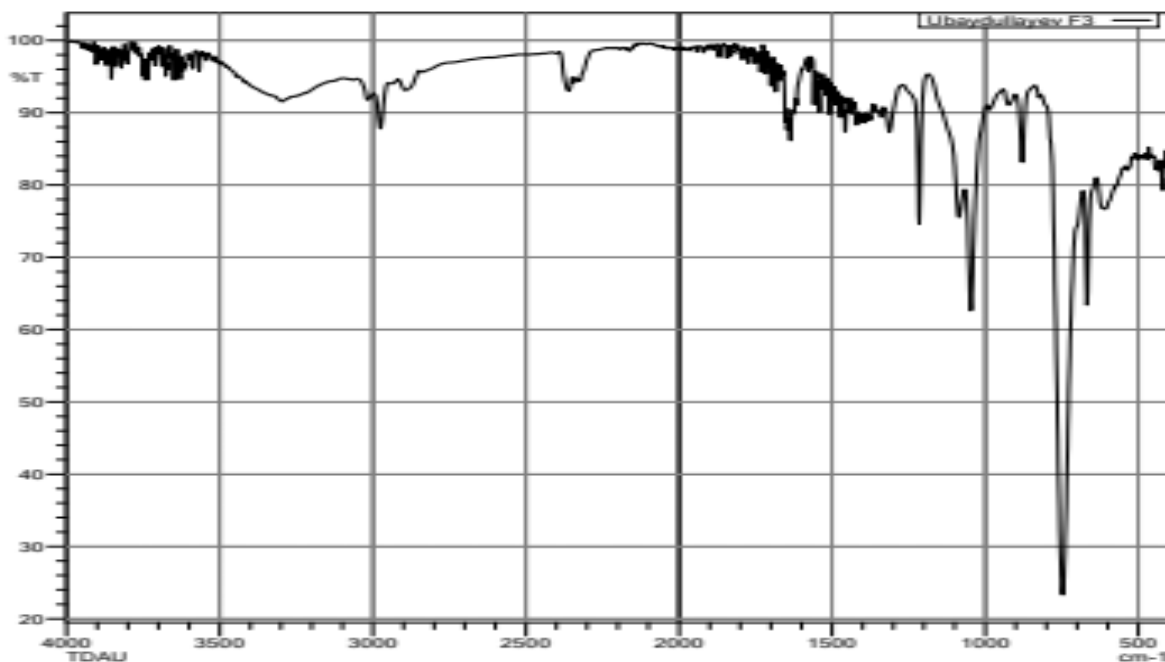
$2920-2850\text{ cm}^{-1}$ oralig‘ida aniq ifodalangan yutilishlar alifatik $-CH_2$ va $-CH_3$ guruhlariga mansub bo‘lib, terpenoidlar, mumlar va lipid tabiatli moddalar yuqori miqdorda mavjudligini

ko'rsatadi. Bu holat yo'l bo'yi sharoitida o'simlikning himoya funksiyasi kuchayganini, ayniqsa gidrofob komponentlar sintezi ortganini bildiradi.

1700–1650 cm^{-1} oralig'ida qayd etilgan cho'qqilar karbonil (C=O) guruhlariga mos kelib, yog' kislotalari, efirlar va oksidlangan metabolitlar mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu birikmalar ko'pincha atmosferadagi gazlar va og'ir metall ionlari ta'sirida kuchaygan oksidlovchi jarayonlar natijasida hosil bo'ladi. 1600–1500 cm^{-1} sohasidagi intensiv yutilishlar aromatik C=C bog'lariga tegishli bo'lib, aromatik va terpenoid tabiatli ikkilamchi metabolitlarning ustunligini tasdiqlaydi.

1450–1380 cm^{-1} oralig'idagi signallar $-\text{CH}_3$ va $-\text{CH}_2$ guruhlarining deformatsion tebranishlari bilan bog'liq bo'lib, lipid fraksiyasining yuqori ulushini ko'rsatadi. 1260–1020 cm^{-1} sohasida kuzatilgan kuchli cho'qqilar C–O va C–O–C bog'lariga mansub bo'lib, efirlar, glikozidlar va terpenoid kislorodli hosilalar mavjudligini bildiradi. 900–700 cm^{-1} oralig'ida esa aromatik halqalarning substitutsiyalangan tebranishlari aniqlanadi.

Umuman olganda, yo'l bo'yi hududidan olingan *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligining xloroformli ekstrakti yuqori darajada lipofil, terpenoid va aromatik birikmalarga boy ekanligi bilan tavsiflanadi. Bu holat o'simlikning transport chiqindilari, chang va gazsimon ifloslantiruvchilarga moslashganligini hamda himoya mexanizmlarining kuchayganligini ko'rsatadi. Xloroform ekstrakti o'simlikning ekologik stressga javob reaksiyasini baholashda muhim kimyoviy marker sifatida xizmat qilishi mumkin.



Ekologik toza hududda, antropogen bosimdan nisbatan holi sharoitda o'suvchi *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligidan tayyorlangan spirtli ekstraktning FT-IR spektri o'simlik metabolizmining barqaror va muvozanatli kechishini aks ettiradi. Spektrda 3400–3300 cm^{-1} oralig'ida kuzatilgan keng yutilish chizig'i gidroksil ($-\text{OH}$) guruhlariga xos bo'lib, fenolik birikmalar va spirt tabiatli moddalar mavjudligini ko'rsatadi. Ushbu guruhlar o'simlikning fiziologik barqarorligini ta'minlovchi asosiy antioksidant komponentlar hisoblanadi.

