

# KERTGAZDASÁG HORTICULTURE

55. évfolyam 1. szám – 2023. MÁRCIUS



› Sajmeggy klónalanyok értékelése intenzív cseresznyeültetvényben

› Homoktövis termékek fizikokémia jellemzőinek és magolaj-összetételének értékelése

› Eltérő vízellátottsági szintek hatása az ipari paradicsom gyökérzetére

› Regulátorok hatásának vizsgálata az őszi étkezési mák fagyttűrő képességére és termelésére



**1. KÉP:**

A kísérleti ültetvény Carmen és Paulus sor



**2. KÉP:**

A Carmen sor nyári metszés után, mellette a Paulus



**3. KÉP:**

Carmen fák balra SM11/4, jobbra Bogdány alanyon



**4. KÉP:**

Rita fák MaxMa 14 és Magyar alanyon

# Kertgazdaság

# Horticulture

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus  
és az Agrárminisztérium tudományos folyóirata  
Scientific Quarterly of Hungarian University of Agricultural  
and Life Science, Buda Campus and Ministry of Agriculture,  
Budapest, Hungary

Megjelenik negyedévenként  
ISSN száma: 1419-2713



**Főszerkesztő (Editor-in-chief)**

HROTÓ KÁROLY

Technikai szerkesztő:

FICZEK GITTA

**Rovatvezetők**

HAJDU EDIT (szőlő-bor), PLUHÁR ZSUZSANNA (gyógynövény), SZALAY LÁSZLÓ (gyümölcs), TERBE ISTVÁN (zöldség), TILLYNÉ MÁNDY ANDREA (dísznövény)

**Szerkesztőbizottság (Editorial board)**

**Elnök:** BERNÁTH JENŐ, **tagok:** APÁTI FERENC, BARANEC TIBOR, DEÁK TAMÁS, FAZAKAS CSABA, FÁRI MIKLÓS GÁBOR, HEGEDŰS ATTILA, HELYES LAJOS, HESZKY LÁSZLÓ, HONFI PÉTER, LADÁNYI MÁRTA, LAKATOS TAMÁS, LÉVAI PÉTER, NEMESKÉRI ESZTER, NYITRAINÉ SÁRDY DIÁNA, OMBÓDI ATTILA, PÉNZES BÉLA, SZABÓ ANNA, TÓTH MAGDOLNA, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA, a HERMAN OTTÓ INTÉZET NONPROFIT KFT. KÉPVISELETÉBEN BOZZAY PÉTER és DZSUDZSÁK SZILVIA

Angol nyelvi lektor: SZABÓ ANNA

**KIADÓ**

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 1223 Budapest, Park utca 2.

Felelős kiadó: BOZZAY PÉTER

Tel.: 06-1-362-8100

A folyóiratra előfizethet az ország bármely postáján, valamint a kiadványokat kézbesítőknél,

E-mail: [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu) Előfizetési díj: 6800 Ft, egyes szám ára: 1700 Ft

További információ: 06-80-444-444.

Előfizetés és hirdetésfelvétel a Kiadónál: 06-1-362-8130

E-mail: [info@agrарlapok.hu](mailto:info@agrарlapok.hu)

[www.agrарlapok.hu](http://www.agrарlapok.hu)

Minden jog fenntartva! A lapból értesítéseket átvenni csak a Kertgazdaságra való hivatkozással szabad.

**SZERKESZTŐSÉG**

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyletem, Budai Campus

1118 Budapest, Villányi út 29-43. K épület földszint 15.

Telefon: +36 – 1- 3057460 (Hrotó Károly)

E-mail: [kertgazdasag@uni-mate.hu](mailto:kertgazdasag@uni-mate.hu)

<https://budaicampus.uni-mate.hu> (Tudomány, Kertgazdaság)

Nyomja: Zemplén-Vektor Kft.

3900 Szerencs, Csalogány köz 5.

Csak hiánytalan kéziratokat tudunk elfogadni! Kéziratot nem őrzünk meg és nem küldünk vissza!

**A folyóirat az Agrárminisztérium támogatásával jelenik meg (Sponsored by Ministry of Agriculture).**

**Alapítva 1968**



## Sajmeggy klónalanyok értékelése intenzív cseresznyeültetvényben

HROTKÓ KÁROLY<sup>1\*</sup>, CSIGAI KRISZTINA<sup>2</sup>, MAGYAR LAJOS<sup>1</sup>, FICZEK GITTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, TTDI,  
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

<sup>2</sup> Győr-Moson-Sopron Vármegyei Önkormányzat

<sup>3</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet,  
Gyümölcssteresztési Tanszék

E-mail: Hrotko.Karoly@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A klímaváltozás hatásai, valamint a cseresznyetermesztés egyre inkább keletre tolódása miatt a szárazságtűrő és meszes talajokat elviselő sajmeggy (*Prunus mahaleb* L.) jelentősége várhatóan nőni fog. A sajmeggy általában erős növekedésű cseresznyealany, de mérsékelt növekedésűek is ismertek, viszont ezek értékelése intenzív ültetvényekben hiányzik. Tanulmányunk a francia SL 64, a magyar Bogdány, Magyar, SM 11/4 és az amerikai hibrid MaxMa 14 intenzív ültetvényben történő értékeléséről számol be. A 'Carmen', 'Vera', 'Paulus' és 'Rita' cseresznyefajtákat értékeltük az előbbi alanyokon 5 x 1,6 m térállásban, magyar cseresznyeorsó művelési rendszerben. A Bogdány, az SL 64 és az SM 11/4 alanyok erős növekedésűnek bizonyultak, míg a Magyar és MaxMa 14 középerős növekedést mutatott 80%-os növekedési eréllyel. Nagy halmozott terméshozamot adtak a 'Carmen', 'Vera' és 'Rita' fajták Magyar és MaxMa 14 alanyon, míg a 'Paulus' a Bogdány alanyon adta a legnagyobb terméshozamot. A 'Carmen' és a 'Paulus' a Bogdány alanyon, a 'Vera' a Magyar és MaxMa 14 alanyon, míg a 'Rita' a MaxMa 14 alanyon mutatott korábbi termőre fordulást a kontroll SL 64-hez viszonyítva. Említésre méltó megfigyelés, hogy a fák a Magyar és Bogdány alanyon gazdag és nagy szögben álló elágazódást mutattak és kiváló volt a gyümölcsméretük is. Következtetésünk, hogy a Magyar és Bogdány alanyok, valamint a MaxMa 14 jól illeszkednek a magyar cseresznyeorsó intenzív művelési rendszerbe 1250 fa ha<sup>-1</sup> tőszámmal.

**Kulcsszavak:** elágazódás, gyümölcsminőség, halmozott terméshozam, növekedési erély, termőre fordulás

## Bevezetés

Magyarországon a sajmeggy általánosan használt cseresznye- és meggyalany, a meggyfajták 95-98%-át, a cseresznyefajták mintegy 70-80%-át szemzik erre a hazai faiskolák (Hrotkó és tsai 2006). Franciaországtól Törökországig a déli-, délkelet-európai országokban egyaránt elterjedt (Moreno et al. 2001; Robinson 2005; Sotirov 2005; Ercisli et al. 2006; Ganji és Khalighi 2006; Iglesias és Peris 2008; Hrotkó 2016; Tabakov et al. 2020), de Kína északi tartományaiiban is terjedőben van (Cai et al. 2019). Az USA cseresznyeültetvényeinek egyik legfontosabb alanya, Kaliforniában a forró nyarak miatt előnyben részesítik. A sajmeggy kellően télálló, gyökerei nagyobb hideget viselnek el, mint a vadcsesznye (Perry 1987). Szárazságtűrő, igen mélyen gyökeresedik. Talajban nem válogatós, a könnyű, száraz talajokon is jól díszlik, a túl nedves, kötött, levegőtlen talajokat azonban kevésbé viseli el, mint a vadcsesznye vagy a meggy. Jól alkalmazkodik a talaj magas mésztartalmához és pH-jához (pH 8,5), savanyú talajon meszeztést igényel. A faiskolában a levéltetveken, a blumeriellás levélfoltosságon kívül alig van kártevője vagy kórokozója, a gyökérgolyva is csak alig fertőzi. Csonthéjasok után telepítve a talajuntságra nem érzékeny (Perry 1987).

A klímaváltozás hatásainak következtében egyre több cseresznyetermesztő területen kell számolni hosszan tartó nyári hóhullámokkal, amelyhez a sajmeggy alanyú fák alkalmazkodnak a legjobban. A szedés kézi munkaigénye miatt a termesztés nagy része átkerül olyan közép- és kelet-ázsiai régiókba (Törökország, Üzbegisztán, Irán, Kína), ahol eddig is a forró száraz nyarak voltak meghatározóak. Egy újabb tényezővel is számolnunk kell: az elmúlt 20-25 évben a GiSelA alanyokon telepített ültetvényeket folyamatosan cserélni kell, s ha a termesztő nem tud szűz területet igénybe venni, az újratelepítési betegségeket a sajmeggy alanyok viselik el a legjobban. Ez utóbbi tulajdonsága miatt újratelepített ültetvényekben egyre inkább nőni fog a jelentősége (Usenik és Fajt 2019). A klónalanyok fontos tulajdonsága, hogy a korábban divatos alanyokhoz hasonlóan homogén növényállományt biztosítanak a magoncalanyokkal szemben.

A cseresznye- és meggyfák mérete sajmeggy alanyon igen különböző lehet, a hibrid magonconkon igen erős, nagy fákat kapunk, míg az ivartalanul szaporított klónalanyokon a nemes fajták növekedése mérsékeltebb, az alanytól függően közép-erősőtől az erősig terjed. A nemes fajták sajmeggy alanyokon korábban fordulnak termőre és rajta a fák fajlagos termőképessége nagyobb, mint a vadcsesznyén. A klónalanyok zöménél ismert, és általában jó az összeférhetőség a nemes fajtákkal (Perry 1987). A legismertebb sajmeggy klónalany az SL 64, Franciaországban szelektálták (Claverie 1996), a spanyol cseresznyetermesztés egyik legfontosabb alanya (Moreno et al. 2001; Iglesias és Peris 2008). Erős növekedésű, ideális alanya a spanyol bokor koronaformának, kiváló gyümölcsméretet eredményez a törpítő hatású alanyokhoz viszonyítva (Cantín et al. 2010; Font i Forcada et al. 2017; Tabakov et al. 2020). A MaxMa 14 fajhibrid alany (Westwood 1978) a hazai értékelések szerint közép-erős növekedésű (Hrotkó et al. 1999), ezen az alanyon a gyümölcsméret kisebb (Simon et al. 2004; Lopez-Ortega et al. 2016; Balducci et al. 2019), megfigyeléseink szerint az elágazások szögállása kisebb lesz (Hrotkó 2004). Az utóbbi időben Kaliforniában (Lang 2006) és Bulgáriában (Sotirov 2012, 2020; Sotirov és Dimitrova 2022) szelektáltak növekedést mérséklő sajmeggy klónokat, de ezek intenzív ültetvényekben történő értékeléséről nincs információnk.

Az egykori Faiskolai Termesztési Tanszék gyűjteményében található magtermő fák hajtásdugványozással történő szaporításának kidolgozása (Hrotkó 1982) után kezdődött meg a hazai klónok

gyümölcsstermesztési értékének vizsgálata (Hrotkó et al. 2009; Bujdosó és Hrotkó 2019). A sajmeggy nem törpe alany, az eddigi eredmények legfeljebb 30–40%-os méretcsökkentés lehetőségét igazolják, ami a középerős növekedési erélynek felel meg. Az intenzív ültetvények koronaalakításával kapcsolatos újabb felismerések (Hrotkó et al. 2009; Hrotkó 2010) alapján magas mérsz tartalom és pH mellett, száraz és nagy nyári hősséggel jellemezhető termőhelyeken a sajmeggy alanyok a legalkalmasabbak intenzív ültetvények létesítésére. A sajmeggy alanyon a termőre fordulás korán bekövetkezik, s a termőhelyi viszonyokhoz jól alkalmazkodó alanyok a nemes fajták terméshozási tulajdonságait, valamint a gyümölcsméretet kedvezően befolyásolják.

Jelen tanulmányunkban egy nyugat-magyarországi kiváló termőhelyen telepített kísérleti ültetvény eredményeiről számolunk be, ahol a magyar sajmeggy klónalanyokat a legelterjedtebb francia SL 64 sajmeggy klónnal és az amerikai származású MaxMa 14 sajmeggy hibriddel hasonlítottuk össze.

### Anyag és módszer

A kísérletben négy cseresznyefajtát ('Rita', 'Carmen', 'Vera', és 'Paulus') vizsgáltunk öt különböző alanyon. A fákat 10 cm magasságban szemeztük a talajszint felett. Az alanyok az egykori Kertészeti Egyetemen szelektált sajmeggy (*Prunus mahaleb* L.) klónok közül a 'Bogdány', 'Magyar' és az SM 11/4 (Hrotkó 2004; Hrotkó és Magyar 2004) voltak. Kontrollként a francia eredetű SL 64 (Claverie 1996) szerepelt, összehasonlítás céljával az amerikai MaxMa 14 sajmeggy hibridet telepítettük (Westwood 1978). A fákat véletlen blokk elrendezésben ültettük, három fa alkotott egy parcellát, ötszörös ismétlésben, vagyis 15 fa szerepelt a vizsgálatokban. A nemes fajtákat egy sorban telepítettük, a soron belül az alany-nemes kombinációk véletlen elrendezésben voltak. A fákat 2015 tavaszán telepítettük, 5 x 1,6 m sor- és tőtávolságra, a magyar cseresznyeorsó (Hrotkó 2010) elveinek megfelelően a telepítést követően nem metszettük, a következő év tavaszától csak a túl erős, felfelé törő vesszőket, gallyakat vágtuk vissza, alkalmazva a Brunner-féle felsőrügyes metszés elveit. A fákat az ötödik nyáron 4,5 m magasságban tetejeztük. Az ültetvény 2022 tavaszáig öntözetlen körülmények között nevelkedett.

1. ábra. A vizsgálatban szereplő cseresznyefajták: (a) 'Carmen'; (b) 'Vera'; (c) 'Paulus'; (d) 'Rita'.

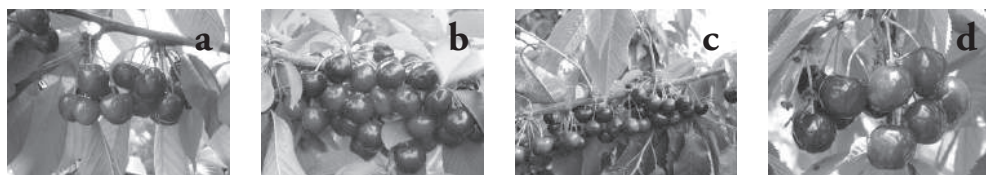


Figure 1. The tested cherry varieties

A vizsgált fajták közül a 'Carmen' önmeddő, középerős, felfelé törő növekedésű közepes vagy jó termőképességgel, a 'Vera' önmeddő, középerős, de szétterülőbb növekedésű jó termőképességgel. A 'Paulus' középerős növekedésű, öntermékeny, kiváló termőképességgel míg az igen korai 'Rita' önmeddő, középerős növekedésű csüngő hajtásrendszerrel, közepes termőképességgel (Apostol

2003, 2008; Quero-García et al. 2017). A fajták tulajdonságairól a nemesítői leírásokon kívül kevés összehasonlító értékelésből származó adat áll rendelkezésre (Bujdosó et al. 2019). Az ültetvény Ravaszd községben található a szőlőhegyi kertekben (47°52'29.55" N 17°74'39.12" E) 225 m tengerszint feletti magasságon, egy D-DNY irányú enyhe lejtőn. A talaj agyagbemosódásos barna erdőtalaj, közel semleges kémhatással (pH (KCl)=7,15), a felső 60 cm-es rétegben az aktív mésztartalom 4,3%, a humusz tartalma 2,41%.

A termőhely fontosabb meteorológiai adatait az 1. táblázat tartalmazza (KSH.hu). Az ültetvény 8 évében az átlaghőmérséklet és a napsütéses órák száma emelkedő tendenciájú volt az elmúlt 50 év átlagához viszonyítva, míg az éves csapadékösszeg és az esős napok száma csökkent. A 2022-es év rendkívül száraz volt, a csapadék az év első felében összesen 116 mm volt, 46%-a az elmúlt 30 év átlagához (253 mm) viszonyítva (1. táblázat). Május - június hónapokban pótlólagos 90 mm-nek megfelelő öntözést biztosítottak a 2022-ben kiépített csepegtető rendszerrel.

*1. táblázat.* Meteorológiai adatok az ültetvény vizsgált éveinek átlagában 2015–2018 között (KSH.hu)

mutatók	érték
éves átlaghőmérséklet	11,8 °C
átlaghőmérséklet a vegetációs időszakban (IV – IX)	18,4 °C
éves átlagos csapadék	595 mm
esős napok száma	119
évi napsütéses órák száma	2161

*Table 1.* Meteorological data during the data collection 2015 – 2018 (KSH.hu)

Mértük a fák törzskörméretét 50 cm magasságban, a korona kiterjedését a sor irányában és arra merőlegesen, valamint a korona magasságát. Ezekből az adatokból a következő növekedési mutatókat számoltuk:

- törzskeresztmetszet területe,  $TkT \text{ cm}^2 = \frac{1}{2} \text{ törzsátmérő}^2 * \pi$ ;
- koronavetület területe  $\text{m}^2$ ,  $KT = (\frac{1}{4} (\text{korona hossza} + \text{korona szélessége}))^2 * \pi$ ;

A fák 2017-ben, az ültetvény harmadik évében kezdtek teremni. A terméshozam adatok felvételezése a következőképpen történt: fajta – alany kombinációnként kiválasztottunk három jellemző mintafát, amelyeken a termés szedése után lemértük a hozamot, majd ezekhez viszonyítva becsültük a többi fa hozamát. A szedés során minden egyes fajta – alany kombináció fájáról 100 gyümölcsből álló átlagmintát szedtünk a laboratóriumi vizsgálatokhoz, amelyet a Gyümölcsstermesztési Tanszék laboratóriumában végeztünk.

A fák halmozott terméseként (HT,  $\text{kg fa}^{-1}$ ) a 2017 és 2022 közötti évek hozamát mutatjuk be a 2020 év kivételével. Ebben az évben ugyanis olyan súlyos fagykár érte az ültetvényt virágzásban,



hogy csak néhány gyümölcs képződött a fákon, ennek az évnek az adatait nem mértük fel, így a halmozott termés csak öt év adatait tartalmazza. A HT adatokból fajlagos halmozott termés (FHT) mutatót számítottunk az utolsó törzskeresztmetszet területéhez (cm<sup>2</sup>) viszonyítva (kg cm<sup>-2</sup>). A termőre fordulás koraiságának értékelésére az első három termő év (2017-2019) halmozott termését vizsgáltuk.

A gyümölcs minőségi mutatókat a teljes termést adó 2022-ben vizsgáltuk három fajtán, az igen korai 'Rita' kivételével, ahol technikai okok miatt nem sikerült mintát szednünk. Az átlagos gyümölcssúlyt és mag súlyt 5x10 gyümölcs lemérésével határoztuk meg digitális mérlegen (KPZ-2-05-4/6000, Klaus-Peter Zander GmbH, Hamburg, Németország). A húskeménységet fajta – alany kombinációként 10-10 gyümölcsön a CT3 Brookfield Texture Analyzer (Brookfield Engineering Laboratories, USA) segítségével mértük a TA-RT-KIT baseboard használatával (TA 9 pin probe body, test type: TPA, target type: distance, trigger load: 4,0 g, test speed: 1 mm/s, target value: 10,0 mm). Az adatok kiértékeléséhez TexturePro CT V1.2 Build 9. Software (Brookfield Engineering Lab., USA) szoftvert használtuk. A gyümölcsök levének oldható szárazanyag-tartalmát (°Brix, g 100 g<sup>-1</sup>) az ATAGO Palette PR-10 (Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan) digitális refraktométerrel mértük a Codex Alimentarius 3-1-558/93 előírásai szerint. A gyümölcsle titrálható savtartalmát a MSZ EN 12147:1998 szabvány szerint határoztuk meg (m/m%) almasav egyenértékben. Az érettségi indexet jellemző cukor/sav arányt (Cantín et al. 2010) a °Brix/sav arányként adtuk meg.

Az adatokat a PASW 18 statisztikai program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) használatával értékeltük, mindkét tényezőre (fajta és alany) varianciaanalízist végeztünk. Ahol az F-érték szignifikanciát igazolt, a vizsgált változók (TkT, KT, HT, HFT, gyümölcstömeg, magtömeg, °Brix, tirálható savtartalom és húskeménység) átlagait a Tukey-féle homogenitás vizsgálattal különítettük el p≤0,05 szinten.

## Eredmények

### A fák túlélési arányai

A telepített 15 egyedből 1-1 fa pusztult ki a 'Vera' fajta fáiból az SL 64, MaxMa 14 és Magyar alanyokon, míg 3 fa a Bogdány alanyon. A 'Rita' fáiból a Magyar és a MaxMa 14 alanyon egy fa, az SL 64 alanyon két fa pusztult ki, míg az összes többi alany-nemes kombináció fáit mind éltek és egészségesek voltak.

### A fák növekedése

A statisztikai analízis a törzskeresztmetszet területére (TkT) vonatkozóan a fajták között nem, a különböző alanyú fák között azonban szignifikáns különbségeket igazolt ([2. táblázat](#)). A kontroll SL 64-hez viszonyítva a törzskeresztmetszet területe (TkT) nagyobb volt a 'Carmen' Bogdány alanyú, a 'Paulus' SM 11/4 alanyú, valamint a 'Rita' Bogdány és SM 11/4 alanyú fáin. Minden fajta esetében a MaxMa 14 alanyú fák törzsvastagsága szignifikánsan kisebb volt a kontrollhoz viszonyítva.

2. táblázat. A fák 2020-ban mért törzskeresztmetszet területének (TkT, cm<sup>2</sup>) és a 2018-ban mért korona területének (KT, m<sup>2</sup>) alakulása

Alany	Carmen		Vera		Paulus		Rita									
	TkT cm <sup>2</sup>	KT m <sup>2</sup>	TkT cm <sup>2</sup>	KT m <sup>2</sup>	TkT cm <sup>2</sup>	KT m <sup>2</sup>	TkT cm <sup>2</sup>	KT m <sup>2</sup>								
Bogdány	119,8	c	2,8	a	114,0	b	3,3	a	105,7	b	3,2	a	123,9	c	3,5	a
Magyar	98,8	b	2,5	a	92,4	a	3,0	a	113,8	b	3,3	a	107,2	b	3,5	a
MaxMa 14	80,1	a	2,5	a	93,4	a	3,0	a	93,4	a	2,9	a	86,2	a	3,3	a
SL 64	102,7	b	2,2	a	105,3	ab	1,9	a	116,2	b	2,9	a	109,3	b	3,1	a
SM 11/4	107,3	bc	2,4	a	106,3	ab	2,1	a	131,6	c	2,9	a	124,1	c	3,0	a
átlag	101,7	A	2,5	A	102,3	A	2,7	AB	112,1	A	3,4	BC	110,2	A	3,3	C

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 2. Growth parameters of trees: TCSA (TkT, cm<sup>2</sup>) in 2020 and canopy area (KT, m<sup>2</sup>) in 2018

A legnagyobb TkT értéket mutató alanyokhoz ('Carmen' és 'Vera' Bogdány alanyon, 'Paulus' és 'Rita' SM 11/4 alanyon) viszonyítva a Magyar alanyú fák szignifikánsan kisebb TkT-értéket mutattak. A fák növekedési tendenciája hasonló volt minden évben, noha a különbségek 2018-ban és 2020-ban lettek szembetűnőek (1. ábra).

A koronavetület területe a 'Carmen' és 'Vera' fákön (2,5 and 2,7 m<sup>2</sup>) kisebb volt a 'Paulus' (3,4 m<sup>2</sup>) és a 'Rita' (3,3 m<sup>2</sup>) fajtához viszonyítva (2. táblázat). Az egyes fajták különböző alanyú fái között 2018-ban már nem tudtunk kimutatni szignifikáns különbségeket.

2. ábra. A fák törzskeresztmetszetének (TkT) növekedése 2015 és 2020 között

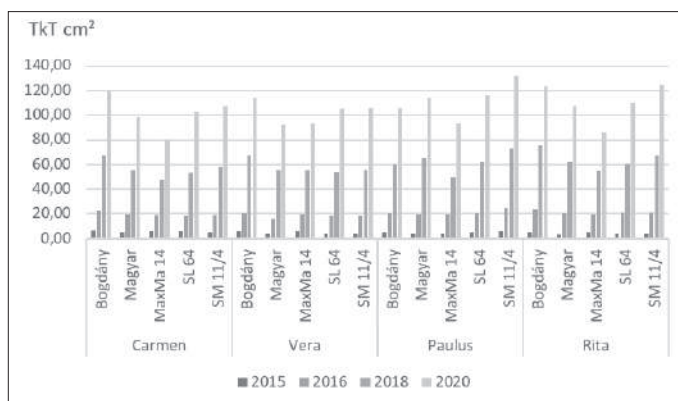


Figure 2. Growth of TCSA between 2015-2020

### A halmozott terméshozam alakulása 2017 – 2022 (kg fa<sup>-1</sup>)

A statisztika elemzés szignifikáns különbségeket igazolt a fák halmozott terméshozamában (kg fa<sup>-1</sup>), az eredményeket a 3. táblázatban közöljük. A 'Carmen' és a 'Vera' halmozott terméshozama (38,52 és 36,64 kg fa<sup>-1</sup>) jelentősen meghaladta a 'Paulus' (19,84 kg fa<sup>-1</sup>) és a Rita (22,42 kg fa<sup>-1</sup>) hozamát.

A 'Carmen' fák a legmagasabb halmozott termést (38,63 – 43,3 kg fa<sup>-1</sup>) a MaxMa 14, Magyar és Bogdány alanyokon adták, szignifikánsan meghaladva a kontroll SL 64 és az SM 11/4 alanyt. A 'Vera' a legnagyobb halmozott termését a Magyar (39,5 kg fa<sup>-1</sup>) és a MaxMa 14 (42,04 kg fa<sup>-1</sup>) alanyokon adta, jelentősen meghaladva a kontroll SL 64 alanyú fákat. A 'Paulus' fák legnagyobb halmozott termést a Bogdány alanyon (35,68 kg fa<sup>-1</sup>) adták, amelyet a Magyar alanyúak követtek, a kontroll SL 64 (13,52 kg fa<sup>-1</sup>) jelentősen alattuk maradt. A 'Rita' fák halmozott terméshozama a legnagyobb a MaxMa 14 és Magyar (26,84 és 25,17 kg fa<sup>-1</sup>) alanyokon volt szignifikáns különbség nélkül, hozamuk jelentősen meghaladta a kontroll SL 64 alanyú fákat.

3. táblázat. A fák halmozott terméshozama 2017 – 2022 között (kg fa<sup>-1</sup>)

Alany	Carmen		Vera		Paulus		Rita	
Bogdány	38,63	bc	30,42	a	35,68	c	21,37	a
Magyar	42,68	c	39,50	bc	20,38	b	25,17	b
MaxMa 14	43,30	c	42,04	c	16,66	a	26,84	b
SL 64	33,36	a	34,72	ab	13,52	a	18,78	a
SM 11/4	34,63	ab	36,55	b	12,94	a	19,87	a
átlag	38,52	B	36,64	B	19,84	A	22,42	A

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 3. Cumulative yield of trees 2017 – 2022 (kg tree<sup>-1</sup>)

### A fajlagos halmozott terméshozam (FHT) alakulása

A statisztikai elemzés a törzskeresztmetszethez viszonyított fajlagos terméshozam index (FHT, kg cm<sup>-2</sup>) szignifikáns különbségeket igazolt, az eredményeket a 4. táblázatban közöljük. A fajták közül legmagasabb fajlagos terméshozam indexet mutatott a 'Carmen' (0,40 kg cm<sup>-2</sup>), ezt követte a 'Vera' (0,37 kg cm<sup>-2</sup>), míg szignifikánsan alacsonyabb fajlagos terméshozam indexet kaptunk a 'Paulus' (0,18 kg cm<sup>-2</sup>) és a 'Rita' (0,21 kg cm<sup>-2</sup>) fákban. A 'Carmen' fák a legmagasabb fajlagos terméshozam indexet mutattak a Magyar alanyon, amelyet számottevően alacsonyabb indexszel követett a MaxMa 14 és az SM 11/4, az SL 64 és a Bogdány. A 'Vera' fák fajlagos halmozott terméshozam indexe legmagasabb volt a MaxMa 14 és Magyar alanyokon jelentős különbség nélkül, ezeket követte az SM 11/4 és az SL 64, míg a legkisebb indexet a Bogdány alanyon kaptunk. A 'Paulus' fák legmagasabb fajlagos halmozott terméshozam indexet a Bogdány alanyon mutattak, amit a Magyar és a Maxma követett. Legkisebb mutatót a kontroll SL 64 és SM 11/4 alanyon kaptunk. A 'Rita' fái legmagasabb produktivitási indexet mutattak a MaxMa 14 alanyon, amelyet a Magyar követett, míg szignifikánsan alacsonyabb a fajlagos halmozott terméshozam indexe a Bogdány, az SL 64 és az SM 11/4 alanyú fákban.

4. táblázat. A fajlagos halmozott terméshozam index (FHT) alakulása ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) a különböző alanyú fákon

Alany	Carmen		Vera		Paulus		Rita	
Bogdány	0,32	a	0,27	a	0,34	c	0,17	a
Magyar	0,54	c	0,43	c	0,18	b	0,24	b
MaxMa 14	0,43	b	0,46	c	0,18	b	0,31	c
SL 64	0,32	a	0,33	ab	0,12	a	0,17	a
SM 11/4	0,39	ab	0,35	b	0,10	a	0,16	a
átlag	0,40	B	0,37	B	0,18	A	0,21	A

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 4. The calculated YE of trees related to TCSA ( $\text{kg cm}^{-2}$ )

#### A fák terméshozásának alakulása 2017-2022 között

Az első termést a fák a harmadik évben adták, minden évben szignifikáns különbségekkel az egyes alanyok között (3. ábra). Az ültetvényt 2020-ban súlyos virágfagykár érte, a fákon alig maradt gyümölcs, így ennek az évnek a termésadatait nem közöljük.

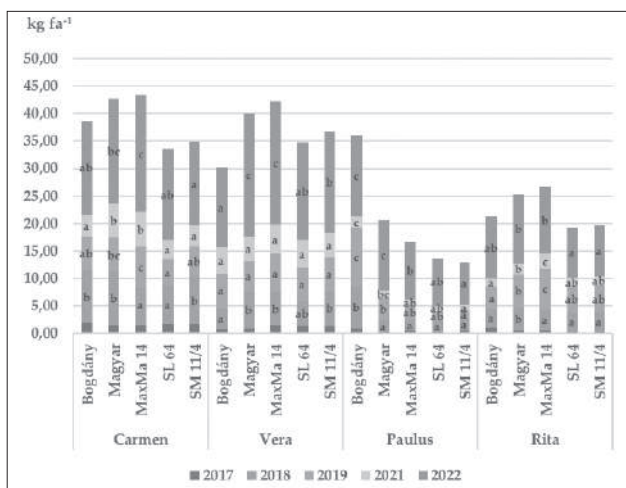
#### A termőre fordulás koraisága

Az első három termő év halmozott termés adatait külön kiértékeljük a fák termőre fordulásának bemutatására. A statisztikai elemzés mind a fajtákra, mind az alanyokra vonatkozóan szignifikáns különbségeket igazolt.

Az első három termő év halmozott termése (5. táblázat) a 'Carmen' fákon ( $20,02 \text{ kg fa}^{-1}$ ) volt a legnagyobb, szignifikánsan kisebb hozammal követte a 'Vera' ( $13,07 \text{ kg fa}^{-1}$ ), míg legkisebb termést kaptuk a 'Paulus' és a 'Rita' fajtákon ( $7,82$  és  $6,46 \text{ kg fa}^{-1}$ ). A 'Carmen' fái a Bogdány alanyon adták a legnagyobb kezdő termést, szignifikánsan meghaladva a kontroll SL 64 alanyúakat, míg a Magyar, SM 11/4 és MaxMa 14 alanyúak közbülső értékeket mutattak. A 'Vera' fák az első három évben legnagyobb terméshozamot a Magyar alanyon adták, szignifikánsan nagyobbat az SL 64-hez viszonyítva, míg a MaxMa 14, SM 11/4 és Bogdány a kettő közötti értékeket adott.

A 'Paulus' fái a Bogdány alanyon kiemelkedő termést adtak az első három évben, jelentősen meghaladva a többi alanyú fát. A 'Rita' az első három évben a MaxMa 14 alanyon adta a legnagyobb termést, szignifikáns különbség nélkül a Magyar és Bogdány alanyúakhoz viszonyítva, viszont jóval alacsonyabb volt a termése az SL 64 és SM 11/4 alanyú fákhoz.

## 3. ábra. A terméshozam alakulása 2017-2022 között

Figure 3. Cropping of trees from the third to sixth leaf of trees (kg tree<sup>-1</sup>; 2017 to 2022)5. táblázat. Az első három termőév (2017-2019) halmozott termése (kg fa<sup>-1</sup>)

Alany	Carmen		Vera		Paulus		Rita	
Bogdány	22,79	b	12,31	ab	19,17	b	6,31	ab
Magyar	21,17	ab	15,00	b	6,46	a	6,73	ab
MaxMa 14	18,24	ab	14,50	b	5,16	a	8,49	b
SL 64	17,88	a	10,68	a	4,10	a	5,38	a
SM 11/4	20,01	ab	12,85	ab	4,20	a	5,41	a
átlag	20,02	C	13,07	B	7,82	A	6,46	A

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 5. Cumulative yield of trees (kg tree<sup>-1</sup>) in the first three cropping years (2017-2019)**A fák termőképessége a teljes termést adó 2022. évben**

A teljes termő évek közül 2022-ben kaptunk olyan terméshozamot, amelyet fagykár nem rontott, s a kiépített csepegtető öntözés segített kiküszöbölni a rendkívül száraz évszázad kedvezőtlen hatását. A 6. táblázat ennek az egy évnek a terméshozamát mutatja be a fánkénti termést megadva, s ebből a hektáronkénti termést 1250 fa ha<sup>-1</sup> ültetvénysűrűséggel számolva. A 'Carmen' és a 'Vera' terméshozama (17,8 és 19,2 kg fa<sup>-1</sup>) szignifikánsan meghaladta a 'Paulus' és a 'Rita' (10,9 és 11,1 kg fa<sup>-1</sup>) terméshozamát (6. táblázat).



