

УРГАМЛЫН ФИЗИОЛОГИ

Зарим зүйл модны CO₂ шингээлтийн судалгааБаясгаланхүүгийн Лянхуа^{1*}, Гүрбазарын Бямба-Ёндон¹,
Шагжжавын Оюунгэрэл²¹Шинжлэх Ухааны Академи, Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, Улаанбаатар, 13330, Монгол улс²Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх ухааны сургууль, Улаанбаатар, 14200, Монгол улс

*E-mail: lyankhua_b@mas.ac.mn

Хүлээн авсан: 2022.04.20

Хянасан:

Хэвлэлтэнд: 2022.05.15

Хураангуй Хотын ногоон байгууламжид нүүрстөрөгчийн хийг (CO₂) шингээх чадвар өндөртэй, физиологийн дасан зохицолт сайтай модыг сонгон тарих нь экологи болон эдийн засгийн хувьд чухал ач холбогдолтой юм. Бид судалгаагаараа хотын төвийн ногоон байгууламж болон хяналт болгож хотын ногоон бүсийн ойгоос, Хавтагнавчит хус (*Betula platyphylla* Sukacz.), Сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ldb.), Азийн монос (*Padus asiatica* Kom.), Ойн нарц (*Pinus sylvestris* L.), Лаврнавчит улиас (*Populus laurifolia* Ldb.), Мажаар голтбор (*Syringa josikaea* J.Jacq. ex Rchb.) зэрэг 6 зүйл, Чингэлтэй дүүргийн Зүрх уулын ойгоос 3 зүйл (*Larix sibirica* Ldb., *Pinus sylvestris* L., *Betula platyphylla* Sukacz.) модыг сонгон агаарын CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийг тодорхойлсон. Модны CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийг “Qubit System-ийн S151” хэт улаан туяаны багажаар хэмжиж, өгөгдлийг LabPro төхөөрөмжөөс Loggerpro программруу хувирган дамжуулж, ХАСТ8 ба JMP5 программууд ашиглан статистик боловсруулалтыг хийсэн. Нарны цацрагийн хэмжээ буюу физиологийн идэвхит цацрагийг (Photosynthesis Activate Radiation-PAR) “U116” люксетрээр хэмжсэн. Судалгааны үр дүнд CO₂-ийн шингээлтийн өдрийн явц ялгаатай 2 орчинд бүх ургамалд ижилхэн хөдлөлзүй үзүүлсэн. Үүнд: өглөөний 6-10 цагуудад шингээлтийн эрчим их (-28,61 ммоль/м²*сек ~ -56,03 ммоль/м²*сек), өдрийн 12 цагаас эхлэн буурч өдөр агаарын температур болон нарны цацрагийн хэмжээ хамгийн их (14293,67 Вт/м²; 260С) үед буюу 13-14 цагт CO₂-ийн шингээлт хамгийн бага (-37,01 ммоль/м²*сек ~ -8,88 ммоль/м²*сек), үдээс хойш 16 цагаас агаарын температур, нарны цацрагийн хэмжээ багасах (3651,67 Вт/м²; 18,50С) үед CO₂-ийн шингээлт ахин өссөн (-45,22 ммоль/м²*сек ~ -16,61 ммоль/м²*сек) хөдлөлзүйг харуулж байна. Харин хотын төвийн ногоон байгууламж болон хотын ногоон бүсийн ой гэсэн ялгаатай орчинд ургаж байгаа ижил 3 зүйлийн модны CO₂-ийн шингээлтийг харьцуулахад 2 өөр орчин дахь *Larix sibirica* (Prob tlarix=0,0004), *Betula platyphylla* (Prob tbeta=0,0037) зүйлүүдийн CO₂-ийн шингээлт нь хоорондоо статистик ялгаатай байна. Тухайлбал хотын төвийн ногоон байгууламжид ургаж байгаа *Larix sibirica*, *Betula platyphylla* нь CO₂-ийг илүү шингээсэн нь тухайн орчиндоо дасан зохицсоныг харуулж байна. Харин *Pinus sylvestris*-ийн хувьд 2 өөр орчинд CO₂-ийн шингээлтэнд мэдэгдэхүйц ялгаа гараагүй.