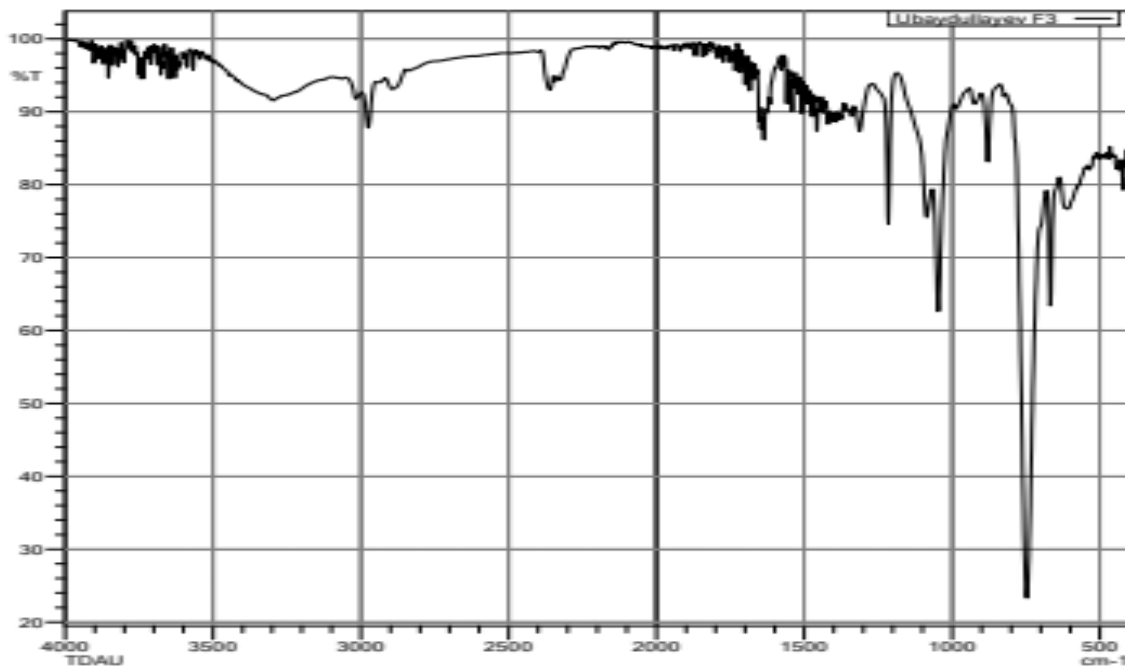
2920–2850 cm^{-1} sohasida qayd etilgan yutilishlar alifatik $-\text{CH}_2$ va $-\text{CH}_3$ guruhlariga tegishli bo'lib, lipidlar va mum moddalari mavjudligini bildiradi. Bu moddalar o'simlikning tashqi himoya qatlami — kutikula tarkibida muhim o'rin tutadi va namlikning saqlanishiga xizmat qiladi. Ekologik

toza sharoitda ushbu signallarning o‘rtacha intensivligi metabolik jarayonlarning muvozanatlangan ko‘rsatadi.

1700–1650 cm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan cho‘qqilar karbonil (C=O) guruhlariga tegishli bo‘lib, esterlar hamda fenol kislotalar mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu birikmalar o‘simlikning asosiy ikkilamchi metabolitlari bo‘lib, himoya va fiziologik barqarorlikda ishtirok etadi. 1600–1500 cm^{-1} diapazonidagi yutilishlar aromatik C=C bog‘lariga mos keladi va flavonoid hamda fenilpropanoid birikmalarning mavjudligini ko‘rsatadi.

1450–1380 cm^{-1} oralig‘idagi signallar aromatik halqalarning deformatsion tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, biologik faol fenolik tuzilmalarni tasdiqlaydi. 1260–1020 cm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan intensiv yutilishlar C–O va C–O–C bog‘lariga mansub bo‘lib, glikozidlar hamda polisaxarid tabiatli komponentlarning mavjudligini ko‘rsatadi. 900–700 cm^{-1} diapazonida esa aromatik halqalarning substitutsiyalangan tebranishlari aniqlanadi.

Umuman olganda, ekologik toza hududda o‘sovchi *Platycladus orientalis* (L.) Franco o‘simligining spirtli ekstrakti fenol hosilalari, flavonoid va terpenoid birikmalarga boy bo‘lib, nisbatan barqaror metabolik holatni aks ettiradi. Ushbu natijalar o‘simlikning tabiiy muhit sharoitida rivojlanganligini, kuchli stress omillariga duch kelmaganligini hamda bioindikator sifatida ekologik monitoringda foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.



Mazkur tadqiqot *Platycladus orientalis* (L.) Franco o‘simligining ekologik toza hudud hamda transport harakati yuqori bo‘lgan yo‘l bo‘yi sharoitlarida o‘sovchi namunalari asosida olib borildi. O‘simliklarning spirtli va xloroformli ekstraktlari FT-IR spektroskopiyasi yordamida tahlil qilinib, ekologik omillarning ikkilamchi metabolizmga ta‘siri baholandi. Ushbu yondashuv o‘simliklarning antropogen stressga javoban yuzaga keltiradigan kimyoviy moslashuv mexanizmlarini aniqlash imkonini berdi.

