

**A LÉGKÖRI NYOMÁS HATÁSA
AZ AZTÉK ZSÁLYAMAG (SALVIA HISPANICA)
KORAI FEJLŐDÉSI SZAKASZÁRA
KÜLÖNBÖZŐ LÉGKÖRI ÖSSZETÉTEL MELLETT**

Szerző:

Vona Nándor Imre
Hógyes Endre Gimnázium

Stonawski Tamás (Ph.D.)
Nyíregyházi Egyetem

Első szerző e-mail címe:
vonanandor@gmail.com

Lektorok:

Irinyiné Oláh Katalin (Ph.D.)
Nyíregyházi Egyetem

Beszeda Imre (Ph.D.)
Nyíregyházi Egyetem

...és további két anonim lektor

Vona Nándor Imre és Stonawski Tamás (2023). A léggöri nyomás hatása az azték zsályamag (*Salvia Hispanica*) korai fejlődési szakaszára különböző léggöri összetétel mellett. *Lélektan és hadviselés – interdiszciplináris folyóirat*, V. évf. 2023/2. szám*. 35-42. Doi: [10.35404/LH.2023.2.35](https://doi.org/10.35404/LH.2023.2.35)

Absztrakt

A növények alkalmazkodóképessége közismerten kiváló, de nem határok nélküli. Az általunk választott gyorsan csírázó azték zsálya egyedfejlődésének korai szakaszát vizsgálva az eredményekből kitűnik, hogy a léggöri nyomás, mint környezeti tényező

*

**Magyar
Kultúráért
Alapítvány**

**Petőfi
Kulturális
Ügynökség**



A K+F+ Stúdió Kft. által kiadott „Lélektan és hadviselés - interdiszciplináris tudományos folyóirat” működését a 2023-2024. tanév időtartama során a Magyar Kultúráért Alapítvány (mint Támogató) és a Petőfi Kulturális Ügynökség Nonprofit Zártkörűen Működő Részvénytársaság (mint kezelő) támogatta. Pályázati azonosító: FIT/00102/2023

meghatározó. A kísérletek tapasztalatai nem csak a hagyományos agrártudományok területén érdekesek, hanem az asztrobiológián belül a nem földi körülmények közötti gazdálkodásban és élelmezésben is.

Kulcsszavak: azték zsálya, légköri nyomáshatás, növénytermesztés, asztrobiológia

Diszciplínák: agrártudomány, asztrobiológia

Abstract

THE EFFECT OF ATMOSPHERIC PRESSURE

ON THE EARLY DEVELOPMENT STAGE OF AZTEC SAGE

(SALVIA HISPANICA) DIFFERENT ATMOSPHERIC COMPOSITIONS

The adaptability of plants is known to be excellent, but it is not without limits. Examining the early stage of individual development of the fast-germinating Aztec sage we have chosen, it is clear from the results that atmospheric pressure as an environmental factor is decisive. The experiences of the experiments are not only interesting in the field of traditional agricultural sciences, but also in farming and food in non-terrestrial conditions within astrobiology.

Keywords: aztec sage, effect of atmospheric pressure, plant cultivation, astrobiology

Disciplines: agricultural science, astrobiology

A növények alkalmazkodóképessége széles tartományon belül változik attól függően, hogy milyen környezeti tényező kombinációk állnak rendelkezésre. A környezeti faktorok közül az egyik kevésbé vizsgált tényező a légköri nyomás. Ennek az az oka, hogy a legtöbb ismert szárazföldi növény a normál légköri nyomáshoz adaptálódott, mely csak relatív kis mértékben változik a vizsgált faktorok mellett az időjárási viszonyok hatására.

A technológia és az űrkutatás fejlődése miatt azonban fókuszba került az űrtelepek létesítésének problémája (Hold, Mars – v.ö.: Zsámboki, 2023). A más bolygókon való hosszabb tartózkodáshoz az űrha-

jások hosszabb távú táplálásának megoldása szükséges, ennek szükséges feltétele, hogy az adott égitesten bőséges vízkészletek legyenek, de az étel szempontjából további vizsgálatot igényel a másik égitesten történő növénytermesztés lehetőségeinek a vizsgálata is.

