

DEBRECENI EGYETEM

**KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA**

*Doktori Iskola vezető:*

**Prof. Dr. Holb Imre**

egyetemi tanár, az MTA doktora

*Témavezető(k):*

**Takácsné Prof. Dr. Hájos Mária**

egyetemi tanár

**LEVÉLZÖLDSÉGEK MORFOLÓGIÁJÁNAK ÉS MINŐSÉGI  
MUTATÓINAK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ  
TERMESZTÉSTECHNOLÓGIAI TÉNYEZŐK  
FÜGGVÉNYÉBEN**

*Készítette:*

**Dr. Kovácsné Madar Ágota**

doktorjelölt

**Debrecen**

**2025**

**LEVÉLZÖLDSÉGEK MORFOLÓGIÁJÁNAK ÉS MINŐSÉGI  
MUTATÓINAK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ  
TERMESZTÉSTECHNOLÓGIAI TÉNYEZŐK  
FÜGGVÉNYÉBEN**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében,  
a növénytermesztési és kertészeti tudományok tudományágban

Írta: **Dr. Kovácsné Madar Ágota**  
okleveles kertészmérnök

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskolája  
(Növénytermesztési és kertészeti tudományok doktori programja) keretében

**Témavezető:**  
Takácsné Prof. Dr. Hájos Mária  
egyetemi tanár

Az értekezés bírálói:

név	tudományos fokozat	aláírás
.....	.....	.....
.....	.....	.....

A bírálóbizottság:

név	tudományos fokozat	aláírás
elnök: .....	.....	.....
tag: .....	.....	.....
titkár: .....	.....	.....

Az értekezés védésének időpontja: ..... .....

# TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS .....	4
A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI .....	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	7
2.1. A saláta piaci helyzetének áttekintése .....	7
2.2. A vizsgált levélzöldségfajok ismertetése .....	8
2.3. Környezeti igények .....	10
2.4. A levélzöldség nitrát-akkumulációját befolyásoló tényezők.....	11
2.5. Levélzöldségek fontosabb korokozói és kártevői.....	12
2.6. A növényi élelmiszerek táplálkozás-élettani jelentősége és bioaktív összetevői	14
2.7. Levélzöldségek táplálkozás-élettani jellemzői és bioaktív komponensei.....	17
2.8. A növényállomány állapotának roncsolásmentes vizsgálati módszerei .....	18
2.9. A saláta ( <i>Lactuca sativa</i> L.) főbb termesztési típusainak bemutatása .....	20
2.10. A saláta minőségi követelményei és termesztésének főbb szempontjai .....	21
2.11. A termesztési módok és a környezeti tényezők hatása a saláta minőségére .....	23
2.12. A saláta és egyéb levélzöldségek termesztéstechnológiája.....	25
3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....	29
3.1. Salátafélék kísérlete .....	29
3.1.1. A kísérlet helye, ideje és a vizsgált genotípusok .....	29
3.1.2. A kísérletben értékelt saláta fajták jellemzése.....	30
3.1.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői.....	32
3.1.4. A kísérleti terület klimatikus jellemzői.....	34
3.1.5. Kísérlet körülményei.....	37
3.2. Levélzöldségek kísérlete .....	39
3.2.1. A kísérlet helye, ideje és a vizsgált fajok/fajták .....	39
3.2.2. A kísérletben értékelt levélzöldség fajok/fajták jellemzése .....	41
3.2.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői.....	42
3.2.4. A kísérleti terület klimatikus jellemzői.....	43
3.2.5. A kísérlet körülményei.....	45
3.3. A morfológiai és fiziológiai paraméterek vizsgálata .....	46
3.4. A növényi minták beltartalmi paramétereinek vizsgálata.....	48
3.5. Statisztikai vizsgálat .....	50
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSEK .....	52

4.1.	A termesztési idő és a salátafajták együttes hatása a morfológiai és beltartalmi paraméterekre fóliás termesztésben .....	52
4.2.	A termesztési mód (üvegház-fólia) és az évjárat hatása a salátafajták morfológiai és beltartalmi paramétereire .....	65
4.2.1.	A salátafajták vizsgált paramétereinek korrelációs elemzése tavaszi és őszi hajtásban .....	77
4.3.	A termesztési technológia (fólia, szabadföld) hatása egyes levélzöldségfajok agronómiai és minőségi tulajdonságaira .....	80
4.3.1.	A levélzöldségfajok vizsgált paramétereinek korrelációs elemzése hajtított és szabadföldi termesztésben .....	90
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....	92
6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	103
7.	GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK .....	105
8.	ÖSSZEFOGLALÁS .....	107
9.	SUMMARY .....	110
10.	IRODALOMJEGYZÉK .....	113
11.	PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN .....	128
12.	NYILATKOZATOK .....	133
13.	MELLÉKLETEK .....	134
14.	KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS .....	154

## 1. BEVEZETÉS

A zöldségfogyasztás a kiegyensúlyozott, egészséges táplálkozás elengedhetetlen része, mivel a zöldségfélék számos, a szervezet számára nélkülözhetetlen vitamint, ásványi anyagot, élelmi rostot és fitokemikáliát tartalmaznak. A napi étrendben betöltött fontos szerepük kiterjed a gyomor-bélrendszer egészségének megőrzésére, a látás védelmére, valamint a krónikus kórképek, mint a kardiovaszkuláris betegségek, a stroke, a diabétesz és egyes rosszindulatú daganatos elváltozások kockázatának mérséklésére is (Dias, 2012). A levélzöldségek különösen kiemelkednek jelentős beltartalmi értékeikkel, alapvető forrásai az antioxidánsoknak, és nagy mennyiségben tartalmaznak rostot, vitaminokat és ásványi anyagokat (Settaluri et al., 2015). Mivel nem tartalmaznak koleszterint és természetesen alacsony a kalóriatartalmuk, a kiegyensúlyozott étrend fontos részét képezhetik (Bunning & Kendall, 2012).

A hajtattott zöldségtermesztésben, kiemelt jelentősége van a koraiságnak a magasabb eladási árak miatt. A tenyészidő hosszúságát alapvetően a fajta genetikai tulajdonságai, a környezeti tényezők (különösen a fényviszonyok és a hőmérséklet), és a termesztéstechnológia együttesen határozzák meg (Slezák & Jezdinsky, 2013).

A levélzöldségek között a saláta (*Lactuca sativa* L.) világszerte az egyik legnépszerűbb és legszelesebb körben termesztett faj. Jelentős gazdasági és táplálkozástani értékű faj, amelyet főként nyersen, magában vagy konyhakész (fresh-cut) termékek komponenseként hasznosítanak (Putnam, et al. 2000; Kenny & O'Beirne 2009).

A FAO legfrissebb, 2022-es adatai szerint a világ saláta- és cikóriatermelése meghaladta a 29 millió tonnát. A globális termelésben továbbra is Kínáé a vezető szerep, közel 15 millió tonnával, őt követi az Egyesült Államok és India. Európa több mint 5,7 millió tonnás saláta- és cikóriatermelésének több mint 30%-át a két legnagyobb termelő, Spanyolország (1,1 millió tonna) és Olaszország (0,7 millió tonna) adja.

A saláta fogyasztása jelentősen hozzájárul a proA-, C-, E-vitamin, a karotinoidok és a rost beviteléhez (Agüero et al., 2008). A zöldségfogyasztás jelentőségét a tápanyagok és a különféle bioaktív anyagok adják, köztük a fitokémiai vegyületek (fenolok, flavonoidok, karotinoidok), az ásványi anyagok, a vitaminok és az élelmi rost (Oz & Kafkas, 2017). Az utóbbi évtizedben a levélzöldségek iránti kereslet jelentősen megnövekedett. Ez elsősorban a kiemelkedő kalcium-, vas-, proA-, C-vitamin és antioxidáns tartalmukkal, valamint az emberi egészségre gyakorolt jótékony hatásukkal magyarázható (Barickman et al., 2018).

## A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A kutatás fő célkitűzései a következők voltak:

1. **Termesztési módok összehasonlítása:** Értékelni a különböző termesztési módok (fűtetlen fólia, üvegház, szabadföld) hatását hat salátafajta és öt egyéb levélzöldség morfológiai, fiziológiai és beltartalmi tulajdonságaira.
2. **Szezonális hatások vizsgálata:** Meghatározni a termesztési időszak (tavasz vs. ősz/nyár) hatását a vizsgált növények hozamára, növekedési jellemzőire, fiziológiai paramétereire (NDVI, SPAD), valamint bioaktívanyag-tartalmának (összpolifenol, flavonoid, C-vitamin) és nitrátkoncentrációjának alakulására.
3. **Genotípusok értékelése:** Összehasonlítani a különböző salátatípusok (tépő-, jég-, vajfej-, kötözősaláta) és egyéb levélzöldségek (madársaláta, rukkola, spenót, bébicékla) mennyiségi és minőségi mutatóit eltérő termesztési körülmények között.
4. **Bioaktív anyagok és nitrát alakulásának elemzése:** Részletesen vizsgálni a bioaktív vegyületek (polifenolok, flavonoidok, C-vitamin) és a nitrát felhalmozódását a különböző fajtáknál, termesztési módok és időszakok függvényében, különös tekintettel a környezeti stresszhatásokra.
5. **Összefüggések meghatározása:** Korrelációs analízis segítségével meghatározni a vizsgált morfológiai, fiziológiai és beltartalmi paraméterek közötti összefüggéseket a különböző termesztési rendszerekben.
6. **Gyakorlati javaslatok kidolgozása:** A kísérleti eredmények alapján gyakorlati javaslatokat megfogalmazni a termesztek számára az optimális fajtaválasztásra és termesztéstechnológiára vonatkozóan, a kívánt termesztési célnak megfelelően.

### A kutatási célkitűzések indoklása

A fenti célkitűzéseket a modern kertészeti termelés kihívásai és a fogyasztói elvárások változásai tették szükségessé. A választás háttérében az alábbi szakmai indokok állnak:

- **Termesztési környezet optimalizálása:** A klímaváltozás és a szélsőséges időjárási események miatt a szabadföldi termesztés kockázatai megnöttek. Szükségessé vált megvizsgálni, hogy a kontrolláltabb környezet (üvegház, fólia)

egymáshoz, illetve a konvencionális szabadföldi technológiához viszonyítva mekkora hozamot, esetleg milyen minőségi eltérést eredményezhet. A szezonális hatások vizsgálata azért kulcsfontosságú, mert a fényintenzitás és a hőmérséklet alapvetően befolyásolja a növények anyagcseréjét, így ugyanazon faj/fajta más-más értékeket mutathat tavasszal, nyáron vagy ősszel.

- **Élelmiszerbiztonság és a bioaktív anyagok egyensúlya:** A levélzölkségek kiemelkedő szerepet töltenek be a humán táplálkozásban, ugyanakkor jelentős nitrátfelhalmozók is lehetnek, ami egészségügyi kockázatot jelenthet. A kutatás azért fókuszál a bioaktív anyagok (C-vitamin, polifenolok) és a nitrát koncentrációjára, mert a célunk feltárni, hogy az eltérő termesztési körülmények miként befolyásolják ezen beltartalmi paraméterek alakulását és egymáshoz viszonyított arányát.
- **Precíziós diagnosztika és korrelációs összefüggések:** A modern kertészetben igény van a gyors, roncsolásmentes állapotfelmérésre. A morfológiai és fiziológiai (NDVI, SPAD) paraméterek, valamint a laboratóriumi beltartalmi értékek közötti összefüggések elemzése segít meghatározni, mennyire használhatók ezek a gyors mérések a minőség előrejelzésére.
- **Gyakorlati hasznosíthatóság:** A kutatás végső célja, hogy a kísérleti adatok ne csak elméleti, hanem gyakorlati értékkel is rendelkezzenek. Ezáltal iránymutatással szolgáljanak a termesztőknek a tudatos fajtaválasztásban, figyelembe véve a termesztési időnyt és a kívánt minőségi célokat.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A saláta piaci helyzetének áttekintése

A kutatás központi tárgyát a levélzöltségek alkotják, mint összefoglaló kategória. Ezen belül megkülönböztetjük a botanikai értelemben vett **valódi salátákat** (*Lactuca sativa* fajok, pl. római- és jégsaláta), valamint a botanikailag más családokba tartozó, de felhasználásuk szerint elkülönített **hagyományos levélzöltségeket** (pl. spenót, sóska) és **különleges levélzöltségeket** (pl. rukkola, madársaláta, bébicékla levél). Érdemes kiemelni, hogy a nemzetközi statisztikai módszertan – a termelési volumen és a piaci jelentőség alapján – ezt a rendszert gyakran a 'Lettuce and chicory' (saláta és cikória), az önálló kategóriát képező 'Spinach' (spenót), illetve az összes többi fajt összefogó 'Vegetables, fresh nes' (máshol nem nevesített friss zöltségek) csoportosításban tartja nyilván.

#### Világpiac

Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezetének (FAO) 2023-as adatai alapján a levélzöltségek globális piaca jelentős gazdasági súlyt képvisel, ahol az összesített értékek amerikai dollárban (USD) értendők. A legnagyobb szegmenst az „Other vegetables, fresh n.e.c.” gyűjtőkategória adja, amelynek világpiaci bruttó termelési értéke meghaladja a 84 milliárd dollárt, és ahol Kína, India, valamint Kenya számítanak meghatározó szereplőknek. A saláta és cikória („Lettuce and chicory”) csoport globálisan több mint 16 milliárd dolláros termelési értéket produkált, ebben a szegmensben Kína és az USA a piacvezető. A spenót („Spinach”) önálló kategóriaként szintén kiemelkedő, 22 milliárd dollárt meghaladó összértékkel bír, amelyben Kína dominanciája mellett az USA és Japán termelése a legjelentősebb. Magyarország vonatkozásában az adatok azt mutatják, hogy a saláta és cikória termelési értéke (kb. 8 millió dollár) jelentősen meghaladja a spenót 1,8 millió dolláros értékét. Ez az összetett adathalmaz jól szemlélteti a levélzöltség-szektor globális gazdasági jelentőségét.

#### Európai Unió

Az Agrárközgazdasági Intézet (AKI, 2024), által kiadott jelentésben az Interfel (francia zöltség-gyümölcs szakmaközi szervezet) 2023-as közvélemény-kutatása alapján a saláta az európaiak egyik legnépszerűbb zöltségféléje. Az EU-ban évente átlagosan 2,2-2,4 millió tonna salátát termelnek. Spanyolország az EU vezető salátatermelője és exportőre, jelentős mennyiségű (0,96–1,06 millió tonna/év) fejessalátát és egyéb levélzöltségeket szállít a közösség belső piacára. Ezt követi Olaszország és Hollandia a termesztésben.

A legnagyobb importőrök Németország, Olaszország és Franciaország. A spanyol salátaexport az EU-ban 2023-ban is stabil maradt, míg az egyéb salátafélék exportja enyhén nőtt. Ez a tendencia alátámasztja Spanyolország domináns szerepét az EU salátapiacán.

## **Magyarország**

Magyarországon a salátatermelés az elmúlt években ingadozó tendenciát mutatott, 2022-ben azonban növekedést tapasztaltunk, elsősorban a fejes saláta termesztésében (660 ha, 40 000 tonna), kisebb mértékben az egyéb levélzöldségek esetében (53 ha, 1950 tonna). Hazánkban a fejessaláta-importja 2023-ban 7%-kal nőtt (1100 tonnára), elsősorban Spanyolországból (675 tonna érkezett). Ugyanakkor a kivitel 56%-kal bővült, elsősorban Lengyelország és Csehország felé. Az exportérték (560,2 millió forint) jelentősen meghaladta az importértéket (329,8 millió forint) 2023-ban az egy évvel korábbihoz képest. Az egyéb saláták exportja 5%-kal (2,94 milliárd forint), importja 11%-kal (7,36 milliárd forint) nőtt 2023-ban. A behozatal mennyisége 21%-kal (16,36 ezer tonnára) bővült, elsősorban Spanyolországból. A kivitel 16%-kal, 5800 tonnára nőtt, de a legnagyobb célpiacra, Romániába, 1%-kal, 4200 tonnára csökkent a kiszállított mennyiség.

A Budapesti Nagybani Piacon rögzített adatok szerint a belföldi termelők által forgalmazott fejessaláta átlagára 2024 első három hónapjában 285 forint/darabra emelkedett. Ez az érték 19%-os növekedést jelent az előző év azonos időszakához képest. Ezzel szemben az importált fejes saláta átlagára 7%-kal, 280 forint/darabra, a jégsaláta ára 26%-kal, 470 forint/darabra, míg a lollo típusú saláta ára 1%-kal, 368 forint/darabra csökkent (AKI, 2024).

## **2.2. A vizsgált levélzöltségfajok ismertetése**

### **Saláta**

A fejes saláta (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) a fészkesvirágúak (*Asteraceae*) családjába tartozik, feltehetően a vad keszegsalátából (*Lactuca serriola*) származik (Csajbók, 2015). A fejes saláta a legjelentősebb levélzöltség (Noumedem et al., 2017), melyet hazánkban a legrégebben hajtatnak, és a mediterrán térségben is régóta fogyasztanak. Hazai fő termőterületei a Dél-Alföldön (pl. Szeged, Szentés), valamint Dabas és a Csepel-sziget környékén található (Takácsné Hájos, 2014). A saláta alfajgazdagsága rendkívül nagy; számos típusa ismert (pl. római, jégsaláta, vajfej).

Változatossága jelentős a levélszín, -alak és fejméret tekintetében is (Mousavi et al., 2013; Křístková et al., 2008; Takácsné Hájos, 2013; Thakur et al., 2016).

Karógyökere palántázva sekélyen (felső 20 cm), helyre vetve mélyebben fejlődik, utóbbi esetben jobban tűri a vízhiányt. A salátafejet alkotó tőlevelek színét, alakját és méretét a fajtajelleg és a környezet egyaránt befolyásolja. Apró, lapított kaszattermésének szürke vagy fekete magja csírázóképeségét 4-5 évig is megőrzi (Takácsné Hájos, 2013).

### **Spenót**

A spenót (*Spinacia oleracea* L.) a libatopfélék (*Chenopodiaceae*) családjába tartozó, közép-ázsiai származású, egy éves lágyszárú növény. A termesztett faj a vadon termő rokonaitól (*S. turkestanica*) az összenőtt termős virágok alapján különböztethető meg.

Gyökérzete a talaj felső, 20–40 cm-es rétegében helyezkedik el. A gazdasági értelemben vett termését a kerekded tőlevelekből álló levélrózsa adja, ezzel szemben a generatív hajtáson (magszár) nyíl alakú levelek differenciálódnak. Kétlaki faj, porzós virágzata kettősbog, a termős virágok a levélhónaljban fejlődnek (Terbe, 1994).

### **Cékla**

A cékla (*Beta vulgaris* L. *ssp. esculenta* var. *rubra* L.) kétéves növény. Másodlagos vastagodással kialakuló répatestében a hancs- és farészekben eltérő mennyiségű színanyag halmozódik fel (Takácsné Hájos, 2014). Csupasz, fényes levelei a világoszöldtől a sötétvörösre terjedhetnek (Szabó, 1994), és a gyökérnél gazdagabbak bioaktív anyagokban. Idegentermékenyülő virágjából poligerm (többcsírás) termés, úgynevezett gomoly fejlődik, ami a vetés után egyelést tesz szükségessé (Takácsné Hájos, 2014).

### **Rukkola**

A rukkola (*Eruca sativa* L.), másnéven borsmustár, a *Brassicaceae* családba tartozó, 20-50 cm magas, fűszeres-csípős ízű, mediterrán eredetű egyéves növény (Dolezalova et al., 2013; Morales & Janick, 2002).

Orsó alakú főgyökérrel, valamint merev, osztott, sötétzöld levelekkel rendelkezik (Garg & Sharma, 2014). Fehér vagy krémszínű, lila érzetű szirmokból és sárga porzókból álló virágai 2-3 cm átmérőjűek (Varga et al., 2012). Gömb vagy tojás alakú, sárgásbarna olajos magjai 1,5-2 mm hosszúak (Garg & Sharma, 2014).

## **Madársaláta**

A madársaláta (*Valerianella locusta*) más néven galambbegy saláta, a *Valerianaceae* családba tartozó egynyári növény (Verdin et al., 2018). Európában kedvelt enyhe íze és nagy vastartalma miatt (Muminovic et al., 2004).

Vékony, de mélyre hatoló főgyökér, valamint 10-20 cm hosszú, tojás vagy lapát alakú tőlevelek jellemzik. Apró, fehér vagy világoskék, bogernyőt alkotó virágai többnyire öntermékenyülők. Makkocskas termésének magja 4-5 évig csírázóképes, ezermagtömege pedig 0,8-11,3 g között változik (Hodossi et al., 2001a).

### **2.3. Környezeti igények**

#### **Hőigény**

**Hőigény** – A Markov-Haev-féle besorolás szerint a levélzöldségek a  $16 \pm 7$  °C-os hőmérsékleti csoportba tartoznak. Magjaik már 2-4 °C-on csíráznak, és a fiatal növények a (-3) – (-4) °C-os fagyokat is elviselik, bár a hidegtűrésük fajtafüggő (Cselőtei, 1993). Ez a jó alkalmazkodóképesség teszi lehetővé a különböző időpontokban történő, szabadföldi, hajtattott és áttelelő fajták termesztését is (Simon, 2008).

A jégсалáta fej méretét és minőségét döntően a hőmérséklet határozza meg: alacsony hőmérsékleten nagyobb fejtmegre, míg magas hőmérsékleten gyorsabb érésre számíthatunk. Egy kutatás szerint a stabil körülményekhez képest a 18-25 °C közötti ingadozó hőmérséklet levélfodrosodást okozhat, bár ez fajtafüggő (Lee et al, 2013). *Al-Said et al.*, (2018) megállapították, hogy a hőstresszre adott válaszreakció fajtaspecifikus – míg a jégсалáta hajlamos a felmagzásra (magszárképződésre) és a lágyrothadásra, addig a batávia típusok nagyobb ellenállóságot mutatnak.

#### **Fényigény**

**Fényigény** fajspecifikus. A hajtató- és rövid tenyészidejű fajták már 12 órán túli megvilágítás mellett is magszárat fejleszthetnek. A nyári fajták a hosszabb 14-16 órás megvilágítást is tolerálják anélkül, hogy magszárba indulnának (Géczi, 2003).

A saláta optimális fejlődéséhez 3000-4000 lux (25-40 W/m<sup>2</sup>) fényerősség szükséges. A fényhiány megnyúlt palántákat, laza fejet, termésesökkenést, tenyészidőtölődést és fokozott betegségérzékenységet okoz. A spektrális összetétele is kulcsfontosságú – a fólia alatti, kéken gazdagabb fény zömökebb, míg az üvegházi, vörösben gazdagabb fény, lazább szövetű fejeket eredményez (Terbe & Fehér, 2000).

A fény (intenzitása, minősége, hossza) döntő hatású a hozamra és minőségre (Kasim & Kasim, 2017). A vörös fény a biomassza-képződést, a növénymagasságot és a levélfelületet növeli, míg a kék fény a fotoszintetikus aktivitást, a klorofill- és a kloroplasztisz-képződést serkenti (Son & Oh, 2013).

### **Víz és páraigény**

**Vízszükségletet** alapvetően a termesztéstechnológia (helyrevetés vagy palántázás), a termesztési időszak és a növény fenológiai fázisa határozza meg (Terbe & Fehér, 2000).

A levegő páratartalma is kulcsfontosságú, az optimális érték a fejes saláta számára 70% (Tompos, 2008). Az ettől való eltérés abiotikus (élettani) rendellenességeket okozhat. Az alacsony páratartalom az idősebb levelek szélén nekrozist (száraz szövetelhalást), míg a túl magas (90% feletti) páratartalom a fiatal leveleken idézhet elő lágyrothadást a relatív kalciumhiány miatt. Termesztőtérben tünetek a mikroklíma (szellőztetés) és a vízellátás összehangolt szabályozásával megelőzhetők (Gilts & Folk, 2000).

### **Talajigény**

**Talajigénye** a szervesanyag-készlet vonatkozásában mérsékelt; a termesztéshez leginkább az enyhén savanyú vagy semleges kémhatású közegek bizonyulnak optimálisnak. Kifejezett sóérzékenysége miatt a szikesedésre hajlamos talajok, illetve a magas sókoncentrációjú öntözővíz használata kockázatos, továbbá a kultúra fokozott érzékenységet mutat a talajban visszamaradó növényvédőszermaradványokra (Terbe, 1991). Ezen okokból, tavaszi termesztés esetén a tápanyag-utánpótlást az őszi talajelőkészítés során célszerű biztosítani. A növény sóérzékenysége miatt a vízoldható, sóképző műtrágyák alkalmazása fokozott technológiai fegyelmet követel (Nagy, 1999).

## **2.4. A levélzöldségek nitrát-akkumulációját befolyásoló tényezők**

A növények nitrát-felhalmozódását számos tényező befolyásolja, így a talaj kémhatása, a genotípus, valamint a nitrogéntrágyázás intenzitása (Žnidarčič & Kmecl, 2018). Bár a fokozott nitrogénkínálat növeli a felvételt, a nitrát növényen belüli redukcióját (asszimilációját) alapvetően a fényintenzitás határozza meg (Tittonell et al., 2001). A fényhiány a nitrát-akkumuláció egyik legmeghatározóbb faktora (Kosma et al., 2013; Seifu, 2017; Demšar et al., 2004; Govedarica-Lučić et al., 2014), melynek hatását a magas hőmérséklet tovább fokozza (Tosun & Ustun, 2004; Stefanelli et al., 2011).

Emiatt a pótmegvilágítás nélküli, illetve fűtött üvegházakból származó zöldségfélék nitráttartalma gyakran magasabb (Tosun & Ustun, 2004; Gent, 2002).

A nitrát elsősorban a vegetatív szervekben (levél- és szárszövetek) halmozódik fel (Muramoto, 1999); a betakarításkori nitrogénstátusz – többek között a fenolos anyagcserén keresztül – a posztharveszt minőségre is kihat (Tittonell, et al., 2001). Humánegészségügyi szempontból a nitrát mintegy 5%-a a szervezetben mérgező nitritté alakul. Ebből karcinogén hatású nitrozaminok képződhetnek, csecsemőknél pedig methemoglobinémiát idézhet elő (Muramoto, 1999; Santamaria, 2006).

A termesztés kritikus pontja a túlzott N-ellátás miatti nitrát-felhalmozódás. Ennek kezelésére az integrált tápanyag-gazdálkodás (INM) és a szerves trágyák alkalmazása jelenthet megoldást (Shams et al., 2013). A nitrogéntúlsúly csökkenti a növények ellenálló-képességét is (Barrière et al., 2014). A kötöző-, jég- és tépősaláták nitrátszintje jellemzően meghaladja a vajfej típusokét. A nitrát főként az idősebb, külső levelekben és a levélnyelekben koncentrálódik, mértéke télen a legnagyobb (Konstantopoulou et al., 2010).

## **2.5. Levélzöldségek fontosabb korokozói és kártevői**

A saláta növényvédelmét elsősorban a paradicsom foltos hervadás vírus (TSWV) és a szklerotínia, valamint a talajlakók (pajorok, drótférgek), levéltetvek, csigák, a gyapottok-bagolylepke és a nyugati virágtripsz jelent kihívást (Takácsné Hájos, 2014). Az integrált védekezés (IPM) alkalmazása mellett szignifikánsan kevesebb nyugati virágtripsz és több hasznos rovar (pl. katicabogár, zöldfátyolka) detektálható, mint a konvencionális kontrollban (McDougal, 2012). Sósokánál a lisztharmat és levéltetvek, míg spenótnál a peronoszpóra és levéltetvek a domináns károsítók (Balázs & Vörös, 2009).

### **Vírusos betegség**

**Saláta mozaik vírus** – *Lettuce mosaic potyvirus (LMV)*

*Tünetek:* A növények visszamaradnak a fejlődésben, fejesedés helyett laza levélrózsát nevelnek. A mozaikos, deformálódott leveleken később nekrotikus foltok alakulnak ki.

*Védekezés:* Genetikai védelem (rezisztens fajták alkalmazása).

### **Baktériumos betegség**

**Saláta pszeudomonászos levélszéltrothadása** – *Pseudomonas marginalis pv. marginalis (Brown) Stevens*

*Tünetek:* A fertőzés a levélszéli, fokozatosan szélesedő fekete elhalással kezdődik, ami száraz időben pergamenszerű, nedves időben pedig nyálkás.

*Védekezés:* Szabadföldön a növénymaradványok mély alászántása és 3-4 éves vetésforgó javasolt. Hajtatásban a fertőzött részek eltávolítása és az öntözés optimalizálása javallott.

### **Gombás betegség**

***Salátaperonoszpóra – Bremia lactucae* Reg.**

*Tünetek:* Palántakorban a leveleken kétoldali fehér penészgyep borítja, idősebb állományban a levélerezet által határolt szegletes klorózis, majd nekrózis figyelhető meg. A levélfonákon jellegzetes hófehér penészgyep jelenik meg.

*Védekezés:* A teljes rezisztencia hiányában a rassz-specifikus toleráns fajták alkalmazása (pl. *Bremia* NL 1, 2) az elsődleges. A kémiai védekezés kizárólag preventív jellegű: a kezeléseket korai fenofázisban (2-3 levél) kell indítani, mivel a fejesedés (borulás) gátolja a fungicidek eljutását a fertőzési zónákhoz. Az élelmezés-egészségügyi várakozási időt (ÉVI) szigorúan be kell tartani.

***Saláta szklerotíniás rothadás – Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary; *Sclerotinia minor* Jagg.**

*Tünetei:* A bazális (gyökérnyaki) régióban nedves szöveti nekrózis és dús, vattaszerű micéliumszövedék figyelhető meg. A diagnózist a micéliumban képződő fekete, kompakt szkleróciumok (kitartóképletek) jelenléte teszi egyértelművé.

*Védekezés –* Hajtatásban a szigorú fitohigiéniá és a periodikus talajcsere elengedhetetlen. Agrotechnikai prevencióként a sekély ültetés, hogy az alsó levelek ne érjenek a talajra. Kémiai úton a kiültetéstkövető, azonnali és ismételt, nagy lémenyiségű töbeöntözés nyújt védelmet.

***Saláta botrítisztes rothadása – Botrytis cinerea* Pers.**

*Tünetei:* A külső levelek lankadnak, a gyökérnyak nyálkásan rothad. A szártövön szürkésbarna penész és fekete szkleróciumok jelennek meg.

*Védekezés:* Hajtatásban a növénymaradványokat el kell távolítani. A legfontosabb megelőző intézkedés a sekély ültetés, mivel a talajba mélyen kerülő gyökérnyak jelentősen növeli a fertőzés kockázatát (Gilts & Folk, 2000).

***Saláta rizoktóniás palántadőlése – Rhizoctonia solani* Kühn.**

*Betegség lefolyása:* A kórokozó kedvezőtlen körülmények között is hosszú ideig életképes marad (Adesina et al, 2009). A gomba széles pH-tartományban (4,5–10,4)

megél, és bár a gomba melegben (25–30 °C) növekszik jól, a fertőzés hűvösebb időben (15–18 °C) a legintenzívebb (Gilts & Folk, 2000).

*Védekezés:* A vegyszerek egészségügyi kockázatai miatt a biológiai védekezés (a gombát elnyomó hasznos baktériumok) alkalmazása javasolt (Adesina et al, 2009).

## **2.6. A növényi élelmiszerek táplálkozás-élettani jelentősége és bioaktív összetevői**

A növényi élelmiszerek alacsony zsír- és energiatartalmuk mellett gazdagok vitaminokban, ásványi anyagokban, rostokban és polifenolokban, melyeket együttesen bioaktív anyagoknak nevezünk (Guaadaoui et al., 2014). Széles körben ajánlott fogyasztásuk (Slavin & Lloyd, 2012) a bennük lévő fitokemikáliáknak (fenolok, flavonoidok, karotinoidok), vitaminoknak (C-vitamin, folát), ásványi anyagoknak és rostoknak köszönhető (Liu, 2013). Bár a bioaktív vegyületek nem esszenciálisak, hiányuk egészségügyi problémákhoz vezethet (Astley & Finglas, 2016). A zöldségekben található számos antioxidáns (vitaminok, fenolos vegyületek) szabad gyököket semlegesítő hatással bír (Gan & Azrina, 2016; Frati et al., 2016), és kulcsfontosságú a krónikus betegségek, mint a rák, a szívbetegségek és a cukorbetegség megelőzésében (Chu et al., 2002). A kisebb mértékű gyümölcs- és zöldségfogyasztás növeli a szív- és érrendszeri betegségek, a cukorbetegség és a daganatok kialakulásának kockázatát. Az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization – WHO) a krónikus betegségek megelőzésére legalább napi 400 g zöldség és gyümölcs bevitelét javasolja (Hall et al., 2009), azonban a becslések szerint a tényleges fogyasztás ennek csupán 20–50%-a (Rickman et al., 2007).

### **Tápanyagok**

A tápanyagok az élelmiszerek azon összetevői, amelyek elengedhetetlenek a szervezet életfolyamatainak fenntartásához, a növekedéshez és az energiatermeléshez. Csoportosításuk alapján megkülönböztetünk alapvető makrotápanyagokat (szénhidrátok, fehérjék, zsírok és zsírsavak), valamint mikrotápanyagokat (vitaminok és ásványi elemek). Emellett a tápanyagok olyan hasznos élelmiszer-összetevők (pl. antioxidánsok, vitaminok, karotinoidok), amelyek a betegségek megelőzésén túl a fiziológiai teljesítményt is javítják. A fogyasztók körében folyamatosan nő az érdeklődés a minőségi, funkcionális élelmiszerek és a zöldségben (pl. rukkola, madársaláta vagy a különböző típusú fejes- és tépősaláták) gazdag étrend előnyei iránt (Ramya & Priya, 2019).

## **Fitokemikáliák**

A fitokemikáliáknak számos egészségjavító hatásuk ismert, többek között antioxidáns, antibakteriális, gyulladáscsökkentő és koleszterinszint-csökkentő tulajdonságokkal rendelkeznek (Oz & Kafkas, 2017). A bioaktív vegyületek jelentős része a növények által termelt másodlagos anyagcseretermék, a polifenol, melyek szerkezetük alapján több kategóriába sorolhatók (Takácsné Hájos & Borbélyné Varga, 2014). A fenolokban gazdag étrend bizonyítottan csökkenti a krónikus betegségek kockázatát. A zöldségekben leggyakrabban előforduló fenolos vegyületek a flavonoidok és a fenolsavak (Gutiérrez-Grijalava et al, 2006), de ide tartoznak a kéntartalmú glükozinolatok, az antocianinok és a karotinoidok is (Manchali et al., 2012)

### **Összpolifenol – flavonoid**

A fenolvegyületek, amelyek a zöldségekben a szekunder metabolitok egyik leggyakoribb csoportját alkotják, általában a fenilpropanoid útvonalon szintetizálódnak (Zhou et al., 2019). Ezen belül a flavonoidok a polifenolos vegyületek legfontosabb osztályát képezik (Grzegorzewski et al., 2010), és antioxidáns, gyulladásgátló, valamint antimikrobiális hatással is rendelkeznek (Ramos-Bueno et al., 2016). A fenolok szerkezetileg az egyszerű molekuláktól a komplex tanninokig terjednek, és alapvetően flavonoidokra és nem-flavonoidokra oszthatók. A flavonoidok egy jellegzetes, két aromás gyűrűből álló (C<sub>6</sub>–C<sub>3</sub>–C<sub>6</sub>) vázat tartalmaznak, és különösen a növények leveleiben fordulnak elő nagy mennyiségben (Crozier et al., 2009; Dai & Mumper, 2010).

A flavonoidok egészségre gyakorolt jótékony hatása főként antioxidáns tulajdonságuknak köszönhető, mivel kémiai szerkezetük révén képesek gátolni a szabad gyökök képződését (Galleano et al, 2010; Ismail et al., 2004). A növényekben általában glikozidként vannak jelen (Rice-Evans et al., 1997). A polifenolok bizonyítottan gátolják a daganatos sejtek szaporodását és védik az idegrendszert (Del Rio et al. 2010). Korábbi tanulmányok szerint a polifenolok, mint a flavonok és antocianinok, nagyobb antioxidáns aktivitással bírnak, mint a C- és E-vitaminok (Rice-Evans et al., 1997).

Kutatók 25 salátafajta összes polifenol-tartalmát (TPC) és antioxidáns kapacitását vizsgálva megállapították, hogy a legmagasabb értékekkel a tépősaláták rendelkeznek, amelyeket a római, a vajfej és a jégsaláta típusok követnek. A vörös pigmentációjú fajták TPC-je és antioxidáns kapacitása minden esetben magasabb volt a zöld fajtákénál. A környezeti hatásokat jelzi, hogy a júliusban betakarított saláták értékei magasabbak voltak a szeptemberben szedettéknél (Liu et al, 2007). A betakarítás utáni feldolgozás és

tárolás azonban jelentős veszteségeket okozhat. A levelek aprítása és a fénynek való kitettség akár 94%-os flavonoidvesztést is eredményezett egyes fajtáknál, így a tölgylevelű (94%), a vörös tölgylevelű (43%), a jégсалáta (36%), a zöld batavia (25%), a Lollo bionda (24%) és a Lollo rossa (6%) minták esetében (DuPont, et al., 2000). Más zöldségekhez viszonyítva a saláta TPC-je alacsonyabb (22,55 mg/100 g), mint például a spenóté (79,55 mg/100 g) (Chu et al., 2002). Ennek ellenére, bár a saláta viszonylag alacsony mennyiségű antioxidánst tartalmaz, a kivonata nagy fajlagos aktivitású, peroxil gyököket megkötő vegyületeket tartalmaz, amelyek hozzájárulhatnak az emberi egészség megőrzéséhez (Caldwell, 2003).

### **Vitaminok**

A vitaminok esszenciális mikrotápanyagok, amelyeket az emlősök nem képesek előállítani (Survase et al., 2006). Közülük a vízben oldódó vitaminok, mint pl. a C-vitamin (aszcorbinsav), nem raktározódik így folyamatos pótlása szükséges. Az aszcorbinsav egy nélkülözhetetlen tápanyag az emberi szervezet számára (Padh, 1990), amely fontos szerepet játszik az oxidációs-redukciós folyamatokban és a DNS-szintézishez szükséges folsav-származékok képződésében is (Hanif et al., 2006). Az ajánlott napi beviteli mennyisége (RDA) felnőtt férfiak számára 90 mg, nők számára pedig 75 mg (Institute of Medicine, 2000). Fontos azonban, hogy a friss zöldségekben, mint pl. a saláta, az aszcorbinsav rendkívül instabil és a feldolgozás (pl. aprítás) során könnyen oxidálódik (USDA, 2015).

### **Étrendi nitrát**

A zöldségekben található étrendi nitrát és polifenolok fontos szerepet játszanak a nitrogén-monoxid (NO) termelésében. Az NO egy létfontosságú jelátvivő molekula, amely többek között a véráramlást és a vérlemezke-aggregációt szabályozza, így kulcsfontosságú a szív- és érrendszer egészségében. A nitrátban és polifenolban gazdag zöldségek, mint a cékla és a rukkola, funkcionális ételként növelhetik a szervezet NO termelését és biohasznosulását (Corleto et al., 2018). A folyamat során az étrenddel bevitt nitrát a szájüregben nitritté alakul, amely a gyomorsavval érintkezve bomlik le nitrogén-monoxiddá és más bioaktív vegyületekké. Ez a mechanizmus elősegíti az érrendszer és a szájüreg egészségét (Guiné et al., 2018).