## 6. táblázat. A fák potenciális termőképessége a 2022-es teljes termést adó évben

alany	Carmen		Vera		Paulus		Rita					
	kg fa <sup>-1</sup>	t/ha	kg fa <sup>-1</sup>	t/ha	kg fa <sup>-1</sup>	t/ha	kg fa <sup>-1</sup>	t/ha				
Bogdány	17,0	ab	21,2	14,7	a	18,4	14,7	c	18,4	11,3	ab	14,2
Magyar	19,0	bc	23,8	22,4	c	28,0	12,7	c	15,9	12,6	b	15,7
MaxMa 14	21,3	c	26,7	22,5	c	28,2	10,5	b	13,1	12,4	b	15,5
SL 64	16,6	ab	20,8	17,9	ab	22,4	8,7	ab	10,8	9,1	a	11,4
SM 11/4	15,3	a	19,1	18,4	b	23,0	7,8	a	9,8	9,3	a	11,7
átlag	17,8	B	22,3	19,2	B	24,0	10,9	A	13,6	11,0	A	13,7

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 6. Calculated cropping capacity of trees in 2022 (full crop year; kg tree<sup>-1</sup>; t ha<sup>-1</sup>)

A 'Carmen' fák MaxMa 14 alanyon szignifikánsan nagyobb termést adtak a kontroll SL 64-hez viszonyítva, a Magyar és Bogdány alanyú fák az előző két alany közötti értéket mutattak, míg az SM 11/4 jelentősen kisebb termést adott. A 'Vera' fák MaxMa 14 és Magyar alanyon adták a legnagyobb termést szignifikáns különbség nélkül, a többi alanyon a 'Vera' terméshozama jelentősen alattuk maradt. A 'Paulus' fák a Bogdány és Magyar alanyokon adták a legnagyobb termést a többi alanyt szignifikánsan meghaladó mértékben. A 'Rita' a Magyar alanyon adta a legnagyobb termést, ezt követték a Bogdány és MaxMa 14 alanyú fák, míg a többi alanyon a terméshozam szignifikánsan alacsonyabb volt.

### A gyümölcs minőségi mutatók alakulása 2022-ben

Technikai okok miatt csak a 'Carmen', 'Vera' és 'Paulus' gyümölcsöknek laboratóriumi vizsgálatát tudtuk elvégezni.

A legnagyobb gyümölcstömeget (GYT) a 'Carmen' esetében mértünk (10,74 g), a két másik fajtán szignifikánsan kisebb gyümölcstömeget kaptunk. A 'Carmen' és 'Vera' különböző alanyú fain a GYT nem mutatott szignifikáns eltérést, míg a 'Paulus' SL 64 alanyú fain a gyümölcsök nagyobbak voltak a Bogdány és Magyar alanyúakhoz viszonyítva. Az átlagos magtömegben (MT) a 'Carmen' (0,7 g) és a 'Vera' (0,55 g) gyümölcsői között szignifikáns volt a különbség. A fajtákon belül csak a 'Vera' esetében találtunk különbséget az egyes alanyú fák gyümölcsői között (Magyar 0,52 g és Bogdány 0,58 g), a többi fajtánál az alanyok között szignifikáns különbség nem volt.

A vízdoldható szárazanyag tartalmában (°Brix) a 'Carmen' szignifikánsan magasabb értéket adott a 'Vera' fajtához viszonyítva. A 'Carmen' gyümölcsői magasabb °Brix értéket mutattak a MaxMa 14 alanyon az SL 64, Magyar és SM 11/4 alanyhoz viszonyítva. A 'Vera' gyümölcsői alacsonyabb °Brix értéket mutattak a MaxMa 14 alanyon az SL 64 és Bogdány alanyú fákhoz viszonyítva. A 'Paulus' gyümölcsökének °Brix értékei Bogdány, MaxMa 14 és SL64 alanyon szignifikánsan magasabbak voltak az SM 11/4 alanyú fákhoz viszonyítva.

7. táblázat. A gyümölcsök minőségi mutatói 2022-ben

Alany	Gyümölcstömeg (g)		Magtömeg (g)		Gyümölcslé szárazanyag (°Brix)		Titrálható sav		Cukor/sav arány		Húskeménység (g)	
<b>'Carmen'</b>												
Bogdány	11,00	a	0,71	a	13,81	ab	0,66	a	21,0	d	27,7	a
Magyar	11,45	a	0,68	a	13,57	a	0,84	c	16,1	a	29,9	a
MaxMa 14	10,73	a	0,69	a	14,09	b	0,76	b	18,5	c	30,3	a
SL64	10,43	a	0,70	a	13,56	a	0,77	b	17,6	b	29,8	a
SM 11/4	10,11	a	0,72	a	12,33	a	0,65	a	19,0	cd	32,2	a
<i>átlag</i>	<i>10,74</i>	<i>B</i>	<i>0,70</i>	<i>B</i>	<i>13,47</i>	<i>B</i>	<i>0,74</i>	<i>AB</i>	<i>18,4</i>	<i>B</i>	<i>30,2</i>	<i>A</i>
<b>'Vera'</b>												
Bogdány	9,58	a	0,58	b	12,91	b	1,19	c	10,8	a	37,9	a
Magyar	8,03	a	0,52	a	11,03	ab	0,87	ab	12,7	b	26,4	a
MaxMa 14	8,13	a	0,57	ab	11,20	a	0,73	a	15,4	c	34,5	a
SL64	8,80	a	0,53	ab	12,54	b	0,93	b	13,5	bc	25,0	a
SM 11/4	9,61	a	0,57	ab	12,14	ab	0,75	abc	16,2	d	30,1	a
<i>átlag</i>	<i>8,83</i>	<i>A</i>	<i>0,55</i>	<i>A</i>	<i>11,96</i>	<i>A</i>	<i>0,89</i>	<i>b</i>	<i>13,7</i>	<i>A</i>	<i>30,8</i>	<i>A</i>
<b>'Paulus'</b>												
Bogdány	8,07	a	0,52	a	13,91	c	0,53	a	23,7	c	31,5	b
Magyar	7,87	a	0,56	a	12,72	ab	0,63	abc	20,1	ab	25,4	a
MaxMa 14	8,40	ab	0,71	a	13,80	c	0,74	c	18,6	a	31,2	b
SL64	9,47	b	0,57	a	13,59	c	0,73	bc	19,5	ab	32,5	b
SM 11/4	8,73	ab	0,83	a	11,32	a	0,54	a	20,9	b	25,3	a
<i>átlag</i>	<i>8,51</i>	<i>A</i>	<i>0,64</i>	<i>AB</i>	<i>13,07</i>	<i>AB</i>	<i>0,63</i>	<i>A</i>	<i>20,5</i>	<i>B</i>	<i>29,2</i>	<i>A</i>

Megjegyzés: Az átlagokat Tukey-test ( $p < 0,05$ ) segítségével különítettük el. Az eltérő betűk szignifikánsan különböző értékeket jelölnek. A nagybetűk a fajták átlagaira vonatkoznak.

Table 7. Fruit characteristics in 2022 (mean fruit weight; mean stone weight; °Brix; titratable acid; ripening index; fruit firmness)

A gyümölcsök titrálható savtartalma legmagasabb volt a 'Vera' esetében, legalacsonyabb a 'Paulus' gyümölcseiben, míg a 'Carmen' közepes értékeket mutatott. A 'Carmen' gyümölcseiben a legmagasabb savtartalmat mértük a Magyar alanyon, ezt követte a MaxMa 14 és SL 64, míg jelentősen alacsonyabb volt a savtartalma Bogdány és SM 11/4 alanyú fákról szedett gyümölcsöknek. Legmagasabb savtartalom volt a Bogdány alanyú 'Vera' fák gyümölcseiben, míg a legalacsonyabb a MaxMa 14 alanyon. Ezzel szemben a 'Paulus' gyümölcseiben legmagasabb savtartalom volt mérhető a MaxMa 14 és SL 64 alanyokon, legalacsonyabb a Bogdány alanyon.

A cukor/sav arány alacsonyabb volt a 'Vera' gyümölcseiben a 'Carmen' és 'Paulus'-hoz viszonyítva. A 'Carmen' a cukor/sav arány szignifikánsan magasabb volt a Bogdány alanyú fákon a Magyar alanyúakhoz viszonyítva. A 'Vera' gyümölcsei szignifikánsan magasabb cukor/sav arányt mutattak

az SM 11/4 alanyon a Bogdány alanyú fákhoz viszonyítva. A 'Paulus' gyümölcsceinek cukor/sav aránya a Bogdány alanyon volt a legmagasabb, míg a MaxMa 14 alanyon a legalacsonyabb.

A gyümölcsök húskeménységében csak a 'Paulus' gyümölcscei mutattak különbséget, az SL 64, Bogdány és MaxMa 14 alanyon nagyobb húskeménységet mértünk a többi alanyú fa gyümölcsceihez viszonyítva.

### Az eredmények értékelése

Megállapítható, hogy a fák jól növekedtek és fejlődtek a magyar cseresznyeorsó (Hrotkó 2010) nevelési szempontjainak megfelelően. A viszonylag kis számú pusztulás alapján nem látszik inkompatibilitás az alanyok és a fajták között.

A növekedési erélyre vonatkozóan eredményeink megerősítik a korábbi megállapításokat (Hrotkó 2004; Hrotkó et al. 2009; Bujdosó et al. 2019). A fajták között kisebb növekedési különbségeket mértünk a TkT vonatkozásában: a 'Carmen' és 'Rita' fák Bogdány alanyon még a kontroll SL 64-nél is vastagabb törzset neveltek, míg az SM 11/4 alanyú fák a kontroll SL 64 alanyhoz hasonló növekedésűek voltak (2. táblázat).

A kontrollhoz viszonyítva csak a MaxMa 14 alanyú fák törzse volt vékonyabb, ami összhangban van saját hazai (Hrotkó et al. 1999) és külföldi (Moreno et al. 2001; Cantín et al. 2010; Jiménez et al. 2007; Balducci et al. 2019; Tabakov et al. 2020) eredményekkel, megfelel a 80%-os növekedési erélyének. A 'Carmen' és 'Vera' fák a Magyar alanyon szintén 80-82%-os törzsvastagságot eredményeztek, a 'Paulus' és 'Rita' fák pedig 86% növekedési erélyűek voltak, ez megerősíti az alanyokra vonatkozó korábbi vizsgálati eredményeinket (Bujdosó et al. 2019), vagyis a Magyar alany növekedési erélye a MaxMa 14-hez hasonló. Az eredmények alapján a Bogdány erős növekedésű alany, a törzs vastagsága a 'Carmen', 'Vera' és 'Rita' fajtáknál még az SL 64 alanyon álló fákét is meghaladja. A középerős növekedésű MaxMa 14 tekinthető a leggyengébb növekedési erélyűnek (79-82%) a kontrollhoz viszonyítva, hasonló növekedési erélyt mutattak a 'Carmen' és 'Vera' fái (80-82%) a Magyar sajmeggy klónalanyon, míg a kissé erősebb növekedésű fajták ('Paulus' és 'Rita') kissé vastagabb törzset (86%) neveltek.

A fákat a negyedik nyáron tetejeztük 4-4,5 m magasságban, ekkor, 2018-ban a koronavetület területe kitöltötte a tőtávolság (1,6 m) által megszabott teret (2 m<sup>2</sup>). Az ebben az évben mért fajtakülönbségek megerősítik Apostol (2003) információit, miszerint ezek a fajták középerős növekedésűek. Ha a korona és a termőgallyak 25%-os átfedésével számolunk (3,1 m<sup>2</sup> fa<sup>-1</sup>), a 2. táblázatban látható koronaterületi (KT) adatok (2,5–3,4 m<sup>2</sup>) alapján megállapíthatjuk, hogy a fák termőgallyai a 4. évre jól kitöltötték a tőtávolság által megszabott teret, ettől kezdve a metszéssel korlátoztuk a korona kiterjedését. Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált sajmeggy klónalanyokon a fák jól illeszkednek a Magyar cseresznyeorsó követelményeihez.

A halmozott terméshozam eredményei (3. táblázat) megerősítik Bujdosó et al. (2019) véleményét, miszerint a 'Carmen' és 'Vera' jobb termőképességű, mint a 'Paulus' és a 'Rita'. Az alanyok közül a Magyar sajmeggy klón pozitívan befolyásolta mind a négy fajta halmozott terméshozamát, míg a Bogdány klónnál csak a 'Carmen' és a 'Paulus' fajtáknál jelentkezett az alany kedvező hatása. Mindkét alanyon a fák termőképessége jelentősen meghaladta a kontroll SL 64 alanyúakat, a Magyar sajmeggy klónalany pedig a MaxMa 14 alanyhoz hasonló termőképességet eredményezett.

A halmozott terméshozam mellett a gyakorlat számára fontos adat lehet a teljes termőkorban adott terméshozam (6. táblázat). Az ültetvény 2022-ben egy virágfagykártól mentes évben, a nyolcadik nyaras korban adott teljes termést, ahol a fajták terméshozama követte a halmozott termés (2017-2022) tendenciáit. Megállapítható, hogy a Magyar alanyú fák fajtától függően 28-50%-kal magasabb terméshozamot adtak a kontroll SL 64-hez viszonyítva. A Bogdány sajmeggy klónalany a 'Carmen' fákon 16%-kal, míg a 'Paulus' fákon 264%-kal növelte a terméshozamot. Ebben a kiemelkedően jó évben az ültetvény terméshozama (5 x 1,6 m sor- és tőtávolság mellett a következőképp alakult 'Carmen': 19-26 t ha<sup>-1</sup>; 'Vera': 18-28 t ha<sup>-1</sup>; 'Paulus': 10-18 t ha<sup>-1</sup>, 'Rita': 11-16 t ha<sup>-1</sup>).

A termőre fordulás koraisága fontos tulajdonsága az alanyoknak az intenzív ültetvényekben. Maga a sajmeggy alany is jelentősen korábbi termőre fordulást eredményez, mint a vadcseresznye alany (Hrotkó 2016; Bujdosó et al. 2019). Az első három termő év halmozott terméshozamát tekintve (5. táblázat) a fajták összehasonlításában megállapíthatjuk, hogy a 'Carmen' és a 'Vera' korábban fordulnak termőre a másik két fajtához viszonyítva. A 'Carmen' és a 'Paulus' a Bogdány alanyon, a 'Vera' a Magyar és MaxMa 14 alanyon, míg a 'Rita' a MaxMa 14 alanyon adott korábban termőre forduló fák a kontroll SL 64-hez viszonyítva.

A gyümölcsök minőségi mutatói közül a gyümölcsméret meghatározó piaci tényező (Whiting et al. 2005; Bujdosó et al. 2019), amelyhez az alany növekedési erélye és a vízellátás jelentős mértékben hozzájárul (Morandi et al. 2019). Eredményeink megerősítik Cantín et al. (2010) és Font i Forcada et al. (2017) véleményét, miszerint a minőségi paraméterek elsősorban a fajta tulajdonságaitól függenek, noha az alany-nemes kombinációk befolyással lehetnek a gyümölcs méretére, savtartalmára, az érettségi állapotára és a húskeménységre. Eredményeink megerősítik Bujdosó et al. (2019) fajtákra és a gyümölcs méretére vonatkozó megállapításait. A 'Carmen' és a 'Vera' esetében nem jelentkezett alanyhatás a gyümölcs méretére, míg a 'Paulus' esetében az igen produktív Bogdány és Magyar alanyokon kisebb volt a gyümölcsméret a kevesebbet termő SL 64 alanyú fákhoz viszonyítva. Ezt a hatást a fák nagyobb gyümölcsterhelése okozhatja (Simon et al. 2004; Lang 2011; López-Ortega 2016). Az átlagos magtömeg úgy tűnik, hogy követi a gyümölcs méretét, a 'Carmen' magja nagyobb, mint a 'Vera' magja. A különböző alanyú 'Carmen' és 'Paulus' fák átlagos magtömegében nem volt jelentős különbség, míg a 'Vera' magja nagyobb volt a Bogdány alanyú fákon.

A gyümölcslé szárazanyag-tartalma (°Brix) fajtára jellemzően alakult, a legmagasabb °Brix értéket a 'Carmen' gyümölcseiben mértünk, míg a 'Vera' jelentősen kisebb értéket mutatott. Ez megegyezik a tapasztalattal, miszerint az utóbbi fajta gyümölcsei savasabbak. A különböző alanyú fák gyümölcsei között szignifikáns különbségeket mértünk a °Brix értékekben, de ezt okozhatja a különböző alanyú fák közötti érési különbség is (Hrotkó et al. 1998; Simon et al. 2004). Ugyanez érvényes a titrálható savtartalomra vonatkozóan, illetve az ebből számítható cukor/sav arányra. A különböző alanyú fák mintáinak különböző cukor- és savtartalmából az a következtetésünk, hogy az alanyok ezekre az értékekre hatással lehetnek, de az ugyanazon a napon szedett minták félrevezetőek lehetnek. Úgy gondoljuk, hogy a jövőben érdemes volna részletes vizsgálattal értékelni a különböző érettségi állapotban levő gyümölcsök vízzoldható szárazanyag-tartalmát, savtartalmát és a húskeménységet, hogy megbízható következtetéseket vonhassunk le a különböző alanyú fákon a gyümölcs érési különbségeire és minőségi mutatóira.

### Megfigyelések a fák növekedési jellemzőire és szárazságtűrésére

Az ültetvényben az alanyok értékelése szempontjából néhány megfigyelést is tettünk, amelyet képeken mutatunk be (4. és 5. ábra). Mindegyik fajta a Bogdány és Magyar alanyon bőségesen fejlesztett nagy szögben álló gallyakat, míg az SL 64, az SM 11/4, és a MaxMa 14 alanyú fák kevés és felfelé törő, hegyes szögben álló elágazásokat hoztak.

Az elmúlt 2022-es évben az ültetvényben gyümölcsszedés után már nem alkalmaztak öntözést. Ebben az extrém száraz évben a MaxMa 14 alanyú fák levelein enyhe vízhiány, halványzöld levélszín, enyhe kanalasodás mutatkozott, míg a többi, sajmeggy alanyú fák levelei a nagy szárazságban is egészségesek voltak. Ebből arra következtettünk, hogy a MaxMa 14 alany a sajmeggyekhez viszonyítva kevésbé szárazságtűrő.

4. ábra. Különbségek a 'Paulus' fák elágazódásában: balra első fa SL 64, mellette jobbra 3 fa Bogdány alanyon gazdagon elágazva



Figure 4. Effect of rootstocks on the branching habit of trees: 'Paulus': left one tree on SL 64 with upright growth, to the right trees on Bogdány with abundant flat branching

5. ábra. Különbségek a 'Rita' elágazódásában: balra két fa MaxMa 14, jobbra kettő Magyar alanyon



Figure 5. Effect of rootstocks on the branching habit of trees: two 'Rita' trees left on MaxMa 14, right two trees on Magyar rootstock



### Következtetések

Vizsgálataink a magyar sajmegegy klónalanyok közül a Magyar és a Bogdány esetében olyan előnyös tulajdonságokat igazolt, amelyek alkalmassá teszik ezeket intenzív ültetvények kialakítására. A két összehasonlító céllal vizsgált alany közül a MaxMa 14 bizonyult alkalmasnak intenzív ültetvények létesítésére.

A Magyar sajmegegy klónalany mérsékelt növekedésű, középerős alany 80% körüli növekedési eréllyel. Gazdag elágazást, termőgally képződést eredményez már a korai években, ennek köszönhetően korán, a harmadik évben termőre fordul. Magas terméshozamokat és kiváló gyümölcsméretet biztosít a 'Carmen' és 'Vera' cseresznyefajtáknál. Alkalmas alany intenzív ültetvények létesítésére orsó koronaformával, potenciális terméshozama a teljes termő években 13 – 22 kg fa<sup>-1</sup>.

A Bogdány sajmegegy klónalany erős növekedésű, vastag törzset nevelő alany 100% körüli növekedési eréllyel. Gazdag elágazást, termőgally képződést eredményez már a korai években, ennek köszönhetően korán, a harmadik évben termőre fordul. Magas terméshozamokat és kiváló gyümölcsméretet biztosít a 'Carmen' és 'Vera' cseresznyefajtáknál. A 'Paulus' fajta túlzott gyümölcsképződése ezen az alanyon gyümölcsméret csökkenést eredményezhet. Alkalmas alany intenzív ültetvények létesítésére orsó koronaformával, potenciális terméshozama a teljes termő években 15 – 17 kg fa<sup>-1</sup>.

A vizsgált alanyok közül a MaxMa 14 alkalmasnak bizonyult intenzív ültetvények létesítésére. A szakirodalmi adatokkal megegyezően mérsékelt növekedésű (75-80% körül), a fák elágazása ezen az alanyon hegyes szögű, felfelé törő. Rajta a fák korán, a harmadik évben termőre fordulnak, nagy a termőképességük, s a gyümölcsméret is megfelelő. Extrém száraz években a sajmegegyekhez viszonyítva kevésbé tűri a szárazságot. Alkalmas alany intenzív ültetvények létesítésére orsó koronaformával, potenciális terméshozama a teljes termő években 13 – 26 kg fa<sup>-1</sup>.

### Felhasznált irodalom

1. Apostol J. 2003. Cseresznye és meggynevelés Magyarországon. in Hrotkó K. (ed) Cseresznye és meggy. 37-95. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
2. Apostol, J. 2008. New sweet and sour cherry selections in Hungary. Acta Hort. 795: 75-79.
3. Balducci, F., Capriotti, L., Mazzoni, L., Medori, I., Albanesi, A., Giovanni, B. and Capocasa, F. 2019. The rootstock effects on vigor, production and fruit quality in sweet cherry (*Prunus avium* L.). Journal of Berry Research, 9(2): 249-265.
4. Bujdosó, G., Magyar, L. and Hrotkó, K. 2019. Long term evaluation of growth and cropping of sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties on different rootstocks under Hungarian soil and climatic conditions. Sci. Hort. 256: 244-251. DOI 10.1016/j.scienta.2019.108613
5. Cai, Y.L., Zhao, X. and Hrotkó, K. 2019. Development of Cherry Growing in Shaanxi Province of PR China. Acta Hort. 239-244, doi:10.17660/ActaHortic.2019.1235.32.
6. Cantín, C.M., Pinochet, J., Gogorcena, Y. and Moreno, M.Á. 2010. Growth, yield and fruit quality of 'Van' and 'Stark Hardy Giant'sweet cherry cultivars as influenced by grafting on different rootstocks. Sci. Hort. 123(3): 329-335.
7. Claverie, J. 1996. New selections and approaches for the development of cherry rootstocks in France. Acta Hort. 410: 373-375.

8. Ercisli, S., Esitken, A., Orhan, E. and Ozdemir, O. 2006. Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: an overview. Scientific Works of The Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininkyste Ir Darzininkyste, 25: 27-33.
9. Font i Forcada, C., Pinochet, J., Gogorcena, Y. and Moreno, M.A. 2017. Effect of eight different rootstocks on agronomic and fruit quality parameters of two sweet cherry cultivars in Mediterranean conditions. Acta Hort. 1161, 315-320, DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.51
10. Ganji, M.E. and Khalighi, A. 2006. Genetic Variation of Mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) on Some Iranian Populations Using Morphological Characters. Journal of Applied Sciences, 6(3): 651-653.
11. Hrotkó K. 1982. Sajmeggy alanyklónok szaporítása zölddugványozással. Kertgazdaság, 4: 45-50.
12. Hrotkó, K., Magyar, L. and Simon, G. 1999. Growth and yield of sweet cherry trees on different rootstocks. International Journal of Horticultural Science, 5(3-4): 98-101.
13. Hrotkó, K. and Magyar, L. 2004. Rootstocks for cherries from Department of Fruit Science, Budapest. Int. J. Hortic. Sci. 10(3): 63-66.
14. Hrotkó, K. 2004. Cherry rootstock breeding at the department of Fruit Science, Budapest. Acta Hort. 658: 491-495.
15. Hrotkó K., Nagy Á. és Csigai K. 2006. A gyümölcsfajták és alanyok szaporítása a magyar faiskolákban. II. Cseresznye, meggy és szilva. Kertgazdaság, 38(3): 16-24.
16. Hrotkó, K., Magyar, L., Hoffmann, S. and Gyeviki, M. 2009. Rootstock evaluation in intensive sweet cherry (*Prunus avium* L.) orchard. Int. J. Hortic. Sci. 15(3): 7-12.
17. Hrotkó, K. 2010. Intensive Cherry Orchard Systems and Rootstocks from Hungary. Compact Fruit Tree, 43(1): 5-10.
18. Hrotkó, K. 2016. Potentials in *Prunus mahaleb* L. for cherry rootstock breeding. Sci. Hort. 205: 70-78.
19. Iglesias, I. and Peris, M. 2008. La produzione spagnola vince grazie a precocità, qualità e organizzazione tecnico-commerciale. Frutticoltura, 3: 20-26.
20. Jiménez, S., Pinochet, J., Gogorcena, Y., Betrán, J.A. and Moreno, M.A. 2007. Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition, Sci. Hortic. 112: 73-79, ISSN 0304-4238.
21. Lang, G.A. 2011. Producing first-class sweet cherries: integrating new technologies, germplasm and physiology into innovative orchard management strategies. Proceedings of the 3rd Conference „Innovation in fruit Growing”, Belgrade, 59-74.
22. Lang, G. 2006. Cherry Rootstocks. In Register of New Fruit and Nut Cultivars List 43.; in Clark, J.R.; Finn, C.E. (Eds). 41, 1109-1110.
23. López-Ortega, G., García-Montiel, F., Bayo-Canha, A., Frutos-Ruiz, C. and Frutos-Tomás, D. 2016. Rootstock effects on the growth, yield and fruit quality of sweet cherry cv. ‘Newstar’ in the growing conditions of the Region of Murcia. Sci. Hortic. 198: 326-335, ISSN 0304-4238.
24. Morandi, B., Manfrini, L., Lugli, S., Tugnoli, A., Boini, A., Perulli, G.D., Bresilla, K., Venturi, M. and Grappadelli, L.C. 2019. Sweet cherry water relations and fruit production efficiency are affected by rootstock vigor. J. Plant Physiol. DOI: 10.1016/j.jplph.2019.04.007
25. Moreno, M.A., Adrada, R., Aparicio, J. and Betrán, S. 2001. Performance of ‘Sunburst’ sweet cherry grafted on different rootstocks. J. Hortic. Sci. & Biotechnol. 76(2): 167-173.
26. MSZ EN 12147; Magyar Szabvány. Gyümölcs- és Zöldséglevék. A titrálható savasság meghatározása. 1998.
27. No. 3-1-558/93; Codex Alimentarius. Determination of Water-Soluble Dry Matter in Food. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1995.
28. Perry, R.L. 1987. Cherry rootstocks. in Rom, R.C. - Carlson, R.F.: Rootstocks for Fruit crops. John Wiley & Sons, New York. 217-264.
29. Quero-García, J., Schuster, M., López-Ortega, G. and Charlot, G. 2017. Sweet cherry varieties and improvement. in Quero-García, J., Iezzoni, A., Pulawska, J. and Lang, G.A. (Eds.): Cherries. Botany, Production and Uses. CABI, UK. 60-94.

30. Robinson, T.L. 2005. Developments in high density sweet cherry pruning and training system around the world. *Acta Hortic.* 667(2): 269-272.
31. Simon, G., Hrotkó, K. and Magyar, L. 2004. Fruit quality of sweet cherry cultivars grafted on four different rootstocks. *Int. J. Hort. Sci.* 10(3): 59-62.
32. Sotirov, D. 2005. Growth and reproductive characteristics of sour cherry cultivars grown on own roots and grafted on IK-M9 mahaleb rootstock. *Scientific Works of National Center for Agrarian Sciences.* 3: 67-71.
33. Sotirov, D. 2012. Growth Characteristics of Van Sweet Cherry Cultivar Grafted on Six Rootstocks. (*Растениевъдни Науки България*). *Plant Science (Sofia)*, 49: 55-60.
34. Sotirov, D. 2020. Evaluation of different rootstocks with 'Van' sweet cherry cultivar. *Acta Hortic.* 1281: 179-184. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1281.25.
35. Sotirov, D. and Dimitrova, S. 2022. Influence of some rootstocks and interstocks on the growth and fruiting of cherry cultivar Summit. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(3): 413-416.
36. Tabakov, S.G., Yordanov, A.I., Lichev, V.I. and Petrov, M.N. 2020. Study of the influence of cherry rootstocks on the growth and productivity of cultivars grown in South Bulgaria. *Acta Hortic.* 1289: 111-118. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1289.16
37. Usenik, V., Stampar, F. and Fajt, N. 2008. Sweet cherry rootstock testing in Slovenia. *Acta Hortic.* 795: 273-276.
38. Westwood, M.N. 1978. Mahaleb x Mazzard Hybrid Cherry Stocks. *Fruit Var. J.* (1): 32-39.
39. Whiting, M., Lang, G. and Ophardt, D. 2005. Rootstock and training system affect sweet cherry growth, yield and fruit quality. *HortScience*, 40(3): 582-586.

## **Evaluation of clonal *Prunus mahaleb* rootstocks in intensive cherry orchard**

HROTKÓ, K.<sup>1\*</sup>, CSIGAI, K.<sup>2</sup>, MAGYAR, L.<sup>1</sup>, FICZEK, G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Department of Floriculture and Dendrology

<sup>2</sup> County municipality of Győr-Moson-Sopron

<sup>3</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture,  
Department of Fruit Growing

\*E-mail: Hrotko.Karoly@uni-mate.hu

### **Summary**

Due to climate change, the drought and lime tolerant *Prunus mahaleb* may gain on importance and become a good rootstock option in the Central-Asian cherry growing regions. Among the mahaleb rootstocks and hybrids there are standard and moderate vigorous types, but their testing in intensive orchards have not been conducted yet. Our paper reports on testing rootstocks, SL 64,

Bogdány, Magyar, SM 11/4 clonal mahalebs and the hybrid MaxMa 14. Trees of 'Carmen', 'Vera', 'Paulus' and 'Rita' sweet cherry on the above mentioned rootstocks were trained to the principles of Hungarian Cherry Spindle at spacing of 1.6 x 5 m. Rootstocks SL 64, Bogdány and SM 11/4 proved to be vigorous, while on rootstocks Magyar and MaxMa 14 the trees were moderately vigorous, about 80%. 'Carmen', 'Vera' and 'Rita' produced high cumulative yield on Magyar and MaxMa 14 without significant differences, while 'Paulus' trees were most productive on Bogdány rootstock. 'Carmen' on Bogdány rootstock, 'Vera' on Magyar and Maxma 14 rootstock, while 'Rita' on MaxMa 14 were more precocious than on SL 64. It is worth mentioning that contrary to SL 64 and MaxMa 14, both Magyar and Bogdány rootstocks resulted in abundant flat branching and good fruit size. Our conclusion is that trees on Magyar and Bogdány rootstocks as well as MaxMa 14 fit well to the Hungarian Cherry Spindle orchard system with 1250 tree/ha orchard density.

**Keywords:** branching, fruit quality, cumulative yield, growth vigor, precocity

### **Szerzők**

Hrotkó Károly (kapcsolattartó szerző), DSc – professzor emeritus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Magyar Lajos – Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Csigai Krisztina – Győr-Moson-Sopron Vármegyei Önkormányzat, 9021 Győr, Városház tér 3.  
Ficzek Gitta – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

## Homoktövis termések fizikokémia jellemzőinek és magolaj-összetételének értékelése néhány genotípus esetében

MÁTÉ MÓNIKA<sup>1</sup>, SELIMAJ GRANIT<sup>1,2</sup>, SIMON GERGELY<sup>2</sup>,  
SZALÓKI-DORKÓ LILLA<sup>1</sup>, FICZEK GITTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet,  
Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet,  
Gyümölcsstermesztési Tanszék, Budapest

E-mail: Ficzek.Gitta@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) genetikai variabilitása igen nagy, ezért a fajták fizikai paramétereinek és beltartalmi összetevőinek meghatározása aktuális feladat. Ez különösen igaz a feldolgozhatóság szempontjából, mivel fogyasztása csak ebben a formában jelentős. Jelen tanulmány célja, hogy tanulmányozza öt fajta ('Askola', 'Clara', 'Habego', 'Leikora', 'Mara') és az R-01 fajtajelölt bogyóinak fizikokémiai paramétereit (refrakció, titrálható savtartalom, cukor/sav arány), színjellemzőit ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), valamint a magok zsírsavprofilját GC-FID módszerrel, megalapozva ezzel a bogyók egészben történő (pl. szárítás) feldolgozhatósági kísérleteit. A 'Leikora' bogyójának tömege ( $0,64 \pm 0,07$  g) statisztikaiban igazolhatóan nagyobb volt, mint a többi vizsgált fajta gyümölcse. Legnagyobb magtömege a Habego fajtának volt ( $0,036 \pm 0,005$  g), ezt követte az R-01 fajtajelölt ( $0,032 \pm 0,004$  g), valamint a 'Leikora' ( $0,029 \pm 0,006$  g), bár a fajták bogyóinak kő-mag arányában szignifikáns eltérés nem volt igazolható. Szignifikáns különbséget tapasztaltunk a fajták bogyóinak refrakciójában ( $6,30-10,84$  °Brix) és titrálható savtartalmában ( $1,4-3,7\%$ ). Legmagasabb cukor/sav aránnyal a 'Mara' ( $7,8 \pm 0,35$ ) rendelkezett. A magok telítetlen zsírsav mennyisége  $72,6-83,4\%$  között volt, ezen belül a többszörösen telítetlen zsírsavaké  $32,3-58,1\%$  között. A vizsgált minták magjai kiemelkedő mennyiségben tartalmaztak linolsavat ( $17,0-33,2\%$ ), valamint linolénsavat ( $15,3-24,9\%$ ), főként a 'Mara', a 'Clara' és az 'Askola' fajták. Kiemelendő az R-01 fajtajelölt palmitoleinsav tartalma és kedvező omega 6/omega 3 aránya, mely a funkcionális élelmiszerek alapanyaga lehet. A továbbiakban, a feldolgozás-technológiai kutatásokat, főként az egész bogyók szárítását érdemes ezen fajtákkal folytatni.

**Kulcsszavak:** homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) fajták, fajtajelölt, fizikai paraméterek, színkoordináták, zsírsavak, feldolgozhatóság



## Irodalmi áttekintés

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) Európában, Ázsiában és Kanadában is széles körben termesztett növény. Különleges értékét az adja, hogy vízdoldható (pl. aszkorbinsav, fenolsavak, flavonoidok, tanninok) és zsírdoldható (pl. karotinoidok, tokoferolok) antioxidánsokat egyaránt nagy mennyiségben tartalmaz.

A homoktövis bogyója gyümölcsből (55-70 tömeg%), magokból (10-23 tömeg%), és héjból (5-9 tömeg%) áll, melyek jellemzően olajban gazdagok. Az arányok azonban a homoktövis genetikai sokfélesége miatt igen eltérőek, melyek a feldolgozóipar számára is fontos értékmérő tulajdonságok. A homoktövis bogyók bioaktív vegyületeinek magas koncentrációjáról, *in vivo* és *in vitro* egészségügyi hatásairól több tudományos publikáció is készült (Boca et al. 2019; García 2019; Zakynthinos et al. 2016; Solà Marsiñach és Cuenca 2019; Aaby 2020), míg a feldolgozás és tárolás bioaktív vegyületekre gyakorolt hatásairól lényegesen kevesebbet tudunk.

A kesernyés, fanyar íz és a magas savtartalom miatt a homoktövis bogyókat frissen nem fogyasztjuk. Gyümölcslé és püré formájában a legelterjedtebb, de általában más, a fanyar ízt tompító gyümölcsökkel keverve vagy édesítve kerül forgalomba (Geertsen et al. 2016).

A biológiailag aktív hatóanyagok megőrzése céljából a feldolgozóipar a korszerű, kémiletes tartósítási módokat részesíti előnyben, pl. az aseptikus kezelést és töltést vagy a nagynyomású kezelést. A folyékony forma mellett egyre kedveltebbek a bogyók egészben történő tartósítása, mely elsősorban dehidratálási technológiát jelent, pl. egész bogyók liofilezése vagy vákuum-, illetve mikrohullámú vákuumszárítása. A feldolgozási technológia befolyásolja a bogyók aktív hatóanyagainak mennyiségét és átalakulását és hatással van a termék későbbi tárolhatóságára is. A bogyók szárításra való alkalmasságát (pl. nedvességleadás sebessége, színváltozások, alakváltozás, puffaszthatóság, stb.) nagyban befolyásolja a bogyók mérete, a kó/mag arány, a szárazanyag-tartalom és a szín is. A szárított termékek érzékszervi tulajdonságait nagymértékben befolyásolja a cukrok és savak mennyisége, illetve azok aránya (Pallavee és Ashwani 2017). A magasabb cukor/sav aránnyal rendelkező fajták kedveltebbek a feldolgozott termékek piacán (Tang et al. 2001).