Barcha spektrlarda 3400–3300 cm^{-1} oralig‘ida keng va intensiv yutilish cho‘qqilari kuzatildi. Ushbu signal gidroksil (–OH) guruhlariga xos bo‘lib, fenolik birikmalar, flavonoidlar hamda spirt tabiatli moddalar mavjudligini ko‘rsatadi. Yo‘l bo‘yi hududidan olingan spirtli ekstraktida ushbu sohaning intensivligi ancha yuqori bo‘lib, bu o‘simlikda fenolik antioksidantlar miqdori ortganini

bildiradi. Transport chiqindilari, og'ir metallar va gazsimon ifloslantiruvchilar o'simlik hujayralarida oksidlovchi stressni kuchaytiradi, natijada fenolik birikmalar sintezi faollashadi.

Ekologik toza hududdan olingan spirtli ekstraktida esa –OH guruhlarining yutilishi nisbatan tekis va kamroq intensivlikda bo'lib, bu o'simlikning muvozanatli fiziologik holatda ekanligini ko'rsatadi. Xloroformli ekstraktlarda esa ushbu soha ancha sust ifodalanadi, chunki xloroform qutbsiz erituvchi bo'lib, gidroksil guruhlarga boy moddalarning ekstraksiyasi cheklangan.

2920–2850 sm^{-1} oralig'ida kuzatilgan $-\text{CH}_2$ va $-\text{CH}_3$ tebranishlari barcha spektrlarda mavjud bo'lib, lipidlar, mumlar va terpenoidlarning mavjudligini tasdiqlaydi. Ayniqsa yo'l bo'yi hududidan olingan xloroformli ekstraktida bu signallar juda kuchli ifodalanagan. Bu o'simlikning tashqi muhitga moslashuv mexanizmi sifatida kutikula qatlami va lipofil birikmalar sintezining kuchayganidan dalolat beradi.

Ekologik toza hududdagi namunada esa ushbu cho'qqilar nisbatan past intensivlikda bo'lib, bu sharoitda o'simlikda ortiqcha himoya mexanizmlariga ehtiyoj yo'qligini ko'rsatadi. Demak, lipid fraksiyasining ortishi to'g'ridan-to'g'ri antropogen stress darajasi bilan bog'liq.

1700–1650 sm^{-1} oralig'ida qayd etilgan yutilishlar karbonil ($\text{C}=\text{O}$) guruhlariga tegishli bo'lib, yog' kislotalari, esterlar va oksidlangan metabolitlarning mavjudligini ko'rsatadi. Yo'l bo'yi hududidan olingan namunada bu cho'qqilar ancha ravshan bo'lib, lipid peroksidlanish jarayonlarining kuchayganini bildiradi. Bu holat o'simlik to'qimalarining oksidlovchi stressga duch kelganligini ko'rsatadi.

Ekologik toza hududdagi namunada esa $\text{C}=\text{O}$ signallari nisbatan zaif bo'lib, hujayra membranalarining barqarorligini va metabolik muvozanatni ifodalaydi. Xloroformli ekstraktlarda karbonil signallarining kuchliligi lipofil oksidlangan birikmalarning ustunligini ko'rsatadi.

1600–1500 sm^{-1} oralig'ida kuzatilgan yutilishlar aromatik $\text{C}=\text{C}$ bog'lariga xos bo'lib, flavonoidlar va fenilpropanoid birikmalar mavjudligini ko'rsatadi. Yo'l bo'yi hududidan olingan namunalarda bu signal ancha kuchli bo'lib, o'simlikning ekologik stressga javoban ikkilamchi metabolitlar sintezini kuchaytirganini bildiradi. Ayniqsa, flavonoidlar ultrabinafsha nurlanish, og'ir metallar va oksidlovchi muhitga qarshi himoya vazifasini bajaradi.

Ekologik toza hududda esa aromatik signallar nisbatan barqaror bo'lib, o'simlikning fiziologik faoliyati stresssiz muhitda kechayotganini ko'rsatadi.

1260–1020 sm^{-1} oralig'idagi intensiv yutilishlar $\text{C}-\text{O}$ va $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ bog'lariga mansub bo'lib, glikozidlar, polisaxaridlar va kislorodli terpenoidlar mavjudligini bildiradi. Spirtli ekstraktlarda bu signal kuchliroq bo'lib, qutbli biologik faol moddalarning yaxshi ajralganini ko'rsatadi. Xloroformli ekstraktlarda esa ushbu cho'qqilar sustroq bo'lib, erituvchi tabiatiga mos keladi.

900–700 sm^{-1} oralig'ida qayd etilgan yutilishlar aromatik halqalarning substitutsiyalanganligini bildiradi. Avtomobil yo'l bo'yi hududidan olingan namunada bu cho'qqilar aniqroq bo'lib, murakkab aromatik tuzilmalarning shakllanganini ko'rsatadi. Bu esa ekologik stress sharoitida o'simlikning moslashuvchan kimyoviy strategiyasini tasdiqlaydi.