### **Ásványi anyagok**

Az ásványi anyagok kis mennyiségben is elegendőek a humán szervezet működéséhez. A kalcium és a foszfor a csontok és fogak felépítéséhez, az vas a

vörösvértettek hemoglobin-tartalmához, míg a nátrium, kálium és klór a sejtek ozmotikus egyensúlyának fenntartásához szükséges. Számos mikroelem (pl. magnézium, cink, szelén) pedig enzimek nélkülözhetetlen alkotóeleme. A nem megfelelő bevitel hiánybetegségekhez vezethet, ugyanakkor a túlzott fogyasztás is káros lehet; például a felesleges nátrium magas vérnyomást, a túl sok vas pedig májkárosodást okozhat (Soetan et al., 2010). A humán szervezet számára az optimális ionarány a  $(Ca^{2+}+Na^+)/ (Mg^{2+}+K^+)$  képletel definiálható, melynek értéke ideálisan 1,0 körül van (Takácsné Hájos & Rubóczki, 2018).

### **Élelmi rostok**

Az élelmi rostok emészthetetlen növényi poliszacharidok (pl. cellulóz, hemicellulóz, pektin), amelyek megelőzik a székrekedést és csökkentik a vastagbélrák kockázatát (Dodevska et al., 2015). Két fő csoportjuk van – vízben oldódó (pl. pektin) és nem oldódó (pl. cellulóz) anyagok. A felnőttek számára ajánlott napi 25-35 g bevitelük hozzájárul a telítettség érzéséhez, ami miatt az alacsony kalóriatartalmú, rostban dús élelmiszerek a diéták fontos elemei (Dhingra et al., 2011).

### **2.7. Levélzöltségek táplálkozás-élettani jellemzői és bioaktív komponensei**

A zöldségfélékben található fenolvegyületek fontos fitonutriensek, amelyek védik a szervezetet az öregedéstől (Finkel & Holbrook, 2000), így a fogyasztók körében egyre nagyobb az érdeklődés a minőségi, funkcionális élelmiszerek iránt.

**Saláta** (*Lactuca sativa* L.) – táplálkozásélettani jelentőségét elsősorban a benne található antioxidánsok (C-vitamin, polifenolok, karotinoidek), valamint az élelmi rostok, a K-vitamin és a folát magas koncentrációja adja (Llorach et al. 2008; Kapoulas et al., 2017). E mellett alacsony energia-, lipid- és nátriumtartalma révén a diétás étrendek fontos komponense (Materska et al. 2018; Kim et al., 2016a). A külső, sötétebb levélkörök bioaktívanyag-tartalma szignifikánsan meghaladja a belső levelekét (Ülger et al., 2018).

**Madársaláta** (*Valerianella locusta* L.): Napjainkban egyre népszerűbb salátakomponens. Kiváló forrása a C-, B<sub>6</sub>-, B<sub>9</sub>- (folsav) és E-vitaminnak, valamint a β-karotinnak. Táplálkozásélettani értékét tovább növeli, hogy a levélzöltségek között kiemelkedő Omega-3 zsírsav-tartalommal rendelkezik. Emellett jelentős polifenol- és ásványianyag-koncentrációja (kálium, vas) is hozzájárul egészségmegőrző hatásához (Parente et al., 2013).

**Rukkola** (*Eruca sativa* L.): A népi gyógyászatban emésztésserkentő és gyulladáscsökkentő hatásairól ismert (Sharma et al, 2012). Jellegzetes ízét az izotiocianátok adják, a benne lévő glükozinolátok pedig antikarcinogén és antioxidáns hatásúak. Gazdag vitaminokban (A, C, K, B-csoport), ásványi anyagokban (K, S, Fe) és Omega-3 zsírsavban (Garg & Sharma, 2014; Barlas et al., 2011; Freitas et al., 2017). Illóolajai kénben és nitrogénben gazdagok (Al-Qurainy et al., 2010), kivonata pedig bizonyítottan csökkenti a stressz okozta gyomorfekélyt (Alqasoumi et al, 2009).

**Spenót** (*Spinacia oleracea* L.): Magas tápértékű, gazdag ásványi anyagokban (vas, réz), B-vitaminokban, C-vitaminban, karotinoidokban ( $\beta$ -karotin, lutein) és Omega-3 zsírsavakban (Roughani & Miri, 2019; Sabaghnia et al., 2014). Jelentős klorofill-, tannin- és flavonoidforrás, amelyeket a népgyógyászatban gyulladások és ízületi fájdalmak kezelésére is használnak (Subhash et al., 2010). Különösen frissen vagy párolva gazdag antioxidánsokban (Metha & Belemkar, 2014), és 100 g friss levél a napi K- és A-vitamin-szükséglet többszörösét fedezi (Butu & Rodino, 2019). Ugyanakkor tartalmazhat olyan antinutritív anyagokat is, mint a nitrát és az oxalát, azonban ez utóbbi a kalciummal vesekövet képezhet (Proietti et al, 2004)

**Cékla** (*Beta vulgaris* L. ssp. *esculenta* var. *rubra* L.): Répateste gazdag szilícium-dioxidban, ami segíti a kalcium beépülését és csökkenti a csontritkulás kockázatát. Vörös (betacianin) és sárga (betaxantin) színyagai antikarcinogén hatásúak (Rubóczki et al., 2015; Rubóczki és Takácsné Hájos, 2018). Kevés figyelmet fordítanak a leveleire és tápértékét is kevesen ismerik (Biondo et al., 2014). Kiváló forrásai az idegrendszer és a retina számára fontos Omega-3 zsírsavaknak (Institute of Medicine of the National Academies, 2002). Egy tanulmány igazolta, hogy a cékla leveleinek fehérje-, lipid-, kálium- és Omega-3-tartalma a fejlődés során folyamatosan nő, így minden életszakaszban értékes táplálék (Biondo et al., 2014).

## 2.8. A növényállomány állapotának roncsolásmentes vizsgálati módszerei

### A normalizált differenciál vegetációs index (NDVI) bemutatása

A *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) egy multi-spektrális távérzékelési technika, amelyet a növényzet állapotának és a felszínborítás (pl. kopár területek, cserjések, erdők) felmérésére használnak, így a gazdálkodók számára is hasznos információkat nyújt (Gandhi et al., 2015). Az NDVI egy széles körben alkalmazott vegetációs index, amely fontos szerepet játszik a globális környezeti és éghajlati változások kutatásában is (Bhandari et al., 2012). Az index értéke -1 és 1 között

változik. A nagyon alacsony értékek (0,1 alatt) kopár kőzetre vagy hóra, a mérsékelt értékek (0,2–0,3) cserjésekre, míg a magas értékek (0,6–0,8) sűrű erdőkre utalnak (Gascon et al., 2016). A *Green Seeker Model 505* (1. ábra) mérőeszközök az NDVI-t a  $(NIR - Red) / (NIR + Red)$  képlettel számítják ki, ahol a NIR a visszavert közeli infravörös, a Red pedig a visszavert vörös fény mennyiségét jelöli. Ebből következtethetünk a természetűtér növényborítottságára és a növényzet eloszlására, mivel az NDVI paramétere szoros korrelációt mutat a növényállomány biomasszájával és levélterület-indexével (Bauer et al., 2019).



**1. ábra:** Trimble kézi Green Seeker Model 505

Forrás: I2

A zöld levelek a látható fény nagy részét elnyelik és a közeli infravöröset visszaverik, ami pozitív NDVI értéket eredményez (Pettorelli et al., 2011). Ezzel szemben a stresszhatásnak kitett növényzet a látható fénytartományban (VIS) nagyobb, míg a közeli infravörös tartományban (NIR) kisebb mértékű visszaverődést (reflexiót) mutat (I2). Az index alkalmas a biomassza és a növényesség becslésére, valamint a növekedés nyomon követésére (Zhang et al., 2019). Roncsolásmentes vizsgálati módszerként lehetővé teszi a kártevők és kórokozók korai detektálását, támogatva ezzel a precíziós növényvédelmet (Sandmann et al., 2018).”

### **A relatív klorofilltartalom mérésének (SPAD) bemutatása**

Az egyfotonos lavina dióda (SPAD) alapú érzékelők, mint a Minolta SPAD-502 (2. ábra), a levél relatív klorofill-koncentrációjának gyors és roncsolásmentes meghatározására szolgálnak (Dutton et al. 2015; Zebarth et al., 2002; I1). Több tanulmány is igazolja, hogy a leolvasott SPAD érték szorosan összefügg a levél tényleges klorofilltartalmával, ami a mérést megbízhatóvá teszi (León et al., 2007). A műszer a levél által elnyelt vörös fény (kb. 650 nm) mennyiségét méri, miközben infravörös fényvel (kb. 940 nm) kompenzálja a levélvastagságot. Ez a módszer jelentős idő- és erőforrás-megtakarítást jelent a hagyományos, oldószeres extrakción alapuló

laboratóriumi mérésekhez képest, ezért széles körben alkalmazzák (Netto et al., 2005; Ling et al., 2011).

A SPAD értékből következtetni lehet a növény nitrogénellátottságára, mivel a klorofill és a nitrogén mennyisége között szoros, lineáris kapcsolat van (Zebarth et al., 2002). A klorofilltartalom a növény egészségi állapotának, fotoszintetikus képességének és tápanyag-stresszének egyik legfontosabb mutatója (Kizil et al., 2012; Barry et al., 2009), így a SPAD mérés lehetővé teszi a hatékonyabb tápanyag-utánpótlás ütemezését (Mendoza-Tafolla et al., 2019) és a hozam becslését is (Duzs et al., 2019).



**2. ábra:** Minolta SPAD-502 kézi műszer  
Forrás: II

## **2.9. A saláta (*Lactuca sativa* L.) főbb termesztési típusainak bemutatása**

A salátának számos típusa van, melyeket fejformájuk és levélszerkezetük alapján különböztetnek meg. A leggyakoribbak a jégsaláta, a vajfej saláta, a tépősaláta és a kötöző (római) saláta (Agriculture, forestry & fisheries, 2020; Rahman & Afroj, 2016).

### ***Jégsaláta***

A jégsaláta (*Lactuca sativa* var. *capitata* 'Iceberg') egy kompakt, 500-1000 grammos fejet nevelő típus, melynek szorosan záródó levelei ropogósak, törékenyek és enyhe ízűek. A külső levelek zöldek, míg a belsők a fej közepe felé haladva fehéres vagy krémszínűvé válnak. Egy ismert altípusa a lazább fejű és puhább szövetű *Batavia*. A nemesítés során négy fő típusa különült el, melyek genetikailag és fenotípusosan is elkülöníthetők – az *Imperial*, *Great Lakes*, *Empire* és *Vanguard* (Mou, 2008).

### ***Vajfej saláta***

A vajfej saláta (*Lactuca sativa* var. *butterhead*) a jégsalátánál lazább szerkezetű és kisebb tömegű, levelei vékonyak, viaszosak és nem záródnak szorosan (Rahman & Afroj, 2016). Külső levelei világoszöldek, a belsők sárgásak, esetenként vöröses árnyalattal,

ízvilága pedig jellegzetesen lágy és édes. A nappalhossz-érzékenység alapján két fő típusa van, a nyári termesztésre való, nagyobb fejtömegű (kb. 350 g), magszárképzésre kevésbé hajlamos hosszú nappalos, és a téli, kisebb fejet fejlesztő (150-200 g), gyorsabban magszárbaszökkenő rövid nappalos fajták. Két ismert altípusa a nagyobb, zártabb *Boston* és a kisebb, nyitottabb fejű *Bibb* (Mou, 2008).

### ***Tépősaláta***

A tépősaláta (*Lactuca sativa* var. *secalina*) csoportba tartoznak a tölgy- és lollo típusok is, melyek nem képeznek zárt fejet, hanem laza rozettát alkotnak. Leveleik rendkívül változatosak lehetnek méretben, formában, színben és textúrában (Rahman & Afroj, 2016). Nyitott, laza szerkezetük miatt ízük intenzívebb, mint a zárt fejű típusoké (Mou, 2008). A növények átlagos fejtömege 150-300 g között változik (Uleanu et. al., 2020).

### ***Kötöző saláta***

A római saláta (*Lactuca sativa* convar. *longifolia*), más néven kötöző saláta, egy hosszúkás, sűrű levelekből álló fejet képező típus (Kaiser & Erst, 2017; Rahman & Afroj, 2016). Külső levelei sötétzöldek, durvább szövetűek és széles középérrel rendelkeznek, míg a belsők világosabbak. A fejtömeg elérheti a 750 g-ot is (Mou, 2008). A többi típusnál jobb hidegtűrő képessége miatt elsősorban szabadföldi termesztésre alkalmas (Agriculture, forestry & fisheries, 2020).




## **2.10. A saláta minőségi követelményei és termesztésének főbb szempontjai**

A salátafajtákkal szemben támasztott igények a termesztők, a kereskedők és a fogyasztók között eltérőek (1. táblázat). A hazai piac a tömör, zárt fejű, vékony, világoszöld levelű fajtákat részesíti előnyben, a fej tömege szezontól függően 100-300 g között ideális (Balázs, 2004). Azonban az elmúlt évtizedben a fogyasztói szokások jelentősen átalakultak, és a változatosság iránti igény előtérbe került. Ma már a római saláta, a Lollo típusok és más salátakülönlegességek is a mindennapi kereslet részét képezik, nem csupán a külföldi piacokon népszerűek (FruitVeb, 2024). Ezzel szemben a kereskedők és termesztők a vastagabb levelű, jobban szállítható és tárolható fajtákat kedvelik. Külföldön a lazább, de kompakt fejek a népszerűbbek, mivel a túlzottan zárt fejek érzékenyebbek az élettani betegségekre. A hajtásban a koraiság, a nemesítésben pedig az élettani betegségekkel szembeni ellenállóság (pl. levélszél-barnulás) a legfontosabb szempont (Balázs, 2004).

A saláta tápanyag- és vitamintartalmát az örökletes tényezőkön túl a környezet, különösen a fény ellátás határozza meg. A szétálló levelű, több fényt kapó salátatípusokban szinte minden összetevőből több található, mint a szorosan záródó, fényhiányos belső levelekkel rendelkező változatokban (Pécsi, 2010). Ezt igazolja, hogy a fejlődés során kísérleti céllal szétnyitott (fénynek kitett) jégsaláta-levelek vitamin- és ásványianyag-tartalma nőtt, míg az árnyékolat római salátáé csökkent a kontrollhoz képest (Mou & Ryder, 2002). Ez az összefüggés napjaink egészségtudatos fogyasztói számára is egyre fontosabb szempont, akik célzottan keresik a mélyebb színű, magasabb antioxidáns-tartalmú fajtákat. A termesztők, a fogyasztók és a kereskedők tehát különböző tulajdonságokat tartanak fontosnak egy salátafajta esetében (Takácsné Hájos, 2014). Míg korábban a piros, fodros levelű fajták friss piaci értékesítése kevésbé volt meghatározó (Terbe, 2005), mára ezek a változatok a salátamixek alapanyagaiként és önállóan is rendkívül népszerűvé váltak a lakossági piacon is, miközben a feldolgozóipar továbbra is nagy mennyiségben vásárolja őket (FruitVeb, 2024). Az egészségtudatos szemlélet miatt a vásárlók a hagyományos jégsaláta mellett egyre inkább keresik a vonzóbb színű és formájú, puhább textúrájú salátákat. Ez a kereslet tette ezeket a fajtákat a modern „baby-leaf” és „spring mix” salátakeverékek alapvető összetevőivé. A preferencia mögött az a meggyőződés áll, hogy a mélyebb színek magasabb antioxidáns-tartalomra utalnak (Martínez-Sánchez et al., 2012).

### 1. táblázat: Saláta minőségi követelményei

*Saját szerk. Takácsné Hájos (2014) nyomán*

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Világoszöld levélszín</li> <li>• Vékony levélzet</li> <li>• Kemény fej</li> <li>• Kicsi torzsa</li> <li>• 200-400 g/db</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vastagabb, ellenállóbb levél</li> <li>• Jó szállíthatóság</li> <li>• Betegség ellenállóság</li> <li>• Jó fejképzési hajlam</li> <li>• Lassú magszárképződés</li> <li>• <u>Széles, zárt alap, jó ládatöltés</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vastagabb, keményebb levél</li> <li>• Sötétzöld levélszín</li> <li>• Rövid torzsa</li> <li>• Nagy fej</li> </ul>
<p><b>Fogyasztók igénye</b></p> 	<p><b>Termesztők igénye</b></p> 	<p><b>Feldolgozó ipar igénye</b></p> 

A gazdasági érés az a fejlődési szakasz, amelyben egy növény vagy növényrész rendelkezik a fogyasztók által a megfelelő célra történő felhasználás feltételeivel. A termékek fizikai tulajdonságainak széles skáláját használják fel az érettség mértékének

felmérésére; különösen a zöldségeknél az általános érési mutatók az átmérő, a fejhossz, a szélesség, a szín, a szilárdság, a tömörség és a felület változásait használják (Barg et al., 2009). Általában az ideális érettség jele a kompakt fej, amely összenyomható mérsékelt kéznyomással. A végső rendeltetési céltól függően eltérő érési mutatókat lehet használni, A fejtömeg a konyhakész (fresh-cut) termékek alapanyag-minősítésének egyik kritikus paramétere. A feldolgozóipar számára emellett kulcsfontosságú a levéltextúra és a vágásfelületi barnulásra (oxidációra) való hajlam is, ami új minőségi elvárásokat követel a nemesítéssel szemben (Martínez-Ispizua et al., 2022; Hayes & Simko, 2016; Rico et al., 2007). Ezenkívül az érett levelek és a levélnyél hossza jó mutatók a feldolgozott termék minőségének meghatározásához (Gil et al, 2012; Jenni & Yan, 2009). Az utóbbi években a frissen vágott, minimálisan feldolgozott vagy „fogyasztásra kész” leveles zöldségek piaca exponenciálisan növekedett. A leveles zöldségekkel kapcsolatos fogyasztói elfogadásnak olyan vizuális tulajdonságai vannak, mint a forma, szín, méret és frissesség, valamint textúra és íz (Ferrante et al., 2004; Nicola & Fontana, 2014).

A salátatermesztés során a megfelelő növénytavolság használata fontos kritérium az optimális fejlődéshez, egyben a nagyobb hozam eléréséhez. Ezenkívül a megfelelő tőtávolság növeli az egészséges levelek számát és a hozamot (Hasan et al., 2017; Maboko & Du Plooy, 2009; Zemichael et al., 2017).

Azok a fajták, melynek az alapja jól záródik, jobban ellenállnak a botritiszes és szklerotíniás betegségeknek. A *Sclerotinia sclerotiorum* gomba okozza a szántóföldi saláta *Sclerotinia*-betegséget, amely a világ egyik legjelentősebb problémája (Clarkson et al., 2014). A hagyományos betegségek melletti ellenállóságon túl napjainkban a nemesítés egyik legfontosabb kihívása a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás, így a hőstresszel és a magszárképződéssel szembeni tolerancia is kulcsfontosságú fajtatulajdonsággá vált (FruitVeb, 2024).

## **2.11. A termesztési módok és a környezeti tényezők hatása a saláta minőségére**

A gyümölcsök és zöldségek az emberi szervezetre jótékony hatású bioaktív vegyületek legfontosabb forrásai. Ezen anyagok koncentrációját számos tényező befolyásolja, mint a növény genotípusa, az agrotechnikai eljárások, a környezeti feltételek (pl. hőmérséklet, fény, vízellátottság) és a betakarítás utáni kezelés. A bioaktív vegyületek felhalmozódása védi a növényt a biotikus és abiotikus stresszhatásokkal szemben. A termés színe gyakran jelzi a bioaktív vegyületek összetételét. A paradicsom

és a görögdinnye piros színe a likopinnek, míg a sárga a béta-karotinnak köszönhető. A környezeti feltételek, mint például a hőmérséklet és a fény befolyásolhatja a bioaktív vegyületek felhalmozódását (Francini et al., 2020).

A közepesen sóérzékeny levélzöldségek a magas sókoncentráció okozta stresszre többek között antioxidánsok és másodlagos metabolitok termelésével reagálnak. A sóstressz hatása fajtafüggő; növelheti a saláta fenolos vegyületeinek (főleg vörös típusoknál), míg római salátánál rövid távon csökkentette azt. Utóbbi esetében a hosszú távú só kezelés, a szín megváltozása nélkül, a karotinoidok (lutein,  $\beta$ -karotin) növekedését okozta (Toscano et al., 2019).

### **A salátatermesztés technológiai változatai**

A zöldségtermesztés technológiája jóval összetettebb és változatosabb, mint a szántóföldi növényeké. Egy-egy zöldségfajnál akár 10-15 termesztési változat is létezhet, melyek mindegyike eltérő környezeti és ápolási igényekkel rendelkezik (Hodossi et al., 2001b). A saláta előállítására is számos rendszer ismert (pl. hagyományos, organikus, szabadföldi, hidropóniás, üvegházi). A különböző környezeti tényezők miatt ezek eltérő hozamot és minőséget eredményeznek (Souza et al., 2019; Zapata-Vahos et al., 2020). A salátát őszelel, télen és tavasszal fűtetlen fóliasátorban is termesztik, ami jelentősen, akár 2-8 héttel is meghosszabbíthatja a szezon (Galinato & Miles, 2013). Nyáron azonban a fólia alatti magas hőmérséklet és a hosszú nappalok magszárképződést indukálnak, valamint keseredést és levélszél-nekrózist okozhatnak, ami rontja a minőséget (Jayalath et al., 2017).

### **Termesztőberendezések (üvegház, fólia) jellemzői és előnyei**

A termesztőberendezések, mint az üvegházak és a nagylégterű fóliasátrak, az intenzív kertészeti termelés meghatározó elemei lettek világszerte. Ezen létesítmények népszerűségét az adja, hogy lehetővé teszik a normál vegetációs időszakon kívüli termesztést, növelik a hozamot és javítják a termés minőségét (Zhao & Carey, 2009; Gent, 2002; Waterer, 2003). Ezek a létesítmények az egyszerű, fűtetlen és passzívan szellőztetett építményektől (Jayalath et al., 2017) a komplex, fűtött és automatizált rendszerekig terjedhetnek. Közös jellemzőjük, hogy védelmet nyújtanak az időjárási szélsőségek (pl. korai fagy, jégeső) és bizonyos károsítók ellen, ami jobb termésminőséget és -mennyiséget eredményez (Rader & Karlsson, 2006; Hecher et al., 2014). Különböző technológiák, például fűtési rendszerek integrálásával olyan

mikroklíma hozható létre, amely pozitívan befolyásolja a növény anyagcseréjét, a hozamot és a jövedelmezőséget (Bumgarner, 2011).

*Galinato & Miles* (2013) kutatásaik során értékelték a saláta és a paradicsom termesztésének gazdasági lehetőségeit nagylégterű fóliasátorban és szabadföldön. Megállapították, hogy a védett termesztés jelentősen munkaigényesebb. A fejes saláta munkaerőköltsége hatszor, a paradicsomé pedig tízszer volt nagyobb a fólia alatt, mint szabadföldön. Eredményeik szerint mindkét termelési rendszerben a munkaerő tette ki a teljes termelési költség több mint 50%-át.

## **2.12. A saláta és egyéb levélzöldségek termesztéstechnológiája**

### **Palántanevelés**

A megfelelő palánta jólfejtett, kártevőktől és betegségektől mentes, stabil gyökérrendszerrel rendelkezik (Tapia & Caro, 2009). A palántanevelés a teljes termelési költség 20-25%-át is kiteheti. Mivel a fiatal növények sóérzékenyek, tápoldatozni csak híg, 0,05–0,1%-os, foszfor-túlsúlyos komplex műtrágyával javasolt, hetente 2-3 alkalommal, miközben az egyenletes vízellátás is elengedhetetlen a gyökérkárosodás elkerülése miatt. A palántanevelés ideje 3–9 hét, ami függ a fény- és hőviszonyoktól, valamint a tápkocka méretétől (pl. 4x4, 6x6 cm). A termesztés célja az egyenletesen fejlett növények kiültetése és a kiegyenlített körülmények biztosítása (Takácsné Hájos, 2014). Kiültetés előtt, különösen fűtetlen fóliasátorban történő termesztés esetén, a palántákat edzeni kell, azaz egy héttel korábban 5–7 °C-on kell tartani őket (Takácsné Hájos, 2014).

### **Termőterület kiválasztása**

A sikeres zöldségtermesztéshez döntő fontosságú a termőterület kiválasztása, melynél figyelembe kell venni az öntözhetőséget, a talajmenti fagyokat és a szélirányt (Hodossi et al., 2001b). A saláta esetében különösen fontos szempont a talaj sótartalma. Emiatt a szikes vagy szikesedésre hajlamos talajok nem alkalmasak a termesztésére (Takácsné Hájos, 2018), ezért a talajelőkészítés során célszerű talajvizsgálatot végezni.

### **Talaj-előkészítés**

A levélzöldségek apró magja miatt elengedhetetlen a gondosan előkészített, sima, rögmentes és ülepedett magágy, amelyet tavasszal, a talaj felszáradása után kell elkészíteni (Terbe, 2009). A talajt 20-25 cm mélyen kell fellazítani, és a tápanyag-utánpótlás mértéke maximum 5 g/m<sup>2</sup> legyen ültetés előtt. A kiültetésnél a palántákat nem szabad mélyre helyezni a gombás fertőzések elkerülése miatt. A növényesűrűség

kulcsfontosságú technológiai elem, ami nagyban befolyásolja a saláta hozamát és minőségét. Magyarországon a 20–25 db/m<sup>2</sup>-es állománysűrűség tekinthető optimálisnak, ami fajtától függően 20×20 cm vagy 25×25 cm-es térállást jelent (Takácsné Hájos, 2014). A nem megfelelő sor- és tőtávolság (túl sűrű vagy túl ritka) alacsonyabb hozamot és gyengébb minőséget eredményezhet (Moniruzzaman, 2006).

### **Tápanyagellátás**

A tavaszi vetésű, illetve ültetésű levélzöldegek tápanyag-utánpótlásának jelentős részét már ősszel a talajba kell juttatni, szerves trágyát azonban csak indokolt esetben (pl. humuszoszegény talajon) használjunk. Az egyenletes ellátás érdekében a műtrágyát érdemes megosztva (alap-, indító- és fejtrágyaként) kijuttatni. A rövid tenyészidejű spenótnál a foszfort és a káliumot ősszel, egy adagban kell bedolgozni, nitrogént pedig csak szükség esetén kijuttatni (Terbe, 2009). A saláta különösen jól reagál a foszfor-trágyázásra, hozama és minősége is javul, mivel P-igénye a legtöbb zöldségféléknél nagyobb. A nem megfelelő nitrogén- és foszforellátás a fotoszintézis csökkentésével jár, ami lassítja a levélfejlődést. A káliummal kapcsolatban vegyesek a tapasztalatok, de káliumban gazdag talajon jelentős hozamnövekedést figyeltek meg. Emellett a N- és P-trágyázás a betegségekkel szembeni ellenállóság növelésével is hozzájárulhat a jobb minőséghez és hozamhoz (Hoque et al., 2010).

### **Ápolási munkák**

A termesztés során a hőmérsékletet és páratartalmat a fényviszonyokhoz kell igazítani. Az alacsony hőmérséklet elnyújtja a tenyészidőt, míg a túl magas hőmérséklet laza fejeket és gyengébb minőséget eredményez (Takácsné Hájos, 2014). A magas talajhőmérséklet gátolja a gyökérfejlődést és a tápanyagfelvételt (Firoz et al., 2000). A túlmelegedés ellen szellőztetéssel és árnyékolással védekezhetünk. Ez utóbbi csökkenti a magszárképződést (felcsavarodást), de a fényintenzitást is (Saleh et al., 2009).

A további ápolási munkák során a tápanyag- és vízellátás biztosítása, valamint a környezeti feltételek optimalizálása a cél. Az egyenletes vízellátás elengedhetetlen a maximális terméshez, mivel a túlzott és az elégtelen öntözés is hozamcsökkenést okoz (Coelho et al., 2005), ezért a javasolt napi öntözési norma 15–20 mm, több részletben és párasítással kiegészítve (Takácsné Hájos, 2014). A tápanyag-utánpótlást fejtrágyázással biztosítjuk, melynek során alkalmanként 5 g/m<sup>2</sup> nitrogént és 10 g/m<sup>2</sup> káliumot juttatunk ki (Takácsné Hájos, 2014). Ezen felül a termesztőberendezés CO<sub>2</sub>-koncentrációja

szellőztetéssel vagy célzott trágyázással 800–1000 ppm szintre növelhető. A gyommentességről pedig a kiültetést követően folyamatosan gondoskodni kell.

### **Betakarítás**

A nagyobb hozamhoz elengedhetetlen a növényállomány egyenletes fejlődése. A megfelelő betakarítási időpont meghatározása kulcsfontosságú, mivel a korai szedés minőség- és mennyiségcsökkenést, a kései pedig költségnövekedést és magszárképződést okoz (Olfati et al., 2011). A betakarítás akkor kezdődik, amikor a fej elérte a megfelelő keménységet. A fejek tömege a téli / kora tavaszi termesztésben jellemzően 250–300 g, míg a késő tavaszi időszakban 350–400 g. Szedéskor 1 cm-es csonkot kell hagyni, és a sérült leveleket el kell távolítani (Takácsné Hájos, 2014). A betakarítás utáni minőségromlás jelentős pénzügyi veszteséget okozhat a termelőknek, mivel a fogyasztók a salátát az íze, állaga és megjelenése alapján értékelik. A saláta a szedést követően 2-3 hétig tartható pulton (Hoque et al., 2010). Bár a tápanyagellátás befolyásolja a minőséget, a betakarítás utáni eltarthatóságra gyakorolt hatása kevésbé ismert (Hoque et al., 2010).

A betakarítás időpontja (napszaka) a beltartalmi értékeket is befolyásolja. Egy vizsgálat szerint a saláta nitrát- és nitrittartalma szignifikánsan alacsonyabb volt az este szedett mintákban, mint a reggel betakarítottakban. Azt is megállapították, hogy a koncentráció a torzsában és a külső levelekben volt a legnagyobb (Boroujerdnia et al., 2007).

### **Tárolás**

A kényelmi szempontok miatt a minimálisan feldolgozott, csomagolt, fogyasztásra kész (ready-to-eat) saláták iránti kereslet jelentősen megnőtt (Oliveira et al., 2010). A saláta minőségromlás nélkül, ideális esetben 0 °C-on és 95% feletti páratartalom mellett körülbelül 15 napig tárolható, de az eltarthatóság nagyban függ a fajtától és a tárolási körülményektől (Siomos et al., 2002). A minőséget nemcsak a megjelenés, hanem a vitamin- és ásványianyag-tartalom, valamint az alacsony nitrátszint is meghatározza. A tárolás során a tápérték változik, mivel 5 °C felett a nitrát nitritté redukálódhat. Az eltarthatóság javítható polietilén fóliába történő csomagolással vagy módosított légtér alkalmazásával. A 2-3%-nál nagyobb CO<sub>2</sub>-koncentráció barnulást okozhat. A tárolás emellett a klorofill és a C-vitamin oxidatív veszteségéhez is vezet, ami magasabb hőmérsékleten jelentősebb (Konstantopoulou et al., 2010).

A levél színe kulcsfontosságú vizuális minőségi tényező. A klorofill és más pigmentek (karotinoidok, antocianinok) a tárolás során lebomlanak, amelyet a

hőmérséklet és a fényviszonyok is befolyásolnak. A feldolgozás során keletkező mechanikai sérülések (vágás) felgyorsítják a szövetek romlását és a tápanyagok, különösen a rendkívül bomlékony C-vitamin (L-aszkorbinsav) csökkentését.

A minőségromlás egyik fő oka az etilén nevű növényi hormon, amelyet a zöldségek stressz hatására vagy sérülés (vágás) következtében termelnek. Az etilén a csomagoláson belül felhalmozódik, és az arra érzékeny zöldségeknél sárgulást és foltosodást okoz, ezzel jelentősen rontva a termék minőségét (Spinardi & Ferrante, 2012).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

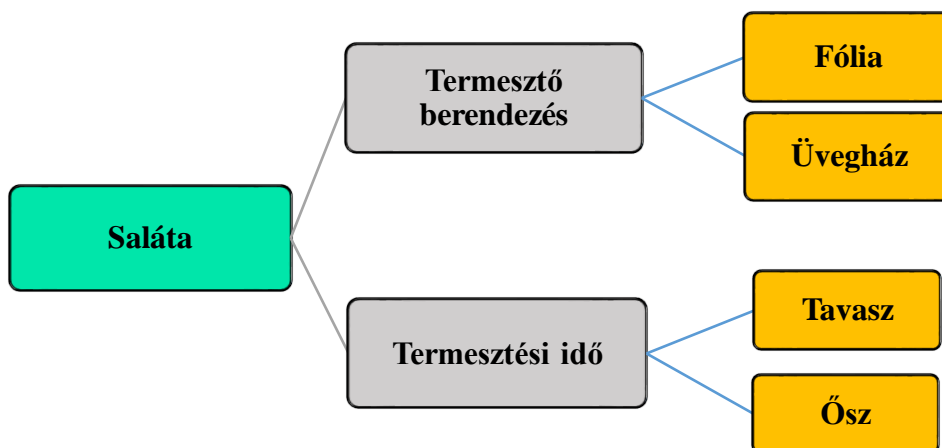
#### 3.1. Salátafélék kísérlete

##### 3.1.1. A kísérlet helye, ideje és a vizsgált genotípusok

A kísérleteket a Debreceni Egyetem, AKIT-DTTI Bemutatókert és Arborétumában végeztük 2019 és 2021 között, melynek során eltérő termesztőberendezésekben (fűtetlen fólia, üvegház) különböző salátafajtákat értékeltünk.

Az egyes salátafélék termesztése a tavaszi termesztési ciklusban fűtetlen fólia sátorban, míg az őszi időszakban szintén fűtetlen fólia sátorban és üvegházi technológia mellett kerültek kivitelezésre (3.ábra).

Kísérlethez hat salátafajtát (2. táblázat) alkalmaztunk, melyek közül, három nem képez fejet, azaz tépősaláta (Lollo Rossa – *Lungavilla*, Lollo Bionda – *Cencibel*, Tölgylevelű saláta – *Kirke*), két fejű salátát (Jégsaláta – *Great Lakes659*, Vajfej saláta – *Május királya*) és egy kötöző típust (Római saláta – *Cortazar*), melyeket a 4. ábra szemléltet. A kísérletet integrált növényvédelem alkalmazása mellett kezeltük, mészlepedékes csernozjom talajon.

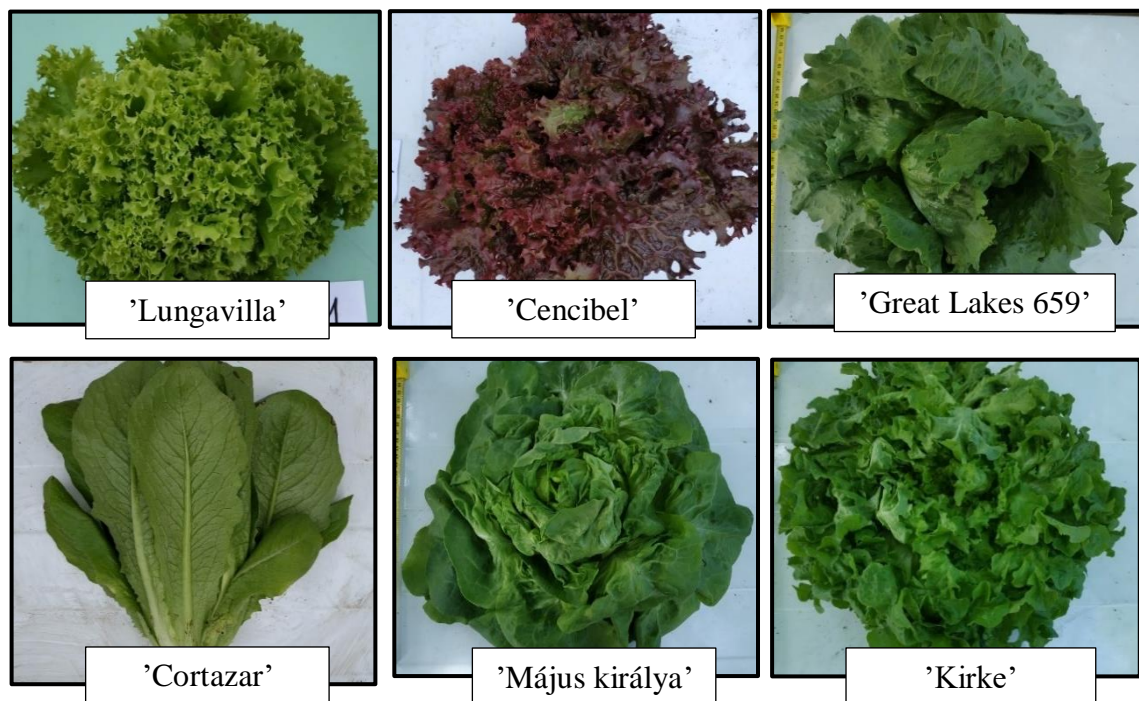


**3. ábra:** A saláta növényállomány termesztésének helye és ideje (Debrecen, 2019-2021)

**2. táblázat:** A kísérletben vizsgált különböző salátatípusok (Debrecen, 2019-2021)

Fajta neve	Nemesítő/ Forgalmazó	Szár- mazás	Saláta típus	2019		2020		2021	
				tavaszi	Ősz	tavaszi	Ősz	tavaszi	Ősz
1 <i>Lungavilla</i>	Rijk Zwaan	NL	tépősaláta	F	F	F	FÜ	F	FÜ
2 <i>Cencibel</i>	Rijk Zwaan	NL	tépősaláta	F	Ü	F	FÜ	F	FÜ
3 <i>Great Lakes659</i>	Garafarm Kft.	HU	jégsaláta	F	FÜ	F	FÜ	F	FÜ
4 <i>Cortazar</i>	Rijk Zwaan	NL	kötözősaláta /római saláta	F	FÜ	F	FÜ	F	FÜ
5 <i>Május királya</i>	Royal Sluis Magrovet Kft.	NL	fejessaláta	F	FÜ	F	FÜ	F	FÜ
6 <i>Kirke</i>	Rijk Zwaan	NL	tölgylevelű saláta	n.a	Ü	F	FÜ	F	FÜ

\*F-Fólia alatti termesztés, Ü-Üvegház alatti termesztés; n.a – nincs adat



**4. ábra:** A kísérletben szereplő saláta fajták

(Fotó: Saját felvétel, 2020)

**3.1.2. A kísérletben értékelt saláta fajták jellemzése**

**Lollo Bionda – Lungavilla**

Fényes, középzöld, erősen szeldelt levéllemez jellemzi, ami stabil, jól záródó, kompakt szerkezetű fejet képez. Hőtoleranciája kiváló, a hosszú tenyészidőt jól viseli. Magszárképződésre (felmagzásra) nem hajlamos, és toleráns a levélszél-barnulással

szemben. Magas fokozatú rezisztens (HR:Bl:16-34EU/Nr:0/Pb) a saláta peronoszpóra (*Bremia lactucae*), saláta levéltetű (*Nasonovia ribisnigri*) és a gyökértetűre (*Pemphigus bursarius*). Mérsékelt rezisztens (IR:LMV:1) a saláta mozaikvírusra (LMV:1) (Rijk, 2018).