Түлхүүр үгс: агаарын CO₂ -ийн шингээлтийн эрчим, модны CO₂ солилцоо, *Larix sibirica*, *Betula platyphylla*, *Pinus sylvestris*

Эшлэл авахдаа: Лянхуа Б., Бямба-Ёндон Г., Оюунгэрэл Ш. 2022. Зарим зүйл модны CO₂ шингээлтийн судалгаа. *Монголын ботаникийн сэтгүүл*, 04 (30): 87-95.

Удиртгал

Дэлхийн олон оронд, хог тохижуулалтадаа ногоон ургамал, мод, сөөгийг хотын агаарын бохирдлыг бууруулах болон орчны хэт халалт, дуу чимээний стрессийг бууруулах зорилгоор ашигладаг (Safford et al., 2013). Ногоон байгууламж нь нүүрстөрөгчийг шингээгч болохоос гадна хүрээлэн буй орчны тэнцвэртэй байдал, хүн амын сэтгэлзүй болон эрүүл мэндэд өндөр ач холбогдолтой юм (Snehlata, 2021).

Дэлхий дахинд нэг сая хүн амтай хотод ногоон байгууламжийн хэмжээ нийт газар нутгийн 50%-ийг эзлэн, нэг хүнд 24 мкв ногоон байгууламж ногдох ёстой гэж үздэг бол Улаанбаатар хотод 2011 оны байдлаар ногоон байгууламж нь хотын нийт газар нутгийн 5%, нэг хүнд ногдох ногоон байгууламжийн хэмжээ 1,6мкв байна (Чанцалням ба бусад, 2011).

Сүүлийн жилүүдэд дэлхий дахинд хотын ногоон байгууламжтай холбоотой олон судалгаан хийгдсэний нэг нь АНУ-ын хүн амын төвлөрөл ихтэй хотуудад агаарын CO₂-ийг 1000 дахин илүү шингээх чадвартай модыг бүтээж, туршилтаар тарьж эхэлсэн байна. Энэхүү мод нь агаараас 3,6 тэрбум тонн агаарын бохирдлыг шингээн авах буюу дэлхийн агаарын бохирдлын 10%-ийг устгах чадвартай ажээ (Lackner, 2021).

Монгол оронд мод болон бусад зүйл ургамлуудын CO₂-ийн шингээлтийн судалгаанууд эрчимтэй хийгдсээр байна. С.С.Black нар (2002) C₄ фотосинтезийн бүтээмжийг гандуу бэлчээрийн тогтворшилттой холбогдуулсан судалгаандаа зарим зүйл өвслөг ургамлуудын навчны кранци анатоми, CO₂-ийн шингээлт, биохимийн шинжүүдийг задлан шинжилсэн бол Ш.Оюунгэрэл (2008) суккулент ургамал *Orostachys spinosa* L.-ийн навчны CO₂-ийн солилцоог Qubit Systems-ийн S151 маркийн анализерээр хэмжсэн байна.

А.Алтанцоож (2013) Тавилганы төрлийн зүйлүүд дээр фотосинтезийн өдрийн хөдлөлзүйг CO₂ шингээлтийн эрчмээр тогтоож, бичил цаг ууртай холбон тайлбарласан. Үүнд фотосинтезийн эрчмийн дээд хэмжээ 99,1-154,5 мг CO₂/г*цаг бөгөөд эрчмийн дээд хэмжээ нь *Spiraea media*-д, харин хамгийн бага хэмжээ нь *Spiraea aquilegifolia*-д ажиглагдсан байна. Гэвч энэ ургамалд фотосинтезийн хэрэгжих чадвар 82,5% байгаа нь уг ургамал орчны тааламжгүй нөхцөлд ургах чадвар илүүтэйг харуулсан байна. Ч.Дуламсүрэн нар (2008) Сибирь шинэсний усны потенциал болон CO₂-ийн солилцоог судлахад *Larix sibirica*-ийн усны потенциал өглөөний 10 цагаас эхлэн нэмэгдэж, оройн 19 цагаас огцом буурч байхад CO₂-ийн солилцооны өдрийн явц нь усны потенциалын хөдлөлзүйн эсрэг буюу өдрийн 12 цаг хүртэл их, өдрийн 13-14 цагт нарны цацрагийн хэмжээ дээд цэгт хүрэх үед буурч, үдээс хойш усны потенциал багасч байхад оройн 17- 21 цагуудад CO₂-ийн солилцоо ихэсч байжээ.