A homoktövis bogyók egészben történő felhasználása a termékekben, pl. a szárított bogyók keverése teafélékbe, müzlikeverékekbe, müzliszeletekbe, snack termékekbe növeli azok biológiai értékét a jelentős aszkorbinsav, karotinoid, fenolos anyagok, valamint zsírsavak révén. A zsírsavak jelenléte azonban hatással van a termékek eltarthatóságára is. A homoktövis különlegessége, hogy a gyümölcs egésze tartalmaz zsírsavakat. A magok olajtartalma 100-200 g/kg, míg a hús és héj részek esetében 20-105 g/kg között van friss állapotban (Yang és Kallio 2001; Li és Beveridge 2003; Singh 2005).

A homoktövispépölaj körülbelül 48%-ban telített és 52%-ban telítetlen zsírsavat tartalmaz, míg a magolajban 12-20% a telített és 80-90% a telítetlen zsírsavak aránya. A zsírsavprofil fontos a bogyók tápanyagértékének értékeléséhez, különösen a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya fontos. A homoktövis bogyójában 19 zsírsavat azonosítottak, melyek közül 8 telített és 11 telítetlen zsírsav. A telített zsírsavak aránya 13,70-42,68% között van, míg az egyszerűen telítetlen zsírsavak 40,73-60,37% között, a többszörösen telítetlen zsírsavak pedig 3,70-24,62% között mutathatók ki. Az esszenciális zsírsavak közül jelentős a linolénsav és a linolsav előfordulása (Dulf 2012; Crăciun 2018; Teleszko et al. 2015).

A homoktövis magjából és gyümölcsbúrából származó olajok különböző zsírsav-összetételűek. A húsbán elsősorban a palmitinsav, a palmitoleinsav és az olajsav dominál, addig a magban inkább a linolsav, linolénsav és az olajsav. A homoktövismag olaj 7-44% linolsavat, 27-31% linolénsavat és 17-20% olajsavat tartalmaz (Yang és Kallio 2001). Az omega-6/omega-3 (linolsav/linolénsav) többszörösen telítetlen zsírsavak aránya általában 1:1 (Saryakumar és Gupta 2011). Ezenkívül a homoktövis olaj az egyetlen olyan olaj, amely természetesen 1:1 arányban tartalmaz omega-3/omega-6-ot (Solà Marsiñach és Cuenca 2019). A magolaj telített zsírsavtartalma körülbelül 10-13%, a domináns telített zsírsavak a palmitinsav (7-9%) és a sztearinsav (2,5-3%) (Li és Beveridge 2003; Yang és Kallio 2001; Wang et al. 2022).

A zsírsavak alapvető szerepet játszanak az emberi egészségben. Számos tanulmány számol be a homoktövis olaj klinikai alkalmazásáról. A homoktövis olajban található zsírsavak összetétele egyedülálló, amely számos egészségügyi előnyt jelent a humán szervezet számára, ezért a biomedicina és a kozmetikai ipar egyaránt nagyra értékeli. Hatásosak a gyulladásos folyamatokkal szemben, védik a hámszöveteket, jótékony hatásuk van az emésztőszervekre, a légzőszervekre, az urológiai szervekre, a női nemi szervekre és a szem belsejére (száraz szem szindróma) (Gegotek et al. 2018; Solà Marsiñach és Cuenca 2019; Poljšak et al. 2020). Chand és munkatársainak (2018) eredményei szerint a tojótyúk 2 és 3 g/kg-os homoktövis kiegészítéssel etetve szignifikánsan javították a tojás minőségi paramétereit és a tojás koleszterinszintjét.

A homoktövis genetikai sokfélesége nagyon nagy, és ennek megfelelően az egyes fajták biológiailag aktív hatóanyagtartalmában is nagy eltérések lehetnek. Jelenleg kevés adat áll rendelkezésünkre a termesztett fajták biológiailag aktív hatóanyagtartalmáról. Annak érdekében, hogy jobb képek kapjunk a fajták egészségvédő értékéről, és tisztázni lehessen felhasználási lehetőségeket, elengedhetetlen az egyes genotípusok széleskörű analízise.

Jelen tanulmány célja, hogy a hazai természetben jelen lévő öt fajta és egy ígéretes hazai fajtajelölt fizikai paramétereit, színjellemzőit, valamint zsírsavprofilját tanulmányozza, megalapozva és támogatva az egész bogyók feldolgozhatóságát, pl. szárítással és ezzel együtt a tárolhatóságukat.

## Anyag és módszer

### Növényi anyag

Jelen kutatásunk során öt homoktövis fajta, az 'Askola', a 'Clara', a 'Habego', a 'Leikora' és a 'Mara', valamint az R-01 fajtajelölt gyümölcseit vizsgáltuk a 2020-as évben. A kutatási anyag a Superberry Plus Kft. Rákóczi falván lévő (É.sz. 47°11'87", K.h. 20°21'97) ökológiai gazdálkodású ültetvényéből származott. A bogyókat, a teljes érettség állapotában szüreteltük (szeptember elejétől október végéig), mikor a fajtára jellemző színt elérték, ezt a paramétert vizuálisan határoztuk meg. Mivel a kocsány nehezen vált el a vesszőtől, a bogyókat a lemetszett termővesszőkről metszőollóval egyenként távolítottuk el. A gyümölcsmintákat (3kg/fajta) a szüretet követően azonnal laboratóriumba szállítottuk, ahol beérkezést követően meghatároztuk a minták fizikokémiai paramétereit, majd a kinyert magokat a zsírsavösszetétel meghatározásáig -28 °C-on fagyasztva tároltuk. Felengedtetést követően a magolajtartalmat három ismétlésben mértük.

### Fizikai- és fizikokémiai paraméterek

Mintánként minimum 30 db bogyó fizikai paramétereit vizsgáltuk. A gyümölcsök méretparamétereit (magasság, szélesség, vastagság) számítógéphez csatlakoztatható, Mitutoyo CD-15DC típusú digitális tolómérővel, milliméter pontossággal határoztuk meg. A vizsgált gyümölcsök tömegét, valamint a magtömeget KPZ-2-05-4/6000 típusú digitális mérlegen megmértük. A kómag arány a bogyótömegeből és a magtömegeből számított érték.

A refrakciót a homogén, szűrt gyümölcsléből, a Codex Alimentarius 3-1-558/93 előírás szerint digitális refraktométerrel °Brix-ban (g/100g) határoztuk meg. A titrálható savtartalmat az MSZ EN 12147:1998 magyar szabvány szerint határoztuk meg. Az összes savtartalmat (m/m%) almasav egyenértékben adtuk meg. A cukor/sav arány a vízdoldható szárazanyag tartalom és a titrálható savtartalom hányadosából számított érték.

### Színkoordináták meghatározása

A gyümölcsök színét ( $L^*$  - világossági tényező,  $a^*$  - vörös-zöld hányados,  $b^*$  - sárga-kék hányados) Konica Minolta CR-400 típusú tristimulusos színmérő műszerrel (CR-400, Konica Minolta, Inc., Tokyo, Japan) határoztuk meg. A műszer kalibrálásához a gyártó által előállított kalibráló fehér csempe etalont használtuk. A CIE (Comission Internationale de la Éclairgie) 1931-es szabványa szerint – amely hazánkban is elfogadott – a szín egy 3D színtérben elhelyezett koordinátákkal ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) leírható (Voss 1992). Az  $L^*$  a CIE rendszerben a világossági tényező, az előjelektől függően  $+a^*$  piros,  $-a^*$  zöld,  $+b^*$  sárga,  $-b^*$  kék színeket jellemzi.

A CIELAB a színtelítettségi jellemzőt, az un. „chroma” értéket az  $a^*$ ,  $b^*$  síkban értelmezi ( $C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ), amely a vektor abszolút értéke, vagyis a világosság tengelytől való távolsága. A  $h$ -val jelölt színezeti szög a színvektor irányának az  $a^*$  tengely irányától a  $C_{ab}^*$  vektorig való elforgatását jelzi a színtérben, tehát értéke  $0^\circ$ -tól  $360^\circ$ -ig terjedhet ( $h_{ab}^\circ = \arctg b^*/a^*$ ). A színezeti szög értékeinek megfelelő színek: vörös-lila  $0^\circ$ , sárga  $90^\circ$ , kékes-zöld  $180^\circ$  és kék  $270^\circ$  (McGuire 1992).

### Zsírsavprofil meghatározása GC-FID módszerrel

Homoktövis fajták liofilizált magját kénsavas roncsolás után petroléterrel extraháltuk (10 ml; 15 óra). A mintákból kivont zsír zsírsavösszetételének meghatározása ISO 12966-2:2018 szabvány szerint történt kisebb módosításokkal Tormási és Abrankó (2021) határozta meg.

A 10-15 mg zsiradékot 15 ml-es centrifuga csőbe mértünk, ehhez 1,8 ml izooktánt és 200  $\mu$ l belső standardot adtunk (1 mg/ml gliceril trinonadekanoát kloroformban oldva). A zsiradék oldódása után 200  $\mu$ l metanolban oldott kálium-hidroxiddal átmetileztük a mintában lévő észteresített zsírsavakat (1 perc kevertetés), majd pihentetés (2 perc) után 4 ml telített nátrium-klorid-oldatot adtunk a mintához és homogenizáltuk (10 másodperc). A fázisok szétválasztását centrifugálással segítettük (3700 g, 10 perc), majd a felső (izooktános) fázist 0,5 g nátrium-szulfát sóra vittük át, víztelenítés céljából. Az így elkészült mintát GC-FID módszerrel analizáltuk. Minőségi meghatározáshoz 37 komponensen FAME keveréket, mennyiségi meghatározáshoz 4-pontos kalibrációt (0, 10, 20, 40  $\mu$ g/ml, 100  $\mu$ g/ml nonadekánsavval (1 mg/ml izooktánban oldva) alkalmaztunk.

A zsírsavak meghatározásához Agilent (Santa Clara, CA, USA) 6890 GC-FID rendszert használtunk, amely Agilent 7683 automatikus mintavevővel volt felszerelve. Az elválasztáshoz Phenomenex (Torrance, CA, USA) Zebron ZB-FAME (60 m, 0,25 mm, 0,20  $\mu$ m) oszlopot használtunk cianopropil állófázissal és hidrogéngáz (1,2 ml/perc) mozgófázissal. A bemeneti hőmérséklet 250 °C, a detektor hőmérséklete 260 °C volt. 50:1 megosztási arányt és 1  $\mu$ l injekciós térfogatot alkalmaztunk. A következő zsírsavakat határoztuk meg: mirisztinsav (C14:0; Rt min: 9,94), pentadekánsav (C15:0; Rt min: 11,05), palmitinsav (C16:0; Rt min: 12,43), palmitoleinsav (C16:1n-7c; Rt min: 13,24), sztearinsav (C18:0; Rt min: 16,30), olajsav (C18:1n-9c; Rt min: 17,20), linolsav (C18:2n-6c; Rt min: 19,04),  $\alpha$ -linolénsav (C18:3n-3c; Rt min: 21,56), arachidsav (C20:0; Rt min: 21,59), gondoinsav (C20:1n-9c; Rt min: 23,00), dihomó - $\gamma$ -linolénsav (C20:3n-6c; Rt min: 26,63), behénsav (C22:0; Rt min: 27,91), cisz-15-tetrakozénsav (C24:1n-9c; Rt min: 31,02).

### Statisztikai értékelés

Az adatok értékelését SPSS 27.0 program segítségével, MANOVA teszttel végeztük. A homogén csoportok elválasztását egyváltozós Tukey-teszttel ellenőriztük, az RSD érték 5% volt.

## Eredmények és megvitatásuk

### Homoktövisfajták bogyóinak fizikai tulajdonságai

A homoktövis fajták gyümölcsét nyersen nem fogyasztjuk, ezért a fajták áruértékét a méretparaméterek kevésbé befolyásolják, azonban egyes feldolgozóipari célok esetében, pl. egész bogyó szárításra való alkalmassága, a méretnek is fontos szerepe van.

A vizsgált fajták bogyóinak méretparamétereiben (magasság, vastagság, szélesség) jelentős különbségeket tapasztaltunk (1. táblázat). Legnagyobb értéket a 'Leikora' gyümölcse képviselte, melyet a 'Clara', a 'Habego' és az R-01 fajtajelölt követett. Azonban ez utóbbi fajták esetében a méretparaméterekben való szignifikáns eltérés a bogyótömegben már nem volt igazolható, míg a 'Leikora' bogyójának tömege (0,64 g) statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a többi vizsgált fajta gyümölcse.

Egyes feldolgozóipari célok esetében (pl. lé- és velőgyártás kihozatala, egész bogyó szárítása) a bogyók méretén túl a magtömegnek és a kő-mag aránynak is fontos szerepe van. Legnagyobb magtömege az R-01 fajtajelölt, valamint a 'Leikora' és a 'Mara' gyümölcsének volt, bár a fajták bogyóinak kő-mag arányában szignifikáns eltérés nem volt igazolható. Tehát, a vizsgált fajták esetében a nagyobb bogyótömeghez, arányosan nagyobb magtömeg társult.

1. táblázat. Homoktövisfajták bogyóinak méretparamétere

Fajta	Magasság (mm)(1)	Vastagság (mm)(2)	Szelesség (mm)(3)	Bogyó tömeg (g) (4)	mag tömeg (g) (5)	kő/mag (6)
Ascola	9,14±0,42 <sup>a</sup>	6,96±0,33 <sup>a</sup>	6,76±0,37 <sup>a</sup>	0,27±0,05 <sup>a</sup>	0,027±0,007 <sup>b</sup>	7,59±1,48a
Clara	11,15±0,49 <sup>b</sup>	6,89±0,29 <sup>a</sup>	6,94±0,28 <sup>ab</sup>	0,35±0,05 <sup>a</sup>	0,019±0,001 <sup>a</sup>	5,52±1,04a
Habego	10,11±0,45 <sup>ab</sup>	6,66±0,29 <sup>a</sup>	6,49±0,29 <sup>a</sup>	0,25±0,06 <sup>a</sup>	0,036±0,005 <sup>a</sup>	6,85±1,13a
Leikora	12,67±0,47 <sup>c</sup>	9,17±0,49 <sup>b</sup>	8,99±0,45 <sup>c</sup>	0,64±0,07 <sup>b</sup>	0,029±0,006 <sup>b</sup>	5,63±1,02a
Mara	9,88±0,49 <sup>a</sup>	7,00±0,42 <sup>a</sup>	6,81±0,35 <sup>ab</sup>	0,28±0,04 <sup>a</sup>	0,020±0,002 <sup>a</sup>	6,61±1,14a
R-01	9,48±0,39 <sup>a</sup>	7,72±0,29 <sup>a</sup>	7,64±0,28 <sup>b</sup>	0,37±0,04 <sup>a</sup>	0,032±0,004 <sup>b</sup>	7,76±1,21a

A felső index kisbetűvel jelzi a fajták közötti szignifikáns különbséget. A bemutatott értékek átlagok ± szórás. (Tukey tesz,  $p < 0,05$ ). The letters indicate significance differences between the varieties. Presented values are means ± SD (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Table 1. Size and mass parameters of the berries of sea buckthorn cultivars (1) height, (2) thickness, (3) width, (4) berry weight, (5) seed weight, (6) seed/berry ratio

### Homoktövisfajták bogyóinak refrakció értéke és titrálható savtartalma

A gyümölcsök refrakció értékének és a savtartalmának, valamint ezek egymáshoz viszonyított arányának friss fogyasztási és feldolgozóipari szempontból is kiemelt szerepe van. Tiitinen és munkatársai (2005) megfigyelése alapján a homoktövis esetében az összes cukor és a cukor/sav arány pozitívan korrelált az édességgel, negatívan a savanyúsággal és a fanyarsággal, így ezek vizsgálata fontos szempont a fajták érzékszervi tulajdonságainak, ezzel együtt a fogyasztói megítélésének és elfogadottságának szempontjából.

Korábbi kutatási eredmények bizonyítják, hogy a homoktövis genotípusok vízdoldható szárazanyagtartalmában jelentős különbségek vannak (2,9-35,2 °Brix) (Green et al. 2013; Kuhkheil et al. 2017; Ficzek et al. 2019; Ma et al. 2020). Jelen kutatásunk során vizsgált homoktövis fajták vízdoldható szárazanyagtartalma 6,3-10,8 °Brix között volt (2. táblázat). Statisztikailag igazolhatóan magasabb cukortartalma van az R-01 fajtajelölt (10,2 °Brix) és a 'Mara' (10,9 °Brix) bogyóinak a többi vizsgált fajtához képest. Eredményeink hasonlóak a korábbi kutatásaink során vizsgált szintén hazai ökológiai körülmények között termesztett, de más termőhelyről (É.sz. 47 °11'87", K.h. 20° 21'97) származó 'Leikora' (5,6 °Brix) és 'Ascola' (7,9 °Brix) bogyóinak refrakciójához (Ficzek et al. 2019). Mezey és munkatársai (2022) a 'Leikora' fajta esetében délnyugat szlovákiai termőhelyen 4,8 Brix fokot mértek, mely elmarad jelen tanulmány mérési eredményeitől. Míg török (10,1-14,8 °Brix) (Ercisli et al. 2007), valamint iráni vad genotípusokban (8,6-35,2 °Brix) (Kuhkheil et al. 2017) jelentősen magasabb értéket mértek. Green és munkatársai (2013) Kanadában termesztett fajták esetében 8,9-12,5 °Brix között mérték a vízdoldható szárazanyag tartalmat, míg Finnországban ez jóval alacsonyabb, 1,9-7,1 g/100g (Tiitinen et al. 2005).



## 2. táblázat. Homoktövis fajták bogyóinak cukor- és savtartalma

	<b>Brix°(1)</b>	<b>sav (g/100g)(2)</b>	<b>cukor/sav(3)</b>
Ascola	9,1±0,1 <sup>ab</sup>	2,7±0,1 <sup>b</sup>	3,4±0,31 <sup>a</sup>
Clara	7,3±0,2 <sup>a</sup>	1,9±0,13 <sup>ab</sup>	3,8±0,39 <sup>a</sup>
Habego	6,7±0,1 <sup>a</sup>	2,3±0,29 <sup>b</sup>	2,9±0,42 <sup>a</sup>
Leikora	6,3±0,5 <sup>a</sup>	2,0±0,52 <sup>ab</sup>	3,1±0,75 <sup>a</sup>
Mara	10,9±0,6 <sup>b</sup>	1,4±0,04 <sup>a</sup>	7,8±0,35 <sup>b</sup>
R-01	10,2±0,8 <sup>b</sup>	3,7±0,09 <sup>c</sup>	2,7±0,27 <sup>ab</sup>

A felső index kisbetűkkel jelzi a fajták közötti szignifikáns különbséget. A bemutatott értékek átlagok ± szórás (Tukey teszt,  $p < 0,05$ ). The letters indicate significance differences between the varieties. Presented values are means ± SD (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Table 2. Soluble solid content and acid content of berries of sea buckthorn cultivars  
Soluble solid content, (2) acid content, (3) sugar acid ratio

Eredményeink alapján legnagyobb titrálható savtartalma az R-01 fajtajelölt gyümölcsének van (3,7 g/100g), melyet az 'Ascola' (2,7 g/100g) és a 'Habego' (2,3 g/100g) követ, míg a többi vizsgált fajta gyümölcse alacsonyabb, de statisztikailag azonos értékeket mutat. Ercisli és munkatársai (2007) török vad fajokban 2,64-4,54 g/100g, valamint Tang és munkatársai (2001) hibrid populációban (3,25-4,46 g/100g) kissé nagyobb, míg finn természetű fajták esetében jelentősen nagyobb 3,1-5,1 g/100g titrálható savtartalom értéket mértek (Tiitinen et al. 2005). Kanadai természetű fajták esetében a savtartalom jelentősen alacsonyabbnak bizonyult, 1,42-1,89 g/100g (Green és Low 2013).

Mezey és munkatársai (2022) a Leikora fajta esetében az általunk mért értéknél (2 mg/100g) magasabb 2,61 g/100 g savtartalmat és jelentősen alacsonyabb vízdoldható szárazanyagartalmat (4,81 °Brix) mutatott ki, aminek következtében a délnyugati szlovákiai termőhelyen termesztett 'Leikora' bogyóinak cukor/sav aránya (1,81) jelentősen elmaradt a jelen tanulmány eredményeitől.

A 'Mara' gyümölcse az általunk vizsgált fajták között a legmagasabb cukortartalommal és a legalacsonyabb savtartalommal rendelkezett, amely kiemelkedően magas cukor/sav arányt eredményezett (7,8). A vizsgált genotípusok °Brix értéke és titrálható savtartalma ugyan szignifikánsan különböző, azonban a cukor/sav arányuk a 'Mara' kivételével statisztikailag igazolhatóan azonos (2,7-3,9).

Ma és munkatársai (2020) Észtországból termesztett fajták esetében 7,0-11,0 °Brix és 4,0-9,3 g/100g között savtartalmat mért, így a cukor/sav arány 0,3-1,3 között volt, mely jóval alacsonyabb érték a hazai természetű fajtákhoz képest.

### Homoktövisfajták bogyóinak színjellemzői

Feldolgozóipari szempontból a bogyó színnek kiemelkedő jelentősége van, mivel befolyásolja a belőle készülő termék színét, árnyalatát és ezzel együtt a feldolgozás és tárolás alatti színtabilitást is. A homoktövis bogyók színe a sárgától a narancs-vörös színig terjed, helyeként piros árnyalatokkal,

tehát igen nagy a szín variabilitása (Wang et al. 2022). A CieLab színinger koordináták alkalmasak a szín jellemzésére és a fajták közötti különbségek bemutatására.

A homoktövisfajták termésének színében számottevő különbségek voltak mind az öt vizsgált mutatószám esetében (3. táblázat). Kiemelkedően magas értéket mutatott a sárga színösszetevő és a világossági tényező és ezzel összefüggésben a színtelítettség érték és a színárnyalat a 'Clara' és a 'Habego' termésében. Legalacsonyabb színtelítettség értékkel (Chroma) és színezeti szöggel (Hue) a mért  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordináták alapján az 'Ascola' fajta jellemezhető. A színparaméterek esetében mért nagy változatosság oka feltehetően a karotinoidok koncentrációjában és akkumulációjában keresendő. Korábbi kutatásaink bizonyítják, hogy az egyes genotípusok termésének karotinoid tartalmában jelentős eltérések vannak (Ficzek et al. 2019; Dóka et al. 2021).

### 3. táblázat. Homoktövis fajták bogyóinak CIELAB színjellemzői

	Világossági tényező $L^*$ (1)	Piros-zöld szín- összetevő ( $a^*$ ) (2)	Sárga-kék szín-összetevő ( $b^*$ ) (3)	Szín- telítettség (Chroma) (4)	Szín- árnyalat (Hue) (5)
Ascola	45,59±0,2 <sup>c</sup>	0,51±0,0 <sup>a</sup>	0,58±0,0 <sup>a</sup>	1,04±0,01 <sup>a</sup>	48,47±1,56 <sup>a</sup>
Clara	56,01±0,0 <sup>f</sup>	14,67±1,5 <sup>e</sup>	53,26±1,6 <sup>d</sup>	8,24±0,18 <sup>e</sup>	74,62±0,99 <sup>c</sup>
Habego	51,72±0,5 <sup>e</sup>	14,12±0,2 <sup>e</sup>	49,68±1,0 <sup>d</sup>	7,99±0,08 <sup>d</sup>	74,13±0,11 <sup>c</sup>
Leikora	50,01±0,8 <sup>d</sup>	16,89±0,3 <sup>e</sup>	46,32±1,5 <sup>d</sup>	7,90±0,11 <sup>d</sup>	69,96±0,34 <sup>bc</sup>
Mara	42,84±0,2 <sup>b</sup>	15,11±0,2 <sup>e</sup>	25,90±0,4 <sup>c</sup>	6,40±0,04 <sup>c</sup>	59,75±0,15 <sup>ab</sup>
R-01	41,05±0,3 <sup>a</sup>	7,42±0,5 <sup>b</sup>	15,89±0,6 <sup>b</sup>	4,81±0,11 <sup>b</sup>	65,15±0,81 <sup>bc</sup>

A felső index kisbetűkkel jelzi a fajták közötti szignifikáns különbséget. A bemutatott értékek átlagok ± szórás. (Tukey teszt,  $p < 0,05$ ). The letters indicate significance differences between the varieties. Presented values are means ± SD (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Table 3. CIELAB colour space parameters of berries of sea buckthorn cultivars

Green és munkatársai (2013) kanadai termesztésű fajták esetében 46,1-48,5 közötti világossági tényezőt ( $L^*$ ) mértek, mely a hazai termesztésű fajták közül a 'Mara-val' és az 'Ascola'-val mutat leginkább egyezést. A vörös-zöld hányados tekintetében ( $a^*$ ) 17,3-33,8 közötti értékeket mutattak a fajták, mely azt mutatja, hogy inkább vöröses árnyalatúak voltak. A hazai termesztésű fajták közül a 'Clara', a 'Habego', a 'Leikora' és a 'Mara' mutat hasonlóságot. A sárga-kék ( $b^*$ ) hányadost illetően 37,3-59,1 közötti értékeket mértek, jelen tanulmány által vizsgált fajták közül a 'Clara', a 'Habego' és a 'Leikora' mutat hasonlóságot.

A Chroma a szín erősségére vagy intenzitására, azaz a szín telítettségére utal. Green és munkatársai (2013) által vizsgált fajtákban 60,2-70,5 között volt a bogyók Chroma értéke, míg a Hue, azaz a színárnyalat 41,8-68,2 között volt. A Hue értékei hasonlóak az általunk vizsgált hazai termesztésű fajtákhoz.

Ugyanakkor nem elegendő a nyersanyag színkoordinátáinak ismerete, hiszen a feldolgozás során a szín jelentősen változhat, ezért további vizsgálatok szükségesek, hogy képet kapjunk az egyes genotípusok technológiai műveletek hatására bekövetkező színváltozásáról.

### **Homoktövisfajták magjának zsírsav-összetétele**

A homoktövis magok zsírsav-összetételének eredményeit mutatja a 4-5. táblázat. A telített zsírsavak 16,06-27,4% között alakultak, a 'Mara' magjának volt legkisebb a telített zsírsav tartalma (16,6%), míg az R-01 fajtajelöltnek volt a legmagasabb (27,4%). Cakir (2004) török fajták zsírsavprofilját elemezte és a telített zsírsavak arányát a magban 31,4%-ban adta meg. A telítetlen zsírsavak összes mennyisége 72,6-83,4% között volt, ezen belül a többszörösen telítetlen zsírsavaké 32,3-58,1% között (5. táblázat). Cakir (2004) a telítetlen zsírok arányát a török fajták esetében 68,6%-ban határozta meg.

A többszörösen telítetlen zsírsavak közül a vizsgált minták magjaiban kiemelkedő mennyiségben található linolsav (17,0-33,2%), valamint linolénsav (15,3-24,9%). Ebben a tekintetben a 'Mara' és az 'Askola' fajták kiemelkedőek. Ciesarova (2020) több, mint 20 nemzetközi tanulmány adatait elemezte és hasonlította össze, ezek alapján a homoktövis mag linolsav 35-40%, míg a linolénsav tartalma 20-35% között van. Az általunk vizsgált fajtákban a linolsav mennyisége néhány százalékkal alulmarad a nemzetközi összehasonlításhoz képest, míg a linolénsav a legtöbb esetben meg is haladja azt.

A linolsav egy olyan telítetlen omega-3 zsírsav, amely esszenciális és az étkezéssel kell bevinni a szervezetbe. Az emberi szervezetben a sejtmembránok és a mitokondrium membránok fiziológiai összetevői, és szerepet játszanak a sejtranszport mechanizmusában és a neuronális jelek átvitelében (Zielińska és Nowak 2014). A linolsav aránya eltérést mutat a subsp. *rhamnoides*, és a subsp. *sinensis* alfajok között (Yang és Callio 2001).

A linolénsav egy többszörösen telítetlen omega-6 zsírsav, amelyet szintén nem képes az emberi szervezet önmagában szintetizálni, de a gyermekek normális növekedéséhez nélkülözhetetlen (Solà Marsiñach és Cuenca 2019).

## 4. táblázat. Homoktövisfajták magjának zsírsavösszetétele (mg/100g)

	Ascola	Clara	Habebo	Leikora	Mara	R-01
zsírsav	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
<b>Teltett zsírsavak(1)*</b>						
Mirisztinsav	133,8 ± 36,6	13055,9 ± 986,5	69,6 ± 5,8	130,2 ± 4,2	88,9 ± 6,0	75,8 ± 0,0
Pentadékansav	69,6 ± 19,7	40,32 ± 2,9	45,9 ± 3,7	47,05 ± 3,1	53,2 ± 1,6	34,9 ± 0,3
Palmitinsav	11121,9 ± 2272,9	13055,9 ± 986,5	13098,9 ± 144,2	13246,4 ± 281,8	8472,8 ± 317,7	11833,7 ± 463,8
Szearinsav	1635,9 ± 348,1	1125,6 ± 87,3	1487,2 ± 16,4	1497,8 ± 28,0	1353,6 ± 45,3	750,5 ± 23,7
Arachinsav	249,3 ± 55,6	219,2 ± 35,7	276,8 ± 21,8	305,1 ± 8,2	237,5 ± 4,8	137,2 ± 4,3
Behénsav	75,1 ± 21,6	73,1 ± 14,3	56,5 ± 19,9	93,2 ± 27,2	65,3 ± 2,2	45,4 ± 12,6
<b>Egyszeresen telítetlen zsírsavak(2)*</b>						
Palmitoleinsav	8617,0 ± 1736,7	9552,1 ± 684,8	9294,5 ± 110,2	10661,7 ± 226,4	5543,5 ± 215,5	12272,7 ± 500,2
Olajsav	11611,5 ± 2291,8	11757,4 ± 808,2	13567,2 ± 85,6	11325,6 ± 212,4	10102,1 ± 432,6	9891,8 ± 366,6
Gondoinsav	20,7 ± 6,3	29,1 ± 0,7	14,9 ± 3,1	18,9 ± 4,2	128,8 ± 2,7	18,7 ± 1,0
cisz-1,5-tetrakozénsav	10,5 ± 1,4	6,4 ± 3,2	5,6 ± 7,9		3,1 ± 1,4	7,0 ± 4,5
<b>Többszörösen telítetlen zsírsavak(3)*</b>						
Linolsav	22571,6 ± 4121,3	13623,0 ± 261,7	14756,2 ± 254,7	13740,7 ± 244,2	20764,2 ± 1215,2	9332,4 ± 386,6
$\alpha$ -linolénsav	16764,2 ± 3338,6	11963,6 ± 844,8	15269,2 ± 162,8	13037,4 ± 270,9	15570,0 ± 620,6	8436,0 ± 320,2
Dihomo- $\gamma$ -linolénsav	16,3 ± 4,0	19,4 ± 0,8	11,4 ± 2,9	12,7 ± 1,6	9,9 ± 1,7	12,7 ± 1,4
Omega-6/omega-3 (linolsav/linolénsav)	1,3	1,13	0,96	1,05	1,33	1,10

\*átlag ± szórási, average ± standard deviation

Tábla 4. Fatty acid composition of sea buckthorn seeds (mg 100 g<sup>-1</sup>).

Saturated fatty acids, (2) Monounsaturated fatty acids, (3) Polyunsaturated fatty acids

5. táblázat. Homoktövisfajták magjának zsírsavösszetétele (m/m%)

	Ascola	Clara	Habego	Leikora	Mara	R-01
zsírsav	m/m%	m/m%	m/m%	m/m%	m/m%	m/m%
<b>Telített zsírsavak(1)</b>						
Mirisztinsav	0,2 ± 0,0	20,8 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Pentadekánsav	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Palmitinsav*	15,1 ± 0,3	20,8 ± 0,0	19 ± 0,3	20,2 ± 0,0	13,6 ± 0,1	21,5 ± 0,0
Sztearinsav*	2,2 ± 0,1	1,8 ± 0,0	2,2 ± 0,0	2,3 ± 0,0	2,2 ± 0,0	1,4 ± 0,0
Arachinsav	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Behénsav	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
<b>Egyszeresen telítetlen zsírsavak(2)</b>						
Palmitoleinsav*	11,7 ± 0,2	15,2 ± 0,1	13,5 ± 0,2	16,3 ± 0	8,9 ± 0,1	22,3 ± 0,0
Olajsav*	15,8 ± 0,2	18,8 ± 0,2	19,7 ± 0,2	17,3 ± 0	16,2 ± 0	18 ± 0,0
Gondoinsav	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,2 ± 0	0 ± 0
cisz-15-tetrakozénsav	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<b>Többszörösen telítetlen zsírsavak(3)</b>						
Linolsav*	30,7 ± 0,1	21,8 ± 1,3	21,4 ± 0,4	21,0 ± 0,0	33,2 ± 0,4	17,0 ± 0,0
α-linolénsav*	22,8 ± 0,3	19,1 ± 0,1	22,2 ± 0,3	19,9 ± 0,0	24,9 ± 0,1	15,3 ± 0,0
Dihomo-γ-linolénsav	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<b>Zsírsavak aránya(4)</b>						
Telített zsírsavak (%)	19,0	25,1	23,2	25,5	16,6	27,4
Telítetlen zsírsavak (%)	81,0	74,9	76,8	74,5	83,4	72,6
Többszörösen telítetlen zsírsavak (%)	53,5	40,9	43,6	40,9	58,1	32,3

Table 5. Fatty acid composition of sea buckthorn seeds (m/m%)

Saturated fatty acids, (2) Monounsaturated fatty acids, (3) Polyunsaturated fatty acids, (4) Ratio of unsaturated fatty acids

Számos tanulmány arról számol be, hogy az ember olyan étrenden fejlődött, amelyben az omega-6 és az omega-3 esszenciális zsírsavak aránya kb. 1, míg a nyugati étrendben ez az arány 15/1-16,7/1. Az elmúlt 30 évben a teljes zsír- és telített zsírbevétel az összes kalória százalékában csökkent ugyan a nyugati étrendben, miközben az omega-6 zsírsav bevétele nőtt, az omega-3 zsírsav pedig csökkent. Ennek következtében a mai kor embere nem ritkán olyan étrendet folytat, ahol az omega-6/omega-3 arány 20:1 vagy még magasabb. A zsírsavak összetételének ez a változása arányos a túlsúly, a szív- és érrendszeri betegségek, a rák, a gyulladásos és autoimmun betegségek, valamint az elhízás gyakoriságának jelentős növekedésével (Simopoulos 2008).

A szív- és érrendszeri betegségek másodlagos prevenciójában a 4/1 arány a halálozás 70%-os csökkenésével járt. A 2,5/1-es arány csökkentette a vastag- és végbélrákos betegekénél a sejtek szaporodását, illetve nőknél csökkentette a mellrák kockázati tényezőjét. Az omega-6/omega-3 zsírsavak alacsonyabb aránya kívánatosabb a nyugati társadalmakban, valamint a fejlődő országokban gyakran előforduló krónikus betegségek kockázatának csökkentése érdekében (Simopoulos 2016).

