

**SZEMLE****Review****A szegletes lednek (*Lathyrus sativus* L.) termesztésének  
perspektívái aszály- és sótűrésének tükrében**<sup>1</sup>ZSEMBELI JÓZSEF – <sup>2</sup>MAWIA SOBH<sup>1</sup>MATE Karcagi Kutatóintézet, Karcag<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen**Összefoglalás**

A kedvezőtlen éghajlati és talajviszonyok, illetve a klímaváltozás arra készítetnek bennünket, hogy olyan haszonnövényeket termesszünk, amelyek eredendően ellenállóak az abiotikus stresszekkel szemben, ezzel is biztosítva az élelmezésbiztonság fenntartását. A hüvelyesek jelentik a második legfontosabb táplálékforrást a gabonafélék után. A hüvelyeseket nemcsak táplálkozási (főleg magas fehérjetartalom) és egészségügyi (bioaktív vegyületek) értékük miatt kedvelik, hanem gazdasági (olcsó húspótlás, különösen a szegényebb régiókban) és ökológiai (nitrogénmegkötés) előnyei miatt is. Ez a tanulmány a szegletes lednek (*Lathyrus sativus* L.) jelentőségét hivatott elemezni, különös tekintettel az aszály- és sótűrésére. A szegletes lednek egy rövid növekedési ciklusú növény, amely kiváló alkalmazkodóképességgel rendelkezik a kedvezőtlen környezeti tényezőkhöz. Köszönhetően a szárazság, hideg- és mérsékelt sótűrésének, változatos éghajlati és talajviszonyok mellett termeszthető, olyan helyeken is, ahol más kultúrnövények nem. A szárazság- és sótűrő szegletes lednek fajták előállítására, nemesítése sok helyen megfontolandó az abiotikus környezeti stresszfaktorokhoz való alkalmazkodás és a termelési kapacitás fenntartása érdekében.

**Kulcsszavak:** abiotikus stressz, hüvelyesek, szegletes lednek

## Prospectives of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) production in the context of its drought and salt tolerance

<sup>1</sup>J. ZSEMBELI – <sup>2</sup>MAWIA SOBH

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences  
Research Institute of Karcag, Karcag

<sup>2</sup>University of Debrecen Kálmán Kerpely Doctoral School, Debrecen

### Summary

Unfavourable climatic and soil conditions, as well as climate change, force us to grow crops that are inherently resistant to abiotic stresses, thus ensuring the maintenance of food security. Legumes are the second most important food source after cereals. Legumes are preferred not only for their nutritional (mainly high protein content) and health (bioactive compounds) value but also for their economic (cheap meat replacement, especially in poorer regions) and ecological (nitrogen fixation) advantages. This study is intended to analyse the significance of grass pea (*Lathyrus sativus* L.), with special regard to its drought and salt tolerance. Grass pea is a plant with a short growth cycle, which has excellent adaptability to adverse environmental factors. Thanks to its drought, cold, and moderate salt tolerance, grass pea can be grown in diverse climatic and soil conditions, even in places where other cultivated plants cannot. The production and breeding of drought- and salt-tolerant grass pea varieties should be considered in many places to adapt to abiotic environmental stress factors and maintain production capacity.

**Keywords:** abiotic stresses, legumes, grass pea

### Bevezetés

A szegletes lednek (*Lathyrus sativus* L.) a Közel-Keletről (Mediterráneum) származik, ahol őszi vetésű növényként termesztik (*Kislev* 1989, *Campbell* 1997). Európába (pl. Magyarország), Dél-Ázsiába (pl. Banglades) és Afrikába (pl. Etiópia) is eljutott, ahol arid és szemi-arid körülményektől kezdve a belvizes területekig, számos szélsőséges helyen is termesztik (*Campbell*

1997). Manapság fontos hüvelyes gabonanövénynek számít Bangladesben, Etiópiában és Pakisztánban (Campbell et al. 1994, Benková és Zaková 2001, Yigzaw et al. 2001, Tadesse és Bekele 2005).

A szegletes lednek a *Fabaceae* családba, a *Vicieae* törzsbe tartozó egyházi növény (Yang et al. 2014). Ez a rövid növekedési ciklusú növény kiválóan alkalmazkodik a kedvezőtlen környezeti tényezőkhöz, különösen az aszályos, de akár a hideg évszakkal jellemezhető területeken is sikeresen termesztethető (Mahdavi et al. 2007, Talukdar 2013).

A szegletes lednek mind az emberi táplálkozásban, mind az állati takarmányozásban is használt hüvelyes növény (Ahmadi et al. 2015). Takarmánynövényként az állattenyésztés egyik legfontosabb alapanyaga, összetétele jelentősen befolyásolja a végfelhasználói hasznosítás minőségét (Özyazıcı és Açıkbay 2019). Az emberi táplálkozás szempontjából a szegletes lednek nagyra értékeli magjának magas fehérjetartalma (~27%) miatt, ami magasabb, mint a csicsoriborsóé (*Cicer arietinum* L., ~18%), illetve hasonló a mezei borsóéhoz (*Pisum sativum* L.) és a babéhoz (*Vicia faba* L.). A szegletes lednek igen fontos fehérjeforrás a magas népességű Dél-Ázsia számára (Yan et al. 2006).