To'rtta FT-IR spektrni kompleks va taqqoslama tahlil qilish natijalari *Platyclus orientalis* (L.) Franco o'simligining ekologik sharoitlarga yuqori darajada sezgir ekanligini yaqqol ko'rsatdi. Tadqiqot davomida o'simlikning turli ekologik muhitlarda — ya'ni avtomobil yo'l bo'yi antropogen ta'sir kuchli bo'lgan hudud va ekologik jihatdan toza hududda — shakllangan metabolik profili sezilarli darajada farq qilishi aniqlandi. Ushbu farqlar asosan ikkilamchi metabolitlar tarkibi va ularning nisbiy miqdorida namoyon bo'ldi.

Avtomobil yo'l bo'yi hududida o'sgan *Platycladus orientalis* namunalarida fenol birikmalari, flavonoidlar va terpenoidlar miqdorining sezilarli darajada ortgani kuzatildi. Bu holat o'simlikning transport chiqindilari, og'ir metallar, chang va gazzimon ifloslantiruvchi moddalarning doimiy ta'siriga moslashuv sifatida izohlanadi. Bunday sharoitda o'simlik hujayralarida oksidlovchi stress kuchayadi va natijada antioksidant xususiyatga ega bo'lgan fenolik hamda aromatik birikmalarning biosintezi faollashadi. Mazkur jarayonlar o'simlikning himoya mexanizmlarini kuchaytirib, hujayra tuzilmalari barqarorligini saqlashga xizmat qiladi.

Ekologik toza hududda o'sgan namunalar esa nisbatan barqaror metabolik holat bilan tavsiflanadi. Bu sharoitda fenol va flavonoid birikmalarning miqdori pastroq bo'lib, o'simlikda stressga javob reaksiyalari minimal darajada namoyon bo'ladi. Metabolik jarayonlar asosan o'sish va fiziologik muvozanatni saqlashga yo'naltirilgan bo'lib, ortiqcha himoya mexanizmlarining faollashuvi kuzatilmaydi. Bu esa ekologik toza muhitda o'simlik energetik resurslarini tejankor tarzda sarflashini ko'rsatadi.

Spirтли ekstraktlar tahlili shuni ko'rsatdiki, ular asosan qutbli va biologik faol moddalarni — fenollar, flavonoidlar, glikozidlar va ayrim uglevod komponentlarini samarali ajratib beradi. Shu sababli spirтли ekstraktlar o'simlikning antioksidant salohiyatini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi. Xloroformli ekstraktlar esa lipofil, aromatik va terpenoid tabiatli birikmalarni o'z ichiga olishi bilan ajralib turadi. Bu ekstraktlar o'simlikning tashqi himoya tizimi va ekologik stressga moslashuv mexanizmlarini aks ettiradi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, spirтли va xloroformli ekstraktlarni birgalikda qo'llash *Platycladus orientalis* ning ekologik holatini baholashda eng samarali yondashuv hisoblanadi. Bunday kompleks yondashuv o'simlikning ichki metabolik holatini ham, tashqi muhitga moslashuv strategiyasini ham chuqurroq ochib beradi.

Platycladus orientalis (L.) Franco ekologik monitoring, bioindikatsiya va antropogen yuklama darajasini baholashda istiqbolli model o'simlik sifatida qaralishi mumkin. Olingan natijalar ushbu turning ekologik stressga moslashuv mexanizmlarini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi hamda kelgusida ekologik baholash, atrof-muhit monitoringi va bioindikator sifatida qo'llash uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Muhokama

Ushbu tadqiqotda *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligining ekologik toza hudud va avtomobil yo'llari bo'yida o'suvchi namunalarida kuzatilgan kimyoviy tarkib farqlari FT-IR spektrlari asosida qiyosiy tahlil qilindi. Olingan natijalar o'simlik metabolizmining ekologik omillarga yuqori darajada sezgir ekanligini yaqqol namoyon etdi.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, avtomobil yo'llari bo'yida o'suvchi o'simliklarda gidroksil (–OH) guruhlariga xos yutilishlar sezilarli darajada kuchliroq namoyon bo'lgan. Bu holat fenolik va flavonoid birikmalar miqdorining ortganligini ko'rsatadi. Mazkur birikmalar o'simlik hujayralarida antioksidant himoya vazifasini bajarib, avtomobil chiqindilari tarkibidagi og'ir metallar, azot oksidlari va boshqa reaktiv kislorod shakllarining salbiy ta'sirini neytrallashda muhim rol o'ynaydi. Demak, yo'l bo'yi sharoitida fenolik metabolizmning faollashuvi o'simlikning moslashuv mexanizmi sifatida baholanishi mumkin.

Alifatik uglevodorodlar (–CH₂ va –CH₃ guruhleri) intensivligining ortishi ham avtomobil yo'l bo'yi namunalari uchun xarakterlidir. Bu holat lipidlar va mumli moddalar miqdorining oshganligini bildiradi. Bunday o'zgarishlar o'simlikning tashqi himoya qatlami – kutikulaning qalinlashuvi bilan bog'liq bo'lib, chang, gaz va og'ir metall ionlarining to'qimalarga kirishini cheklashga xizmat qiladi.