A vizsgált fajták közül a 'Habego' (0,96), a 'Leikora' (1,05) és az R-01 (1,1) a legkedvezőbbben az omega6/omega3 javasolt bevétele szempontjából, de a többi fajta esetében is ez az arány max. 1,33.

Az egyszerűen telítetlen zsírsavak közül kiemelendő a palmitoleinsav (omega 7), mely Ciesarova (2020) összefoglaló tanulmánya alapján a homoktövis magban 1,5-8% között található. Az általunk vizsgált fajták mindegyike felülmúlja ezen értékeket, előfordulása 8,9-22,3%. Különösen kiemelhető az R-01 fajtajelölt, mely a 'Mara'-hoz képest háromszoros, míg a többi fajtához képest kb. 1,5-szeres mennyiséget tartalmaz.

A palmitoleinsav felelős a bőr önfertőtlenítő tevékenységéért, javítja a bőr és a nyálkahártya rendellenességeit (Yamamoto et al. 2015). A palmitoleinsav (16:1) egy olyan egyszerűen telítetlen omega-7 zsírsav, amely nagyon ritka a növényvilágban, így nagyon nehéz növényi táplálékforrásokon keresztül bevinni az emberi szervezetbe. A homoktövis azon kevés növények egyike, amelyek ezt a zsírsavat tartalmazzák. A legtöbb tanulmány szerint inkább a bogyó húzában és hézában fordul elő, a magban kevésbé (Yang és Kallio 2001).

Az olajsav egyszerűen telítetlen omega-9 zsírsav, melynek előnye más egyszerűen telítetlen zsírsavakkal szemben az oxidációval szembeni ellenállása (Basu et al. 2007). A mag és a bogyó hús egyaránt gazdagok olajsavban. A mag 15-26%, míg a hús 10-26% között tartalmazza. Számos tanulmány kimutatta, hogy az olajsav csökkenti a sejtadhéziós molekulák előfordulását az egyrétegű laphámában, és ez összefüggésbe hozható az érlelmesedés ellenei hatásával (Manning et al. 2012).

### Következtetés

A homoktövis fajták fizikai, biokémiai, érzékszervi tulajdonságainak, az egyes fajták feldolgozástechnológiai műveletek hatására mutatott változásainak vizsgálata folyamatos kutatást igényel. A kéméletes feldolgozási eljárások terjedése lehetőséget biztosít a bioaktív hatóanyagok minél nagyobb mértékű megőrzésére, ezért ezek alkalmazhatóságának feltérképezése kiemelt jelentőségű. A homoktövis bogyók esetében eddig a feldolgozóipar a lé, velő, illetve különböző étrend-kiegészítők, pl. magolaj, törköly őrlemény feldolgozására szorítkozott. A bogyók egészben történő szárításának nagy előnye az, hogy a hús, a héj és a mag együtt kerül feldolgozásra, így fogyasztásra. Fontos azonban a bogyók tulajdonságainak ilyen szempontból történő megközelítése és vizsgálata,



azaz a bogyók fizikai paramétereinek, színjellemzőinek, cukor/sav arányának, illetve a bogyók zsírsavprofiljának vizsgálata. A fizikai paraméterek a feldolgozhatóságot, a szárítás paramétereinek beállítását, a cukor/sav arány az érzékszervi jellemzőket, míg a zsírsavprofil a humán egészségre gyakorolt hatást és egyben a szárított termékek avasodását, eltarthatóságát jellemzi.

A vizsgált paraméterek alapján a 'Mara', a 'Clara' és az 'Ascola' ígéretesek a cukor/sav arányuk alapján. A zsírsavprofil tekintve szintén a 'Mara' emelkedik ki a magas telítetlen zsírsav arányával, azonban a funkcionalitást előtérbe helyezve fontos kiemelni az R-01 fajtajelöltet kiemelkedő palmitoleinsav tartalmával és kedvező omaga 6/omega 3 arányával. A továbbiakban, a feldolgozás-technológiai kutatásokat, kiemelten az egész bogyók szárítását érdemes ezen fajtákkal folytatni.

### Felhasznált irodalom

1. Aaby, K., Martinsen, B.K., Borge, G.I. and Røen, D. 2020. Bioactive compounds and color of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) purees as affected by heat treatment and high-pressure homogenization. *International Journal of Food Properties*, 23(1): 651-664.
2. Basu, M., Prasad, R., Jayamurthy, P., Pal, K., Arumughan, C. and Sawhney, R.C. 2007. Anti-atherogenic effects of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed oil. *Phytomedicine*, 14(11): 770-7.
3. Boca, A.N., Ilies, R.F., Saccomanno, J., Pop, R., Vesa, S., Tataru, A.D. and Buzoianu, A.D. 2019. Sea Buckthorn Extract in the Treatment of Psoriasis. *Exp. Ther. Med.* 17(2): 1020-1023. DOI: 10.3892/etm.2018.6983.
4. Cakir, A. 2004. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. *Biochemical systematics and ecology*, 32(9): 809-816.
5. Chand, N., Naz, S., Irfan, M., Khan, R.U. and ur Rehman, Z. 2018. Effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed supplementation on egg quality and cholesterol of Rhode Island Red× Fayoumi laying hens. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(3): 468.
6. Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., ... and Burčová, Z. 2020. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Research International*, 133: 109170.
7. Codex Alimentarius 1995. Determination of water-soluble dry matter in food, No. 3-1-558/93.
8. Crăciun, I. 2018. Comparative study of liposoluble vitamins and fatty acids from sea Buckthorn oil, wheat germ oil and fish oil. *Acta Universitatis Cibinensis, Series E: Food Technology*, 22(2).
9. Dóka, O., Máté, M., Székely, D., Jócsák, I., Ficzek, G., Simon, G. and Végvári Gy. 2021. HPLC and direct photothermal techniques for quantification of  $\beta$ -carotene in sea buckthorn juices. *European Journal of Horticultural Science*, 86(5): 493-498.
10. Dulf, F.V. 2012. Fatty acids in berry lipids of six sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L., *subspecies carpatica*) cultivars grown in Romania. *Chemistry Central Journal*, 6(1): 1-12.
11. Ercisli, S., Orhan, E., Ozdemir, O. and Sengul, M. 2007. The genotypic affects on the chemical composition and antioxidant activity of sae buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey, *Scientia Horticulturae*, 115: 27-33.
12. Ficzek, G., Mátravölgyi, G., Furulyás, D., Rentsendavaa, C., Jócsák, I., Papp, D., Simon, G., Végvári, Gy. and Stéger-Máté M. 2019. Analysis of bioactive compounds of three sea buckthorn cultivars (*Hippophae rhamnoides* L. 'Askola', 'Leikora', and 'Orangeveja') with HPLC and spectrophotometric methods. *European Journal of Horticultural Science*, 84(1): 31-38.
13. García, V.L. 2019. The omega 7 as a health strategy for the skin and mucous membranes. *EC Nutr*, 14: 484-489.

14. Geertsens, J.L., Allesen-Holm, B.H. and Giacalone, D. 2016. Consumer-led Development of Novel Sea-buckthorn Based Beverages. *J. Sens. Stud.* 31(3): 245–255. DOI: 10.1111/joss.12207.
15. Gęgotek, A., Jastrząb, A., Jarocka-Karpowicz, I., Muszyńska, M. and Skrzydlewska, E. 2018. The effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil on UV-induced changes in lipid metabolism of human skin cells. *Antioxidants*, 7(9): 110.
16. Green, R.C. and Low, N.H. 2013. Physicochemical composition of buffaloberry (*Shepherdia argentea*), chokecherry (*Prunus virginiana*) and sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) fruit harvested in Saskatchewan, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(6): 1143-1153.
17. Kuhkheil, A., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A. and Abdossi, H. 2017. Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran. *Research Journal of Pharmacognosy*, 4(3): 1-12.
18. Li, T.S. and Beveridge, T.H. 2003. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): production and utilization (No. 45317). NRC Research Press.
19. Ma, X., Yang, W., Marsol-Vall, A., Laaksonen, O. and Yang, B. 2020. Analysis of flavour compounds and prediction of sensory properties in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(4): 1705-1715.
20. Magyar Szabvány. 1998. MSZ EN 12147:1998. Gyümölcs- és zöldséglevék. A titrálható savasság meghatározása.
21. Manning, P.J., De, J.S., Ryalls, A.R. and Sutherland, W.H.F. 2012. Paraoxonase 1 activity in chylomicrons and VLDL: the effect of type 2 diabetes and meals rich in saturated fat and oleic acid. *Lipids*. 47(3): 259–67.
22. McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254–1255.
23. Mezey, J., Hegedűs, O., Mezeyová, I., Szarka, K. and Hegedűsová, A. 2022. Thermal treatment influence on selected nutritional values of common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) juice. *Agronomy*, 12(8): 1834.
24. MSZ EN ISO 12966-2:2018. Állati és növényi zsírok és olajok.
25. Pallavee, K. and Ashwani, M. 2017. Sea buckthorn juice: nutritional therapeutic properties and economic considerations. *Int. J. Pharm. Phytochem. Res*, 9: 880-884.
26. Poljšak, N., Kreft, S. and Kočevar Glavač, N. 2020. Vegetable butters and oils in skin wound healing: Scientific evidence for new opportunities in dermatology. *Phytotherapy research*, 34(2): 254-269.
27. Saryakumar, G. and Gupta, A. 2011. Medicinal and therapeutic potential of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) *Journal of Ethnopharmacology*, 138: 269-278. 10.1016/j.jep.2011.09.024
28. Simopoulos, A.P. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, 233(6): 674-688).
29. Simopoulos, A.P. 2016. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3): 128.
30. Singh, V. 2005. Free radicals, diseases, anti-oxidants and anti-oxidant properties of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Seabuckthorn*, 3-69.
31. Solà Marsiñach, M. and Cuenca, A.P. 2019. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*, 18(1): 1-11.
32. Tang, X., Kälviäinen, N. and Tuorila, H. 2001. Sensory and hedonic characteristics of juice of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) origins and hybrids. *LWT-Food Science and Technology*, 34(2): 102-110.
33. Teleszko, M., Wojdyło, A., Rudzińska, M., Oszmiański, J. and Golis, T. 2015. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in SB (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(16): 4120–4129.
34. Tormási, J. and Abrankó, L. 2021. Assessment of Fatty Acid-Specific Lipolysis by *In Vitro* Digestion and GC-FID. *Nutrients*, 13: 3889.

35. Tiitinen, K.M., Hakala, M.A. and Kallio, H.P. 2005. Quality components of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5): 1692-1699.
36. Voss, D.H. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour. *Hort Science*, 27: 1256–1260.
37. Wang, K., Xu, Z. and Liao, X. 2022. Bioactive compounds, health benefits and functional food products of sea buckthorn: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(24): 6761-6782.
38. Yamamoto, Y., Kawamura, Y., Yamazaki, Y., Kijima, T., Morikawa, T. and Nonomura, Y. 2015. Palmitoleic Acid calcium salt: a lubricant and bactericidal powder from natural lipids. *J Oleo Sci.* 64(3): 283–288.
39. Yang, B. and Kallio, H.P. 2001. Fatty acid composition of lipids in SB (*Hippophae rhamnoides* L.) berries of different origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1939–1947.
40. Zakyntinos, G., Varzakas, T. and Petsios, D. 2016. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) lipids and their functionality on health aspects. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4(3): 182-194.
41. Zielińska, A. and Nowak, I. 2014. Fatty acids in vegetable oils and their importance in cosmetic industry. *CHEMIK nauka-technika-rynek*, 68(2): 103-110.

## **Evaluation of certain physicochemical properties of berries and fatty acid content of seeds in some sea buckthorn genotypes**

MÁTÉ, M.<sup>1</sup>, SELIMAJ, G.<sup>1,2</sup>, SIMON, G.<sup>2</sup>, SZALÓKI-DORKÓ, L.<sup>1</sup>, FICZEK, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Food Science and Technology, Department of Fruit and Vegetable Processing Technology

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture, Department of Fruit Growing

E-mail: Ficzek.Gitta@uni-mate.hu

### **Summary**

Since sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is consumed mainly in processed form, the evaluation of certain physicochemical properties of the berries from the food processing point of view is an important task. The aim of this study was to determine the physicochemical parameters (soluble solid content, total titratable acidity, sugar/acid ratio), color characteristics ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and fatty acid profile of five varieties ('Askola', 'Clara', 'Habego', 'Leikora', 'Mara') and one Hungarian candidate, R-01, from the aspect of processability of the whole berries (e.g. drying). The differences were significant between the soluble solid content (6.3–10.84 °Brix) and titratable acid (1.4–3.7%) values of berries. The highest sugar/acid ratio was measured in case of 'Mara'. Regarding the fatty

acid profile, the amount of unsaturated fatty acids was measured between 72.6–83.4%, including polyunsaturated fatty acids, which was between 32.3–58.1%. Candidate R-01 can be used as a raw material for functional foods due to its significant content of palmitoleic acid and a favourable omega-6/omega-3 ratio.

**Keywords:** sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivar; candidate; physical parameters; color coordinates; fatty acids; processability; GC-FID

### **Szerzők**

Máté Mónika – PhD, egyetemi docens, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Selimaj Granit – PhD hallgató, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Simon Gergely – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Szalóki-Dorkó Lilla – PhD, egyetemi adjunktus, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Ficzek Gitta (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

## Mikorrhiza kezelés hatásai a salátatermesztésben – Irodalmi áttekintés

KUCHÁR BORBÁLA<sup>1</sup>, OMBÓDI ATTILA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, MSc hallgató

<sup>2</sup>Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet

E-mail: Ombodi.Attila@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A saláta kiemelt fontosságú levélzöldség. Hazai termesztési problémája a globális klímaváltozás okozta forrószélű nyarak, amelyet az egyébként is érzékeny növény nehezen visel. Termesztését tovább nehezíti az, hogy a jelenlegi szabályozási környezetben kémiai szerekre alapozott növényvédelme egyre nehezebben kivitelezhető. A kiszámíthatóbb és fenntarthatóbb termesztés megvalósításának egyik segédeszköze lehet a mikorrhizálás alkalmazása. Jelen cikk célja az eddig salátával elvégzett mikorrhizálási kísérletek ismertetése és összefoglalása volt. A publikációk eredményei eléggé egybehangzóak, nincsenek nagyon egymásnak ellentmondó megállapítások. Az elvégzett kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy számos más növényhez hasonlóan a mikorrhizálás növeli a saláta sótűrőképességét, ami egy ilyen kifejezetten sóérzékeny növény esetében fontos eredmény. A szárazságtűrés, a vízfelhasználás hatékonysága is növelhető ilyen kezelésekkel. Szintén javítható a tápanyagfelvételi hatékonyság, elsősorban a foszfor esetében. Vannak biztató eredmények a számunkra kifejezetten fontos hőstressz tűrés esetében is, de ennek kiváltó okai, élettani háttér-folyamatai még tisztázásra szorulnak. A mikorrhiza gombáknak a saláta növényvédelmében való felhasználásáról viszont még nem végeztek vizsgálatokat. Számos kutatásban mérték a tápanyagok koncentrációját és eredményül a legtöbb esetben azt kapták, hogy a mikorrhizálás hatására javult a saláta táplálkozási értéke.

**Kulcsszavak:** hőstressz, biokontroll, sótűrés, víz- és tápanyaghasznosítás, táplálkozási érték

### Bevezetés

A saláta Magyarország, Európa, és az egész mérsékelt öv legjelentősebb levélzöldsége. Növekvő népszerűsége ellenére a hazai salátafogyasztás nem éri el az 1 kg/fő/év mennyiséget, miközben más európai országokban az egy főre jutó fogyasztás ennek sokszorosa (Franciaországban például 13-

14 kg/fő/év) (Terbe 2022). A KSH 2021-es adatai alapján a fejes saláta szabadföldi termőterülete hazánkban 237 hektár, a betakarított termésmennyiség 8540 tonna körül alakult. Ehhez adódik még hozzá a 350 hektáros hajtatófelület produktuma, ami körülbelül 15 ezer tonna (FruitVeB Bulletin). Az elmúlt években a termőterület csökkenő tendenciát mutatott. A Eurostat adatai alapján az Európai Unió tagországai által termelt saláta mennyisége 2,3-2,4 millió tonna, melynek csaknem felét Spanyolországban állítják elő. A 2020 évi adatok alapján a Föld salátatermesztéséből Európa 14%-ban részesült. Amerika az összes termés mennyiségéhez 20%-kal járult hozzá. A legnagyobb salátatermesztő az ázsiai kontinens, a világ salátamennyiségének 63%-át termelte (FAOSTAT).

Az Európai Unió Green Deal programjának részeként a 'Farm To Fork' stratégia célja, hogy alapot teremtsen az egészségesebb, pazarlásmentesebb, környezetkímélőbb növénytermesztésre. Előirányozta többek közt az ökológiai gazdálkodás terjesztését, a kémiai növényvédőszeresek és antibakterikumok használatának csökkentését, valamint a műtrágyák fenntarthatóbb alternatívákkal való helyettesítését (Beckman et al. 2020; Bremmer et al. 2021).

Az egyik legnagyobb magyarországi salátatermesztő, Becsey Zoltán aktuális természeti helyzetéről való tájékoztatása alapján a hazai termesztők egy része kezd felhagyni a nyári salátatermesztéssel. A forróság hatására lecsökken ugyanis az salátafejek tömege az áruházlánci átvételi határok közelébe (fejes salátánál 25 dkg, jégsalátánál 40 dkg), ami az értékesítési biztonságot veszélyezteti. További természeti kockázatot jelent még ha az ültetés utáni egy hétben komolyabb stressz éri a salátát, annak gyökérzetét, mert nem tudja behozni a fejlődésbeli lemaradást a kultúra végéig (Becsey, szóbeli közlés).

A saláta nagyon érzékeny növény, a stresszhatásokra kifejezetten rosszul reagál. A környezeti tényezők jelentős mértékben befolyásolják a természeti és növényvédelmi ráfordításokat és növelik a veszteségeket. Biotikus stresszt okoznak a talajlakó kórokozók kártételei is, valamint a rövid vegetációs idő során később fellépő károsítások. Számos külföldi kutatás bizonyította a mikorrhiza-kezelések jótékony hatását a saláta abiotikus és biotikus stresszt okozó tényezőkkel szembeni ellenállóságára (Rouphael et al. 2015; Ryder 1998; Yan et al. 2021).

Más zöldségkultúrákhoz hasonlóan a kémiai növényvédőszeresekre alapozott védekezés megvalósítása is egyre nagyobb gondot jelent a salátánál. Ennek okai az egyre szűkebb hatóanyag kínálat és az egyre hosszabb várakozási idők, ami egy ilyen rövid tenyészidejű növénynél különösen nagy probléma. Olyan biológiai megoldások szükségesek, amelyek az adott kultúra 5-8 hetes időszakában fejtik ki a hatásukat, segítik a növényvédelmet, fokozzák a saláta stressztűrőképességét, mert a rövid tenyészidő miatt nincs idő a tartamhatás érvényesülésére. Ennek megvalósításához többek között egy jó eszköz lehet a mikorrhiza készítmények felhasználása is. Nemzetközileg egyre több kutatás foglalkozik a saláta mikorrhizálásával. Jelen cikk célja az ebben a témában megjelent publikációk áttekintése és összefoglalása volt. (Az utóbbi években számos változás történt a mikorrhiza fajok nevezéktanában. Ebben az anyagban a fajok jelenleg aktuális tudományos nevét alkalmaztuk, csak az első említésükkor tüntettük fel a korábban, az eredeti publikációkban használt nevüket.)

### **Mikorrhiza gombák általános jellemzése**

Az arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák a talaj obligát szimbiotái (Gosling et al. 2006). Neve a görög eredetű gomba (*mukhs, mukés*) és gyökér (*riza, rhiza*) szavakból jött létre, melyből következtetni lehet a gomba és a növények gyökere közt kialakult kölcsönhatásra (Alizadeh 2011). A



mikorrhiza szót először Frank, a német származású patológus használta 1885-ben (Varma et al. 2017). Szimbiotikus kapcsolatuk a szárazföldi növényekkel mintegy 450 millió évvel ezelőtt jött létre (Jiang et al. 2021).

A mikorrhiza gombák hifahálózata többszörösére növeli a növény gyökérzetének tápanyag és vízfelvevő felületét. A víz, a tápanyagok és az ásványi anyagok transzportját teszik lehetővé a növény gyökérének epidermiszén át a belső, az ún. cortex állományába hatolva, kiterjesztve a gazdanövény tápanyagfelvételét a talajban kötött formában található tápanyagokra is. A növény oldott, számára hasznosítható formában tápanyaghoz, valamint a gyökérzet abszorpciós növekedése révén több tápanyaghoz és vízhez jut hozzá (Gosling et al. 2006; Smith és Read 2008). A gomba a kapcsolat által a növénytől a fotoszintézis során előállított szerves vegyületeket, szénhidrátokat kap, melyeket a fotoszintézis képessége hiányában nem képes önmaga előállítani (Gosling et al. 2006; Smith és Read 2008). A szénhidrátokat a növény hexóz formában szállítja a gyökérzet irányába, ezáltal a gomba szénforráshoz jut (Jiang et al. 2021). A talajban természetes körülmények között is megtalálhatók ezek a szervezetek, a növényfajok 90%-a képes mikorrhiza kapcsolat létesítésére (Santander et al. 2017; Vosátka et al. 2012).

### **Szárazságtűrés, vízhasznosítás növelése**

A saláta akár öntözés nélkül is termesztethető, nem vízigényes növény, amennyiben helyrevetéssel termesztik. Ez esetben ugyanis karógyökeret fejleszt, amellyel a talaj mélyebb rétegeiből is képes vízfelvétele. Palántázás során átültetéskor azonban megszakad a főgyökér, és a talaj felső, sekély rétegében mellékgyökereket képez. Ebben az esetben folyamatos vízellátásra van szüksége (Terbe 2000). A legtöbb országban, így hazánkban is, kizárólag palántázással termesztik, ezáltal nagyon igényes az öntözésre, valamint a talaj víztartalmára (Ramazonovich et al. 2022). Aszálytűrés fokozására számos korábbi kutatás bizonyította a mikorrhiza kezelések hatékonyságát. A gyökér abszorbeáló felületnövelése által a vízfelvétel a mikorrhizált állományokban sokszorosa a kontroll állományokénak (Zou et al. 2017). A mikorrhizálás elősegíti a tápanyagok felszívódását és transzlokációját a rhizoszférában, megváltoztatva a növények anyagcseréjét, ezáltal növelve a szárazságtűrő képességét is (Rouphael et al. 2015).

Baslam és Goicoechea (2012) két salátafajta vízfelvételét vizsgálta mikorrhiza kezelés hatására. Négy kezelést alkalmaztak: optimális öntözés (szabadföldi vízellátáshoz hasonló); az optimális vízmennyiség 2/3-ada; az optimális vízmennyiség fele; aszály. A mikorrhizáltság hatása erősebben érvényesült vízhiányos körülmények esetén, mint optimális vízellátás mellett. Az optimális vízellátottságú, nem mikorrhizált növények és az optimális vízmennyiség 2/3-ával öntözött mikorrhizált növények növekedése és leveleik alakulása közel hasonló volt, ami arra enged következtetni, hogy a mikorrhizás talajoltás a vízhiányt bizonyos mértékig ellensúlyozni képes.

Ruiz-Lozano és Azcón (1996) a szárazság okozta stresszt, valamint a nitrát-reduktáz enzim aktivitását vizsgálta mikorrhizával kezelt salátanövények esetén. A kísérlet célja volt vizsgálni, hogy az enzimaktivitás stresszkörülmények közötti fenntartása szerepet játszik-e a mikorrhizált növények szárazságtűrésében. *Septoglomerum deserticola* (korábban *Glomerum deserticola*), *Funneliformis fasciculatum* (korábban *Glomerum fasciculatum*) és *Funneliformis mosseae* (korábban *Glomerum mosseae*) mikorrhiza gombákkal oltották a növényeket. A kontroll állomány nem kapott mikorrhiza kezelést. Ezen kívül a növények egyik része kevesebb foszfor műtrágyát kapott. A mikorrhizált növények

nitrát-reduktáz enzimaktivitása magasabb volt, mint a kontroll állományé, különösen vízhiányos körülmények között. Az optimálisan öntözött, megfelelő mértékben foszforral ellátott kontroll növények növekedési paramétereit és foszfortartalma közel megegyeztek a mikorrhizált, kevesebb foszfortrágyát kapott növényekével.

Szárazságtűrés fokozására irányuló mikorrhizált saláta kísérletük során Ruiz-Lozano és munkatársai (2016) magasabb fotoszintetikus aktivitást tapasztaltak a mikorrhizával kezelt növények esetében, mint a kontroll állományban. Az abszcizinsav termelődését, valamint a marker gének kifejeződését mind a mikorrhizált, mind a kontroll állományokban befolyásolta a vízhiányos környezet. Azt tapasztalták, hogy a szimbionta kapcsolat a hormonprofilok megváltoztatásával enyhíti az aszály okozta stresszt a mikorrhizált növényekben.

Durán és munkatársai (2016) Chilében vizsgálták a kombinált mikorrhiza (*Rhizoglyphus intraradices*, korábban *Glomus intraradices*) és baktérium (*Bacillus* spp., *Klebsiella* spp.) kezelés előnyeit, vízhiányos körülmények között termesztett salátán. A mikroorganizmusokkal való kezelés hatásosnak bizonyult, szignifikáns különbség mutatkozott a kontroll állományhoz képest. A fiziológiai jellemzők, mint a sztóma vízgőz vezető képessége, valamint a relatív víztartalom is növekedést mutatott a kezelésekre hatására. A baktériumok fokozták a mikorrhiza gomba hatását a növények szárazság ellen kiváltott válaszáat tekintve, serkentették a vízfelvételt, valamint a szárazságtűrést indukáló biokémiai és fiziológiai folyamatokat.

Az általunk ismert egyetlen olyan tudományos publikációban, ami Magyarországon elvégzett salátával és mikorrhizával kapcsolatos kísérlet alapján készült, Fekete és munkatársai (2020) megállapították, hogy az optimálisához képest 80%-os vízellátottság mellett a gyökérkolonizáció mértéke kisebb lett a 100%-os vízellátottságú kezeléséhez képest.

Langeroodi és munkatársai (2020) igazolták az mikorrhizálás szárazság okozta stressz csökkentő hatását cikóriánövények esetén is. A vizsgált paraméterek alapján a mikorrhizálás szignifikáns különbséget eredményezett.

### Sótűrés javítása

A saláta nagyon érzékenyen reagál a talajban felhalmozódó fitotoxikus anyagokra, szermaradékokra, sókra. Emiatt jó bioteszt növény, a fejlődést hátráltató anyagok jelenlétének megállapítására vetjük a területre a célnövény előtt. A saláta kifejezetten sóérzékeny növény, ugyanakkor könnyen felvehető tápanyagokat igényel, rövid tenésziideje miatt kevés idő áll rendelkezésre a tápanyaghasznosításra (Terbe 2000).

Salátán tesztelte Cantrell és Linderman (2001) azt a hipotézist, miszerint a növények a szikes talajba ültetés előtti, mikorrhiza gombákkal történő beoltása enyhíti a só káros hatását a növekedésre és a termés hozamra. Egy másik elméletük az volt, hogy a szikes talajból izolált gombák hatékonyabban ellensúlyozzák a sóhatásokat, mint a nem szikes talajból származók. A mikorrhizált saláta levelei a legmagasabb sótartalmú talaj esetén szignifikánsan zöldebbek voltak a nagyobb klorofill-tartalom miatt, mint a kontroll tövek levelei. A szikes talajból származó mikorrhiza gombák nem csökkentették hatékonyabban a só általi növekedésgátlást, mint a nem szikes talajból származók. A mikorrhiza gombákkal kialakított gyökérkolonizáció mértéke a talaj sókoncentrációjának növekedésével csökkent.

Az előzőhöz hasonló kísérletben vizsgálta Tigka és Ipsilantis (2020) Görögországban a mikorrhiza hatását a saláta növekedésére. A kísérlet célja volt igazolni felvetésüket, hogy a partmenti szikes

talajból izolált mikorrhiza (*Innospora spp.*, *Diversispora spp.*) sóérzékenység mérséklő hatása jobban érvényesül, mint a mezőgazdasági (*Rhizoglossum intraradices*) vagy sivatagi területekről (*Septoglossum deserticola*) izoláltaké. A tengerparti szikes talajból származó mikorrhiza-izolátumok nem bizonyultak hatékonyabbnak a sivatagi és szántóföldi talajból származó gombáknál. A mikorrhiza gomba származása és faja nem befolyásolta a sótűréssel szembeni ellenállóság növelését, csakúgy, mint Cantrell és Linderman (2001) kísérletében.

Spanyolországban Aroca és munkatársai (2013) vizsgálták az arbuskuláris mikorrhiza és a salátanövények közt kialakított szimbióziskapcsolat jótékony hatását a saláta sótűrő képességére. Vizsgálatra került a gyökérkolonizáció mértéke és a saláta gyökerek strigolakton termelése is. A kezelt növények növekedése gyorsabb volt a kontroll növényekéhez képest. A sóstressz jelentős csökkenése volt tapasztalható a mikorrhizált állomány esetén. A szerzők következtetése szerint ezt a mikorrhiza által a növény hormonális folyamataiban indukált változások okozták. A sóartalom, a gyökérkolonizáció és a strigolakton termelés között egyértelmű összefüggéseket állapítottak meg.

Egy Chilében végzett kísérlet során Santander és munkatársai (2019) a mikorrhizálás sótűrőre ható képességét igazolták saláta esetében két különböző mikorrhiza izolátummal. Azon növények esetében, melyek kisebb sókoncentrációnak voltak kitéve, a kezelések 87 és 60%-kal növelték a frisstömeget. Azoknál a salátanövényeknél, amelyek nagyobb koncentrációban kaptak sóoldatot, szintén mindkét gombakezelés növelte a zöldtömeget, azonban kisebb mértékben tudták ellensúlyozni a só okozta károkat, 48, illetve 52%-kal javult a föld feletti zöldtömeg a kontrollhoz képest. Megállapították, hogy a mikorrhiza kezelés hatott az oxidatív károsodások csökkentésére, az antioxidáns védekezőrendszer enzimatikus elemeire. Mikorrhizás talajoltással a sóérzékeny levélzöldség természetese lehetővé válik magasabb sóartalmú területeken is, azonban a szerzők felhívták rá a figyelmet, hogy a különböző mikorrhiza gombafajoknak eltérő mértékű hatása lehet.

Zuccarini (2007) a *Funneliformis mosseae*, a *Rhizoglossum intraradices* és a *Funneliformis coronatum* mikorrhiza gombák keverékével kezelt talajban vizsgálta a fejes saláta sóérzékenységét három eltérő sókoncentrációjú öntözővíz esetén. A föld feletti zöldtömeg szignifikánsan nagyobb volt már az első mintavételkor is. A mikorrhizálás jelentősen csökkentette a nátrium és kalcium felvételét, ezen túlmenően serkentette a kálium és foszfor felszívódását. A mikorrhizálás hatása legjobban a legrosszabb minőségű öntözővíz esetén érvényesült.

Jahromi és munkatársai (2007) *Rhizoglossum intraradices* mikorrhiza kezelés esetén vizsgálták a saláta fiziológiai és molekuláris válaszait, három eltérő koncentrációjú sóoldatos kezelés hatására. A mikorrhizált növények szignifikánsan nagyobb méretbeli különbségeket mutattak a nem mikorrhizált növényekhez képest. Ezentúl a mikorrhizáltság megváltoztatta a növény molekuláris válaszreakcióit és génexpresszióját. A mikorrhizált növények gyökérzete kevesebb mennyiségű abszcizin savat termelt, amiből következtethetünk a mikorrhiza általi sótűrő képesség növekedésére.

### Tápanyaghasznosítás fokozása

Az agrokemikáliák nagymértékű felhasználására alapozott növénytermesztés számos környezetvédelmi jellegű problémát okoz, károsan hat a talajéletre (Smil 2002). Például Miller és Jackson (1998) Kaliforniában végzett kísérlete során megerősítették, hogy a növények természetes mikorrhizáltságának mértéke kisebb a kémiai növényvédőszerrel, valamint foszfor- és nitrogénműtrágyával szennyezett talajban. Jelenleg egyre nagyobb lesz a szerepe a környezettudatos, úgyne-

vezett fenntartható természetstechnológiák alkalmazásának (Basu et al. 2021). Ennek fontos eleme a műtrágyafelhasználás csökkentése a tápanyaghasznosítás növelése által, melynek megvalósításában komoly szerepe lehet a mikorrhiza gombáknak is (Bitterlich et al. 2018). A gomba az extraradikális hifái által termelt foszfátáz enzimekkel segíti a talajban lévő, a növény számára nehezen felvehető, kötött formában található foszfor átalakítását. A foszfor magasabb arányú hasznosítása hozzájárul más tápelemek nagyobb mértékű hasznosításához is (Rouphael et al. 2015; Sato et al. 2019).

Koide és szerzőtársai (2000) a saláta foszforhiányos talajban történő termesztése során vizsgálták a mikorrhizálás jelentőségét. A mikorrhizáltság szignifikánsan növelte a saláta foszfor-hasznosítását és ezáltal foszfor-tartalmát és előnyös hatással volt a növekedési ütemére. Baslam és munkatársai (2013a) azt tapasztalták, hogy a mikorrhizált salátanövények leveleiben megnövekedett a nitrogén, a foszfor, a réz és a vas koncentrációja. A szerzők a fokozott foszforfelvételt tekintik a mikorrhizálás egyik fő előnyének, amellyel javíthatja a gazdanövénye vízfelhasználását is.

Cela és munkatársai (2022) talaj nélküli (hidroponikus) termesztés során vizsgálták a saláta mikorrhiza oltását a foszfor tápanyagutánpótlás összefüggésében. A felhasznált izolátum a *Funneliformis mosseae* gomba volt. Három kezelést hasonlítottak össze: HPC (optimális foszforellátású, nem mikorrhizált), LPC (alacsony foszforellátású, nem mikorrhizált), LPM (alacsony foszforellátású, mikorrhizált) növények. A növekedési paraméterek tekintetében a HPC és LPM növények között nem mutatkozott szignifikáns különbség, az LPM azonban szignifikánsan magasabb értéket mutatott az LPC növényekhez képest. A mikorrhizával inokulált növények leveleiben aktívabb gázcserét, valamint magasabb nitrogén, foszfor és magnézium mennyiséget mértek. Az eredmények alapján a mikorrhiza oltás alkalmazásával csökkenthető a műtrágya felhasználás, ugyanis a növényi növekedésre és beltartalmi értékekre stimulálóan hatott a *Funneliformis mosseae* gombával kialakított szimbiózis kapcsolat.

### Hőstressz tűrő képesség növelése

A saláta hőigényéről elmondható, hogy jól tűri a hideget, szinte az év legnagyobb részében sikerrel termesztethető, hőoptimuma 16 °C. A hideg hőmérséklet nem okoz károkat, a nagy meleget ellenben kifejezetten rosszul viseli, 30 °C felett már vontatott csírázás a jellemző (Terbe 2000). Gyakorlati tapasztalatok alapján a hőtolerancia mára nagyon fontos megoldandó feladatává vált a hazai salátatermesztésnek (Becsey szóbeli közlés). A növények hőstresszel szembeni ellenállóságában nagy szerepet játszik a vízfelvétel, ezért a két tényező szoros korrelációt mutat (Berzy 2000).

