

LEVÉL POROMETRIA ALKALMAZÁSA IPARI PARADICSOM HIBRIDEK VÍZHASZNOSÍTÁSÁNAK JELLEMZÉSÉBEN

ROLE OF LEAF POROMETRY IN THE ASSESSMENT OF WATER USE EFFICIENCY OF PROCESSING TOMATO HYBRIDS

Várad Gyula^{0000-0002-7918-5524 1*}, Pető Judit^{0000-0002-5904-7538 1}, Kiss Dominik^{0009-0005-2625-2139 1}, Hüvely
Attila^{0000-0002-1498-2610 1}

¹ Agrártudományi Tanszék, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország
<https://doi.org/10.47833/2025.1.AGR.006>

Kulcsszavak:

ipari paradicsom
fajtakísérlet
vízhasznosítás
levél porometria

Keywords:

processing tomato
hybrids experiment
water use efficiency
leaf porometry

Cikktörténet:

Beérkezett 2025. január 31.
Átdolgozva 2025. március 20.
Elfogadva 2025. április 5.

Összefoglalás

Az ipari paradicsom hibridek vízhasznosítása fontos gazdasági kérdés az intenzív öntözéses szántóföldi termesztési technológiában. Ennek korai és gyors megállapítása fajtakísérletekben alapvető fontosságú lehet a nemesítésben, valamint a termesztésbe vont fajták kiválasztása során. Ennek jegyében vizsgáltuk a levél porometria alkalmazási lehetőségeit három különböző adottságú termőhelyen beállított üzemi fajtakísérletben. Előzetes eredményeink szerint a metodika a hibridek intenzív növekedési szakaszban való vizsgálatával alkalmas lehet a szelekcióra.

Abstract

Evaluation of water use efficiency of processing tomato hybrids has a basic economic importance in the intensive irrigated arable cropping technology. Early and easy determination of this parameter may have a great importance not only during plant breeding but also in the selection of hybrids for production. In terms of this the possible application of leaf porometry was investigated in pilot plots implemented in three different production regions. Preliminary results have shown a possible role of the methodology for selection of hybrids investigated in the intensive vegetative period.

1. Bevezetés

A víz alapvetően fontos a növénytermesztésben mert a növényeknek vízre van szükségük a növekedéshez és a szövetek kifejléséhez, azonban, a szárazföldi növények által igényelt vízmennyiség jóval több mint 90%-a semmilyen közvetlen biokémiai folyamatban nem hasznosul, hanem a párologtatás során elvész [7]. A vízről és a növény növekedésről írott legtöbb munka megpróbál különbséget tenni víz-korlátozott és nedves környezet között. Ugyanakkor fizikai és fiziológiai szempontból mindez indokolatlan, miután minden szárazföldi környezet alapvetően bizonyos mértékig vízben korlátozott a növényi növekedést tekintve, hiszen a szárazföldi

* Kapcsolattartó szerző
E-mail cím: varadi.gy.a@gmail.com

növényeknek rendelkezniük kell kutikulával és légzőnyílásokkal, hogy szabályozni tudják a vízvesztést és megakadályozzák a dehidratálódást. Ez a szabályozás következképpen rendszerint korlátozza a CO₂ felvételt, s ily módon a növekedést is. Ez rendszerint azt jelenti, hogy a víz a maximális vagy potenciális szint alá limitálja a növény produktivitását, amikor a vízellátás csekélyebb az atmoszférikus körülmények által meghatározott vízigénynél.

A növények, mint az általunk ismert élőlények valamennyien, különféle méretű, funkciójú és sokféle mechanizmussal működő membránokon/nyílásokon/átjárókon/testnyílásokon át tartják a kapcsolatot a környezetükkel. A növényvilágban, a magasabbrendű növények esetében egy ilyen speciális 'testnyílás' a leveleken található légzőnyílás, más néven sztóma. A légzőnyílásokon keresztül történő anyagátadás két alapvető eleme a széndioxid bejutása és a vízgőz távozása. A széndioxid a fotoszintézis és így a növény építkezésének legfőbb alapanyaga, míg a víz elpárolgása egyrészt biztosítja a tápanyagok talajból/gyökérből történő feljuttatását, másrészt a fotoszintézist végző levelek hűtése a feladata, hogy a levélhőmérséklet lehetőleg ne emelkedjen túlzottan a hőmérsékleti optimum fölé, amely a fotoszintézis gátlását okozná.