Bár a többi hüvelyeshez hasonlóan a szegletes lednek magjának is magas a fehérjetartalma, azonban egy neurotoxikus aminosavat, a  $\beta$ -N-oxalil-L- $\alpha$ , $\beta$ -diamino-propionsavat (ODAP) is tartalmaz, változó mennyiségben (Campbell 1997). Az ODAP-ot a neuro-lathyrizmus, egy neurodegeneratív betegség okozójaként tartják számon, ami az alsótest bénulását okozza (Yan et al. 2006). A betegség Európában (Franciaország, Spanyolország, Németország), Észak-Afrikában és Dél-Ázsiában éhínségek után fordult elő és még mindig elterjedt Eritreában, Etiópiában és Afganisztánban azokon a területeken, ahol tartósan a szegletes lednek a kizárólagos vagy fő tápanyagforrás. Súlyosítja a problémát, hogy a stresszhatásoknak kitett növényekben megnő az ODAP koncentrációja. Természetesen a szegletes lednek fogyasztásának nincs negatív hatása, amennyiben az étrend nem domináns összetevője (a teljes fehérjefogyasztás <20%-a). Kis mennyiségben fogyasztva az emberi szervezetre ártalmatlan, csak a legalább három hónapon keresztül az étrend fő részeként történő fogyasztása okozhat tartós (térdb)énulást a felnőtteknél, illetve agykárosodást a gyermekeknél. Számos nemesítési program folyik olyan szegletes lednek vonalak előállítására, amelyek olyan alacsony ODAP-szintet tartalmaznak, hogy nem veszélyesek az

emberi egészségre, miközben megmarad a növény betegségekkel és rovarokkal szembeni rezisztenciája, valamint az aszály-, hő- és sóstresszel szembeni toleranciája (Yan *et al.* 2006). A szegletes lednek vadon termő rokonai a nemesítéshez szükséges genetikai anyagok hasznos forrásai, amelyek felhasználhatók a már rendelkezésre álló fajták javítására. Az ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) 2016 és 2018 között elemezte ezeket a vadon élő rokonfajokat, hogy feltárják azokat a géneket, amelyek az alacsony ODAP tartalomért felelősek, ugyanakkor hordozzák a biotikus/abiotikus stresszekkel szembeni rezisztenciát/toleranciát, hogy átültethessék azokat a köztermesztésben lévő szegletes lednek fajtákba (Abdallah *et al.* 2020).

A szegletes lednek egy nem kellően elismert növény, amely azért, hogy jól tűri a szélsőséges hidrológiai helyzeteket, az éghajlatváltozás okozta szélsőségek mellett is magas potenciális élelmiszerbiztonságot hordoz magában. Amikor más növények a kedvezőtlen körülmények miatt erős termésdepresszióval reagálnak, a szegletes lednek termesztése számos országban megoldás lehet mint fő táplálékforrás a lakosság legszegényebb rétegei számára, sőt, akár a túlélésük kulcsa is lehet az aszály okozta éhínség idején. Mivel a szegletes lednek gyakran a legolcsóbb fehérjenövény az alacsony jövedelmű családok számára, hagyományos étrendjük gyakori összetevője. Magja nagy mennyiségben tartalmaz olyan homorganikus anyagot, amely a lizin prekursoraként működik az emberi táplálkozásban. A közelmúltban a szegletes lednek táplálkozási és valószínű egészségügyi előnyei is felhívják a figyelmet (Rao 2011).

Ázsia és Afrika szárazságra hajlamos területein több mint 100 millió ember tartja a szegletes ledneket hagyományosan kedvelt növénynek, mivel könnyen termeszthető, ellenáll a szárazságnak, árvíznek, a mérsékelt sóterhelésnek és a rovarkártevőknek, de mindezek mellett ízletes termést ad, amelynek ehető része körülbelül 30% (Rutter és Percy 1984, Abdelmoneim *et al.* 1997). Ez komoly előnyt jelent az élelmezésbiztonság javítására a világ vízhiányos területein (Yang és Zhang 2005, Girma és Korbu 2012).

A szegletes lednek sokféle talajtípust tolerál a könnyű homoktól az agyagoston át a nehéz agyagig, valamint a savanyú, semleges, illetve lúgos talajokon is termeszthető. Nem tűri viszont az árnyékot. A többi hüvelyeshez hasonlóan javítja a talaj nitrogéntartalmát, mivel képes biológiailag megkötni

a légköri nitrogént. Beszántva jó zöldtrágya, ilyen módon hasznosítva visszajuttatja a tápanyagokat a talajba növelve annak szervesanyag tartalmát (Lazányi 2000). Ez a növény bár jól átvészeli a szárazságot vagy az időszakos vízborítást, legjobban kellően nedves talajon fejlődik. Annak demonstrálására, hogy milyen összefüggés van a szegletes lednek vízellátottsága és a termésének nagysága között, az 1. ábrán a két karcagi nemesítésű szegletes lednek fajta (Karcagi fehérvirágú és Karcagi kismagvú) termésátlagait mutatjuk be három különböző tenyészidőszakbeli csapadékmennyiséggel jellemezhető évjárásban (Karcag, 2017, 2020, 2022). Ezek az adatok is azt bizonyítják, hogy bár a szegletes lednek száraz körülmények között is termesztendő (az aszályos évjárásban is hozta a 0,3–0,5 t/ha körüli világátlagot), a jobb vízellátást nagyon meghálálja.

1. ábra. A két karcagi nemesítésű szegletes lednek fajta termésátlagai három különböző tenyészidőszakbeli csapadékmennyiséggel jellemezhető évjárásban (Karcag, 2017, 2020, 2022)