A kutatásunkban az azték zsálya csírázását és növekedési tulajdonságait figyeltük meg különböző nyomású földi légkörben. A kísérletek elvégzéséhez speciális körülményeket kellett biztosítani, melyhez saját összeállítású kísérleti eszközt terveztünk. Korábbi megfigyeléseinket a normál nyomásnál kisebb nyomású levegőn végeztük azték zsályával, amit sikerült

kiterjesztünk a normálnál nagyobb légnyomásra és CO₂-környezetre is. Az eredmények a korábbi kutatásunknál (lásd: Vona és Stonawski, 2022) megfogalmazott hipotéziseket alátámasztották, így sikerült egy teljesebb képet adni a légköri nyomás növényekre gyakorolt hatásáról.

Irodalmi áttekintés

A csökkentett és a növelt légnyomás egyedfejlődésre történő hatását több kutatócsoport is vizsgálta általában a saláta és a búza növekedésének esetében. A mérések során kitértek az etilén-koncentráció, valamint a morfológiai tényezők, mint a levélnagyság és a biomassa változására (Tang és tsai, 2010). A felhasznált irodalmakban a növények vizsgálatainál különbözött az a nyomásminimum (40-25 kPa), melyen még érzékelhető volt az egyedfejlődés, a közös bennünk azonban az volt, hogy csak akkor hozták a növények a leírt eredményeket, ha az oxigén parciális nyomását megfelelő szinten biztosították. (Goto, Arai és Omasa, 2002). A korábbi kutatási eredményeink az irodalmak eredményeivel jó egyezést mutatnak. A cikkek összehasonlításából kiderül az is, hogy bizonyos változóknak (például a száraz anyag tömege) eltérések vannak, melyet többféle elméleti megközelítéssel próbáltak magyarázni. Az egyik magyarázat azt jelöli meg legvalószínűbb lehetőségként, hogy a csökkentett nyomást a növény stresszfaktorként érzékeli és ezért különböző kompenzációs mechanizmusokkal i-

gyekszik ellensúlyozni annak hatását. (lásd: Stutte és tsai, 2022)

A növelt légköri nyomáson történő kísérletek során relatív magas páratartalom mellett azt tapasztalták, hogy állandó parciális szén-dioxid nyomás esetén az össznyomás növelése csökkenti a fotoszintézis sebességét, a szén-dioxid parciális nyomásának növelésével viszont nő a fotoszintézis sebessége (Takeishi és tsai, 2013).

MÓDSZER

Minta

A vizsgált növény az azték zsálya (*Salvia hispanica*), melyből minden mérőeszközbe 3 db magot helyeztünk, mivel így a három csíranövény átlagos hossznövekedését tudtuk mérni. A mintavétel egy hét elteltével történt, amikor is a növények hossznövekedését vizsgáltuk meg, melyet centiméter pontossággal mértünk meg. Az egy mérőeszközből származó csíranövények hosszértékének átlagát ábrázoltunk és a szórás értékeket a párhuzamos mérések átlagainak szórásából számoltuk ki.

A chiamagra, mint vizsgálandó növényre azért esett a választásunk, mert a mag tömegének kb. 12-szeres mennyiségű vizet képes kocsonyás formában a mag körül megkötni, ami feltételezéseink szerint előnyös lehet a túlélésben bizonyos extrém körülmények között. Továbbá gyors fejlődésű, és eddig a fenti szempontból még nem vizsgált. A szakirodalmi összefoglalók is csak olyan mérésekre utalnak, ahol azt állapították meg, hogy érzékeny a növény a

tengerszint feletti magasságra. Ott leginkább természet kapcsán merült fel ennek a változónak a vizsgálata, ahol megállapították, hogy a tengerszint feletti magasság szignifikánsan befolyásolja a magok összetételét, illetve a kifejlett növény terméshozamát (Ayerza és tsai, 2009).

Eszközök

A kísérletek elvégzéséhez saját tervezésű eszközt készítettünk, melynek fő kritériuma az volt, hogy kibírja a belső 20-200 kPa nyomásértékeket, és a beállított nyomásértékeket tartani is tudja egy héten keresztül. Fontos tervezési szempont volt a tartály áttetszősége is, hogy a készülékben csírázó növény megfigyelhető legyen szabad szemmel is, így esett a választásunk a poli(metil-metakrilát) anyagú csőre, melyből 10 cm hosszú darabokat vágunk le és mindkét végét menettel láttuk el. A tartályok aljára egy golyóscsapot illesztettünk, így tudtuk biztosítani a nyomás beállítását és megtartását a tartályokban. A csatlakozásnál megfelelő tömítőzsínóval biztosítottuk a légmentes záródást. A cső felső végére szerelt nyomásmérő segítségével folyamatosan ellenőrizni tudtuk a beállított nyomásértékeket. A kívánt levegőnyomás beállításához egy módosított pumpát használtunk, míg szén-dioxidos mérések esetében egy kereskedelmi forgalomban kapható kis-méretű szén-dioxidpalack segítségével oldottuk meg a megfelelő közegnyomás kialakítását.

