



## ХАТГУУРТ ҮЛД ӨВС (*OROSTACHYS SPINOSA* L.) – ИЙН ГАН БОЛОН ХҮЙТЭНД ТЭСВЭРЛЭХ ЧАДВАРЫН СУДАЛГАА

Б.Отгонсүвд<sup>1</sup>, Ш.Оюунгэрэл<sup>3</sup>, Т.Алтанзаяа<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Агроэкологийн сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

<sup>2</sup>Мал Аж Ахуй Биотехнологийн Сургууль, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

<sup>3</sup>Байгалийн ухааны салбар, Шинжлэх Ухааны Сургууль, МУИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

\*Холбоо барих хаяг: [altanzaya.t@mul.edu.mn](mailto:altanzaya.t@mul.edu.mn)

### ХУРААНГУЙ

Crassulaceae-ийн овгийн *Orostachys spinosa* L. буюу хатгуурт үлд өвс нь монгол орны САМ (Grassulaceae Acid Metabolism) шинжтэй суккулент ургамлуудын нэг юм. *Orostachys spinosa* L ургамлын амьдрах чадварын үзүүлэлт (Fv/Fm), нийлбэр хлорофиллийн агууламж дээр үндэслэн ган болон хүйтэн тэсвэрлэх чадварыг судлав. Гангийн стрессийн үед Fv/Fm-ийн хэмжээ эхний 21 хоногийн турш хэвийн буюу 0.80-0.85 орчим байв. Гангийн стрессийн 28 хоногоос эхлэн ургамлын амьдрах чадварын үзүүлэлт аажим буурч эхэлсэн бөгөөд энэ үед 0.75 орчим болсон бол стресс өгснөөс 35 өдрийн дараа 0.7 хүрсэн байв. Энэ үзүүлэлт нь *Orostachys spinosa* гангийн стресс тэсвэрлэх чадвараар өндөр болохыг харуулж байна.

ТҮЛХҮҮР ҮГС *Orostachys spinosa* L., Fv/Fm, гангийн стресс, хүйтний стресс

### ОРШИЛ

Ургамлын стресс физиологийн судалгаа нь орчин үед зайлшгүй чухал шаардлагатай судалгааны ажлын нэг бөгөөд ялангуяа Монгол орны ашигт болон ховор ургамлын стресс тэсвэрийн физиологийн стандартыг гаргах, физиологийн нөхцлийг тогтоож ган, хүйтэн, давсанд тэсвэртэй ургамлуудыг шилэн сонгож улмаар ногоон байгууламж, нөхөн сэргээлт, цөлжилтийг бууруулах зэрэгт ашиглах боломжийг судлан тогтоох ба ургамлын экофизиологийн өөрчлөлтийн харилцан хамаарал, зүй тогтлыг судлахад онол, практикийн өндөр ач холбогдолтой юм. Бидний сонгон авсан *Orostachys spinosa* L. буюу хатгуурт үлд өвс ургамал нь монгол орны САМ шинжтэй суккулент ургамлуудын нэг юм [1], САМ ургамал нь абиотик стрессийг даван туулах, дасан зохицох чадвар өндөртэй, бодис энергийн солилцоогоо үр ашигтай зарцуулж, ус чийгийн дутагдалтай тохиромжгүй нөхцөлд өдрийн цагаар навчны амсрын сүвээ хаалттай байлгаж

чаддаг өвөрмөц зохилдолгоотой ургамлууд юм [1,2]. Гангийн стресс нь мөн мезофиллийн эсүүдийн CO<sub>2</sub> шингээх чадварыг бууруулдаг гэдгийг судлаачид тогтоосон байна [3,1]. Монгол оронд 4 зүйлийн *Orostachys* тэмдэглэгдсэн [1] байдгаас хатгуурт үлд өвс нь монгол орны эрс тэс нөхцөлд дасан зохицсон өвлийн улиралд цасан дор ногооноороо хадгалагдан үлддэг өвөрмөц ургамал юм. Иймээс бид *Orostachys spinosa* L ургамлын амьдрах чадварын үзүүлэлт (Fv/Fm), нийлбэр хлорофиллийн агууламж дээр үндэслэн ган болон хүйтэн тэсвэрлэх чадварыг тодорхойлох зорилготойгоор энэхүү судалгааны ажлыг хийсэн. Стресс тэсвэрлэх чадварын гол үзүүлэлтээр фотосинтезийн аппаратын фотосистем II-ийн параметр болох Fv/Fm-ийг сонгож авсан. Fv/Fm нь молекул физиологи, экофизиологийн судалгаанд өргөн хэрэглэгдэж буй параметр бөгөөд стрессийн үеийн ургамлын амьдрах чадварыг илэрхийлдэг [4].

### СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГА ЗҮЙ

**Ургамал ургах нөхцөл.** Хатгуурт үлд өвс (*Orostachys spinosa* L.) ургамлын үрийг лабораторийн нөхцөлд соёолуулж, соёолсон үрийг хөрсөнд шилжүүлэн 28/22°C-ийн температурт, 200  $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  гэрэл бүхий 16/8 цагийн гэрэлтүүлгийн зохицуулгатай зориулалтын ургууланд 8-10 долоо хоногийн

хугацаанд ургуулав. *Ex vitro* нөхцөлд хүйтэн болон гангийн стрессийг шалгахдаа 8 долоо хоногтой ургамлыг сонгон авав.

**Хүйтний стресс тодорхойлох арга:** Хэвийн орчинд ургаж буй 8 долоо хоног бүхий ургамлыг Роутболл (2011) арга зүйн [5] дагуу 4°C орчинд 45 хоногийн турш ургуулж амьдрах чадварын

үзүүлэлтийг РЕА багажийн тусламжтайгаар хэмжинэ.

**Гангийн стресс.** Хэвийн орчинд ургаж буй 8 долоо хоногтой ургамлын хэвийн услалтын нормыг нь зогсоож богино болон удаан хугацаагаар услахгүй байлгаж амьдрах чадварын үзүүлэлтийг (Fv/Fm) РЕА флуорометр (Hansatech) багажийн тусламжтайгаар гаргаж ган тэсвэрлэх чадварыг тодорхойлно. Лабораторийн туршилт бүрийг 3-5 давталттайгаар хийв.

**Ургамлын амьдрах чадварын** үзүүлэлтийг фотосистем II дээд (max) чадавхийн хэмжээгээр Алтанзаяа (2012) арга зүйн [6] дагуу РЕА

флуорометр (Hansatech) багаж ашиглан хэмжив. Хэмжилт бүрийг 5-7 дээж ашиглан 3 давталттайгаар хийв. Судалгааны тоон боловсруулалтыг SPSS16.0 программ ашиглан One way Anova, Students's *t*-тестээр (ялгааны түвшин  $P \leq 0.05$ ) анализ хийв.

**Хлорфиллийн агууламжийг** Алтанзаяа (2012) арга зүйн [6] дагуу 80% ацетоны уусмал ашиглан ургамлын дээжийг бэлтгэн спектрфотометр багаж ашиглан 646,6 нм 663,6 нм долгионы урт дээр хэмжилт хийж Порра (1989) арга зүйн [7] дагуу томьёо ашиглан бодолт хийв.

### СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хатгуурт үлд өвс (*Orostachys spinosa L.*)-ийг үрээр болон вегетатив эрхтэнээр нь лабораторийн нөхцөлд тарьж ургуулан амьдрах чадварын үзүүлэлтийг байгалийн нөхцөлд ургаж

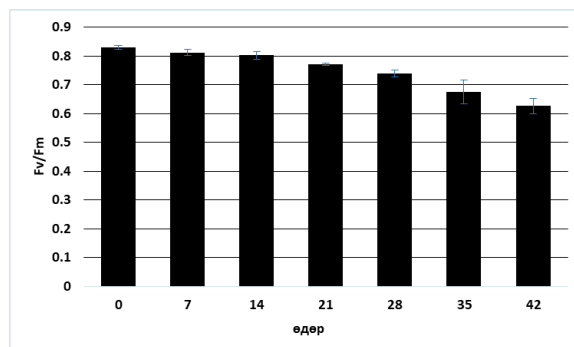
буй популяцитай харьцуулан үзэхэд амьдрах чадварын үзүүлэлт нь адилхан байв. Энэхүү ургамал нь лабораторийн нөхцөлд богино хугацаанд дасан зохицож байв. (1-р зураг).