Ийнхүү байгалийн нөхцөлд ургамлын CO₂-ийн шингээлтийн судалгаанууд хийгдэж байсан ч хотын бохирдолтой орчинд ургаж байгаа мод, ургамлуудын CO₂-ийн шингээлтийн судалгаа бараг хийгдээгүй тул бид хотын төвийн ногоон байгууламж болон хотын ногоон бүсийн ойд ургаж байгаа зарим модны CO₂-ийн шингээлтийн өдрийн явцыг тодорхойлж харьцуулахын зэрэгцээ орчны цаг уурын үзүүлэлтүүдийн нөлөөллийг судлахыг зорилоо.

Судалгааны материал, аргазүй

Бид Улаанбаатар хотын төвийн Экологи, боловсролын төвийн цэцэрлэгт ургаж буй Хавтагнавчит хус (*Betula platyphylla* Sukacz.), Сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ldb.), Азийн монос (*Padus asiatica* Kom.), Ойн нарс (*Pinus sylvestris* L.), Лаврнавчит улиас (*Populus laurifolia* Ldb.), Мажаар голтбор (*Syringa josikaea* J.Jacq. ex Rchb.) зэрэг 6 зүйл, Чингэлтэй дүүргийн Зүрх уулын ойд 3 зүйл (*Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Betula platyphylla*) модыг сонгон авч, 2012 оны 5 дугаар сараас 9 дүгээр сар хүртэл сард 1 удаа, 7 дугаар сард 2 удаа туршилт хэмжилт хийсэн (Зураг 1). Ингэхдээ бороогүй, нартай цэлмэг өдөр сонгож, өглөөний 6 цагаас эхлэн 2 цагийн зайтайгаар оройны 18 цаг хүртэл нэг зүйлд 3 давталттайгаар хэмжилт хийсэн. Хэмжилтэд модны 2 настай, 10 см хүртэлх урт мөчрийг ертөнцийн зүгээр урд талаас, жигд өндрөөс таслан авч усанд хийгээд, навчийг багажны камерт хавчин байрлуулж, CO₂-ийн шингээлтийг хэмжсэн. Мөн тухайн үеийн орчны агаарын харьцангуй чийгшил ба температур, нарны цацрагийн хэмжээг тодорхойлсон.



Зураг 1. Судалгаа хийсэн газрууд

CO₂-ийн шингээлтийг хэмжих арга зүй. Модны CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийг Qubit System-ийн S151 маркийн хэт улаан туяаны багажаар хэмжсэн. Үүнд: навч хавчих камер, тохируулга бүхий LED гэрэл үүсгэгч, S151 CO₂ анализер, LabPro аналог дижитал хувиргагч, агаарын DC шахуурга зэрэг багтдаг. Эхлээд камерт орж байгаа агаар дахь CO₂-ийн концентрацыг инфра улаан туяаны хийн анализерээр (IRGA) хэмжээд камер руу тогтмол хурдтай агаарын DC шахуургаар CO₂-ийг шахаж оруулна. Тодорхой хугацааны дараа камераас гарч байгаа агаар дахь CO₂-ийн концентрацыг CO₂ анализерээр хэмжих ба дата нь LabPro дижитал хувиргагчаар дамжин компьютерт орж Loggerpro программд график байдлаар байнга бичигдэн хадгалагдана (Дамдинсүрэн, 2012).

Агаарын температур, агаарын чийгийг CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийн өдрийн явцыг хэмжих үед термометр ашиглан хэмжсэн ба саруудын дундаж температур, агаарын чийгийн мэдээллийг нийслэлийн ус цаг уурын хүрээлэн, орчны шинжилгээний газрын архиваас авч ашигласан.