Ekologik toza hududda esa ushbu komponentlar nisbatan past darajada bo'lib, stress omillarining kamligini tasdiqlaydi.

Karbonil guruhlari (C=O) bo'yicha olingan natijalar ham ekologik sharoitga bog'liq ravishda farq qiladi. Avtomobil yo'l bo'yi hududidagi namunada karbonil signallarining kuchli bo'lishi lipid peroksidlanish jarayonlarining faollashganini ko'rsatadi. Bu jarayonlar oksidlovchi stressning kuchayishi bilan bevosita bog'liq bo'lib, hujayra membranalarida strukturaviy o'zgarishlarga olib keladi. Aksincha, ekologik toza hududda karbonil guruhlari nisbatan past darajada bo'lib, hujayra barqarorligi yuqori ekanligini anglatadi.

Aromatik C=C bog'lari bilan bog'liq signallar yo'l bo'yi namunalarida sezilarli darajada kuchli bo'lib, bu fenilpropanoid va flavonoid birikmalarining ortishini tasdiqlaydi. Ushbu moddalarning ko'payishi o'simlikning ekologik stressga javob reaksiyasi bo'lib, ularning antioksidant va himoya xususiyatlari bilan izohlanadi. Ekologik toza hududda esa bu ko'rsatkichlar mo'tadil bo'lib, o'simlik metabolizmining muvozanatda ekanligini ko'rsatadi.

C–O va C–O–C bog'lari bilan bog'liq signallar ham muhim diagnostik ahamiyatga ega. Ushbu guruhlar glikozidlar va boshqa kislorodli birikmalarga xos bo'lib, spirtli ekstraktlarda ayniqsa yaqqol namoyon bo'ladi. Avtomobil yo'l bo'yi sharoitida bu guruhlarining nisbatan kuchayishi metabolik moslashuv jarayonlarining faollashganini ko'rsatadi. Bunda o'simlik stress sharoitida energiya almashinuvi va himoya mexanizmlarini qayta yo'naltiradi.

Aromatik halqalarning substitutsiyalangan tebranishlari ham avtomobil yo'l bo'yi namunalarda kuchliroq ifodalangan bo'lib, bu murakkab ikkilamchi metabolitlarning ko'payishini anglatadi. Mazkur holat *Platycladus orientalis* ning ekologik stress sharoitida yuqori moslashuvchanlikka ega ekanini yana bir bor tasdiqlaydi.

1-jadval. *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning turli ekologik sharoitlarda kimyoviy tarkibidagi farqlar (FT-IR asosida umumiy muhokama)

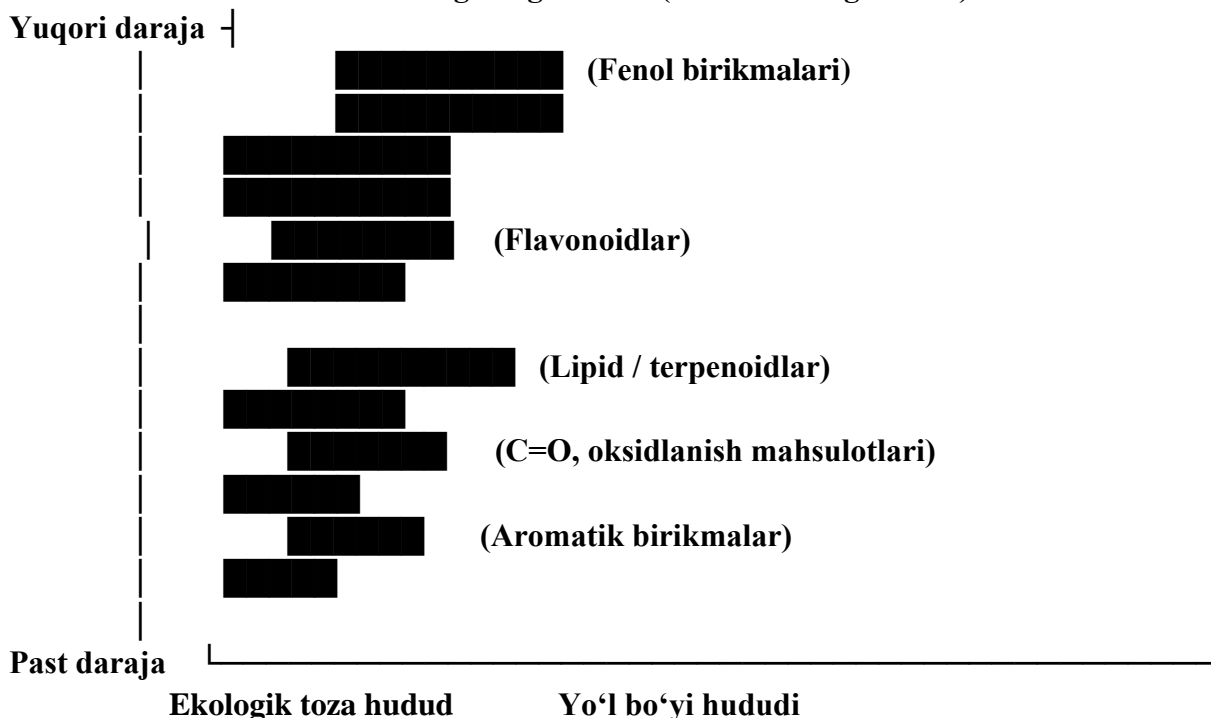
№	Tahlil ko'rsatkichi	Ekologik toza hudud	Avtomobil yo'li bo'yi	Ilmiy izoh (muhokama)
1	–OH guruhlari (3400–3300 sm^{-1})	O'rtacha intensivlik	Yuqori intensivlik	Yo'l bo'yi sharoitida oksidlovchi stress kuchayib, fenolik va flavonoid birikmalar sintezi ortadi.
2	–CH ₂ , –CH ₃ (2920–2850 sm^{-1})	Past–o'rtacha	Yuqori	Lipid va mum moddalari ko'payishi himoya qatlami kuchayganini ko'rsatadi.
3	C=O (1700–1650 sm^{-1})	Kam ifodalangan	Kuchli ifodalangan	Oksidlanish jarayonlari va lipid peroksidatsiyasi kuchayganligini bildiradi.
4	C=C aromatik (1600–1500 sm^{-1})	O'rtacha	Yuqori	Fenilpropanoid va flavonoidlarning ko'payishi ekologik stressga javob reaksiyasidir.
5	C–O, C–O–C (1260–1020 sm^{-1})	Aniq, barqaror	O'rtacha–yuqori	Glikozid va kislorodli birikmalarining o'zgarishi metabolik moslashuvni ko'rsatadi.