1-р зураг. Лабораторийн нөхцөлд ургуулсан *Orostachys spinosa L.*

Лабораторийн нөхцөлд ургуулж буй ургамлыг 8 долоо хоногтой болох үед гангийн стресс шалгах туршилтанд оруулав. Тухайн ургамлын услалтын хэвийн горимыг зогсоож огт услахгүйгээр хэвийн ургах температурт байлгаж амьдрах чадварын үзүүлэлтийг 2 хоногт 1 удаа хэмжиж стресс тэсвэрлэх чадварыг тодорхойлов. Гангийн стрессийн үед Fv/Fm-ийн хэмжээ эхний 21 хоногийн турш хэвийн буюу 0.80-0.85 орчим

байсан. Стрессийн эхэн үед ургамал хөрсөн дэх ус чийгийн агууламжаар тэжээгдэж байсан хэдий ч 5 дахь өдрөөс хөрсний чийгшилт 10%-иас доош үзүүлэлттэй болсон байв. Гангийн стрессийн 28 хоногоос эхлэн ургамлын амьдрах чадварын үзүүлэлт аажим буурч эхэлсэн бөгөөд энэ үед 0.75 орчим болсон бол стрессийн 35 өдөр гэхэд 0.7 хүрсэн байв (2-р зураг).



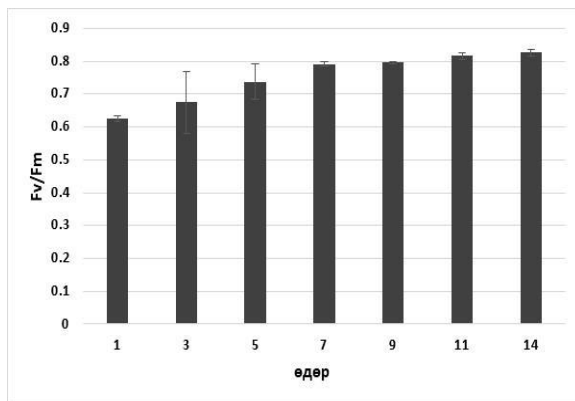
2-р зураг. Ган тэсвэрлэх чадварын үзүүлэлт

Энэ үзүүлэлт нь *Orostachys spinosa* нь гангийн стресс тэсвэрлэх чадвараар өндөр болохыг

харуулж байна. Бид гангийн стрессд орохын өмнөх болон стрессийн 42 хоногтой байх үеийн

ургамлын харьцангуй чийгшилтийн агууламжийг тодорхойлж үзэхэд 15%-иар багассан болох нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна. Энэ нь САМ ургамлууд ус чийгийн нөхцөл дутмаг, хуурай нөхцөлд дасан зохицож амьдрах чадвар өндөр байдгийг харуулж байна. Бид стрессийн дараах ургамлын сэргэн ургах чадварыг судлахын тулд стресст оруулсан ургамлыг 45 дахь өдрөөс эхлэн хэвийн орчинд усалгааны

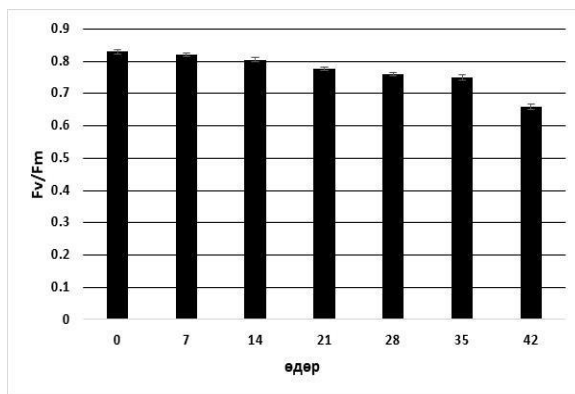
горимд шилжүүлэв. Сэргэх чадварыг мөн РЕА багажийн тусламжтайгаар шалгахад амьдрах чадварын үзүүлэлт 3 дахь өдрөөс эхлэн аажмаар дээшилж эхэлсэн бөгөөд 7 өдөр гэхэд 0.82 буюу хэвийн ургамлын үзүүлэлтэнд хүрэв (3-р зураг). Гангийн стрессд оруулсан нийт ургамлын 70%-иас дээш хувь нь сэргэх чадвартай байсан бөгөөд богино хугацаанд вегетативээр үржиж байв.