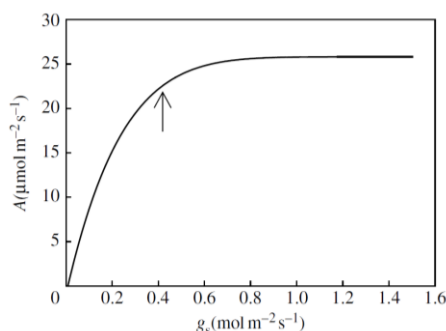
Az elektromosságban vett analógia szerint a sztómákon keresztül történő anyagátadás sebessége – a széndioxid és vízgőz koncentráció gradiensek mellett – levélszinten az ún. sztóma ellenállástól függ, melynek reciproka a sztóma vezetőképesség, vagy konduktancia. Adott körülmények között tehát a sztóma vezetőképesség (G_s) szabályozza a széndioxid felvételt és a vízvesztést, nagyban befolyásolva a szezonális fotoszintetikus teljesítményt és a vízfelhasználást a tenyészidőszakban, amelyek a terméshozam és a termelékenység legfőbb meghatározói.

Jelentős természetes változékonyság létezik a sztóma anatómiája, biokémiája és működési jellemzői vonatkozásában, amelyek hatással vannak a G_s kinetikájára, nagyságrendjére, s így a növény és a légkör közötti gázcserére.

Hosszútávon a leveleken kialakuló sztóma sűrűség és sztóma méretek, továbbá a sztómaműködés kinetikája – a meghatározó genetikai adottságok mellett – a növény környezetéhez alkalmazkodik.

Rövid távon a sztómák folytonosan hozzáigazítják nyílásméretüket a külső környezeti hatásokhoz (pl. fény, hőmérséklet, légköri széndioxid koncentráció, páratartalom, szélesebbé, napi ritmus, táp- és mikroelem ellátottság) és belső körülményekhez, jelekhez (pl. növény vízállapota, abszcizinsav hordozta jelzés a gyökérszet felől, s számos – még nem kellően felderített – belső mechanizmus), melynek révén megfelelő egyensúlyban tartják a széndioxid felvételt és a vízvesztést.

Szintén fontos megjegyezni, hogy a növények fokozott vízhasznosításának tesztelése során a fotoszintetikus teljesítmény alakulása is fontos a sztómaműködéssel összefüggésben [1,2,5,8,9], minthogy a csökkent sztóma vezetőképesség a vízvesztés mérséklése mellett a fotoszintetikus szén-asszimilációt is korlátozhatja (1. ábra). Számos tanulmány bemutatja a fotoszintézis és a sztóma konduktancia közötti erős korrelációt, a legkülönbözőbb fényintenzitások, növény táplálás és CO₂ koncentrációk esetén.



1. ábra. A nettó fotoszintetikus CO₂ asszimiláció (A) és sztóma konduktancia (g_s) közötti általánosított összefüggés [7].

A nettó fotoszintetikus CO₂ asszimiláció (A) és sztóma konduktancia (g_s) környezeti és belső tényezőkre adott válasza számos esetben azt mutatja, hogy az értékek nagyon gyakran a töréspont (1. ábra, nyíllal jelölt szakasz) közelébe esnek. A g_s innen történő csökkenése a CO₂ diffúzió gátlása

révén jelentősen mérsékeli az A-t, míg az előltti növekedése csak kismértékű A-növekedést okoz, miközben nagy mértékben fokozza a párologtatást.

Hipotézisünk szerint a nagyobb sztóma konduktancia nagyobb fotoszintetikus aktivitást, s így nagyobb terméshozamot eredményezhet [9].