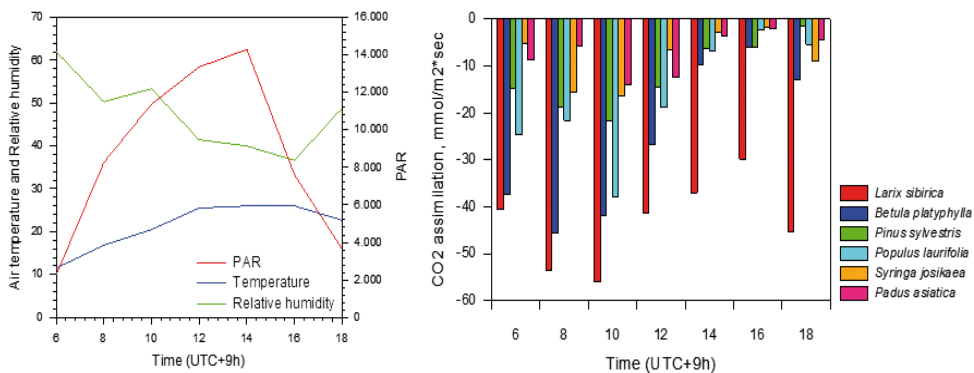
Нарны цацрагийг хэмжих арга зүй. Нарны цацрагийн хэмжээ буюу физиологийн идэвхит цацрагийг (Photosynthesis Activate Radiation-PAR)-г фото гүйдэл бүхий селенээс тогтсон U116 маркийн люксметрээр хэмждэг. Нарны цацрагийн хэмжээг тодорхойлохдоо мөчир таслан авахаас өмнө нар тусч байгаа хэсэг рүү тусгай толь бүхий самбарыг ташуу барьж түүнд тусч байгаа нарны цацрагийн эрчмээр нь тодорхойлдог. Ийнхүү гарсан утгыг нарны тогтмол тоогоор үржүүлж бодох ба алдаа нь 1%-иас хэтрэхгүй байна.

Статистик боловсруулалт. CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийг хэмжиж LabPro-с шууд компьютер дахь Logger pro программруу өгөгдлийг хувирган дамжуулж, ХАСТ8 болон JMP5 статистикийн программ дээр Twoway ANOVA хийж t-шинжүүрээр ялгаатай эсэхийг шалгасан.

Үр дүн

Модны CO₂ шингээлтийн өдрийн явц. Улаанбаатар хотын төвийн ногоон байгууламжинд ургаж байгаа 6 зүйл модны CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийн өдрийн явцыг тодорхойлсон судалгааны үр дүнгээс харахад өглөөний 6 цагаас эхлэн өдрийн 12 цаг хүртэл CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нэмэгдэж, 13 цагаас үд дундын 16 цаг хүртэл CO₂-ийн шингээлт багасч, 16-19 цагт CO₂-ийн шингээлт дахин нэмэгдэж байна. *Larix sibirica*, *Betula platyphylla*-ийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нь бусад зүйлүүдээс харьцангуй их (-5602 ммоль/м²*сек ~ -45.68 ммоль/м²*сек) бол *Syringa josikaea*, *Padus asiatica* зүйлүүдийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нь бага (-16,36 ммоль/м²*сек ~ -14,05ммоль/м²*сек) байна (Зураг 2).

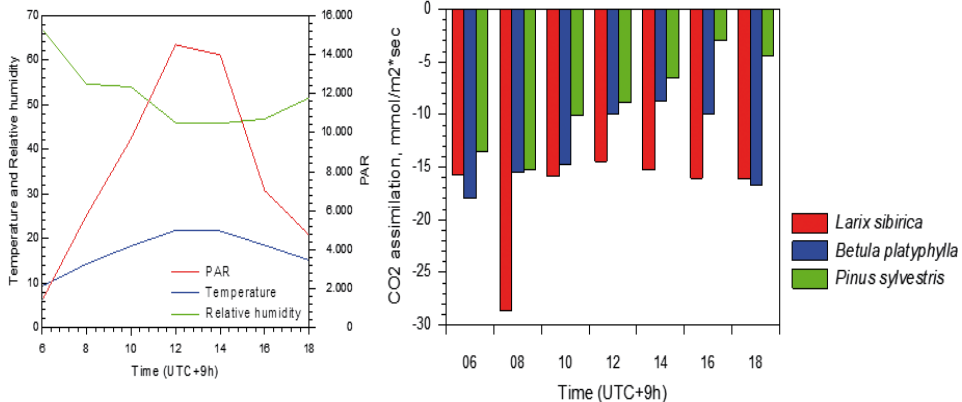
Мөн хотын төвийн агаарын температур, чийг, нарны цацрагийн хэмжээг CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийг тодорхойлох үед нарны цацрагийн хэмжээ болон агаарын температур нь өглөөний 6 цагаас эхлэн нэмэгдэж, 12-14 цагт хамгийн өндөр хэмжээнд хүрч, 15 цагаас эхлэн буура. Харин агаарын чийг эсрэгээрээ өглөөний 6 цагаас эхлэн буурсаар оройн 16 цагийн үед эргээд нэмэгдэж эхэлсэн байна (Зураг 2).