#### **Lollo Rossa – Cencibel**

A típus télen, fűtött és fűtetlen körülmények között is hajtható, de szabadföldi termesztésre is alkalmas. Tetszetős piros levelei friss fogyasztásra kiválóak, erős levélzetének köszönhetően, jól pultron tartható. Magas fokozatú rezisztens (HR:Bl:16-32,34EU/Nr:0) a saláta peronoszpórára (*Bremia lactucae*) és a saláta levéltetűre (*Nasonovia ribisnigri*) (Rijk, 2018).

#### **Jégsaláta – Great Lakes 659**

Középkorai, széles adaptációs képességű fajta, tavasztól ősziig termesztendő. Nagy, tömött, ropogós levelű fejlet fejleszt. Felmagzásra ellenálló hőtűrő, de a magasabb hőmérsékletet a vetés időzítésénél figyelembe kell venni, mert gátolhatja a csírázást (Terranova, 2017).

#### **Római saláta – Cortazar**

Fényes, sötétzöld római saláta. Függőleges levélállása jó sűrítetőséget, erőteljes gyökérzete jobb talajalkalmazkodást biztosít. Kora tavasztól ősziig hajtható, lefedve a vegetációs időszak nagy részét. Magas fokozatú rezisztens (HR:Bl:16-33EU) a saláta peronoszpórára (*Bremia lactucae*), míg mérsékelt rezisztens (IR:LMV:1) a saláta mozaikvírusra (LMV:1) (Rijk, 2018).

#### **Fejessaláta – Május királya**

Korai, szabadföldi termesztésre ajánlott fajta. Felmagzásra nem hajlamos, így őszi és tavasszal, fólia alatti termesztésre is kiválóan alkalmas. Közepes méretű, tömött, kemény fejlet fejleszt. A fejlet alkotó levelek középzöld színűek (ZKI, 2022).

#### **Tölgylevelű saláta – Kirke**

Világoszöld, tölgyfalevél-szerű, finoman fodrozott levelű fajta, nagy fejmérettel és rövid torzsával. Magas fokozatú rezisztens (HR:Bl:16-37EU/ Nr:0/Fol:4) a saláta peronoszpórára (*Bremia lactucae*), a levéltetűre (*Nasonovia ribisnigri*) és a saláta fuzáriumos hervadására (*Fusarium oxysporum*). Mérsékelt rezisztens (IR:LMV:1) a saláta mozaikvírus (LMV) 1-es pathotípusára (Rijk, 2021).

### 3.1.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői

A kísérleti parcellákat mészlepedékes csernozjom talajon alakítottuk ki, amelynek fizikai és kémiai tulajdonságait minden termesztési időszakban meghatároztuk. A talajmintákat átlósan több pontból, a talajprofil felső, művelt rétegéből (0-30 cm) vettük. A salátafélék gyökerei általában ezen (20-30 cm) talajrétegben koncentrálnak.

A talajvizsgálatokat a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjának akkreditált laboratóriumában végezték el, amely nemzeti (NAT) akkreditált vizsgálólaboratórium. Így biztosítva a vizsgálatok megbízhatóságát és pontosságát.

#### *Tavaszi fűtetlen fólia alatti salátafélék talajvizsgálati eredményei*

A vizsgált talaj  $pH_{KCL}$  értéke (7,36) a három év fólia alatti termesztési időszak átlagában enyhén lúgosnak bizonyult (1. számú melléklet), ami kissé kívül esik a szakirodalom által optimálisnak tartott 6,5–7,2 pH tartományon (Murray et al., 2021). A tartósan lúgos kémhatás befolyásolhatta egyes tápelemek, például a foszfor vagy a vas hasznosulását, hozzájárulva a termesztés során tapasztalt hozam- és beltartalmi különbségekhez. A talaj Arany-féle kötöttségi értékét (33-42) tekintve a homokos vályog talajféleségbe tartozik. Ez kedvező a saláta termesztéséhez. A talajban levő, vízben oldható összes sók mennyiségét nevezzük a talaj összessó-tartamának. Kis sótartalmúnak tekintjük a talajt, ha a sók mennyisége kevesebb, mint 0,05%, gyengén szoloncsákosnak, ha 0,05-0,15% sót tartalmaz. Esetünkben, a 2020 és 2021-es évben kis sótartalmat (0,00-0,04%), míg a 2019-es évben már emelkedett értéket (0,10%) mértünk. A talajok szénsavas mésztartalmának ( $CaCO_3$  %) jelentős szerepe van a talaj kémhatásának alakításában, így befolyásolja a különböző tápelemek felvehetőségét is. A vizsgált talajmintákban a  $CaCO_3$  koncentráció 0,72% és 4,20% között változott, ami a gyengén meszes kategóriába (0,1-4,9%) sorolja azokat. A szerves anyag a talaj termékenységének egyik legfontosabb mutatója. Javítja a talaj szerkezetét, víztartó képességét és tápanyagtartalmát. Fontos azonban megjegyezni, hogy a humusz-ellátottság értékelésekor figyelembe kell venni a talaj fizikai tulajdonságait és genetikai típusát is. A csernozjom talajminták humusz-ellátottságát vizsgálva az első két évben jónak minősülő értékeket (2,88-3,04%). A 2021-es évben, azonban a humusz-tartalom jelentősen csökkent (1,72%), ami a gyenge kategóriába sorolja a talajt. Ez a változás a növények tápanyagfelvételével, a kimosódással vagy a mikrobiális aktivitással lehet

összefüggésben. A kísérleti talajban az első kettő évben, az AL oldható foszforértékek (>313,7 mg/kg) és káliumértékek (>381 mg/kg) alapján igen jó a talaj tápelem-ellátottsága. Míg az utolsó évben a talaj P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> értéke (131,7 mg/kg) közepes, a K<sub>2</sub>O értéke (291 mg/kg) pedig jó tartományba sorolható. A nitrát- és nitrit-nitrogénformák a növények számára közvetlenül felvehető, könnyen mozgó és a talajban viszonylag gyorsan lebomló nitrogénforrások. A mért viszonylag magasabb (>89,9 mg/kg) nitrogénforma előnyös a növények számára, mivel elegendő nitrogén áll rendelkezésre a levélzet növekedéshez.

A talajvizsgálati eredmények alapján a vizsgált terület enyhén lúgos kémhatású, homokos vályog talaj, melynek tápanyag-ellátottsága az évek során változó tendenciát mutatott.

### ***Őszi fűtetlen fólia alatti salátafélék talajvizsgálati eredményei***

Az őszi fűtetlen fólia alatti termesztés talajvizsgálati eredményei alapján (2. számú melléklet), ismét gyengén lúgos pH<sub>KCL</sub> értékeket (átl. 7,56) állapítottunk meg. A talajminta Arany-féle kötöttségi értékét (30-37) tekintve a homokos vályog talajféleségbe tartozik. Az összes só-tartalom vonatkozásában kedvező, átlagosan kevesebb, mint 0,05% só-tartalmat mértünk. A talaj szénsavas mésztartalma (átl. 2,13%) alapján mindhárom évben a gyengén meszes kategóriába sorolható. Így kedvezően befolyásolva a talaj szerkezetét, ezen keresztül a tápelemek feltáródáshoz szükséges mikrobiológiai folyamatokat. A talajminta Aranyféle kötöttségi számát (<42) tekintve a talaj humusztartalmának határértékei (átl. 2,13%) alapján átlagosan a közepes kategóriába sorolható nitrogénellátottság szempontjából. A kísérleti terület csernozjom talaján több, mint 1%-os CaCO<sub>3</sub> mellett, a talaj AL-oldható foszforértékei (átl. 191,43 mg/kg) és AL-oldható káliumértékei (>187,01 mg/kg) alapján jó a talaj tápelem-ellátottsága. A talajmintában mért nitrogénformákra magasabb érték (átl. 111,12 mg/kg) állapítható meg, amely kedvező a nitrogénigényes salátafélék fejlődéséhez. A kísérleti terület talajának kémiai és fizikai tulajdonságai viszonylag stabilnak bizonyultak. A talaj pH-ja enyhén lúgos, a tápanyag-ellátottság jónak értékelhető, ami kedvező feltételeket biztosított a salátafélék termesztéséhez.

### ***Őszi üvegház alatti salátafélék talajvizsgálati eredményei***

Az őszi üvegházi termesztés során az első kettő évben a talaj pH<sub>KCl</sub> értéke (7,18-7,40) a gyengén lúgos kategóriába sorolható (3. számú melléklet). Az utolsó évben

(2021) csökkent a talaj kémhatása (5,27), így a savanyú kategóriába sorolható. A talajminta Arany-féle kötöttségi értékei (31-40) alapján a homokos vályog talajféleségbe tartozik. A talaj összesség-tartalma az első kísérleti évben gyengén szoloncsákosnak (0,11%) minősíthető, amely már hatással lehet a saláta termesztésére. A növények növekedése és fejlődése lassulhat, a termés mennyisége és minősége csökkenhet. Az utolsó kettő évben, viszont már kevesebb, mint 0,05% alatti értéket mértünk, amely alapján a terület kis sótartamúnak minősíthető. Ezen értéknél a saláta már hatékonyabban tudja felvenni a számára szükséges tápanyagokat, így ezen szempontból jó termesztési feltételeket biztosítva.

A kísérleti tér szénsavas mésztartalma alapján az első kettő termesztési évben (2019 és 2020) gyengén meszes (3,03 és 1,62), míg az utolsó évben (2021) már mészhiányos (<0,100) állapotot mértünk. Az előbbi esetben a gyenge mésztartalom segíthet a saláta kalcium felvételében, ami fontos a növények sejtfalainak erősítéséhez. Az utolsó évben tapasztalt mészhiány miatt, azonban a talaj savanyúsága nőtt, ami ronthatja számos tápanyag felvehetőségét, különösen a foszforét. Így negatív hatással lehet a termesztett saláta növekedésére és fejlődésére. A terület szervesanyag-tartalmára az első időszakban gyenge (1,70%), míg a későbbiekben jó (2,66-3,04%) humusztartalmat mértünk. A termesztési térben változó arányú  $\text{CaCO}_3$  és  $K_A$  szám mellett is jó tápanyag-tartalmat mértünk AL-oldható  $\text{P}_2\text{O}_5$  (236-314 mg/kg) és  $\text{K}_2\text{O}$  (177-381 mg/kg) ellátottságra. Az utolsó évben mért savanyú kémhatás (pH: 5,27) mellett, azonban a nagy  $\text{P}_2\text{O}_5$  (788 mg/kg) és  $\text{K}_2\text{O}$  (499 mg/kg) értékek tápelem felvételi problémára utalhatnak. A 2019-es és 2020-as évek talajmintáiban mért KCl-oldható nitrogénformák viszonylag magasabb értékei (70,6-89,9 mg/kg) kedvezőnek tekinthetőek, a megfelelő levélmennyiség fejlődéséhez. Az utolsó termesztési időszakban (2021) alacsony  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- - \text{N}$  értéket (14,7 mg/kg) állapítottunk meg. A nitrifikáció folyamata során az ammónia nitráttá ( $\text{NO}_3^-$ ) alakul át, azonban savanyú körülmények között ez a folyamat lassabb, így kevesebb nitrát állhat rendelkezésre a növények számára.

#### **3.1.4. A kísérleti terület klimatikus jellemzői**

A vizsgált területre vonatkozó meteorológiai adatok (besugárzás, hőmérséklet, páratartalom, fényintenzitás) a **tavaszi fűtetlen fólia alatti** vegetációs időszakra (2019-2021) vonatkozóan a 3. táblázatban kerültek összefoglalásra. Ezen termesztési időszakban az átlagos hőmérsékleti értékek (22-22,3 °C) mindhárom vizsgált ciklusban a

saláta vegetatív fejlődésének optimális tartományába estek, ezáltal ideális körülményeket biztosítva a növekedéshez. A termesztőtérben mért átlag páratartalom (51,86-56,15%) szintén megfelelőnek tekinthetők a növényállomány fejlődéséhez.

A saláta esetében a megfelelő fényintenzitás a fej képződésének, a levél színének és annak tápértékének is fontos tényezője. Kutatások szerint a saláta akkor éri el a maximális növekedést, ha a napi fényintenzitás eléri a 150 W/m<sup>2</sup>-t (15 000 luxot) és a megfelelő hőmérsékleti értéket (Frassetta et. al., 2020). Ezek alapján elmondható, hogy erre a paraméterre a legkedvezőbb értéket, 176,97 W/m<sup>2</sup> (14370,0 lx) a második évi (2020) termesztési ciklus során mértük, míg a legkisebbet (~139,74 W/m<sup>2</sup>) az első vegetációs időszakban (2019) detektáltuk, átlagosan alacsonyabb hőmérsékleti érték mellett.

Az eredmények alapján a 2020-as tavaszi kísérleti évben tapasztalt termesztési körülmények bizonyultak a legjobbnak a saláta fejlődéséhez, mivel ekkor regisztráltuk a legstabilabb értékeket a hőmérséklet, a páratartalom és a fényintenzitás tekintetében.

**3. táblázat:** Tavaszi fűtetlen fólia alatti salátafélék klimatikus jellemzői a vegetációs időszakban (Debrecen, 2019-2021)

Meteorológiai paraméterek / Vegetációs időszak	2019	2020	2021
<b>Besugárzás (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>139,74±58,86</b>	<b>176,97±49,96</b>	<b>159,45±62,31</b>
Hőmérséklet (°C) de.	16,53±5,89	16,82±5,84	18,52±7,25
Hőmérséklet (°C) du.	27,48±4,23	27,72±3,82	21,12±7,96
<b>Hőmérséklet (°C) átlag</b>	<b>22,00±7,50</b>	<b>22,27±7,36</b>	<b>22,30±8,64</b>
Páratartalom (%) de.	64,67±12,69	66,05±11,49	58,53±17,64
Páratartalom (%) du.	41,56±7,99	46,26±11,26	43,36±15,22
<b>Páratartalom (%) átlag</b>	<b>53,11±15,69</b>	<b>56,15±15,06</b>	<b>51,86±18,13</b>
Fényintenzitás (lx) de.	n.a.	8136,82±13402,02	9770,63±13671
Fényintenzitás (lx) du.	n.a.	16798,58±14119,43	13218,95±16977,97
<b>Fényintenzitás (lx) átlag</b>	n.a.	<b>14370,0±12071,61</b>	<b>11497,29±15413,61</b>

n.a. – nincs adat

Az őszi fűtetlen fólia alatti termesztési időszak klimatikus adatai a 4. táblázatban láthatóak. Ezen időszakban mért alacsonyabb hőmérsékleti értékek (10,14-13,80 °C), a saláta számára elfogadható tartományban voltak, mivel ez faj a hidegtűrő (16±7 °C) csoportba tartozik, amely az őszi termesztésnél kifejezetten előnyös.

A legmagasabb átlagos besugárzási értéket ( $96,84 \pm 43,15 \text{ W/m}^2$ ) az első termesztési időszakban mértük, illetve itt mértük a legmagasabb hőmérsékletet ( $13,80 \pm 4,00 \text{ }^\circ\text{C}$ ) is. A legalacsonyabb átlagos besugárzást ( $41,47 \pm 30,68 \text{ W/m}^2$ ) a második évben detektáltuk, amelyhez kevés fényintenzitás (átl.  $3622,67 \pm 1925,05 \text{ lx}$ ) társult. Az első és az utolsó termesztési év során a páratartalom közepesnek ( $81,02\%$  és  $77,53\%$ ) mondható, míg a második, 2020-as évben igen magas ( $90,55\%$ ) páratartalmat mértünk.

Összességében a mért adatok alapján a 2019-ben termesztett saláta számára voltak a legjobbak a klimatikus értékek és azok egymáshoz viszonyított kapcsolata.

**4. táblázat:** Őszi fűtetlen fólia alatti salátafélék klimatikus jellemzői a vegetációs időszakban (Debrecen, 2019-2021)

Meteorológiai paraméterek / Vegetációs időszak	2019	2020	2021
<b>Besugárzás (<math>\text{W/m}^2</math>)</b>	<b>96,84±43,15</b>	<b>41,47±30,68</b>	<b>76,25±35,49</b>
Hőmérséklet ( $^\circ\text{C}$ ) de.	6,85±4,24	6,75±3,49	5,28±3,93
Hőmérséklet ( $^\circ\text{C}$ ) du.	21,72±5,52	13,53±7,10	16,09±4,38
<b>Hőmérséklet (<math>^\circ\text{C}</math>) átlag</b>	<b>13,80±4,00</b>	<b>10,14±6,53</b>	<b>10,69±6,83</b>
Páratartalom (%) de.	90,02±2,10	96,75±3,84	89,56±9,22
Páratartalom (%) du.	76,07±8,62	84,36±12,68	65,50±13,45
<b>Páratartalom (%) átlag</b>	<b>81,02±31</b>	<b>90,55±11,21</b>	<b>77,53±16,67</b>
Fényintenzitás (lx) de.	n.a.	3805,85±2187,94	4958,15±5108,37
Fényintenzitás (lx) du.	n.a.	3439,50±1616,61	5358,64±5804,20
<b>Fényintenzitás (lx) átlag</b>	n.a.	<b>3622,67±1925,05</b>	<b>5141,71±5382,72</b>

n.a. – nincs adat

Az **őszi üvegházi saláta** kísérlet mikroklímáját jellemző meteorológiai adatok az 5. táblázatban kerültek feltüntetésre. Az átlagos hőmérsékleti adatok ( $17,64$ - $19,62 \text{ }^\circ\text{C}$ ) alapján elmondható, hogy mindhárom évben a hőmérséklet a saláta számára optimális tartományban volt.

A besugárzás értékeinek szórása, azonban rendkívül nagy volt mindhárom évben. Ez azt jelenti, hogy az üvegházban a fényviszonyok napról napra jelentősen változtak. Ennek oka lehet például a felhőzet változása, a nap állása, vagy akár az üvegház szerkezetének árnyékolása is. A 2021-es évben a besugárzás átlagértéke jelentősen magasabb (átl.  $180,80 \text{ W/m}^2$ ) volt, mint a többi évben ( $76,40$  és  $73,4 \text{ W/m}^2$ ). Ez azt jelzi, hogy ebben az évben a növények több fényhez jutottak.

A relatív páratartalom éves átlagértékei a következők voltak: 2019-ben  $68,03\%$ , 2020-ban  $56,71\%$  és 2021-ben  $76,73\%$ . A kapott eredmények alapján a 2019-es és a

2021-es években a relatív páratartalom értékei a saláta optimális növekedéséhez közelebb álltak, mint 2020-ban.

**5. táblázat:** Őszi üvegház alatti salátafélék klimatikus jellemzői a vegetációs időszakban (Debrecen, 2019-2021)

Meteorológiai paraméterek / Vegetációs időszak	2019	2020	2021
<b>Besugárzás (<math>W/m^2</math>)</b>	<b>76,40±74,85</b>	<b>73,41±82,19</b>	<b>180,80±128,19</b>
Hőmérséklet (°C) de.	17,23±1,84	18,54±2,34	14,84±2,99
Hőmérséklet (°C) du.	18,05±2,43	20,69±4,05	20,79±2,67
<b>Hőmérséklet (°C) átlag</b>	<b>17,64±2,19</b>	<b>19,62±3,47</b>	<b>17,82±4,11</b>
Páratartalom (%) de.	65,30±8,72	57,88±7,75	82,37 ±13,53
Páratartalom (%) du.	70,76±10,40	55,53±12,41	71,09±13,03
<b>Páratartalom (%) átlag</b>	<b>68,03±9,95</b>	<b>56,71±10,38</b>	<b>76,73±14,36</b>
Fényintenzitás (lx) de.	3751,05±2653,48	2801,85±1815,29	1873,08±1614,35
Fényintenzitás (lx) du.	5416,68±3268,73	5495,07±2643,12	14835,08±8300,25
<b>Fényintenzitás (lx) átlag</b>	<b>4583,87±3082,80</b>	<b>4148,46±2632,57</b>	<b>8345,08±8822,52</b>

### 3.1.5. Kísérlet körülményei

A különböző salátafélék vetését minden évben 84 sejtes szaporítótálcákba végeztük (5. ábra). Az eltérő termesztési időszakokban történt magvetés időpontjai a 6. táblázatban láthatóak. Vetést követően (1 napon belül) *Previcur Energy* (3,0 ml/m<sup>2</sup> dózisban) gombaölőszeres beöntözést alkalmaztunk palántadőlés ellen. A kezelés ismétlésére 7-10 nap múlva került sor.



**5. ábra:** A palántanevelés különböző fázisai

(Fotó: Saját felvétel, 2020)

A talajelőkészítés során a palánták kiültetése előtt pár héttel (~2 hét) *Trifender Pro* mikrobiológiai készítmény bedolgozása történt 0,8%-os dózisban (80 g/10 liter víz). Ezen *Trichoderma asperellum* alapú biopeszticid segít a talajlakó kórokozó gombák (pl. *Sclerotinia*, *Pytium*, *Fusarium*) elleni védekezésben. Ezen kívül minden ültetés előtt talajfertőtlenítést végeztünk *Artis Pro* mikrobiológiai készítménnyel, 0,8%-os oldattal. Ezen termék *Beauveria bassiana* gomba alapú biopeszticid, amely szelektív módon csökkenti a talajban élő kártevők (pl. lőtücsök, cserebogár pajor, fonálférgek) populációját.

A különböző termesztési időszakokban (6. táblázat) az 5–6 leveles fejlettségű palánták kiültetésénél 25 cm-es sor és tőtávolságot alkalmaztunk. A blokkok között 40-50 cm-es művelőutat alakítottunk ki, amely lehetővé tette a mechanikai gyomlálás és a talajművelés elvégzését. A különböző genotípusok kísérleti parcellákon belüli elhelyezkedését a 4. sz. mellékletek szemléltetik. A genotípusok azonosítása a 2. táblázatban közölt jelölések alapján történt, ahol az arab számok jelölik az egyes saláta fajt/fajját. A kísérleteket négy ismétléses, véletlenszerű (randomizált) blokkelrendezéssel állítottuk be. A növényállományokról készített felvételek a 5. sz. mellékletben találhatóak.

**6. táblázat:** A salátafajták termesztési időtartalma (Debrecen, 2019-2021)

Termesztési év	Termesztési ciklus	Termesztési időszak		
		Tavaszfólia	Őszfólia	Őszüvegház
2019	magvetés	március 07.	augusztus 05.	október 10.
	kiültetés	április 09.	szeptember 06.	november 07.
	betakarítás	május 23.	november 06.	január 23.
2020	magvetés	március 12.	szeptember 07.	szeptember 07.
	kiültetés	április 10.	október 12.	október 08.
	betakarítás	május 21.	december 16.	december 17.
2021	magvetés	március 06.	szeptember 01.	szeptember 01.
	kiültetés	április 08.	szeptember 28.	szeptember 28.
	betakarítás	május 17.	november 23.	november 04.

A gyökérzet jobb fejlődésének érdekében kiültetését követően *Ferticare starter 15-30-15+2,5MgO+M.e.* műtrágyát juttattunk ki 0,15%-os (15 g/10 liter víz) dózisban. Az intenzív növekedés fázisában hetente 0,14%-os (14 g/10 liter víz) dózisban

*Ferticare I. 14-11-25+Mg+M.e.* vízdoldható műtrágyát alkalmaztunk. Azt követően a fejedés kezdetéig 0,65%-os (65 g/10 liter víz) oldatban *Ferticare II. 24-8-16+3,8MgO+M.e.* műtrágyát juttattunk ki, elősegítve a levélfejlődést és a fejképződést.

A növényállomány egyenletes vízellátásáról csepegtető öntözőrendszerrel gondoskodtunk. Az öntözési gyakoriság és a vízmennyiség az évszaktól függően változott. A tavaszi vegetációs időszakban a növényeket átlagosan heti 3-4 alkalommal, 30-40 mm-es vízádagokkal öntöztük, míg az őszi időszakban, a magasabb relatív páratartalom miatt, az öntözési gyakoriságot csökkentettük, azaz 20-30 mm-es vízádagokat alkalmaztunk. A relatív páratartalom szabályozására tavaszi időszakban párasítást, őszi időszakban pedig szellőztetést biztosítottunk. Ennek ellenére a fólia alatti természtés során a relatív páratartalom értékei esetenként meghaladták az optimális szintet.

A kísérleti időszak alatt integrált növényvédelmi stratégiát alkalmaztunk. A legjelentősebb kártevők ellen preventív és kuratív védekezést folytattunk. A növényvédelmi kezelésekhez *tiametoxam* hatóanyagú *Actara* rovarölő szert 0,1%-os (10 ml/10 l víz) koncentrációban alkalmaztunk. Az állományok gombabetegségei (peronoszpóra és rizóktónia) ellen *azoxistrobin* hatóanyagú *Amistar* gombaölőszert 0,75%-os (75 ml/10 l víz) koncentrációban juttattunk ki. Az őszi vegetációs időszakban rendszerint megjelenő meztelen csigák okozta kártétel ellen *BIOFITO* természetes csigariasztót alkalmaztunk. Ezen készítmény 100 %-ban természetes *szepiolit szilikátot* tartalmaz. Ezt kiegészítve mechanikai védekezési módszert, kézi szedést is bevetettünk. A növényvédelmi beavatkozásokat a hatályos növényvédelmi előírásoknak és az engedélyezési adatoknak megfelelően, az előírt egészségügyi várakozási idő betartásával végeztük.

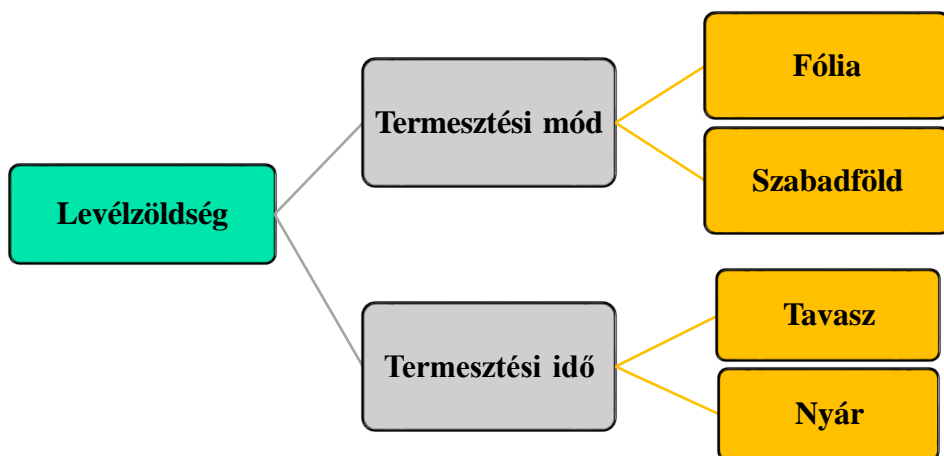
A laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges mintavételt a növényállomány betakarításakor (lásd. 6. táblázat) végeztük.

### **3.2. Levélzöldségek kísérlete**

#### **3.2.1. A kísérlet helye, ideje és a vizsgált fajok/fajták**

A levélzöldségek termesztése szintén a Debreceni Egyetem, AKIT-DTTI Bemutatókert és Arborétumában került kialakításra 2019 és 2022 között, mely során természetberendezésben (fűtetlen fólia) és szabadföldön is értékeltük a növényállományt.

A levélzöldség fajtákat a tavaszi időszakban fűtetlen fólia sátorban, míg a nyári időszakban szabadföldön termesztettük (6. ábra). Kivételt képez a 2020-as év, amikor a tavaszi termesztés elmaradt és 2022-ben került megismétlésre.



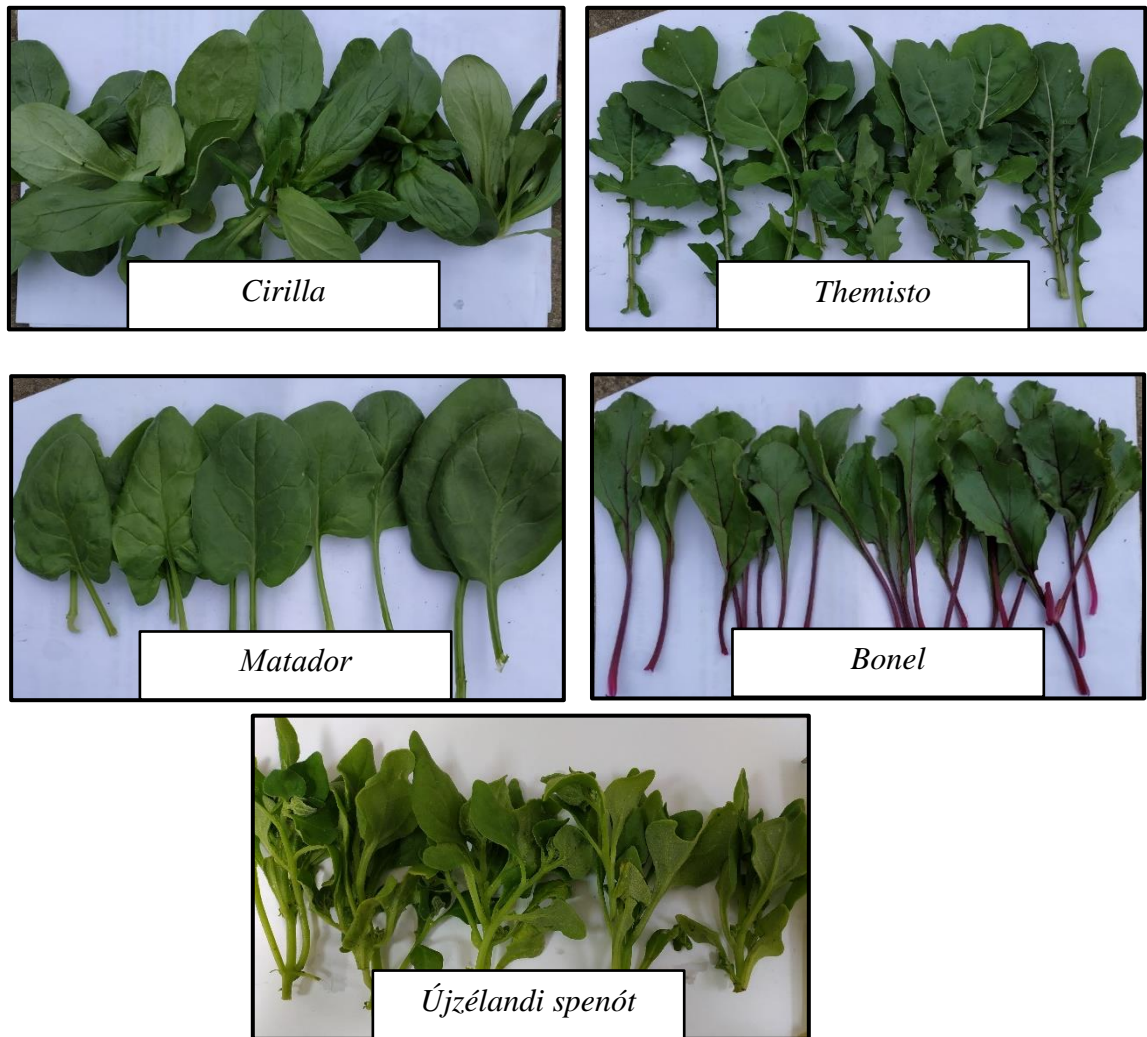
**6. ábra:** A levélzöldségek termesztési módja és ideje  
(Debrecen, 2019-2022)

A mészlepedékes csernozjom talajon 5 levélzöldséget (7. táblázat) értékeltünk: egy madársalátát – 'Cirilla RZ', egy rukkolát – 'Themisto RZ', kettő spenótot – 'Matador' és 'Új-zélandi spenót' és egy bécicéklát – 'Bonel', melynél a levelet értékeltük. A különböző levélzöldség fajokról/fajtákról készített fényképek az 7. ábrán láthatóak.

**7. táblázat:** A kísérletben értékelt levélzöldségek (Debrecen, 2019-2022)

	Fajta/ típus	Nemesítő/ Forgalmazó	Szár- mazás	2019		2020		2021		2022
				tavaszi	nyári	tavaszi	nyári	tavaszi	nyári	tavaszi
1	<i>Cirilla</i>	Rijk Zwaan	NL	F	Szf	n.a.	Szf	F	Szf	F
2	<i>Themisto</i>	Rijk Zwaan	NL	F	Szf	n.a.	Szf	F	Szf	F
3	<i>Matador</i>	ZKI Zrt.	HU	F	Szf	n.a.	Szf	F	Szf	F
4	<i>Új-zélandi spenót</i>	ZKI Zrt.	HU	n.a.	Szf	n.a.	Szf	F	Szf	F
5	<i>Bonel</i>	Nickerson Zwaan	NL	F	Szf	n.a.	Szf	F	Szf	F

\*F – Fólia alatti termesztés, Szf – Szabadföldi termesztés; n.a. – nincs adat



7. *ábra*: A kísérletben szereplő levélzöldségként értékelt fajták  
(Fotó: Saját felvétel, 2020)

### 3.2.2. A kísérletben értékelt levélzöldség fajok/fajták jellemzése

#### **Madársaláta – *Cirilla***

A fajta egész éves vegetációs periódussal rendelkezik. Termeszthető fóliasátorban hajtatóssal, illetve szabadföldön (Rijk, 2018). Közepes méretű rozettákat fejleszt, lekerekített levéllemezzel (Kolota & Adamczewska-Sowinska, 2003).

#### **Rukkola – *Themisto***

Nagyobb, erőteljesebb, hullámos szélű levelekkel rendelkező fajta. Kiválóan alkalmas egész éves termesztésre, mind szabadföldön, mind fólia alatt (Rijk, 2018).

### **Spenót – Matador**

Mind tavaszi, mind őszi vetéssel termesztethető, gyors növekedésű, nagy levéltömegű fajta. Kiváló hidegtűrő képességének köszönhetően átteleltethető. Lassú magszárképződési hajlam jellemzi. Friss fogyasztásra és mélyhűtéses tárolásra egyaránt alkalmas (ZKI,2022).

### **Spenót – Újzélandi spenót**

A fajta termofil, fagyérzékeny, egyéves növény, amely 80-100 cm-es növekedési magasságot ér el. Levelei a spenóthoz képest zengébb, édesebb ízűek. A csírázáshoz legalább 10 °C talajhőmérséklet szükséges (ZKI, 2024).

### **Bébicékla – Bonel**

Egész éves termesztésre ajánlott, kettős hasznosítású fajta. Erős, felálló növekedésű lombozata miatt kiválóan alkalmas *baby leaf* termesztésre és salátakeverékek alkotóelemeként, de csomózott áruként is értékesíthető. A genotípus kiemelkedő tulajdonsága a vernalizációval (felmagzással) szembeni magas tolerancia, ami stresszes körülmények között is biztonságos termesztést tesz lehetővé. Gumója szabályos, gömbölyded, közepes méretű (Nottingham, 2004).

### **3.2.3. A kísérleti terület talajtani jellemzői**

A talaj típusát tekintve a kísérletet mészlepedékes csernozjom talajon végeztük, különböző parcellákban. A talajmintákat a talajprofil felső 30 cm-es rétegéből, több pontból vettük, és a Debreceni Egyetem Agrárműszerközpontjában elemezték.

#### ***Tavaszi fűtetlen fólia alatti levélzöldség kísérletek talajvizsgálati eredményei***

A levélzöldegek **tavaszi fűtetlen fólia** alatti termőhelyének  $pH_{KCL}$  értékei (7,35-7,80) alapján gyengén lúgos kategóriába sorolható (6. számú melléklet). A zöldségnövények számára a semleges (6,8-7,1) és gyengén savanyú (5,5-6,7) kémhatás a legjobb, mivel ezen értéktartományban tudja legkönnyebben felvenni a tápanyagokat. A talaj Aranyféle kötöttségi számát (30-42) tekintve a homokos vályog kategóriába sorolható. A talajban levő, vízben oldható összessó-tartalomra az első évben emelkedett értéket (0,10%) mértünk. A követő években, a sók mennyisége kevesebb, mint 0,05% volt, amely kis sómennyiség jelenlétére utal. A talaj mésztartalmát jellemző  $CaCO_3$  értékek (0,72-4,20) alapján, a gyengén meszes kategóriába sorolható. A megfelelő mésztartalom segíti a kalcium felvételét, ami fontos a növények sejtfalainak erősítéséhez

és a betegségekkel szembeni ellenállósághoz. A kísérleti tér talajának humusz-ellátottsága szempontjából az első évben jó értéket (2,88%), míg a 2021 és 2022 években gyenge értékeket (1,72-176%) állapítottunk meg. Az ammónium laktát módszerrel kivont foszfor és kálium értékek minden évben jó, illetve igen jó kategóriába sorolhatóak, amely kedvező a termesztett növények számára. A levélzöltségek viszonylag gyors növekedésű fajok, amelyek nagy mennyiségű tápanyagot igényelnek. A talajvizsgálati eredmények alapján a talaj foszfor- és kálium-ellátottság jó, azonban a humusz-tartalom az évek során eltérő értéket (1,72-2,88%) mutatott.

#### ***Nyári szabadföldi levélzöltség kísérletek parcelláinak talajvizsgálati eredményei***

A **nyári szabadföldi** levélzöltségek termőhelyének kémhatása a semleges (7,09 pH) és enyhén lúgos (7,27-7,44 pH) kategóriába sorolható (7. számú melléklet). A terület Aranyféle kötöttségi száma (39-42) alapján a vályogos fizikai talajféleségbe tartozik. A talajban levő, vízben oldható összes só mennyisége kevesebb, mint 0,05%, azaz kedvező a levélzöltségek számára. A talaj szénsavas mésztartalmát jellemző  $\text{CaCO}_3$  értéke átlagosan 1,17%, amely alapján a gyengén meszes kategóriába sorolható. Ezen értékek kedvezőek a különböző tápelemek felvehetősége szempontjából. A talajvizsgálati eredmény alapján a termőhely humusztartaloma csernozjom talaj esetén a jó kategóriába (2,59-2,62%) tartozik nitrogén-ellátottság szempontjából. A termesztési évek során a talaj AL-oldható  $\text{P}_2\text{O}_5$  (>659 mg/kg) és  $\text{K}_2\text{O}$  (>284,5) mennyisége viszonylag magasnak tekinthető. A talajelemzések alapján a vizsgált terület talaja a levélzöltségek termesztésére többnyire alkalmas.

#### **3.2.4. A kísérleti terület klimatikus jellemzői**

A vizsgált három évben (2019, 2021, 2022) a **tavaszi fólia alatti termesztés** során mért besugárzási, hőmérsékleti, illetve páratartalmi adatok a 8. táblázatban láthatóak. Az évről évre növekvő besugárzási értékek (135,00-172,04 W/m<sup>2</sup>) azt mutatják, hogy a növények több fényt kaptak, ami a fotoszintézis fokozódásához és így a növekedés gyorsulásához vezethet.

A hőmérséklet emelkedése (20,35-23,47 °C) szintén a növekedést serkenti, azonban a túl magas hőmérséklet a növények vízvesztését fokozhatja és a minőség romlásához vezethet. A legalacsonyabb hőmérsékleti (20,35±7,73 °C) értékeket, a 2019-es termesztési időszakban mértük. Míg a legmagasabb értéket (23,47±7,93 °C) 2022-ben.

A páratartalom értékek (51,73-52,94%) viszonylag stabilnak mondhatók, ami azt jelenti, hogy a levegő relatív nedvességtartalma nem változott jelentősen a kísérleti térben az évek során. Ez a levélzöldségek számára általában kedvező, mivel a magas páratartalom segít megőrizni a levelek nedvességtartalmát.