6	Aromatik substitutsiya (900–700 cm^{-1})	Zaif	Kuchli	Murakkab aromatik tuzilmalar shakllanishi stress ta'sirini bildiradi.
7	Umumiy metabolik holat	Barqaror, muvozanatli	Stressga moslashgan, faol	Avtomobil chiqindilari o'simlik metabolizmini faollashtiradi.
8	Bioindikatorlik xususiyati	O'rtacha	Yuqori	Yo'l bo'yi o'simliklari ekologik monitoring uchun qulay model hisoblanadi.

Umuman olganda, jadvalda keltirilgan ma'lumotlar *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning avtomobil yo'llari bo'yida o'sishi jarayonida metabolik tizimi sezilarli darajada qayta tuzilishini ko'rsatadi. Fenol, flavonoid va lipid komponentlarning ortishi o'simlikning ekologik stressga qarshi himoya mexanizmlarini faollashtirganini anglatadi. Ekologik toza hududda esa metabolizm nisbatan barqaror bo'lib, ortiqcha himoya reaksiyalari kuzatilmaydi.

Shu sababli, *Platycladus orientalis* ni avtomobil transporti bilan bog'liq ekologik ifloslanishni baholashda bioindikator sifatida qo'llash ilmiy jihatdan asosli hisoblanadi. Ushbu natijalar nafaqat ekologik monitoring, balki urbanizatsiya sharoitida yashil hududlarni rejalashtirish va atrof-muhitni muhofaza qilish strategiyalarini ishlab chiqishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

1-rasm. *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning turli ekologik sharoitlarda kimyoviy tarkibidagi o'zgarishlar (sxematik diagramma).



Ushbu diagramma *Platycladus orientalis* (L.) Franco o'simligining ekologik toza hudud va avtomobil yo'li bo'yida o'suvchi namunalarda aniqlangan asosiy kimyoviy guruhlarning nisbiy farqlarini aks ettiradi. Diagrammadan ko'rinib turibdiki, barcha asosiy metabolitlar bo'yicha yo'l bo'yi hududidagi namunalarda qiymatlar yuqoriroqdir.

Fenolik birikmalar miqdorining oshishi o'simlikda oksidlovchi stress kuchayganini bildiradi. Avtomobil chiqindilari tarkibidagi og'ir metallar va reaktiv gazlar ta'sirida o'simlik hujayralari

antioksidant himoya mexanizmini faollashtiradi. Natijada fenollar va flavonoidlar ko‘proq sintezlanadi.

Lipid va terpenoid komponentlarning yuqori darajada bo‘lishi yo‘l bo‘yidagi o‘simliklarda himoya qatlamining qalinlashganini ko‘rsatadi. Bu esa chang, gaz va toksik birikmalarning o‘simlik to‘qimalariga kirishini chekllovchi adaptiv mexanizm hisoblanadi.

Karbonil guruhlarining kuchayishi oksidlanish jarayonlarining faollashganidan dalolat beradi. Bu jarayonlar hujayra membranalarida lipid peroksidlanishini kuchaytiradi va metabolik stressning oshganini bildiradi.

Aromatik birikmalarning ko‘payishi esa fenilpropanoid yo‘lining faollashuvi bilan izohlanadi. Ushbu yo‘l o‘simlikning himoya tizimida muhim o‘rin tutib, ekologik stress sharoitida tez faollashadi.

Ekologik toza hududda esa barcha ko‘rsatkichlar nisbatan barqaror bo‘lib, o‘simlikning metabolik holati muvozanatda ekanligi kuzatiladi. Bu holat o‘simlikning stressga duch kelmagan sharoitda o‘shini ko‘rsatadi.