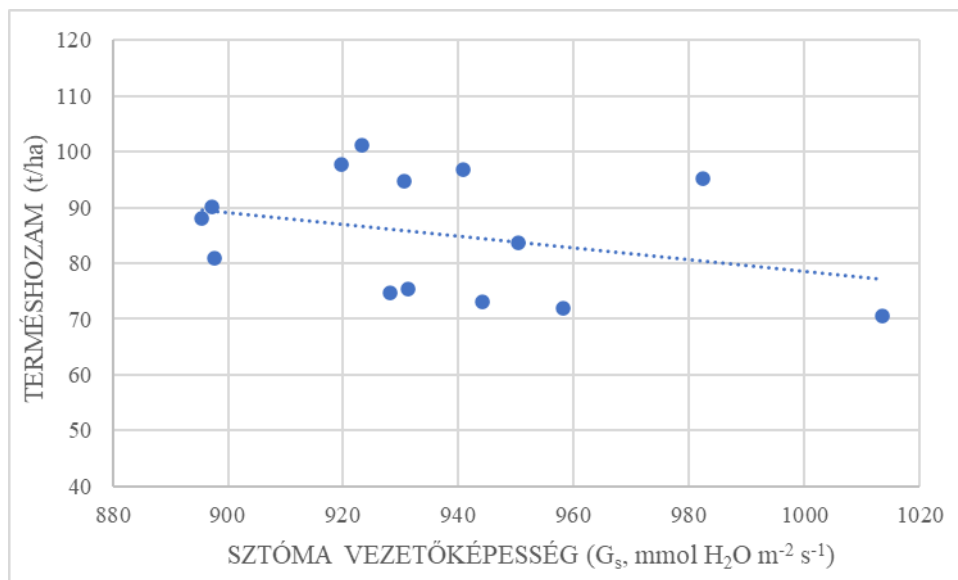
2. Anyag és módszer

Az ipari paradicsom fajták összehasonlító vizsgálatát három termőhelyen (Lakitelek, Mezőberény és Csabacsúd), így három eltérő talajtípuson (humuszos homok, csernozjom réti és réti csernozjom), esőztető öntözést alkalmazva, azonos termesztéstechnológia mellett, 14 hibrid bevonásával végeztük. A levél porométeres méréseket június, július és augusztus hónapban, eltérő időjárási körülmények között, a késő délelőtti-déli órákban hajtottuk végre.

A szabadföldi sztóma konduktivitás méréseket *in situ* intakt növényeken, a növények ép, napnak kitett, kifejlett hajtáscsúcs levelein, SC-1 Leaf Porometer (METER Group, Inc., USA) segítségével végeztük.

3. Eredmények és megvitatás

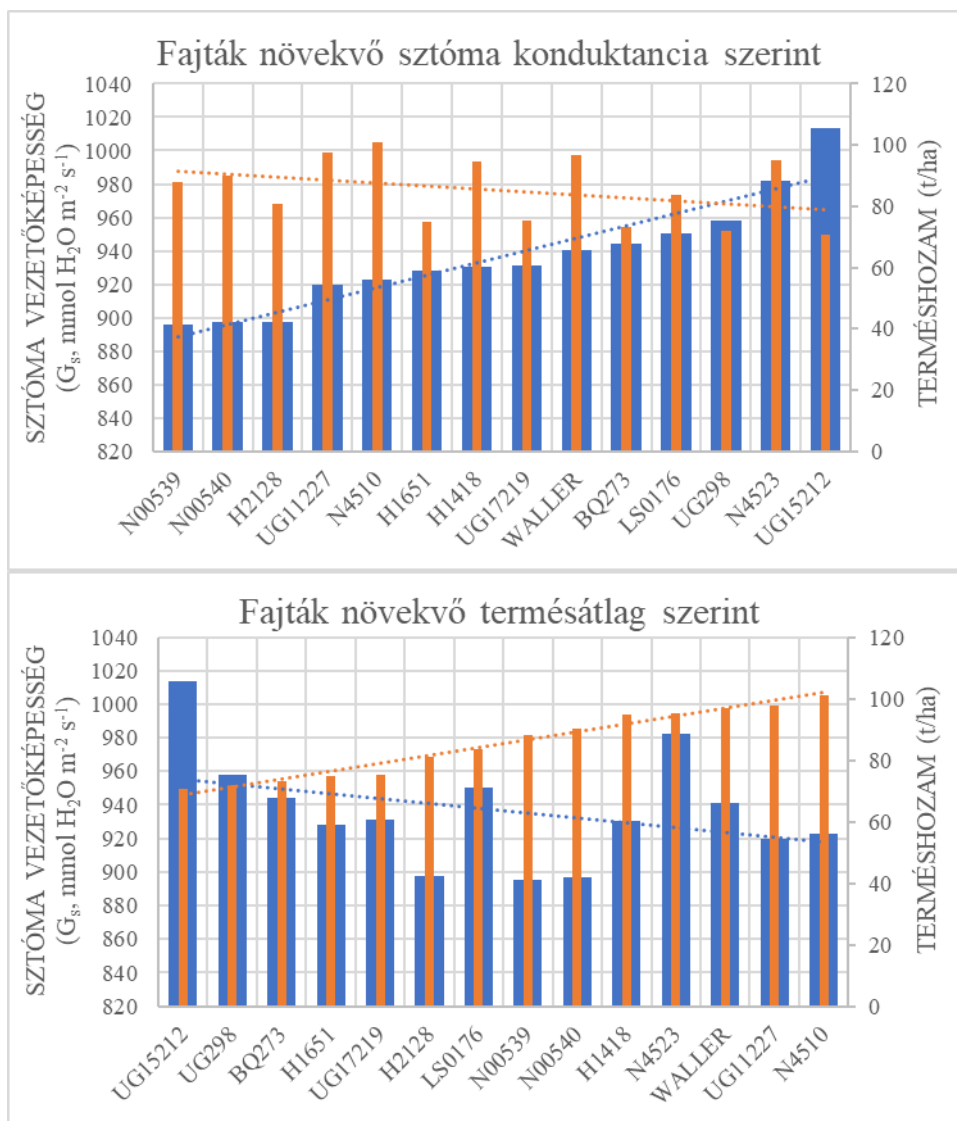
Hipotézisünk vizsgálata során kiderült, hogy a teljes adathalmaz (14 fajta, három termőhely, három időpontban három ismétlésben, eltérő időjárási körülmények között elvégzett sztóma vezetőképesség mérés fajtánkénti átlaga és a fajták három termőhelyen felvételezett termésátlaga) által mutatott tendencia szerint (2. ábra) a terméshozam a sztóma konduktancia függvényében negatív összefüggést mutat. Ez azért elgondolkodtató, mert a nagyobb sztóma konduktancia számos növényfajnál általában inkább nagyobb fotoszintetikus produktivitással párosul. Megjegyzendő azonban, hogy a vizsgált, többnyire bőségesen vagy legalábbis kielégítően öntözött állományokban mért átlagos sztóma konduktancia értékek valamennyien az 1. ábra szerinti töréspont fölötti tartományba estek.