Зураг 2. Туршилтын үеийн агаарын температур, харьцангуй чийг, нарны цацрагийн хэмжээ болон CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийн өдрийн явц (хотын төвийн ногоон байгууламж)

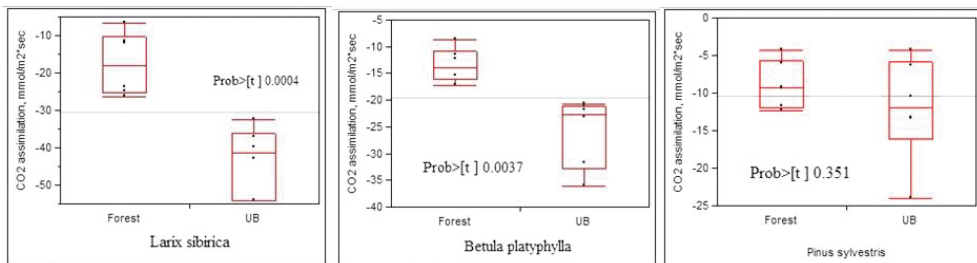
Хяналтын цэгийн ойд ургаж байгаа 3 зүйл модны CO₂-ийн шингээлт нь өглөөний 6 цагаас эхлэн өдрийн 12 цаг хүртэл аажмаар буураад, 15 цагаас эхлэн нэмэгдэж байна. CO₂-ийн шингээлтийн эрчим *Larix sibirica*-д хамгийн их (-28,61 ммоль/м²*сек), харин *Betula platyphylla*-д дунд зэрэг (-18,00 ммоль/м²*сек), *Pinus sylvestris*-д бага (-15,30 ммоль/м²*сек) илэрч байв (Зураг 3).

Хяналтын цэгийн ойд нарны цацрагийн хэмжээ болон агаарын температур нь өглөө 6 цагаас эхлэн нэмэгдэж, 12-14 цагт хамгийн их, 15 цагаас эхлэн буурсан бол агаарын чийг нь эсрэгээр өглөөний 6 цагаас эхлэн буурч, оройн 16 цагийн үеэс нэмэгдэж байв (Зураг 3).



Зураг 3. Туршилтын үеийн агаарын температур, харьцангуй чийг, нарны цацрагийн хэмжээ болон CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийн өдрийн явц (хяналтын цэг)

Ялгаатай хоёр орчинд ургаж байгаа 3 зүйл модны CO₂ шингээлтийн эрчмийн ялгаа. Хотын ногоон байгууламжид ургаж байгаа *Larix sibirica*-ийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нь агаарын бохирдолгүй орчны модноос ялгаатай ($P_t=0,0004$) байв. Мөн хотын төвийн ногоон байгууламж болон хяналтын ойд ургаж байгаа *Betula platyphylla* -ийн CO₂-ийн шингээлт нь мөн адил орчноос хамаарч статистик ялгаатай ($P_t=0,0037$) байна. Харин *Pinus sylvestris*-ийн хувьд хотын төвийн ногоон байгууламж болон хяналтын ойд CO₂ -ийн шингээлтийн эрчмээрээ статистик ялгаагүй ($P_t=0,351$) байна (Зураг 4).



Зураг 4. Хотын төвийн ногоон байгууламж болон хяналтын ойд ургаж байгаа модны CO₂-ийн шингээлтийн эрчмийн ялгаа

Модны CO₂ -ийн шингээлтийн эрчим нь тухайн үеийн агаарын температур, харьцангуй чийг болон нарны цацрагийн үзүүлэлтүүдээс хэрхэн хамааралтайг шалгахад *Betula platyphylla* болон *Pinus sylvestris*-ийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нь бусад зүйлүүдтэй харьцуулахад агаарын температур болон нарны цацрагийн үзүүлэлтүүдээс статистик хамааралтай ($p < 0,05$) байв. *Betula platyphylla* -ийн CO₂ шингээлтийн эрчим нь аль ч орчинд агаарын харьцангуй чийгээс статистик хамааралтай ($p < 0,05$; $R^2 = 0,73$; $0,83$) бол *Pinus sylvestris*-ийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчим нь 2 орчинд ижил агаарын температур болон чийгээс статистик хамааралтай ($p < 0,05$; $R^2 = 0,32$; $0,74$; $0,66$; $0,50$) байна.