Az adatok alapján elmondható, hogy a vizsgált időszakban a fólia alatti termesztés körülményei egyre kedvezőbbek voltak a levélzöldségek számára. A besugárzási és a hőmérsékleti értékek évről évre növekedtek, miközben a páratartalom értékekben csak kisebb eltérések voltak tapasztalhatóak.

**8. táblázat:** Tavaszi fűtetlen fólia alatti levélzöltség kísérletek klimatikus jellemzői a vegetációs időszakban (Debrecen, 2019, 2021 és 2022)

Meteorológiai paraméterek / Vegetációs időszak	2019	2021	2022
<b>Besugárzás (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>135,00±54,81</b>	<b>159,17±63,25</b>	<b>172,04± 59,41</b>
Hőmérséklet (°C) de.	14,19±5,36	17,63±6,24	17,54± 5,12
Hőmérséklet (°C) du.	26,52±3,76	24,50±7,23	29,39± 4,39
<b>Hőmérséklet (°C) átlag</b>	<b>20,35±7,73</b>	<b>21,06±7,55</b>	<b>23,47±7,93</b>
Páratartalom (%) de.	64,34±13,73	58,86±16,30	65,13±15,58
Páratartalom (%) du.	40,17±8,41	44,60±14,78	40,76± 13,13
<b>Páratartalom (%) átlag</b>	<b>52,26±16,61</b>	<b>51,73±17,05</b>	<b>52,94±18,85</b>
Fényintenzitás (lx) de.	n.a.	9967±13522	3173±2254
Fényintenzitás (lx) du.	n.a.	13176±16769	14946 ±21819
<b>Fényintenzitás (lx) átlag</b>	n.a.	<b>11421,99±15241</b>	<b>9059,79±16468</b>

**n.a.** – nincs adat

A vizsgált három évben a **nyári szabadföldi termesztés** során mért klimatikus adatok a 9. táblázatban kerültek összefoglalásra. Az adatokat a Debreceni Egyetem, AKIT DTTI Agrometeorológiai Monitoring központja biztosította számunkra.

A vizsgált időszakban a besugárzás értékei jelentős eltérést mutattak. A legmagasabb átlagos besugárzást (173,02 ± 38,07 W/m<sup>2</sup>) 2019-ben mértük, amelyet követően enyhe csökkenés volt tapasztalható a következő két évben (átlagosan 159,87 és 159,69 W/m<sup>2</sup>). Ez az eredmény azt jelzi, hogy a növények a legnagyobb fényintenzitást 2019-ben kapták.

A hőmérséklet alakulása hasonló tendenciát mutatott a besugárzással. A legmagasabb átlagos hőmérsékletet (23,04 ± 3,21 °C) szintén 2019-ben mértük, majd a következő években enyhén csökkenés (20,61 és 19,91 °C) volt tapasztalható.

A relatív páratartalom értékei az összes vizsgált évben viszonylag magasak, ami kedvező hatással lehetett a növények vízháztartására. A természetes csapadék mennyisége elenyésző volt minden évben, és nagy szórás jellemezte. Ennek következtében a növények kiegészítő öntözést igényeltek, melyet hetente 2-4 alkalommal, 30 mm-es vízádagokkal biztosítottunk.

Összességében a vizsgálati időszakban a növények számára a legkedvezőbb fény- és hőviszonyokat a 2019-es évben állapítottunk meg.

**9. táblázat:** Nyári szabadföldi levélzöltség kísérletek meteorológiai paraméterei a vegetációs időszakban (Debrecen, 2019-2021)

Meteorológiai paraméterek / Vegetációs időszak	2019	2020	2021	
<b>Sugárzás (<math>W/m^2</math>)</b>	<b>173,02±38,07</b>	<b>159,87±38,97</b>	<b>159,69±43,31</b>	
<b>Hőmérséklet (<math>^{\circ}C</math>)</b>	<i>átlag</i>	<b>23,04±3,21</b>	<b>20,61±3,11</b>	<b>19,91±3,84</b>
	<i>min.</i>	15,62±3,18	13,85±3,61	12,61±3,72
	<i>max.</i>	31,26±4,08	28,50±3,31	27,62±4,53
<b>Páratartalom (%)</b>	<b>69,39±6,94</b>	<b>72,26±8,53</b>	<b>70,67±8,04</b>	
<b>Csapadék (mm)</b>	<b>0,50±1,76</b>	<b>0,97±3,19</b>	<b>0,91±2,19</b>	

### 3.2.5. A kísérlet körülményei

A levélzöltség fajok/fajták vetésére a tavaszi vegetációs időszakban április hónapban, míg a nyári szabadföldi termesztési időszakban augusztus hónapban került sor. A vetési dátumokat a 10. táblázat tartalmazza. A különböző genotípusok kísérleti egységeken belüli elhelyezkedését a 8. sz. melléklet szemlélteti. A különböző levélzöltség fajokat arab számokkal jelöltük (7. táblázat).

A kísérletet randomizált blokkos elrendezésben, több (3-4) ismétléssel végeztük. A növényállományokról készített felvételek a 9. sz. mellékletben tekinthetők meg. A parcellák méretei az adott körülményekhez igazodtak, a sorok hossza 2,5 méter, a sortávolság pedig 25 cm volt.

A kísérletben a talajelőkészítés során a vetés időpontját megelőzően 1-2 héttel 0,8%-os koncentrációban (80 g/10 liter víz) *Trifender Pro* mikrobiológiai készítményt juttattunk ki a talaj fertőtlenítésére. A helyrevetést a különböző termesztési időszakokban (10. táblázat), 2-3 cm mélységben és 25 x 2-3 cm-es sor és tőtávolsággal végeztük. A magvetés során a talajt 0,8%-os töménységben *Artis Pro* mikrobiológiai készítménnyel

fertőtlenítettük. A tenyésztés folyamán a növények fenológiai fázisainak megfelelő agrotechnikai műveleteket végeztünk.

A növényvédelmi intézkedéseket tekintve minden termesztési évben komplex növényvédelmi programot alkalmaztunk. A répabolha és a levéltetvek ellen preventív és okszerű védekezést végeztünk. A kezelésekhez 0,1%-os dózissal (10 ml/10 liter víz) *Actara* (hatóanyag: tiametoxam) rovarölő szert alkalmaztunk. Az állomány gombabetegségei (peronoszpóra és a rizoktónia) ellen 0,75%-os dózissal (75 ml/10 liter víz) *Amistar* (hatóanyag: azoxistrobin) gombaölő szert használtunk, az előírt egészségügyi várakozási időt betartva. A kísérletben a növényi anyagok laboratóriumi elemzéséhez szükséges mintákat a betakarítási munkálatokkal párhuzamosan vettük, a mintavétel időpontjait a 10. táblázat mutatja be.

**10. táblázat:** Levélzöltség kísérlet termesztési adatai (Debrecen, 2019-2022)

Termesztési év	Termesztési ciklus	Termesztési időszak	
		<i>Tavaszi – fólia alatt</i>	<i>Nyári – szabadföldön</i>
2019	helyreállítás	április 09.	augusztus 01.
	betakarítás	május 07.	szeptember 05.
2020	helyreállítás	n.a.	augusztus 13.
	betakarítás	n.a.	szeptember 21.
2021	helyreállítás	április 09.	augusztus 04.
	betakarítás	május 19.	szeptember 09.
2022	helyreállítás	április 07.	n.a.
	betakarítás	május 24.	n.a.

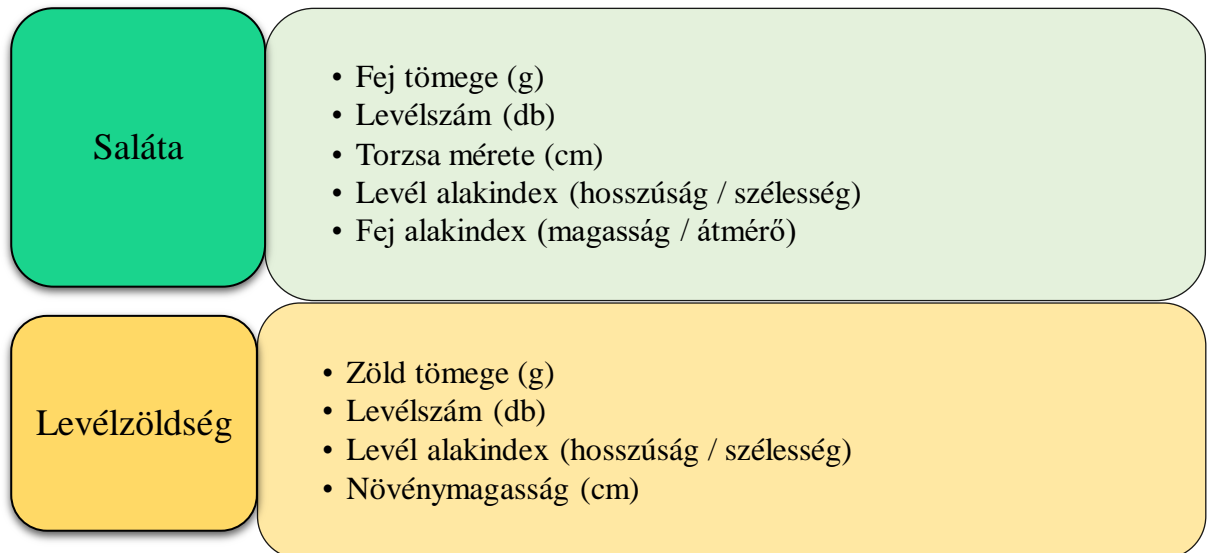
**n.a.** – nincs adat

### 3.3. A morfológiai és fiziológiai paraméterek vizsgálata

A kísérletben vizsgált növény egyedek betakarításánál az alsó, szennyezett, sárguló és sérült leveleket (3-4 db), valamint a teljes gyökérzetet eltávolítottuk. A növények morfológiai tulajdonságait a következő mutatók alapján értékeltük (8. ábra). A betakarítás során készült fényképes dokumentációk a 10. és a 11. számú mellékletekben tekinthetők meg.

A torzsa méret meghatározása a következő szempontok alapján történt: A méréseket minden esetben a betakarításkor, a gyökérzet eltávolítása után végeztük. Mivel a vizsgált fajták nem szár-saláták, hanem fejedő és levél-típusúak, a torzsa hossza a fejen belüli

szárrészt jelenti. A mérési metodika során a fejeket hosszirányban kettévágtuk, majd a torzsa hosszát a száralaptól (a gyökérlevágás helyétől) a tenyészőcsúcsig (a torzsa látható végpontjáig, ahonnan a legfelső levelek erednek) mértük milliméterben. Ez a módszer teljes mértékben összhangban van az UPOV (2017) TG/13/11 irányelvvel, amely a salátafajták belső szárhosszának (stem length) mérésére szolgál.



**8. ábra:** A kísérlet növényegyelein végzett morfológiai mérések

A növények fiziológiai állapotának **műszeres mérésére** az alábbi hordozható kézi eszközöket alkalmaztuk.

**Relatív klorofilltartalom (SPAD) mérése**

Ehhez a *Konica Minolta SPAD-502Plus* eszközt használtuk. A mérések az érzékelőt tartalmazó két szárny rövid bezárásával végezhetőek. Az eszköz érzékelője mindössze 2x3 mm, így akár alkalmas kicsi vagy keskeny levelekre is (I1). A mérésnél a növény egy levelén 3 mintafelvételt követően, az eszköz memóriájának köszönhetően egy kiszámított átlagértéket kaptunk. Az így kapott SPAD értéket több fejlettségi állapotban lévő levélen mértük a különböző növényi egyedeken. Ezáltal egy növényen maximum 4 mérést végeztünk, amely érték mindig 3 átlagértékből került rögzítésre. Parcellánként öt növényen végeztünk adatgyűjtést.

**Vegetációs index (NDVI) mérése**

A műszer (*GreenSeeker Model 505*) érzékelője a mért értéket NDVI-leolvasás formájában jeleníti meg (0,00 és 0,99 között) az LCD kijelzőjén (I2). A fizikai mérés során a lombzattól számítva maximum 50 cm-es távolságról mértük az NDVI értéket.

Minden növényi egyedről 3 alkalommal olvastunk le NDVI-értéket, parcellánként összesen 5 egyedet mérve.

### 3.4. A növényi minták beltartalmi paramétereinek vizsgálata

Az egyes **analitikai mérések** a Debreceni Egyetem Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjának akkreditált laboratóriumében történtek. Illetve a tanulmányaim későbbi részében, már önállóan vizsgáltam a növény minták egyes kémiai összetételét (szárazanyag-, összpolicifanol- és flavonoid-tartalom) laboratóriumi körülmények között, az intézeti mérőszobában.

#### *Vizsgált beltartalmi paraméterek:*

- Összes szárazanyag-tartalom (%)
- Összpolicifanol-tartalom (mg GAE/100 ml)
- Flavonoid-tartalom (mg CE/100 ml)
- Aszkorbinsav (C-vitamin tartalom) (mg/100 g)
- Nitrát-tartalom – NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/kg)

#### **Összes szárazanyag-tartalom (%) meghatározása**

Az összes szárazanyag-tartalom mérése az *MSZ-08-1783-1:1983 szabvány 2. fejezete alapján* került meghatározásra. A folyamat során a petricsészét 103±1 °C-on 30 percig hőkezeltük szárítószekrényben – VWR, DRY-Line®, USA (9. ábra), majd hűtés és tömegmérés következett. A vizsgálandó mintát homogenizáltuk, majd 5 g-ot bemértünk az edénybe négytizedes pontossággal. A mintát tartalmazó edényt 105 °C-ra előmelegített szárítószekrénybe helyezve tömegállandóságig ~ 4 órán keresztül szárítottuk (10. ábra). Miután lehűlt, a tömegveszteség alapján a szárazanyag-tartalmat százalékos arányban adtuk meg.



9. ábra: Szárítószekrény

10. ábra: Szárított növényi minta

(Fotó: Saját felvétel, 2021)

## Összpolifenol-tartalom (mg GAE/100 ml) meghatározása

Az összpolifenoltartalom mennyiségének meghatározása a *Meda et al.* (2005) és *Abrankó et al.* (2011) által leírt kolorimetrikus módszer alapján történt. Ebben a *Folin-Ciocalteu* reagensnek van meghatározó szerepe, ugyanis a benne lévő savak (foszfowolframsav és foszfomolibdénsav) oxidálják a fenolos komponenseket, melynek eredményeként az oldat kékre színeződik. A színváltozás mértéke alapján kvantitatívan meghatározható a fenolos vegyületek mennyisége. Minél sötétebb a szín, annál nagyobb a vegyület mennyisége. A vizsgálat előkészítése során, az 5 g-os, homogén növényi mintát 50 ml, 80% metanolt (MeOH) és 20% desztillált vizet (DV) tartalmazó elegyben oldottunk fel, majd szűrőpapíron leszűrtük, a 11. ábrán látható módon. A kalibrációs görbe elkészítéséhez galluszsav törzsoldatot (200 mg/l) használtunk. A kalibrációs oldatok koncentrációja 0; 5; 10; 20; 50; 100 és 200 mg/l volt. Az előkészített minták (12. ábra) fenolos vegyülettartalmának kvantitatív meghatározására spektrofotométert (VWR, UV-1600PC UV-Vis, USA) alkalmaztunk. Az abszorbancia értékét  $\lambda=760$  nm-es hullámhosszon, három párhuzamos mérés átlagaként határoztuk meg. A kapott abszorbancia értékeket galluszsav-standarddal készített kalibrációs görbe alapján mg GAE galluszsav egyenérték/100 g friss tömeg egységben fejeztük ki.



**11. ábra:** Homogén növényi minták      **12. ábra:** A mérendő növényi oldatok

(Fotó: Saját felvétel, 2021)

## Flavonoid-tartalom (mg CE/100 ml) meghatározása

A flavonoid-tartalom kvantitatív meghatározására *Kim et al.*, (2003) által publikált kolorimetriás módszert alkalmaztuk. A méréseket VWR UV-1600PC UV-Vis (USA) spektrofotométerrel végeztük. A minta és a kalibrációs oldat előkészítése során 5 g homogenizált mintát oldottunk fel 50 ml 80:20 arányú MeOH:DV elegyben. A kalibrációs görbe előkészítéséhez catechin (CE) törzsoldatot használtunk, melynek koncentrációja 200 mg/l volt. A kalibrációs görbe elkészítéséhez használt oldatok koncentrációja 0; 20; 40; 60; 80 és 100 mg/l volt (13. ábra). Az előkészített növényi minták

oldatait 10 mm-es küvettába öntöttük és az abszorbanciát  $\lambda=510$  nm hullámhosszra beállított spektrofotomérrel mértük. A minták színintenzitásának vizsgálata során megállapított, hogy a rózsaszín árnyalatának sötétedésével arányosan nő a flavonoid vegyületek koncentrációja (14. ábra). Az eredményeket mg Catechin egyenértékre vonatkozva, 100 g friss tömegre adtuk meg.



**13. ábra:** Catechin kalibrációs oldatok

**14. ábra:** Növényi oldatok

(Fotó: Saját felvétel, 2021)

#### **Nitráttartalom ( $\text{NO}_3^-$ ) meghatározása (mg/kg)**

A növényi minták nitrát-tartalmának meghatározása folyadékáramlásos (CONTIFLOW) módszer alapján történt, FIAstar 5000 Analyzer (Dánia) készülékkel. A folyamat során a nitrit ionok vöröses-bíbor azoszínézzé alakulnak. Ennek színintenzitását spektrofotometriás mérésel,  $\lambda=540$  nm hullámhosszon határoztuk meg (Abrankó et al., 2011), az MSZ EN 12014-7:1999 szabvány 6. fejezet alapján. A nitráttartalmat friss tömegre vonatkoztatva, mg/kg nitráttion ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ ) egységben fejeztük ki.

#### **Aszkorbinsav-tartalom (C-vitamin) meghatározása (mg/100 g)**

A növényi minták C-vitamin mennyiségének meghatározása az MSZ ISO 6557-2:1991 2. fejezet alapján került meghatározásra. A mérés redoxi-titrálással történik, mely során az aszkorbinsav dehidroaszkorbinsavvá oxidálódik. A C-vitamin mennyisége mg/100 g friss tömegre vonatkoztatva került meghatározásra.

### **3.5. Statisztikai vizsgálat**

A kísérleti eredmények feldolgozásához és rendszerezéséhez a Microsoft® Excel® 365 MSO (verzió:2412) programot használtunk. Az adatok értékelésére varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk Huzsvai, (2012) és Berzsenyi, (2015) szempontjai alapján, az elemzéseket IBM SPSS programcsomaggal (25. verzió) végeztük.

Az **egytényezős varianciaanalízis** alkalmazásának három fő feltétele van, amelyet figyelembe vettünk az adatok statisztikai értékelésekor a kezelések közötti szignifikáns különbségek meghatározásakor:

- A fajok/fajták kiértékelésekor véletlenszerű mintavétel történt, melyet a kísérleti elrendezés (randomizált blokkrendezés) biztosított.
- A mérési adatoknak normál eloszlásúnak kell lenniük, amelyet grafikus módon (Q-Q plot ábrák, hisztogram) és statisztikai próbákkal (Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk tesztek) ellenőriztünk.
- A kezeléskombinációk (csoportok) szóráshomogenitásának érvényesülése (homoszkedasztikus modell), amelyhez Levene-tesztet használtunk. Ez alapján határoztuk meg, hogy mely post hoc teszt használható a varianciaanalízis során.

Amennyiben a Levene-teszt eredménye szignifikáns volt ( $p$ -érték kisebb, mint az általunk meghatározott szignifikanciaszint), akkor a szóráshomogenitás nem teljesült (az egyes kezeléskombinációk, csoportokon belüli szórások különböznek). Ebben az esetben a post hoc elemzések során az eltérő szórásnégyzetekre vonatkozó Games-Howell-tesztet alkalmaztuk. A nem szignifikáns eredmény (szóráshomogenitás) esetén Tukey- (vagy LSD-) tesztet vizsgáltuk, hogy mely kezelések között van igazolható különbség.

Az eredményeket 5%-os ( $p < 0,05$ ) és 1%-os ( $p < 0,01$ ) hibavalószínűségi szint mellett értékeltük.

A vizsgált agronómiai és minőségi paraméterek közötti összefüggések feltárására **Pearson-féle korrelációs** együtthatót ( $r$ ) számítottunk. A szignifikancia szintet  $p < 0,05$  és  $p < 0,01$  szinten határoztuk meg.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSEK

### 4.1. A termesztési idő és a salátafajták együttes hatása a morfológiai és beltartalmi paraméterekre fóliás termesztésben

A salátafajták részletes mérési adatait a 17–22. számú mellékletek tartalmazzák.

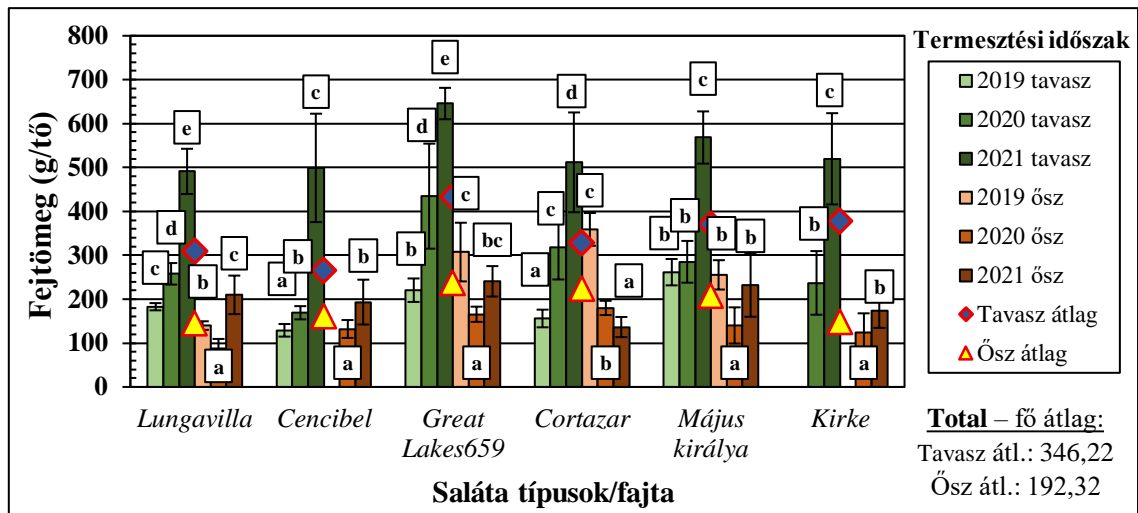
*A salátafej tömegének értékelése*

Megállapítható, hogy a termesztési időszak alapvetően meghatározta a fejtömeget. A 15. diagram adatai alapján a tavaszi átlaghozam (346,22 g/tő) minden genotípusnál szignifikánsan nagyobb hozamot eredményezett, mint az őszi termesztés idején (192,32 g/tő). Ezt a jelentős különbséget elsősorban a tavaszi időszak kedvezőbb klimatikus tényezői magyarázzák, különösen a vegetatív fejlődés szempontjából kedvezőbb hőmérsékleti tartomány (~22 °C) és a nagyobb besugárzási érték.

A tavaszi időszakokon belül a legnagyobb terméseredményeket (491,00–645,55 g) 2021-es évben mértük. Ezt a kiugró teljesítményt a talaj rendkívül magas, a növények számára könnyen felvehető nitrogéntartalma (244,0 mg/kg) indokolhatta. Ezzel szemben a legalacsonyabb tavaszi hozamokat 2019-ben regisztráltuk, ahol a magasabb sótartalom (0,10%) és az alacsonyabb besugárzás (139,74 W/m<sup>2</sup>) együttesen limitálták a növekedést.

Az őszi termesztés során hasonló, de eltérő okokra visszavezethető évszabados hatás volt kimutatható. A legkedvezőbbnek a 2019-es év bizonyult, a legnagyobb besugárzás (96,84 W/m<sup>2</sup>) és átlaghőmérséklet (13,80 °C) révén. A legalacsonyabb őszi fejtömegeket (87,74–180,00 g) a 2020-as évben mértük, ahol a kritikus mértékben lecsökkent fényintenzitás (41,47 W/m<sup>2</sup>) és a magas páratartalom (90,55%) gátolta a növények fejlődését.

A vizsgált fajták között is markáns különbségek voltak megfigyelhetőek. A legnagyobb fejtömeget a *Great Lakes 659* jégsaláta produkálta (646 g/tő), ami messze meghaladja a hazai piaci igényeket (180-300 g), gazdasági kihívást jelentve a termesztőknek. Ezzel szemben a legkisebb fejtömeget a *Kirke* fajtánál mértük (236,97 g/tő). A fajták tulajdonságai rávilágítanak a termesztők (vastagabb, szállítható levél) és a fogyasztók (vékony, finom levél) eltérő elvárásaira. Fontos továbbá, hogy bár a zárt fejű típusok nagy fejtömeget adnak, de a belső, fényhiányos leveleik tápanyagtartalma általában alacsonyabb, mint a lazább szerkezetűeké. Éppen ezért a termesztői stratégia kulcsa a piacdifferenciálás lehet. A kísérletben szereplő, nagy fejméretű *Great Lakes 659* a feldolgozóipar vagy az export, míg a finomabb levelű *Május királya* a hazai friss piac számára lehet ideális.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**15. ábra:** Salátafajták fejtömeg (g/tő) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

#### Torzsaméret értékelése

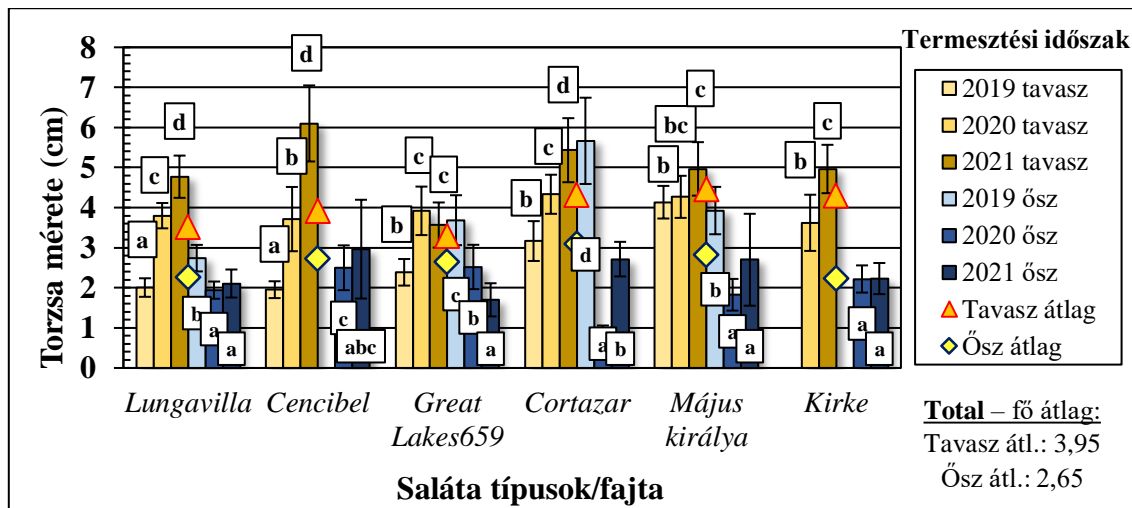
Feldolgozóipari szempontból a rövidebb torzsa a kívánatos, mivel a hosszú szár növeli a tisztítási veszteséget (vágási hulladékot), ezáltal csökkenti a konyhakész termék kihozatalát. Megállapítható, hogy a termesztési időszak a fejtömeghez hasonlóan a torzsa méretét is meghatározta (16. ábra). A tavaszi ciklusban mért 3,95 cm-es átlag szignifikánsan nagyobb volt az őszi 2,65 cm-es értéknél, amit feltehetően a kedvezőbb tavaszi fény- és hőviszonyok magyaráznak.

**Tavaszi időszakban** a leghosszabb torzsákat 2021-ben mértük, amit a talaj kiugróan magas (244,0 mg/kg) nitrogéntartalma okozhatott. Ezzel szemben a legrövidebbeket 2019-ben regisztráltuk. Itt a nagyobb, 0,10%-os sótartalom és az alacsony, 139,74 W/m<sup>2</sup>-es besugárzás gátolhatta a növekedést.

Az **őszi időszakban** a legkedvezőbb év 2019 volt, ahol a nagyobb besugárzás (96,84 W/m<sup>2</sup>) és az átlaghőmérséklet hosszabb torzsa fejlődését eredményezte. A legrövidebb őszi torzsákat 2020-ban mértük, a kritikusan alacsony, 41,47 W/m<sup>2</sup>-es fényintenzitás és a magas páratartalom miatt.

A **fajták között** is jelentős genetikai különbségek figyelhetők meg a torzsaméretben, ami kulcsfontosságú a piaci értékesítés és a termesztés szempontjából. A *Cencibel* és a *Cortazar* fajták mutatták a leghosszabb, kedvező tavaszi időszakban akár 5,5-6 cm-t is meghaladó torzsákat, ami a piacon hátrányt jelenthet, mivel a fogyasztók és a feldolgozóipar is a kisebb, kevesebb hulladékkal járó torzsát részesíti előnyben. Ezzel szemben a *Great Lakes 659* és a *Lungavilla* fajták kompaktabb, jellemzően 3-4 cm

közötti torzsával rendelkeznek, ami jobban megfelel a piaci elvárásoknak. Különösen a *Great Lakes 659* jégsaláta bizonyul ideális kompromisszumnak, mivel a korábbi adatok alapján ez a fajta képes a több mint 640 g-os fejtömeget egy viszonylag rövid, mindössze 3-4 cm-es torzsán kinevelni. Ez a tulajdonság teszi értékessé, mert egyszerre elégíti ki a termesző (magas hozam) és a piac (kis torzsa, nagy hasznos részarány) igényeit.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**16. ábra:** Salátafajták torzsa mérete (cm/db) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

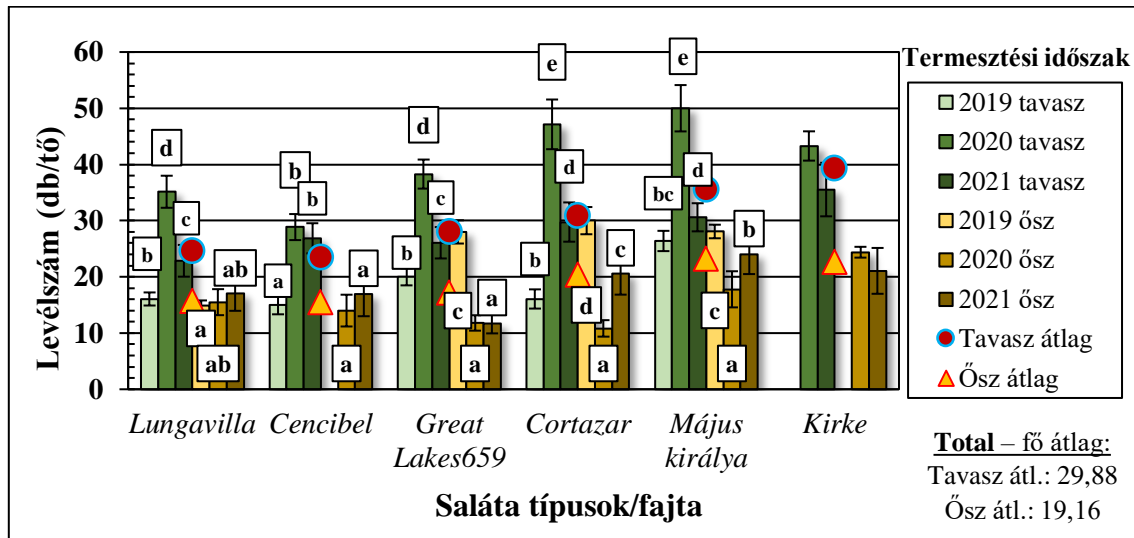
#### Levélszám értékelése

A vizsgált saláta genotípusok levélszámát is, alapvetően meghatározták a termesztési időszak környezeti tényezői (17. ábra). A tavaszi termesztés szignifikánsan nagyobb átlagos levélszámát (30 db/tő) az őszihez (19 db/tő) képest a kedvezőbb fotoperiódus és a vegetatív fejlődés számára kedvezőbb hőmérsékleti viszonyok magyarázhatják.

A **tavaszi** évjáratok közötti különbségeket a talaj tápanyagtartalma és az abiotikus stresszfaktorok okozhatták. 2021-ben a nagyobb nitrogénszint intenzív növekedést és több levelet eredményezett. Ezzel szemben 2019-ben a nagyobb sótartalom és az alacsony besugárzás stresszt okozhatott a növényeknek, ami alacsonyabb levélszámhoz vezetett.

Az **őszi** termesztés során is egyértelmű évjárat hatása volt kimutatható. A legkedvezőbbnek a 2019-es őszi év bizonyult, ahol a nagyobb besugárzás és átlaghőmérséklet több levél fejlődését tette lehetővé. Ezzel szemben a 2020-as őszi évben a kritikus alacsony fényintenzitás és a magas páratartalom korlátozták a fotoszintetikus aktivitást és a növények általános fejlődését, ami a legalacsonyabb levélszámokat eredményezte.

A **fajtákat összehasonlítva** megállapítható, hogy a növekvő levélszám nem járt egyértelműen nagyobb fejtömeeggel (biomasszával). A legnagyobb, közel 50 darabos levélszámú genotípusok (*Cortazar*, *Május királya*) nem mutattak sokkal nagyobb fejtömeget. Ezzel szemben a legnagyobb biomasszát elérő *Great Lakes 659* közepes, 30-40 darabos levélszámmal rendelkezett. Ez a jelenség arra utal, hogy a fejtömeget a levélszámnál nagyobb mértékben befolyásolják a levelek fizikai tulajdonságai (pl. vastagság, szövetsűrűség), valamint ezek elrendeződése, vagyis a fej tömörsége.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**17. ábra:** A Salátafajták levélszám (db/tő) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

#### Levélalakindex értékelése

A **termesztési időszak** befolyásolta a levélformát. Ősszel az alacsonyabb fényintenzitás hatására hosszúkásabbak (átlagindex: 1,20), míg a tavaszi bőséges fény mennyiség a kerekesebb levélformának kedvezett (átlagindex: 1,09), melynek adatai a 11. táblázatban láthatóak.

**Tavasszal** a leginkább kerekded, legkompaktabb (alakindex: 0,69–1,85) levélformát 2020-ban mértük a kiemelkedő besugárzásnak köszönhetően. Ez a levél morfológia jellemző a tavaszi időszakban, lehetővé téve a tömör, nagy fej kialakulását. Emellett a *Great Lakes 659* fajtánál rendkívül alacsony, 0,7-es indexértéket állapítottunk meg. Ezzel szemben 2021-ben a talaj romló minősége miatti stressz hatására a levelek megnyúltak, ami különösen a *Cencibel* fajtánál volt megfigyelhető.

**Ősszel** a 2019-es év volt a legkedvezőbb a nagyobb besugárzás és átlaghőmérséklet miatt. Fontos megjegyezni, hogy az őszi "kedvező" állapot más növekedési stratégiát jelent. A cél itt nem a tömör fej képzése, hanem a csökkenő fényintenzitás maximális

kihasználása. Ez eredményezett hosszúkás leveleket. A legnagyobb indexértékeket a *Cortazar* (2,6) és a *Great Lakes 659* (1,3) fajtáknál mértünk. Ezzel szemben 2020-ban a kritikusan alacsony fényintenzitás (41,47 W/m<sup>2</sup>) kerekdedebb levélformát eredményezett.

A **fajták között** jelentős különbségek figyelhetők meg a levélformában, ami kulcsfontosságú a fajta jellegének és piaci értékének szempontjából. A *Cortazar* mutatta a leginkább megnyúlt, római salátára jellemző levélformát, kedvező körülmények között 2,6-os indexet elérve. Ezzel szemben a *Great Lakes 659* és a *Lungavilla* kompaktabb típusok, 1,0 körüli vagy az alatti indexértékük a tömör fej kialakításának előfeltétele. Közülük a *Great Lakes 659* jégsaláta, tavasszal kerekded (0,7-es index), így nagy tömegű (akár 640 g-os), piacos fejet képes nevelni.

**11. táblázat:** A saláta levélalakindexének (hosszúság/szélesség) alakulása a tavaszi/őszi **fólia alatti** termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

<i>Levél alakindex (hosszúság/szélesség)</i>								
<i>Saláta fajta/ Termesztési időszak</i>	<b>Tavaszi</b>			<i>Évek átlaga</i>	<b>Ősz</b>			<i>Évek átlaga</i>
	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>		<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	
<i>Lungavilla</i>	0,8±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>a</sup>	<b>0,80</b>	1,0±0,1 <sup>bc</sup>	1,0±0,1 <sup>c</sup>	0,9±0,1 <sup>b</sup>	<b>0,99</b>
<i>Cencibel</i>	0,9±0,1 <sup>a</sup>	0,9±0,1 <sup>a</sup>	1,1±0,1 <sup>b</sup>	<b>1,01</b>	n.a.	1,1±0,1 <sup>b</sup>	1,2±0,2 <sup>b</sup>	<b>1,18</b>
<i>Great Lakes659</i>	1,1±0,1 <sup>c</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,9±0,1 <sup>b</sup>	<b>0,90</b>	1,3±0,1 <sup>d</sup>	0,9±0,1 <sup>b</sup>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	<b>1,00</b>
<i>Cortazar</i>	2,2±0,2 <sup>d</sup>	1,9±0,2 <sup>c</sup>	1,3±0,3 <sup>b</sup>	<b>1,81</b>	2,6±0,3 <sup>e</sup>	1,5±0,1 <sup>b</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,67</b>
<i>Május királya</i>	1,0±0,1 <sup>abc</sup>	1,1±0,1 <sup>cd</sup>	1,0±0,0 <sup>a</sup>	<b>1,00</b>	1,2±0,1 <sup>d</sup>	1,4±0,1 <sup>e</sup>	1,0±0,1 <sup>bc</sup>	<b>1,20</b>
<i>Kirke</i>	n.a.	1,1±0,1 <sup>a</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,02</b>	n.a.	1,2±0,1 <sup>ab</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,08</b>

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); **n.a.** – nincs adat

#### *Salátafej alakindex értékelése*

A **termesztési körülmények**, a genetikai adottságokon túl, a saláta fejformáját is befolyásolták. Ősszel az alacsonyabb fényintenzitás miatt megnyúltabbak lettek a fejek (átlagos alakindex: 0,99), szemben a tavaszi kompaktabb, 0,85-ös átlaggal (12. táblázat).

**Tavasszal** a legkedvezőbb év a 2020-as volt. A bőséges besugárzás ekkor tette lehetővé a leginkább piacképes, lapított, tömör fejek kialakulását, ahogy azt a *Great Lakes 659* és a *Május királya* rendkívül alacsony, 0,5-ös indexértéke is mutatja. Ezzel szemben a 2021-es évben a rosszabb talajminőség, illetve az ingadozóbb hőmérsékleti értékek okozta stressz több fajtánál (pl. *Cencibel*: 1,5 alakindex) laza, alacsony minőségű fejszerkezetet eredményezett.

Az **ősz** hatása a *Cortazar* fajtánál a két év összehasonlításával látszik a legjobban. Míg a fényszegény 2020-as ősz a fényhiány miatt aránytalanul megnyúlt, 2,3-as indexű és csak ~230 g-os fejeket eredményezett, addig a kedvezőbb 2019-es ősz a valódi piacképes állapotot eredményezte, azaz arányosabb, 1,5-ös alakindexet és közel 350 g-os fejtömeget mértünk.