Eljárás

Minden kísérleti eszközbe 3-3 db chiamagot helyeztünk el egy korong alakú 0,5 cm-es átmérőjű vattára, melyet a csírázáshoz szükséges víz biztosításához benedvesítettünk (10 cseppet használva). A kész összeállítást egy héten keresztül állandó szobahőmérsékleten és nyomáson tartottuk, majd az utolsó napon lemértük a csíranövények hosszát.

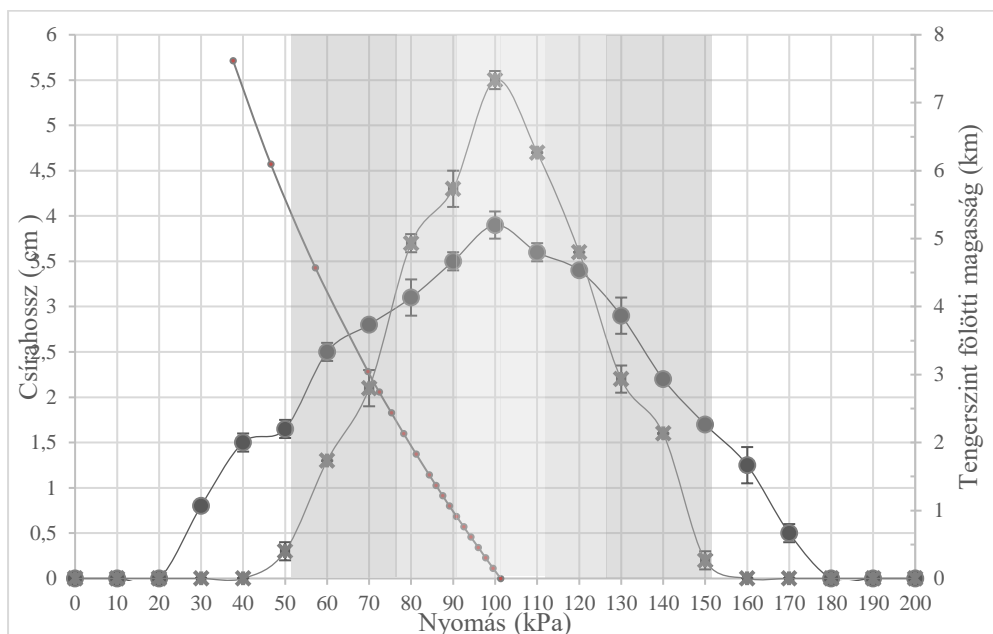
A méréseket három különálló tartályban végeztük párhuzamosan különböző nyomás- és gázközeg mellett. A hossz-méréseket az egyes tartályokban ötször végeztük el, melynek átlagolt eredményeit használtuk a későbbi kiértékelésben.

Eredmények

Az 1. ábra mutatja be a csírahosszokat a nyomás függvényében. A viszonyítás érdekében a jobboldali függőleges tengelyen az adott légköri nyomásokhoz tartozó tengerszint fölötti magasságokat is feltüntettük, illetve szürke sávokkal bizonyos jellemző nyomásintervallumokat is bejelöltünk.

Az 1. ábrán világos szürke sáv mutatja a légköri nyomáshoz képesti 10%-os, a közép szürke sáv 25%-os és a sötét szürke sáv 50%-os eltérés-tartományát. A növényzet megjelenésének tengerszint fölötti magasságfüggésével is jó összhangban vannak ezek az értékek, hiszen a Himaláján 4000-6000 méter között még találunk növényzetet, sőt az elmúlt időszak felmelegedésének következtében egyre feljebb húzódik a vegetáció.

1. ábra. A csíranövények átlagos hossza a nyomás függvényében szobahőmérsékleten normál összetételű légkörben (körrel jelölt), és szén-dioxidos környezetben (négyzettel jelölt), továbbá a viszonyítás érdekében a kis körrel jelölt vonal a tengerszint fölötti magassághoz tartozó légnyomásértékek láthatóak. Forrás: a Szerzők



Természetesen ekkora tengerszint fölötti magasságoknál a hőmérséklet, mint korlátozó tényező relevánsabb faktor, mint a nyomás, de amint az eredményekből is látszik, a növények ehhez a nyomásértékekhez is tudnak alkalmazkodni szobahőmérsékleten.