Хэлэлцүүлэг

Ялгаатай 2 орчинд ургаж байгаа модны CO₂-ийн шингээлтийн өдрийн хөдлөлзүй нь ижилхэн, өглөө 6-10 цагт өндөр, 12-14 цагт буурч, үдээс өмнө нарны цацрагийн хэмжээ агаарын температур буурах үед CO₂-ийн шингээлт ихэсч байгаа нь зарим судалгааны үр дүнтэй таарч байна. Үүнд Ч.Дуламсүрэн (2008)-ийн *Larix sibirica*-ийн CO₂-ийн солилцооны өдрийн явц нь усны потенциалын өдрийн явцын эсрэг хөдлөлзүйтэй байгааг тогтоосон судалгааны үр дүнтэй таарч байна.

Бидний судалгаагаар *Betula platyphylla*, *Pinus sylvestris* зүйлүүдийн CO₂ шингээлтийн эрчим нь агаарын чийгээс хамааралтай байгаа нь тухайн зүйлүүд нь орчны хүчин зүйлд мэдрэг болохыг илтгэж байна. Хотын төвийн ногоон байгууламжид ургаж байгаа 3 зүйл модны CO₂ шингээлтийн эрчим нь хяналтын цэг буюу агаарын бохирдолт харьцангуй бага байгалийн ойд ургаж байгаа ижил 3 зүйлийн CO₂-ийн шингээлтийн эрчмээс их байгаа нь хотын төвийн агаарын найрлаган дахь CO₂-ийн хэмжээ их байгаатай холбоотой ба тухайн ургамлуудын физиологийн үйл ажиллагаа нь орчиндоо дасан зохицсоны илрэл юм. Хотын төвийн цэцэрлэгт ургаж байгаа ургамлуудаас *Larix sibirica* нь агаараас CO₂-ийг хамгийн их шингээж байна. Энэ нь Ш.Оюунгэрэл нар (2022) судлаачийн хотын агаарын бохирдолтой болон бохирдолгүй хяналтын цэгүүдээс *Larix sibirica* зүйл дээр физиологи, биохимийн судалгааг хийж агаарын бохирдлын тэсвэржилтийн индексийг тодорхойлоход агаарын бохирдолд хамгийн мэдрэг бөгөөд агаарын бохирдлын индикатор зүйл байж болохыг тодорхойлсон үр дүнтэй таарч байна.

Дүгнэлт

Судалгаанд хамрагдсан 6 зүйл модны CO₂-ийн шингээлтийн өдрийн хөдлөлзүй нь ялгаатай 2 орчинд ижил буюу өглөөний 6-10 цагт CO₂-ийн шингээлтийн эрчим их ($-28,61$ ммоль/м²*сек; $-56,03$ ммоль/м²*сек) байсан бол өдрийн 12 цагаас эхлэн буурч, өдөр агаарын температур болон нарны цацрагийн хэмжээ хамгийн их ($14293,67$ Вт/м²; 260 С) болох үед буюу 13-14 цагт хамгийн бага ($-37,01$ ммоль/м²*сек; $-8,88$ ммоль/м²*сек), 16 цагаас агаарын температур, нарны цацрагийн хэмжээ багасах ($3651,67$ Вт/м²; $18,50$ С) үед ахин өсч ($-45,22$ ммоль/м²*сек; $-16,61$ ммоль/м²*сек) байна. Энэ нь модны CO₂-ийн шингээлт нь агаарын харьцангуй чийг, температур ба нарны цацрагийн хэмжээтэй урвуу хамааралтай.