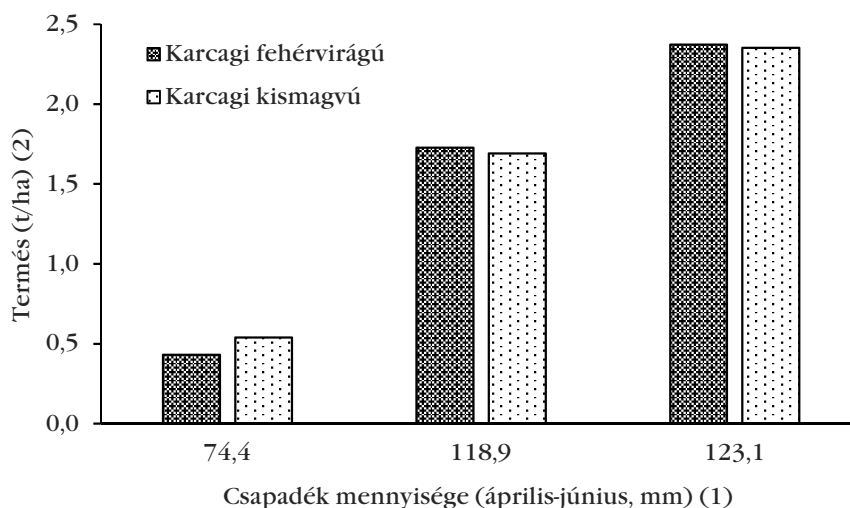


Figure 1. Average yields of the two grass pea varieties bred in Karcag in three crop years characterised by different amounts of precipitation fallen during the vegetation period (Karcag, 2017, 2020, 2022). (1) Amount of precipitation (April-June, mm), (2) Yield (t ha<sup>-1</sup>)

A környezeti stressz a legfontosabb termést korlátozó tényező a növénytermesztésben. Az abiotikus stressztényezők közvetlenül veszélyeztetik az élelmiszerbiztonságot és világszerte befolyásolják a termelést (*Yavaş és İlker* 2020). Az olyan környezeti terhelések, mint a szárazság és a talaj magas sótartalma, komoly akadályokat jelentenek a kertészet és a szántóföldi növénytermesztés számára világszerte, különösen a száraz és félszáraz régiókban. Számos kutató (*Campbell et al.* 1994, *Benková és Zaková*, 2001, *Yigzaw et al.* 2001, *Tadesse és Bekele* 2005) megerősítette, hogy a szegletes lednek ellenáll az abiotikus stresszfaktoroknak – például a szárazságnak, és tolerálja a talaj alacsony termékenységét is. Ezekon kívül a hidegre és a mérsékelt sóterhelésre sem érzékeny, így változatos éghajlati és talajviszonyok között termeszthető (*Noto et al.* 2001, *Talukdar* 2011). A szegletes lednek több biotikus tényezővel (betegségekkel és kártevőkkel) szemben is rezisztens (*Talukdar és Biswas* 2008, *Özyazıcı és Açıkbaz* 2019). Mindazonáltal a legjobban ott terem, ahol az éves középhőmérséklet 10–25 °C és az éves átlagos csapadékmennyiség eléri a 400–650 mm-t.

### A szegletes lednek aszály- és sótűrése

*Campbell et al.* (1994) és *Hanbury et al.* (2000) szerint szegletes lednek a száraz és félszáraz területek hüvelyes növénye, széles körben elismert, hogy rendkívül szárazságtűrő. Számos *Lathyrus* faj, különösen a szegletes lednek, kiválóan tűri a szárazságot és a szikes körülményeket, az ezekkel a fajokkal kapcsolatos kutatások segíthetik megérteni a növények környezeti stresszel szembeni rezisztenciájának mechanizmusait (*Piwowarczyk et al.* 2014). Jelenleg az összes mezőgazdasági terület 25%-a és az öntözött mezőgazdasági területek 40%-a szenved vízhiánytól (*Gassert* 2013). Ezek az arányok az éghajlatváltozás hatásai miatt valószínűleg gyorsan növekedni fognak a 21. században (*Dai* 2013). Szélsőségesen aszályos körülmények között a szegletes lednek az egyik perspektivikus, nagy biztonsággal termeszthető növény, egyes marginális területeken az elszegényedett lakosság akár egyetlen növényi fehérjeforrása (*Vaz Patto et al.* 2006).

Szárazságtűrő képessége ellenére a szegletes lednek nem érzékeny a túlzott vízterhelésre sem (*Sinha* 1980, *Urga et al.* 2005, *Jiang et al.* 2013, *Yang et al.* 2014, *Almeida et al.* 2015). Dél-Ázsiában például a szegletes

lednek gyakran ki van téve vízborításnak csírázáskor, mivel a gazdálkodók egy speciális technológiát ('relay cropping') alkalmaznak, amikor is a szegletes lednek magját a betakarítás előtt álló rizstábla talajfelszínére szórják (Campbell *et al.* 1994, Gupta és Bhowmick 2005). A szegletes lednek olyan termőhelyeken is termesztethető, ahol a talaj gyakran maximális vízkapacitásig telített a tenyészidőszakon kívüli esőzések miatt (Campbell 1997). Afrikában, különösen Etiópiában, a szegletes ledneket a monszunszezonban (azaz augusztusban, szeptemberben) termesztik magas agyagtartalmú talajokon, ahol a tenyészidőszak elején a nagy a belvíz kialakulásának az esélye (Tadesse és Bekele 2005, Minta *et al.* 2014), míg később a növény aszálynak van kitéve (Campbell 1997). Ilyen szélsőséges hidrológiai helyzetek Magyarországon, a Nagyalföldön is gyakran kialakulnak (Kovács *et al.* 2022).

#### Vízstressz

Az abiotikus stresszek közül a vízhiány az egyik legfontosabb tényező, amely nemcsak a növények növekedését és fejlődését befolyásolja, hanem a termelékenységet is korlátozza (Boyer 1982). A vízhiányos környezet káros hatással van a magvakra, például jelentősen csökkenti a csírázási százalékot, de akár a csírázási folyamat teljes gátlását is okozhatja. Később jelentkezve a vízhiány mérsékli a gyökerek növekedését és a biomassza felépítését. A növények szárazsággal szembeni toleranciája összetett jelenség, amely magában foglalja a morfológiai, a fizio-biokémiai, a sejtszintű és a molekuláris válaszokat, amelyek elősegítik a víz visszatartását vagy felvételét vízhiányos körülmények között (Rampino *et al.* 2006). A szegletes lednek egy olyan növény, ami vízhiányos körülmények között a kiszáradást a levélfelület és a friss biomassza csökkentésével előzi meg (Kachout *et al.* 2019).

