

Хот болон хот орчмын ногоон бүсэд ургасан гурван зүйл ургамлын вегетацийн үеийн витамин С-ийн агууламж, каталазын идэвхийн динамик

Жамбалсүрэнгийн Баярмаа*^{ORCID}, Гончигдоржийн Мөнгөнцоож, Дондогийн Пүрэв

Шинжлэх ухааны сургууль, МУИС, Залуучуудын өргөн чөлөө 1, Улаанбаатар

*Холбоо баригч зохиогч: bayarmaa@num.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-3037-7269>

Хүлээн авсан: 01.03.2021

Хянасан: 01.06.2021

Хэвлэлтэд орсон: 21.06.2021

Хураангуй

Энэхүү судалгаанд нэг орчинд ургах гурван зүйл ургамал болох Сибирь шинэс (*Larix sibirica Ledeb.*), Өргөст нохойн хошуу (*Rosa acieularus Linde.*), Их таван салаа (*Plantago major L.*) ургамлын навчны дээжийг Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсээс вегетацийн хугацаанд нь цуглуулан орчиндоо дасан зохицох үйл явцад оролцох исэлдэн-ангиграх фермент болох каталазын идэвх, хүчтэй антиоксидант нэгдэл болох витамин С-ийн агууламжийн тодорхойлон харьцуулав. Судалгааны ажлын үр дүнгээр Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсийн ургамлуудаас Сибирь шинэс витамин С-ийн агууламжаар Өргөст нохойн хошуу (3.56 болон 3 дахин), Их таван салаа (15.35 болон 9.76 дахин)-аас өндөр байв. Их таван салаа Улаанбаатар хотын орчинд ургасан ургамлуудаас каталазын идэвхээр Сибирь шинэс (7.95 дахин), Өргөст нохойн хошуу (1.04 дахин)-аас өндөр байсан бол хот орчмын ногоон бүсийн ургамлуудын хувьд Өргөст нохойн хошуу Их таван салаа (1.1 дахин), Сибирь шинэс (4.13 дахин)-ээс каталазын идэвхээр өндөр байв. Хот орчмын ногоон бүсэд ургасан ургамлуудтай харьцуулахад Улаанбаатар хотын ургамлуудад витамин С-ийн агууламж 5.8-50%-иар каталазын идэвх 28.9-65.7%-иар буурсан ерөнхий зүй тогтол илэрсэн нь Улаанбаатар хотын орчинд ургаж буй ургамлууд стресст илүү өрсөн байгааг гэрчлэнэ. Судалсан ургамлуудын хувьд тухайн ургамлын зүйлээс хамаарч хүрээлэн буй орчны тааламжгүй нөхцлийн хариуд үүсэх ROS-ийн нэгдлүүдийг саармагжуулахад ферментийн болон ферментийн бус системийн бүрэлдэхүүнд орох нэгдлүүд ялгаатай оролцож байхаас гадна каталазын идэвх, витамин С-ийн агууламжтай эсрэг хамааралтай байгааг бидний судалгаа харууллаа.

Түлхүүр үг: Ургамал, навч, стресс, витамин С, каталаза

Оршил

Орчны температур, гэрэл, агаар болон хөрсний бүрэлдэхүүн, чийгийн өөрчлөлтөд ургамал бодисын солилцооны урвалуудаа өөрчлөх, үүсэх өндөр идэвхт хүчилтөрөгч (ROS)-ийг саармагжуулах байдлаар хариу үзүүлснээр орчиндоо дасан зохицон оршино. Эдгээр процессын эрчим өндөр байх тусам ургамлын орчиндоо дасан зохицох чадвар өндөр байдаг онцлогтой [1]. ROS-ийн үүсгэсэн бүтээгдэхүүнийг саармагжуулах хамгаалалтын системд ургамлын ферментийн (исэлдэн-ангигжуулах) болон ферментийн бус нэгдэл (витамин С, каротиноид, флавоноид, бусад фенолт нэгдэл)-үүд оролцон тогтвортой тэнцвэрийг бүрдүүлснээр ургамлын оршин тогтнох хэвийн нөхцлийг хангана [2]. Ингэхдээ