Хотын төвийн ногоон байгууламж дахь *Larix sibirica*, *Betula platyphylla* нь хяналтын ойд ургаж байгаа ижил зүйлүүдээс CO₂-ийг илүү хэмжээгээр шингээж байгаа нь хотын агаарын бохирдолтой нөхцөлд физиологийн үйл ажиллагаа нь сайн дасан зохицсоныг харуулж байна. Харин *Pinus sylvestris*-ийн CO₂-ийн шингээлт 2 өөр орчинд мэдэгдэхүйц ялгаагүй байна. Бидний судалгаагаар агаарын бохирдолд тэсвэртэй, физиологийн үйл ажиллагаа нь хурдан дасан зохицох чадвартай *Betula platyphylla*, *Larix sibirica* зэрэг зүйлүүдийг сонгон тарих нь агаарын найрлаган дахь CO₂-ийг бууруулахад өндөр ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

Эшилсэн бүтээл

- Адъяа Я., Тэрбиш Х. 2009. Байгаль хамгаалал байгаль орчны эрх зүйн асуудал. Улаанбаатар: Бит пресс ХХК.
- Алтанцоож А. 2013. Тавилганы (*Spiraea* L.) зарим зүйлийн фотосинтезийн онцлог, Магистрын зэрэг горилсон ажил, Улаанбаатар хот.
- Ариунбаяр Э., 2012. Хотын ногоон байгууламжинд голтборыг (*Syringa*) хослуулан тарих, ландшафт төлөвлөлт. Ботаникийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл, № 24, х.х. 179-186.
- Ариунтуяа Н., Дамдинсүрэн С. 2012. Ургамал ба хөрснөөс тогтсон системийн CO₂ солилцоог хэмжих боломж. Ботаникийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл, №24, х.х. 192-197.
- Блек С.С., Оюунгэрэл Ш., Пьянков В.И., Цоож Ш., Цэндээхүү Ц. 2002. С4 фотосинтезийн бүтээмжийг гандуу бэлчээрийн тогтворшилттой холбогдуулж судлах асуудалд. Байгалийн шинжлэл, № 1, х.х. 48-55.
- Гомбосүрэн Н., Цэнгэл Б. 2005. Модлог ургамал судлал. Улаанбаатар. Бит пресс ХХК.
- Грубов В. 2008. Монголын гуурст ургамал таних бичиг. Улаанбаатар. Ган принт ХХК.
- Дамдинсүрэн С. 2012. CO₂ хэмжих систем. Улаанбаатар. Ган принт ХХК.
- Дамдинсүрэн С. 2012. Хлорофиллийн флуоресценци хэмжих систем. Улаанбаатар. Ган принт ХХК.
- Оюунгэрэл Ш. 2008. Суккулент ургамлуудаас САМ фотосинтез илрүүлэх судалгаа. Докторын диссертацийн ажил, Улаанбаатар.
- Өсөхжаргал Д. 2008. Сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ldb.)-ний экофизиологийн судалгаа, Магистрын зэрэг горилсон бүтээл. Улаанбаатар
- Тунгалаг Р. 2012. Монгол орны зарим мод, сөөг таних гарын авлага. Улаанбаатар. Мөнхийн үсэг ХХК.
- Түгжсүрэн Н. 1996. Монгол орны газар тариалангийн хуурай сэрүүвтэр уур амьсгалтай бүс нутагт хийсэн нарны фотосинтезийн идэвхит цацрагийн судалгаа, Улаанбаатар. Орчлон ХХК.
- Цэндээхүү Ц. 2008. Ургамлын физиологи. Улаанбаатар. Мөнхийн үсэг ХХК. хх.526.
- Чанцалням Д., Отгонсайхан Б., Гэрэлчулуун Я., Нарангэрэл С. 2011. Нийслэлийн ногоон байгууламж, мод сөөг ургамлын судалгаа. Ботаникийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл, № 23, х.х. 155-162