A **fajták** eltérő genetikai tulajdonságai és piaci értéke alapján három csoport különíthető el. A kúpos formát a római saláta típusú *Cortazar* képviseli, melyet az 1,1 feletti indexérték is bizonyít, de a fényhiányra megnyúlással reagált. Ezzel szemben a piacon legkeresettebb lapított, tömör fejformát (index < 0,8) a *Great Lakes 659*, a *Május királya* és a *Lungavilla* mutatta. Közülük a *Great Lakes 659* bizonyult a legjobbnak, mivel a legnagyobb fejtömeget a leginkább lapított, 0,5-ös alakindexű formával párosította. A harmadik csoportot a lazább fejszerkezetű *Cencibel* és *Kirke* fajták alkotják, amelyek a 2021-es tavaszi hőingadozásra megnyúlással reagáltak (index: 1,5 és 1,1), ami termesztési szempontból hátrányos tulajdonságnak tekinthető.

**12. táblázat:** A salátafej alakindexének (magasság/átmérő) változása a termesztési időszakok függvényében, fólia alatt nevelt fajtáknál (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	Fej alakindex (magasság / átmérő)							
	Tavasz			Évek átlaga	Ősz			Évek átlaga
	2019	2020	2021		2019	2020	2021	
<i>Lungavilla</i>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,7±0,1 <sup>b</sup>	<b>0,64</b>	0,7±0,1 <sup>ab</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,9±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,76</b>
<i>Cencibel</i>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	1,5±0,1 <sup>d</sup>	<b>0,91</b>	n.a.	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,2±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,91</b>
<i>Great Lakes659</i>	0,8±0,1 <sup>c</sup>	0,5±0,0 <sup>a</sup>	0,9±0,2 <sup>d</sup>	<b>0,73</b>	1,0±0,2 <sup>d</sup>	0,6±0,1 <sup>b</sup>	1,1±0,2 <sup>d</sup>	<b>0,92</b>
<i>Cortazar</i>	1,1±0,1 <sup>a</sup>	1,1±0,1 <sup>a</sup>	1,8±0,6 <sup>bc</sup>	<b>1,31</b>	1,5±0,1 <sup>b</sup>	2,3±0,4 <sup>c</sup>	1,2±0,2 <sup>a</sup>	<b>1,65</b>
<i>Május királya</i>	0,7±0,1 <sup>a</sup>	0,5±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	<b>0,66</b>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,0±0,1 <sup>c</sup>	<b>0,80</b>
<i>Kirke</i>	n.a.	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,1±0,3 <sup>b</sup>	<b>0,84</b>	n.a.	0,7±0,1 <sup>a</sup>	1,2±0,2 <sup>b</sup>	<b>0,92</b>

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); **n.a.** – nincs adat

#### NDVI szám értékelése

Az **NDVI** a növényzet egészségi állapotát és zöldtömegének sűrűségét jelző mutató, ahol a magasabb érték nagyobb vitalitást jelez. Bár a termesztési szezon alapvetően befolyásolta a saláták NDVI-értékét, a tavaszi (~0,77) és őszi (~0,78) átlagok között nem mutatkozott szignifikáns különbség (13. táblázat). A növények általános kondíciója tehát mindkét időszakban hasonló volt, de vélhetően eltérő környezeti tényezők hatására.

A **tavaszi NDVI** értékeket alapvetően a talaj állapota határozta meg. 2019-ben a nagy (0,10%-os) sótartalom okozta stressz miatt mérhettük a legalacsonyabb értékeket. Ezzel szemben 2021-ben a legmagasabb NDVI-t nem a jó kondíció, hanem a nagyobb, (244,0 mg/kg) felvehető nitrogéntartalom okozhatta. Ez a nitrogén-túlkínálat intenzív vegetatív növekedést és klorofill-termelést indukált, ami a növény valós kondícióját meghaladó, nagy NDVI értéket eredményezett. Ez a jelenség a minőség rovására ment és a fejek megnyúlásához vezetett.

Az **őszi termesztésnél** az évjárathatást elsősorban a fényintenzitás mértéke határozta meg. A legvitálisabb állomány a 2019-es évben fejlődött, ahol a legnagyobb besugárzás (96,84 W/m<sup>2</sup>) tette lehetővé a növények optimális fejlődését, ami igen nagy NDVI értékekben (0,8-0,9) nyilvánult meg. Ezzel szemben a leggyengébb kondíciót a 2020-as évben tapasztaltuk, ahol a fotoszintézist limitáló fényintenzitás (41,47 W/m<sup>2</sup>) korlátozta a fotoszintetikus aktivitást.

A fajták reakciói a környezeti stresszre igen eltérőek voltak. A *Cortazar* bizonyult a leginkább "szélsőséges" fajtának. A legnagyobb (0,9) és a legalacsonyabb (0,6) NDVI értéket is ennél a fajtánál mértük, ami a környezeti viszonyokra való fokozott érzékenységét mutatja. Ezzel szemben a *Great Lakes 659*, *Május királya* és *Kirke* fajták stabilan nagy, 0,7-0,8 közötti NDVI értékeket produkáltak, jelezve megbízható, kiegyensúlyozott teljesítményüket.

**13. táblázat:** Salátafajták NDVI értékének alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	NDVI							
	Tavaszi				Ősz			
	2019	2020	2021	Évek átlaga	2019	2020	2021	Évek átlaga
<i>Lungavilla</i>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,71</b>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,74</b>
<i>Cencibel</i>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,74</b>	n.a.	0,8±0,1 <sup>bc</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,81</b>
<i>Great Lakes659</i>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	<b>0,76</b>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,81</b>
<i>Cortazar</i>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,9±0,0 <sup>d</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,80</b>	0,9±0,0 <sup>e</sup>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,73</b>
<i>Május királya</i>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	<b>0,76</b>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>bc</sup>	<b>0,78</b>
<i>Kirke</i>	n.a.	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,83</b>	n.a.	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>a</sup>	<b>0,79</b>

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); n.a. – nincs adat

#### SPAD szám értékelése

A **SPAD-érték** a levelek relatív klorofilltartalmát mutatja, ami szoros kapcsolatban áll a növény nitrogénellátottságával és fotoszintetikus aktivitásával. A magasabb érték általában zöldebb, egészségesebb levélzetre utal. A tavaszi értékek (átlag ~32,7) a

kedvezőbb fény- és hőmérsékleti viszonyok miatt következetesen nagyobbak voltak az ősziéknél (átlag ~26,0).

Az évjáráthatás mindkét szezonban kimutatható volt (14. táblázat). A legmagasabb klorofilltartalmat a növények a 2019-es és 2020-as **tavaszi ciklusokban** érték el, amikor a kedvező környezeti feltételek lehetővé tették az intenzív klorofill-termelést. Ezzel szemben a klorofilltartalom csökkenését az **őszi időszakokban**, különösen a 2020-as évben regisztráltuk. Ez a visszaesés a *Cortazar* fajtánál (26,3) volt szembetűnő, párhuzamba állítható az NDVI-adatoknál is említett, kritikusan alacsony fényintenzitással, ami gátolhatta a fotoszintézis biokémiai folyamatait.

A **fajták között** is jelentős különbségek voltak. A *Cortazar* és a *Great Lakes 659* mutatták a legmagasabb, 41 feletti tavaszi és 32 feletti őszi átlagos klorofilltartalmat, ami jelentősen meghaladta a többi fajta teljesítményét. Ez a dominancia a fajták kedvező genetikai adottságaira utalhat. Ugyanakkor a *Cortazar* extrém érzékenységet is mutatott a kedvezőtlen, fényhiányos körülményekre. A 2020-as őszi időszakban, a megfelelő talajviszonyok ellenére, a szélsőségesen alacsony besugárzás (41,47 W/m<sup>2</sup>) hatására élettani teljesítménye (SPAD) nagymértékben leromlott, és az előző évi 41,6-os értékről 26,3-ra esett vissza. A skála másik végén a *Lungavilla* és a *Kirke* fajták álltak, amelyek mindkét termesztési ciklusban alacsonyabb SPAD-értékeket mutattak. A *Lungavilla* medián értéke 20 körül, míg a *Kirke*-é 22 körül mozgott, ami jelentősen elmarad a többi fajta 30-40 közötti értékeitől. A *Május királya* egy stabil, jó közepes teljesítményt nyújtó fajtának bizonyult, mivel méréseinek többsége a 32-39 SPAD tartományba esett.

**14. táblázat:** Salátafajták SPAD értékének alakulása a tavaszi/őszi **fólia alatti** termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	SPAD								
	Tavasz				Évek átlaga	Ősz			Évek átlaga
	2019	2020	2021			2019	2020	2021	
<i>Lungavilla</i>	23,2±2,9 <sup>de</sup>	23,7±2,9 <sup>c</sup>	17,9±2,8 <sup>b</sup>	<b>21,6</b>	19,2±1,5 <sup>bc</sup>	20,3±1,1 <sup>cd</sup>	13,5±5,3 <sup>a</sup>	<b>17,7</b>	
<i>Cencibel</i>	28,7±1,3 <sup>b</sup>	31,7±1,7 <sup>c</sup>	29,5±4,2 <sup>bc</sup>	<b>30,0</b>	n.a.	25,5±3,4 <sup>a</sup>	23,1±4,2 <sup>a</sup>	<b>24,3</b>	
<i>Great Lakes659</i>	42,7±4,7 <sup>c</sup>	41,6±3,1 <sup>c</sup>	38,9±4,3 <sup>c</sup>	<b>41,1</b>	30,6±6,3 <sup>a</sup>	33,1±8,6 <sup>abc</sup>	33,6±06,5 <sup>ab</sup>	<b>32,4</b>	
<i>Cortazar</i>	44,0±4,1 <sup>c</sup>	42,2±3,7 <sup>d</sup>	38,8±7,4 <sup>bc</sup>	<b>41,7</b>	41,6±1,5 <sup>c</sup>	26,3±0,4 <sup>a</sup>	37,9±3,8 <sup>b</sup>	<b>35,2</b>	
<i>Május királya</i>	33,2±1,4 <sup>c</sup>	39,7±3,5 <sup>d</sup>	39,1±3,8 <sup>d</sup>	<b>37,3</b>	24,8±2,0 <sup>a</sup>	30,5±1,0 <sup>b</sup>	33,3±4,4 <sup>bc</sup>	<b>29,5</b>	
<i>Kirke</i>	n.a.	28,0±2,1 <sup>c</sup>	20,8±2,4 <sup>b</sup>	<b>24,4</b>	n.a.	19,8±2,0 <sup>b</sup>	13,3±3,0 <sup>a</sup>	<b>16,5</b>	

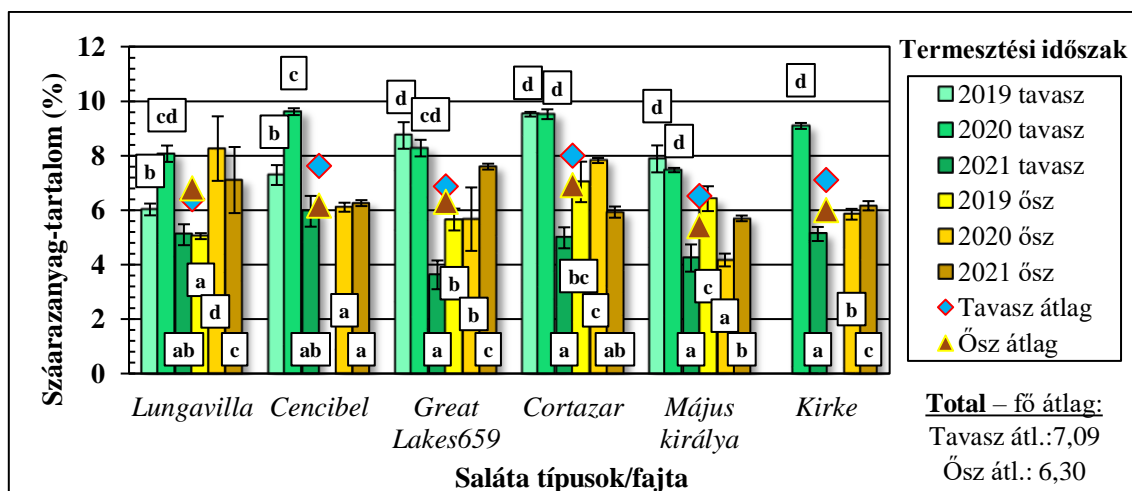
\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); **n.a.** – nincs adat

### Szárazanyag-tartalom értékelése

A szárazanyag-tartalom kulcsfontosságú mutató a saláták pulton tarthatóságával (*shelf life*) kapcsolatban, mivel a magasabb érték szinte mindig hosszabb eltarthatóságot jelent. Ennek oka, hogy a több szárazanyag vastagabb és erősebb sejtfalakat eredményez

A **termesztési időszakok** meghatározták a saláták szárazanyag-tartalmát. A **tavaszi értékek** (átl. 7,09%) nagyobbak voltak az **őszi**knél (átl. 6,30%), mivel a tavaszi körülmények kedvezőbbek a biomassza-képzéshez (18. ábra). Az évjáráthatás is kimutatható volt. Fokozott szárazanyag-felhalmozást (összes fajta átl. 8,67%) a növények a 2020-as tavaszi ciklusban értek el, amikor a kedvező környezeti és talajtani feltételek lehetővé tették az intenzív növekedést.

A **fajták** közül a *Cencibel* és a *Cortazar* mutatta a legnagyobb szárazanyag-tartalmat (2020 tavaszán 9,5% felett), ami kedvező genetikai adottságokra utalhat. A *Great Lakes 659* egy kettős hasznosítású fajtának bizonyult. Egyrészt a tavaszi időszakban ennél a fajtánál volt megfigyelhető a legnagyobb visszaesés. A talaj tápanyag-ellátottságának 2021-es romlására rendkívül érzékenyen reagált, szárazanyag-tartalma jelentősen, átl. 8,51%-ról 3,62%-ra esett vissza. Másrészt az őszi, fényhiányos szezonban bizonyította stabilitását, ahol a egyik legjobb eredményét (7,60%) produkálta 2021-ben. Ez arra utalhat, hogy a fényhiányt jobban tolerálja, mint a tápanyaghiányt. A *Május királya* fajta fokozott érzékenységet a limitáló tényezőkre jól mutatja a két, szinte azonos leggyengébb eredménye. A 2020 őszi (4,17%) alacsony érték a fényhiány, míg a 2021 tavaszi (4,24%) az alacsonyabb tápanyagszintre vezethető vissza. Ez alátámasztja, hogy a növekedést bármelyik, minimumszintre süllyedő alapvető tényező képes gátolni.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**18. ábra:** Salátafajták szárazanyag-tartalmának (%) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

## Összpolifenol-tartalom értékelése

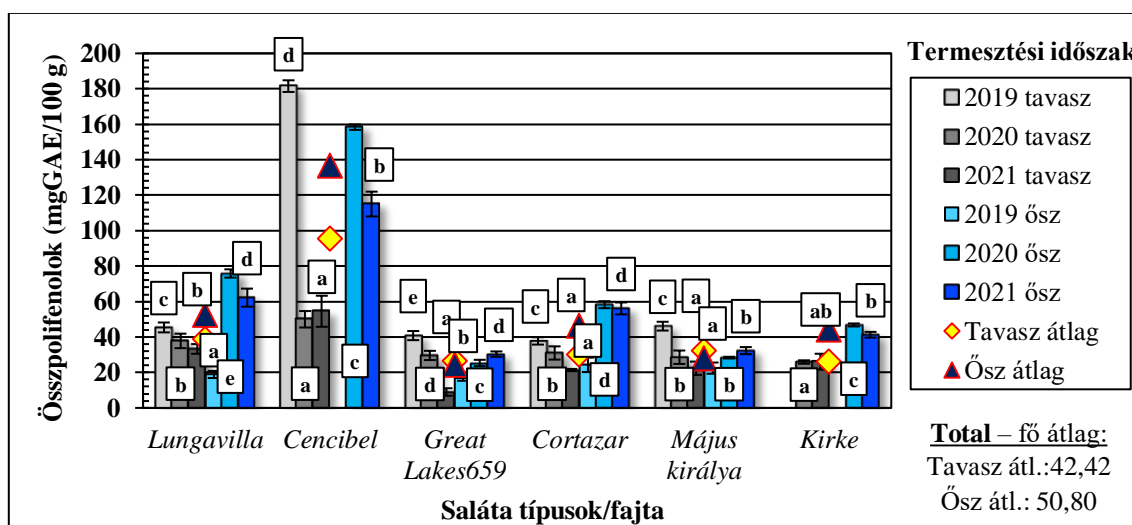
A növények TPC-tartalmát a védekező mechanizmusok (környezeti stressz) és a genetika (pl. vörös fajták magasabb antocián-tartalma) határozzák meg (19. ábra.).

A **termesztési időszak** szignifikánsan befolyásolta a TPC-t. Az őszi termesztés nagyobb értékeket (átl. 50,80 mg GAE/100 g) eredményezett, mint a tavaszi (átl. 42,42 mg GAE/100 g), jelezve, hogy az őszi periódus nagyobb stresszt jelentett a növényeknek.

A **tavaszi** polifenol-tartalmat elsősorban a talaj állapot határozhatta meg. Míg a növekedés szempontjából legkedvezőbb 2020-as évben az átlagos polifenol-érték 33,81 mg GAE/100 volt, addig a stresszesebb 2019-es évben, a nagyobb talaj-sótartalom jelentős polifenol-termelést vált ki, például a *Cencibel* fajtánál (181,53 mg GAE/100).

Az **őszi szezon** meghatározó stressztényezője feltehetően a fényhiány és a kedvezőtlen klíma lehetett. Emiatt magasabb polifenol-értékeket mértünk mind a 2020-as, mind a 2021-es évben, valószínűleg a 2019-es bázisévnel alacsonyabb besugárzás és hőmérséklet miatt. A csúcserteket eredményező 2020-as évben ezt a hatást a kimagaslóan nagy páratartalom is fokozhatta, magyarázva a két év közötti különbséget.

A **fajták** stresszreakciója jelentősen eltért. Erre kiváló példa a *Cencibel*, amelynek kiemelkedő értékei mögött kettős ok állhat. Ennek a vörös levelű fajtának genetikailag eredendően nagyobb a polifenol-szintje (50-55 mg GAE/100 g), és a stressz hatást okozó időszakokban (pl. sóstressz vagy fényhiány) kiugróan, akár 180 mg/100 g fölé is emelkedhet. Ezzel szemben a zöld levelű *Great Lakes 659* és *Május királya* fajták stabilan alacsony, 20-40 mg GAE/100 g közötti értékeket mutattak, jelezve gyengébb stresszválaszukat.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

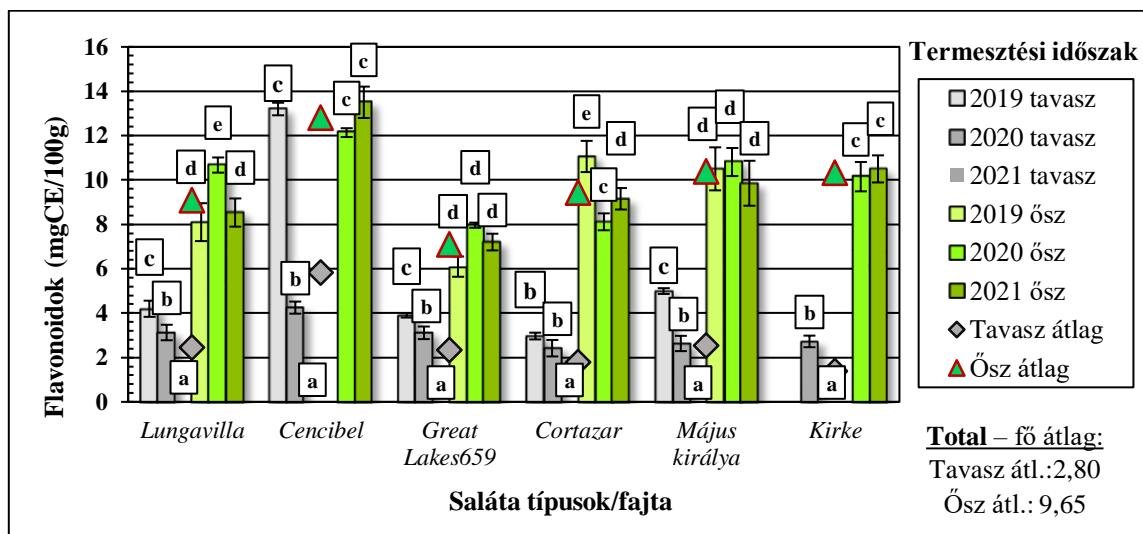
**19. ábra:** Salátafajták összes polifenol-tartalmának (mg GAE/100 g) alakulása a tavaszi/őszi **fólia alatti** termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

### Flavonoid-tartalom értékelése

A flavonoidok a polifenolok egy kulcsfontosságú, erős antioxidáns hatású alcsoportját képezik. Tartalmuk a salátákban nagyon hasonló mintázatot mutatott, mint az összpolicenoloké, de a környezeti hatásokra adott válaszreakciók még szembetűnőbbek voltak (20. ábra).

A **termesztési időszak** klimatikus hatása itt még inkább igazolódott, hiszen az **őszi termés** átlagos flavonoid-tartalma (9,65 mg CE/100g) több mint háromszorosa volt a **tavaszi értéknek** (2,80 mg CE/100g). A jelenség mögött (az összpolicenol-tartalomhoz hasonlóan) az őszi időszak kedvezőtlen klimatikus tényezői állnak. A 2019-es báziséhoz képest mind a 2020-as, mind a 2021-es őszi időszakban alapvetően alacsonyabb volt a besugárzás és a hőmérséklet, ami egyértelműen jelzi, hogy a csökkent fény és a hűvösebb idő kifejezetten serkenti a flavonoidok szintézisét.

A **fajták** sorrendje korrelál a TPC-nél mértekkel. A *Cencibel* kiemelkedő teljesítménye itt is a kettős hatásnak köszönhető. Egyrészt mint vörös levelű fajta, genetikailag nagy antocián- (egyfajta flavonoid) tartalommal bír. Másrészt a környezeti stresszre rendkívül érzékenyen reagál, ami ezt a nagy alapszintet tovább sokszorozza, különösen a 2021-es őszi, közel 14 mg CE/100g-os csúcsertékénél. Ezzel szemben a zöld levelű, alacsonyabb genetikai potenciállal rendelkező *Great Lakes 659* és *Május királya* fajták flavonoid-tartalma minden körülmények között alacsony maradt. Értékeik még az őszi, stresszesebb időszakban sem haladták meg a 11 mg CE/100g-ot, tavasszal pedig jellemzően 5 mg CE/100g alatt maradtak.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**20. ábra:** Salátafajták flavonoid-tartalmának (mg CE/100 g) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

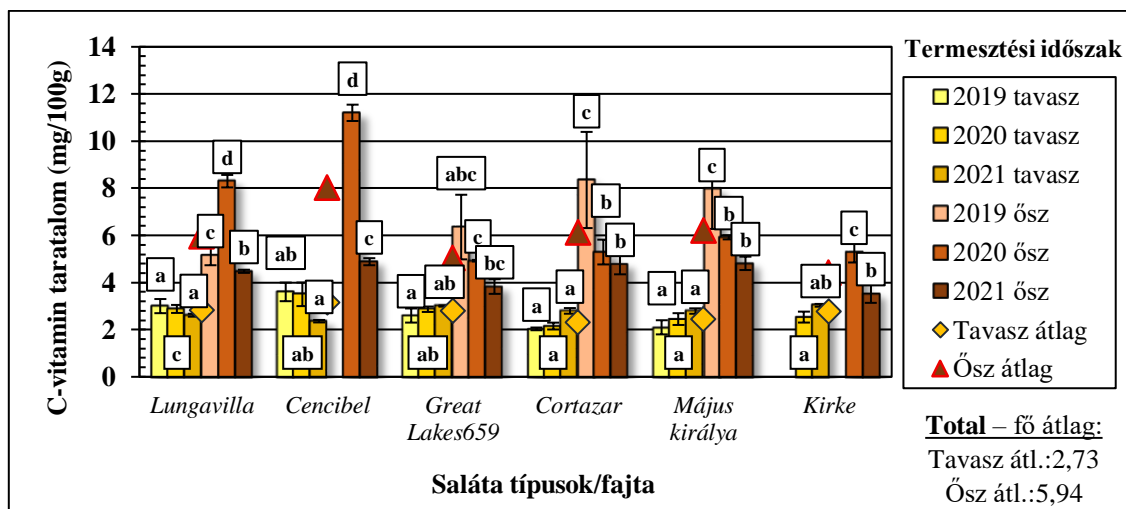
### C-vitamin-tartalom értékelése

A C-vitamin egy esszenciális antioxidáns, amelynek szintjét a növényben a környezeti tényezők, mint a fényintenzitás és a hőmérséklet, valamint a növény anyagcsere-folyamatai együttesen alakítják. A két **termesztési időszakot** tekintve, az őszi termesztés során mért C-vitamin-értékek (átl. 5-8 mg/100 g) jelentősen nagyobbak voltak, mint a tavaszi értékek (átl. 2-3 mg/100 g). Az őszi, hűvösebb és alacsonyabb fénysűrűségű körülmények kedveznek a C-vitamin felhalmozódásának.

A **tavaszi** C-vitamin-koncentráció a talajállapot és a klíma változásai ellenére stabilnak bizonyult. Mivel a kedvezőbb 2020-as és a stresszesebb 2019-es év éves átlagai (2,73 mg és 2,67 mg/100 g) közel megegyeztek (21. ábra).

Az **őszi szezon** kedvezőtlenebb körülményei (csökkenő fotoperiódus, hőmérséklet) serkentették a C-vitamin-termelését. A legnagyobb átlagértéket (6,95 mg/100 g) 2019-ben mértük, amikor az őszi klíma okozta stresszhatás mellett még bőséges fényenergia (96,84 W/m<sup>2</sup>, 13,80 °C) állt rendelkezésre a C-vitamin szintézishez. Ezzel szemben a későbbi években a szint 4,39 mg-ra (2021) csökkent, feltehetően a limitált fotoszintézis (76,25 W/m<sup>2</sup>) már nem biztosított elegendő energiát a termeléshez.

A **fajták** reakciónormája eltérő volt. A *Cencibel* és a *Cortazar* rendkívül érzékenyen, ám eltérően reagált a környezeti változásokra. Míg a *Cortazar* a fényszegény évben (2020 őszi) koncentráció-csökkenést (8,35 mg-ról 5,29 mg/100 g-ra) mutatott, addig a *Cencibel* éppen ekkor érte el kiugró, 11,20 mg/100 g-os csúcspontját, ami intenzív stresszválaszra utal. Ezzel szemben a *Great Lakes 659* C-vitamin-tartalma a három év alatt kiegyenlített (4–6 mg/100 g) maradt, ami a fajta mérsékelt reakciójára utal.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**21. ábra:** Salátafajták C-vitamin tartalmának (mg/100 g) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

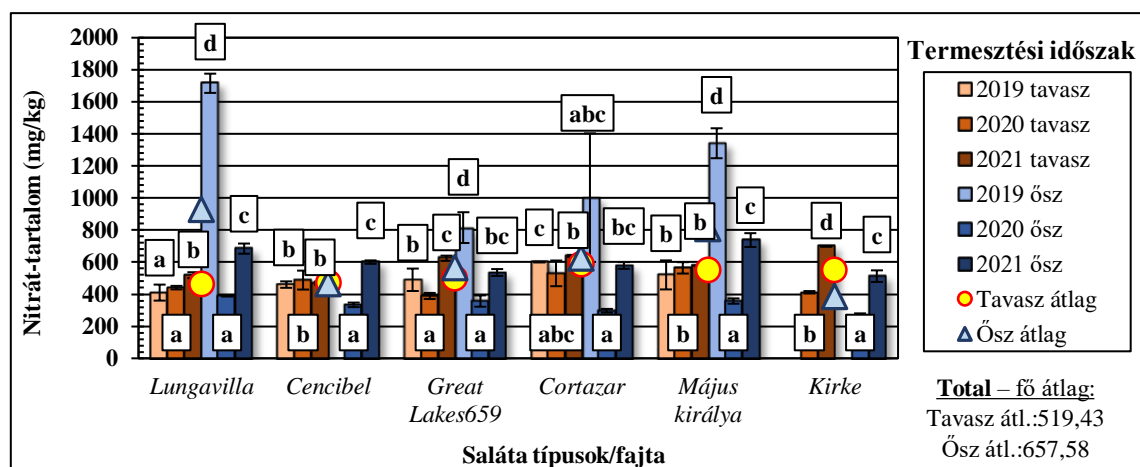
### Nitrát-tartalom értékelése

A nitrátkoncentrációt alapvetően a talajból felvehető nitrogénkínálat és a nitrát asszimilációjához szükséges fényenergia együttesen határozza meg. Az őszi értékeket ingadozás, a tavasziakat szűkebb tartományban mozgó, kiegyenlítettebb eredmények jellemzik, ami a két időszak eltérő limitáló tényezőivel magyarázható (22. ábra).

A **tavaszi** nitrátkoncentrációt a talaj felvehető nitrogéntartalma határozhatta meg. Mivel az optimális besugárzás nem volt korlátozó tényező, a 2021-es talaj-nitrogén csúcs (244,0 mg/kg) indukálhatta a fokozott szöveti nitrátkoncentrációt (átl. 587,55 mg/kg).

Az **őszi szezonban** a csökkenő fényintenzitás válhatott limitáló tényezővé. A 2019-ben mért rendkívüli nitrát-akkumulációt (1715 mg/kg) a magas talaj-nitrogénszint (110,4 mg/kg) okozhatta, annak ellenére, hogy a besugárzás ebben az évben volt a legkedvezőbb (96,84 W/m<sup>2</sup>). Ez arra utalhat, hogy a túlzott N-kínálat hatását a jó fényviszonyok sem tudták kompenzálni. Ezzel szemben a 2020-as évben a rendkívül alacsony (53,97 mg/kg) talaj-nitrogénkínálat lehetett a limitáló tényező, ami felülírta a fényhiány nitrát felhalmozódást serkentő hatását.

A **fajták** nitrát-felhalmozó képessége jelentősen eltért. Tavasszal a *Cortazar* és a *Május királya* mutatta a legnagyobb (520–640 mg/kg közötti) értékeket, azonban az őszi hajtás során a *Lungavilla* bizonyult a leginkább hajlamosnak az akkumulációra (átl. 930,11 mg/kg). Míg a 2019-es őszi szezonban egyes fajták nitrátszintje az 1000 mg/kg-ot is meghaladta, a többéves átlagok ennél mérsékeltebbek maradtak. Ezzel szemben a *Cencibel* következetesen alacsonyabb nitrát-felhalmozást mutatott még a 2021-es tavaszi időszakban is, ami hatékonyabb nitrogén-asszimilációra vagy visszafogottabb felvételre utalhat.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**22. ábra:** Salátafajták nitrát-tartalmának (mg/kg) alakulása a tavaszi/őszi fólia alatti termesztésnél (Debrecen, 2019–2021)

#### 4.2. A termesztési mód (üvegház-fólia) és az évjárat hatása a salátafajták morfológiai és beltartalmi paramétereire

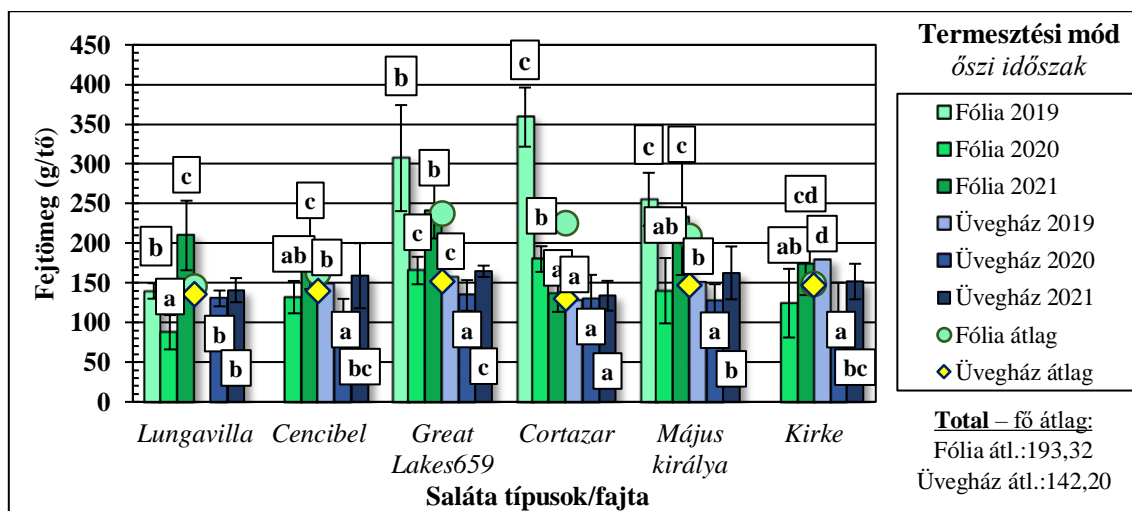
##### Fejtömeg értékelése

A őszi kísérletben a fejtömeget alapvetően a termesztési technológia és az éves klimatikus viszonyok, különösen a besugárzás mértéke határozta meg (23. ábra).

A **fóliában** a fejtömeg alakulása szorosan követte a fényviszonyok alakulását. A kiemelkedő, 265,34 g/tő-s átlagos fejtömeget a legmagasabb besugárzás (96,84 W/m<sup>2</sup>) mellett, 2019-es évben mértük. Ezzel szemben a fényhiányos 2020-as évben (41,47 W/m<sup>2</sup>) a termés 138,31 g/tő-re csökkent, jelezve, hogy a fényenergia volt a meghatározó, termést limitáló tényező.

Az **üvegházi** termesztés stabilabb, 123-153 g/tő közötti fejtömeget eredményezett. Itt egy látszólagos ellentmondás volt megfigyelhető. A 2021-es évben a legmagasabb besugárzás ellenére a fejtömeg nem nőtt, hanem stagnált (152,08 g/tő). Ennek feltehetően a talaj degradációja volt az oka, különösen a talaj elsavanyodása (pH 5,27) és a felvehető nitrogénkínálat alacsony értéke (14,7 mg/kg), ami felülírhatta a kedvező klíma hatását.

A **fajták** termőképessége jelentős eltérést mutatott. A legnagyobb fejtömeget a *Great Lakes 659*, a *Cortazar* és a *Május királya* érték el. A *Cortazar* kiemelkedő, 358,93 g/tő-s tömeget produkált a kedvező 2019-es fóliás termesztés során. Ugyanakkor a *Cortazar* rendkívül érzékenyen reagált a fényhiányra is, fejtömege 2020-ban a felére esett vissza. Ezzel szemben az üvegházban termesztett fajták, mint például *Cencibel* kiegyensúlyozottabb teljesítménye (149, 110, 159 g/tő) jelzi, hogy a stabil környezet mérsékli a fajták közötti genetikai különbségeket érvényesülését.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05)

**23. ábra:** A fólia- és üvegházi termesztésben nevelt különböző salátafajták fejtömegének (g/tő) alakulása az őszi termesztési időszakban (Debrecen, 2019–2021)

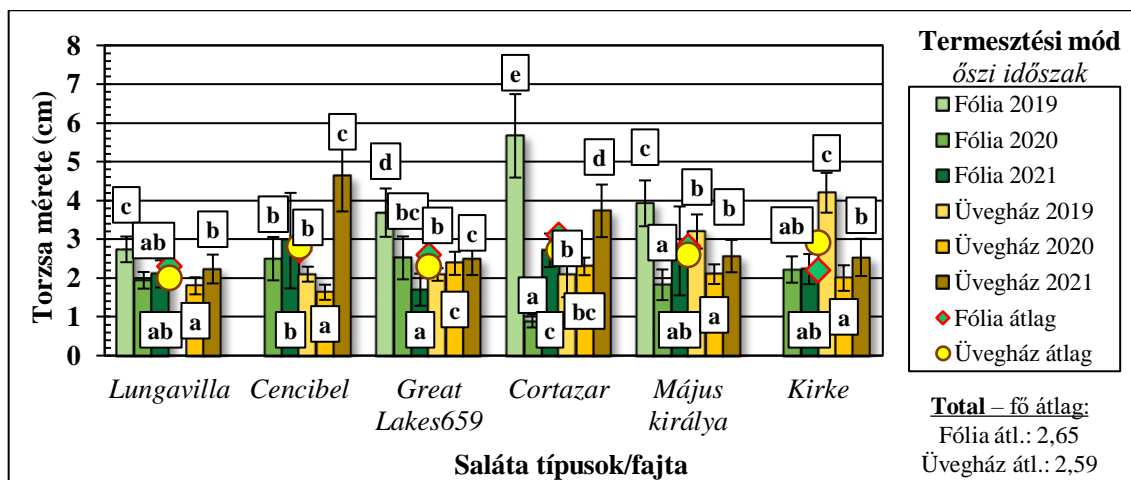
### Torzsaméret értékelése

A saláták torzsaméretét eltérő tényezők határozták meg a két termesztési technológiában. Míg a fólia alatt a méret a növény általános fejlettségét követte, addig az üvegházban a torzsa megnyúlását feltehetően stresszhatás okozhatta (24. ábra).

A **fóliában** a torzsaméret a fényviszonyokkal arányosan változott. A leghosszabb, 4,01 cm-es torzst a legnagyobb besugárzású (96,84 W/m<sup>2</sup>) 2019-es évben mértük, míg a fényhiányos 2020-as évben (41,47 W/m<sup>2</sup>) a méret drasztikusan, 1,98 cm-re csökkent.

Az **üvegházban** ezzel szemben a leghosszabb, 3,03 cm-es átlagos torzsaméretet 2021-ben mértük, a kiemelkedően nagy besugárzás (180,80 W/m<sup>2</sup>) ellenére. A torzsa megnyúlása vélhetően a talaj kedvezőtlen fiziko-kémiai paramétereire (pH 5,27; felvehető N: 14,7 mg/kg) adott fiziológiai stresszválasz lehetett. Ez a vegetatív biomassza-képződés (a fejesedés) rovására történt, ami minőségromlást eredményezett.