ферментүүд нь ургамлын бодисын солилцооны урвалуудад оролцохоос гадна ROS-ийн үүсгэсэн бүтээгдэхүүнийг саармагжуулах хамгаалалтын системийн нэг хэсэг болох тул гадаад орчны тааламжгүй нөхцлийн өөрчлөлтөд хамгийн мэдрэг байж тэрхүү өөрчлөлтөд ургамлын үзүүлэх хариу үйлдлийг илтгэх үзүүлэлт болно. Ургамал болгон гадаад орчинд дасан зохицох чадвараараа ялгаатай байдаг нь удамшилтай нь холбоотой. Модлог, бутлаг, өвслөг ургамлын хувьд орчиндоо дасан зохицох чадвар, энэ үйл явцын эрчим ялгаатай байх тул үүнийг судлах зорилгоор ижил орчинд ургасан гурван зүйл ургамлыг сонгон навчны дээжийг вегетацийн хугацаанд нь цуглуулан исэлдэн-ангиграх фермент болох каталазын идэвх, хүчтэй

антиоксидант нэгдэл болох витамин С-ийн агууламжийг тодорхойлон харьцуулсан нь

энэхүү судалгааны ажлын шинэлэг тал, ач холбогдол болж байна.

Материал, аргазүй

Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсийн нэг орчинд ургасан Сибирь шинэс, Өргөст нохойн хошуу, Их таван салаа ургамлуудын навчны дээжийг 2019 оны зун ургамлын вегетацийн хугацаанд цуглуулан хөлдөөн хадгалж харьцуулан судалсан. Улаанбаатар хотын дээжийг N47092'32.28" E106092'17.69", өндөршил 1290 м, хот орчмын ногоон бүсийн дээжийг Чингэлтэй N48001'38.57" E106086'44.36", өндөршил 1737 м цэгүүдээс авсан. Ойн бүсийн ургамлуудын вегетацийн хугацаа нэг сараар богино байсан тул

дээжийг 6-10 сард цуглуулсан. Витамин С буюу аскорбины хүчлийг титриметрийн аргаар [3] тодорхойлон үр дүнг мг%-аар илэрхийлсэн. Каталазын идэвхийг Jonhson Temple-н аргаар [4] тодорхойлон идэвхийг нь нэгжээр илэрхийлсэн ба нэг грамм дээжинд агуулагдах фермент нэг цагт 1мг устөрөгчийн хэт исэл задалсан хэмжээг 1 нэгж идэвхээр авсан. Судалгаанд химийн болон аналитикийн цэвэ рурвалжуудыг ашиглан шинжилгээ бүрийг 5-7 удаагийн давталттайгаар тодорхойлон гаргасан.

Судалгааны үр дүн

Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсийн нэг орчинд ургасан Сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ledb.), Өргөст нохойн хошуу (*Rosa acieularus* Linde.), Их таван салаа (*Plantago major* L.) ургамлуудын навчны дээжинд хүчтэй

антиоксидант нэгдэл болох витамин С, ургамлын стрессийн индикатор ферментүүдийн нэг болох каталаза (EC 1.11.1.6)-ын идэвхийг тодорхойлон гарсан үр дүнг зураг 1 ба 2-т үзүүлэв.

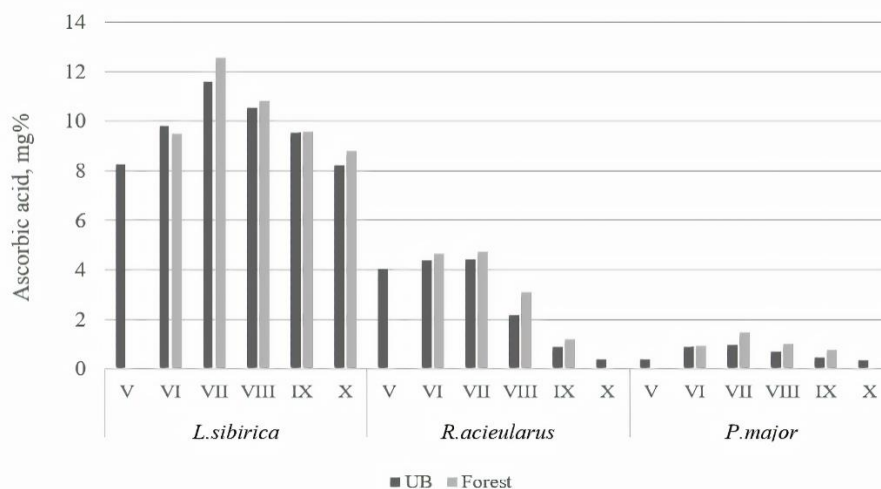


Figure 1. Dynamics of plant leaf ascorbic acid content during the growing season

Судалсан гурван зүйл ургамлын хувьд витамин С-ийн агууламж Улаанбаатар хот болон хот орчмын дээжинд 7-р сард дээд хэмжээндээ хүрсэн ерөнхий зүй тогтолтой байхаас гадна Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсийн Сибирь шинэс (*L. sibirica*)-ний навчны дээжин дэх витамин С-ийн агууламж харьцангуй өндөр байв. Тухайлбал, Сибирь шинэс (*L. sibirica*)-ний Улаанбаатар хотын дээжин дэх витамин С-ийн агууламж Өргөст нохойн хошуу (*R. acieularus*)-аас 3.56 дахин, Их таван салаа (*P. major*)-аас 15.35 дахин өндөр байсан бол хот