Hanbury *et al.* (2000) szerint a szegletes lednek rendkívül szárazságtűrő és sikeresen termesztik olyan területeken, ahol az átlagos éves csapadékmennyiség 380–650 mm, míg az ennél szárazabb területeken ez az egyetlen biztonsággal termő növény. Ennek megfelelően a szegletes ledneket az egyik legígéretesebb keményítő- és fehérjeforrásnak tartják Ázsia és Afrika szárazságra hajlamos területeinek hatalmas és egyre növekvő népessége számára (Jiao *et al.* 2011).

A többi hüvelyeshez képest a szegletes lednek morfológiai alapú szárazságtűrő tulajdonságokkal rendelkezik, beleértve a keskeny leveleket, a

szárnyas szélű szárakat, valamint a mély és kiterjedt gyökérrendszert. *Morgan* (1984) szerint az ozmotikus alkalmazkodás az egyik legfontosabb folyamat a növények vízellátásra adott válaszában. Az ozmotikus védőanyagok (ozmoprotektáns anyagok), beleértve a prolint, az oldható cukrokat, a mannitolt, a trehalózt és a glicin-betaint, csökkenthetik a dehidratált sejtek ozmotikus potenciálját. A szegletes lednek szárazságtűrése mértékének és a mögöttes mechanizmusok a megállapítására alapvető morfológiai, fiziológiai és molekuláris megközelítéseket alkalmaztak összehasonlítva, hogy a szárazságtűrő szegletes lednek és a szárazságot rosszul tűrő, arra érzékeny borsó (*Pisum sativum* L.) egyhetes palántái hogyan reagálnak a polietilén-glikol (PEG) kezelés indukálta vízhiányra. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a szegletes lednek valóban erősebb vízhiány-toleranciával rendelkezik, mint a borsó, miután öt napig tartó intenzív, 20%-os PEG-kezelés általi ozmotikus stressznek voltak kitéve. A szegletes lednek levelei begömbültek és magasabb koncentrációban tartalmazták az ozmotikus védőanyagokat, illetve beindult a szinergikus hatású antioxidánsok felszabadítása.

*Jiang et al.* (2013) szintén öt napig kezelték 20%-os polietilén-glikollal (PEG 6000) szegletes lednek és kerti borsó palántákat. Míg a szegletes lednek levelei befelé gömbültek a PEG stressz hatására, a borsó levelei nem mutatták ezt a reakciót. A PEG kezelés kisebb mértékben gátolta a szegletes lednek növekedését, mint a borsóét. A prolin és az oldható cukrok nagyobb felhalmozódása enyhítette az ozmotikus stressz okozta sérüléseket a szegletes lednekben, nem úgy, mint a borsóban. A hidrogén-peroxid és a malondialdehid felhalmozódása nagyobb mértékű volt a borsóban, míg a szegletes lednekben a PEG szignifikánsan nagyobb növekedést okozott a szuperoxid-diszmutáz, a kataláz, az aszkorbát-peroxidáz és a glutation-peroxidáz aktivitásban. Ezek az adatok arra utalnak, hogy az ozmoprotektáns anyagok felhalmozódása és az oxidációval szembeni ellenállás növekedése a szegletes lednek jobb szárazságtűrését eredményezte a borsóhoz képest. Egy másik tanulmány (*Boukecha et al.* 2018) kimutatta, hogy a növényi tulajdonságok, beleértve a növény magasságát, hüvelyhosszát és a hüvelyenkénti tömeget, felhasználhatók a magas hozamú szegletes lednek genotípusok közvetett szelekciójára vízstressz alatt.

### Sóstressz

A sóstressz egy olyan abiotikus stressztényező, amely korlátozza a növények növekedését, termését, és a mezőgazdasági termelés eredményességét (McMaster és Wilhelm 2003). A szikesedési problémák egyre elterjedtebbek a nem megfelelő öntözési gyakorlat, vízminőség, vízelvezetés vagy egyéb agrotechnológiai okok miatt, amelyek pozitív sómérleget, azaz a káros ionok felhalmozódását eredményezik a gyökérszónában. A sóstresszt először a gyökérrendszer érzékeli, amely gátolja a növény növekedését azáltal, hogy a vízfelvétel mérséklése által ozmotikus stresszt okoz, majd ezt követi az oldott citoszol egyensúlyának felborulása miatti iontoxicitás (Conde *et al.* 2011). A sóstressz jelentős negatív hatással van a haszonnövények termőképességére és fiziológiájára, ami a növekedés leállításához és az anyagcserezavarok következtében a növények elpusztulásához vezet (Hasanuzzaman *et al.* 2013).

Mezőgazdasági vonatkozásban a sóstresszt a gyökérszónában lévő talajoldat magas sókoncentrációja okozza. Ezen oldható sók magas koncentrációja magas ozmotikus potenciált eredményez, ami gátolja a növények növekedését azáltal, hogy korlátozza a gyökereken keresztüli vízfelvételt. A talajban a megnövekedett Na<sup>+</sup> és Cl<sup>-</sup> szint számos esszenciális tápanyag felszívódását befolyásolja, kompetitív kölcsönhatásokat váltva ki és megváltoztatja a membránion-szelektivitást. A talaj vagy a víz magas sótartalma komoly stresszt jelent, amely súlyosan korlátozhatja a növénytermesztést, különösen a száraz és félszáraz régiókban (Ashraf és Harris 2004).