A **fajták** között ismét a *Cortazar* reakciója volt a legszélsőségesebb. A kedvező, 2019-es fóliás termesztésben elért 5,67 cm-es torzsamérete arányosan nagy, 358 g-os fejtömeggel párosult, ami vitalitást és nagyobb hozamot jelzett. Ezzel szemben 2020-ban a fényhiány miatt a torzsa hossza 0,89 cm-re csökkent. A genetikai hajlamra pedig jó példa a *Kirke*, amely normál körülmények között is hajlamos a torzsa megnyúlására (4,20 cm, 2019). Ezzel szemben a *Cencibel* 2021-es, kiemelkedő (4,63 cm) torzsaméretét nem a genetika, hanem a talajstressz (elsavanyodás, nitrogénhiány) által kiváltott kényszerreakció okozhatta. A hosszú torzsa stagnáló, mindössze 159 g-os fejtömeggel párosult, ami minőségromlást jelez. Megerősítve a fajta zömökebb genetikáját, mivel csak nagyfokú környezeti stressz eredményezte a kompakt fenotípus módosulását.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05)

**24. ábra:** A fólia- és üvegházi termesztésben nevelt különböző salátafajták torzsa méretének (cm) alakulása az őszi termesztési időszakok függvényében (Debrecen, 2019–2021)

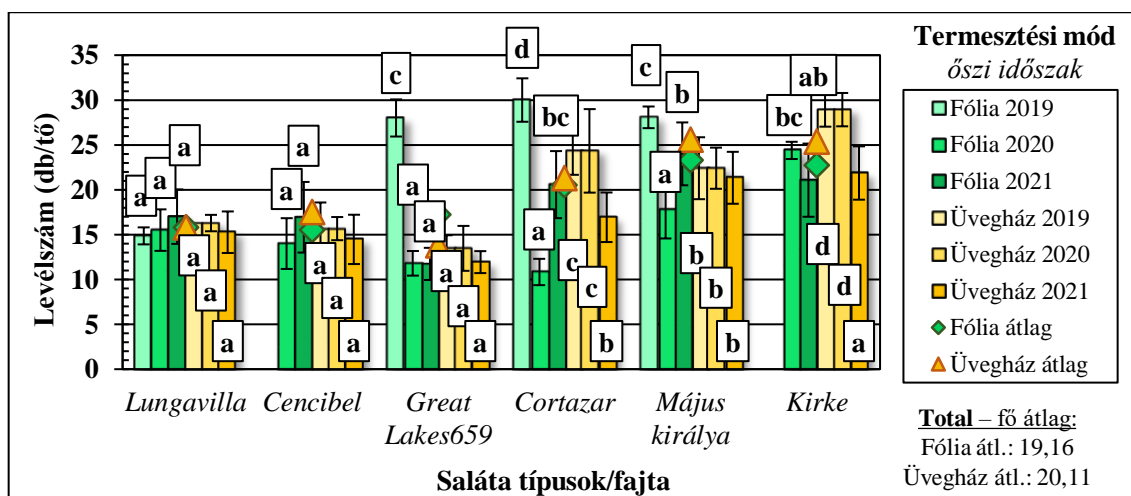
### Levélszám értékelése

Az őszi levélszámot a fajták genetikája és a környezeti stressz határozta meg, de a két termesztési technológiában más tényező volt a döntő. A fólia alatt elsősorban a fényhiány, míg az üvegházban a kedvezőtlen talajparaméterek (25. ábra).

A **fólia** alatti termesztésben a legnagyobb levélszámot (átl. 25 db/tő) 2019-ben, az optimális fényviszonyok (96,84 W/m<sup>2</sup>) mellett regisztráltuk. Ekkor a nagy levélszámú fajták, például a *Cortazar* (30 db/tő), genetikai potenciálja maximálisan érvényesülhetett. Ezzel szemben a 2020-as évben jelentősen csökkent besugárzás (41,47 W/m<sup>2</sup>) nem tette lehetővé a megfelelő levélszám kialakulását, így az átlagérték 16 db/tő-re esett vissza. Ez a csökkenés különösen jelentős volt a nagy levélszámra hajlamos fajtáknál, például a *Great Lakes 659* esetében, ahol ennek értéke 28-ról 12-re esett vissza.

Az **üvegházi termesztésben** a levélszám elsődlegesen a fajták genetikai adottságaira vezethető vissza. A *Május királya* és a *Kirke* nagy (20-30 db/tő) levélszámot, míg a *Great Lakes 659* és a *Lungavilla* következetesen alacsony (11-16 db/tő) értéket mutattak. A 2021-es évben azonban a korábban részletezett talajproblémák negatívan befolyásolták a levélképződést. A tápanyaghiány limitálta a vegetatív növekedést, így a kedvező besugárzás ellenére is az átlagos levélszám 17 db/tő-re csökkent.

A **fajták** között jelentős különbségek mutatkoztak, A *Május királya* és a *Kirke* az üvegházban produkáltak stabilan nagy, 20-33 db/tő közötti levélszámot. A *Cortazar* és a *Great Lakes 659* a fólia alatt voltak a legproduktívabbak (28-30 levél), de a fényhiányra nagymértékű visszaeséssel reagáltak (10-11 levél). A *Lungavilla* minden körülmények között alacsony, 14-17 db/tő-s levélszámot mutatott, ami kompakt habitusára utal.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**25. ábra:** A fólia- és üvegházi termesztésben nevelt különböző salátafajták levélszámának (db/tő) alakulása az őszi termesztési időszakban (Debrecen, 2019–2021)

### Levélalakindex értékelése

A **levélalakindex** a salátafej minőségének fontos mutatója. A nagyobb index hosszúkas leveleket jelez; a tömör fejszerkezet szempontjából kedvezőbb az 1,0 körüli (vagy az alatti) érték, amely kerek levelekre utal. A őszi saláták levélalakindexét alapvetően a fajták genetikája és a fényviszonyok határozták meg (15. táblázat)

A **fóliában** a legkedvezőbb, kerekebb levélformát (index: 1,00) a közepes besugárzás (76,25 W/m<sup>2</sup>) eredményezte 2021-ben, míg a legnagyobb fényintenzitás mellett (2019-ben) a levelek enyhén megnyúltak (index: 1,52) (20. táblázat).

Az **üvegházban** a fény szabályozó szerepe még egyértelműbb volt. A 2019-2020-as évek mérsékelt fényviszonyai (~75 W/m<sup>2</sup>) a levelek megnyúlását okozták (index: 1,73-1,79), míg a 2021-es kiemelkedően magas besugárzás (180,80 W/m<sup>2</sup>) a kompakt növekedést serkentve bizonyult a legkedvezőbbnek, 1,26-os átlagindexet eredményezve. Ez a fényhatás felülírta a talajdegradáció okozta stresszhatást is.

A **fajták** genetikai adottságai egyértelműen megmutatkoztak. A *Cortazar*, mint római saláta, genetikailag meghatározottan hosszúkas levélformája magyarázza a következetesen nagy index értékeket. Azonban a mérsékelt fényű üvegházban mért kiemelkedően nagy (3,46-3,58) index értékei a fajta fényhiányra való érzékenységét is jelzik. Ezzel szemben a *Great Lakes 659* (jégsaláta) és a *Lungavilla* (lollo saláta) genetikailag a kerek, nem megnyúlt fejformára hajlamosak. Ennek megfelelően indexük gyakran 1,0 alatt maradt (pl. *Great Lakes 659* fóliában 2021-ben: 0,83), ami a salátatípusokra jellemző, kiváló formatartó képességet és a megnyúlással szembeni ellenállóságot igazolja.

**15. táblázat:** Különböző salátafajták levélalak-indexének (hosszúság/szélesség) változása fólia alatti és üvegházi termesztésben az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	Levél alakindex (hosszúság/szélesség)								
	Fólia				Évek átlaga	Üvegház			Évek átlaga
	2019	2020	2021			2019	2020	2021	
<i>Lungavilla</i>	1,0±0,1 <sup>b</sup>	1,0±0,1 <sup>b</sup>	0,9±0,1 <sup>ab</sup>	<b>0,99</b>	n.a.	1,3±0,1 <sup>c</sup>	0,9±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,08</b>	
<i>Cencibel</i>	n.a.	1,1±0,1 <sup>a</sup>	1,2±0,2 <sup>ab</sup>	<b>1,18</b>	1,3±0,2 <sup>ab</sup>	1,4±0,2 <sup>b</sup>	1,7±0,3 <sup>c</sup>	<b>1,43</b>	
<i>Great Lakes659</i>	1,3±0,1 <sup>c</sup>	0,9±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,00</b>	1,2±0,1 <sup>bc</sup>	1,1±0,1 <sup>b</sup>	1,1±0,1 <sup>b</sup>	<b>1,11</b>	
<i>Cortazar</i>	2,6±0,3 <sup>c</sup>	1,5±0,1 <sup>b</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,67</b>	3,5±0,2 <sup>d</sup>	3,6±0,2 <sup>d</sup>	1,4±0,2 <sup>b</sup>	<b>2,80</b>	
<i>Május királya</i>	1,2±0,1 <sup>b</sup>	1,4±0,1 <sup>c</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,20</b>	1,2±0,1 <sup>b</sup>	1,9±0,2 <sup>d</sup>	1,3±0,1 <sup>bc</sup>	<b>1,46</b>	
<i>Kirke</i>	n.a.	1,2±0,1 <sup>b</sup>	1,0±0,1 <sup>a</sup>	<b>1,08</b>	1,6±0,1 <sup>c</sup>	1,5±0,3 <sup>c</sup>	1,2±0,1 <sup>b</sup>	<b>1,44</b>	

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); **n.a.** – nincs adat

### Salátafej alakindexének értékelése

A saláták **fejformáját** (ahol 1,0 a gömbölyű, ettől eltérő érték a lapított vagy megnyúlt alakot jelzi) mindkét technológiában nem a helyszín típusa, hanem az évről évre változó környezeti viszonyok jelentősen módosítják (16. táblázat).

Az **üvegházi termesztésben** a fejformát döntően a talajviszonyok változása határozta meg. 2019-ben a nagy sótartalom okozta stressz miatt mértük a leginkább lapított fejeket (átl. 0,74). Ezzel szemben 2021-ben a leginkább megnyúlt fejformát (átl. 1,33) a talaj komplex degradációja okozta. A savanyú talaj kémhatás (pH 5,27) és a mészhiány tápanyagfelvételi zavarokhoz vezethetett. Az erős besugárzás és a tápanyagstressz együttesen okozhatta a fejek minőségromlásával járó megnyúlását.

Ezzel szemben **fólia alatt** a kedvező talajadottságoknak köszönhetően az évjárat hatást elsősorban a fényintenzitás mértéke alakította. A kedvező alakú, azaz gömbölyű fejeket (átl. 1,00) a 2019-es évben állapítottuk meg, ahol a nagyobb besugárzás (96,84 W/m<sup>2</sup>) az optimális fejlődést tette lehetővé. Ezzel szemben a leglaposabb forma (átl. 0,91) a 2020-as évhez köthető, ahol a fotoszintézist limitáló alacsony fényintenzitás és a magas páratartalom a szétterülő habitusnak kedvezett.

A **fajták** reakciói a környezeti feltételekre jelentősen különböztek. A *Cortazar* bizonyult a leginkább "szélsőséges" fajtának. A leginkább megnyúlt fejformákat (2,30 és 2,03) is ennél a fajtánál mértük, ami a környezeti stresszre való fokozott érzékenységét mutatja. Ezzel szemben a *Lungavilla* következetesen lapított (index 0,64–0,93), míg a *Great Lakes 659* és a *Kirke* fajták a körülményekhez képest stabilan, arányos vagy enyhén nyúlt fejeket hoztak, jelezve megbízhatóbb, kiegyensúlyozottabb teljesítményüket.

**16. táblázat:** Salátafajták fejalak-indexének (hosszúság/szélesség) változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	Fej alakindex (magasság / átmérő)							
	Fólia			Évek átlaga	Üvegház			Évek átlaga
	2019	2020	2021		2019	2020	2021	
<i>Lungavilla</i>	0,7±0,1 <sup>ab</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,9±0,2 <sup>d</sup>	<b>0,76</b>	n.a.	0,8±0,1 <sup>bc</sup>	0,9±0,2 <sup>cd</sup>	<b>0,84</b>
<i>Cencibel</i>	n.a.	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,2±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,91</b>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	2,0±0,3 <sup>d</sup>	<b>1,12</b>
<i>Great Lakes659</i>	1,0±0,2 <sup>c</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,1±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,92</b>	0,7±0,1 <sup>b</sup>	1,2±0,1 <sup>c</sup>	1,3±0,1 <sup>d</sup>	<b>1,06</b>
<i>Cortazar</i>	1,5±0,1 <sup>c</sup>	2,3±0,4 <sup>d</sup>	1,2±0,2 <sup>ab</sup>	<b>1,65</b>	1,1±0,1 <sup>a</sup>	2,0±0,3 <sup>d</sup>	1,3±0,2 <sup>bc</sup>	<b>1,47</b>
<i>Május királya</i>	0,8±0,1 <sup>b</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,0±0,1 <sup>c</sup>	<b>0,80</b>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,5±0,2 <sup>e</sup>	1,2±0,2 <sup>d</sup>	<b>1,11</b>
<i>Kirke</i>	n.a.	0,7±0,1 <sup>a</sup>	1,2±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,92</b>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	1,0±0,1 <sup>b</sup>	1,3±0,2 <sup>c</sup>	<b>0,98</b>

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); **n.a.** – nincs adat

### NDVI értékelése

A saláták őszi **NDVI értékeit** (a növényi vitalitás mutatóját) alapvetően a termesztési technológia és az éves környezeti viszonyok, különösen a fényellátottság és a talajállapot határozták meg (17. táblázat).

A **fólia alatti termesztésben** a növények vitalitása szorosan követte a fényviszonyok alakulását. A kiemelkedő, 0,82-es átlagos NDVI értéket a legnagyobb besugárzású (96,84 W/m<sup>2</sup>) 2019-es évben mértük. Ezzel szemben a fényhiányos 2020-as évben (41,47 W/m<sup>2</sup>) a vitalitás szignifikánsan, 0,75-ös átlagértékre csökkent, ami alátámasztja, hogy a fényenergia volt a meghatározó, kondíciót limitáló tényező.

Az **üvegházi termesztés** jóval stabilabb, 0,68-0,71 közötti NDVI értékeket eredményezett. Itt egy látszólagos ellentmondás volt megfigyelhető. A 2021-es évben a legnagyobb besugárzás (180,80 W/m<sup>2</sup>) ellenére a növények vitalitása nem nőtt, hanem stagnált (0,70). Ennek feltehetően a talaj degradációja volt az oka, különösen a talaj elsavanyodása (pH 5,27) és a felvehető tápanyagok hiánya, ami felülírhatta a kedvező klíma hatását.

A fajták vitalitása és stresszre adott válasza jelentős eltérést mutatott. A legnagyobb NDVI értékeket a *Great Lakes 659*, a *Kirke* és a *Cencibel* fajtáknál mértük. A *Cortazar* kiemelkedő, 0,89-es értéket produkált a kedvező 2019-es fóliás termesztés során. Ugyanakkor ez a fajta rendkívül érzékenyen reagált a fényhiányra is, NDVI értéke a következő (2020-as) évben jelentősen csökkent (0,57). Ezzel szemben az üvegházban termesztett fajták, mint például a *Cencibel* kiegyensúlyozottabb teljesítménye (0,65, 0,63, 0,65) jelezte, hogy a kedvezőbb termesztési körülmények mérséklék a fajták közötti genetikai különbségek érvényesülését.

**17. táblázat:** Salátafajták NDVI értékének változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	NDVI								
	Fólia				Évek átlaga	Üvegház			Évek átlaga
	2019	2020	2021	2019		2020	2021		
<i>Lungavilla</i>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,74</b>	n.a.	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	<b>0,68</b>	
<i>Cencibel</i>	n.a.	0,8±0,1 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,81</b>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	<b>0,64</b>	
<i>Great Lakes659</i>	0,8±0,0 <sup>e</sup>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,81</b>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>ab</sup>	<b>0,68</b>	
<i>Cortazar</i>	0,9±0,0 <sup>e</sup>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>bc</sup>	<b>0,73</b>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	<b>0,77</b>	
<i>Május királya</i>	0,8±0,0 <sup>d</sup>	0,8±0,0 <sup>bc</sup>	0,8±0,0 <sup>cd</sup>	<b>0,78</b>	0,6±0,0 <sup>a</sup>	0,8±0,0 <sup>c</sup>	0,7±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,71</b>	
<i>Kirke</i>	n.a.	0,8±0,0 <sup>c</sup>	0,8±0,0 <sup>b</sup>	<b>0,79</b>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	0,7±0,0 <sup>a</sup>	<b>0,68</b>	

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül (p<0,05); **n.a.** – nincs adat

### SPAD értékelése

A saláták őszi **SPAD értékeit** (a relatív klorofilltartalom mutatóját) alapvetően a termesztési technológia és az éves környezeti viszonyok, különösen a fényellátottság és a talajállapot határozták meg.

A **termesztési helyszín** alapvetően meghatározta a saláták klorofilltartalmát. A **fólia alatti** értékek (átl. 26,90) szignifikánsan nagyobbak voltak az **üvegháziban** mért értékeknél (átl. 19,11), mivel a fóliás termesztés kedvezőbb feltételeket biztosított. Az évjárathatás is kimutatható volt, a legnagyobb klorofill-tartalmat (összes fajta átl. 29,02) a növények a 2019-es fóliás ciklusban érték el, amikor a nagyobb besugárzás és a jó talajállapot lehetővé tette az intenzív klorofill-szintézist (18. táblázat).

A **fajták közül** a *Cortazar* és a *Great Lakes 659* mutatta a legnagyobb klorofilltartalmat, a 2019-es optimális fóliás időszakban 41,55-ös, illetve 30,57-es kiemelkedő értéket értek el. A *Cortazar* egy kettős természetű fajtának bizonyult. Egyrészt a fólia alatt ennél a fajtánál volt megfigyelhető az egyik legnagyobb visszaesés, mivel a 2020-as fényhiányos évre rendkívül érzékenyen reagált, SPAD értéke jelentősen, 41,55-ről 26,28-ra csökkent. Másrészt az üvegházi kedvezőtlenebb talajviszonyok között, bizonyította stabilitását, ahol mindhárom évben kiegyensúlyozott (22,12; 22,20; 22,25) eredményt produkált. Ez arra utalhat, hogy a fényhiányt rosszabbul tolerálja, mint a talaj okozta stressz hatást. A *Kirke* érzékenységet a limitáló tényezőkre jól mutatja a két, különböző okból elért alacsony eredménye. A 2020-as fóliás ciklusban mért alacsony érték (19,80) a fényhiányra, míg a 2020-as üvegházi, leggyengébb eredmény (9,85) a talajstresszre vezethető vissza. Ez alátámasztja, hogy a növény élettani folyamatait (jelen esetben a klorofill-termelést) bármelyik, minimumszintre süllyedő tényező képes gátolni.

**18. táblázat:** Salátafajták SPAD értékének változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

Saláta fajta/ Termesztési időszak	SPAD							
	Fólia				Üvegház			
	2019	2020	2021	Évek átlaga	2019	2020	2021	Évek átlaga
<i>Lungavilla</i>	19,2±1,5 <sup>c</sup>	20,3±1,1 <sup>c</sup>	13,5±5,3 <sup>ab</sup>	<b>17,65</b>	n.a.	12,2±2,3 <sup>a</sup>	15,9±1,6 <sup>b</sup>	<b>14,05</b>
<i>Cencibel</i>	n.a.	25,5±3,4 <sup>b</sup>	23,1±4,2 <sup>ab</sup>	<b>24,32</b>	20,0±1,9 <sup>a</sup>	22,6±3,4 <sup>b</sup>	23,5±2,0 <sup>b</sup>	<b>22,06</b>
<i>Great Lakes659</i>	30,6±6,3 <sup>b</sup>	33,1±8,6 <sup>b</sup>	33,6±6,5 <sup>b</sup>	<b>32,42</b>	21,5±2,7 <sup>a</sup>	21,5±2,3 <sup>a</sup>	21,5±3,4 <sup>a</sup>	<b>21,51</b>
<i>Cortazar</i>	41,6±1,5 <sup>d</sup>	26,3±0,4 <sup>b</sup>	37,9±3,8 <sup>c</sup>	<b>35,24</b>	22,1±0,5 <sup>a</sup>	22,2±1,2 <sup>a</sup>	22,3±2,1 <sup>a</sup>	<b>22,19</b>
<i>Május királya</i>	24,8±2,0 <sup>d</sup>	30,5±1,0 <sup>c</sup>	33,3±4,4 <sup>c</sup>	<b>29,51</b>	19,1±1,3 <sup>b</sup>	17,0±0,6 <sup>a</sup>	18,1±1,1 <sup>b</sup>	<b>18,09</b>
<i>Kirke</i>	n.a.	19,8±2,0 <sup>c</sup>	13,3±3,0 <sup>b</sup>	<b>16,53</b>	19,9±1,1 <sup>c</sup>	9,9±1,3 <sup>a</sup>	14,1±1,4 <sup>b</sup>	<b>14,61</b>

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); **n.a.** – nincs adat

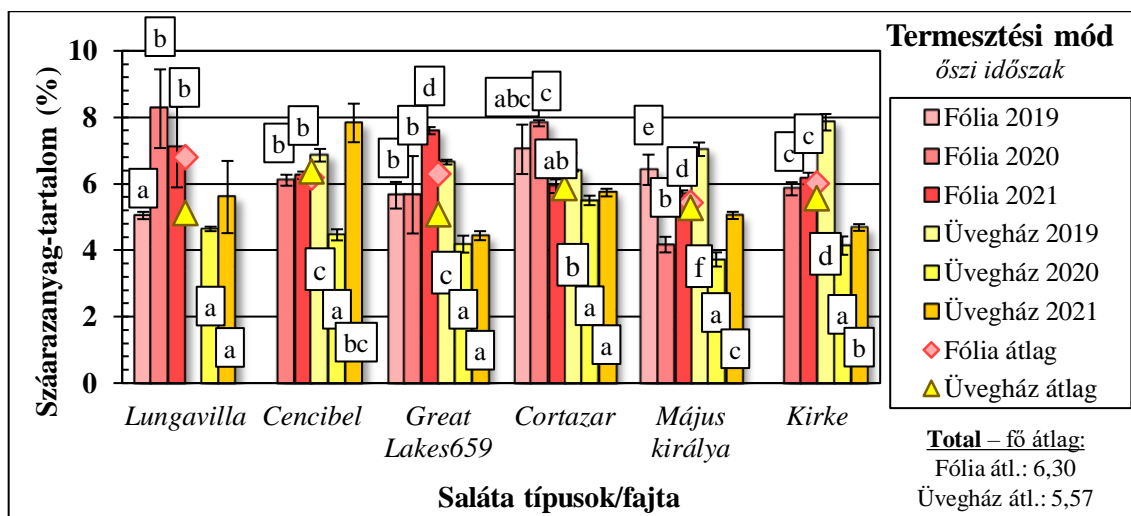
## Szárazanyag-tartalom értékelése

A saláta **szárazanyag-tartalmát** a termesztési technológia és az éves környezeti hatások, különösen a **talaj állapota** és a fényviszonyok határozták meg.

A **fólia alatti** stabilabb talaj állapotnak köszönhetően, a szárazanyag-tartalom viszonylag kiegyenlített volt, 6,04% és 6,46% közötti átlagértékekkel. A legnagyobb értéket a 2021-es évben mértük (6,46%). A leggyengébb eredményt a nagy besugárzású 2019-es év adta (6,04%), ami jelzi, hogy a szárazanyag-felhalmozás egy összetettebb folyamat, melyet a jó talajviszonyok mellett az évjáratok egyéb mikroklimatikus különbségei befolyásolnak (26. ábra).

Az **üvegházi** termesztés ingadozó eredményeket mutatott, melyeket feltehetően a talaj állapotának változásai befolyásoltak. A legnagyobb átlagértéket (6,96%) éppen a 2019-es, nagy só tartalmú talajon végzett kísérletnél mértük. Ezt követően a leggyengébb eredményt 2020-ban regisztráltuk (4,44%). Ugyanakkor a 2021-es évben a legmagasabb besugárzás (180,80 W/m<sup>2</sup>) ellenére a szárazanyag-tartalom alacsony maradt (5,56%). Ennek oka feltehetően a talaj elsavanyodás és bizonyos szintű tápanyaghiány, ami felülírhatta a kedvező klíma pozitív hatását.

A **salátafajták** stressztűrése és szárazanyag-képzése eltérő volt. A *Lungavilla* volt a leginkább stressztűrő, mivel a legnagyobb, 8,26%-os értéket a kedvezőtlen, fényhiányos 2020-as fóliás évben produkálta. Ezzel szemben a *Great Lakes 659* eltérően reagált. Míg az üvegházi stressz hatására csökkent a szárazanyag-tartalma 6,65%-ról 4,18%-ra, addig a kedvezőbb fóliás környezetben a teljesítménye kiegyenlített maradt (5,65% és 5,67%), azaz a jó talaj mérsékelte a fajta érzékenységét.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**26. ábra:** Salátafajták szárazanyag-tartalmának (%) változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

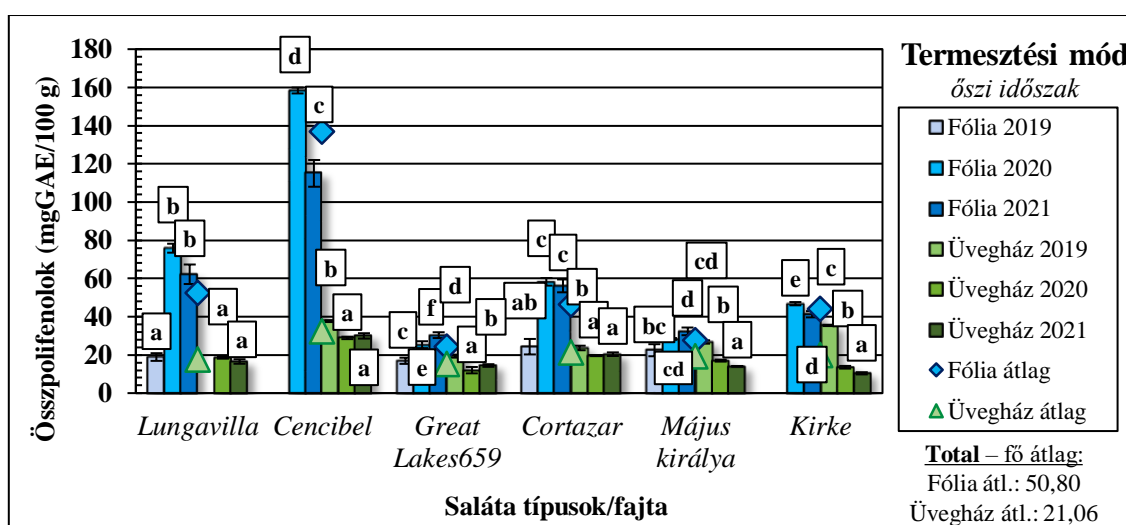
## Összpolifenol-tartalom értékelése

Az **összpolifenol-érték** a saláta értékes, antioxidáns hatású összetevői, melyeket a növény a stresszhatások (pl. UV-sugárzás, kórokozók, tápanyaghiány) kivédésére termel.

A **fólia** alatt a polifenol-termelés ingadozott, ezt az évjáratok eltérő stressz-szintjére vezethető vissza. A legnagyobb összpolifenol-koncentrációt (átl. 65,49 mg GAE/100 g) a 2020-as évben mértük. Ezt a kiugró értéket a kedvezőtlen körülmények (fényhiány, magas páratartalom) okozta intenzív antioxidáns-termelés eredményezhette (27. ábra).

Az **üvegházi** termesztésnél jóval alacsonyabb és kiegyenlítettebb polifenol-szinteket mértünk. A legnagyobb átlagértéket (28,55 mg GAE/100 g) 2019-ben a megemelkedett só-tartalmú talajon regisztráltuk. Feltehetően a talaj okota stressz hatás is kiváltott némi védekező reakciót. A következő években a polifenol-tartalom folyamatosan csökkent (18,26 és 17,61 mg GAE/100 g).

A **fajták** polifenol-termelése és stresszválasza között jelentős különbségek mutatkoztak. A legnagyobb polifenol-tartalmat a *Cencibel* mutatta, amely a stresszes 2020-as fóliás ciklusban, 158,37 mg/kg-os értéket ért el, jelezve jó genetikai képességét a védekező anyagok termelésére. A *Cortazar* míg a fólia alatti klimatikus stresszre intenzív polifenol-termeléssel válaszolt (értéke 24,29-ről 58,23-ra nőtt), addig az üvegházban a talajstressz hatására stabil, de alacsony szinten maradt az összpolifenol-tartalma. A *Kirke* érzékenységét mutatja, hogy az üvegházban a talaj állapotának romlásával párhuzamosan, a polifenol-termelése 35,40 mg GAE/100 g-ról (2019) 10,35 GAE/100 g-ra (2021) csökkent.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**27. ábra:** Salátafajták összpolifenol tartalmának (mg GAE/100g) változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

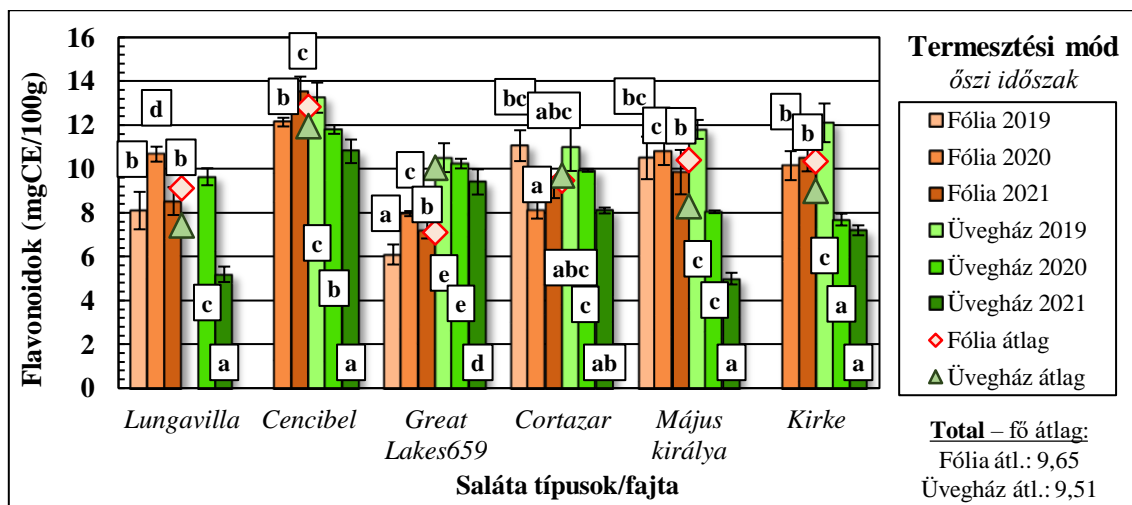
### Flavonoid-tartalom értékelése

A saláták **flavonoid-termelése** a két termesztési helyszínen ellentétes tendenciát mutatott, ami eltér az összpolicfenol-tartalom alakulásától a fólia alatt nevelt állományhoz képest (28. ábra). E jelenség hátterében a növényi anyagcsere stressz-specifikus szabályozása állhat, melynek során a növény az adott környezeti kihívásnak megfelelően előnyben részesíti a különböző polifenol alcsoportok, így a flavonoidok szintézisét.

A **fólia alatt** a flavonoid-koncentráció az évek során javult és stabilizálódott. A 2019-es 8,94 mg CE/100 g-os átlagértékről 2020-ra 9,97 mg CE/100 g-ra nőtt, majd 2021-ben is ezen az emelkedett szinten maradt (9,79 mg CE/100 g). A legkiegyenlítettőbb termelést a kiegyensúlyozott 2020-as évben mértük, amit a rendkívül alacsony (0,39) átlagos szórásérték is igazol.

Ezzel szemben az **üvegházban** a kiemelkedő első évet követően a termelés folyamatosan csökkent. Bár a legnagyobb átlagos flavonoid-koncentrációt (11,73 mg CE/100 g) a 2019-es évben itt regisztráltuk, a következő években visszaesés következett (9,56 mg CE/100 g, majd 7,62 mg CE/100 g). Ez a csökkenő trend párhuzamot mutatott az összpolicfenol-szintekkel, megerősítve, hogy a talajdegradáció már a védekező mechanizmusok működését is gátolta.

A **fajták között** jelentős különbségek mutatkoztak. A *Cencibel* ismét kiemelkedett flavonoid-tartalmával (12,14 mg CE/100 g) 2020-ban a fólia alatti kísérletben, míg a *Cortazar* minden körülmény között stabilan nagy flavonoid-szintet mutatott. A *Kirke* érzékenységét viszont az üvegházi talajromlásra adott drasztikus flavonoid csökkenése igazolja, értéke 12,10 mg CE/100 g-ról (2019) 7,69 mg CE/100 g-ra (2020) csökkent.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ )

**28. ábra:** Salátafajták flavonoid-tartalmának (mg CE/100 g) alakulása fólia alatti és üvegházi termesztésben az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

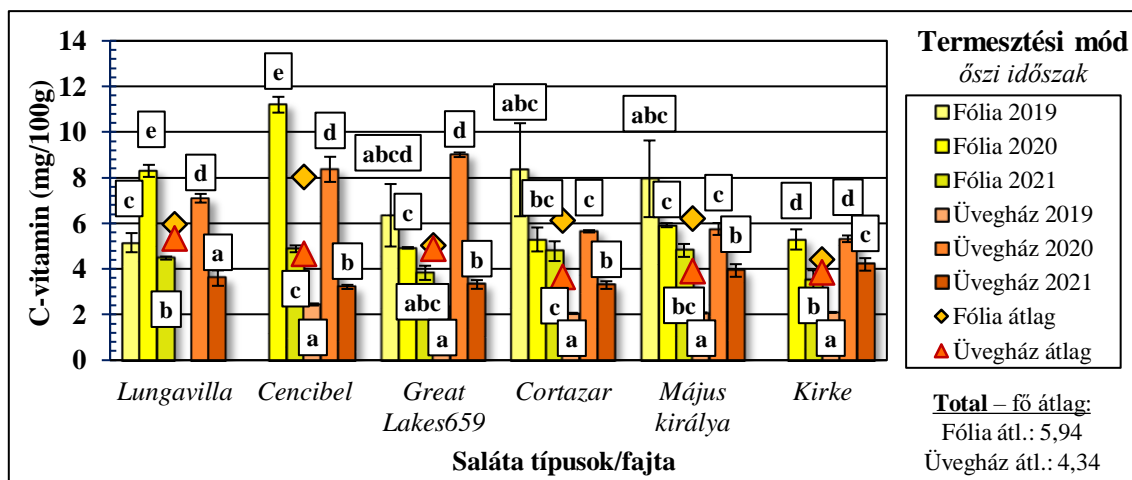
### C-vitamin tartalom értékelése

A saláta fajták C-vitamin-tartalmát a két helyszín eltérő és időben változó stresszhatásai alakították. Összességében a fóliás termesztés bizonyult legmegbízhatóbbnak a nagy C-vitamin-szint elérésében, az üvegházban viszont nagymértékű ingadozás volt megfigyelhető, ami a talaj szélsőséges változására vezethető vissza (29. ábra).

A **fólia alatti** mérsékelt klimatikus stressz az első két évben (2019 és 2020) nagy C-vitamin-termelést indukált (6,95 és 6,82 mg/100 g), azonban 2021-ben a jelentős csökkenés (4,39 mg/100 g) a romlott talajállapotra utalt, mivel a növények már nem tudták fenntartani a nagy szintű antioxidáns-termelést. A mérések stabilitása a 2019-es nagy ingadozás (1,38-as szórás) után a következő évekre jelentősen javult (0,28 és 0,27).

Az **üvegházi** C-vitamin-szint ingadozást mutatott. A 2019-es kisebb érték (2,20 mg/100 g) a megemelkedett talaj só-tartalomra adott specifikus válasz eredménye. Ezt követte a 2020-as csúcs (6,87 mg/100 g), amikor a romló talajállapot egy általános, stresszválaszt váltott ki a növényekből. Végül a 2021-es visszaesés (3,59 mg/100 g) során a leromlott talajállapot miatt a növények már nem tudták fenntartani intenzív védekező mechanizmusait, ami összhangban volt a többi antioxidáns szintjének csökkenésével.

A **fajták** esetében a stressztűrő *Cencibel* hatékony védekező képességét jelzi a 2020-as fóliában elért kimagasló, 11,20 mg/100 g-os C-vitamin-szintje. Ezzel szemben a tápanyaghiányra érzékeny *Great Lakes 659* esetében az üvegházban nőtt meg jelentősen a C-vitamin-szint, 2,36-ról 9,01 mg/100 g-ra. Bár a genetikai tulajdonságok meghatározták a válasz jellegét és erejét, a növények reakcióit alapvetően a környezeti tényezők alakították.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtan belül ( $p < 0,05$ )

**29. ábra:** Salátafajták C-vitamin tartalmának (mg/100g) változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

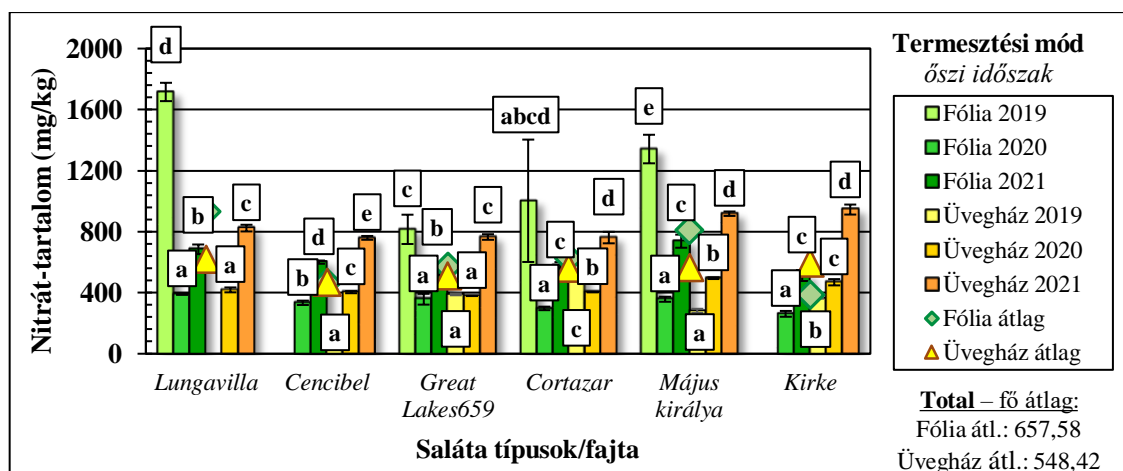
### Nitrát-tartalom értékelése

A **nitrát-felhalmozás** a két termesztési helyszínen ellentétes tendenciát mutatott, ami a növényi anyagcserére ható komplex tényezők, elsősorban a fényellátottság és a talajból felvehető nitrogén mennyiségének különbségeire vezethető vissza. Míg a fólia alatt egy hullámzó trend volt látható a kiinduló évhez képest, addig az üvegházban a nitrát-koncentráció emelkedett, de kisebb mértékű volt., mint a fóliában. (30. ábra).

A **fólia alatti** nitrát-tartalom egy komplex, U-alakú görbét írt le. A 2019-es csúcstarték (1218,76 mg/kg) a jó N-ellátottság és a csökkenő őszi fény kombinációjának volt köszönhető. Ezt egy drasztikus csökkenés követte 2020-ban (332,76 mg/kg), amikor a talaj alacsony nitrogéntartalma mérsékelte a felhalmozást, majd 2021-ben a javuló N-ellátottsággal részleges növekedés (608,28 mg/kg) volt megfigyelhető.

Ezzel ellentétben az **üvegházban** a nitrát-felhalmozódás folyamatos és meredek emelkedést mutatott (356,50 → 428,15 → 828,61 mg/kg), ami feltehetően a talajdegradáció okozta anyagcserezavarral magyarázható. Míg az első két év alacsonyabb értékei a növények hatékony nitrogén-asszimilációjára utaltak, a 2021-es igen nagy nitrát-szint a növény élettani zavarát jelezte. A savanyú talajban a növények már valószínűleg nem tudták a felvett minimális nitrogénmennyiséget sem feldolgozni, így az feldúsult a levelekben.