Yan és munkatársai (2021) a fejes saláta hőstresszel szembeni ellenállóságát vizsgálták *Funneliformis mosseae* mikorrhiza gomba kezelés hatására. A növényeket 25, illetve 35 °C-on termesztették. A kontroll állományban 35 °C-on károsodtak a tilakoidok, magasabb volt a keményítőszemcsék felhalmozódásának aránya, kisebb lett a klorofill koncentráció, valamint alacsonyabb lett a nettó fotoszintetikus teljesítmény a 25 °C-on termesztett kontroll állományhoz képest. A mikorrhizált, 35 °C-on termesztett salátákban a klorofill-a és -b tartalom egyaránt 4,5%-kal, a nettó fotoszintetikus teljesítmény 7,7%-kal, a transzpirációs együttható pedig 5,9%-kal nőtt a mikorrhizával nem kezelt állományhoz képest. A 35 °C-on termesztett mikorrhizált és a 25 °C-on termesztett kontroll állományok közt a klorofill fluoreszcenciában nem mutatkozott szignifikáns különbség, ami a mikorrhiza kezelés kedvező hatásának tudható be. A vizsgálat megerősítette a mikorrhiza kezelés hőstresszel szembeni jótékony hatásait fejes saláta esetében, javította a saláta magas hőmér-

séklettel szembeni toleranciáját, növelte a fotokémiai folyamatok hatékonyságát és megakadályozta a fotoszintetikus folyamatok károsodását.

Tong és munkatársai (2015) kutatásuk során igazolni kívánták három különböző mikorrhiza gomba (*Funneliformis mosseae*, *Rhizogloium intraradices*, *Glomus versiforme*) hatását 25, 30 és 35 °C-on termesztett salátanövények hőtűrésére. A *Funneliformis mosseae* kolonizációja volt a legmagasabb arányú, 70,4%-os kapcsolódást mutatott a gyökérzettel, míg a legkisebb mértékben, 44,6%-ban a *Rhizogloium intraradices* gomba kolonizálódott. Vizsgálták a szuperoxid-dizmutáz (SOD), a peroxidáz (POD) és a kataláz (CAT) stresszenzimek aktivitását a salátalevelekben. Ez a SOD esetében 68,4%-kal, a POD-nál 128,6%-kal, a CAT-nál pedig 88,9%-kal volt magasabb a mikorrhizált növények esetén a kontrollhoz viszonyítva. A vízdoldható cukor, a prolin szint és a nyersfehérje tartalom is szignifikánsan magasabb volt a mikorrhizával kezelt növényekben. A klorofilltartalom 27,2%-kal, a gyökérzet tömege pedig több, mint a kétszeresére nőtt. A mikorrhizálás hatása a legmagasabb hőmérsékleten fejeződött ki leginkább.

Baslam és munkatársai (2013b) spanyolországi kísérletük során két salátafajtát vizsgálva megállapították, hogy mikorrhiza kezelés felhasználásával a saláták jobban növekedtek a termesztésre kevésbé kedvező meleg tavaszi és nyári hónapokban a kontroll állományhoz képest. Tehát a mikorrhiza gombák felhasználásával meghosszabbítható volt a termesztési időszak. Salátával végzett, a mikorrhizálást a hőtűrés fokozására használt kísérletekről sajnos csak a fentebb említett három publikációt találtuk. A tudományos ismeretek bővítéséhez, a mikorrhizálás általi hőstressz-tolerancia kiváltásának pontos okához további kutatásokra lenne szükség.

### **Mikorrhizálás hatása a táplálkozási értékre**

Ahhoz, hogy a saláta iránt olyan nagy a kereslet világszerte, hozzájárul kedvező táplálkozási értéke is. Ásványi anyagok és vitaminok (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> és C) mellett számos bioaktív vegyületet, pl. antocianinokat, fenolokat, flavonoidokat, karotinoidokat is tartalmaz (Falvo et al. 2009; Ryder 1998; Shi et al. 2022). Alacsony a kalóriatartalma, glikémiás indexe, zsírtartalma és nátrium-tartalma is (Work 1997). A levélzöldségek nagy mennyiségben tartalmaznak az egészség fenntartása szempontjából hasznos fitonutriens vegyületeket, ezáltal az egészséges, modern táplálkozás alapjává váltak, közkezdveltségük részben ennek is tulajdonítható (Britz et al. 2005). A mikorrhiza gomba a gazdanövény anyagcseréjével kölcsönhatásba lépve megváltoztathatja ezeknek a másodlagos anyagcseretermékeknek a termelődését, hozzájárul a metabolitok salátalevélben történő felhalmozásához, előnyösen hat az antioxidáns tulajdonságú vegyületek tartalmára, így táplálkozásélettani szempontból értékesebbé teszi a termesztett növényt (Avio 2017; Goicoechea et al. 2015).

Baslam és Goicoechea (2012) vízellátási kísérlete során a mikorrhiza kezelés növelte a saláta fajták leveleiben az antioxidáns tulajdonságú vegyületek koncentrációját, legfőképp a karotinoidokra és antocianinokra volt hatással. Kisebb mértékben növelte a klorofillok és fenolok felhalmozódását is a levelekben. Goicoechea és munkatársai (2015) a másodlagos anyagcseretermékek felhalmozódását vizsgálták mikorrhizálás hatására és azt, hogy ezt milyen módon befolyásolja a szelénrel történő trágyázás. A mikorrhizált növények szeléntartalma alacsonyabb lett a kontroll növényekénél, ami negatív korrelációra utal a szelén és a mikorrhiza gombák alkalmazása között. A mikorrhizálás előnyösen hatott a klorofill- és karotinoid-termelésre, növelte az antioxidáns- és a fenoltartalmat, de a szelén adagolás fajtától függő mértékben ezt a hatást negatívan befolyásolhatta.

Baslam és munkatársai (2013b) a beltartalmi értékek változását vizsgálták mikorrhiza kezelés hatására, két saláta fajta és különböző termesztési időszakok esetén. Télen a kezelés a vas, a karotinoidok, a fehérjék és az antocianinok felhalmozódását okozta. Nyáron és ősszel a mikorrhiza kezelés mindkét salátafajta antocianin szintjét megnövelte. A kálium, a cukor és a C-vitamin szintje télen és tavasszal is megnőtt a mikorrhizált állományokban. Télen is és nyáron is megnövekedett a réz és magnézium mennyisége. A tavaszi időszakban a mikorrhiza a réz, a cink és a cukrok mennyiségére, ősszel a mangán mennyiségére hatott pozitívan.

Avio és munkatársai (2017) Olaszországban két különböző mikorrhiza fajjal (*Rhizoglyphus intraradices* és *Funneliformis mosseae*) kezelték a salátát. A *R. intraradices* gombával kezelt növények esetében jelentősen megnövekedett az antioxidáns kapacitás és a fenol tartalom, valamint az antocianin-tartalmat tekintve is ez a faj bizonyult hatásosabbnak. Összességében megállapították, hogy a beltartalmi értékek növelésére sikerrel alkalmazható a mikorrhiza oltás, de fontos, hogy a megfelelő fajt válasszuk a kezeléshez. 2022-ben egy szintén olaszországi kísérlet alkalmával Cela és munkatársai (2022) a mikorrhizálás hatását talajnélküli termesztés során vizsgálták. A mikorrhizálás következtében magasabb klorofill, karotinoid, fenol, nitrogén, foszfor és magnézium értékeket mértek a salátalevelekben.

Durán és munkatársai (2016) az aszálytűrés mellett a beltartalmi értékeket is vizsgálták a *Bacillus* spp. és *Klebsiella* spp. baktériumok, valamint a mikorrhizálás (*Rhizoglyphus intraradices*) együttes hatására. A mikroorganizmusokkal kezelt növények szeléntartalma, makro- és mikroelem tartalma magasabb volt a kezeletlen növényekhez képest. A kezelt növények klorofill- és karotinoid koncentrációja szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll állományban.

Asadi és munkatársai (2022) a *Funneliformis mosseae* gombával történő oltás, és hínárkivonat levélre történő permetezésének hatását vizsgálták. Kutatásuk eredményei azt mutatták, hogy a mikorrhizálás és a hínárkezelés külön-külön is hatásosnak bizonyultak, azonban együttes alkalmazásuk jelentősen növelte a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét, aminek a növény növekedési potenciáljában és beltartalmi értékeiben is jelentős szerepe van. Ezt a hatást a gyökér abszorpciók felület megnövekedésének és az ehhez szorosan kapcsolódó fokozott tápanyagfelvételnek tulajdonították. A saláta ásványianyag tartalmát szignifikánsan növelte a mikorrhiza alkalmazása, és ezt még inkább fokozta a hínárkivonat kezeléssel való kombináció. A mikorrhizált növények növekedése és beltartalmi értékeinek javulása egyenes arányosságot mutatott. A nagyobb levelekkel rendelkező növények nagyobb mennyiségű nitrogént, foszfort, káliumot, vasat, cinket és rezet tartalmaztak a kontroll növényekhez képest.

### **Lehetséges biokontroll szerep a saláta növényvédelmében**

A növények fokozott védekezőképességgel válaszolhatnak a mikorrhiza gombákkal kialakított szimbiotikus kapcsolatra. A mikorrhiza indukálta rezisztencia szisztemikus védelmet nyújt a károsítók ellen (Cameron et al. 2013). Több kísérlet igazolta, hogy a mikorrhiza gombákkal kialakuló szimbiózis kapcsolat rezisztenciát vagy toleranciát eredményezett a vizsgált növényfajok gyökér- és levélkórokozóival szemben, bár az immunválaszt kiváltó molekuláris hatásmechanizmusokról kevés adat áll rendelkezésre (Sanchez-Bel et al. 2016). A mikorrhiza-kezelés növényvédelmi szerepére saláta esetében vizsgálat még nem történt, további kutatások szükségesek tudományos ismereteink kiterjesztéséhez. Viszont számos olyan publikáció található, amelyből kiderül, hogy a salátánál meghatározó jelentőségű kórokozók ellen más zöldségkultúrában sikerült ellenállóságot kialakítani.



Miozzi és munkatársai (2020) paradicsom növényekkel végzett kísérletükben bizonyították a salátamozzaikat is okozó CMV (Cucumber Mosaic Virus) ellen a mikorrhiza-kezelés indukálta toleranciát a szalicilsavszint növekedése, valamint a reaktív oxigénformák felhalmozódásának korlátozása által. Sanchez-Bel és munkatársai (2016) paradicsom növényeken vizsgálták a mikorrhiza által indukált ellenállóságot a *Botrytis cinerea*-val szemben, mely a saláta botritiszes betegségét okozza és egy folyamatosan jelenlévő, lényeges probléma a salátatermesztésben. Azt tapasztalták, hogy a mikorrhizált növények fokozott rezisztenciát mutattak, a növények levelein kisebb méretű nekrózisok alakultak ki, mint a kezeletlen növényeken. Ezt a metabolikus változásoknak tulajdonították: a folsav, riboflavinok, indolszármazékok és fenolok felhalmozásával reagáltak a mikorrhizált tövek a fertőzésre.

Yao és munkatársai (2002) két burgonyafajtán vizsgálták a mikorrhizával történő kezelés hatását a salátát is károsító *Rhizoctonia solani* gombabetegséggel szemben. A mikorrhiza oltáshoz két gombafajtát, a *Claroidegломus etunicatum*-ot (korábban *Glomus etunicatum*) és a *Rhizogломus intraradices*-t használták fel. A vizsgálat eredményes volt, a két mikorrhizagomba 26, illetve 77%-kal csökkentette a mortalitást a fertőzött állományban. A kontroll állományhoz képest mindkét mikorrhiza gombával történt kezelés szignifikánsan több termést eredményezett. Asadabadi és munkatársai (2021) szójával végzett vizsgálataik során a mikorrhizálást eredményesebb eljárásnak találták a salátát is megfertőző *Sclerotinia sclerotiorum* visszaszorítására más alternatív védekezési lehetőségekhez képest. Sikes (2010) pedig arra talált bizonyítékot, hogy egyes mikorrhiza fajok hatékonyan csökkentették a *Fusarium spp.* kórokozó jelenlétét.

### Összegzés

Összességében megállapítható, hogy szép számban végeztek már kísérleteket a saláta mikorrhizálásával kapcsolatban. Ebben a tevékenységben eddig elsősorban a spanyol és az olasz kutatók jártak az élen. A legtöbb vizsgálat a saláta sőtűrésének fokozásával volt kapcsolatos. Az eredmények alapján a mikorrhizálás növeli a saláta sőtűrés képességét, mint ahogyan a foszfor felvevő képességét, valamint a szárazságtűrését és a vízhasznosítását is. Ezek kétségtelenül fontos és lényeges eredmények, de a hazai termesztési gyakorlat szempontjából ezeknek talán kicsit kisebb a jelentősége, mert egyrészt öntözés nélkül nálunk nincs salátatermesztés, másrészt nemzetközi összehasonlításban a hazai termőtalajok sóartalma viszonylag alacsony, foszfor tartalma pedig megfelelő. Számunkra sokkal lényegesebb kérdések a hőstressz tűrés és a biokontroll kérdésköre. A mikorrhizálással történő hőstressz tűrés fokozással kapcsolatban vannak ígéretes eredmények, ami számunkra is fontos lehet és érdemes lenne ez irányban kutatásokat folytatnunk. A mikorrhizálásnak a saláta növényvédelmébe való bevonásával kapcsolatban még nem nagyon végeztek vizsgálatokat. Ugyanakkor biztató, hogy számos, a saláta szempontjából is fontos kórokozót sikerült kontrollálni más zöldégnövényekkel végzett kísérletekben. Megemlítené még a mikorrhiza kezelésektől táplálkozási érték növelő hatása, ami számos vizsgálatban bebizonyosodott.



## Felhasznált irodalom

1. Alizadeh, O. 2011. Mycorrhizal symbiosis. *Advanced Studies in Biology*, 3(6): 273-281.
2. Aroca, R., Ruiz-Lozano, J.M., Zamareno, A.M., Paz, J.A., García-Mina, J.M. and López- Ráez, J.A. 2013. Arbuscular mycorrhizal symbiosis influences strigolactone production under salinity and alleviates salt stress in lettuce plants. *Journal of Plant Physiology*, 170(1): 47-55.
3. Asadabadi, R.S., Hage-Ahmed, K. and Steinkellner, S. 2021. Biochar, compost and arbuscular mycorrhizal fungi: a tripartite approach to combat *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(6): 1433-1445.
4. Asadi, M., Rasouli, F., Amini, T., Hassanpouraghdam, M.B., Souri, S., Skrovankova, S., Mlcek, J. and Ercisli, S. 2022. Improvement of photosynthetic pigment characteristics, mineral content, and antioxidant activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) by arbuscular mycorrhizal fungus and seaweed extract foliar application. *Agronomy*, 12: 1943.
5. Avio, L., Sbrana, C., Giovannetti, M. and Frassinetti, S. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi affect total phenolics content and antioxidant activity in leaves of oak leaf lettuce varieties. *Scientia Horticulture*, 224: 265-271.
6. Baslam, M. and Goicoechea, N. 2012. Water deficit improved the capacity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) for inducing the accumulation of antioxidant compounds in lettuce leaves. *Mycorrhiza*, 22(5): 347-359.
7. Baslam, M., Garmendia, I. and Goicoechea, N. 2013a. Enhanced accumulation of vitamins, nutraceuticals and minerals in lettuces associated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF): A question of interest for both vegetables and humans. *Agriculture*, 3(1): 188-209.
8. Baslam, M., Garmendia, I. and Goicoechea, N. 2013b. The arbuscular mycorrhizal symbiosis can overcome reductions in yield and nutritional quality in greenhouse-lettuces cultivated at inappropriate growing seasons. *Scientia Horticulturae*, 164: 145-154.
9. Basu, A., Prasad, P., Das, S.N., Kalam, S., Sayyed, R.Z., Reddy, M.S. and El Enshasy, H. 2021. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*, 13(3): 1140.
10. Beckman, J., Maros, I., Jelliffe, J.L., Baquedano, F.G. and Scott, S.G. 2020. Economic and food security impacts of agricultural input reduction under European Union Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies. *Economic Brief No. 30*, United States Department of Agriculture.
11. Berzy T. 2000. Abiotikus stressztényezők szerepe a hibridkukorica termesztésben és vetőmagelőállításban. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
12. Bitterlich, M., Roupheal, Y., Graefe, J. and Franken, P. 2018. Arbuscular mycorrhizas: a promising component of plant production systems provided favorable conditions for their growth. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1329.
13. Bremmer, J., Gonzalez-Martinez, A., Jongeneel, R., Huiting, H. and Stokkers, R. 2021. Impact assessment study on EC 2030 Green Deal targets for sustainable food production. Effect of Farm to Fork and Biodiversity Strategy 2030 at farm, national and EU level. Wageningen Economic Research.
14. Britz, S., Caldwell, C., Mirecki, R., Slusser, J. and Gao, W. 2005. Effect of supplemental ultraviolet radiation on the concentration of phytonutrients in green and red leaf lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars. In: *Proceedings of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, Vol. 5886. Ultraviolet ground- and space-based measurements, models, and effects V. 284-291.
15. Cameron, D.D., Neal, A.L., Wees, S.C.M. and Ton, J. 2013. Mycorrhiza-induced resistane: More than the sum of its parts? *Trends in Plant Science*, 18(10): 539-545.
16. Cantrell, I.C. and Linderman, R.G. 2001. Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. *Plant and Soil*, 233(2): 269-281.
17. Cela, F., Avio, L., Giordani, T., Vangelisti, A., Cavallini, A., Turrini, A., Sbrana, C., Pardossi, A. and

- Incrocci, L. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi increase nutritional quality of soilless grown lettuce while overcoming low phosphorus supply. *Foods*, 11(22): 3612.
18. Durán, P., Acuna, J.J., Armada, E., Lopez-Castillo, O.M., Cornejo, P., Mora, M.L. and Azcón, R. 2016. Inoculation with selenobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi to enhance selenium content in lettuce plants and improve tolerance against drought stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(1): 201-225.
  19. Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database> (megtekintve: 2022. november)
  20. Fallovo, C., Roupheal, Y., Rea, E., Battistelli, A. and Cella, G. 2009. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(10): 1682-1689.
  21. FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (megtekintve: 2022. november)
  22. Fekete K., Takács E., Ferschl B., Szalai Z.M. és Pap Z. 2020. Az öntözés mértéke és a fekete fóliás talajtakarás hatása batávia saláta gyökérekolonizációjának mértékére, fejtömegére és tápanyagtartalmára. *Kertgazdaság*, 52(2): 35-46.
  23. FruitVeB Bulletin: <https://fruitveb.hu/fruitveb-bulletin-2019-zoldseg-gyumlucs-termoteruletek-alakulasa-2011-2019/> (megtekintve: 2022. november)
  24. Goicoechea, N., Garmendia, I., Fabbrin, E.G., Bettoni, M.M., Palop, J.A. and Sanmartín, C. 2015. Selenium fertilization and mycorrhizal technology may interfere in enhancing bioactive compounds in edible tissues of lettuces. *Scientia Horticulturae*, 195: 163-172.
  25. Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G. and Bending, G.D. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113(1-4): 17-35.
  26. Jahromi, F., Aroca, R., Porcel, R. and Ruiz-Lozano, J.M. 2007. Influence of salinity on the *in vitro* development of *Glomus intraradices* and on the *in vivo* physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. *Microbial Ecology*, 55(1): 45-53.
  27. Jiang, D., Tan, M., Wu, S., Zheng, L., Wang, Q., Wang, G. and Yan, S. 2021. Defense responses of arbuscular mycorrhizal fungus-colonized poplar seedling against gypsy moth larvae: a multiomics study. *Horticulture Research*, 8: 245.
  28. Langeroodi, A.R.S., Osipitan, O.A., Radicetti, E. and Mancinelli, R. 2020. To what extent arbuscular mycorrhiza can protect chicory (*Cichorium intybus* L.) against drought stress. *Scientia Horticulturae*, 263: 109109.
  29. Koide, R.T., Goff, M.D. and Dickie, I.A. 2000. Component growth efficiencies of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants. *The New Phytologist*, 148(1): 163-168.
  30. KSH: A fontosabb zöldségfélék termesztése és felhasználása (2016-2020): [https://ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0024.html](https://ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0024.html) (megtekintve: 2022. november)
  31. Miozzi, L., Vaira, A.M., Brilli, F., Casarin, V., Berti, M., Ferrandino, A., Nerva, L., Accotto, G.P. and Lanfranco, L. 2020. Arbuscular mycorrhizal symbiosis primes tolerance to cucumber mosaic virus in tomato. *Viruses*, 12(6): 675.
  32. Miller, R.L. and Jackson, L.E. 1998. Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil-factors. *The Journal of Agricultural Science*, 130(2): 173-182.
  33. Ramazonovich, K.R., Tursunoy, Q. and Marjona, G. 2022. Leaf lettuce cultivation technology, zoned and widespread varieties. *International Journal on Integrated Education*, 5(6): 208-212.
  34. Roupheal, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M., Pascale, S.D., Bonini, P. and Colla, G. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 196: 91-108.
  35. Ruiz-Lozano, J.M. and Azcón, R. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 60(2): 175-181.
  36. Ruiz-Lorano, J.M., Aroca, R., Zamarreno, A.M., Molina, S., Andreo-Jimenez, B., Porcel, R., Garcia-Mina, J.M., Ruyter-Spira, C. and Lopez-Raez, J.A. 2016. Arbuscular mycorrhizal symbiosis induces

- strigolactone biosynthesis under drought and improves drought tolerance in lettuce and tomato. *Plant, Cell & Environment*, 39(2): 441-452.
37. Ryder, E.J. 1998. Lettuce, endive and chicory. CABI Publishing, Wllingford, UK. 208.
38. Sanchez-Bel, P., Trocho, P., Gamir, J., Pozo, M.J., Camanes, G., Cerezo, M. and Flors, V. 2016. The nitrogen availability interferes with mycorrhiza-induced resistance against *Botrytis cinerea* in tomato. *Frontiers in Microbiology*, 7: 1598.
39. Santander, C., Aroca, R., Ruiz-Lozano, J.M., Olave, J., Cartes, P., Borie, F. and Cornejo, P. 2017. Arbuscular mycorrhiza effects on plant performance under osmotic stress. *Mycorrhiza*, 27: 639-657.
40. Santander, C., Ruiz, A., García, S., Aroca, R., Cumming, J. and Cornejo, P. 2019. Efficiency of two arbuscular mycorrhizal fungal inocula to improve saline stress tolerance in lettuce plants by changes of antioxidant defense mechanisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4): 1577-1587.
41. Sato, T., Hachiya, S., Inamura, N., Ezawa, T., Cheng, W. and Tawarayama, K. 2019. Secretion of acid phosphatase from extraradical hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus clarus* is regulated in response to phosphate availability. *Mycorrhiza*, 29(6): 599-605.
42. Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T.B., Khan, Z., Mitra, S., Aljohani, A.S.M., Alhumaydhi, F.A., Al-Awthan, Y.S., Bahattab, O., Thiruvengadam, M. and Suleria, H.A.R. 2022. Phytochemicals, bioavailability, and health benefits in lettuce – A comprehensive review. *Antioxidants*, 11(6): 1158.
43. Sikes, B.A. 2010. When do arbuscular mycorrhizal fungi protect plant roots from pathogens? *Plant Signaling & Behavior*, 5(6): 763-765.
44. Smil, V. 2002. Nitrogen and food production: Proteins for human diets. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2): 126-131.
45. Smith, S.E. and Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd Edition, Academic Press, London
46. Terbe I. 2000. *Levélzöldségfélék*. Dinasztia Kiadó, Budapest
47. Terbe I. 2022. Kevésbé ismert, ritkán fogyasztott levélzöldegek: a madársaláta és termesztése. *Agroforum Online*, <https://agroforum.hu/szakcikk/kevesbe-ismert-ritkan-fogyasztott-levelzoldsegek-a-madarsalata-es-termesztese/> (megtekintve: 2022. november)
48. Tigka, T. and Ipsilantis, I. 2020. Effects of sand dune, desert and field arbuscular mycorrhizae on lettuce (*Lactuca sativa*, L.) growth in a natural saline soil. *Scientia Horticulturae*, 264: 109191.
49. Tong, M.A., Runjin, L.I.U. and Min, L.I. 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on heat-tolerance of *Lactuca sativa*. *Plant Physiology Journal*, 51(11): 1919-1926.
50. Varma, A., Prasad, R. and Tuteja, N. 2017. *Mycorrhiza – nutrient uptake, biocontrol, ecorestoration*. Springer Cham.
51. Vosátka, M., Látr, A., Gianinazzi, S. and Albrechtová, J. 2012. Development of arbuscular mycorrhizal biotechnology and industry: Current achievements and bottlenecks. *Symbiosis*, 58(1-3): 29-37.
52. Work, P. 1997. *Vegetable production and marketing*. Biotech Books, New York. 498.
53. Yan, Z., Ma, T., Guo, S., Liu, R. and Li, M. 2021. Leaf anatomy, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of lettuce as influenced by arbuscular mycorrhizal fungi under high temperature stress. *Scientia Horticulturae*. 280: 109933.
54. Yao, M., Tweddell, R. and Désilets, H. 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. *Mycorrhiza*, 12(5): 235-242.
55. Zou, Y.N., Wang, P., Liu, C.Y., Ni, Q.D., Zhang, D.J. and Wu, Q.S. 2017. Mycorrhizal trifoliolate orange has greater root adaptation of morphology and phytohormones in response to drought stress. *Scientific Reports*, 7(1): 1-10.
56. Zuccarini, P. 2007. Mycorrhizal infection ameliorates chlorophyll content and nutrient uptake of lettuce exposed to saline irrigation. *Plant Soil and Environment*, 53(7): 283-289.

## **Effects of mycorrhizal treatment in lettuce cultivation - Literature review**

KUCHÁR, B.<sup>1</sup>, OMBÓDI, A.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, MSc student

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture

E-mail: Ombodi.Attila@uni-mate.hu

### **Summary**

Lettuce is a highly important leafy vegetable. The Hungarian cultivation is strongly affected by the hot summers caused by global climate change, which the heat sensitive plant can hardly tolerate. Its cultivation is further complicated by the fact that under current regulations, plant protection based on chemical agents is increasingly difficult to implement. The use of mycorrhization can be one of the solutions to achieve a more sustainable and reliable lettuce cultivation. The purpose of this article was to list and summarize the mycorrhization experiments carried out so far with lettuce. The results of the publications are quite consistent, there are no contradictory findings. Based on the results of the experiments, it can be concluded that, like in case of many other plants, mycorrhization increases the salt tolerance of lettuce, which is an important result for such a salt-sensitive plant. Drought tolerance and water use efficiency can be increased with mycorrhizae treatments as well. It is also possible to improve nutrient absorption efficiency, especially in the case of phosphorus. There are further promising results in the issue of heat stress tolerance, which is especially important for us, but the main causes and physiological background processes of this effect still need to be clarified. However, no studies have yet been conducted on the use of mycorrhizal fungi as a biocontrol agent in lettuce plant protection. In many researches, the concentration of nutrients was measured, and in most cases they found that the nutritional value of the lettuce improved as a result of mycorrhization.

**Keywords:** heat stress, biocontrol, salt-tolerance, water and nutrient utilization, food value

### **Szerzők**

Kuchár Borbála – MSc hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Ombódi Attila (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

## Eltérő vízellátottsági szintek hatása az ipari paradicsom gyökérzetére

M'HAMDI OUSSAMA, ÉGEI MÁRTON, PÉK ZOLTÁN, TAKÁCS SÁNDOR

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gödöllő

E-mail: Takacs.Sandor@uni-mate.hu

### Összefoglaló

Az édesvízkészletek egyre intenzívebbé váló felhasználása és csökkenő hozzáférhetősége mellett fontos a termesztett növények termésszintjeinek fenntartása, ugyanakkor a vízfelhasználás hatékonyságának optimalizálása. Ezek miatt elengedhetetlen, hogy megértsük a különböző növények hogyan reagálnak az eltérő, sok esetben hiányos vízellátottságra. Az elégtelen vízellátottságú helyzetekhez való adaptációban a gyökerek szerepe megkérdőjelezhetetlen, hiszen ők felelnek a vízfelvétel túlnyomó részéért. Jelen tanulmányban három vízellátottsági szint (a növényi evapotranspiráció 100%-a, 50%-a, illetve vízpótló öntözés nélküli kontroll) hatását vizsgáltuk a paradicsom gyökerek darabszámára és hosszára. A gyökerek vizsgálatát 8 hetes monitoring időszakban végeztük egy roncsolásmentes *in-situ* gyökérszkennelvel (CI-600 *in-situ* root imager) 10-70 cm-es mélységben. Az eredmények szerint a paradicsom növény 50%-os deficit öntözés (4313 mm gyökérhossz), illetve rendszeres öntözés nélkül (4094 mm) több és hosszabb gyökeret fejleszt a vizsgált gyökérszónában, mint a teljes vízigény kielégítése mellett (2280 mm). Ugyanakkor a gyökérzet sűrűbb lesz és mélyebbre hatol a vízhiányos kezelésekben. A közölt eredmények és adatok hozzájárulhatnak az ipari paradicsom öntözésének tervezéséhez, a termesztéstechnológia fejlesztéséhez, illetve a vízhiányos körülményekhez való alkalmazkodást segítő nemesítőmunka során a szelekciós tevékenységhez.

**Kulcsszavak:** gyökérszkennel, öntözés, vízstressz, gyökérhossz, gyökérmélység

### Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az agrárium a világ legjelentősebb édesvíz felhasználója, melynek jelentősebb részét fordítják öntözésre (FAO 2021a). Az édesvízkészlet hozzáférhetősége azonban csökken és további csökkenés várható, melynek oka az ipar, a városok, a gyorsan gyarapodó emberi populáció növekvő igénye, valamint a változó klíma (De Wrachien et al. 2021). A hozzáférhetőség csökkenése miatt

a száraz periódusok okozta problémák gyakoribbá és intenzívebbé válnak. A növényi vízigények növekedése a termelés csökkenését okozhatja világszinten, hiszen az egyik legjellemzőbb abiotikus korlátozó tényező a növényi fejlődést és produktivitást tekintve a vízhiány (Tardieu et al. 2018). A növekvő hőmérsékletekkel járó növényi vízigény növekedés és a fejlődő országok populációjának növekvő vízigénye egyszerre jelentkezik, amelyet tovább súlyosbít a talaj vízkészleteinek csökkenése. A természeti fenntartása egy olyan környezetben, ahol az aszály a jelenleg tapasztaltaknál gyakoribb és kiterjedtebb első számú prioritásnak tekinthető (Patané et al. 2021). A vízstresszre adott fiziológiai reakciók vizsgálata a zöldségnövények tekintetében is kiemelten fontos (Nemeskéri et al. 2018; Nemeskéri és Helyes 2019).

A paradicsom jelentős szerepet tölt be táplálkozásunkban friss és feldolgozott termékek formájában és fontos megjegyezni, hogy gazdaságilag is jelentős növényről van szó (FAO 2021b). A legtöbb fajta eltérő mértékben érzékeny a szárazság által kiváltott stresszre a különböző fejlődési fázisaiban (Nemeskéri et al. 2019; Patané et al. 2020). Mivel nagyon magas a bogyók szövetének víztartalma (>90%), emiatt a produkció egyik fő limitáló tényezője az elégtelen vízellátás (Cui et al. 2020). Ezért fontos, hogy az ilyen típusú stresszre adott reakcióinak minél mélyebb megértésére törekedjünk (Patané et al. 2020).

A gyökérrendszer felelős a növény fotoszintéziséhez és növekedéséhez szükséges víz- és tápanyagigényének kielégítéséért. Emiatt további megértése szükséges annak, hogyan befolyásolja a vízellátottság a gyökér anatómiai és fiziológiai tulajdonságait. A gyökerek kiterjedésének nagy szerepe van a növényi vízfelvételben. Kutatási eredmények szerint a legsűrűbben átszőtt talajrétegnek még nagyobb szerepe van abban, hogyan birkózik meg a növény a vízhiányos stresszhelyzettel, mint a maximális gyökerezési mélységnek (Shabbir et al. 2020; Yu et al. 2007). Ugyanakkor a melyre hatoló gyökérzettel rendelkező paradicsom növények vízhiány esetén a mélyebb rétegekből pótolhatják a szükséges vizet a stresszhelyzet negatív hatásainak kivédése érdekében (Machado és Oliveira 2005). A gyökér hossza és sűrűsége nem befolyásolja a vízfelvételt egy bizonyos alsó küszöbön, amely alatt a vízfelvétel a gyökérzet sűrűségével lesz arányos (Ge et al. 2022). A növényi vízfelvétel hatékonysága akár mikorrhizás vagy növény-növekedést serkentő rhizobaktériumos kezeléssel is növelhető, ami ipari paradicsom esetében is előnyös lehet (Bakr et al. 2018; Le et al. 2018).

Ipari paradicsom esetében is részletes tanulmányok kellenek ahhoz, hogy átfogóbb képet kapjunk arról, különböző vízkészletek esetén hogyan alakul a gyökerek eloszlása és a növényfejlődés a különböző vízellátottság hatására. A vízstressz és az eltérő vízellátottság termésre és bogyók beltartalmi mutatóira vonatkozó eredmények jól dokumentáltak az irodalomban ipari paradicsom esetében (Takács et al. 2021; Takács és Bíró 2022; Nemeskéri et al. 2022; Andreyi et al. 2021; Helyes et al. 2018), illetve a vízstressz mérésére is több módszert vizsgáltak sikerrel (Böcs et al. 2009, 2010). Azonban gyökérzetre vonatkozó roncsolásmentesen vizsgált eredményeket még nem közöltek, mindössze roncsolásos vizsgálatra találhatunk példát (Machado és Oliveira 2003). Jelen tanulmány ahhoz szolgáltat kutatási eredményeket, hogy a különböző szintű szárazságstressz hogyan befolyásolja az ipari paradicsom gyökerei hosszának és számának alakulását a gyökérzóna különböző rétegeiben.

## Anyag és módszer

### A kísérlet beállítása

Kísérletünket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kertészeti Tanüzemében (GPS: 47°34'51.6"N 19°22'39.0"E) állítottuk be Gödöllőn 2020-ban, amelyben a H1015 (Pomodoro AGRO Kft., Mezőberény) paradicsom hibridet alkalmaztuk és vizsgáltuk. A kísérleti terület talaja fizikai féleségét tekintve homok, az Arany-féle kötöttségi szám alapján (29), szervesanyag tartalma alacsony. A május 14-i kiültetéskor 140 cm-es sortávolságot és 20 cm tőtávolságot alkalmaztunk, így a növény-sűrűség 3,57 növény  $m^{-2}$  volt. Az alaptrágyaként, illetve a vegetációs időben fejrtrágyaként kijuttatott tápanyagmennyiség az alábbi volt: 129  $kg\ ha^{-1}$  N, 89  $kg\ ha^{-1}$   $P_2O_5$  és 317  $kg\ ha^{-1}$   $K_2O$  hatóanyag. A vízellátást csepegtető szalaggal biztosítottuk. Kiültetést követően azonnal 5 mm indító öntözést végeztünk el. Az I100 kezelésben a növényi evapotranszpiráció (ET) 100%-át juttattuk ki, míg az I50 kezelésben ennek a felét öntöztük ki. Kontrollként (K) egy öntözetlen kezelést alkalmaztunk. A két öntözött kezelésben különböző csepegtető szalagokkal biztosítottuk az eltérő mértékű öntözést (Irritec S.p.A., Rocca di Caprileone, Italy). Az I100 kezelésben kihelyezett szalagnál a vízkijuttató elemek távolsága 10 cm, amely 10,6  $l\ óra^{-1}\ m^{-1}$ , vízkijuttatást biztosít, míg az I50 kezelésben 15 cm vízkijuttató elem kiosztású szalagot húztunk ki, melynek vízkijuttatása 5,3  $l\ óra^{-1}\ m^{-1}$ . A csepegtető szalagok és a gyökerek vizsgálatára használt műanyag csövek pozíciója minden kezelésben egységes volt. Az egyes kezelések területe 168  $m^2$  volt.