A sókat alkotó ionok talajban való felhalmozódása miatt az ionegyensúly zavarokat okoz, következésképpen negatív hatással van a növények növekedésére és terméshozamára (Kwon *et al.* 2019). Emellett a szikes körülmények között termesztett növények fotoszintetikus kapacitása csökken a stressz szintjétől, időtartamától, de a növények fajtától és korától függően is (Najar *et al.* 2019).

A különböző növények általában a sóstresszre adott válaszok széles spektrumát mutatják, de mindegyik növekedése és végső soron hozama csökken magas sótartalom hatására. A sóstressz csökkenti a szárazanyag-tartalmat, növeli a gyökérhajtás arányt, csökkenti a levélméretet, ami mind termés-csökkenéshez vezet (Manchanda és Garg 2008, Munns és Tester 2008). A sótartalom kedvezőtlenül befolyásolja a fotoszintézist azáltal, hogy csökkenti a fotoszintézis sebességét, a

transzspiráció sebességét, a sztómák vezetőképességét és növeli a klorofill lebomlását (Ashraf és Harris 2004, Ali et al. 2009).

A só növénynövekedésre gyakorolt hatását mérséklő mechanizmusok, valamint a sótűrés mechanizmusainak megértése az egész szervezet, a sejt és a molekulák szintjén, lehetővé teszi a növények sótoleranciájának fokozását. Kulcsfontosságú annak megismerése, hogy a sóstressz hogyan vált ki jelzéseket a növényi szervezet különböző szintjein az adaptív mechanizmusok aktiválásához (Manchanda és Garg 2008).

A talajban lévő só mennyiségétől függően a sóstressz jelentősen hátráltatja a csírázást, sőt akár teljesen meg is akadályozhatja azt. Ahmad et al. (2013) szerint a sóstresszre legérzékenyebb növekedési szakasz a csírázás. A növények egyik legfontosabb része, a gyökérzetet is jelentősen érinti a sóstressz. A sóstressz hatásait a hüvelyes növények gyökérarchitektúrájára számos tanulmány igazolta (Ariel et al. 2010, Egamberdieva et al. 2017).

Kevés információval rendelkezünk a sóstressznek a szegletes lednek palánták fejlődésére és a gyökérrendszerére gyakorolt hatásairól, ebben a tekintetben nem lelhetők fel vizsgálati eredmények. Más, a szegletes lednekhez hasonló hüvelyesek vetőmagjának előkezelése (az adott stresszfakorra pl. sótűrésre trenírozása) növelte a megmaradási hányadot és a termést másodnövényként alkalmazva azokat a már említett 'relay cropping' (betakarítás előtti elővetemény állományába való vetés) termesztési rendszerekben (Ali et al. 2009, Bhowmick et al. 2014). Az előkezelt magvakban az amiláz és alkoholdehidrogenáz megnövekedett aktivitása az oka valószínűleg annak, hogy a csírázási százaléka magasabb és a csíranövények növekedése erőteljesebb a nem előkezelt magvakhoz képest (Sarkar 2012, Choudhary et al. 2019). A csicsriborsó (*Cicer arietinum* L.) esetében a vetőmag előkezelése, trenírozása a növények gyorsabb kikeléséhez, valamint korábbi virágzásához és beéréséhez vezetett (Harris et al. 1999). Lencse (*Lens culinaris* Medik. subsp. *culinaris*) és szegletes lednek esetében a vetőmag előkezelés 14–17%-kal, illetve 8%-kal növelte a szemtermést a nem kezelt magvakhoz hasonlítva (Ali et al. 2009, Bhowmick 2010, Bhowmick et al. 2014).

Khosravi et al. (2022) arról számoltak be, hogy *in vitro* körülmények között vizsgálva a szegletes lednek csíranövény és kallusz állapotban is meglehetősen toleráns volt a magas sótartalommal szemben. Egy másik tanulmányban (Fallahi et al. 2015) a szegletes lednek sóstresszre adott

válaszát vizsgálták a PEG kezelés által indukált különböző szintű ozmotikus értékek (0, -200, -400, -600, -800, -1000, -1200 és -1400 kPa), illetve eltérő sótartalmak (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 és 350 mmol NaCl) mellett. A csírázási mutatók alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a szegletes lednek ozmotikus stressztűrése -600 kPa-ig elfogadható mértékű, ezen értéket meghaladó ozmotikus stressz csökkenő tendenciát eredményezett a csírázási mutatóban az -1400 kPa-os kezelésnél érve el a nullát. A sótartalom stressz esetében pedig csak a 100 mmol-nál nagyobb sótartalom kezelése csökkentette a szegletes lednek csírázási mutatóit, ami arra enged következtetni, hogy ezen elfeledett növény hasznos lehet a szárazságstressz által sújtott területek jobb hasznosíthatóságát célzó agronómiai és nemesítési programokban.

### Következtetések

A klímaváltozás hatásaként egyértelműen tetten érhető a szélsőséges időjárási helyzetek gyakoriságának a növekedése az egész világon. A szélsőséges meteorológiai, hidrológiai feltételek mellett egyre fontosabbá válik olyan növények termesztése, amelyek jobban ellenállnak a környezeti stresszfaktorokkal szemben, különösen a csírázási és a korai növekedési szakaszban.

A szegletes lednek nagyon szívós növény mélyre hatoló gyökérrendszerrel, éppen ezért sokféle talajtípuson termeszthető, beleértve akár a nehéz agyagoktalajokat is. Ezen szívóssága és a légköri nitrogén megkötő képessége miatt kedvezőtlen agroökológiai feltételek bíró területek egy perspektivikus növénye. A szegletes ledneket kedvezőtlen körülmények között is lehetséges gazdaságosan termesztetni, ezért számos fejlődő országban népszerű növényvé vált az önellátó, csak saját fogyasztásra termelő gazdálkodásban. Nagyszerű hasznosítási lehetőségét nyújtja a marginális, különös tekintettel az aszály sújtotta, csapadékszegény területeknek, beleértve Magyarországot is.