A **fajták között** a *Lungavilla* mutatta a legnagyobb hajlamot a felhalmozásra, a 2019-es fóliás ciklusban elért 1715,67 mg/kg-os értékkel. Ezzel szemben a *Cencibel* alacsony nitrát szintjei hatékonyabb nitrogén-feldolgozásra utaltak, míg a *Május királya* és a *Kirke* érzékenységét igazolja, hogy a leromlott talajállapotú üvegházi rendszerben ezen fajtáknál mértük a legnagyobb (917,67 és 945,00 mg/kg) koncentrációkat.



\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtaán belül ( $p < 0,05$ )

**30. ábra:** Salátafajták nitrát-tartalmának (mg/kg) változása **fólia alatti és üvegházi termesztésben** az őszi időszakokban (Debrecen, 2019–2021)

#### 4.2.1. A salátafajták vizsgált paramétereinek korrelációs elemzése tavaszi és őszi hajtásban

*Tavaszi termesztésű, fólia alatt fejlődött saláta fajták korrelációs eredményei*

A korrelációs elemzés (12. sz. melléklet) megerősíti, hogy a tavaszi termesztést az optimális hőmérséklet (~22 °C) és a bőséges besugárzás jellemezte, ami egy gyors, hozamorientált növekedési mintázatot alakított ki. Ebben a rendszerben a teljesítményt már nem a klíma, hanem a talaj tápanyag-szolgáltató képessége limitálta.

**Hozam és fiziológiai kapcsolatok:** A fejtömeg rendkívül szoros, pozitív korrelációt mutatott a növény általános fejlettségét jelző mutatókkal. A legerősebb összefüggés a torzsa nagyságával ( $r = 0,658$ ;  $p < 0,01$ ), az NDVI-vel ( $r = 0,519$ ;  $p < 0,01$ ) volt megfigyelhető. Az adatok alapján a hozamokat döntően az adott év specifikus talajtani adottságai határozták meg. A mérések szerint a 2019-es nagyobb sótartalom visszafogta, míg a 2021-es nitrogén-többlet serkentette a biomassza-produkciót.

**A növekedés és védekezés antagonizmusa** (a "Hígulási Effektus"): A tavaszi modell legfontosabb jellemzője a hozam és a minőség közötti éles ellentét. A fejtömeg erős, szignifikáns negatív korrelációban állt a flavonoid- ( $r = -0,706$ ;  $p < 0,01$ ) és a szárazanyag-tartalommal ( $r = -0,606$ ;  $p < 0,01$ ), míg az összpolicfenol-tartalommal mérsékelt negatív összefüggést mutatott ( $r = -0,455$ ;  $p < 0,01$ ). A részletes elemzések is megerősítik ezt. Tavasszal mértük a legnagyobb hozamot (átl. 346 g), de a legalacsonyabb polifenol- (átl. 42 mg) és flavonoid-tartalmat (átl. 2,8 mg). Ez a "hígulási effektus" jellegzetes tünete, amely a gyors, intenzív növekedés a védekező vegyületek és a strukturális anyagok szintézisének rovására megy.

**A tápanyag-diszharmonia és a nitrátfelhalmozódás:** A nitrát-tartalom közepes erősségű, szignifikáns pozitív korrelációt mutatott a növekedési mutatókkal, így a fejindexszel ( $r = 0,420$ ;  $p < 0,01$ ) és az NDVI-vel ( $r = 0,460$ ;  $p < 0,01$ ). Az adatokból kiderül, hogy az intenzív tavaszi fény mellett a nitrátfelhalmozódás mértékét a talaj nitrogénkínálata limitálta. A 2021-es igen nagy talaj-nitrogén tartalom (244 mg/kg) okozhatta a legnagyobb szöveti nitrát-koncentrációt. Ez egyértelműen jelzi a tápanyag-diszharmoniót, mely szerint a bőséges nitrogén a vegetatív növekedést ugyan serkentette, de a be nem épült felesleg nitrát formájában halmozódott fel.

### *Őszi termesztésű, fólia alatt fejlődött saláta fajták korrelációs eredményei*

Az őszi termesztés korrelációs mátrixa külső tényezők (csökkenő fény és hőmérséklet) által szabályozott, lassabb anyagcseréjű rendszert ír le, ahol a növekedés helyett a stressztűrés és a védekező mechanizmusok válnak hangsúlyossá (13. sz. melléklet).

**Hozam és morfológiai kapcsolatok:** A hozamot itt már nem a növekedés intenzitása, hanem a növény strukturális felépítése határozta meg. A fejtömeg legerősebben a levélszámmal ( $r = 0,542$ ;  $p < 0,01$ ) és a torzsa nagyságával ( $r = 0,641$ ;  $p < 0,01$ ) korrelált. Mivel a lassabb növekedés és a fényhiány lazább fejszerkezetet eredményez, a végső tömeget a kifejlesztett levelek száma adta.

**A hozam és minőség egyensúlya:** A fejtömeg és a beltartalmi értékek közötti összefüggés jelentősen legyengült. A tavaszi erős negatív korrelációval ellentétben a kapcsolatok (pl. flavonoidok:  $r = -0,253$ ; szárazanyag:  $r=0,099$ ) már nem mutattak szignifikáns negatív tendenciát. Bár az összpolicfenoloknál ( $r = -0,445$ ;  $p < 0,01$ ) még megfigyelhető volt egy negatív irányú összefüggés, de a tavaszra jellemző következetes negatív korrelációs mintázat egyértelműen feloldódott. Az adatok ezt alátámasztják, mivel az ősszel mért alacsonyabb hozam (átl. 192 g) mellett szignifikánsan nagyobb polifenol- (átl. 51 mg), flavonoid- (átl. 9,6 mg) és C-vitamin-szintet (átl. 5,9 mg) regisztráltunk. Az enyhe abiotikus stressz (lassabb növekedés, hűvösebb idő) fokozhatta a védekező vegyületek szintézisét anélkül, hogy az a hozam rovására ment volna.

**A fényhiány és a nitrát-anyagcsere kapcsolata:** A nitrát-felhalmozódás mechanizmusát ősszel a növekedési intenzitás és a környezeti stressz kettőssége határozta meg. Az adatok nem támasztották alá azt a feltételezést, hogy a C-vitamin szintje közvetlenül szabályozná a nitrát lebontását, mivel a két változó között nem volt szignifikáns korreláció ( $r = 0,083$ ). Ehelyett a nitrát szintje szignifikáns pozitív korrelációt mutatott a növekedési paraméterekkel (fejtömeg:  $r = 0,411$ ;  $p < 0,01$ ; torzsa nagysága:  $r = 0,454$ ;  $p < 0,01$ ). Ez arra utal, hogy az intenzívebb fejlődésű egyedek halmozták fel a fényhiány miatt fel nem dolgozott nitrátot. Ezzel párhuzamosan szignifikáns negatív kapcsolat ( $r = -0,400$ ;  $p < 0,01$ ) állt fenn a nitrát és az összpolicfenolok között. Ez egy jelentős élettani kompromisszumra utal, ahol a növény a másodlagos anyagcserét (védekező vegyületek szintézise) helyezte előtérbe, ott csökkent a nitrátfelhalmozódás.

### *Őszi termesztésű, üvegházban nevelt saláta fajták korrelációs eredményei*

Az őszi üvegházi termesztés korrelációs mátrix (14. sz. melléklet) egy külső tényezők által szabályozott rendszert mutat. A fiziológiai válaszokat itt az évjárat-specifikus talaj- és besugárzási ingadozások határozták meg. Az évjárat (mint ezen tényezők összességét jelző változó) szerepe azt jelzi, hogy a növény az erőforrásait elsődlegesen a stressztűrésre és a védekezésre fordította.

**A hozam és a stresszorok kapcsolata:** Az őszi fólia alatti modellel szemben, ahol a hozamot a növény struktúrája (levélszám és a torzsaméret) határozta meg, addig az üvegházban a hozam függetlenedett a fő környezeti stresszoroktól. A hozam egyedül a torzsa nagyságával ( $r = 0,350$ ;  $p < 0,01$ ) mutatott gyenge, szignifikáns kapcsolatot. Ez a növény alkalmazkodó-képességére utalhat. A jelentősen eltérő (pl. 2019-es gyengén lúgos, N-dús és 2021-es savanyú, N-hiányos) körülmények ellenére a növények képesek voltak egy stabil, a környezeti stressztől függetlenedő hozamot produkálni.

**A hozam és a minőség közötti negatív korreláció megszűnése:** Míg a fólia alatti termesztésnél a tavaszi negatív korreláció gyengült, addig az üvegházi modellben a hozam és a minőség között kapcsolat nem realizálódott. A fejtömeg semmilyen szignifikáns korrelációt nem mutatott sem az összpolicifenollokkal ( $r = 0,057$ ), sem a flavonoidokkal ( $r = -0,127$ ), bár gyenge pozitív kapcsolatot jelzett a szárazanyag-tartalommal ( $r = 0,295$ ;  $p < 0,05$ ). A fólia alatti eredményekkel összevetve ez arra utal, hogy a lassú, stressz által korlátozott növekedés során a hozam (biomassza) és a minőség (védekező vegyületek) szabályozása függetlenné vált egymástól.

**A nitrát felhalmozódása és a minőség kapcsolata:** A nitrát-felhalmozódás szabályozása nagymértékben eltért a fólia alatti modelltől. Míg a fóliában a nitrát szintje még mérsékelt pozitív kapcsolatot mutatott a növekedési paraméterekkel (fejtömeg:  $r = 0,411$ ), addig az üvegházi termesztésben a felhalmozódás és a növekedés között nem volt kimutatható összefüggés (fejtömeg vs. nitrát:  $r = 0,022$ ). A nitrát-tartalom erős, szignifikáns negatív korrelációban állt a védekező vegyületekkel, így az összpolicifenollokkal ( $r = -0,503$ ;  $p < 0,01$ ) és különösen a flavonoidokkal ( $r = -0,753$ ;  $p < 0,01$ ). Ez az összefüggés az őszi fólia alatti termesztésnél megállapítotttnál ( $r = -0,400$ ) erősebb élettani ellentétet mutat. Azok a környezeti feltételek (évjárat), amelyek a nitrát felhalmozódásának kedveztek (valószínűleg a N-feldolgozási problémák miatt), egyúttal gátolhatták a növény azon képességét, hogy a szén-alapú védekező vegyületeket (polifenolokat, flavonoidokat) szintetizálja.

### 4.3. A termesztési technológia (fólia, szabadföld) hatása egyes levélzöldségfajok agronómiai és minőségi tulajdonságaira

*Levélzöldségfajok morfológiai (fejtömeg, levélszám) paramétereinek értékelése*

A vizsgált levélzöldek morfológiai és hozamjellemzőinek alakulását a két eltérő termesztési rendszerben – tavaszi fűtetlen fóliás és nyári szabadföldi – a környezeti tényezők komplex hatásrendszerében értelmezhető (19. táblázat).

A hozam elsődleges mutatójaként szolgáló **egyedi zöldtömeg alakulása** mutatta a legjelentősebb különbségeket a két technológia között, egyértelműen jelezve az eltérő limitáló tényezőket.

A **tavaszi fűtetlen fóliás termesztés** során, a javuló mikroklímatis feltételek – a besugárzás  $135 \text{ W/m}^2$ -ről  $172 \text{ W/m}^2$ -re, az átlaghőmérséklet pedig  $20,35 \text{ °C}$ -ről  $23,47 \text{ °C}$ -ra emelkedett a vizsgált években – ellenére a hozamok szinte minden faj esetében szignifikánsan csökkentek. Ez a látszólagos ellentmondás a talaj termékenységének romlásával magyarázható, mivel a humusztartalom  $2,88\%$ -ról  $1,76\%$ -ra esett vissza, miközben a tápanyag-egyensúly is felborult. A legszembetűnőbb változás a rukkola (*Themisto*) esetében volt megfigyelhető, ahol a kezdeti, kiemelkedő  $57,60 \text{ g}$ -os átlagtömeg a vizsgálat végére  $5,26 \text{ g}$ -ra, azaz a tizedére esett vissza. Hasonlóan jelentős hozamcsökkenés volt tapasztalható a spenót (*Matador*) esetében is, amely  $40,80 \text{ g}$ -ról  $25,32 \text{ g}$ -ra mérséklődött. A madársaláta (*Cirilla*) érzékenységet a talajállapot romlására jól jelzi, hogy a legnagyobb,  $6,40 \text{ g}$ -os tömeget a hűvösebb ( $20,35 \text{ °C}$ ), de jobb talajminőségű ( $2,88\%$  humusz) 2019-es évben tapasztaltuk.

Ezzel szemben a **nyári szabadföldi termesztésben** a hozamokat egyértelműen az évjáráthatás, azaz a klimatikus viszonyok alakulása határozta meg, mivel a talaj tápanyag-ellátottsága stabilan jó maradt (a humusztartalom  $2,6\%$  körül alakult). A 2019-es évben, a legnagyobb besugárzás ( $173,02 \text{ W/m}^2$ ) és átlaghőmérséklet ( $23,04 \text{ °C}$ ) mellett, szinte minden faj a legnagyobb hozamot érte el. A rukkola (*Themisto*)  $37,58 \text{ g}$ , a spenót (*Matador*)  $16,04 \text{ g}$ , a bébicékla (*Bonel*)  $15,33 \text{ g}$ , a madársaláta (*Cirilla*) pedig  $5,64 \text{ g}$  egyedi zöldtömeget produkált. A későbbi, hűvösebb években (pl. 2021-ben az átlaghőmérséklet már csak  $19,91 \text{ °C}$  volt) a hozamok ezzel arányosan csökkentek.

A vegetatív fejlődést jelző **levélszám alakulása** összetettebb tendenciát jelez, különösen a fólia alatti termesztésben, ahol a tápanyag-diszharmonia hatásai is megmutatkoztak.

**19. táblázat:** Különböző levélzöldségfajok zöldtömegének (g/tő) és levélszámának (db/tő) alakulása eltérő termesztéstechnológia mellett (Debrecen, 2019–2022)

<i>Levélzöldségek morfológiai paramétere</i>							
Vizsgált paraméter	Levélzöldség fajta/típus	Fólia			Szabadföld		
		2019	2021	2022	2019	2020	2021
<b>Zöldtömeg</b> (g/tő)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	6,40 <sup>c</sup>	3,80 <sup>b</sup>	2,85 <sup>ab</sup>	5,64 <sup>c</sup>	3,20 <sup>b</sup>	2,81 <sup>ab</sup>
	<i>szórás</i>	2,07	0,27	0,31	1,30	0,28	1,43
	<b>Themisto</b> Rukkola	57,60 <sup>d</sup>	10,30 <sup>b</sup>	5,26 <sup>ab</sup>	37,58 <sup>c</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	3,62 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	11,91	1,42	1,44	6,17	2,88	0,91
	<b>Matador</b> Spenót	40,80 <sup>d</sup>	30,50 <sup>c</sup>	25,32 <sup>bc</sup>	16,04 <sup>ab</sup>	20,75 <sup>bc</sup>	10,88 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	7,69	2,01	11,28	6,69	6,36	3,29
	<b>Bonel</b> Bébicékla	30,00 <sup>d</sup>	19,20 <sup>c</sup>	6,36 <sup>a</sup>	15,33 <sup>bc</sup>	5,09 <sup>a</sup>	12,42 <sup>b</sup>
	<i>szórás</i>	6,60	0,82	3,15	6,86	2,53	1,16
	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	10,85 <sup>a</sup>	11,67 <sup>a</sup>	12,58 <sup>a</sup>	13,45 <sup>a</sup>	14,74 <sup>a</sup>
<i>szórás</i>	n.a.	0,85	4,85	4,50	7,12	3,54	
<b>Levélszám</b> (db/tő)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	13,60 <sup>c</sup>	12,10 <sup>bc</sup>	6,10 <sup>a</sup>	12,80 <sup>bc</sup>	10,00 <sup>b</sup>	11,70 <sup>bc</sup>
	<i>szórás</i>	2,97	1,20	0,74	3,16	1,41	3,97
	<b>Themisto</b> Rukkola	28,80 <sup>d</sup>	9,30 <sup>b</sup>	7,30 <sup>ab</sup>	22,50 <sup>c</sup>	7,70 <sup>ab</sup>	5,60 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	1,64	1,34	1,49	3,24	1,64	0,84
	<b>Matador</b> Spenót	17,00 <sup>d</sup>	13,20 <sup>c</sup>	9,50 <sup>ab</sup>	13,30 <sup>c</sup>	10,80 <sup>bc</sup>	7,00 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	3,54	0,92	1,51	3,27	2,66	1,15
	<b>Bonel</b> Bébicékla	12,60 <sup>c</sup>	9,60 <sup>b</sup>	5,00 <sup>a</sup>	5,80 <sup>a</sup>	4,80 <sup>a</sup>	9,10 <sup>b</sup>
	<i>szórás</i>	1,82	1,26	0,67	0,63	1,48	3,03
	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	7,10 <sup>a</sup>	7,90 <sup>a</sup>	20,20 <sup>c</sup>	18,20 <sup>bc</sup>	15,00 <sup>bc</sup>
<i>szórás</i>	n.a.	0,99	1,29	4,42	4,71	3,27	

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); n.a. – nincs adat

A tavaszi **fűtetlen fóliás termesztés** során a spenót (*Matador*) adatai jól illusztrálják azt a jelenséget, mivel míg a fejtömeg szignifikánsan csökkent, a levélszám viszonylag stabil maradt (17 db-ról 10 db-ra). Ez a túlzott nitrogénellátás következménye, melynek mértékét jól mutatja a 2021-ben mért jelentős, 244 mg/kg-os talaj-nitrogénszint. A növény a többi limitáló tényező (pl. rossz talajszerkezet) miatt sok, de apró levelet képzett, ami nem növelte az egyedi levél tömeget. Az új-zélandi spenót ezzel szemben a legnagyobb levélszámot (8 db/tő) a legmelegebb, 23,47 °C átlaghőmérsékletű 2022-es évben érte el, ami a faj jó melegtűrő képességére utal.

A **nyári szabadföldi termesztésben** a levélszám alakulása szorosan követte a klimatikus trendeket. Az *új-zélandi* spenót itt is kiemelkedően magas, 15 - 20 db-os levélszámot fejlesztett, ami a fajta habitusával magyarázható, míg a többi faj esetében a legnagyobb levélszám a legkedvezőbb klimatikus adottságú 2019-es évben volt megállapítható, összhangban a fejtömeg-adatokkal.

*Levélzöldségfajok növénymagasságának (cm/tő) és levélindexének (hosszúság/szélesség) értékelése*

A növényi habitus és a stresszreakciók mutatói, mint a **növénymagasság** és a **levélindexek**, szintén lényeges indikátoroknak bizonyultak (20. táblázat).

A **tavaszi fűtetlen fóliás termesztés** során a talajállapot romlása a növények habitusában is megmutatkozott. A bébicékla (*Bonel*) esetében a növénymagasság 17,30 mm-ről 18,99 mm-re nőtt, ami a többi adattal ellentétben állva arra utalhat, hogy a növény a stressz hatására (pl. a felborult tápanyag-arányok miatt) a megnyúlás irányába próbált kompenzálni, esetleg a fényért való versengés miatt. Ennél is egyértelműbb stresszreakciót mutat a levelek formaváltozása. A madársaláta (*Cirilla*) külső leveleinek indexe 2,32-ről 1,56-ra, a belső leveleké pedig 2,17-ről 1,89-re csökkent, ami azt jelzi, hogy a levelek arányaiban szélesebbé és rövidebbé váltak, ezáltal a tölevélrózsa tömörödött. Ez a morfológiai eltolódás a kompakt, de kevésbé produktív növekedési formák felé a rukkolánál (*Themisto*) volt a legszembetűnőbb. A zöldtömeg 57,60 g-ról 5,26 g-ra, a belső levélindex pedig 2,58-ről 2,00-ra csökkent, ami nagy valószínűséggel a talaj humusztartalmának 2,88%-ról 1,76%-ra történő degradálódása miatti stresszre vezethető vissza. Ezenkívül a levélformák megváltozása a fotoszintetikus felület arányait is befolyásolja, ami feltehetően negatívan hathat a növény asszimilációs teljesítményére.

Ezzel szemben a **nyári szabadföldi termesztésben**, ahol a talaj humusztartalma stabilan 2,6% körül alakult, a növények habitusa kiegyensúlyozottabb fejlődést mutatott. A növénymagasság és a levélformát jelző indexek a legtöbb faj esetében 2019-ben mutatták a legkedvezőbb eredményeket, ami az erőteljes és egészséges vegetatív fejlődés bizonyítéka. A 23,04 °C-os átlaghőmérséklet és a magas besugárzás (173,02 W/m<sup>2</sup>) által biztosított ideális körülmények között a rukkola (*Themisto*) ekkor érte el legnagyobb magasságát (17,50 mm), illetve a belső (2,27) és külső (2,70) levélindexek csúcserőit, ami dús és arányos levélzet kialakulását jelezte. Ez a pozitív tendencia szinte minden vizsgált fajnál érvényesült, így a spenót (*Matador*) 1,77-es, a madársaláta (*Cirilla*) pedig

2,43-as értékkel szintén ebben az évben érte el a külső levélindex maximumát. Szabadföldi körülmények között a növények a rendelkezésre álló erőforrásokat kiegyensúlyozottan a vegetatív szervek növelésére tudták fordítani, míg a fólia alatti állománynál a morfológiai jegyek stresszhatásra utaltak.

**20. táblázat:** Különböző levélzöldségek növénymagasságának (cm/tő) és levélindexének (hosszúság/szélesség) alakulása eltérő termesztéstechnológia mellett (Debrecen, 2019–2022)

<i>Levélzöldségek morfológiai paramétere</i>							
Vizsgált paraméter	Levélzöltség fajta/típus	Fólia			Szabadföld		
		tavasz			nyár		
		2019	2021	2022	2019	2020	2021
Növénymagasság (cm/tő)	<b>Cirilla</b> Madársaláta		5,10 <sup>a</sup>	6,52 <sup>b</sup>	6,60 <sup>b</sup>	4,60 <sup>a</sup>	4,04 <sup>a</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,29	1,88	0,28	0,33	0,82
	<b>Themisto</b> Rukkola	<i>n.a.</i>	17,80 <sup>b</sup>	17,40 <sup>b</sup>	17,50 <sup>b</sup>	17,13 <sup>b</sup>	11,77 <sup>a</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,32	1,55	0,52	1,47	1,68
	<b>Matador</b> Spenót	<i>n.a.</i>	15,60 <sup>b</sup>	25,51 <sup>c</sup>	14,20 <sup>b</sup>	15,06 <sup>b</sup>	10,61 <sup>a</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,31	4,02	0,75	1,33	1,84
	<b>Bonell</b> Bébicékla	<i>n.a.</i>	17,30 <sup>bc</sup>	18,99 <sup>c</sup>	16,30 <sup>ab</sup>	14,88 <sup>a</sup>	15,65 <sup>ab</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,38	2,60	0,42	1,84	2,55
Belső levél index (hosszúság/szélesség)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	2,17 <sup>b</sup>	1,93 <sup>b</sup>	1,89 <sup>b</sup>	2,02 <sup>b</sup>	1,19 <sup>a</sup>	1,70 <sup>ab</sup>
	szórás	0,21	0,15	0,61	0,68	0,26	0,33
	<b>Themisto</b> Rukkola	2,58 <sup>b</sup>	2,17 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>ab</sup>	2,27 <sup>ab</sup>	2,31 <sup>ab</sup>	1,88 <sup>a</sup>
	szórás	0,98	0,17	0,43	0,49	0,33	0,49
	<b>Matador</b> Spenót	1,26 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>
	szórás	0,21	0,04	0,22	0,38	0,20	0,08
	<b>Bonell</b> Bébicékla	1,72 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>
	szórás	0,25	0,14	0,31	0,30	0,42	0,15
Külső levél index (hosszúság/szélesség)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	2,32 <sup>c</sup>	1,56 <sup>ab</sup>	1,79 <sup>b</sup>	2,43 <sup>c</sup>	1,26 <sup>a</sup>	1,98 <sup>bc</sup>
	szórás	0,40	0,14	0,41	0,56	0,17	0,17
	<b>Themisto</b> Rukkola	2,24 <sup>a</sup>	2,77 <sup>ab</sup>	2,40 <sup>ab</sup>	2,70 <sup>ab</sup>	2,81 <sup>b</sup>	2,53 <sup>ab</sup>
	szórás	0,35	0,24	0,39	0,44	0,53	0,22
	<b>Matador</b> Spenót	1,36 <sup>a</sup>	1,28 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,77 <sup>b</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,14 <sup>a</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,15	0,17	0,32	0,16	0,07
	<b>Újzélendi</b> Spenót	<i>n.a.</i>	10,60 <sup>a</sup>	21,27 <sup>b</sup>	11,55 <sup>a</sup>	12,32 <sup>a</sup>	11,71 <sup>a</sup>
	szórás	<i>n.a.</i>	0,46	1,29	0,58	1,97	2,10

szórás	0,10	0,11	0,16	0,40	0,14	0,08
<b>Bonel</b> Bébicékla	1,28 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>	2,52 <sup>b</sup>
szórás	0,16	0,08	0,16	0,21	0,18	0,78
<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	1,27 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>
szórás	n.a.	0,13	0,20	0,14	0,08	3,26

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); n.a. – nincs adat

#### *Levélzöldségfajok fiziológiai állapotának műszeres értékelése (NDVI és SPAD)*

Az NDVI a növényesűrűsége, míg a SPAD a relatív klorofilltartalomra ad információt. A statisztikai elemzés szerint ezen mutatók és a hozam kapcsolata a termesztéstechnológiától függően jelentősen eltér, ami rávilágít az adott agrotechnikai rendszerben meghatározó limitáló tényezőkre (21. táblázat).

**A fólia alatti termesztésben** a fiziológiai mutatók a romló talajállapot és a felborult tápanyag-egyensúly okozhatta látszólagos ellentmondásra világítanak rá. Annak ellenére, hogy a fejtömeg drasztikusan csökkent, az NDVI értékek magasak maradtak. A spenót (*Matador*) például végig 0,85–0,87 közötti értéket mutatott, a rukkola (*Themisto*) mutatója pedig csupán 0,81-ről 0,72-re mérséklődött, miközben hozama a tizedére zuhant. A magas NDVI tehát nem a produktív növekedést, hanem a túlzott nitrogénellátás okozhatta vegetatív túlsúlyt – számos, de apró levél képződését – jelezte. Ezt a tápanyag-diszharmoniót a SPAD adatok is megerősítették. A spenót (*Matador*) kiugróan nagy, 50,41-es induló értéke a bőséges nitrogénellátást igazolta, ami összhangban volt a talajban mért nagy, 244 mg/kg-os nitrogénszinttel. A növények tehát "zöldek" voltak, de ezt a fotoszintetikus potenciált a romló talajszerkezet és a 2,88%-ról 1,76%-ra csökkenő humusztartalom miatt nem tudták hatékonyan tömeggyarapodásra fordítani.

**A szabadföldi termesztésben**, ahol a talaj állapota stabilan jó maradt, a fiziológiai mutatók szorosan követték az évjáráthatást, összhangban a morfológiai adatokkal. Az NDVI értékek alakulása szoros összhangban volt a klimatikus viszonyok változásával. A legnagyobb értékeket a legkedvezőbb, 2019-es évben mértük, a spenót (*Matador*) 0,89-es, a rukkola (*Themisto*) 0,82-es, a madársaláta (*Cirilla*) pedig 0,69-es értéket ért el, amely szoros összefüggést mutatott az adott periódusban regisztrált hozammaximummal. Hasonló tendenciát mutattak a SPAD értékek is. A legnagyobb relatív klorofilltartalmat szintén a kiemelkedő 2019-es évben regisztráltuk, amikor a spenót (*Matador*) 53,11-es, az *Új-zélandi* spenót pedig 42,00-es értéket mutatott. Ez azt jelzi, hogy a kedvező hő- és

fényviszonyok optimális fotoszintetikus aktivitást tettek lehetővé, míg a későbbi, hűvösebb években mindkét mutató (a hozamokkal párhuzamosan) visszaesett, a mérsékelt metabolikus aktivitást és a gyengébb vegetatív fejlődést igazolva.

**21. táblázat:** Különböző levélzöltségfajok NDVI és SPAD értékeinek alakulása eltérő termesztéstechnológiák mellett (Debrecen, 2019–2022)

<i>Levélzöltségek fiziológiai állapotának műszeres mérése</i>							
Vizsgált paraméter	Levélzöltség fajta/típus	Fólia tavasz			Szabadföld nyár		
		2019	2021	2022	2019	2020	2021
NDVI	<b>Cirilla</b> Madársaláta	n.a	0,63 <sup>bc</sup>	0,65 <sup>cd</sup>	0,69 <sup>d</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02
	<b>Themisto</b> Rukkola	n.a	0,81 <sup>b</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	0,71 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	0,05	0,08	0,03	0,05	0,02
	<b>Matador</b> Spenót	n.a	0,85 <sup>c</sup>	0,87 <sup>cd</sup>	0,89 <sup>d</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,72 <sup>b</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
	<b>Bonel</b> Bébicékla	n.a	0,77 <sup>d</sup>	0,70 <sup>c</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	0,03	0,05	0,04	0,07	0,02
SPAD	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a	0,62 <sup>a</sup>	0,80 <sup>c</sup>	0,72 <sup>b</sup>	0,67 <sup>ab</sup>	0,65 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
	<b>Cirilla</b> Madársaláta	n.a	36,42 <sup>b</sup>	27,20 <sup>a</sup>	38,32 <sup>b</sup>	23,00 <sup>a</sup>	25,30 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	1,60	5,85	1,70	2,63	0,70
	<b>Themisto</b> Rukkola	n.a	32,27 <sup>a</sup>	34,16 <sup>a</sup>	34,16 <sup>a</sup>	30,73 <sup>a</sup>	32,20 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	3,89	7,83	2,58	4,35	1,42
	<b>Matador</b> Spenót	n.a	50,41 <sup>b</sup>	42,84 <sup>a</sup>	53,11 <sup>b</sup>	51,77 <sup>b</sup>	49,16 <sup>ab</sup>
	<i>szórás</i>	n.a	4,89	6,71	3,90	4,40	1,58
<b>Bonel</b> Bébicékla	n.a	28,68 <sup>a</sup>	29,73 <sup>ab</sup>	39,11 <sup>d</sup>	34,86 <sup>c</sup>	33,58 <sup>bc</sup>	
<i>szórás</i>	n.a	1,40	4,58	1,11	2,46	1,62	
<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a	29,19 <sup>a</sup>	29,83 <sup>a</sup>	42,00 <sup>c</sup>	39,86 <sup>c</sup>	36,06 <sup>b</sup>	
<i>szórás</i>	n.a	2,12	3,22	2,89	2,77	1,94	

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); n.a. – nincs adat

### *Levélzöldségfajok beltartalmi paramétereinek értékelése*

A növényi stresszválasz indikátoraiként szolgáló összpolicenol- és flavonoid-koncentrációk elemzése feltárja, hogy a két termesztési technológia eltérő limitáló tényezők miként befolyásolták a levélzöldségfajok beltartalmi értékeit (22. táblázat).

A **fólia alatti termesztésnél** a növények beltartalmi értékei összefüggést mutattak a kísérleti tér talajviszonyainak alakulásával. A kezdeti, 2019-es nagy összpolicenol értékek 2021-re, a talaj humusztartalmának csökkenésével (2,88%-ról 1,72%-ra) párhuzamosan visszaestek. A madársalátánál (*Cirilla*) mért érték 311 mg-ról 154 mg GAE/100 g-ra, a spenótnál (*Matador*) 231 mg-ról 75 mg/100 g-ra mérséklődött. Ez a jelenség feltehetően arra utal, hogy a stressz hatására csökkent a növények védekezőrendszerének hatékonysága. A 2022-es évben a policenol-szintézis ismételt fokozódása volt megfigyelhető, mivel a *Cirilla* madársaláta (305 mg GAE/100 g) és a *Matador* spenót (145 mg GAE/100 g) policenoltermelése ismét jelentősen megemelkedett. Az eredmények arra utalhatnak, hogy a talajdegradáció nemcsak a hozamot, hanem a növények védekező mechanizmusát és beltartalmi értékeit is negatívan befolyásolhatta.

**Szabadföldi termesztésben**, ahol a talaj állapota stabilan jó maradt (humusztartalom ~2,6%), a beltartalmi értékeket a klimatikus tényezők (intenzív napsugárzás és nagyobb hőmérséklet) határozták meg. A legnagyobb összpolicenol- és flavonoid-koncentrációkat a legmelegebb és legnagyobb besugárzású érték mellett a 2019-es évben mértük (átlaghőmérséklet: 23,04 °C, besugárzás: 173,02 W/m<sup>2</sup>), ami klasszikus abiotikus stresszválaszra utal. A madársalátánál az összpolicenol-tartalom 284,67 mg GAE/100 g, a flavonoid-mennyisége pedig 99,13 mg CE/100 g volt, míg a *Matador* spenótnál ezek az értékek 197,92 mg és 29,86 mg CE/100 g voltak. Mivel a legjobb beltartalmi értékek a legnagyobb hozamokkal párosultak, a 2019-es körülmények a stressz kiváltása mellett is optimálisak maradtak a növekedéshez. A megemelkedett policenol- és flavonoid-koncentráció tehát egy hatékony védekezési mechanizmusra utal, amely a stabil talajadottságoknak köszönhetően nem járt együtt a hozam csökkenésével.

**22. táblázat:** Különböző levélzöldségfajok összpolicfenol- és flavonoid-tartalmának alakulása eltérő termesztéstechnológia mellett (Debrecen, 2019–2022)

<i>Levélzöldségfajok beltartalmi paramétereit I.</i>							
Vizsgált paraméter	Levélzöldség fajta/típus	Fólia			Szabadföld		
		tavasz			nyár		
		2019	2021	2022	2019	2020	2021
<b>Összpolicfenolok</b> (mg GAE/100 g termék)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	311,01 <sup>d</sup>	154,76 <sup>a</sup>	305,00 <sup>cd</sup>	284,67 <sup>c</sup>	284,67 <sup>c</sup>	235,00 <sup>b</sup>
	szórás	10,69	6,84	4,00	9,28	11,37	13,23
	<b>Themisto</b> Rukkola	202,52 <sup>bc</sup>	107,82 <sup>a</sup>	118,00 <sup>a</sup>	187,47 <sup>b</sup>	226,87 <sup>c</sup>	210,00 <sup>bc</sup>
	szórás	24,06	2,54	2,65	2,82	8,19	13,23
	<b>Matador</b> Spenót	231,33 <sup>e</sup>	74,78 <sup>a</sup>	145,00 <sup>b</sup>	197,92 <sup>d</sup>	161,48 <sup>bc</sup>	183,33 <sup>cd</sup>
	szórás	23,80	0,75	5,00	2,39	14,10	3,79
	<b>Bonel</b> Bébicékla	165,28 <sup>d</sup>	73,52 <sup>a</sup>	110,33 <sup>b</sup>	144,24 <sup>cd</sup>	122,20 <sup>bc</sup>	135,33 <sup>bc</sup>
	szórás	14,78	2,29	1,53	14,32	10,87	0,58
<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	48,00 <sup>a</sup>	86,00 <sup>b</sup>	112,23 <sup>c</sup>	88,93 <sup>b</sup>	96,00 <sup>bc</sup>	
szórás	n.a.	2,79	3,00	0,85	14,45	2,00	
<b>Flavonoidok</b> (mg CE/100 g termék)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	112,84 <sup>c</sup>	0,04 <sup>a</sup>	103,00 <sup>c</sup>	99,13 <sup>bc</sup>	8,25 <sup>a</sup>	83,00 <sup>b</sup>
	szórás	12,93	0,00	2,65	9,26	0,25	2,65
	<b>Themisto</b> Rukkola	24,05 <sup>d</sup>	0,01 <sup>a</sup>	8,10 <sup>b</sup>	17,82 <sup>c</sup>	8,89 <sup>b</sup>	19,30 <sup>c</sup>
	szórás	2,82	0,00	0,26	1,98	0,26	0,10
	<b>Matador</b> Spenót	37,79 <sup>e</sup>	0,01 <sup>a</sup>	6,60 <sup>b</sup>	29,86 <sup>d</sup>	11,24 <sup>c</sup>	10,60 <sup>c</sup>
	szórás	1,58	0,00	0,53	2,92	0,40	0,36
	<b>Bonel</b> Bébicékla	31,05 <sup>d</sup>	0,02 <sup>a</sup>	9,23 <sup>b</sup>	23,48 <sup>c</sup>	11,45 <sup>b</sup>	18,20 <sup>c</sup>
	szórás	3,52	0,00	0,25	4,85	0,51	0,10
<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	0,02 <sup>a</sup>	3,20 <sup>b</sup>	14,88 <sup>d</sup>	13,14 <sup>d</sup>	10,20 <sup>c</sup>	
szórás	n.a.	0,00	0,36	1,97	0,33	0,20	

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); n.a. – nincs adat

A levélzöldek minőségét jelző beltartalmi paraméterek, mint a szárazanyag-, C-vitamin- és nitrát-tartalom feltehetően a növény termesztési körülményeire adott élettani válaszait tükrözik. Ezen értékek elemzése kimutatja a fólia alatti és a szabadföldi termesztés eltérő stresszfaktorainak a termés minőségére gyakorolt hatását (23. táblázat).

A **fólia alatti termesztés** minőségi paramétereit befolyásolta a romló talajállapot és a kiegyensúlyozatlan nitrogénellátás. A szárazanyag-tartalom többnyire alacsonyabb maradt a szabadföldihez képest, ami valószínűleg a fólia alatti szélcsendes, zárt légtér következménye. Ez a környezet gátolja a növények párologtatását (transzspirációját), ami

nagyobb víztartalmat eredményez. Ez nem mutatott egyértelmű tendenciát a vizsgált évek alatt. A fénystresszre adott válaszként termelődő C-vitamin koncentrációja a fólia alatt, a szabadföldihez képest, a gyengébb fényintenzitás miatt többnyire alacsonyabb volt. Ezen belül a madársaláta C-vitamin-tartalmának csökkenése (12,88 mg/100 g-ról 4,85 mg/100 g-ra) a fólia alatt feltehetően nem a fényviszonyok miatt következett be. Ez a visszaesés azt mutatja, hogy a változó talajállapot volt a meghatározó, amely a növény vitaminszintézisére is kedvezőtlenül hatott, még a javuló besugárzás ellenére is. A legkritikusabb eredményeket azonban a nitrát-tartalom mutatta. A nagy talaj-nitrogénszint (244 mg/kg 2021-ben) és a kevés tavaszi fény miatt a spenót (*Matador*) 7261,14 mg/kg, a rukkola (*Themisto*) pedig 4352,74 mg/kg nitrátot halmozott fel. A spenót értéke, amely meghaladja az 5000 mg/kg-os megengedett határértéket, amely a korábban elemzett vegetatív túlsúly következményei. Ez a magas nitrátszint a korábban elemzett vegetatív túlsúly közvetlen következménye, ahol a növény a bőséges nitrogént nem tudta fehérjévé alakítani, így nitrát formájában halmozódott fel a levelekben.