орчмын дээжүүдийг харьцуулахад Өргөст нохойн хошуу (*R. acieularus*)-аас 3 дахин, Их таван салаа (*P. major*)-аас 9.76 дахин өндөр байв. Ингэхдээ витамин С-ийн агууламж хот орчмын ногоон бүсээс авсан дээжүүдэд хотын дээжнээс бага зэрэг өндөр байгаа нь харагдлаа. Тухайлбал, Сибирь шинэс (*L. sibirica*)-ний навчны витамин С-ийн агууламж хот орчмын ногоон бүсээс авсан дээжинд дундажаар 1.07 дахин, Өргөст нохойн хошуу (*R. acieularus*)-ны хувьд дундажаар 1.26 дахин, Их таван салаа (*P. major*)-ны хувьд дундажаар 1.67 дахин өндөр байв.

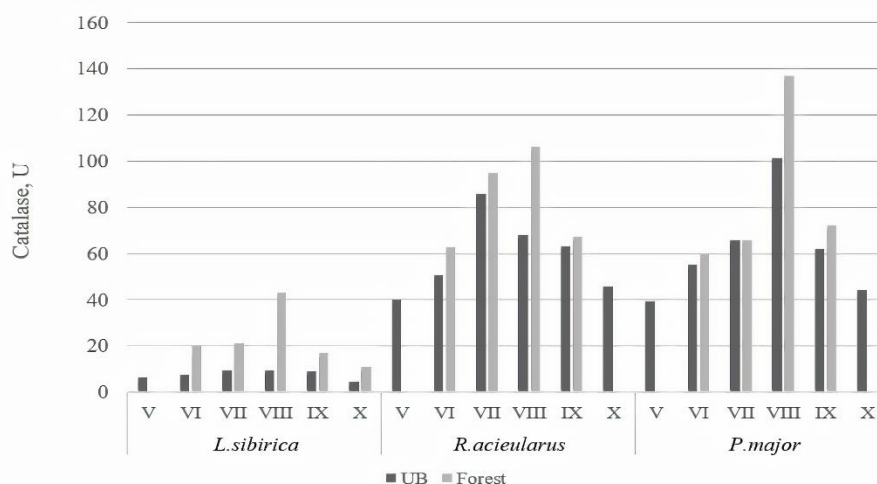


Figure 2. Dynamics of plant leaf catalase activity during the growing season

Судалсан ургамлуудын хувьд каталазын идэвх Сибирь шинэс (*L.sibirica*), Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*)-ийн Улаанбаатар хотын дээжинд 7-р сард дээд хэмжээндээ хүрсэн бол бусад дээжний хувьд 8-р сард дээд хэмжээндээ хүрсэн, хот орчмын бүсээс авсан дээжний каталазын идэвх Улаанбаатар хотын ургамлуудын дээжний каталазын идэвхээс өндөр байх ерөнхий зүй тогтол илрэв. Ингэхдээ витамин С-ээс эсрэгээр өвслөг ургамал болох Их таван салаа (*P. major*)-

нд каталазын идэвх өндөр байв. Тухайлбал, Улаанбаатар хотын дээжүүдийн хувьд Сибирь шинэс (*L.sibirica*)-ээс 7.95 дахин, Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*)-аас 1.04 дахин өндөр байсан бол хот орчмын бүсийн ургамлуудын хувьд Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*)-ний дээжинд Их таван салаа (*P.major*)-аас 1.1 дахин, Сибирь шинэс (*L.sibirica*)-ээс 4.13 дахин өндөр байв.