A *Lathyrus* nemzetség különböző fajai, beleértve a szegletes ledneket is, nagyobb potenciállal rendelkeznek az élelmiszeripari hasznosítás tekintetében, mint más hüvelyesek. Fontos lenne az  $\beta$ -ODAP és más, a szegletes lednekben esetlegesen előforduló antitápanyagok méregtelenítésére szolgáló technológiák kidolgozása. Ezen kívül, az új, alacsony vagy nulla  $\beta$ -ODAP tartalmú fajták

nemesítése érdekében adekvát módszereket magukban foglaló, összehangolt nemesítési programokra lenne szükség Magyarországon is.

Azokban az országokban, amelyekben nem megfelelő szintű vagy hiányzik a tudatos táplálkozás, ennek az alul értékelt, de sokrétűen felhasználható növény korszerű fajtáinak a nagyobb területen való termesztésével egyrészt csökkenthető a neuro-lathyrizmus kialakulásának a lehetősége, másrészt növelhető a gazdálkodók bevételei.

A szegletes lednek azonban nem csak fontos olyan kultúrnövény, ami takarmányként és emberi táplálékként is szolgálhat, hanem hasznos lehet a növények aszálytűrésének a vizsgálatában is. Mindazonáltal a vízhiányhoz való alkalmazkodása és a vetésváltásban betöltött pozitív szerepe még nem teljesen ismertek, ezért hasznos lenne korszerű, szárazság- és sótűrő szegletes lednekfajták előállítására a környezeti stresszfaktorokhoz való alkalmazkodás jegyében is.

A stressztűrés főbb hatótényezői közül, a genetikán és nemesítésen túl, a növény- és sejtfiziológiát, valamint a molekuláris biológiát kell kiemelni. Bár a manapság rendelkezésre álló ismeretek ezek tekintetében gyakran hiányosak, vannak ilyen jellegű kísérleti eredmények. *Parsa et al.* (2021) egy új transzkripciósfaktorként működő, a gének átíródását szabályozó cinkujj fehérjét (GpZF) azonosítottak, amely a szegletes lednek szárazságtűrésének pozitív szabályozója. Úgy vélik, hogy az általuk előállított transzgenikus szegletes lednek növények az arid területek mezőgazdaságában jelentősebb szerepet tölthetnek be.

A szegletes lednek jövőjét illetően lényeges lenne, hogy a nemesítő házak folyamatosan el tudják látni a gazdálkodókat korszerű, a fentebb említett tulajdonságokkal rendelkező szegletes lednek fajták vetőmagjával. Ezen kívül fontos a gazdálkodók ismereteinek bővítése, továbbképzése, hogy tisztában legyenek a legújabb fajtákkal és termesztési technológiákkal, agronómiai gyakorlatokkal, ami elsősorban a kutatóhelyek feladata lehet.

## IRODALOM

- Abdallah, F.–Kumar, S.–Amri, A.–Mentag, R.–Kehel, Z.–Mejri, R. K.–Triqui, Z.–Hejjaoui, K.–Baum, M.–Amri, M.*: 2020. Wild *Lathyrus* species as a great source of resistance for introgression into cultivated grass pea (*Lathyrus sativus* L.) against broomrape weeds (*Orobanche crenata* Forsk. and *Orobanche foetida* Poir.). *Crop Science*. 6. 1: 263–276. <https://doi.org/10.1002/csc220399.2039>

- Abdelmoneim, A. M.–Saxena, M. C.–El-Saleh, A.–Nakkoul, H.*: 1997. The status of breeding grasspea (*Lathyrus sativus* L.) for improved yield and quality at ICARDA. [In: Tekle Haimanat, R. and Lambien, F. (eds.) *Lathyrus* and lathyrism, a decade of progress.] University of Ghent. Ghent. Belgium. 81–3.
- Ahmad, P.–Azooz, M. M.–Prasad, M. N. V.*: 2013. Salt stress in plants. Heidelberg. Springer.
- Ahmadi, J.–Vaezi, B.–Pour-Aboughadareh, A.*: 2015. Assessment of heritability and relationships among agronomic characters in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) under rainfed conditions. *Biharean Biologist*. 9. 1: 29–34.
- Ali, M.–Singh, K.–Pramanik, S.–Ali, M. O.*: 2009. Cropping systems and production agronomy. [In Erskine, W. et al. (eds.) *The Lentil: Botany, Production and Uses*.] CAB International. Oxfordshire. UK. 213–228.
- Almeida, N. F.–Kretdorn, N.–Rotter, B.–Winter, P.–Rubiales, D.–Vaz Patto, M. C.*: 2015. *Lathyrus sativus* transcriptome resistance response to *Ascochyta lathyri* investigated by deep Supersage analysis. *Frontiers in Plant Science*. 6: 178.
- Ariel, F. D.–Diet, A.–Crespi, M.–Chan, R. L.*: 2010. The LOB-like transcription factor MtLBD1 controls Medicago truncatula root architecture under salt stress. *Plant Signaling & Behavior*. 5 12: 1666–1668.
- Ashraf, M.–Harris, P. J. C.*: 2004. Potential indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sciences*. 166: 3–16.
- Benková, M.–Žáková, M.*: 2001. Evaluation of selected traits in grasspea (*Lathyrus sativus* L.) genetic resources. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2: 27–30.
- Bhowmick, M. K.–Dhara, M. C.–Duray, B.–Biswas, P. K.–Bhattacharyya, P.*: 2014. Improvement of lathyrus productivity through seed priming and foliar nutrition under rice-utera system. *Journal of Crop and Weed*. 10: 277–280.
- Bhowmick, M. K.*: 2010. Effect of planting time and seed priming on growth and yield of lentil under rice-utera system. *Journal of Food Legumes*. 23. 2: 152–153.
- Boukecha, D.–Laouar, M.–Hanifi, L. M.–Harek, D.*: 2018. Drought tolerance in some populations of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Legume Research*. 41. 1: 12–19. DOI: 10.18805/LR-346.
- Boyer, J. S.*: 1982. Plant productivity and environment. *Science*. 218: 443–448.
- Campbell, C. G.–Mehra, R. B.–Agrawal, S. K.–Chen, Y. Z.–Abd El Moneim, A. M.–Khawaja, H. I. T.–Yadav, C. R.–Tay, J. U.–Araya, W. A.*: 1994. Current status and future strategy in breeding grasspea (*Lathyrus sativus*). *Euphytica*. 73: 167–175.
- Campbell, C. G.*: 1997. Grass pea, *Lathyrus sativus* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome. Italy. 8–53