3-р зураг. Гангийн стрессээс сэргэсэн байдал

Лабораторийн нөхцөлд ургуулж буй ургамлыг 8 долоо хоногтой болох үед хүйтний стресс шалгах туршилтанд оруулав. Хүйтний стрессийг Роутболл (2011) арга зүйн [8] дагуу 4°C орчинд ургуулж амьдрах чадварын үзүүлэлтийг РЕА-багажийн тусламжтайгаар 2 хоног тутам хэмжиж стресс гэсвэрлэх чадварыг тодорхойлов. Хүйтний стрессийн үед Fv/Fm туршилтын эхний

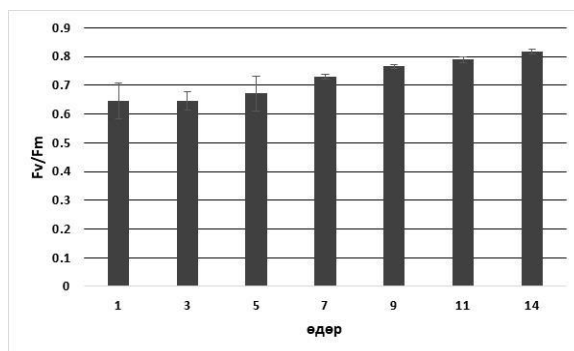
21 хоногт тогтмол 0.8 үзүүлэлттэй байсан бол 28 хоногоос аажмаар буурч 0.7 хүрч энэ үзүүлэлт нь 35 дэх өдөр хүртэл тогтмол байв. Энэ нь хатгуурт үлд өвс нь хүйтний стрессд дасан зохицох чадвараар харьцангуй сайн болохыг харуулж байна. 45 дэх өдрөөс эхлэн Fv/Fm дахин аажмаар буурч 60 хоногт дунджаар 0.52 хүрэв (4-р зураг).



4-р зураг. Хүйтэн гэсвэрлэх чадварын үзүүлэлт

Сэргэх чадварыг шалгахад амьдрах чадварын үзүүлэлт 5 дахь өдрөөс эхлэн аажмаар дээшилж эхэлсэн бөгөөд 7 дахь өдөр гэхэд 0.72 орчим болж 11 дэх өдөр 0.80 буюу хэвийн ургамлын

үзүүлэлтэнд хүрэв (5-р зураг). Хүйтний стрессд оруулсан нийт 50 ургамлын 50-60% нь сэргэх чадвартай байв.



5-р зураг. Хүйтний стрессд орсон ургамлын сэргэсэн байдал

Стресс орсон ургамлын навчин дахь нийлбэр хлорофиллийн агууламж хүйтний стрессийн үед 91.7% бол гангийн стрессийн үед 76% буюу хяналтын ургамалтай харьцуулахад 24%-иар

### ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Ryu болон бусад (2014) [8] нарын судалгаагаар CAM ургамлын төлөөлөгч болох *Orostachys japonica*, *Sedum oryzifolium* зэрэг Crassulaceae-ийн овгийн ургамлууд нь хүйтэнд тэсвэртэй болох нь тогтоогджээ. Orseniga болон бусад (1997) [9] нарын судалгаагаар CAM ургамлуудын нийлбэр хлорофиллийн агууламж хүйтний стрессийн үед  $C_3$  ургамлаас 3 дахин их байсан төдийгүй хүйтэнд дасан зохицох чадвар

буурсан байв. Энэ үзүүлэлт нь гангийн стрессийн үед ургамлын фотосинтезийн аппаратын байгууламж илүү ихээр гэмтэж, фотосистем II-ийн эрчим эрс буурсныг харуулж байна.

өндөртэй байсан бол бидний судалгаагаар хатгуурт үлд өвс нь хүйтний стрессийн үед нийлбэр хлорофиллийн агууламж 91.2% байгаа нь дээрх судлаачдын ажилтай дүйцэж байна. Монгол орны ойт хээр, хээрийн бүсэд түгээмэл тархалттай Хатгуурт үлд өвс ургамал нь чийгийн дутагдал, температурын өөрчлөлтөнд дасан зохицох чадвартай ургамал болох нь харагдаж байна.