2. ábra. 14 paradicsom hibrid három termőhelyen átlagolt terméshozama (t/ha) a három időpontban mért sztóma vezetőképesség (G_s , $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) átlaga függvényében.

Megfigyelhető, hogy a vizsgált 14 hibrid közül hét a trendvonal alá, a többi pedig a fölé vagy rá esik.

Mondhatnánk, hogy a termesztés gazdaságossága szempontjából nem az egységnyi felületre eső CO₂-asszimiláció, hanem a terméshozam számít. Ezért tovább elemeztük a fajtákat a sztóma vezetőképesség, illetve a termésátlag szerint sorba rendezve (3. ábra).

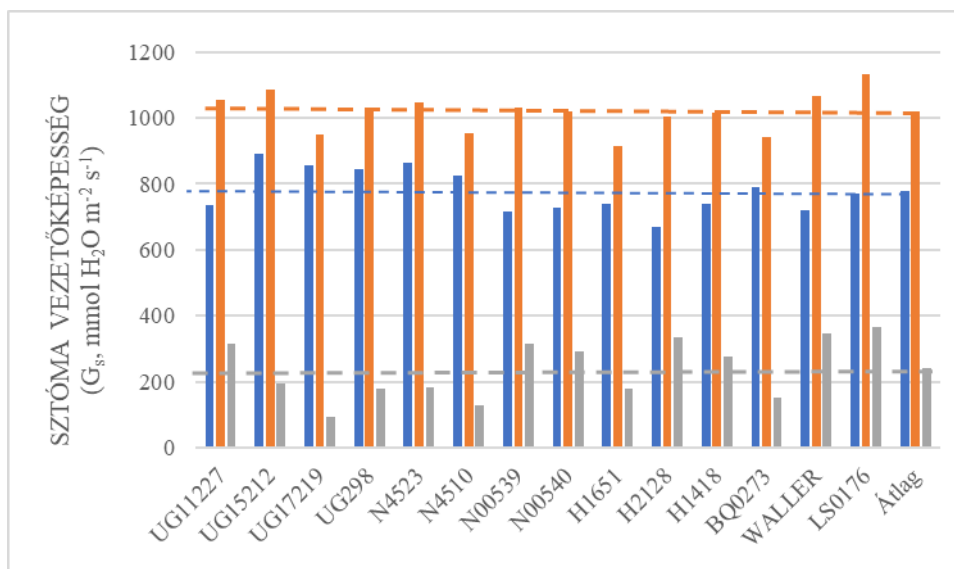


3. ábra. A hibridek termés- (barna oszlopok) és sztóma vezetőképesség átlaga (kék oszlopok)

Itt kiderült, hogy hét hibrid (N00539, N00540, H2128, UG11227, N4510, H1418, Waller) az átlagosnál kisebb sztóma nyitottság mellett kimagasló terméshozamot mutatott, amely az átlagosnál kimagaslóbb vízhasznosítást jelent, mivel a párologtatás okozta vízvesztés arányos a sztóma nyitottsággal.