- Choudhary, V. K.–Chander, S.–Chethan, C. R.–Kumar, B.: 2019. Effect of seed priming on abiotic stress tolerance in plants. [In Hasanuzzaman, M. et al. (eds.) Plant Tolerance to Environmental Stress: Role of Phytoprotectants.] CRC Press. Florida. USA. 29–40.
- Conde, A.–Chaves, M. M.–Geros, H.: 2011. Membrane transport, sensing and signaling in plant adaptation to environmental stress. *Plant Cell Physiology*. 52: 1583–1602.
- Dai, A.: 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nat. Clim. Chang*. 3: 52–8.
- Egamberdieva, D.–Wirth, S. J.–Shurigin, V. V.–Hashem, A.–Abd-Allah, E. F.: 2017. Endophytic bacteria improve plant growth, and symbiotic performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and induce suppression of root rot caused by *Fusarium solani* under salt stress. *Frontiers in Microbiology*. 8: 1887.
- Fallahi, H. R.–Fadaeian, G.–Gholami, M.–Daneshkhah, O.–Hosseini, F. S.–Shajari, M. A.–Samadzadeh, A.: 2015. germination response of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stresses for proximate composition, minerals,  $\beta$ -ODAP, and anti-nutritional components. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 5. 1:
- Gassert, F.–Landis, M.–Luck, M.–Reig, P.–Shiao, T.: 2013. AqueductGlobal Maps 2.0 (Washington, DC: World Resources Institute) ([www.wri.org/publication/aqueduct-metadata-global](http://www.wri.org/publication/aqueduct-metadata-global)).
- Girma, D.–Korbu, L.: 2012. Genetic improvement of grass pea (*Lathyrus sativus*) in Ethiopia: an unfulfilled promise. *Plant Breed*. 131: 231–6.
- Gupta, S.–Bhowmick, M. K.: 2005. Scope of growing *Lathyrus* and lentil in relay cropping systems after rice in West Bengal, India. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 4: 28–33.
- Hanbury, C. D.–White, C. L.–Mullan, B. P.–Siddique, K. H. M.: 2000. A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. *Anim. Feed Sci. Tech*. 87: 1–27.
- Harris, D.–Joshi, A.–Khan, P. A.–Gothkar, P.–Sodhi, P. S.: 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*. 35: 15–29.
- Hasanuzzaman, M.–Nahar, K.–Fujita, M.: 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. [In: Ahmad, P. et al. (eds.) Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress.] Springer. New York. NY. USA. 25–87.
- Jiang, J.–Su, M.–Chen, Y.–Gao, N.–Jiao, C.–Sun, Z.–Wang, C.: 2013. Correlation of drought resistance in grass pea (*Lathyrus sativus*) with reactive oxygen species scavenging and osmotic adjustment. *Biologia*. 68. 2: 231–240.

- Jiao, C. J.–Jiang, J. L.–Ke, L. M.–Cheng, W.–Li, F. M.–Li, Z. X.–Wang, C. Y.: 2011. Factors affecting beta-ODAP content in *Lathyrus sativus* and their possible physiological mechanisms. *Food Chem. Toxicol.* 49: 543–549.
- Kachout, S. S.–Benyoussef, S.–Zoghlami, S.–Chakroun, M.: 2019. Effect of water deficit during germination and flowering period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Int. J. Plant Breed. Genet.* 13: 12–18.
- Khosravi, Z.–Pourmohammad, A.–Aliloo A. A.–Shahabivand, S.–Hassanpouraghdam, M. P.: 2022. *In vitro* salinity stress mediates grass pea genotypes (*Lathyrus sativus* L.) responses. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 46. 3: doi.org/10.55730/1300-011X.3007
- Kislev, M. E.: 1989. Origins of the cultivation of *Lathyrus sativus* and *L. cicera* (*Fabaceae*). *Economic Botany.* 43: 262–270.
- Kovács Gy.–Tuba G.–Sinka L.–Nagy P. M.–Rivera-Garcia, A.–Zsembeli J.: 2022. A klímaváltozás lokális hatásainak értékelése a szélsőséges időjárási helyzetek tükrében. [In: Zsembeli J. (szerk.) 75 éves a Karcagi Kutatóintézet 1947–2022.] Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. Gödöllő. 27–35.
- Kwon, O. K.–Mekapogu, M.–KRM, K. S.: 2019. Effect of salinity stress on photosynthesis and related physiological responses in carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Horticulture, Environment, and Biotechnology.* 60. 6: 831–839.
- Lazányi, J.: 2000. Grass pea and green manure effects in the Great Hungarian Plain. *Lathyrus Lathyrism Newsletter.* 1: 28–30.
- Mahdavi, B.–Modarres Sanavy, S. A. M.–Balouchi, H. R.: 2007. Effect of sodium chloride on germination and seedling growth of grasspea cultivars (*Lathyrus sativus*). *Iranian Journal of Biology.* 20. 4: 363–374.
- Manchanda, G.–Garg, N.: 2008. Salinity and Its Effects on the Functional Biology of Legumes. *Acta Physiologiae Plantarum.* 30: 595–618. <https://doi.org/10.1007/s11738-008-0173-3>
- McMaster, G. S.–Wilhelm, W.: 2003. Phenological responses of wheat and barley to water and temperature: improving simulation models. *Journal of Agricultural Science.* 141: 129–147.
- Minta, M.–Assefa, G.–Feyissa, F.: 2014 Potential of feed-food double-cropping in central highlands of Ethiopia. *Archives Agronomy and Soil Science.* 60. 9: 1249–1260. doi: 10.1080/03650340.2013.878456
- Morgan, J.: 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 35: 299–319.
- Munns, R.–Tester, M.: 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651–81. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911. PMID: 18444910.