A 1. ábráról leolvasható, hogy a nyomás igen jelentősen befolyásolja a csíranövekedést. A két haranggörbe közül a CO₂ közeg méréseinek eredményei alapján szűkebb, maximuma meghaladja a normál légkör-összetétel melletti hosszértéket. A

normál összetételű közegben a túróképeségi görbe szélesebb, azaz szélesebb nyomástartományban képes intenzív növekedésre a növény, a hosszok nem jelentősen térnek el a maximumtól. A szén-dioxidos környezetben viszont egy keskenyebb légnyomástartományra korlátozódik a csíranövény növekedése és 75-125 kPa tartományban meghaladja a normál légköri összetételben megfigyelt csírahosszokat (az 1. táblázatban félkövér betűtípussal jelölve).

1. táblázat. A csíranövények átlagos hossznövekedése különböző nyomásértékeken, normál légkör- és szén-dioxidos közegben. Forrás: a Szerzők

| Nyomás (kPa) | 170 | 160 | 150 | 140 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 |
|--------------------------------|---------|----------|---------|-----|----------|-----|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|-----|
| Normál légköri összetétel (cm) | 0,5±0,1 | 1,25±0,2 | 1,7 | 2,2 | 2,9±0,2 | 3,4 | 3,6±0,1 | 3,9±0,15 | 3,5±0,1 | 3,1±0,2 | 2,8 | 2,5±0,1 | 1,65±0,1 | 1,5±0,1 | 0,8 |
| Szén-dioxidos közeg (cm) | 0 | 0 | 0,2±0,1 | 1,6 | 2,2±0,15 | 3,6 | 4,7 | 5,5±0,1 | 4,3±0,2 | 3,7±0,1 | 2,1±0,2 | 1,3 | 0,3±0,1 | 0 | 0 |

A 1. táblázatban és a 2. ábrán látható a növénycsírák átlagos hossza a hetedik napon. Azonban fontos megjegyezni, hogy biológiai rendszerekhez mérten ezek a szórások sokféle tényezőtől adódhatnak és az említett kutatásokban feltüntetett adatok is hasonló nagyságrendű szórási értékekkel bírnak.

Megvitatás

A vizsgált növénynél megállapítható, hogy a földi körülményekhez optimalizá-

lódott és bármilyen tartós kis mértékű légnyomásbeli eltérés befolyásolja a fejlődését. Továbbá az is megfigyelhető, hogy a légköri gázok aránya is meghatározza az életműködésüket, hiszen a szén-dioxid koncentrációjának növelése hatással volt a növekedésre. Az eredményekből az is látszik, hogy ezen két változó (nyomás és összetétel) komplex hatást gyakorol a növényfejlődésre, hiszen a növények a légkörből veszik fel a szén-dioxidot, majd asszimilálják és építik fel saját szöveteiket, szerveiket.

2. ábra: A csírázás a kásérleti eszközben a hetedik napon: bal szélén 50 kPa, középen 60 kPa és jobb szélén 70 kPa nyomáson normál légköri összetétel mellett. Forrás: a Szerzők



A légnyomás változtatása a környezetet és a növény sejtjei közötti egyensúlyi folyamatokat borítják fel, ami egy szintig tolerálható biokémiai folyamatok által.

A megemelkedett szén-dioxid koncentráció bizonyos határokig előnyös, hiszen a légzési gázok egyensúlyát megváltoztatja, azaz többet tud felhasználni a növény saját szerves anyagainak szintézisére, viszont ennek mértéke sem korlátlan. A két változó összekapcsoltságának oka, hogy a légnyomást befolyásolja a közeg részecskeszáma, melybe a szén-dioxid is beletartozik, hiszen a szén-dioxid felvétel és leadás is nagyban befolyásolja a külső nyomás értékét.

Korlátozások

A mérésorozat időtartamát azért egy hétben határoztuk meg, mert egyrészt a kritikus korai növekedési szakaszra fókuszáltunk, hiszen ebben a fázisban a legérzékenyebbek a növények a különféle stresszfaktorokra, másrészt az általunk használt eszközök nem lettek volna alkalmasak hosszútávú megfigyelésekre, hiszen a korai szakaszban a növény térfogata még elhanyagolható a cső térfogatához képest, így a biokémiai folyamatokból adódó gázcsere nyomásra gyakorolt hatása is alig kimutatható mértékű lesz ebben az esetben.