Ezután kíváncsiak voltunk, hogy az egyes fajták miként reagálnak a nagyon eltérő (napos és felhős) időjárási körülményekre, mert feltételezhető, hogy az ebbéli eltérések is jelentősen összefügghetnek a produktivitással. Ennek felmérésére június közepén, napsütéses meleg és hűvösebb felhős időjárási körülmények között, négy nap eltéréssel végeztünk méréseket a homoktalajon telepített kísérleti állományban Lakiteleken (4. ábra). A vizsgálat során kiderült, hogy az eltérő időjárási körülményekre az átlagnál érzékenyebben reagáló hét fajta közül hat az előzőekben a legjobb vízhasznosítású besorolást kapta. Ez azt sejteti, hogy a sztóma szabályozás

ilyesfajta reagálókészségének az intenzív növekedési szakaszban történő vizsgálata hasznos eszköz lehet a jó vízhasznosítású hibridek kiválasztása során.



4. ábra. Paradicsom hibridek sztóma szabályozásának eltérő időjárásra adott válasza (felhős, kék; napos, barna; különbség, szürke)

4. Következtetések

Az általunk a sztóma szabályozás és terméshozam összevetése alapján legjobb vízhasznosításúnak talált fajták között egyaránt voltak korai, közép- és késői érésű hibridek.

A jó reagáló készség nagyobb sztómasűrűséget és kisebb sztómákat, míg a gyengébb reagálás kisebb sztómasűrűséget és nagyobb sztómákat jelenthet. Ezt a továbbiakban részletesen vizsgálnunk kell.

A vízhasznosítás és a sztóma vezetőképesség reagáló készségének levél porométeres vizsgálata jó szűrő eszköz lehet a nemesítők kezében. Ennek megerősítésére további méréseket kell végeznünk.

A fajtakísérletekben alkalmazott esőztető öntözés vízhasznosítás szempontjából nem a leghatékonyabb megoldás és ráadásul növényegészségügyi hátrányokkal is járhat, ezért megfontolandó a talajfelszín alá telepített csepegtető öntözés [4,6,10] mielőbbi bevezetése, hogy a jó vízhasznosítású hibridek ezen gazdaságossági előnye igazán jól kiaknázható legyen.

Köszönetnyilvánítás

A kutatási munka az „Átfogó digitális infrastruktúra-, készség- és a nemzetköziesítés fejlesztése a Neumann János Egyetemen” projekt keretében az RRF-2.1.2-21-2022-00039 kutatási ösztöndíj pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- [1] Chaerle L, Saibo N and Van Der Straeten D (2005) Tuning the pores: towards engineering plants for improved water use efficiency. *Trends in Biotechnology* 23, 308–315. DOI: 10.1016/j.tibtech.2005.04.005
- [2] Condon A, Richards R, Rebetzke G, Farquhar G (2004) Breeding for high water-use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 55, 2447–2460. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh277>

- [3] Farquhar GD, Sharkey TD (1982) Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 317–345. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.33.060182.001533>
- [4] Hanson, B., May, D., 2004. Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. *Agricultural Water Management* 68, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.03.003>
- [5] Hetherington AM, Woodward FI (2003) The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature* 424: 901–908. DOI: 10.1038/nature01843
- [6] M'hamdi O, Égei M, Pék Z, Takács S (2023) Eltérő vízellátottsági szintek hatása az ipari paradicsom gyökérzetére. *Kertgazdaság* 55, 50-64.
- [7] Morison JIL, Baker NR, Mullineaux PM and Davies WJ (2008) Improving water use in crop production. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 363, 639–658. DOI:10.1098/rstb.2007.2175
- [8] Tóthné-Taskovics Zs, Palkovics A, Váradi Gy, Magyar Á, Kovács A (2021) Paradicsom fajtatípusok fotoszintézis intenzitásának összehasonlító vizsgálata. *Gradus* (2064-8014): 8 (1) pp. 45-51. <https://doi.org/10.47833/2021.1.AGR.007>
- [9] Váradi Gy, Tóthné Taskovics Zs, Kovács A, Magyar Á, Hüvely A (2023) A fotoszintetikus aktivitás őszi csökkenése három paradicsom és egy paprika hibrid leveleiben. *Gradus* 10(1) p6. DOI: 10.47833/2023.1.AGR.004
- [10] Yu GR, Zhuang J, Nakayama K and Jin Y (2007) Root water uptake and profile soil water as affected by vertical root distribution. *Plant Ecology*, 189: 15–30. DOI: 10.1007/S11258-006-9163-Y.