Шүүн хэлэлцэхүй

Устөрөгчийн хэт исэл (H_2O_2) нь ургамалд гадаад орчны өөрчлөлтийн хариуд үүсдэг, сигналын үүрэг гүйцэтгэх чухал молекул юм. Энэ нэгдлийг хувиргах, саармагжуулах үйл ажиллагааны тэргүүнд каталаза оролцох бөгөөд бусад антиоксидант ферментүүдээс H_2O_2 -д өндөр өвөрмөц чанартайгаараа онцлог [5]. Каталазын идэвх орчны өөрчлөлтийн хариуд хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг судалсан ажлуудаас харахад давсжилт, усны дутагдал, гангийн нөхцөлд каталазын идэвх ихэнхдээ нэмэгдэж байсан бол хүнд металлын үйлчлэлээр эсрэгээр буурч байгааг тодорхойлсон [1]. Зарим зүйл модлог болон бутлаг ургамлын навчны каталазын идэвх агаар дахь фтор, хүхэр, азотын бохирдуулагч нэгдлүүдийн үйлчлэлээр хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг судалсан ажлаас харахад дээрх нэгдлүүдийн үйлчлэлд өртөөгүй, хяналтын бүлгийн ургамлуудтай харьцуулахад тухайн ферментийн идэвх бохирдуулагч нэгдлүүдийн үйлчлэх хугацаа, ургамлын зүйлээс хамааран 20-70% хүртэл буурах ерөнхий зүй тогтол, навчны гэмтлийн үед каталазын идэвх 11-80%-иар буурч байгааг илрүүлсэн [6]. Эдгээр нь гадны орнуудад ургах ургамлын зүйлүүдийн хувьд хийсэн

ажлууд бөгөөд манай оронд ургах ургамлууд эдгээрт хамрагдаагүй байна. Бидний судалгааны ажлын үр дүнгийн хувьд судалсан гурван зүйл ургамлын Улаанбаатар хотын дээжинд хот орчмын ногоон бүсээс авсан хяналтын ургамлуудтай харьцуулахад каталазын идэвх Сибирь шинэс (*L.sibirica*)-д дундажаар 65.7%-иар, Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*)-д 28.9%-иар, Их таван салаа (*P. major*)-нд 34.6%-иар доогуур байв. Энэ нь бохирдуулагч нэгдлүүдийн хариуд каталазын идэвх буурч байна гэсэн дээрх ажлуудын үр дүнтэй ижил байгаа бөгөөд хотын орчин дахь ургамлууд стресст илүү өртсөн байгааг гэрчилнэ.

Ургамлын хоёрдогч метаболит болох витамин С нь эсэд үүсэх ROS-ийн нэгдлүүдийг саармагжуулахад чухал үүрэгтэй ферментийн бус антиоксидант нэгдэл [7]. Мус-dhar геийн экспресс өндөртэй трансген *Arabidopsis* дээр хийсэн судалгааны ажлаар витамин С-ийн агууламж нэмэгдэх нь стрессийн, тухайлбал, температурын сөрөг нөлөөллийг бууруулах үйлчлэлтэйг илрүүлсэн [8]. Мөн ургамал дахь витамин С-ийн агууламж буурах нь стрессийн үйлчлэлд мэдрэг болгодог байна [9].

Бидний судалгаагаар Улаанбаатар хотын ургамлуудын хувьд витамин С-ийн агууламж буурсан зүй тогтол илэрсэн. Тухайлбал, хот орчмын ногоон бүсээс авсан хяналтын ургамлуудтай харьцуулахад витамин С-ийн агууламж Сибирь шинэс (*L.sibirica*)-энд дундажаар 5.8%-иар, Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*)-д 40.2%-иар, Их таван салаа (*P. major*)-нд 50%-иар доогуур байсан нь дээрх ажлуудын үр дүнтэй дүйж байгаа юм. Мөн Улаанбаатар хот болон хот орчмын дээжүүдээс витамин С-ийн агууламж Сибирь шинэс

Дүгнэлт

Улаанбаатар хот болон хот орчмын ногоон бүсийн нэг орчинд ургасан Сибирь шинэс(*L.sibirica*), Өргөст нохойн хошуу (*R.acieularus*), Их таван салаа (*P. major*) ургамлуудын навчны дээжний витамин С болон каталаза ферментийн идэвх ургамлын вегетацийн хугацаанд динамик өөрчлөлттэй байж ургамлын ид ургалтын үед дээд хэмжээндээ хүрч улмаар буурах ерөнхий зүй тогтлыг