Az irodalmi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy egyes növények másodlagos metabolitok termelésével és egyéb kémiai anyagokkal is kompenzálhatják a stresszfaktorok hatásait, melyre ezen

kutatás nem tér ki a mérőeszköz adottságai miatt. Továbbá a mérőeszköz nagyobb méretű kivitelezése egy sokkal nagyobb anyag és infrastruktúra igényű projekt, ahol újabb technológiai kihívások jöhetnek elő.

Konklúziók

Az eredményekből megállapítható, hogy az azték zsálya növekedésére a légnyomás, mint abiotikus környezeti tényező, meghatározó jelentőségű. A légköri nyomáshoz képest bármilyen irányú nyomáseltérés negatívan hat a növény fejlődésére, mely morfológiai változásokban is érzékelhető. Az értékek egy normál eloszlási görbét rajzoltak ki, mely normál légköri összetétel esetében tágabb optimum tartománnyal rendelkezik. A légkör összetételének megváltoztatásával, jelen kísérletben szén-dioxidra történő cseréjével ez a görbe módosul. A CO₂ közegben is megmarad a normál eloszlási görbének az optimum pontja, de szűkül az ideálshoz közeli növekedési tartomány. A két görbe alapján látszik, hogy a szén-dioxid, mint közeg a középső 20-25%-os légnyomásérték-változás tartományban intenzívebb a csírafejlődés a normál légköri összetételhez képest, viszont a tartománytól mindkét irányban távolodva drasztikusan csökken a szén-dioxidos közegben a növekedés üteme. Az eredményeink hasonló tendenciákat mutatnak más növényekkel végzett publikált kísérletekhez (Tang és tsai, 2010). Méréseink mindegyikénél vízgőzzel telített

környezet alakult ki a tartályokban a nedves vattapamacsok miatt, a páratartalom csökkentése valószínűleg befolyásolná ezen eredményeket, hiszen több irodalmi mérés alapján kimutatható ennek meghatározó jellege (Takeishi, és tsai, 2013).

Az eredményeink felhasználása hasznos lehet mind agrártudományi szempontból, mint űrkutatási szempontból, hiszen mindkét területen fontos, hogy minél hatékonyabban tudjanak magas tápértékű élelmiszert előállítani a normál körülményektől eltérő közegben is.

Irodalom

- Ayerza, R., & Coates, W. (2009): Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Industrial Crops and Products*, 30(2), 321–324. Doi:[10.1016/j.indcrop.2009.03.009](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009)
- Goto, E., Arai, Y. & Omasa, K. (2002): Growth and development of higher plants under hypobaric conditions. *SAE Technical Paper Series No. 2002-01-2439*, 2002.
- Stutte, G.W., Yorio, N. C., Edney, S. L., Richards, J. T., Hummerick, M. P., Stasiak, M., Dixon, M. & Wheeler, R. M. (2022): Effect of reduced atmospheric pressure on growth and quality of two lettuce cultivars. *Life Sciences in Space Research* 34, 37-44. pp. Doi: [10.1016/j.lssr.2022.06.001](https://doi.org/10.1016/j.lssr.2022.06.001)
- Takeishi, H., Hayashi, J., Okazawa, A., Harada, K., Hirata, K., Kobayashi, A., & Akamatsu, F. (2013): Effects of elevated pressure on rate of photosynthesis during plant growth. *Journal of Biotechnology*, 168(2), 135–141. Doi:[10.1016/j.jbiotec.2013.08.012](https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2013.08.012)
- Tang, Y., Guo, S., Dong, W., Qin, L., Ai, W., & Lin, S. (2010): Effects of long-term low atmospheric pressure on gas exchange and growth of lettuce. *Advances in Space Research*, 46(6), 751–760. Doi:[10.1016/j.asr.2010.04.032](https://doi.org/10.1016/j.asr.2010.04.032)
- Vona, N. és Stonawski, T. (2022): A csökkentett nyomás hatása az azték zsályamag (*Salvia hispanica*) korai fejlődés szakaszára. Fenntartható Tápanyag-gazdálkodási Tudományos Műhely Konferenciája 2022: *Innovatív megoldások a XXI. század mezőgazdaságában : Konferencia kiadvány*. Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Nyíregyháza pp. 166-171.
- Zsámboki Zsolt (2023): Kiss László: az orosz űrszonda mérőfldkő volt, de még nem ért véget az űrverseny. *Infostart*, 2023.08.21. Letöltve: 2023.12.26. URL: <https://infostart.hu/kulfold/2023/08/21/kiss-laszlo-az-orosz-urszonda-merfoldko-volt-de-meg-nem-ert-veget-az-urverseny>