### ДҮГНЭЛТ

Хатгуурт үлд өвс (*Orostachys spinosa* L.)-ний  $Fv/Fm$  түвшин нь бага температурт удаан хугацааны туршид тогтмол үзүүлэлттэй байгаа нь хүйтэн тэсвэрлэх чадвартай болохыг харуулж байна. Түүнчлэн хүйтний стрессд оруулж буй нийт ургамлын 50-60% нь сэргэх чадвартай байсан нь температурын стрессд дасан зохицох чадвар сайтай болохыг харуулж байна. Судалгааны явцад Хатгуурт үлд өвс (*Orostachys spinosa* L.) нь гангийн стрессийг тэсвэрлэх

чадвар өндөр байсан хэдий ч гангийн стрессийн үед ургамлын ургалтын эрчим удааширсан бөгөөд ургамлын өндөр, бундуйн задралт, үндэсний ургалтын хэмжээ хяналтын ургамалтай харьцуулахад багасч зогсонги байдалтай байв. Харин стрессийн дараах ургамлын сэргэх чадварын үзүүлэлт 70-80%-тай байгаа нь энэ ургамлын стресс тэсвэрлэх чадвартай болохыг илтгэж байна.

### ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг МУИС-ийн Азийн судалгааны төвийн санжүүжилтээр (ARC) хийж гүйцэтгэлээ. Судалгаа хийх бололцоогоор хангасан ХААИС-ийн Байгаль шинжлэл,

Биохимийн лаборатори, Ургамлын анатоми, стресс физиологи, МУИС-ийн Ургамлын физиологийн лабораторийн хамт олонд талархал илэрхийлэе.

### НОМ ЗҮЙ

1. Shagjjav O. A Study to Detect CAM Plants in Mongolia (2004) *Mongolian Journal of Biological Sciences* Vol. 2(1): 29-37
2. Prokopyev A. S, Martynenko A. O, Kataeva T. N. and Pastukhova Y. M Seed Morphology and Germination Capacity of some Species in the *Sedoideae* subfamily (Crassulaceae

- family) *Biomedical & Pharmacology Journal* Vol. 7(2), 603-609 (2014)
3. Biswal, B., Raval, M.K., Biswal, U.C., Joshi, P.: Response of photosynthetic organelles to abiotic stress: modulation by sulfur metabolism. – *Sulfur Assimilation and Abiotic Stress in Plants*. Pp.167-191. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2008.

4. Baker N.R Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. – Annu. Rev. Plant Biol. 59: 89-113, 2008.
5. Routaboul JM, Fisher SF and Browse J (2000) Trienoic fatty acids are required to maintain chloroplast function at low temperatures. Plant Physiology 124:1697-1709.
6. Tovuu A, Zulfugarov IS and Lee CH (2012) Correlations between the temperature dependence of chlorophyll fluorescence and the fluidity of thylakoid membranes. Physiol Plant DOI: 10.1111/j.1399-3054.2012.01700.x
7. Porra RJ, Thompson WA, Kriedemann PE (1989) Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophyll a and b with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll by atomic absorption spectroscopy. BiochimBiophysActa975: 384-394
8. Ryu JH et al (2014). Cold Tolerance of Ground Cover Plants for Use as Green Roofs and Walls Kor. J. Hort. Sci. Technol. 32(5):590-599, 2014
9. Orsenigo M et al (1997). Ecophysiology of C3, C4, and CAM Plants Photosynthesis, M. Pessaraki (ed.), pp. 1-25., New York.

## DROUGHT AND COLD STRESS RESPONSES IN *OROSTACHYS SPINOSA* L.

B.Otgonsuvd<sup>1</sup>, Sh.Ouyngerel<sup>3</sup>, T.Altanzaya<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>2</sup>School of Animal Science, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>3</sup>Department of Biology, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: altanzaya.t@mul.s.edu.mn

### ABSTRACT

*Orostachys spinosa* L. is a succulent plant native to predominantly East Asia. The objective of this study was to identify physiological and morphological responses of *O. spinosa* L. species to cold, drought stress in laboratory conditions. Exposure of plants to a drought stress for 28 days slightly decreased the photochemical efficiency of PSII and the Fv/Fm values were 10-15% lower ( $0.75 \pm 0.01$ ) compared with the control plants ( $0.85 \pm 0.01$ ). For cold treatments, plants were exposed to 4°C for 60 days and for recovery transferred to normal growth conditions for 14 days. Fv/Fm photochemical efficiency of PSII can be used to monitor PSII photoinhibition. This parameter describes the efficiency of the electron transfer within PSII. The results of this study demonstrated that *O. spinosa* L. plants were better adapted to cold and drought conditions as they showed less visible symptoms and highest Fv/Fm levels at the long time chilling and drought stress.

**KEYWORDS:** *Orostachys spinosa* L., Fv/Fm, drought stress, cold stress