A növényi vízigény kiszámítására a Penman-Monteith számításon alapuló AquaCrop (FAO Róma, Olaszország) szoftvert használtuk (Takács et al. 2021). A modellhez használt meteorológiai adatokat a tanüzemben elhelyezett meteorológiai állomás biztosította. Az öntözési kezeléseket június 8-án állítottuk be, az utolsó öntözést pedig augusztus 3-án hajtottuk végre. A természetes csapadék viszonylag jó eloszlású és az átlagos felett volt a 2020-as tenyészidőszakban. Ez a tényező részben akadályozta az eltérő vízellátási kezeléseket kialakítását, emiatt monitoring időszaknak a június 25. – augusztus 8. közötti időszakot jelöltük ki, amely viszonylag koherens és folyamatos öntözési kezelésekkal jellemzett. Ehhez az időszakhoz kapcsoltuk a gyökérrendszer fejlődésének monitorozását. Ebben az időszakban a természetes csapadék 115 mm volt, amely egyben az I0 kontroll kezelés teljes vízellátását is jelentette. A monitoring periódus vízellátása az I100 kezelésben 198 mm, az I50 kezelésben 157 mm volt. Az ET 194 mm volt, amely napi 4,3 mm átlagot jelent.

### A gyökérszkennelés

A gyökérzet szkennelését CI-600 *in-situ* gyökérszkennelőrrel (CID Bio-Science Inc., Camas, WA, USA) végeztük. Az eszköz lehetővé teszi, hogy a gyökérzet egy részéről készítsünk felvételeket nondestruktív módon. Működés közben a henger alakú szkennelőr egy átlátszó falú műanyag csőben forog. A szkennelőr energiaellátása USB-n keresztül laptopról biztosítható. A sztenderd cső hossza 105 cm, 6,35 cm belső és 7 cm-es külső átmérővel. A szkennelőr fej 34,3 cm hosszú, átmérője 6,35 cm. A digitális képek 21,6x19,6 cm méretűek, felbontásuk 300 dpi (1. ábra). A képeket a talajszinttől számítva három különböző mélységben készítettük (10-30 cm, 30-50 cm és 50-70 cm). A szkennert minden mérési alkalom kezdetekor kalibráltuk a fehér kalibrációs csőben. A képek rögzítésére a CI-600 Root Scanner szoftvert, míg a képek elemzésére a RootSnap! szoftvert (CID Bio-Science Inc., Camas, WA, USA) használtuk. A szkennelésre heti egyszer került sor a vizsgált



időperiódusban. A monitoring csöveket 3 ismétlésben, közvetlenül a palánták kiültetését követően, random módon kiválasztott növények mellé helyeztük ki -10 cm-re a palánták tővétől. A szükséges lyukakat 7 cm átmérőjű talajfúróval létesítettük. Mivel a kihelyezés közvetlen a kiültetés után történt, emiatt a csövek és a fúrás folyamata semmilyen kárt nem okozott a növények gyökérzetében.

1. ábra. CI-600 gyökérszkennerral készült felvétel a paradicsom gyökérzetének egy részéről



Figure 1. Image of one part of the root system of a tomato plant

### Képfeldolgozás

A RootSnapbe feltöltött képeket először definiálni kell, amely a monitoring cső azonosítását, a vizsgált mélység és a dátum beállítását jelenti. A talaj és a gyökérzet elkülönítésére létezik automata funkció is, amely utólag manuálisan felülbíráható, de a tapasztalataink szerint célszerűbb a gyökerek manuális azonosítása. Ezt követően a kijelölt és azonosított gyökerek adatairól szóló táblázat megtekinthető és kimenthető .csv formátumban. A szkennelt képeken mindössze a monitoring cső fala mellett fejlődő gyökerekről vagyunk képesek adatot gyűjteni, ezért a tanulmányban közölt adatok és elemzések ezekre vonatkoznak a továbbiakban. A vizsgálatban szereplő gyökér darabszám a képen található, nem összefüggő gyökerek számát jelenti, míg a gyökérhossz az egyes gyökerek hosszának összegét fejezi ki.

A statisztikai feldolgozás során egytényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk a gyökér szám és -hossz közötti különbségeket az eltérő mélység és öntözési kezelés tükrében. A közölt eredmények  $p < 0,05$  szinten szignifikánsak. Az elemzéshez SPSS 22.0 (IBM, Armonk, NY, USA) szoftvert használtunk.

### Eredmények

#### Gyökerek száma és hossza

A kísérlet eredményei szerint a különböző öntözési szinteken eltérő volt a gyökerek száma és hossza a teljes vizsgált gyökérszónát alapul véve, a teljes monitoring periódus átlagát tekintve (2. ábra A és B).

2. ábra. A gyökerek darabszámának átlaga (A) és a teljes gyökérhossz (B) az eltérő vízellátottsági szinteken. A különböző betűk statisztikai különbséget jeleznek ( $p < 0,05$ ;  $n = 9$ ).

Az oszlopokon található hibavonalak a szórást jelölik.

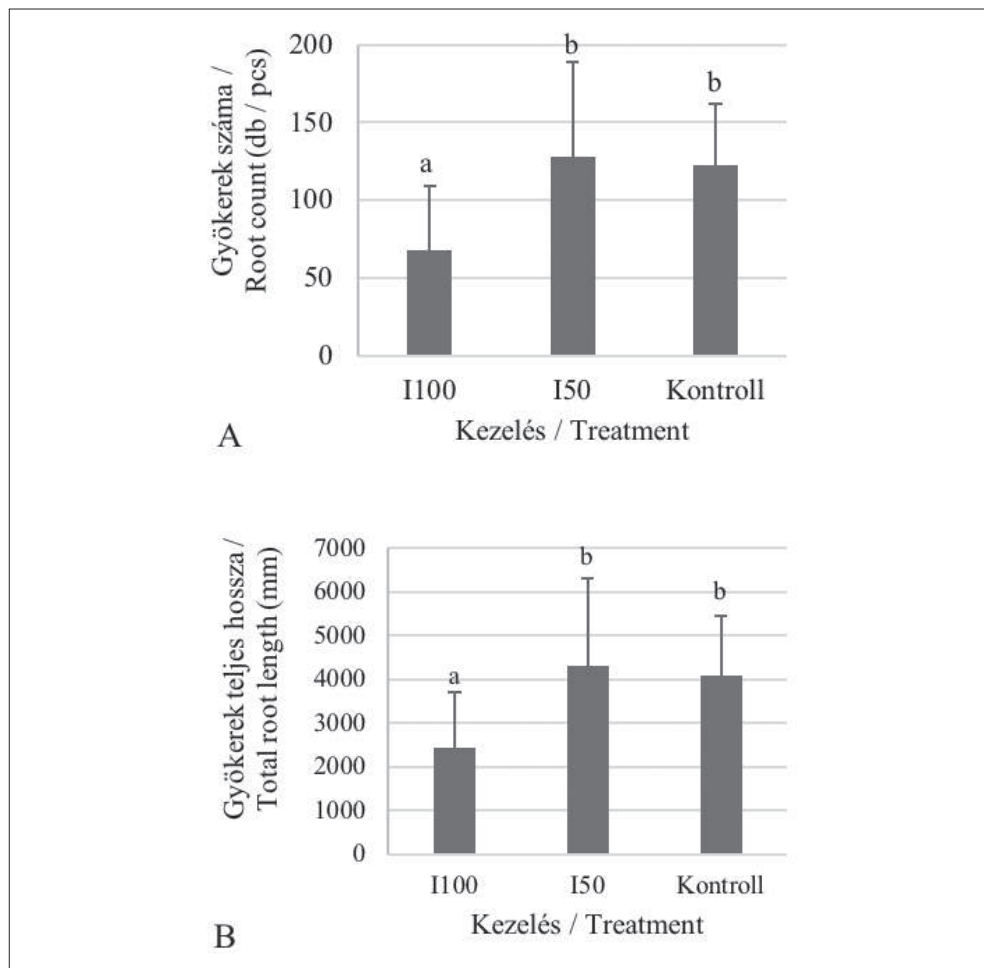


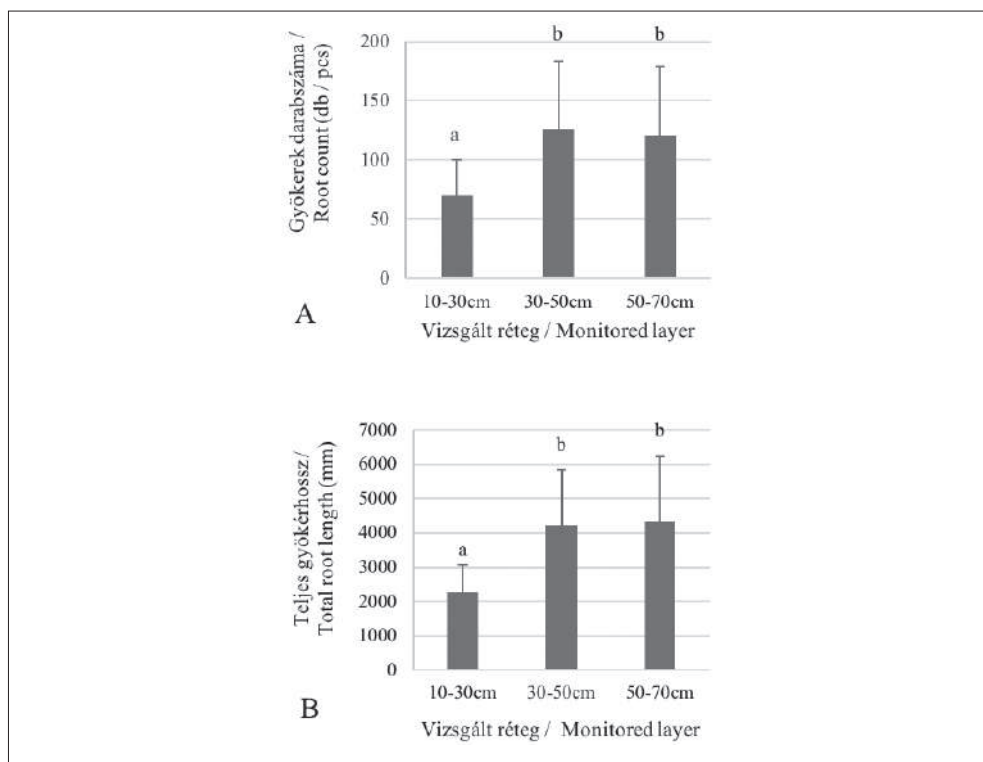
Figure 2. Average of root number under different treatments (A) and average of total root length under different treatments (B). Different letters indicate statistical differences ( $p < 0,05$ ;  $n = 3$ ). Error bars indicate standard deviation.

A statisztikai elemzés szerint a teljes vízigény kielégítése mellett (I100) kevesebb a gyökerek darabszáma, illetve kisebb a teljes gyökérhossz (átlagosan 67 db gyökér növényenként 2442 mm teljes hosszal). Azonban az enyhe (I50), illetve jelentős vízhiánynak kitett növények (K) között nem találtunk szignifikáns különbséget sem a gyökerek számát, sem a teljes hosszát tekintve.

A különbség mind a darabszámot (129, illetve 123), mind a teljes hosszt tekintve (4314, illetve 4095 mm) elhanyagolható az I50 kezelés javára.

A 3. ábrán bemutatott adatok szerint a növények több (3. ábra A) és hosszabb (3. ábra B) gyökeret fejlesztettek a középső (30-50 cm) és mélyebb (50-70 cm) rétegben, mint a felső (10-30 cm) monitorozott rétegben a teljes állományt tekintve. A középső rétegben 127 db, míg a legmélyebb vizsgált rétegben 122 db gyökeret sikerült azonosítani 4250 mm, illetve 4319 mm teljes hosszal. A felső rétegben ezzel szemben mindössze 70 db gyökeret sikerült rögzíteni a képeken, amelyek teljes hossza 2281 mm volt.

*3. ábra.* Az átlagos gyökér darabszám (A) és teljes gyökér hosszúság (B) a gyökérszóna vizsgált rétegeiben. A különböző betűk statisztikai különbséget jelentenek ( $p < 0,05$  és  $n=9$ ). A hibásávok a szórást jelentik.



*Figure 3.* Average of root count (A) and the average of total root length (B) in different soil layers. Different letters indicate statistical differences ( $p < 0,05$ ;  $n=9$ ). Error bars represent the standard deviation

### A gyökérzet alakulása a monitoring időszakban

A teljes vízigény kielégítése mellett volt a legkisebb a gyökerek száma és a teljes hossz is a teljes monitoring időszakban. Az I100 kezelésben a maximális darabszámot a monitoring periódus végén találtuk (81 db), míg a legnagyobb teljes hossz július 16-án volt mérhető (2932 mm). A vizsgálat első 3 hetében a kontrollban volt a legmagasabb a darabszám, majd a K és I50 kezelés kiegyenlítődik és a monitoring időszak utolsó 4 hetében már az I50 kezelésben a legmagasabb a gyökerek darabszáma (4. ábra). A legintenzívebb fejlődést az első két vizsgálati nap között eltelt egy hetes periódusban mutatta az I50 kezelés, hiszen az első alkalommal még darabszámban és hosszban is az I100 kezeléssel azonos szinten volt, viszont egy hét alatt a darabszám és a hossz is közel háromszorosára nőtt és megközelítette az öntözetlen kezelés értékeit. A kontrollban 21,6%-os visszaesés tapasztalható a gyökérszámban és 19%-os a gyökérhosszban július 22. és augusztus 6. között.

4. ábra. A gyökér darabszám (A) és a teljes gyökérhossz (B) alakulása öntözési kezelésként a vizsgált időszakban. A hibásávok a szórást jelölik.

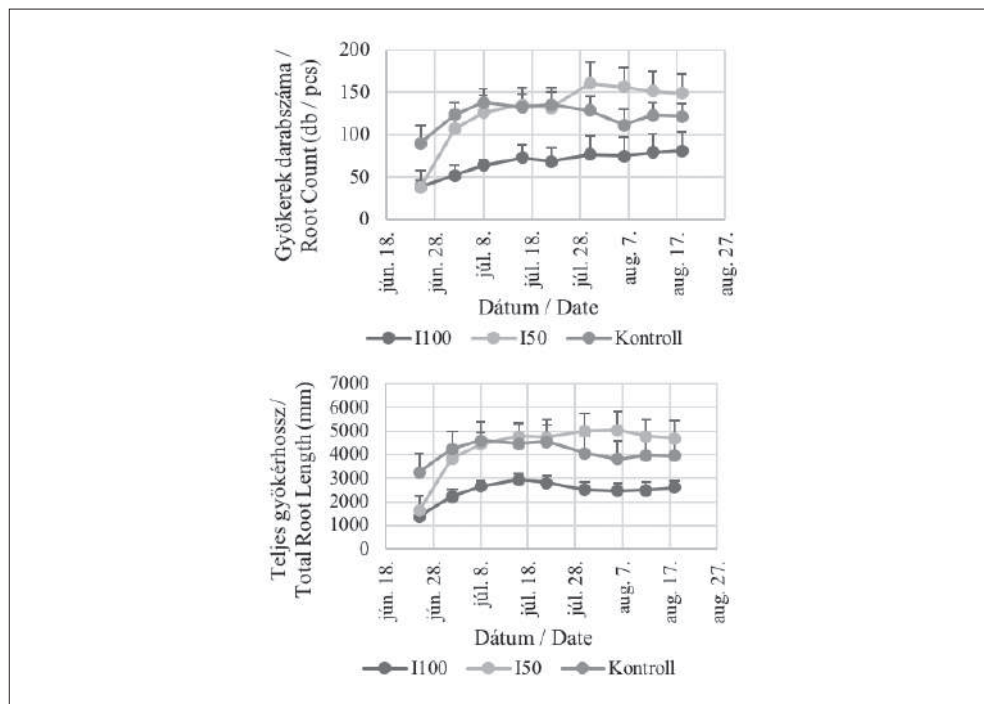


Figure 4. Evolution of root count (A) and total root length (B) in different water supply treatments. Vertical bars represent the standard deviation.

### A gyökérzet alakulása a vizsgált rétegek szerint

A statisztikai elemzés alapján feltártuk, hogy minden kezelésben eltérés tapasztalható a különböző rétegek között. A kezelésekből egységesen a felső vizsgált rétegben (10-30 cm) fejlesztették a növények a legkevesebb gyökeret a legkisebb hosszúsággal (5. ábra A és B). A felső rétegben a legtöbb és legnagyobb teljes hosszal rendelkező gyökérzetet a kontrollban találtuk, amely 88 db gyökeret jelent, amelyek teljes hossza 2825 mm. A teljes vízigény kielégítése mellett fejlődő növények gyökérzete a 30-50 cm-es rétegben volt a legfejlettebb a darabszámot és a hosszúságot tekintve (90 db és 3454 mm hossz), de minden rétegben elmarad az enyhébb és jelentősebb vízhiány mellett fejlődő növények gyökérzetétől. Az I50 kezelésben, enyhe vízhiány mellett a paradicsom gyökérzete egyenletes fejlettséget mutatott a középső és a mély vizsgált rétegben a statisztikai teszt szerint a teljes monitoring időszak átlagát tekintve.

5. ábra. Paradicsom gyökérfejlődése a darabszám (A) és teljes gyökérhossz (B) tekintetében a különböző gyökerezési mélység hatására az eltérő vízellátottságú kezelésekből. Adott kezelésen belül az eltérő betűk statisztikai különbséget jelölnek ( $p < 0,05$  és  $n=9$ ). A hibásávok a szórást jelentik.

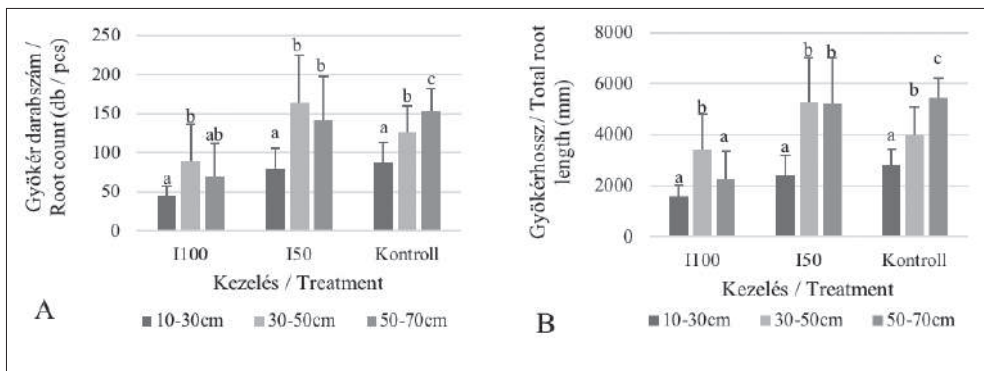


Figure 5. Development of tomato roots regarding the count (A) and total length (B) affected by rooting depth in the treatments with different water supply levels. Within a treatment different letters indicate statistical differences ( $p < 0.05$ ;  $n=9$ ). Error bars represent the standard deviation.

A gyökerezési mélység perspektívájából nézve az adatokat a kontrollban rögzített adatok szerint jelentősebb vízhiány mellett a növények a mélyebb rétegekbe hatolva több és hosszabb gyökeret fejlesztenek, ugyanis a legtöbb és leghosszabb gyökereket az 50-70 cm-es rétegben találtuk az öntözetlen kezelésben (154 db és 5460 mm hossz). A gyökerek számát és hosszát tekintve az I100 és kontroll kezelés között nincs egyértelmű szignifikáns különbség a középső rétegben, hiába magasabb a kontroll gyökérszáma közel 41%-kal. A középső rétegben a legtöbb (164 db) és leghosszabb gyökérzet (5299 mm) az I50 kezelésben fejlődött (6. ábra A és B).

6. ábra. Paradicsom gyökérfejlődése a darabszám (A) és teljes gyökérhossz (B) tekintetében az eltérő vízellátottság hatására a három különböző rétegben. Az eltérő betűk statisztikai különbséget jelölnek ( $p < 0,05$  és  $n=9$ ). A hibásávok a szórást jelentik.

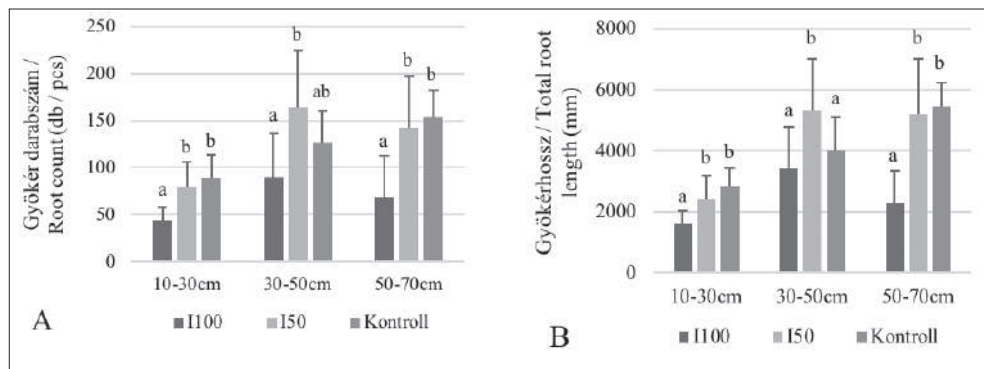


Figure 6. Development of tomato roots regarding the count (A) and total length (B) affected of different water supply levels in the different soil layers. Different letters indicate statistical differences ( $p < 0.05$ ;  $n=9$ ). Error bars represent the standard deviation.

#### A vízellátottsági kezelések rétegenként a teljes vizsgált időperiódusban

A 7. ábra szerint a felső rétegben fejlődött a legkevesebb gyökér vízellátottsági szinttől függetlenül, mindössze az I100 kezelésben előzi meg a legalsó réteget a monitoring időszak legelején. A legmagasabb számot (104 db) a kontroll érte el a július 8-i mérés alkalmával. A monitoring időszak végére az I50 és I100 kezeléseknél egyaránt a 30-50 cm-es rétegben volt a legsűrűbb a gyökérzet. Az öntözetlen kontrollban a legmélyebb réteg a gyökér által leginkább átszított a vizsgálati időszakban. Az ábrákon látható, hogy a teljes öntözés mellett a leggyengébb a fejlődés dinamikája a június 25. – július 8. fejlődési időszakban. Ebben a rövid periódusban az I50 fejlődése a legkiemelkedőbb, ugyanakkor a kontroll alapértékei már magasabbak voltak a vizsgálat kezdetén is. Az enyhe vízhiány mellett július 8-ra kialakuló gyökérhossz szinte stagnál egészen a kísérlet végéig mind a három rétegben. Ebben a kezelésben a gyökerek számának növekedése egészen július végéig folyamatos volt, míg a teljes öntözésben és a kontrollban inkább stagnáltak. A legnagyobb növekedés azonban az 50-70 cm-es rétegben volt megfigyelhető az első két mérési időpont között eltelt egy hétben.

7. ábra. A gyökerek darabszámának (A, C és E) és teljes hosszának (B, D és F) alakulása a különböző mélységekben a vízellátottság hatására

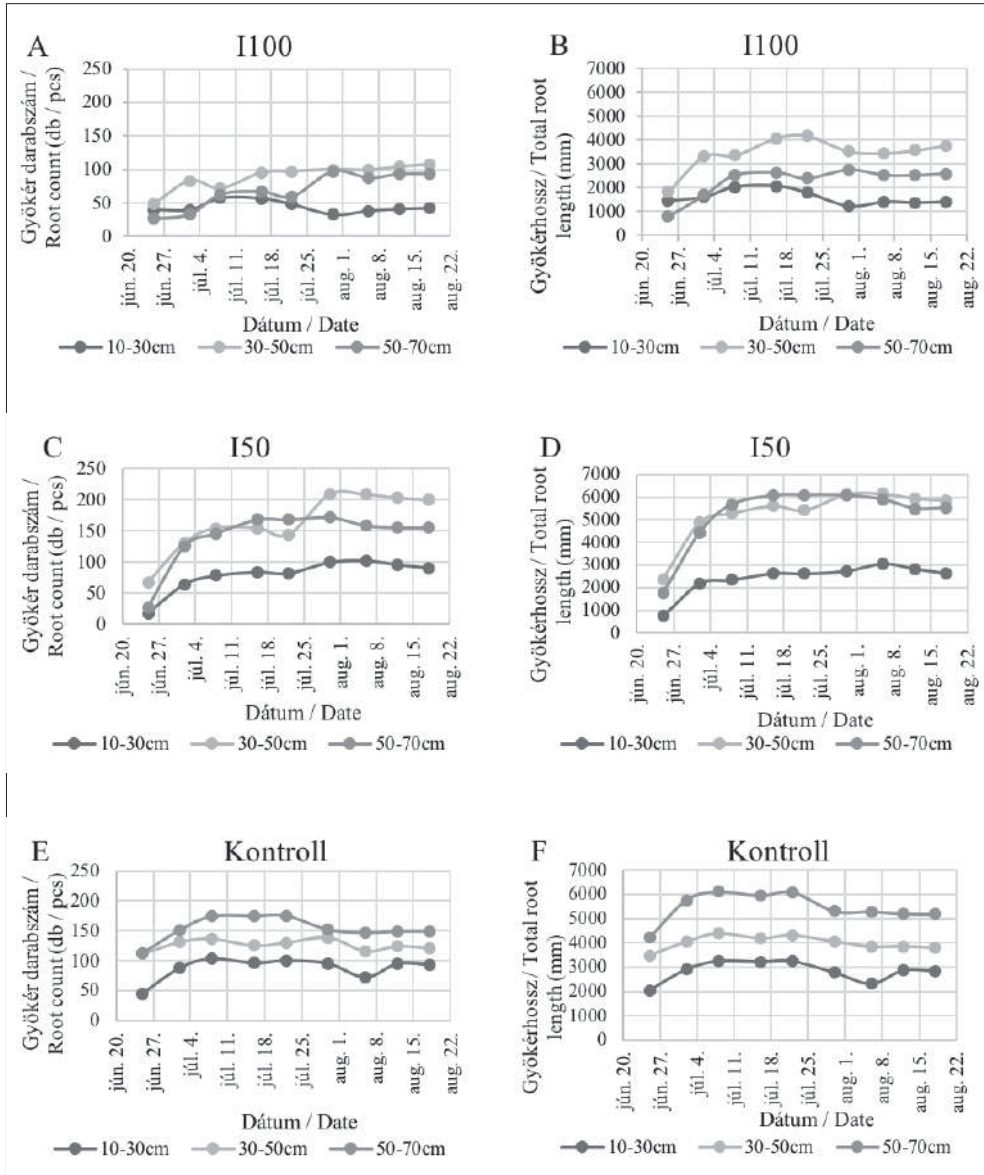


Figure 7. Evolution of root count (A, C and E) and the total root length (B, D and F) in different layers under the different water supply treatments



## Megvitatás

Vízhiány indukálta stresszhelyzetben a növények hosszabb gyökereket fejlesztenek, amellyel elérhetik a talaj mélyebb rétegeit. Ez egyfajta védelmi mechanizmus, ami a szárazabb körülményekhez való adaptációt segíti, hiszen a megnövelt abszorpciós felszín jobb vízfelvételt jelenthet (Jaffe et al. 1985). Több tanulmányban említik a mélyre hatoló gyökérzet jelentőségét a vízfelvételben vízstressz jelenlétében számos növénynél, mint a kukorica (Hammer et al. 2009), a búza (Reynolds et al. 2007) és a rizs (Wasson et al. 2012). Tehát a mélyre hatoló gyökérzet a növénytermesztés és túlélés szempontjából egyaránt hasznos, mivel lehetővé teszi a mélyebb talajrétegekben tárolt nedvességhez való hozzáférhetőséget.

A gyökerek számára és hosszára vonatkozó eredmények egyetértenek Scholander és munkatársai (1965) munkájával, akik szintén megállapították, hogy a vízhiány mélyebbre hatoló gyökérrendszer fejlesztésére ösztönzi a növényeket a potenciálisan nedvesebb mélyebb rétegekhez való hozzáférhetőség érdekében. Ugyanakkor más stratégia szerint a szárazság elkerülését a szövetekben fenntartott magas vízpotenciál segítségével küzdik le bizonyos növényfajok (Chandrakant et al. 2017). Hasonló megállapításokat közölnek a mélyebbre hatoló gyökérzet előnyeiről vízhiányos környezet esetén további tanulmányok is (Comas et al. 2013; Vadez et al. 2013). Ezek egyetértésben vannak az általunk közölt eredményekkel. A paradicsom kiterjedt gyökérzet fejlesztésével és a vízfelvétel hatékonyságának növelésével tarthatja fenn turgorát (Shabbir et al. 2020).

A gyökérnövekedés irányát részben a hidrotropizmus határozza meg, amelynek nagyon fontos szerepe van, különösen az alacsony csapadékkal jellemezhető térségekben (Li et al. 2020). Általában a felső réteg rövid idő alatt kiszárad az evaporációs veszteség miatt. A gravitációs pórusokban a víz a mélyebb rétegekbe szivárog, ahol így kedvezőbb talajnedvesség kondíciók alakulnak ki oda irányítva a növények gyökereit.

A magasabb termés eléréséhez szükséges megfelelő növényi vízállapot könnyebben fenntartható nagyobb gyökértömeg mellett. A gyökérzet felépítésének szerepe a vízfelhasználásban fontos abból a szempontból is, miszerint ez befolyásolhatja a különböző rétegekben tárolt vízmennyiséghez való hozzáférés idejét is (Manschadi et al. 2006).

A gyökerek fenotípus vizsgálata egyre fontosabbá válhat, ahogy az aszályos periódusok gyakoribbá és hosszabbá válnak. A gyökérzet felépítésének kialakulásában jelentős szerepe van a talajnedvességnek is, ugyanakkor a vízhiányos időszakok átvészelésében a gyökérzet szerepe az egyik legnagyobb. Ennek vizsgálatára egyre több lehetőség és módszer áll rendelkezésre (Wasaya et al. 2018).

## Következtetések

A növények különböző részeinek vizsgálati lehetőségei és a hozzá kapcsolódó műszerezettség napról napra bővülnek. A növények gyökereinek megfigyelése általában nagyobb kihívást jelent, mint a talaj feletti részek tanulmányozása szabadföldön termesztett növények esetében, de mára lehetővé vált a gyökér jellemzőinek roncsolásmentes megfigyelése is, így a növények biotikus és abiotikus stresszre adott válaszainak még jobb megértése is kilátásba kerül.

A tanulmányunkban közölt megállapításoknál fontos leszögezni, hogy az alkalmazott vizsgálati eszköz egyik korlátja, hogy csak a monitoring cső fala mellett fejlődő gyökerek vizsgálhatók.

Következtetéseink megállapításánál feltételezzük, hogy minden kezelésben egyenlő arányban lehetnek a gyökérzet azon részei, amelyek az eszköz érzékelésén kívül fejlődnek, így a kezelések között megállapított különbségek a változó vízellátottságnak tulajdoníthatók.

Jelen munka eredményei igazolják, hogy a paradicsom gyökérzetének alakulását, a gyökérzőna különböző mélységeiben fejlődő gyökerek számát és hosszúságát befolyásolja az adott réteg nedvességállapota. Az egy tenyészidőszakról rendelkezésre álló eredményeink szerint a paradicsom nagyobb számban és nagyobb teljes hosszúságban fejleszt gyökereket, ha a vízellátottság a növényi potenciális evapotranszpiráció 50%-a vagy nem részesül rendszeres öntözésben, mint a teljes vízigény rendszeres kielégítése mellett. Ugyanakkor, a vízhiányos kezeléseknél a mélyebb talajrétegekben sűrűbb és hosszabb a gyökérzet. Az első két vizsgálati időpont között eltelt egy hétben tapasztalt nagy ugrás az I50 kezelés gyökérszámában és -hosszában arra enged következtetni, hogy a paradicsom gyökérzete nagyon gyorsan reagál a talajnedvesség változásra és ezáltal igyekszik elkerülni a vízhiány negatív következményeit, enyhíteni a vízstressznek való kitettséget. A kontrollban tapasztalható kéthetes periódus csökkenő értékei rámutatnak, hogy a kiszáradó talajban a paradicsom gyökérzete is redukálódhat. Az eredmények szerint a gyökérzet eloszlása nem egységes a 10-70 cm-es rétegen ipari paradicsom esetében.

A paradicsom gyökérzetének jellemzőiről történt megállapításaink hozzájárulhatnak a termesztéstechnológia fejlesztéséhez, illetve a nemesítők munkájához, hogy a vízhiányos környezethez jobban alkalmazkodó genotípusokat állíthassanak elő.

### Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

### Irodalomjegyzék

1. Andryei, B., Horváth, K.Z., Agyemang, D.S., Takács, S., Égei, M., Szuvandzsiev, P. and Neményi, A. 2021. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) in the mitigation of water deficiency of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Central European Agriculture, 22(1): 167-177.
2. Bakr, J., Pék, Z., Helyes, L. and Posta, K. 2018. Mycorrhizal Inoculation Alleviates Water Deficit Impact on Field-Grown Processing Tomato. Pol. J. Environ. Stud. 27(5): 1949-1958. DOI: 10.15244/pjoes/78624
3. Bócs, A., Pék, Z., Helyes, L., Neményi, A. and Komjáthy, L. 2009. Effect of water supply on canopy temperature and yield of processing tomato. Cereal Research Communications, 37 supplement pp. 113-116.
4. Bócs, A., Pék, Z. and Helyes L. 2010. A vízellátottság hatása az ipari paradicsom sztómakonduktanciájára, levélfelület-hőmérsékletére és termésmennyiségére. Kertgazdaság, 42(1): 3-9.
5. Chandrakant, S., Poornima, R. and Rajkumar, B. 2017. Genetic Engineering for Drought Resistance in Rice. Agricultural Research and Technology, 11: 555824, doi:10.19080/ARTOAJ.2017.11.555824.
6. Comas, L.H., Becker, S.R., Cruz, V.M.V., Byrne, P.F. and Dierig, D.A. 2013. Root traits contributing to plant productivity under drought. Frontiers in Plant Science, 4: 442, doi:10.3389/FPLS.2013.00442/BIBTEX.