Tajribaviy qism

Tadqiqot obyekti sifatida *Platycladus orientalis* (L.) Franco o‘simligining tangachasimon barglari va yosh novdalari tanlab olindi. Namuna olish ishlari avtomobil yo‘l bo‘yi hamda ekologik toza hududlarda amalga oshirildi. Har bir hududdan 10 ta sog‘lom daraxt tanlab olinib, har bir daraxtdan 200 g tangachasimon barg va 200 g yosh novda yig‘ildi. Namunalar yer sathidan $3,0 \pm 0,2$ m balandlikda joylashgan shoxlardan olindi, chunki havodan og‘ir bo‘lgan gazsimon ifloslantiruvchi moddalar (azot oksidlari, oltingugurt birikmalari, uglevodorodlar va chang-aerozollar) asosan atmosferaning quyi qatlamida, xususan 3 m balandlik oralig‘ida yuqori zichlikda to‘planadi. Shu sababli aynan ushbu balandlikdagi vegetativ qismlar transport chiqindilarining uzoq muddatli ta‘sirini eng aniq aks ettiruvchi biomaterial hisoblanadi. Namuna olish ertalab soat 08:00–10:00 oralig‘ida bajarildi(1-rasm).



Rasm-1. Avtomobil yo‘l atrofidan *Platycladus orientalis* (L.) Franco o‘simligidan namuna olish

Yig'ilgan barg va novdalar laboratoriya sharoitida distillangan suv bilan tezda yuvilib, sirt namligi filtr qog'oz yordamida olib tashlandi. Namunalar mexanik maydalagichda 0,5–1,0 mm zarracha o'lchamigacha maydalandi va yopiq shisha idishlarda saqlandi.

Ekstraksiya jarayoni uchun 96 % etil spirti va xloroformdan foydalanildi. Spirtli ekstrakt tayyorlashda 20,0 g maydalangan xom ashyodan patronlar tayyorlanib sokslet apparatiga joylandi, 200 ml 96 % etanol bilan 75–80°C da 4 soat davomida ekstraksiyalandi. Ekstraksiya yakunlangach, eritma filtrlandi va ajratib olindi. Xloroformli ekstrakt tayyorlashda ham xuddi shu nisbatda (20,0 g xom ashyo va 200 ml xloroform) 4 soat ekstraksiya qilindi.. Olingan ekstraktlar FT-IR spektroskopik tahlil uchun ishlatildi.

FT-IR tahlil Fourier-transform infraqizil spektrometrdan 4000–400 cm^{-1} diapazonda, 4 cm^{-1} rezolyutsiyada va 45 skan rejimida bajarildi. Namuna tayyorlash KBr bilan presslangan tabletka usulida amalga oshirildi (1,5–2,0 mg ekstrakt va 200 mg KBr, bosim 8–10 t, bosish vaqti 2 minut). Har bir namuna uchun spektr uch marotaba qayd etilib, o'rtacha natijalar asosida tahlil qilindi. Ushbu metodik yondashuv tangachasimon barglar va yosh novdalarda antropogen omillar ta'sirida yuzaga keladigan kimyoviy va metabolik o'zgarishlarni ishonchli baholash imkonini berdi.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda *Platyclus orientalis* (L.) Franco o'simligining turli ekologik sharoitlarda o'suvchi namunalaridan olingan to'rtta FT-IR spektri (yo'l bo'yi va ekologik toza hudud, spirtli va xloroformli ekstraktlar) kompleks tarzda tahlil qilindi. Olingan natijalar o'simlikning ekologik omillarga yuqori darajada sezgir ekanligini hamda muhit ta'siriga moslashish jarayonida kimyoviy tarkibi sezilarli darajada o'zgarishini yaqqol ko'rsatdi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, avtomobil yo'llari bo'yida o'suvchi *Platyclus orientalis* namunalarida fenolik, flavonoid va terpenoid birikmalar miqdori sezilarli darajada ortgan. Bu holat avtomobil chiqindilari, og'ir metall ionlari va reaktiv gazlar ta'sirida yuzaga keladigan oksidlovchi stress bilan bevosita bog'liqdir. Ayniqsa, spirtli ekstraktlarda fenolik birikmalarning ko'pligi o'simlikning antioksidant himoya tizimi faollashganini ko'rsatadi. Fenollar va flavonoidlar reaktiv kislorod turlarini neytrallashda muhim rol o'ynab, hujayra strukturalarini zararlanishdan himoya qiladi.

Xloroformli ekstraktlar esa asosan lipofil va aromatik komponentlarga boyligi bilan ajralib turdi. Bu holat avtomobil yo'l bo'yi sharoitida o'simliklarda mumlar, terpenoidlar va boshqa gidrofob birikmalar sintezining kuchayganini ko'rsatadi. Ushbu birikmalar o'simlik yuzasida himoya qatlami hosil qilib, tashqi muhitdan kiruvchi zararli moddalar ta'sirini cheklashga xizmat qiladi. Ayniqsa, karbonil va aromatik guruhlar bilan bog'liq signallarning kuchayishi oksidlovchi jarayonlarning faollashganini tasdiqlaydi.

Ekologik toza hududdan olingan namunalarda esa metabolik jarayonlar nisbatan muvozanatli kechgan. Bu holatda fenolik va terpenoid birikmalar miqdori pastroq bo'lib, o'simlikning stress omillariga duch kelmaganligini ko'rsatadi. Spirtli va xloroformli ekstraktlar o'rtasidagi farqlar esa turli kimyoviy guruhlarning qaysi erituvchida ustun ajralishini yaqqol namoyon etdi. Spirtli ekstraktlar qutbli va biologik faol moddalarni, xloroformli ekstraktlar esa lipofil va aromatik birikmalarni samarali ajratib berdi.