- Calfapietra C., Scarascia-Mugnozza., Karnosky, G. 2008. Isoprene emission rates under elevated CO₂ and O₃ in two field-grown aspen clones differing in their sensitivity to O₃. *New phytologist*, Volume 179, pp. 55-61.
- Dulamsuren C. 2008. Water relations and photosynthetic performance in *Larix sibirica* growing in the forest-steppe ecotone of Northern Mongolia. *Tree physiology*, Volume 10, pp. 1-12.
- Fransson P., Johansson E. 2010. Elevated CO₂ and nitrogen influence exudation of soluble organic compounds by ectomycorrhizal root systems. *Microbial Ecology*, Volume 71, pp. 186-196.
- Jacqueline E., James, S., Willia, H., 2007. Long-term CO₂ enrichment of a forest ecosystem: implications for forest regeneration and succession. *Ecological Applications*, 17(4), pp. 1198-1212.
- Kenichi Y., Sachie I., Takayuki K. 2004. Effects of elevated CO₂ concentration on growth, annual ring structure and photosynthesis in *Larix kaempferi* seedlings. *Tree physiology*, Volume 24, pp. 941-949.
- Kitao M., Koike T., Tobita H., Maruyama Y. 2005. Elevated CO₂ and limited nitrogen nutrition can restrict excitation energy dissipation in photosystem II of Japanese white birch (*Betula platyphylla* var. japonica) leaves. *Physiologia Plantarum*, Volume 125, pp. 64-73.
- Landsberg J., Gower S., 1996. Applications of physiological ecology to forest management. California: Academic press Inc.
- Meroni M., Mollicone D., Belelli L., Manca G. 2002. Carbon and water exchanges of regenerating forests in central Siberia. *Forest Ecology and Management*, Volume 169, pp. 115-122.
- Oyungerel, Sh., Bayarmaa, J. & Otgonbayar, Kh. 2022. Air pollution tolerance indices of selected plants around Ulaanbaatar city, Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Science*, 20(1): 41-48.
- Safford H., Larry E., McPherson E.G., Nowak D.J., Westphal L.M. 2013. Urban Forests and Climate Change. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center. www.fs.usda.gov/ccrc/topics/urban-forests
- Snehlata Rajlaxmi A., Kumar M. 2021. Urban tree carbon density and CO₂ equivalent of National Zoological Park, Delhi. *Environmental Monitoring Assessment*. 193, 841.
- Taiz L., Zeiger E. 1998. *Plant physiology*. 2nd edition. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Vyogadskaya N., Milyukova I., Varlagin A. 2017. Leaf conductance and CO₂ assimilation of *Larix gmelinii* growing in an eastern Siberian boreal forest. *Tree physiology*, Volume 17, pp. 607-615.
- Wieser G. 1997. Carbon dioxide gas exchange of cembra pine at the alpine timberline during winter. *Tree physiology*, Volume 17, pp. 473-477.

Study of CO₂ adsorption in selected tree species

Lyankhua Bayasgalankhuu^{1*}, Byamba-Yondon Gurbazar¹,
Oyungerel Shagjjav²

¹Botanic Garden and Research Institute, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330,
Mongolia,

²School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 14200, Mongolia

*E-mail: lyankhua_b@mas.ac.mn

Received: 20.04.2022

Revised: 10.05.2022

Accepted: 15.05.2022

Abstract: According to studies, as the industry increases, population expansion and technology advancements are accompanied by increased air pollution, therefore urban green area, particularly tree planting is critical in many ways, including lowering air pollution, environmental overheating, and noise stress in urban cities. As a result, the study aims that in the finest urban green areas, trees that can absorb CO₂ and are physiologically fit can be chosen. To evaluate CO₂ absorption rates to that we selected six tree species from the Ulaanbaatar city and unpolluted area of forest; *Betula platyphylla*, *Larix sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Padus asiatica*, *Populus laurifolia*, and *Syringa josikaea*. The CO₂ absorption of trees were measured using a Qubit System S151 infrared instrument, and statistical analysis using the XACT8 and JMP5 softwares. Determined the solar radiation with the help of a lux-meter named U116. The study findings revealed that at 6 to 10 am., CO₂ absorption was high (-28.61 mmol/m²*sec; -56.03 mmol/m²*sec) but when solar radiation were increased (14293.67 W/m²; 260C) at around 1-2pm, the trees' CO₂ absorption was decreasing (-37.01 mmol/m²*sec; -8.88 mmol/m²*sec;) from 4pm the solar radiation and air temperature were decreasing (3651.67W/m²; 18.5oC) and CO₂ absorption was beginning to increase (-45.22 mmol/m²*sec; -16.61 mmol/m²*sec;) respectively. CO₂ absorption of *Larix sibirica*, *Betula platyphylla* in the two study sites were significantly different (Prob tlarix=0.0004, Prob tbeta=0.0037) due to environmental conditions, but the CO₂ adsorption of *Pinus sylvestris* in the two study sites were not significantly different.

Keywords: CO₂ absorption rates, CO₂ absorption of tree, *Larix sibirica*, *Betula platyphylla*, *Pinus sylvestris*

© The Author(s). 2022 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.