7. Cui, J., Shao, G., Lu, J., Keabetswe, L. and Hoogenboom, G. 2020. Yield, quality and drought sensitivity of tomato to water deficit during different growth stages. *Scientia Agricola*, 77(2), doi:10.1590/1678-992x-2018-0390.
8. De Wrachien, D., Schultz, B. and Goli, M.B. 2021. Impacts of population growth and climate change on food production and irrigation and drainage needs: A world-wide view. *Irrigation and Drainage*, 70(5): 981–995, doi:10.1002/ird.2597.
9. FAO. 2021a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Synthesis report.
10. FAO. 2021b. Production: Crops and livestock products. In: FAO. Rome. Cited March 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
11. Ge, J., Gong, X., Liu, Y., Chen, H., Sun, H., Traore, S. and Zhang, L. 2022. The potential effects of drip irrigation on soil environment, root distribution and yield of greenhouse tomato. *European Journal of Horticultural Science*, 87(1): 1-12, doi:10.17660/eJHS.2022/009.
12. Hammer, G.L., Dong, Z., McLean, G., Doherty, A., Messina, C., Schussler, J., Zinselmeier, C., Paszkiewicz, S. and Cooper, M. 2009. Can Changes in Canopy and/or Root System Architecture Explain Historical Maize Yield Trends in the U.S. Corn Belt? *Crop Science*, 49(1): 299–312, doi:10.2135/CROPSCI2008.03.0152.
13. Helyes L., Böcs A. és Nemeskéri E. 2018. Víztakarékos öntözés hatása az ipari paradicsom termésmennyiségére és minőségére. *Kertgazdaság*, 50(4): 3-9.
14. Jaffe, M.J., Takahashi, H. and Biro, R.L. 1985. A Pea Mutant for the Study of Hydrotropism in Roots. *Science*, 230(4724): 445–447, doi:10.1126/SCIENCE.230.4724.445.
15. Le, A.T., Pék, Z., Takács, S., Neményi, A. and Helyes, L. 2018. The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on yield, water use efficiency and Brix Degree of processing tomato. *Plant Soil Environ.* 64(11): 523–529. <https://doi.org/10.17221/818/2017-PSE>
16. Li, Y., Yuan, W., Li, L., Dai, H., Dang, X., Miao, R., Baluška, F., Kronzucker, H.J., Lu, C., Zhang, J. and Xu, W. 2020. Comparative analysis reveals gravity is involved in the MIZ1-regulated root hydrotropism. *Journal of Experimental Botany*, 71(2): 7316–7330, doi:10.1093/jxb/eraa409.
17. Machado, R.M.A. and Oliveira, M.D.R.G. 2003. Comparison of tomato root distributions by minirhizotron and destructive sampling. *Plant and Soil*, 255: 375–385. doi:10.1023/A:1026198919074.
18. Machado, R.M.A. and Oliveira, M.D.R.G. 2005. Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. *Irrigation Science*, 24: 15–24, doi:10.1007/s00271-005-0002-z.
19. Manschadi, A.M., Christopher, J., deVoil, P., Hammer, G.L., Manschadi, A.M., Christopher, J., deVoil, P. and Hammer, G.L. 2006. The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments. *Functional Plant Biology*, 33(9): 823–837, doi:10.1071/FP06055.
20. Nemeskéri, E., Molnár, K., Pék, Z. and Helyes, L. 2018. Effect of water supply on the water use-related physiological traits and yield of snap beans in dry seasons. *Irrigation Science*, 36(3): 143-158. <https://doi.org/10.1007/s00271-018-0571-2>
21. Nemeskéri, E., Neményi, A., Böcs, A., Pék, Z. and Helyes, L. 2019. Physiological Factors and their Relationship with the Productivity of Processing Tomato under Different Water Supplies. *Water*, 11(3): 586
22. Nemeskéri, E. and Helyes, L. 2019. Physiological Responses of Selected Vegetable Crop Species to Water Stress. *Agronomy*, 9(8): 447. <https://doi.org/10.3390/agronomy9080447>
23. Nemeskéri, E., Horváth, K.Z., Andryei, B., Ilahy, R., Takács, S., Neményi, A., Pék, Z. and Helyes, L. 2022. Impact of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation on the Physiological Response and Productivity Traits of Field-Grown Tomatoes in Hungary. *Horticulturae*, 8(7): 641. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070641>
24. Patanè, C., Corinzia, S.A., Testa, G., Scordia, D. and Cosentino, S.L. 2020. Physiological and agronomic responses of processing tomatoes to deficit irrigation at critical stages in a semi-arid environment. *Agronomy*, 10(6): 800, doi:10.3390/agronomy10060800.

25. Patanè, C., Siah, S., Pellegrino, A., Cosentino, S.L. and Siracusa, L. 2021. Fruit Yield, Polyphenols, and Carotenoids in Long Shelf-Life Tomatoes in Response to Drought Stress and Rewatering. *Agronomy*, 11(10): 1943, doi:10.3390/agronomy11101943.
26. Reynolds, M., Dreccer, F. and Trethowan, R. 2007. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*, 58(2): 177–186, doi:10.1093/JXB/ERL250.
27. Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D. and Hemmingsen, E.A. 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148(3668): 339–346, doi:10.1126/SCIENCE.148.3668.339.
28. Shabbir, A., Mao, H., Ullah, I., Buttar, N.A., Ajmal, M. and Solangi, K.A. 2020. Improving water use efficiency by optimizing the root distribution patterns under varying drip emitter density and drought stress for cherry tomato. *Agronomy*, 11(1): 3, doi:10.3390/agronomy11010003.
29. Takács, S. and Bíró, T. 2022. Two seasons of deficit irrigation of processing tomato in Hungary. *Acta Hort.* 1335: 657-664. DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1335.83 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1335.83>
30. Takács, S., Csengeri, E., Pék, Z., Bíró, T., Szuvandzsiev, P., Palotás, G. and Helyes, L. 2021. Performance evaluation of AquaCrop model in processing tomato. *Water*, 13(24): 3587, doi:10.3390/w13243587.
31. Tardieu, F., Simonneau, T. and Muller, B. 2018. The Physiological Basis of Drought Tolerance in Crop Plants: A Scenario-Dependent Probabilistic Approach. *Annual Review of Plant Biology*, 69: 733–759, doi:10.1146/annurev-arplant-042817-040218.
32. Vadez, V., Rao, J.S., Bhatnagar-Mathur, P. and Sharma, K.K. 2013. DREB1A promotes root development in deep soil layers and increases water extraction under water stress in groundnut. *Plant Biology*, 15(1): 45–52, doi:10.1111/J.1438-8677.2012.00588.X.
33. Wasaya, A., Zhang, X., Fang, Q. and Yan, Z. 2018. Root Phenotyping for Drought Tolerance: A Review. *Agronomy*, 8(11): 241, doi:10.3390/AGRONOMY8110241.
34. Wasson, A.P., Richards, R.A., Chatrath, R., Misra, S.C., Prasad, S.V.S., Rebetzke, G.J., Kirkegaard, J.A., Christopher, J. and Watt, M. 2012. Traits and selection strategies to improve root systems and water uptake in water-limited wheat crops. *Journal of Experimental Botany*, 63(9): 3485–3498, doi:10.1093/JXB/ERS111.
35. Yu, G.R., 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.

## **Effect of different water supply levels on the number and length of processing tomato roots**

M'HAMDI, O., ÉGEI, M., PÉK, Z., TAKÁCS, S.

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Institute of Horticultural Sciences, Gödöllő

E-mail: takacs.sandor@uni-mate.hu

### **Summary**

Due to the high demand on fresh water and the rapid decreasing of its availability, maintaining crop yields while optimizing water use is an urgent matter. Therefore, understanding how plants react to different water supply levels is critical to establish effective water use practices. Roots

have significant role in the adaptation to water deficient conditions since they are responsible for the most water uptake. This work focuses on evaluating the effect of 3 different water supply levels (100%, 50% of crop evapotranspiration, and a non-irrigated control) on the number and length of tomato roots. Images of the roots were taken weekly during an 8-week monitoring period, using a non-destructive root scanning method (CI-600 in-situ root imager) in the 10-70 cm depth. Results showed that tomato plants developed more roots with more total length when they received 50% of the potential evapotranspiration and when there was no regular irrigation applied (4313 and 4094 mm respectively, compared to 2280 mm at the 100% treatment). At the same time roots under these treatments got denser and longer and reached deeper soil layers. This data may be used in breeding as selection method to have cultivars that adapt more effectively to water deficient conditions, or in the development of the growing technology, or finding the optimal irrigation schedule for processing tomato.

**Keywords:** root scanner, irrigation, water stress, root length, root depth

**Szerzők:**

Oussama M'hamdi – PhD hallgató, Növénytudományi Doktori Iskola, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Égei Márton – tudományos segédmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Pék Zoltán – PhD, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Takács Sándor (kapcsolattartó szerző) – PhD, tudományos munkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

## Regulátorok hatásának vizsgálata az őszi étkezési mák fagyűrő képességére és produkciójára

MÁJER PÉTER<sup>1,2</sup>, SOTKÓ GYULA<sup>2</sup>, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék

<sup>2</sup>Sotiva Seed Gyártó és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság

E-mail: majer.peter@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

Magyarországon étkezési célra ma elsősorban őszi mákot termesztünk. Bár a fagyűrés nagyrészt genetikai tulajdonság, annak manifesztálódását erősen befolyásolják az ökológiai körülmények. A triazol-származékokat a fagykár csökkentésére és hozamnövelésre egyes szántóföldi kultúrákban már rendszeresen használják, a mák esetében azonban ezek hatását nem ismerjük. Munkánk célja, hogy feltárjuk egyes regulátoroknak a mák áttelelésére és produkciójára gyakorolt hatását. Ezen munka első évének eredményeit közöljük ebben a cikkben. Kezeletlen kontroll mellett hatféle regulátorkezelés hatását vizsgáltuk a 2021/22-es vegetációs évben, 'Zeno Plus' étkezési mákfajtán, őszi és tavaszi kijuttatással. A fagykár a legtöbb ősszel kijuttatott regulátor hatására csökkent, a legkedvezőbb esetben a kontroll értékének felére. A metkonazol is tartalmazó őszi kezelések 10-12%-os maghozam növekedést eredményeztek, valamint több kezelésben javult a mag és tok aránya. Az őszi kezelések a tok morfintartalmát nem befolyásolták. A tavaszi regulátoros kezelések nem befolyásolták lényegesen a terméshozamot és a mag/tok arányt. A morfintartalom a tavasszal kijuttatott metkonazol kezelés nyomán enyhén emelkedett. Eredményeink alapján a kísérletek folytatása és a kezelések optimalizálása javasolható.

**Kulcsszavak:** áttelelés, fagyűrés, *Papaver somniferum*, triazol, magtermés

### Bevezetés és irodalmi áttekintés

A mák (*Papaver somniferum* L.) egyike az emberiség legősibb kultúrnövényeinek. Bár a történelem során főként fájdalomcsillapító és kábító hatású alkaloidjai miatt becsülték nagyra, napjainkban Magyarországon elsősorban étkezési célra termelik. Az étkezési mák jellemzője a magas maghozam és a jó magminőség, valamint a tok alacsony alkaloidtartalma (<0,7%). Mára az őszi vetésű mákfajták – legalábbis étkezési célú termesztés esetén – előtérbe kerültek a magyar köztermesztésben, melynek oka elsősorban az, hogy ezen fajták használatával a hosszabb vegetációs periódusból adódóan magasabb magprodukció érhető el. A másik oldalról pedig a klímaváltozás miatt gyakoribbá vált tavaszi aszályos időszakok nagyban veszélyeztetik a tavaszi mákvetés sikerességét.

A mák sikeres áttelelése részben genetikai, részben ökológiai tényezőktől függ. A növényi szövet a fagy hatására károsodhat, elhal, jellegzetes száradásos tünetek tapasztalhatók (1. ábra). Hazai körülmények között a tavaszi jellegű mákfajták sikeres áttelelésének csupán 10-20% a valószínűsége. Ez az érték az őszi ökotípusú fajták esetén 80-90% (Bernáth 2001), ami azonban csak optimális körülmények között realizálódik. Az áttelelés a növény fejlettségétől is függ. A szikleveles máknövények rövid ideig tartó fagy hatására is elpusztulnak (2. ábra). A 4 leveles egyedek már jelentős, a 6-7 leveles növények pedig ezen is túlmutató fagyűrő képességgel rendelkeznek (Jászberényi 2014). Az átteleléséhez tehát ideálisnak mondható a 4-6 leveles, törzsszás fenológiai állapot, ilyenkor a növények akár mínusz 15-20 °C-os hőmérsékletet is képesek elviselni (Földesi 1978).

1. ábra. Fagykár következtében kialakuló jellegzetes, száradásos levélnekrózis (Tiszavasvári, 2022)

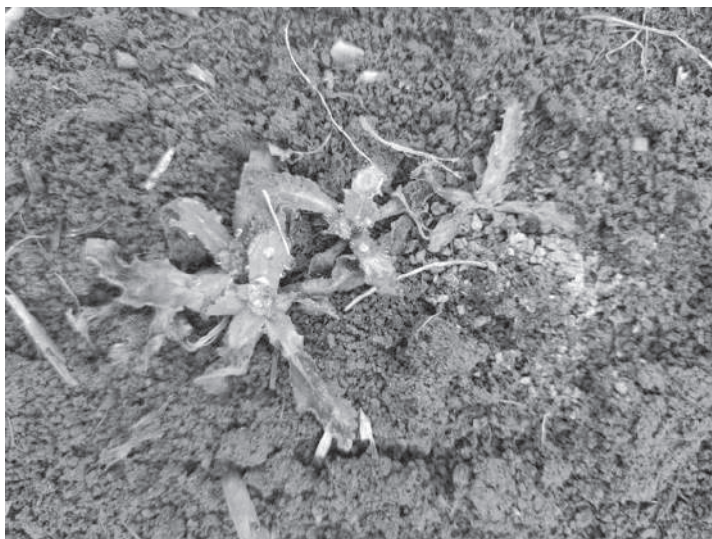


Figure 1. Characteristic, drying leaf necrosis due to frost damage (Tiszavasvári, 2022)



## 2. ábra. Fagykár következtében elpusztult szikleveles máknövények (Tiszavasvári, 2021)



Figure 2. Cotyledon poppy plants destroyed due to frost damage (Tiszavasvári, 2021)

A fagytűrőképesség edződés hatására válik teljessé (Pethő 1993). A folyamatosan csökkenő hőmérséklet és rövidülő nappalok számos biokémiai és élettani változást idéznek elő a növényben, mellyel felkészítik a fagy okozta stresszhatás kivédésére. Ilyen a citoplazma dehidrációja, a plazmamembránok szerkezetének megváltozása, különböző krioprotektáns fehérjék és ozmoprotektáns anyagok (prolin, kismolekulájú cukrok, telítetlen zsírsavak) felhalmozódása (Palva et al. 2001; Wiśniewski et al. 1997). A prolin és az oldható cukrok koncentrációjának emelkedése valószínűleg a mák esetén is szerepet játszik az ozmotív védekezésben (Jászberényi és Németh 2011a; Jászberényi et al. 2012). Emellett megfigyelhető az is, hogy az őszi jellegű fajták kutikulája vastagabb (Jászberényi és Németh 2011b, 2012).

Gabonák és egyéb gazdasági növények esetében a növényi hormonok fagytűrésben betöltött szerepe részletesebben ismert. Így például az edződés során az abszcizinsav (ABA) szintje emelkedik, illetve magasabb azon intraspecifikus fajták és ökotípusok esetén, melyek fagytűrőbbek (Welling et al. 1997; Bravo et al. 1998; Dallaire et al. 1994; Nagao et al. 2005). Az ABA mellett szintén esszenciális fitohormon a gibberellinsav (GA), azonban ezek között antagonizmus figyelhető meg (Liu és Hou 2018). Egyes növények, például az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) esetén ezért antigibberellin hatású növekedésszabályozókkal kezelik az állományt a télbe indulás előtt. Ezek döntően triazol-származék hatóanyagok (ritkán óniumvegyületekkel kombinálva), melyek jelentős gibberellin-szintézist gátló hatással rendelkeznek, így az őszi káposztarepceből 4-6 leveles fejlettségénél kijuttatva csökkentik a fagykár veszélyét, illetve fokozzák a gyökérnövekedést (Kádár 2019). A triazol-származék hatóanyagok (pl. tebukonazol, difenokonazol, metkonazol stb.) a gibberellin-szintézis prekurzorának, az ent-kaurénsavnak a képződését gátolják az ent-kaurénból.

Ezzel szemben az óniumvegyületek (pl. klórmekvát, mepiquat-klorid) egy korábbi fázisban gátolnak: az ent-kaurén geranilgeranil-difoszfátból (GGDP) való létrejöttét akadályozzák meg (Kozłowski és Pallardy 1997; Srivastava 2002).

Mákban is többször vizsgálták a különböző növekedésszabályzók hatását, de a vizsgálatok a szárszilárdságra és az alkaloidtermés mennyiségi és minőségi jellemzőire gyakorolt hatásra összpontosítottak. Bernáth és Vágújfalvi (1970) arról számolt be, hogy klórmekvát hatására a máknövények ellenállóbbá váltak a kedvezőtlen időjárásal szemben, valamint módosult az alkaloidösszetételük, megemelkedett a mellékalkaloidok szintje. Jurových (2008) leírása szerint a metkonazol előnyösen befolyásolja a mák szárszilárdságát, valamint használatával termés hozam-növekedés érhető el. Dean (2011) unikonazzal kezelt mák állományban a tok- és maghozam, valamint az alkaloidtartalom emelkedését tapasztalta, mely feltehetően összefüggést mutat a kezelés hatására meghosszabbodott tenyészidővel. Spitzer és Bílovský (2017) több éves kísérletsorozatban több esetben tapasztalt szignifikánsan magasabb terméshozamot metkonazol (+24-41%), illetve paklobutrazol + difenokonazol (+17-20%) kezelés hatására a mákban. Ezzel szemben vizsgálataik során az etilénként ható mesterséges etefon több esetben szignifikánsan csökkentette a terméshozamot (-15-46%). Száraz évjáratban mindhárom regulátor magas dózisának hatására a mák magasságának 20cm-es csökkenését tapasztalták.

Az előzmények alapján tehát megállapítható, hogy a fenti növekedésszabályzók biológiailag aktívak a mákban, azonban annak fagytűrő képességére gyakorolt hatásukat mindeddig nem ismerjük. Kísérleteinket ezért azzal a céllal állítottuk be, hogy komplex képet kapjunk a más kultúrákban bevált növekedésszabályzóknak a mák kultúrában mérhető hatásáról, kiemelve az áttelelésképeséget és a produkciót.

### Anyag és módszer

Szabadföldi kisparcellás kísérletünket a 2021/22-es vegetációs évben végeztük 'Zeno Plus' mákfajtaival. A 'Zeno Plus' őszi étkezési mákfajta, melynek jellemzője a korai érésidő, magas terméshozam, jó télállóság. Morfintartalma alacsony, egyéb alkaloidtartalma elhanyagolható. Lila virágú fajta, sötétlila szíromfolttal, tölevélrózsás állapotban jellemző rá a fehér levélfoltok megléte.

A vizsgálatunkban kereskedelmi forgalomban kapható, őszi káposztarepcében használatos regulátor hatóanyagokat és kombinációkat vizsgáltunk (1. táblázat). A hatóanyagok triazol-származékok, leszámítva a mepiquat-kloridot, mely óniumvegyület kombinációs partnerként szerepel a MEME kezelésben. Kisparcellás szabadföldi kísérletünket Nemesbikken állítottuk be két üzemi máktáblában, az őszi, illetve a tavaszi permetezésekhez (ld. alább). A parcellák 10m<sup>2</sup> nagyságúak voltak, kialakításukat a módszertani ajánlások (Olasz és Tökés 1997) figyelembevételével végeztük. A parcellákat véletlen blokk elrendezésben helyeztük el, 4 ismétlésben. Az agrotechnikai műveleteket az üzemi gyakorlatnak megfelelően végeztük el, a táblák 300 kg/ha NPK 8-24-24 alapműtrágyát kaptak. A vetés 2021. szeptember 18-án történt, a vetőmagnorma 1 kg/ha volt, így külön tőszámbeállításra nem volt szükség. A továbbiakban vegyszeres gyomirtás Laudis (22 g/l tembotrion + 44 g/l izoxadifen-etil) készítmény 2 l/ha dózisával történt kora tavasszal, 8 leveles állapotban. Fungicides és inszekticides kezelésre nem volt szükség. A tavasszal kezelt állomány 200 l/ha folyékony UAN-oldatban (30%) részesült fejtrágyaként. Az ősszel kezelt és a tél folyamán nagymértékben kiritkult állomány esetén a fejtrágyázást elhagytuk, elkerülve ezzel az esetleges torzító hatást.

A kísérleti szereket kézi permetezőgéppel, 300 l/ha-nak megfelelő lémenyiséggel, egyéb adalékanyagok hozzáadása nélkül juttattuk ki az egyik táblában ősszel (november 14.) a másikban tavasszal (március 6.). A két tábla között novemberre jelentős fejlettségbeli különbség volt tapasztalható. Ezért az őszi kijuttatás hatásait a kevésbé fejlett táblán (4-6 leveles) vizsgáltuk, mivel ebben az esetben számítottunk fokozott téli kipusztulásra. Ezzel szemben a tavaszi kezelés helyszínéül a jól fejlett (6-8 leveles) állományt választottuk, mivel ebben az esetben célunk elsősorban a termélnövelő hatás felmérése, valamint az esetleges késő tavaszi fagykárrel szembeni ellenállóság vizsgálata volt. Az ősszel kezelt állomány egyik blokkja a kedvezőtlen talajadottságok miatt oly mértékű keléshányt és fejlődésbeli lemaradást mutatott, melynek következtében a blokkot aztán nem értékeltük.

1. táblázat. A regulátoros kezelések jellemzői (hatóanyag, dózis, készítmény)

Kezelés kódja	Aktív hatóanyag(1)		Kereskedelmi készítmény (gyártó) (3)
	Megnevezése	Dózisa(2) (g/ha)	
KONT	kezeletlen kontroll	-	-
MEME	metkonazol	42	Caramba Turbo (BASF SE)
	mepiquat-klorid	294	
METK	metkonazol	60	Metkon 60 (Globachem N.V.)
PADI	paklobutrazol	62,5	Resposx (Syngenta AG)
	difenokonazol	125	
TEBU	tebukonazol	250	Tebu (Sharda Worldwide Exports Pvt. Ltd.)
TEDI	tebukonazol	200	Magnello (Syngenta AG)
	difenokonazol	80	
TEPR	tebukonazol	192	Tilmor (Bayer AG)
	protiokonazol	96	

Table 1. Features of regulatory treatments (1) active substance, (2) dosage, (3) product

A parcellák beállottságát a tenyészidőszak során négy alkalommal vizsgáltuk, novemberben, decemberben, valamint február és március végén. Minden alkalommal szemrevételezéssel, százalékosan értékeltük az egyes parcellák beállottságát. A terméshozam meghatározásának alapját a parcellák teljes hozama adta (a tokokat gallér alatt törve, szár nélkül betakarítva), melyen belül a tok és mag frakciót szétválasztottuk és külön-külön is megmértük. A tok frakcióból minden parcellából homogenizálás után vettünk mintát az alkaloidtartalom meghatározásához.

Az analízisek a Nyíregyházi Egyetem Agrár és Molekuláris Kutató- és Szolgáltató Csoport laboratóriumában folytak. Az extrakció mintánként 400 mg őrölt máktok és 50 ml extrahálószer (50 v/v% metanol, 44,8 v/v% víz, 5,2 v/v% tömény hangyasav) 2 órás rázatásával (150-160 rpm) történt. Az így készült, majd átszűrt mintából az alkaloidtartalom-meghatározás HPLC-vel történt (készülék: Shimadzu Prominence, kolonna: Thermo Hypercarb 100x4,6 mm, 5 µm, eluens A: acetonitril /0,1% hangyasav/, eluens B: víz /0,1% hangyasav/; detektor: diódasor; detektálás: 280 nm; injektálási térfogat: 5 µl).

Az adatok statisztikai elemzését SPSS 27.0.1 programban végeztük el, változónként ANOVA módszerrel. Az ANOVA szignifikáns eredménye esetén Tukey-féle post-hoc tesztet végeztünk. A Levene-próba szerint a szóráshomogenitás minden vizsgált változó esetén teljesült, kivéve a tavaszi kezelések magprodukcióját. Utóbbi esetben Welch-próbát alkalmaztunk. Az ábrákat MS Excel 2016 programban készítettük.

### Eredmények és megvitatásuk

#### Az őszi kezelések hatása

A felmérések során az ősszel kezelt, alapvetően gyengébb kondíciójú állományban jelentős fagykárt tapasztaltunk (3. ábra). A kifagyás mértéke a TEPR kezelés esetén megegyezett a kontrollal (31,7%), míg a többi kezelés hatására némiképp csökkent: a TEDI kezelés hatására átlagosan a növények 28,3%-a, míg a PADI kezelés hatására 25%-a fagyott el. Ugyanez az érték a METK esetén 21,7%, a TEBU kezelés hatására pedig 16,7%. A legkedvezőbb értéket a MEME kezelés nyomán tapasztaltuk, ahol az átlagos fagykár csupán 15% volt. Az adatok közötti eltérések statisztikailag nem szignifikánsak ( $F(6; 14) = 0,600$ ,  $p = 0,726$ ), azonban a fenti különbségek és a megfigyelhető tendenciák figyelemfelkeltőek, további vizsgálatokat indokolnak.

3. ábra. A tél során elfagyott növények aránya (Nemesbikk, 2022)

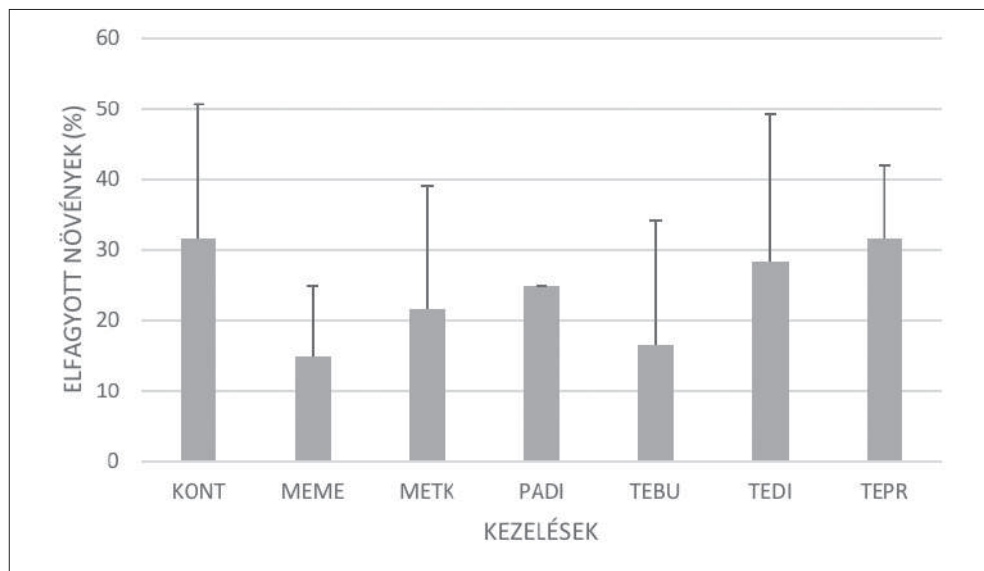


Figure 3. The proportion of plants destroyed by winter frosts (Nemesbikk, 2022)

Az ősszel kezelt állományok hozamadatait a 4. ábra mutatja be. A kezeletlen parcellák átlagos magtermése 1038 kg/ha volt. Egyes kezelések hatására kissé csökkent a magprodukció: a TEPR

parcellákon átlagosan 932, a PADI esetén pedig 987 kg/ha magtermést mértünk. A TEBU és a TEDI kezelések kísérletünkben nem befolyásolták jelentősen a magprodukción. Előbbi 1037, míg utóbbi 1058 kg/ha mákmagot termelt. A metkonazol tartalmazó kezelések esetén a magprodukción enyhe növekedését tapasztaltuk. A METK kezelés hatására átlagosan 10%-os (1147kg/ha), míg a MEME kezelés hatására a magtermés 12%-os (1163 kg/ha) növekedését mértünk. Ugyanakkor a különbségek a magprodukción (F(6; 14)=0,395,  $p=0,870$ ) és a tokprodukción (F(6; 14)=0,936,  $p=0,500$ ) tekintetében sem szignifikánsak. Méréseink alapján a regulátoros kezelések hatására némileg megváltozott az egyes terméselemek aránya is. A kontroll parcellákon a mag aránya 59% volt, míg a regulátoros kezelések hatására ugyanez az érték 64-67% között alakult. Étkezési mák esetén a minél nagyobb mákmag-hányad előnyös, így a kísérlet során tapasztaltak szintén kiindulópontot jelenthetnek újabb vizsgálatok irányába.

4. ábra. A tok és a magtermés az őszi kezelések hatására (Nemesbikk, 2022)

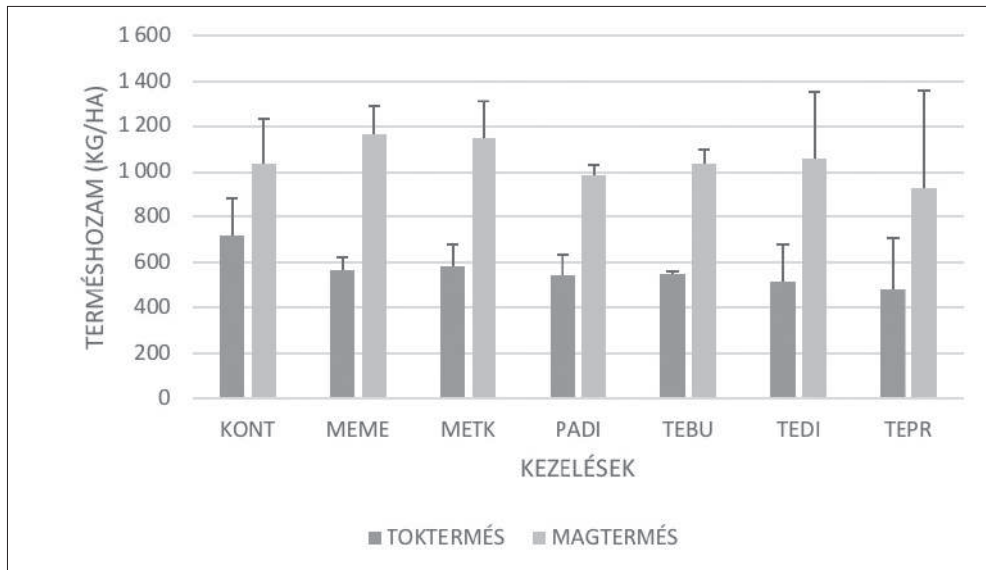


Figure 4. Capsule and seed yield as results of autumn treatments (Nemesbikk, 2022)

Mák esetén a morfintartalom fontos minőségi mutató, étkezési mákfajtáknál minél alacsonyabb volta a kívánatos. A száraz tok morfintartalma az őszi kezelt állományban 0,36 és 0,44% között alakult (5. ábra). Alacsonyabb értékeket a MEME (0,37%) és a PADI (0,36%) kezelés hatására tapasztaltunk, a többi parcellán 0,41-0,44 közötti morfintartalmat mértünk. Bár az adatok statisztikai elemzése során az ANOVA szignifikáns eredményt adott (F(6; 14)=3,374,  $p<0,05$ ), ezt a Tukey-féle post-hoc teszt eredménye felülírta ( $p=0,066$ ), tehát a kezelések a morfintartalom tekintetében sem különböznek egymástól szignifikánsan.

5. ábra. A morfintartalom alakulása az őszi kezelések hatására (Nemesbikk, 2022)

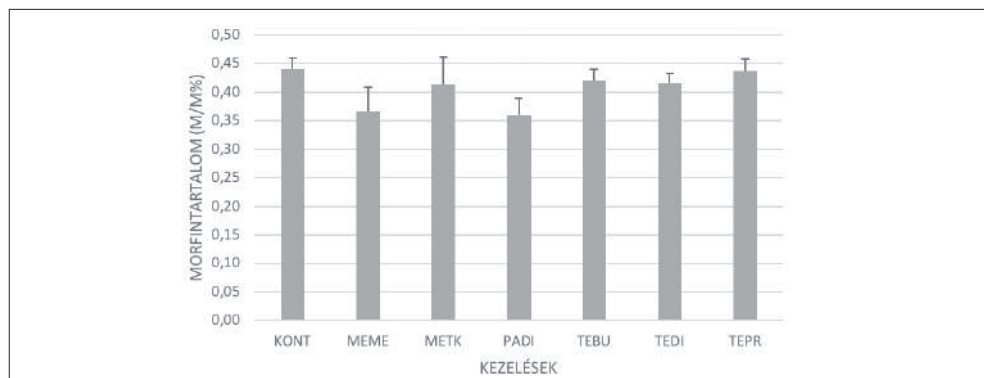


Figure 5. Morphine content as a result of autumn treatments (Nemesbikk, 2022)

### A tavaszi kezelések hatása

A jó kondícióban lévő állományban sem a tavaszi regulátoros kezelés előtt, sem pedig utána nem észleltünk fagykárt. Az állománysűrűség minden egyes parcellán kifogástalan volt (6. ábra). A tavasszal kezelt állományban a kontroll parcella maghozama 1725 kg/ha volt. Maghozam tekintetében egyedül a TEDI kezelés hatására tapasztaltunk hozam növekedést (1801 kg/ha +4%), minden más kezelésben a magprodukciónak csökkent. A MEME és a TEPR esetén ez a hozamcsökkenés megközelíti a 11%-ot (1541 és 1543 kg/ha). A mag aránya minden tavaszi kezelésben 64% volt. A statisztikai értékelés sem a toktermés ( $F(6; 21)=0,963, p=0,473$ ), sem a magtermés tekintetében (Welch-stat. ( $6; 9,186$ )= $1,627, p=0,244$ ) sem mutatott szignifikáns eltérést.

6. ábra. A tok és a maghozamok a tavasszal kezelt parcellákon (Nemesbikk, 2022)

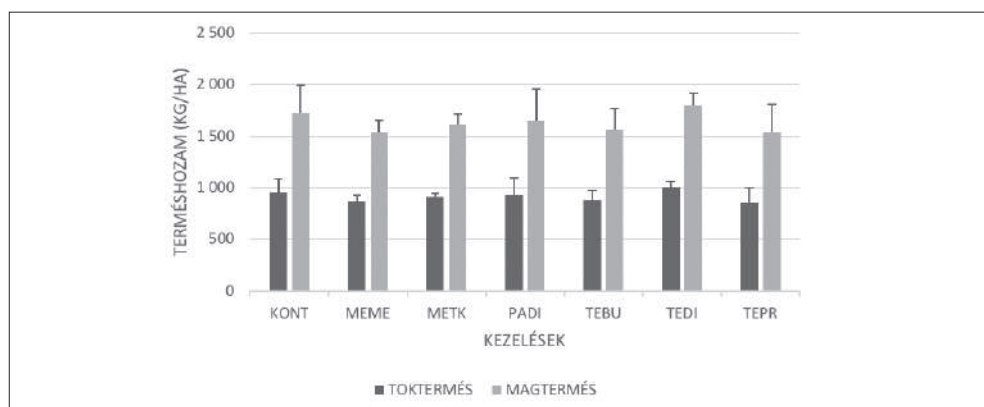


Figure 6. Capsule and seed yields in the spring treated plots (Nemesbikk, 2022)

A kontroll morfin tartalma 0,31%, s ezzel megegyezett a PADI, TEBU és TEPR kezelések növényanyaga (0,30%) illetve a TEDI minta (0,33%). A legmagasabb értékeket a metkonazollal (is) kezelt növények mutatták: a MEME kezelés hatására 0,34%, míg a METK hatására 0,38% morfin tartalom volt mérhető (7. ábra). A különbségek nem szignifikánsak ( $F(6; 21)=0,495$ ,  $p=0,805$ ).