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. Hasanuzzaman M., Bhuyan B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. "Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress: Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator". *Antioxidants*, vol. 9, 681, July 2020. DOI:10.3390/antiox9080681
2. Das K., Roychoudhury A. "Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants". *Frontiers in Environmental Science*, vol.2, article 53. December 2014. DOI:10.3389/fenvs.2014.00053
3. Девятин В.А. "Методы химического анализа в производстве витаминов". Москва, "Медицина", 1964, с. 241-242
4. Пүрэв Д., Баярмаа Ж. "Энзимологи". УБ, Удам соёл ХХК, 2012, хуудас 314-354
5. Mhamdi A., Queval G., Chaouch S., Vanderauwera S., Frank Van Breusegem F.V., Noctor G. "Catalase function in plants: a focus on *Arabidopsis* mutants as stress-mimic models". *Journal of Experimental Botany*, vol. 61, no. 15, pp. 4197–4220. October 2010. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq282>
6. Prysedskyj Y. "Changes in catalase activity in leaves of woody and bushy plants in the conditions of air pollution by compounds of fluorine, sulfur and nitrogen". *Visnyk of Dnipropetrovsk University*, vol. 24, no. 2, pp. 295-301. August 2016. DOI: 10.15421/011638
7. Akram N.A., Shafiq F., Ashraf M. "Ascorbic acid – A potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance". *Frontiers in Plant Science*, vol.8. article 613. April 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.00613
8. Wang Z., Xiao Y., Chen W., Tang K., Zhang L. Increased vitamin C content accompanied by an enhanced recycling pathway confers oxidative stress tolerance in *Arabidopsis*. *Journal of Integrative Plant Biology*, vol.52, pp.400-409. March 2010. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2010.00921.x
9. Gallie D.R. "L-Ascorbic Acid: A Multifunctional Molecule Supporting Plant Growth and Development". *Scientifica*, vol. 2013, Article ID 795964, 24 pages. January 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/795964>

(*L.sibirica*)-д өндөр байсан нь энэ нэгдлийн эсийн ханын үүсэл, эсийн хуваагдалд оролцдог үүрэгтэй [7, 9] нь холбоотой байх талтай юм. Бидний судалсан гурван зүйл ургамлын ферментийн болон ферментийн бус антиоксидант системийн бүрэлдэхүүнд орох нэгдлүүд, тухайлбал, каталазын идэвх болон витамин С-ийн агууламж эсрэг хамааралтай байхаас гадна хүрээлэн буй орчны тааламжгүй нөхцлийн хариуд үүсэх ROS-ийн нэгдлүүдийг саармагжуулахад тухайн зүйл ургамлаас хамаарч ялгаатайгаар оролцож байгаа нь харагдлаа.

үзүүлэв. Судалсан ургамлуудын витамин С болон каталаза ферментийн идэвх Улаанбаатар хотын дээжинд буурсан байгаа нь ургамлын стресст орсныг гэрчлэх бөгөөд модлог, бутлаг, өвслөг ургамлын хувьд стрессийн эсрэг үйлчлэх ферментийн болон ферментийн бус системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд ялгаатай байдлаар оролцож байгааг бидний судалгаа харууллаа.

Dynamics of the content of ascorbic acid and catalase activity in leaves of three plant species in urban and natural environments during the vegetation period of plants

Bayarmaa Jambalsuren* , **Munguntsooj Gonchigdorj, Purev Dondog**

School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Zaluuchuud avenue 1, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: bayarmaa@num.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-3037-7269>

Received: 01.03.2021

Revised: 01.06.2021

Accepted: 21.06.2021

Abstract

In this study, we collected the leaves of three plant species, *Larix sibirica*, *Rosa acieularus* and *Plantago major*, during the vegetation period, growing in the same place in urban and urban forest environments. A comparative assessment of antioxidant enzyme catalase activity and content of ascorbic acid in the leaves of these plants was carried out. The results showed that the content of ascorbic acid is higher in *Larix sibirica* compared to *Rosa acieularus* (3.56 and 3 times higher) and *Plantago major* (15.35 and 9.76 times higher), both in urban and forest plants. In urban plants, the catalase activity was higher in *Plantago major* compared to *Larix sibirica* (7.95 times) and *Rosa acieularus* (1.04 times); and in forest plants the catalase activity was higher in *Rosa acieularus* compared to *Plantago major* (1.1 times) and *Larix sibirica* (4.13 times). In urban plants, the content of ascorbic acid was by 5.8-50% lower, and the catalase activity was by 28.9-65.7% lower than in forest plants, which indicates that the studied plants are more susceptible in urban environment. Catalase activity and ascorbic acid contents showed an inverse relationship. Depending on the plant species, the components of the enzymatic and non-enzymatic antioxidant systems are involved in different ways in the binding of free radicals formed in plants in response to stress.

Keywords: plant, leave, stress, vitamin C, catalase