To'rtta spektrning taqqoslanishi *Platyclus orientalis* ning ekologik sharoitga moslashuvchan o'simlik ekanligini tasdiqlaydi. Avtomobil yo'l bo'yi hududlarida o'suvchi namunalar ekologik stressga javoban o'z metabolizmini faol tarzda o'zgartiradi va himoya

mexanizmlarini kuchaytiradi. Bu xususiyat o‘simlikni ekologik monitoring va bioindikatsiya uchun muhim obyekt sifatida ko‘rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, olingan natijalar *Platycladus orientalis* (L.) Franco ning avtomobil chiqindilari ta‘siriga sezgirligini, uning kimyoviy tarkibi orqali ekologik holatni baholash mumkinligini ilmiy asosda tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari atrof-muhitni muhofaza qilish, shahar yashil hududlarini rejalashtirish va ekologik xavflarni baholashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

1. Saitkulov, F. E., Tashniyazov, A. A., Mamadrahimov, A. A., & Shakhidoyatov, K. M. (2014). 2, 3-Dimethylquinazolin-4 (3H)-one. *Structure Reports*, 70(7), o788-o788.
2. Baymuratova, G., Nasimov, K., & Saitkulov, F. (2023). Synthesis of 6-benzylaminopurine and the study of biological active properties of cotton C-6424 plants. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 389, p. 03032). EDP Sciences.
3. Sapaev, B., Saitkulov, F., Mamedova, M., Saydaliyeva, S., & Makhmudova, D. (2023). Chromato-mass-spectrometry of the analysis of the sum of the common mushrooms. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 65, p. 01006). EDP Sciences.
4. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Abdinazarov, A. B., Nasimov, K. M., & Isoqjonova, M. (2023). Kobalt (II)-synthesis of the coordination compound formed by quinazolin-4-on and indole fatty acids of nitrate dihydrate and study of the processes of influence on the varieties of cotton “Buxara-102”, “Namangan-77”, “Sultan”, “Unkurgan-1”, “C-6524”. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 452, p. 01033). EDP Sciences.
5. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Khalikov, A., & Ganiev, A. S. (2023). The biochemical effects of the coordination compound of cobalt-II nitrate quinazolin-4-one with 3-indolyl acetic acid in the “amber” plants grades phaseolus aureus. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 452, p. 01042). EDP Sciences.
6. Khadse, S. C., Amnerkar, N. D., Dave, M. U., Lokwani, D. K., Patil, R. R., Ugale, V.G., ... & Chatpalliwar, V. A. (2019). Quinazolin-4-one derivatives lacking toxicity-producing attributes as glucokinase activators: design, synthesis, molecular docking, and in-silico ADMET prediction. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5, 1-14.
7. Mikra, C., Bairaktari, M., Petridi, M. T., Detsi, A., & Fylaktakidou, K. C. (2022). Green Process for the Synthesis of 3-Amino-2-methyl-quinazolin-4 (3 H)-one Synthones and Amides Thereof: DNA Photo-Disruptive and Molecular Docking Studies. *Processes*, 10(2), 384.
8. Soliman, S. M., Hagar, M., Ibid, F., & El Sayed, H. (2015). Experimental and theoretical spectroscopic studies, HOMO–LUMO, NBO analyses and thione–thiol tautomerism of a new hybrid of 1, 3, 4-oxadiazole-thione with quinazolin-4-one. *Spectrochimica Acta Part A: molecular and biomolecular spectroscopy*, 145, 270-279.
9. Ibrokhimov, M., Shirinov, S., & Shirinova, O. (2024). Study of synthesis and physicochemical properties of hydrogels enriched with mineral fertilizers. *Science and innovation*, 3(A11), 37-41.
10. Salehi, M. B., & Moghadam, A. M. (2023). Sustainable production of hydrogels. In *Sustainable Hydrogels* (pp. 23-46). Elsevier.
11. Gholami Dastnaei, P., & Ghazinezhad, M. (2024). Varied Applications of Hydrogels Based on Their Smart Properties: A Review. *International Journal of New Chemistry*, 11(4), 284-310.



12. Vijayaraghavan, R., & Unnikrishnan, G. (2022). Preparation of Hydrogel from Agriculture Waste For the Improvement of Soil Irrigation System. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, 48(2), 208-216.

13. Ghorpade, V. S. (2020). Preparation of hydrogels based on natural polymers via chemical reaction and cross-linking. In *Hydrogels based on natural polymers* (pp. 91-118). Elsevier.

14. Choudhary, A., Sharma, A., Singh, A., Han, S. S., & Sood, A. (2024). Strategy and Advancement in Hybrid Hydrogel and Their Applications: Recent Progress and Trends. *Advanced Engineering Materials*, 26(21), 2400944.

15. Nizam, P. A., Aiswarya, P. R., & Thomas, S. (2023). Nanohydrogels for achieving green economy. In *Sustainable Hydrogels* (pp. 113-136). Elsevier.