7. ábra. A morfin tartalom alakulása a tavaszi kezelések hatására (Nemesbikk, 2022)

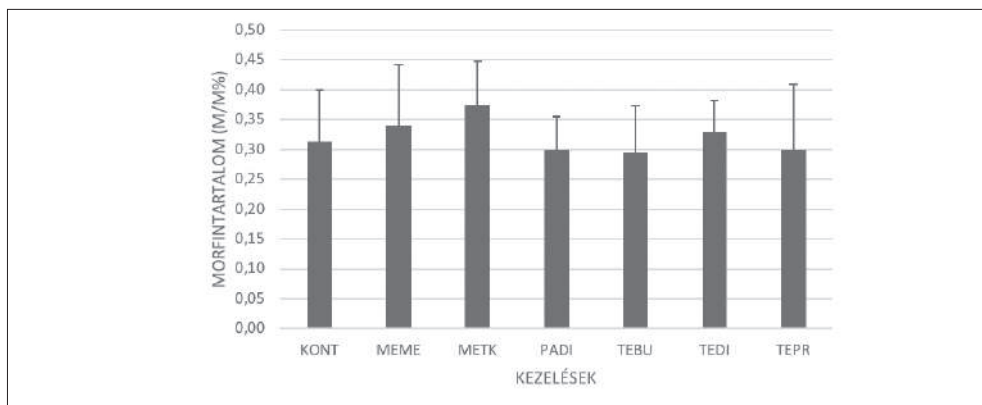


Figure 7. Morphine content of the capsules as a result of spring treatments (Nemesbikk, 2022)

Jelen cikk egy többéves kísérletsorozat első évének eredményeit mutatja be, melyben hasznos tapasztalatokat nyertünk. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy jelen vizsgálatainkban az őszi mákban alkalmazott regulátorok hatására szignifikáns eltérések sem az áttelelésben, sem a hozam, illetve morfin tartalomban nem jelentkeztek. Ugyanakkor a kísérlet eredményei megerősítették számunkra azt, hogy a vizsgálatok folytatása, a kezelések optimalizálása érdemes. A következő vegetációs időszakokban még nagyobb ismétlésszámmal (szórások csökkentése), eltérő fagyűrő képességű mákfajták bevonásával vizsgáljuk a regulátorok hatását a mák kultúrában.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Dr. Cziáky Zoltánnak, a Nyíregyházi Egyetem tanszéki mérnökének az alkaloidtartalom-meghatározás során nyújtott munkáját, valamint hogy módszerét rendelkezésünkre bocsátotta.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium KDP-2021 kódszámú Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



## Felhasznált irodalom

1. Bernáth J. 2001. A mák fejlődését és produkcióját befolyásoló környezeti tényezők. In: Sárkány S., Bernáth J., Tétényi P. (szerk.) A mák – *Papaver somniferum* L. Magyarország Kultúrflórája, V. kötet, 22. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 164-167.
2. Bernáth, J. and Vágújfalvi, D. 1970. Effect of CCC and DMSO on poppy. *Herba Hungarica*, 9(3): 49-60.
3. Bravo, L.A., Zúñiga, G.E., Alberdi, M. and Corcuera, L.J. 1998. The role of ABA in freezing tolerance and cold acclimation in barley. *Physiologia Plantarum*, 103(1): 17-23.
4. Dallaire, S., Houde, M., Gagné, Y., Saini, H.S., Boileau, S., Chevrier, N. and Sarhan, F. 1994. ABA and low temperature induce freezing tolerance via distinct regulatory pathways in wheat. *Plant and Cell Physiology*, 35(1): 1-9.
5. Dean, G.J. 2011. Modifying poppy growth and alkaloid yield with plant growth regulators. Szakdolgozat (Master). University of Tasmania, Hobart.
6. Földesi D. 1978. A máktermesztés új útjai. *Kertészet és szőlészet*, 27: 10.
7. Jászberényi, C. and Németh, É. 2011a. Frost tolerance of spring and winter ecotypes of poppy (*Papaver somniferum* L.). International Symposium on Papaver, Book of Abstracts, 7-11.
8. Jászberényi, C. and Németh, É. 2011b. Observation on the inheritance of some morphological characteristics of poppy (*Papaver somniferum* L.). *Kertgazdaság*, 43, 53-62.
9. Jászberényi Cs. and Németh É. 2012. Connection of frost tolerance and alkaloid accumulation potential in poppy (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85: 116 – 119.
10. Jászberényi, C., Varga, D., Németh, É. and Erős-Honti, Z. 2012. Histological differences between the leaves of spring and winter ecotypes of poppy (*Papaver somniferum*) varieties. In: 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, 13-17 February 2012. Proceedings, 359-362.
11. Jászberényi Cs. 2014. A mák (*Papaver somniferum* L.) fagyűrészében szerepet játszó tényezők. Doktori értekezés. BCE Kertészettudományi Kar, Budapest, 75-76.
12. Jurových, R. 2008. Ochrana maku fungicídmí BASF. In: Fejér, J., Pastirčák, M. (szerk.) Pestovanie maku siateho „Možnosti a perspektívy pestovania tradičnej plodiny na Slovensku“. Zborník z odborného seminára, 33-34.
13. Kádár A. (szerk.) 2019. Vegyszeres gyomirtás és termésszabályozás, 109-117.
14. Kozłowski, T.T. and Pallardy, S.G. 1997. Growth control in woody plants. Elsevier, 384-388.
15. Liu, X. and Hou, X. 2018. Antagonistic regulation of ABA and GA in metabolism and signaling pathways. *Frontiers in Plant Science*, 9: 251. doi: 10.3389/fpls.2018.00251
16. Nagao, M., Minami, A., Arakawa, K., Fujikawa, S. and Takezawa, D. 2005. Rapid degradation of starch in chloroplasts and concomitant accumulation of soluble sugars associated with ABA-induced freezing tolerance in the moss *Physcomitrella patens*. *Journal of Plant Physiology*, 162(2): 169-180.
17. Olasz Zs. és Tökés G. (szerk.) 1997. Hatósági regulátor és tápanyag vizsgálati módszertan. FM Növényvédelmi és Agrárkörnyezet-gazdálkodási Főosztálya, Budapest.
18. Palva, E.T., Welling, A., Tähtiharju, S., Tamminen, I., Puhakainen, T., Mäkelä, P., Laitinen, R., Li, C., Helenius, E., Boije, M., Aspegren, K., Aalto, O. and Heino, P. 2001. Cold acclimation and development of freezing and drought tolerance in plants. IV International Symposium on *In Vitro* Culture and Horticultural Breeding, Tampere, Finland, *Acta Horticulturae*, 560: 277-284.
19. Pethő M. 1993. Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.
20. Spitzer, T. and Bílovský, J. 2017. Management of poppy (*Papaver somniferum* L.) stand seight using growth regulators. *Plant Protection Science*, 53(1): 55-60.
21. Srivastava, L.M. 2002. Plant growth and development: hormones and environment. Elsevier, 179-181.
22. Welling, A., Kaikuranta, P. and Rinne, P. 1997. Photoperiodic induction of dormancy and freezing tolerance in *Betula pubescens*. Involvement of ABA and dehydrins. *Physiologia Plantarum*, 100(1): 119-125.
23. Wiśniewski, K., Zagdańska, B. and Prończuk, M. 1997. Interrelationship between frost tolerance, drought and resistance to snow mould (*Microdochium nivale*). Proceedings of the International Symposium on Cereal Adaptation to Low Temperature Stress in Controlled Environments. Martonvásár, 221-226.

## Study of the effect of plant growth regulators on the frost tolerance and production of autumn poppy

MÁJER, P.<sup>1,2</sup>, SOTKÓ, GY.<sup>2</sup>, ZÁMBORINÉ NÉMETH, É.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Medicinal and Aromatic Plants, Institute of Horticultural Sciences, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE)

<sup>2</sup>Sotiva Seed Ltd.

E-mail: majer.peter@phd.uni-mate.hu

### Summary

Mainly autumn poppy varieties are present in poppy production for food purposes. Although winter hardiness is a genetically fixed trait, ecological circumstances may significantly modify the success of cultivation. Triazoles are used in several crops for minimizing frost damage and increasing yield, however, no data are available about their effects on the frost tolerance of poppy.

The goal of our project is to reveal the effect of some plant growth regulators (PGR-s) on the overwintering and production of poppy. Results of the first year experiment are summarized in the present paper. Six treatments were applied in parallel with untreated control plots in the year 2021/22. The variety was 'Zeno Plus'. The treatments were carried out either in autumn or in spring. The frost damage decreased as result of the majority of autumn applied regulators, in the best case by 50% compared to the control. The treatments with metconazole resulted in 10-12% elevation of the seed yield and in an improved seed/capsule ratio. The autumn treatments did not influence the morphine content of the capsules. The treatment applied in spring did not change the yield and the seed ratio significantly. Metconazole treatment in spring increased the morphine content of the capsules slightly. Based on the results we conclude that continuation of the experiments and optimization of the treatments would be advised.

**Keywords:** overwintering, frost tolerance, triazole, *Papaver somniferum*, seed yield

### Szerzők:

Májér Péter (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.; agronómus, Sotiva Seed Gyártó és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság, Tiszavasvári, Petőfi S. u. 63/A.

Sotkó Gyula – ügyvezető, Sotiva Seed Gyártó és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság, Tiszavasvári, Petőfi S. u. 63/A.

Zámboriné Németh Éva – DSc, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

## Dr. Nagy József (1938-2022)



Múlt év decemberben, hosszan tartó betegség után távozott közülünk kollégánk és tanárunk. A heves vármegyei Ecséden született, egyszerű földműves család gyermekeként. Édesapja paradicsomtermesztéssel foglalkozott, míg földjüket tévesztették.

A helyi általános iskola elvégzését követően középiskolai tanulmányait a Hatvani Állami Bajza József Általános Gimnáziumban folytatta. 1957-ben felvételt nyert a Kertészeti és Szőlészeti Főiskolára, ahol 1961-ben agrármérnöki diplomát szerzett.

Gyakornoki évét a Ceglédi Állami Tangazdasághoz tartozó Kecskécsárdai Üzemegységében töltötte. Itt kezdett el foglalkozni a borsó termesztésével, több dolgozata és szakcikke jelent meg a növény környezeti igényéről, szaporításának és betakarításának időzítéséről, gépesítéséről. Doktori disszertációját is 1964-ben ebben a témakörben „Állománysűrűség a borsófejlődésére és termés hozamára” címmel írta és védte.

1965-től Budatétényben, a Zöldségtermesztési Kutató Intézet munkatársa. Kutatási témája a hüvelyesek mellett az üvegházak zöldségfélékkel történő hasznosítása. Vizsgálta a szoba jöhető szaporítási módokat, és számításokat végzett az üvegházi vetésforgók gazdaságosságáról.

1971-től egyetemi adjunktusnak nevezik ki a Kertészeti Egyetem Zöldségtermesztési és Földművelési Tanszékére. Az oktatás mellett fő kutatási témája az izolált talajon történő, konténeres zöldségtermesztés volt, amelynek keretében vizsgálta a tenyészedenyek formáját, méretét, optimális elhelyezését és a zöldségajtatásnál számításba jöhető, talajt helyettesítő földkeverékeket.

Nem tudott elszakadni szülőföldjétől, a sárga- és görögdinnye kedves növényei maradtak. Kandidátusi dolgozatát is ebből írta A sárgadinnye (*Cucumis melo*) termesztéstechnológiájának korszerűsítése címen, amit 1982-ben sikeresen megvédett.

A dinnyéknek és más kabakos növényeknek, mint egyik legkiválóbb szakértője, számos publikációt jelentetett meg szaklapokban, könyvekben, tudományos dolgozatok formájában. Rendezvények

keretében gyakran tartott előadásokat, rendszeresen járt a dinnyetermesztő körzetekbe szaktanácsot adni, aktívan részt vett a témával kapcsolatos fejlesztési pályázati munkákban. Élete fő művének a 2005-ben megjelent Sárga- és görögdinnye c. könyvét tartotta, amiben a jelentősebb külföldi publikációk mellett összegyűjtötte az összes dinnyével kapcsolatos hazai irodalmat és feldolgozta a hazai dinnyekutatás eredményeit.

2006-ban nyugdíjba vonult, de ezt követően is éveken keresztül segítette a tanszék oktatói munkáját. Rendszeresen kérdezgette és támogatta a fiatal kollégákat, mindenkivel megtalálva a közös hangot. Nyugdíjasként több szakkönyvet írt zöldségtermesztők és hobbikertészek számára.

Szoros barátság fűzte a rózsához. Szabadidejében sokat foglalkozott a növény oltásával, szaporításával, szép gyűjteményt hozott össze kertjében, amellyel kollégái körében gyakran büszkélkedett.

Precíz és következetes kutató és oktató volt, diákjaitól szigorúan megkövetelte a leadott elméleti anyagot, a gyakorlatok keretében bemutatott termesztési műveleteket, fogásokat. Átdolgozta a korábbi gyakorlati jegyzeteket és előadás vázlatokat. A borsó, a bab és a kabakosok termesztéssel kapcsolatos témákhoz bemutató anyagot gyűjtött.

Mi, fiatalabb oktatók és kutatók sokat tanultunk gyakorlatias szemléletéből, oktatási módszereiből.

Kedves Józsi! Szakmai munkásságodat tovább folytatjuk, emlékedet kegyelettel megőrizzük!

Kollégáid és diákjaid nevében:

**Geösel András és Terbe István**

## Dr. Balogh István Sándor



2023. január 2-án, 81 éves korában elhunyt Dr. Balogh István Sándor, nyugalmazott egyetemi docens, a Szőlészeti Tanszék korábbi tanszékvezetője. 1942-ben született a Csongrád megyei Csengelén, ahol szülei egyéni gazdálkodók, majd tsz-tagok voltak. Általános iskolai tanulmányait szülőfalujában végezte, majd 1961-ben érettségizett és vehette át kitűnő minősítésű technikus oklevelét a Kecskeméti Kertészeti Technikumban. Ebben az évben nyerte meg a mezőgazdasági technikumok végzőseinek meghirdetett országos szakmai versenyt, amelynek köszönhetően az akkori Kertészeti és Szőlészeti Főiskolára felvételi nélkül kerülhetett be. A főiskolán szőlőtermesztésre szakosodott, diplomatervét pedig „A homoki szőlők zöldtrágyázása” címmel védte meg, és szerzett jeles minősítésű kertészmérnöki oklevelet 1966-ban.

Gyakornoki éveit a Hosszúhegyi Állami Gazdaságban, Sükösdön (1966), illetve a

Sasad Mezőgazdasági Tsz-ben, Budapesten (1967) töltötte. 1967-ben kezdte meg oktatói tevékenységét, amikor kinevezték tanársegédnek a Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Szőlőtermesztési Tanszékére. Doktori fokozatát 1980-ban szerezte meg summa cum laude minősítéssel. Doktorálása után, szintén 1980-ban egyetemi adjunktusi, majd 1991-ben egyetemi docensi kinevezést kapott. 1990-től az Egyetem Szőlőtermesztési Tanszékének volt tanszékvezetője, összesen 16 esztendőn át, 2008-ig.

Oktatói pályafutása alatt munkája igen sokrétű volt. Tartott üzemi és tantermi gyakorlatokat, előadásokat, szakköröket, továbbá belföldi tanulmányi szemléket és külföldi tanulmányutakat, cseré gyakorlatokat szervezett és vezetett. Aktívan részt vett az egyetem oktatásszervezésében és fejlesztésében.

Oktatói tevékenysége mellett kimagasló kutatói munkát is végzett. 1982-ben kapcsolódott be a Csepregi Pál vezetésével folyó tökművelés- és metszsmód kísérletekbe. Ezen témakörből írta,

majd védte meg 1990-ben „A szőlő magasművelése fagyveszélyes környezetben” című kandidátusi értekezését, és nyerte el a mezőgazdasági tudományok kandidátusa címet.

Tudományos munkásságának eredményeit több közleményben adta közre, illetve a Szőlőtermesztési Tanszék szaktanácsadásai során bontakoztatta ki. A 'Mezőgazdaság számokban' című könyv társszerzője, a szőlőtermesztési rész szerkesztője volt. Kutatási témaköréből a posztgraduális képzésben és egyéb szakmai fórumokon számos előadást tartott.

Az évek során több európai ország szőlő- és borkultúráját is tanulmányozta. 1974 és 1975 között a Nemzetközi Szőlészeti és Borászati Hivatal (OIV) által szervezett egy éves Nemzetközi Felsőfokú Szőlész Borász Szemináriumon vett részt.

1979-től aktívan részt vett szakmai társadalmi tevékenységekben. 1979-től 1986-ig a MAE Kertészeti Társaság Szőlőtermesztési Szakosztályának titkára, később csaknem tíz éven keresztül vezetője volt. 1999-től az MTA Kertészeti Bizottságának titkára, valamint a Magyar Bor Akadémia alapító tagja, majd alelnöke, a Nagyváthy János Gazdaképző egyesület kertészeti tagozat elnöke, illetve a Szőlő- és Borkultúra Alapítvány kuratórium tagja volt.

Oktató-kutatói pályafutása alatt számos publikációja született: 4 szakkönyv, 14 idegen nyelvű tudományos közlemény, 24 magyar nyelvű tudományos közlemény, 40 egyéb szakmai közlemény.

2008-ban vonult nyugdíjba, attól kezdve családjának élt.

**Dr. Varga Zsuzsanna – Marschall-Szakál Fanni – Nyitrai dr. Sárdy Diána**

## Dr. Pethő Ferenc 1929 – 2023



Dr. Pethő Ferenc kertészmérnök, növénynevelő, egyetemi tanár, a Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskola, az Újfehértói Kutatóállomás egykori igazgatója, a Debreceni Agrártudományi Egyetem tanára, Kertészeti Tanszékének vezetője 2023. február 5-én 94 éves korában elhunyt.

1929. július 9-én született Tokajban. Általános iskoláit szülővárosában végezte, majd Debrecenbe került középiskolába, az akkor Magyar Állami Mezőgazdasági Középiskola néven működő, azóta többször is átnevezett középfokú mezőgazdasági szakképző intézményben folytatta tanulmányait. Itt alapozta meg és fejlesztette szakmai tudással a családból hozott elkötelezettségét a paraszti gazdálkodás iránt. Innen egyenes út vezetett Budapestre, a Magyar Agrártudományi Egyetem Kert- és Szőlőgazdaságtudományi Karára, ahol 1951-ben szerzett diplomát. A friss diplomás azonnal

tanársegédi kinevezést kapott a Mohácsy Mátyás által vezetett Gyümölcsstermesztési Tanszékre, ahol 1958-ig dolgozott. Az oktató és kutató munka mellett feladata volt az akkor kialakulóban levő szigetcsépi kísérleti üzem gyümölcsstermesztési területének támogatása, az ott folyó kutatások koordinálása.

Újfehértóra 1959-ben került, az akkori Nyírségi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet gyümölcsstermesztési osztályvezetőjeként dolgozott, majd az intézet főigazgató helyettese lett. Kutatási tevékenységét az újfehértói kutatóállomás központi témája, az alma határozta meg, többek között az állomáson az 50-es években Probocskai professzor által telepített alanykísérletet is gondozta. A kelet-magyarországi térség másik fontos gyümölcsfaja, a meggy tájszelekciója is foglalkoztatta. A megyében a korábban részben magról, részben sarjakról szaporított meggyek közül végzett tájszelekciójának eredménye lett az 'Újfehértói fürtös', a 'Kántorjánosi' és a 'Debreceni bőtermő', de ennek a tájszelekciós munkának a tanítványok közül ma is vannak sikeres folytatói. Ahogy Gonda István fogalmazott a 90. születésnapján megjelent köszöntőjében, második szülőhazája lett



Szabolcs-Szatmár-Bereg Megye, ahol több mint 60 éven keresztül szolgálta a gyümölcsstermesztés ügyét. A megyét, a megyei gyümölcsösöket úgy ismerte, mint a tenyerét.

1970 – 74 között az önálló sodott Újfehértói Kutatóállomás igazgatója volt, majd a Nyíregyházi Mezőgazdasági Főiskola tanára, később főigazgatója lett. Ebben az időszakban a térség országgyűlési képviselője is volt. A politikai szerepvállalás azonban nem tántorította el a szakmától. Folytatta a megye gyümölcsstermesztésének fejlesztését, s a gyümölcsfajták tájszelekciónak. Kiváló kutatósszervező személyiség volt, aki éleslátóan, jó érzékkel válogatta meg kutatóintézeti munkatársait. Az 1970-es években az általa vezetett kutatóállomáson olyan csapat munkáját szervezte, amelyet a következő nevek fémjeleznek: Zatykó Imre, Bubán Tamás, Bartha József, Gonda István, Szabó Tibor.

1981-től 1994-ig a Debreceni Agrártudományi Egyetem tanára, a Kertészeti Tanszék vezetője volt 1994-ben történt nyugdíjazásáig, noha oktatási tevékenységével ezt követően is támogatta a szakmát és az egyetemet. 1991-től az Almatermesztők Szövetségének elnöke, az Északkelet-magyarországi Gyümölcskutatási, Fejlesztési Alapítvány kuratóriumi elnöke, mely a kertészet és a gyümölcsstermesztés terén indított kutatásokat, a tehetséges fiatal szakembereket, a tanulmányok megjelentetését támogatta.

Szakirodalmi tevékenységét könyvei jellemzik legjobban. 1962-ben jelent meg a téli alma termesztés telepítési rendszereiről írott munkája, majd az Alma c. könyve 1969-ben és kiteljesedve 1984-ben, ez utóbbi az almatermesztők bibliája volt sokáig. Nyugdíjazása után elsősorban szakmatörténettel foglalkozott (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye gyümölcsstermesztésének története 1945-ig; Tanulmány a Nemtudom szilváról; Tanulmány a nyírségi meggyfajtákról).

Gyakorló kertész is volt, saját ültetvényeiben és faiskolájában. Ebben az időszakban nyugdíjasként saját faiskolájában próbálta az új fajtákat és alanyokat szaporítani, terjeszteni. Alanyok vonatkozásában megtisztelt azzal, hogy rendszeresen konzultáltunk az új almaalanyok, különösen a közbeoltás lehetőségeinek gyakorlati alkalmazásáról.

Munkáját számos kitüntetéssel ismerték el, közülük csak a fontosabbak: Mezőgazdaság Kiváló Dolgozója, Mohácsi Mátyás emlékérem, Munka Érdemrend ezüst fokozat, Újhelyi Imre emlékérem, Pedagógus szolgálati emlékérem, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye Pro Comitatu emlékérmé, Megyei Közgyűlés emléklakettje, Magyar Köztársaság Érdemrend lovagkeresztje, Nagy Sándor emlékérem, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum emlékérem, Újfehértó díszpolgára.

Pethő Ferenc emberi, oktatói, kutatói, szakmapolitikai életműve példakép volt már életében is, de meggyőződésem, hogy még sokáig példaként áll majd előttünk kertészek előtt.

**Dr. Hrotkó Károly**

## Szerzői útmutató

Folyóiratunk a kertészet (zöldségtermesztés, gyümölcstermesztés, szőlészet és borászat, dísznövénytermesztés, gyógynövénytermesztés, faiskola, kertészeti biotechnológia, ökológiai gazdálkodás, menedzsment és marketing, kertészettörténet) szakterületével kapcsolatos tudományos cikkeket, valamint a szakterületek fejlődését, tudományos kérdéseit elemző, áttekintő (review) cikkeket, a legújabb technológiákat, fajtákat bemutató írásokat és a kertész szakma kiemelkedő eseményeiről készült híradásokat fogad be közlésre magyar nyelven. A kéziratokat elektronikus formában, Microsoft Word fájlban (szöveg és táblázatok) csatolmányként lehet beküldeni a szerkesztőség (kertgazdasag@kertk.szie.hu), vagy az egyes rovatvezetők számára. A csatolmányok fájlneve az első szerző nevével kezdődjön. A kísérő levélben fel kell tüntetni a levelező szerző nevét, elérhetőségeit (e-mail, telefon, fax), valamint esetleges javaslatot a lektorok személyére, amelyek elfogadásáról a szerkesztőség dönt.

### **A folyóiratunkban közölhető kéziratok fontosabb követelményei az alábbiak.**

**Tudományos cikkek:** új tudományos eredményeket bemutató, módszeres kísérleti, vizsgálati adatokkal és statisztikai elemzésekkel alátámasztott közlemények, amelyek ajánlott terjedelme táblázatokkal, ábrákkal, irodalmi hivatkozásokkal és angol nyelvű összefoglalóval együtt 8-10 kéziratoldal, indokolt esetben sem haladja meg a 15 kéziratoldalt (egy kéziratoldal 5000 karakter terjedelmű). A szerző(k) teljes neve a cím után szerepel. Több szerző esetén vesszővel kérjük elválasztani a neveket, és a különböző munkahelyen dolgozó szerzőknél a név után számokkal (felső indexben) jelezzék ki-ki munkahelyét. A kézirat végén tüntessék fel a szerzők teljes nevét, tudományos fokozatát, beosztását és a munkahely pontos címét is. Kérjük, adják meg a kapcsolattartó szerző e-mail címét.

A tudományos cikkek, rövid közlemények, szaccikkek magyar és angol nyelvű összefoglalóval (egyenként 250 szó terjedelemben), valamint a téma kulcs-szavainak (legfeljebb 5) megadásával kezdődnek, majd a témának megfelelő tagolásban folytatódnak. Tudományos vizsgálatok eredményeit közlő dolgozatok esetében az ajánlott fejezetek: bevezetés és irodalmi áttekintés, anyag és módszer, eredmények, megvitatás, (köszönetnyilvánítás), irodalomjegyzék. Az ábrákat, grafikonokat ne tördeljék be a szövegbe, hanem elkülönítve kérjük a kézirattal leadni. Diagramoknál a tengelyek elnevezése nagybetűvel kezdődik, de pont nincs a végén. Ugyancsak nagybetűvel kezdődnek a kördiagramban szereplő elnevezések. Az ábrák betűmérete lehetőleg 10-es legyen, hogy jól olvasható maradjon. A grafikonok egységes jelöléssel készüljenek, fekete-fehérben. Kérjük, a kézirat végén mellékeljék az ábrákat külön, eredeti fájlformátumban is. Az ábrákra és táblázatokra való utalást a szövegben az aláhúzott betű jelzi, a szövegben az ábrák tervezett helyére utalóan csak az ábra (fotó, grafikon) számát és szövegét illesszék be. Az ábrák és táblázatok címét, valamint az értelmezéshez szükséges jelmagyarázatot a magyar mellett angolul is kérjük megadni. A cikkben szereplő diagramokat és ábrákat 300 dpi felbontásban, külön jpg vagy pdf fájlban kérjük csatolni a kézirathoz a diagram/ábra számának megjelölésével. Csak megfelelő minőségű képeket tudunk közölni, amelyeket lehetőleg jpg kiterjesztésben (min. 110 mm szélességű és 300 dpi felbontású) küldjenek, külön fájlban, a számuk/

nevük megjelölésével. Színes felvételek csak a belső és a hátsó borítókön jelenhetnek meg, erről a szerkesztőbizottság döntése után egyeztetünk a szerzőkkel.

A szövegben csak a *latin* nevek, illetve az adott szakterület (pl. genetika) gyakorlata szerinti nevek szerepelnek dőlt betűs kiemeléssel. Az irodalmi hivatkozásnál a szövegben szerző vezetéknevét és a publikáció megjelenésének évszámát adják meg szöveggörnyezettől függően, pl. Balogh (2015) vagy (Balogh 2015) formában. Két szerző nevét „és” kötőszóval válasszák el (Kis és Nagy 2015), több szerző esetén az „és tsai”, vagy az „et al.” álljon az első szerző neve után.

Az irodalomjegyzékben hasonlóképpen tüntessék föl a szerzőket, az évszámot, majd a címet. Magyar nyelvű hivatkozásban a szerzők vezetékneve után a keresztnév(ek) kezdőbetűje álljon, több szerzőt vesszővel választva el. Idegen nyelvű hivatkozásban a szerző vezetékneve után vessző, majd a további név(ek) kezdőbetűje ponttal lezárva álljon. A cím után következik a kiadó, vessző és a kiadás helye. Pl.: Kis Z. 2005. Publikáció címe. Kiadó, Budapest. Folyóiratban megjelent cikkekre hivatkozva a cím után a folyóirat neve (rövidítése) következik, vessző, évfolyam, zárójelben a lapszám, kettőspont, oldalszám. Pl.: Kertgazdaság, 47(2): 76-86.

### **Példák a felhasznált irodalom közlésére:**

Nyújtó F. 1987. Az alanykutatás hazai eredményei. Kertgazdaság, 19(5): 9-34.

Cai, Y.L., Cao, D.W., and Zhao, G.F. 2007. Studies on genetic variation in cherry germplasm using RAPD analysis. Sci. Hort. 111: 248-254.

Feucht, W. 1982. Das Obstgehölz. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Az angol nyelvű összefoglaló (tartalmazza a cikk címét és a szerzők munkahelyét is) mellett az ábrák, táblázatok címét is fordítsák le angolra. Táblázat esetében a fejléc és a jelmagyarázat fordítását is kérjük, amihez számokkal jelöljük a fejléc-beosztásokat.

**Rövid közlemények:** új kísérleti, vizsgálati eredmények gyors bemutatására, új módszerek, eszközök, hipotézisek, fajták leírására alkalmas, tagolása nem feltétlenül követi a tudományos cikkekét. Rövid közlemények terjedelme legfeljebb 4 kézirattoldal, benne egy táblázat és egy ábra szerepelhet. Egy kézirattoldal 5000 karakter terjedelmű. Az összefoglaló terjedelme legfeljebb 100 szó, az anyag és módszer, illetve az eredmények bemutatása és megvitatása a témának megfelelően összevonható.

**Elemző szakcikkek (review):** Szakterületek fejlődését, tudományos kérdések, témakörök helyzetét tekintik át módszeres elemzés formájában. Terjedelmi követelményeik azonosak a tudományos cikkekkel, tagolásuk a témának megfelelő legyen.

A benyújtott kéziratokat legalább két független bíráló értékeli, a bírálatokat lektorok névtelenségét megőrizve a szerzőknek megküldjük. A véleményezők arra tehetnek javaslatot, hogy elfogadásra javasolják a kéziratot, bizonyos feltételekkel fogadják el, vagy a megjelentetés elutasítását javasolják. A szerzők a lektorok véleményére tekintettel kijavítva benyújtják végleges kéziratukat az illetékes rovatvezető e-mail címére megküldve. Amennyiben a lektori javaslatokat nem fogadják el, ezt kellőképpen indokolni kell. A közlésről a negyedévente ülésező szerkesztőbizottság dönt. A közölt cikkek tartalmaért a szerzők felelősek, a közlés nem feltétlenül jelenti a szerkesztőbizottság egyetértését. Kéziratokat nem őrzünk meg.

A szerzőket a folyóirat adott számának egy nyomtatott példánya, valamint egy pdf példánya illeti meg, amelyet a folyóirat megjelenése után egy hónapon belül küldünk meg.

---

## Szerzők

**Csigai Krisztina** – PhD, osztályvezető, Győr-Moson-Sopron Vármegyei Önkormányzat, 9021 Győr, Árpád út 32.

**Égei Márton** – tudományos segédmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Ficzek Gitta** – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Hrotkó Károly** DSc – professzor emeritus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Kuchár Borbála** – MSc hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Magyar Lajos** – Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Májer Péter** – PhD hallgató, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.; agronómus, Sotiva Seed Gyártó és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság, Tiszavasvári, Petőfi S. u. 63/A.

**Máté Mónika** – PhD, egyetemi docens, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Ombódi Attila** – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Oussama M'hamdi** – PhD hallgató, Növénytudományi Doktori Iskola, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Pék Zoltán** – PhD, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Selimaj Granit** – PhD hallgató, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Simon Gergely** – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Sotkó Gyula** – ügyvezető, Sotiva Seed Gyártó és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság, Tiszavasvári, Petőfi S. u. 63/A.

**Szalóki-Dorkó Lilla** – PhD, egyetemi adjunktus, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Gyümölcs- és Zöldségfeldolgozás Technológia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

**Takács Sándor** – PhD, tudományos munkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

**Zámboriné Németh Éva** – DSc, egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

# Kertgazdaság



## A LEGÚJABB TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A KERTÉSZETI TERMESZTÉS VILÁGÁBÓL

A folyóirat előfizethető a kiadónál az [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu) e-mail címen, illetve a következő postacímen:  
**Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.**  
1223 Budapest, Park u. 2.

A borítékra kérjük, írja rá: „Folyóirat-megrendelés”  
Előfizetési díj egy évre: **6800 forint**.  
További információ az [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu) címen vagy a 06-1-362-8141 telefonszámon.

## Tartalom

### **GYÜMÖLCSTERMESZTÉS**

3. HROTKÓ KÁROLY, CSIGAI KRISZTINA, MAGYAR LAJOS, FICZEK GITTA: Sajmeggy klónalanyok értékelése intenzív cseresznyeültetvényben
21. MÁTÉ MÓNIKA, SELIMAJ GRANIT, SIMON GERGELY, SZALÓKI-DORKÓ LILLA, FICZEK GITTA: Homoktövis termések fizikokémia jellemzőinek és magolaj-összetételének értékelése néhány genotípus esetében

### **ZÖLDSÉGTERMESZTÉS**

37. KUCHÁR BORBÁLA, OMBÓDI ATTILA: Mikorrhiza kezelés hatásai a salátatermesztésben – Irodalmi áttekintés
50. M’HAMDÍ OUSSAMA, ÉGEI MÁRTON, PÉK ZOLTÁN, TAKÁCS SÁNDOR: Eltérő vízellátottsági szintek hatása az ipari paradicsom gyökérzetére

### **GYÓGYNÖVÉNYTERMESZTÉS**

65. MÁJER PÉTER, SOTKÓ GYULA, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA: Regulátorok hatásának vizsgálata az őszi étkezési mák fagytűrő képességére és produkciójára

### **MEGEMLÉKEZÉS**

76. Dr. Nagy József
78. Dr. Balogh István Sándor
80. Dr. Pethő Ferenc

### **82. SZERZŐI ÚTMUTATÓ**

### **84. SZERZŐK**

## Contents

### FRUITS

3. HROTKÓ, K., CSIGAI, K., MAGYAR, L., FICZEK, G.: Evaluation of clonal *Prunus mahaleb* rootstocks in intensive cherry orchard
21. MÁTÉ, M., SELIMAJ, G., SIMON, G., SZALÓKI-DORKÓ, L., FICZEK, GITTA.: Evaluation of certain physicochemical properties of berries and fatty acid content of seeds in some sea buckthorn genotypes

### VEGETABLES

37. KUCHÁR, B., OMBÓDI, A.: Effects of mycorrhizal treatment in lettuce cultivation - Literature review
50. M'HAMDI, O., ÉGEI, M., PÉK, Z., TAKÁCS, S.: Effect of different water supply levels on the number and length of processing tomato roots

### MEDICAL PLANTS

65. MÁJER, P., SOTKÓ, GY., ZÁMBORINÉ NÉMETH, É.: Study of the effect of plant growth regulators on the frost tolerance and production of autumn poppy

### COMMEMORATION

76. Dr. Nagy József
78. Dr. Balogh István Sándor
80. Dr. Pethő Ferenc

### 82. INSTRUCTION FOR AUTHORS

### 84. AUTORS







5. **KÉP:** Különbségek a 'Paulus' fák elágazódásában: balra első fa SL 64, mellett jobbra 3 fa Bogdány alanyon gazdagon elágazva



6. **KÉP:** Különbségek a 'Rita' elágazódásában: balra két fa MaxMa 14, jobbra kettő Magyaralanyon



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Budai Campus 2023

1700 Ft