- Najar, R.–Aydi, S.–Sassi-Aydi, S.–Zarai, A.–Abdelly, C.: 2019. Effect of salt stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Medicago truncatula*. *Plant Biosystems*. 153. 1: 88–97.
- Noto, F.–Poma, I.–Gristina, L.–Venezia, G.–Ferrotti, F.: 2001. Bioagronomic and qualitative characteristics in *Lathyrus sativus* lines. [In: Proceedings 4th European Conference on Grain Legumes (eds. AEP)]. Cracow. Poland. 8–12.
- Özyazıcı, M. A.–Açıkbash, S.: 2019a. Yaygın Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Yarı Kurak İklim Koşullarında Bazı Tarımsal Özellikleri ile Verim Performanslarının Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergii*. 17: 1058–1068.
- Parsa, M.–Kashanchi, M.–Zeinali, A. M.–Pourfakhraei, E.: 2021. Overexpression of Zinc 1 finger (GpZF) promotes drought tolerance in grass pea (*Lathyrus sativus*). ACECR. doi.org/10.1101/2021.10.19.464954.
- Piwowarczyk, B.–Kamińska, I.–Rybiński, W.: 2014. Influence of PEG generated osmotic stress on shoot regeneration and some biochemical parameters in *Lathyrus* culture. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 50: 77–83.
- Rampino, P.–Pataleo, S.–Gerardi, C.–Mita, G.–Perrotta, C.: 2006. Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. *Plant Cell Environ.* 29: 2143–2152.
- Rao, S. L. N.: 2011. A look at the brighter facets of  $\beta$ -N-oxalyl-L $\alpha$ ,  $\beta$ -diaminopropionic acid, homoarginine and the grass pea. *Food Chem. Toxicol.* 49: 620–622.
- Rutter, J.–Percy, P.: 1984. The pulse that maims. *New Scientist*. 103: 22–3.
- Sarkar, R. K.: 2012. Seed priming improves agronomic trait performance under flooding and non-flooding conditions in rice with QTL SUB1. *Rice Science*. 19. 4: 286–294.
- Sinha, S. K.: 1980 *Food legumes: distribution, adaptability, and biology of yield*. Food and Agriculture Organization. Rome.
- Tadesse, W.–Bekele, E.: 2005. Isozymes, protein and ODAP variability of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) in Ethiopia. *SINET: Ethiopian Journal of Science*. 27. 2: DOI: 10.4314/sinet.v27i2.18246
- Talukdar, D.–Biswas, A. K.: 2008. Variability, heritability, and scope of selection for some quantitative traits in induced mutant lines of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *International Journal of Plant Sciences*. 3. 2: 528–530.
- Talukdar, D.: 2011. Morpho-physiological responses of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) genotypes to salt stress at germination and seedling stages. *Legume Research*. 34. 4: 232–241.
- Talukdar, D.: 2013. Growth responses and leaf antioxidant metabolism of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) genotypes under salinity stress. *International Scholarly Research Notices Agronomy*. 13: 1–15.
- Urga, K.–Fufa, H.–Biratu, E.–Husain, A.: 2005. Evaluation of *Lathyrus sativus* cultivated in Ethiopia.

- Vaz Patto, M. C.–Skiba, B.–Pang, E. C. K.–Ochatt, S. J.–Lambein, F.–Rubiales, D.: 2006. *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. *Euphytica*. 147: 133–147.
- Yan, Z. Y.–Spencer, P. S.–Li, Z. X.–Liang, Y. M.–Wang, Y. F.–Wang, C. Y.–Li, F. M.: 2006. *Lathyrus sativus* (grass pea) and its neurotoxin ODAP. *Phytochemistry*. 67: 107–121. doi: 10.1016/j.phytochem.2005.10.022.
- Yang, H. M.–Zhang, X. Y.: 2005. Considerations on the reintroduction of grass pea in China. *Lathyrus lathyrism Newsletter*. 4: 22–6.
- Yang, T.–Jiang, J.–Burlyeva, M.–Hu, J.–Coyne, C. J.–Kumar, S.–Chang, J.: 2014. Large-scale microsatellite development in grasspea (*Lathyrus sativus* L.), an orphan legume of the arid areas. *BMC Plant Biology*. 14. 1: 1–12.
- Yavaş, İ.–İlker, E.: 2020. Çevresel Stres Koşullarına Maruz Kalan Bitkilerde Fotosentez ve Fitohormon Seviyelerindeki Değişiklikler. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*. 9. 2: 295–311. e-ISSN: 2687–3753, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad>
- Yigzaw, Y.–Gorton, L.–Akalu, G.–Solomon, T.: 2001. Fermentation of teff (*Eragrostis tef*), grasspea (*Lathyrus sativus*), and their mixtures: Aspects of nutrition and food safety. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2: 8–10.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Zsembeli József  
MATE Karcagi Kutatóintézet  
Karcag  
Kisújszállási út 166.  
H-5300  
zsembeli.jozsef@uni-mate.hu

Mawia Sobh  
Debreceni Egyetem  
Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
mawiasobh1994@gmail.com