A **szabadföldi termesztésben**, ahol a talaj állapota stabil maradt, a minőségi paramétereket a klimatikus tényezők alakították. A növények jellemzően magasabb szárazanyag-tartalommal rendelkeztek, ami a szabadföldi, stresszesebb környezet, mint a 2019-es évben mért nagy, 23,04 °C-os átlaghőmérséklet és 173,02 W/m<sup>2</sup>-es besugárzás, valamint a folyamatos légmozgás miatti intenzívebb párologtatás következménye. Ennek eredményeként a *Matador* spenót szárazanyag-tartalma 2020-ban elérte a kiugró, 15,70%-os értéket, míg a fólia alatt ugyanezen faj esetében a legnagyobb mért érték is csupán 8,38% volt. A C-vitamin-koncentráció és az évjáráthatás kapcsolata összetett képet mutatott. Bár a legintenzívebb klimatikus stresszt a 2019-es év jelentette, a legtöbb faj (spenót, új-zélandi spenót, rukkola) éppen a hűvösebb, alacsonyabb besugárzású 2021-es évben eredményezte a legnagyobb C-vitamin-tartalmat. Különösen kiemelkedő a rukkola (*Themisto*) 2021-ben mért értéke (43,50 mg/100 g). Ez a jelenség arra utalhat, hogy az antioxidáns-termelést nem kizárólag az átlagos hő- és fénystressz határozza meg, hanem egyéb, az adott évre jellemző specifikus tényezők (pl. hirtelen hőmérséklet-ingadozások, vízhiányos periódusok) is jelentősen befolyásolhatják.

Ezzel ellentétben a szabadföldi körülmények legtöbb esetben kedveztek az alacsony nitráttartalomnak, mivel az intenzív nyári besugárzás hatékonyan működtette a nitrát-reduktáz enzimet, azonban az adatok egy jelentős, évjáráthoz kötött kockázatra is utalnak. A nitráttartalom két, elkülönülő tartományban változott. A kedvező, alacsony nitráttartalmú években (2020 és 2021) az értékek jellemzően 10 mg/kg és 212 mg/kg

között alakultak. Ezzel szemben a 2019-es anomália során kiugróan magas, 2450 mg/kg és 5346 mg/kg közötti koncentrációkat mértünk. A spenót (*Matador*) nitrát-tartalma ekkor elérte az 5346,00 mg/kg-ot, a rukkola (*Themisto*) pedig a 3980,33 mg/kg-ot. Ez a 2019-es anomália különösen figyelemre méltó, mivel ez volt a legmelegebb és legnagyobb besugárzású év, amely körülmények normál esetben éppen a nitrát hatékony lebontását segítenék elő. A jelenség arra utalhat, hogy a nagy fényintenzitás önmagában nem garancia az alacsony nitrátszintre. A kiugró értékeket valószínűleg egy, a klimatikus hatásokat felülíró tényező okozhatta, mint például egy hirtelen, stresszes időjárási esemény (pl. szárazságot követő intenzív eső), amely a nitrogén gyors felvételét, de lassú feldolgozását eredményezte.

**23. táblázat:** Különböző levélzöldségfajok szárazanyag-, C-vitamin- és nitrát-tartalma alakulása eltérő termesztéstechnológia mellett (Debrecen, 2019–2022)

<i>Levélzöldegek beltartalmi paramétereii II.</i>							
Vizsgált paraméter	Levélzöldség fajta/típus	Fólia tavasz			Szabadföld nyár		
		2019	2021	2022	2019	2020	2021
<b>Szárazanyag-tartalom</b> (m/m)%	<b>Cirilla</b> Madársaláta	10,18 <sup>c</sup>	7,30 <sup>b</sup>	6,51 <sup>a</sup>	9,20 <sup>bc</sup>	9,20 <sup>bc</sup>	12,86 <sup>d</sup>
	szórás	0,96	0,10	0,62	1,31	1,31	0,61
	<b>Themisto</b> Rukkola	9,93 <sup>b</sup>	8,75 <sup>a</sup>	9,93 <sup>b</sup>	8,37 <sup>a</sup>	13,71 <sup>d</sup>	12,40 <sup>c</sup>
	szórás	0,71	0,02	0,14	0,31	0,34	0,32
	<b>Matador</b> Spenót	8,38 <sup>ab</sup>	7,68 <sup>a</sup>	8,28 <sup>ab</sup>	10,36 <sup>bc</sup>	15,70 <sup>d</sup>	11,46 <sup>c</sup>
	szórás	0,50	0,08	0,13	0,34	1,79	0,52
	<b>Bonel</b> Bébicékla	8,57 <sup>b</sup>	6,74 <sup>a</sup>	9,27 <sup>bc</sup>	8,95 <sup>bc</sup>	9,69 <sup>c</sup>	11,33 <sup>d</sup>
szórás	0,50	0,24	0,12	0,03	0,58	0,07	
	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	4,71 <sup>a</sup>	5,95 <sup>b</sup>	10,27 <sup>e</sup>	8,03 <sup>c</sup>	9,30 <sup>d</sup>
	szórás	n.a.	0,11	0,60	0,15	0,25	0,17
<b>C-vitamin-tartalom</b> (mg/100 g termék)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	12,88 <sup>b</sup>	4,85 <sup>a</sup>	11,20 <sup>b</sup>	11,05 <sup>b</sup>	6,81 <sup>a</sup>	6,28 <sup>a</sup>
	szórás	1,66	0,11	0,20	1,09	0,25	0,03
	<b>Themisto</b> Rukkola	2,59 <sup>ab</sup>	3,63 <sup>ab</sup>	4,05 <sup>b</sup>	2,30 <sup>a</sup>	8,84 <sup>c</sup>	43,50 <sup>d</sup>
	szórás	0,35	0,06	0,15	0,58	0,67	1,10
	<b>Matador</b> Spenót	9,24 <sup>b</sup>	6,09 <sup>a</sup>	5,90 <sup>a</sup>	10,30 <sup>b</sup>	13,04 <sup>c</sup>	25,87 <sup>d</sup>
	szórás	0,30	0,06	0,10	1,70	0,56	1,21
	<b>Bonel</b> Bébicékla	9,30 <sup>de</sup>	6,09 <sup>b</sup>	7,50 <sup>bc</sup>	10,60 <sup>e</sup>	8,19 <sup>cd</sup>	3,65 <sup>a</sup>
szórás	0,55	0,05	0,30	1,40	0,68	0,05	
	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	3,77 <sup>a</sup>	4,13 <sup>a</sup>	9,39 <sup>b</sup>	14,30 <sup>c</sup>	16,13 <sup>d</sup>
	szórás	n.a.	0,13	0,23	0,56	0,53	0,76

<b>Nitrát-tartalom</b> (mg/kg)	<b>Cirilla</b> Madársaláta	3787,34 <sup>e</sup>	676,00 <sup>b</sup>	1546,67 <sup>c</sup>	3220,00 <sup>d</sup>	15,84 <sup>a</sup>	110,67 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	212,90	5,29	51,32	52,92	0,92	6,66
	<b>Themisto</b> Rukkola	4352,74 <sup>c</sup>	596,67 <sup>a</sup>	1690,00 <sup>b</sup>	3980,33 <sup>c</sup>	14,17 <sup>a</sup>	212,00 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	338,37	3,06	17,32	519,50	0,40	8,00
	<b>Matador</b> Spenót	7261,14 <sup>d</sup>	770,00 <sup>a</sup>	1809,00 <sup>b</sup>	5346,00 <sup>c</sup>	11,57 <sup>a</sup>	160,00 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	515,21	10,00	6,00	714,00	0,51	11,14
	<b>Bonel</b> Bébicékla	3025,46 <sup>c</sup>	768,33 <sup>b</sup>	1205,00 <sup>c</sup>	2450,00 <sup>d</sup>	12,16 <sup>a</sup>	110,33 <sup>a</sup>
	<i>szórás</i>	180,58	4,04	6,24	250,00	1,00	4,51
	<b>Újzélandi</b> Spenót	n.a.	604,00 <sup>c</sup>	1485,00 <sup>d</sup>	3181,22 <sup>e</sup>	10,67 <sup>a</sup>	142,33 <sup>b</sup>
	<i>szórás</i>	n.a.	5,29	21,79	51,09	0,41	4,04

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól faj/fajtán belül ( $p < 0,05$ ); **n.a.** – nincs adat

#### 4.3.1. A levélzöldségfajok vizsgált paramétereinek korrelációs elemzése hajtatott és szabadföldi termesztésben

*Tavaszi, fólia alatt termesztett levélzöldségfajok korrelációs eredményei*

A **tavaszi fóliás termesztés** egy zárt, belsőleg konzisztens rendszer, amit a mért paraméterek közötti szoros összefüggések is igazolnak (15. sz. melléklet). A Liebig-féle minimumtörvény értelmében ebben a rendszerben a talaj termékenységének csökkenése volt az a domináns tényező, amely a teljesítményt befolyásolta.

**Hozam és morfológiai kapcsolatok:** A fejtömeg és a levélszám között erős, pozitív korrelációt mutatható ki ( $r = 0,763$ ;  $p < 0,01$ ), ami azt jelzi, hogy ebben a rendszerben a több levelet fejlesztő növények termeltek nagyobb tömeget. A hozamot a növény mérete is meghatározta, amit a fejtömeg és a növénymagasság közötti közepes erősségű (mérsékelt) kapcsolat igazol ( $r = 0,527$ ;  $p < 0,01$ ).

**Fiziológiai mutatók és a hozam:** A hozam legfontosabb meghatározó tényezői a fiziológiai mutatók voltak. A fejtömeg mind a SPAD ( $r = 0,630$ ;  $p < 0,01$ ), mind az NDVI ( $r = 0,637$ ;  $p < 0,01$ ) értékkel erős pozitív korrelációt mutatott. Ez alátámasztja, hogy a nagyobb klorofilltartalmú, sűrűbb lombozatú állományok termeltek nagyobb hozamot.

**A talajdegradáció és a nitrátfelhalmozódás kapcsolata:** A nitrát-tartalom erős pozitív kapcsolatban állt a fejtömeggel ( $r = 0,603$ ;  $p < 0,01$ ), míg a levélszámmal ( $r = 0,577$ ;  $p < 0,01$ ) és a növénymagassággal ( $r = 0,461$ ;  $p < 0,05$ ) közepes összefüggést mutatott. Fontos megjegyezni, hogy a nitrát és a SPAD érték között nem volt szignifikáns korreláció ( $r = 0,018$ ). Ez tápanyag-diszharmonióra utalhat. A bőséges nitrogénellátottság serkentette a vegetatív növekedést, de a klorofilltartalom arányos növekedése elmaradt,

ami a talaj fizikai-kémiai állapotának változásaival (pl. pH emelkedés és sótartalom) hozható összefüggésbe.

**Beltartalmi értékek:** Az antioxidánsok mennyisége (összpolifenol, flavonoid, C-vitamin) és a hozam között nem találtunk szignifikáns kapcsolatot, ami arra utal, hogy a növekedést a klimatikus stresszreakció helyett a tápanyag-ellátottság szabályozta.

*Nyári, szabadföldön termesztett levélzöldségfajok korrelációs eredményei*

A **nyári szabadföldi termesztés** korrelációi egy nyitottabb, a külső klimatikus tényezők által erősebben befolyásolt rendszer mutat. A belső összefüggések lazábbak, a minőség mutatók és a hozam között fordított kapcsolat figyelhető meg (16. sz. melléklet).

**Hozam és morfológiai kapcsolatok:** A fejtömeg továbbra is közepes erősségű összefüggést mutatott a levélszámmal ( $r = 0,576$ ;  $p < 0,01$ ) és a növénymagassággal ( $r = 0,557$ ;  $p < 0,01$ ), de a kapcsolat némileg gyengébb, mint a fólia alatt.

**Fiziológiai mutatók és a hozam:** A fejtömeg és a fiziológiai mutatók közötti kapcsolat jelentősen lazább, mint a fólia alatt fejlődött növényeknél. Bár a korreláció a SPAD ( $r = 0,373$ ;  $p < 0,01$ ) és az NDVI ( $r = 0,442$ ;  $p < 0,01$ ) értékkel továbbra is szignifikáns, az alacsonyabb gyenge-közepes 'r' értékek jelzik, hogy ezek a mutatók kevésbé megbízható előrejelzői a hozamnak. Ez alátámasztja, hogy a termést az évjáráthatás, azaz a külső klimatikus tényezők sokkal erősebben befolyásolhatják.

**A növekedés és védekezés antagonizmusa:** A legszembevetőbb különbség a beltartalmi értékek alakulásában mutatkozott. A növénymagasság mérsékelt negatív korrelációt mutatott az összpolifenol-tartalommal ( $r = -0,464$ ;  $p < 0,01$ ), míg a flavonoidok mennyiségével ennél szorosabb, de szintén közepes kapcsolatot jelzett ( $r = -0,558$ ;  $p < 0,01$ ). Ez a növekedés és védekezés közötti antagonizmusra utalhat, mely szerint a növények a rendelkezésre álló erőforrásaikat vagy a növekedésre, vagy a belső védelemre (magasabb antioxidáns-tartalom) fordítják. A szabadföldi klimatikus stressz (UV-sugárzás, hőség) tehát a védekező mechanizmusok beindítására kényszerítette a növényeket, ami a vegetatív növekedés rovására ment.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### *Különböző salátafajták értékelése*

Az ebben a fejezetben bemutatott következtetések és ajánlások az egyes salátafajták részletes értékelésén alapulnak. Az ehhez kapcsolódó, előző elemzéseken túli további adatok a 17–22. számú mellékletben találhatóak.

### *Lungavilla* – Lollo Bionda típus

Ez a saláta fajta eltérő tulajdonságokat mutatott a termesztési helytől (fólia, üvegház) és időszaktól (tavasz, ősz) függően. Megállapítható, hogy a fajta széles termesztési adaptációval rendelkezik. Az optimális agrotechnika a termelési céltól (hozam vagy minőség) függ.

Termesztői szempontból megállapítható, hogy a maximális biomassa előállítására a tavaszi, fűtetlen fóliás termesztés a leginkább célravezető. A tavaszi termesztésből származó fejtömeg (kiemelkedő, 491 g) messze felülmúlta az őszi értékeket (130-140 g). A fóliás termesztésben tapasztalt nagyobb fejtömeget és gyorsabb fejlődést a nemzetközi szakirodalom is alátámasztja. *Janke et al.* (2017) vizsgálatai szerint a fóliásátrak a környezeti stressz csökkentésével hozzájárulnak a termésbiztonság és a beltartalmi értékek növeléséhez. Kísérletünkben a levélszám is tavasszal volt a legnagyobb (~35 db/fej), az őszi (15-16 db) átlaggal szemben, ami fontossá teszi ezt az időzítést a salátakeverékek alapanyagának előállításához. A vizsgálat ugyanakkor kimutatta, hogy a tavaszi termesztés során (a humusztartalom csökkenése miatt) elengedhetetlen a tudatos tápanyag-utánpótlás a talaj termékenységének fenntartása érdekében. Ez a fokozott tápanyagigény a tavaszi hozamorientált növekedési módot tükrözi, amely során a teljesítményt elsődlegesen a talaj tápanyag-szolgáltató képessége limitálhatta. Ezzel szemben az őszi termesztés, mind fóliában, mind üvegházban, kisebb, de kiegyenlítettebb (130-140 g/tő) fejeket eredményezett, ami ideális méret a hazai friss piacnak. Hasonló tendenciát állapítottak meg *Drăghici et al.* (2016) is, akik zárt térben a Lollo Bionda fajtánál: 201,33 g/tő, míg a Lollo Rossánál 187,25 g/tő fejtömeget mértünk. Bár a hozam alacsonyabb, az őszi termesztés jobban illeszkedik a piaci igényekhez.

Fogyasztói szempontból megállapítható, hogy az őszi termesztésű saláták értékesebbek a nagyobb bioaktívanyag-tartalom miatt. Az összpolicifenol-tartalom (TPC) rendszeresen nagyobb volt az őszi fóliás termesztésben (pl. 37,8 mg GAE/100 g, 2020 ősz), mint a tavaszi időszak későbbi szakaszában (33,3 mg GAE/100 g,

2021 tavasz). Ez az őszi TPC érték összhangban van a nemzetközi szakirodalommal, mely szerint *Gan és Azrina* (2016) hasonló (30,39 mg GAE/100 g-os) értéket mértek egy zöld Lollo típusú ('Green Coral') salátánál jelezve a zöld Lollo típusok hasonló polifenol-tartalmát. A C-vitamin szintje is többszöröse volt az őszi mintákban. Az üvegházban mért 7,10 mg/100 g több mint kétszerese a legnagyobb tavaszi értéknek (3,00 mg/100 g). Ugyanakkor megállapítottuk, hogy a *Lungavilla* fajta hajlamos a nitrátfelhalmozásra. Az őszi, fényhiányos időszakban, különösen a fóliás termesztésben, a nitrát-tartalom jelentősen megemelkedett (csúcserték: 1715 mg/kg). Ez a felhalmozódás illeszkedik az őszi fóliás korrelációs modellbe, ahol a nitrát szintje mérsékelt pozitív kapcsolatot mutatott a növekedéssel (pl. fejtömeg:  $r = 0,411$ ), jelezve az őszi időszakra jellemző lassabb nitrogén-beépülést. Bár ez a koncentráció több mint háromszorosa a legnagyobb tavaszi értékeknek. Fontos megállapítani, hogy az Európai Bizottság (EU) 2023/915 rendeletben meghatározott 5000 mg/kg-os határértéknek ez csupán a 34%-át teszi ki. Ezáltal a vizsgált fajták a hatályos élelmiszer-biztonsági előírásoknak megfeleltek.

#### ***Cencibel*** – Lollo Rossa típus

Az elemzések alapján megállapítható, hogy a Lollo Rossa típusú *Cencibel* fajta képviseli a legnagyobb antioxidáns potenciált, ami különösen az őszi termesztés során eredményezett kiemelkedő minőséget.

Ha a termesztés elsődleges célja a maximális biomassa elérése (pl. ipari salátakeverékek számára) a tavaszi, fűtetlen fóliás termesztés a legmegfelelőbb. A fejtömeg itt kiemelkedő (499 g/tő), amely nagy levélszámmal (29 db/tő) párosult. A hozam és a bioaktív anyagok koncentrációja között azonban fordított arányosság figyelhető meg. A gyors biomassa-növekedés a bioaktív anyagok koncentrációjának csökkenését (hígulási effektus) okozza (TPC: 50 mg GAE/100 g). Ezt támasztja alá a tavaszi korrelációs elemzés is, amely erős, szignifikáns negatív kapcsolatot mutatott a fejtömeg és a minőségi paraméterek, például a flavonoid-tartalom ( $r = -0,706$ ) valamint mérsékelt összefüggést az összpolicenol-tartalom ( $r = -0,455$ ) között. Ezt a hígulási jelenséget a saláta nagy, 95% körüli víztartalma is magyarázza, mivel a tápanyagok nagyobb szöveti térfogatban oszlanak el (Murray et al., 2021).

Amennyiben a cél az antioxidánsokban gazdag termék előállítása, akkor az őszi, fűtetlen fóliás termesztés a megfelelő. Az őszi, rövidebb nappalok és alacsonyabb hőmérséklet által eredményezett enyhe, pozitív stressz hatására a növény értékes

vegyületeket halmoz fel. Ezt igazolja az őszi fóliás korrelációs elemzés is, mely szerint a hozam-minőség negatív korrelációja („hígulási effektus”) jelentősen mérséklődött (pl. flavonoidok:  $r = -0,253$ ), ami lehetővé tette a magas beltartalmi értékeket. Ezt a folyamatot a fény spektrális összetételének változása is magyarázza. *Son & Oh* (2013) kutatásai kimutatták, hogy a kiegészítő kék LED fény szignifikánsan növelte a vörös saláta összes fenol (polifenol) tartalmát és antioxidáns kapacitását. Ez összhangban van azzal, hogy az őszi időszak természetes fényspektruma arányaiban több kék fényt tartalmaz, ami hozzájárulhat a bioaktív anyagok felhalmozódásához. Ennek eredményeként az őszi *Cencibel* kiemelkedő, 158-181 mg GAE/100 g-os TPC-értéke nemzetközi összehasonlításban is magasnak számít. *Gan & Azrina* (2016) vörös lollo salátában ennek kevesebb mint a felét, 76,05 mg GAE/100 g-ot mértek. A kísérletünkben ezzel párhuzamosan a flavonoidok koncentrációja is magas volt (12-13 mg CE/100 g). A vörös szín és a magasabb beltartalmi érték közötti szoros összefüggést a szakirodalom is megerősíti. *Mou* (2009) szerint a vörös levelű saláták flavonoidtartalma (8,3 mg CE/100 g) több mint kétszerese a vajfej típusokénak (3,9 mg CE/100 g), míg *Baslam et al.* (2013) egy vöröses 'Maravilla de Verano' fajtánál mérték a legmagasabb C-vitamin- (15,6 mg/g DM) és antociánkoncentrációt (167,7 OD/g DM). Ezáltal a termék kiemelt értéket képvisel az egészségtudatos fogyasztók számára. A minőségi termelés során azonban figyelni kell a nitrát-tartalom alakulására. A fényhiányos állapot, ami a jótékony vegyületek termelését serkenti, a nitrogén-anyagcserét is gátolja, ami nitrátfelhalmozódáshoz vezet. Ennek következtében az őszi saláták nitrát-koncentrációja megemelkedik (fólia: 600 mg/kg; üvegház: 700-759 mg/kg). A korrelációk magyarázzák ezt a különbséget: a fóliában a felhalmozódás még mérsékelt kapcsolatot mutatott a hozammal ( $r = 0,411$ ) és az összpolicenolokkal ( $r = -0,400$ ), addig az üvegházban azt már döntően a flavonoidokkal mutatott erős negatív korreláció ( $r = -0,753$ ) szabályozta. Azonban ezek az értékek messze elmaradnak az (EU) 2023/915 rendeletben meghatározott 5000 mg/kg-os törvényi határértéktől, annak csupán 12-15%-át teszik ki, így a termékek biztonságosan fogyaszthatók.

### **Great Lakes659 – jégسالáta**

A jégسالáta a vizsgálat során egyértelműen a hozamstabilitásra és megbízhatóságra fókuszáló fajtatípusnak bizonyult. Elsődleges értéke nem a kiemelkedő beltartalmi mutatókban, hanem abban rejlik, hogy a változó, akár kedvezőtlenebb körülmények között is képes nagy és kiegyenlített hozamot produkálni.

Termesztői szempontból a jégсалáta egy robusztus fejet kialakító fajta. A tavaszi fűtetlen fóliás termesztésben nagy, 434 g/tő hozamot ért el. Figyelemre méltó őszi teljesítménye is. A fólia alatt (gyakran a többi fajtát is felülmúlva) akár 345 g/tő fejtömeget is mértünk, amely az év végi, kockázatosabb időszakban is tervezhetővé teszi a termelést. Tömör, roppanós textúrája a piacot szolgálja ki, levélszáma (12-28 db/fej) azonban elmarad a "baby leaf" keverékekhez alkalmas fajtákétól.

Fogyasztói szempontból a jégсалáta a megszokott, semleges ízvilágot és roppanós textúrát nyújtja. Beltartalmi értékei, a fajta jellegéből adódóan, mérsékeltbbek. A sűrű, zárt fejszerkezet és a kevesebb fényt kapó belső levelek miatt az összpolicenol-tartalma (TPC) alacsonyabb, az őszi, kedvező időszakban is csupán 25-29 mg GAE/100 g körül alakult. Ezt az összefüggést *Mou & Ryder* (2002) kutatásai is alátámasztják, melyek szerint az alacsonyabb beltartalmi érték morfológiai okokra vezethető vissza. A sűrű, zárt fejszerkezet leárnyékolja a belső leveleket, a fényhiány pedig, ahogy arra *Murray et al.* (2021) is rámutattak blokkolja azokat a környezeti jeleket, amelyek aktiválnák az antioxidánsok és vitaminok termeléséért felelős géneket. Ezt kísérletben is igazolták, amikor mesterségesen nyitva tartották a fejeket, a saláta  $\beta$ -karotin, C-vitamin, kalcium és vas koncentrációja a lazább levelű fajtákéhoz hasonló szintre emelkedett. Érdekesség, hogy míg a polifenol-tartalma alacsony, a C-vitamin-tartalma bizonyos körülmények között kiugróan nagy lehet. A csúcsérték (9,01 mg/100 g), főleg őszi üvegházi termesztésnél jelentősen meghaladja a *Mou* (2009) által közölt referenciaértéket (2,8 mg/100 g), jelezve, hogy a specifikus körülmények pozitívan hatottak a C-vitamin-szintézisére. A nitrát-felhalmozási hajlama közepesnek mondható. Az ősszel mért legnagyobb érték, (815 mg/kg) az (EU) 2023/915 rendelet által meghatározott 5000 mg/kg-os határértéknek csupán a 16%-a. Ez azt jelenti, hogy a termék élelmiszer-biztonsági szempontból megfelelő. A jégсалáta tehát elsősorban a hozamorientált termesztők és a hagyományos, roppanós textúrát kedvelő fogyasztók számára ideális választás, bár egyes beltartalmi értékei (pl. C-vitamin-tartalom) felülmúlhatják a fajtával szembeni elvárásokat.

### ***Cortazar*** – római saláta

A *Cortazar* sokoldalú, kiegyensúlyozott fajtaként kiválóan ötvözi a termesztői és fogyasztói elvárásokat, így a piac egyik meghatározó tényezőjévé válhat.

Termesztői szempontból a fajta tavasszal és ősszel is megbízhatóan teljesít. A tavaszi fóliás termesztésben a hozama elérte a 358 g/tő értéket, amihez kiemelkedő,

47 db/fej levélszám párosult, így a feldolgozóipar számára is értékes alapanyag. Az őszi termesztésben a hozam a friss piac igényeihez igazodva 180 g/tő körül alakult, ami stabil és jól tervezhető termelést tesz lehetővé. A fajta agronómiai szempontból az egyik legbiztonságosabb választásnak tűnik.

A fogyasztó számára a *Cortazar* az őszi időszakban képvisel kiemelt értéket. Ekkor mértük a fajták között a legmagasabb összpolicifenol-tartalmat (TPC: 58 mg GAE/100 g), ami táplálkozás-élettani szempontból értékessé teszi. Ezt támasztja alá a *Kim et al.* (2016b) által közölt adat is, mely szerint a római saláta ~45%-kal több egészségvédő karotinoidot ( $\beta$ -karotint és luteint) tartalmaz, mint a jégsaláta. Érdekes ugyanakkor, hogy a C-vitamin-tartalma (maximum 8,35 mg/100 g) jelentősen elmaradt a *Mou* (2009) által a római salátára közölt 24 mg/100 g-os referenciaértéktől. Bár az őszi körülmények a polifenolok szintézisének kedveztek, a C-vitamin termelése jelentősen elmaradt ennél a fajtánál. Kedvező, hogy a nagy beltartalmi értékhez viszonylag alacsony nitrát-felhalmozási hajlam párosul. Az összpolicifenolok és a nitrát közötti szignifikáns, mérsékelt negatív kapcsolat ( $r = -0,400$ ) azt mutatja, hogy a polifenol-tartalom ellentétesen alakult a nitrát felhalmozódásával. Az ősszel mért nitrát-koncentráció 530 mg/kg (fólia alatt) és 761 mg/kg (üvegházban) körül alakult. Ezek az értékek az (EU) 2023/915 rendeletben meghatározott 5000 mg/kg-os határértéknek csupán a 10-15%-át teszik ki. Ez az érték jóval alacsonyabb, mint amit más európai mérések igazoltak. *Baslam et al.* (2013) például egy őszi-téli, üvegházi kísérletben 'Cogollos de Tudela' római salátafajtánál 4300-4800 mg/kg-os nitrát-koncentrációról adtak információt. Ez rávilágít arra, hogy a kísérletben mért őszi nitrátszintek európai viszonylatban nem kiugróak. A *Cortazar* tehát egy olyan fajta, amely képes a kedvező bioaktív anyagokat nagy mennyiségben előállítani anélkül, hogy a nitrátszintje számottevően megemelkedne, így a tudatos vásárlók számára az egyik legjobb választás lehet.

### ***Május királya*** – vajfej saláta

A *Május királya*, mint klasszikus vajfej saláta, kimagasló alkalmazkodóképességet mutatott a termesztési körülményekhez. Megállapítható, hogy a fajta a tavaszi időszakban mutatja a legkedvezőbb hozamot. Kiemelkedő biomassza-produkciója és levélszáma a feldolgozóipar számára teszi preferált alapanyaggá. Az őszi termesztési ciklus ezzel szemben más lehetőségeket hordoz. Hozam tekintetében elmaradt a tavasztól, azonban a minőségi paraméterek javultak. A termesztési stratégia tehát kettéválik, a tavaszi,

mennyiségorientált, biztonságos termesztésre, valamint az őszi, minőségorientált, de nagyobb bizonytalansággal járó terményelőállításra.

A fajta elsősorban a tavaszi, fűtetlen fóliás termesztésben emelkedik ki. A mért 568 g/tő csúcshozam (a legnagyobb a kísérletben) a fajtát a biomassa-alapú feldolgozóipar számára teszi alkalmassá. Ez a kiemelkedő hozam a tavaszi kísérlet korrelációs vizsgálatánál leírt gyors, hozamorientált növekedési mintázat példája, ahol a fejtömeg erősen korrelált pl. a torzsa nagyságával ( $r = 0,658$ ). Ezt támasztja alá a rendkívül nagy (átlag 50 db/fej) levélszám is, ezáltal ideális alapanyag lehet a salátakeverékek előállításához. A tavaszi termesztés intenzitása azonban fokozottan megterheli a talajt, így a tápanyag-utánpótlásról gondoskodni kell. Ezzel szemben az őszi termesztés kisebb, de a friss piac által kedvelt 140 g/tő körüli, kiegyenlített méretű fejeket eredményezett, ami a szezonális kiterjesztésére ad lehetőséget.

A fogyasztó számára a *Május királya* egy vegyes képet mutat. Míg C-vitamin tartalma a tavaszi időszakban kiemelkedő volt (7,95 mg/100 g), addig antioxidáns-tartalma (TPC) az őszi, stresszesebb időszakban is csupán mérsékelt, 28 mg GAE/100 g körüli értéket ért el. Erre a köztes pozícióra *Mou és Ryder* (2002) is magyarázatot adtak, kiemelve, hogy a vajfej saláták feje gyakran lazább és nyitottabb, ami a jégсалátához képest több fény bejutását teszi lehetővé, így kedvezőbb beltartalmi értékeket eredményezhet. E mellett fontos értékelni a nitrát-felhalmozási hajlamát is. Az őszi, fényhiányos időszakban a fűtetlen fóliában mért 1341 mg/kg-os nitrát-koncentráció volt az egyik legnagyobb érték a vizsgálatban. Ez a nagy érték összhangban van az őszi fóliás korrelációs elemzéssel. Az ott kimutatott, növekedési intenzitással való pozitív kapcsolat ( $r = 0,411$ ) a fényhiány okozhatta asszimilációs problémákra utalhat. Bár ez az érték az (EU) 2023/915 rendelet által a védett teriméjű őszi-téli salátákra megállapított 5000 mg/kg-os felső határértéknek csupán a 27%-a, tehát a termék biztonságos. A fajta erős hajlama a nitrát-akkumulációra fokozott odafigyelést és tudatos, csökkentett nitrogén-trágyázást igényel a prémium minőség elérése érdekében.

### ***Kirke*** – tölgylevelű saláta

Megállapítható, hogy a *Kirke* rugalmas, kettős hasznosítású fajta, amely évszaktól és technológiától függően a mennyiségi és minőségi céloknak is megfelel.

Termesztői szempontból a *Kirke* nagy potenciállal rendelkezik. A tavaszi fűtetlen fóliás termesztésben kiemelkedő (519 g/tő) hozamot állapítottunk meg, ami a vajfej salátáéhoz hasonló, ipari méretű biomassa-előállítást tesz lehetővé. A *Május királyához*

hasonlóan ezt a fajtát is a tavaszi korrelációs modellben azonosított hozamorientált növekedési mintázat (a torzsa nagyságával való erős kapcsolat:  $r = 0,658$ ) jellemzi. A tavaszi 43 db/fej levélszám szintén a feldolgozóipar igényeit elégíti ki. Ezzel szemben az őszi hozama a friss piac számára ideális 124-173 g/tő sávban változott, ami jól mutatja a fajta kiváló adaptációs képességét a különböző piaci szegmensekhez.

A fogyasztók számára a *Kirke* elsősorban az őszi időszakban természetve képviselt nagyobb értéket. A laza levélszerkezet és a vöröses színezettség már utal a nagyobb beltartalmi értékre. Ezt az összefüggést a szakirodalom is megerősíti. *Liu et al.* (2007) kimutatták, hogy a vörös pigmentációjú saláták átlagos TPC-értéke (52,4 mg GAE/100 g száraz tömeg) több mint kétszerese a zöld típusúakénak (21,7 mg GAE/100 g száraz tömeg). Ezt méréseink is alátámasztják, mivel az őszi fóliás termesztésben az összpolicfenol-tartalom elérte a 47 mg GAE/100 g-ot, ami igen jó értéknek számít. A fajta nitrát-felhalmozási hajlama azonban figyelmet érdemel. Bár a mért értékek az (EU) 2023/915 rendelet 5000 mg/kg-os határértéke alatt maradtak, az őszi üvegházi termesztésben mért 945 mg/kg-os koncentráció jelzi, hogy a fajta a kedvezőtlen körülményekre (fényhiány, nem megfelelő talajparaméterek) nitrátszint-emelkedéssel reagált. Ez megerősíti az őszi üvegházi termesztésnél végzett korrelációs elemzés azon megállapítását, miszerint a nitrát szintjét a környezeti stressztényezők szabályozták: ezt a minőségi paraméterekkel (flavonoidokkal) való erős, ellentétes összefüggés ( $r = -0,753$ ) igazolja.

### ***Különböző levélzöltségek értékelése***

Az eredmények egyértelműen kimutatták, hogy a két vizsgált termesztési technológia, a tavaszi fűtetlen fóliás és a nyári szabadföldi termesztés, alapvetően eltérő hozam- és minőségi potenciállal rendelkezik. Megállapítható, hogy a termesztési cél határozza meg elsősorban a termesztési időszak és hely kiválasztását.

### ***Cirilla*** – madársaláta

A *Cirilla* a termesztési körülményekre legérzékenyebben reagáló fajtának bizonyult. Fontos megjegyezni, hogy ez a faj genetikai adottságaiból fakadóan a többi vizsgált levélzöltséghez (pl. spenót, új-zélandi spenót, bébicékla) képest eleve jelentősen kisebb vegetatív tömeget fejleszt. Termesztése mindkét technológiában fokozott odafigyelést igényel, azonban a nyári szabadföldi termesztés kiszámíthatóbbnak tekinthető.

Termesztői szempontból az eredmények rávilágítanak, hogy a tavaszi fóliás termesztés során kulcsfontosságú a talajminőség fenntartása. A talajromlás (a humusztartalom 2,88%-ról 1,35%-ra csökkent) a hozamot 6,40 g/tő értékről 2,85 g/tő értékre csökkentette. A nyári szabadföldi termesztés ezzel szemben stabilabb talajviszonyok mellett a klimatikus tényezőktől függött. A legnagyobb hozamot (5,64 g/tő) a kedvezőbb, 2019-es évben érték el.

Fogyasztói szempontból megállapítható, hogy a minőségi mutatók technológia-függően alakultak. A nyári szabadföldi termesztés 2019-ben kiemelkedő minőséget eredményezett. Az összpolicifanol-tartalom 284,7 mg GAE/100 g, a flavonoid-tartalom pedig 99,1 mg CE/100 g volt. Az előbbi érték összhangban van a szakirodalommal, *Parente et al.* (2013) is hasonló nagy,  $255 \pm 8$  mg GAE/100 g értéket mértek. Ezzel ellentétben a fólia alatt a minőség a hozammal együtt csökkent, így a flavonoid-tartalom 112,8 mg CE/100 g-ról 0,04 mg CE/100 g-ra csökkent. A fajta nitrátfelhalmozási hajlama jelentős, kísérletünkben fólia alatt (2019-ben) 3787 mg/kg-os értéket mértünk. Ez összhangban van *Santamaria* (2006) megállapításával, aki a madársalátát a nagy nitrátfelhalmozók (>2500 mg/kg) közé sorolta. Az általunk mért érték illeszkedik a tavaszi korrelációs modellbe, mely erős pozitív kapcsolatot ( $r = 0,603$ ) mutatott a nitrát és a fejtömeg között, jelezve a tápanyag-diszharmonia okozhatta felhalmozódást. Bár az érték az 5000 mg/kg-os (jelenlegi salátára vonatkozó) határérték alatt marad, a fajta érzékenysége miatt termesztése fokozott odafigyelést igényel.

### ***Themisto*** – rukkola

A *Themisto* a talaj minőségére igen érzékeny, ugyanakkor a környezeti stressz hatásra fokozott C-vitamin-termeléssel reagált.

Termesztéstechnológiai szempontból a tavaszi fóliás termesztés fokozott körültekintést igényel, mivel a biotermék-csökkenés abszolút értéke itt bizonyult a legszámottevőbbnek (57,60 g/tő-ről 5,26 g/tő-re). Ez feltehetően a talajdegradációra (humuszvesztésre) adott reakció. A nyári szabadföldi termesztés ezzel szemben a 2019-es évben (magas hőmérséklet és besugárzás) 37,58 g/tő-s hozamot produkált, míg a hűvösebb években a hozam jelentősen visszaesett (3,62 g/tő), jelezve a fajta klímaérzékenységét.

Táplálkozás-élettani szempontból a *Themisto* fajta kiemelkedő értéket képvisel. Míg a fólia alatt a beltartalmi értékek (pl. flavonoidok 24 mg/100 g-ról 0,01 mg/100 g-ra) a hozammal együtt csökkentek, addig a szabadföldön a C-vitamin-tartalma a

hűvösebb, alacsonyabb hozamú 2021-es évben érte el a kiugró, 43,50 mg/100 g-os csúcserőket. A *Themisto* jelentős polifenol- és flavonoid-tartalmát a szakirodalom is megerősíti. *Ahmed et al.* (2024) a rukkolában rendkívül nagy, összespolifenol- (1790,8 mg GAE/100 g sz.a) és flavonoid -tartalmat (1668,8 mg CE/100 g sz.a) mértek. Bár ezen értékek szárazanyagra (dw) vonatkoznak, míg a mi kísérletünkben friss tömegre (fw) vonatkoztatva adtuk meg az értéket. Ez a jelenség a szabadföldi korrelációs modellben azonosított növekedés-védekezés negatív korrelációját (pl. növénymagasság vs. flavonoidok:  $r = -0,558$ ) támasztja alá. A nitrát-felhalmozás tekintetében, a szakirodalom is a *Brassicaceae* családba tartozó magas nitrát-felhalmozók közé sorolja (Anjana & Iqbal 2007; Santamaria, 2006; Tamme et al., 2010). *Lidder & Webb* (2013) a rukkolát a legnagyobb átlagos nitrát-tartalmú levélzöldségként (2597 mg/kg) azonosították. *Santamaria* (2006) szintén a igen nagy nitrát-tartalmú zöldségek (>2500 mg/kg) kategóriába sorolja a rukkolát, ahol akár 9300 mg/kg-os értéket is mértek. *Tamme et al.* (2010) szintén a nitrát-felhalmozók (1000 mg/kg) közé sorolja. Az EFSA (2017) tanulmánya is megjegyzi a rukkolában mérhető jelentős, akár 4800 mg/kg-os nitrátkoncentrációt. A kísérletünkben mért csúcserőket (fólia alatt: 4352,74 mg/kg; szabadföldön: 3980,33 mg/kg, 2019) jelentősen meghaladják a *Lidder & Webb* (2013) által közölt 2597 mg/kg-os átlagot, de még így is az 5000 mg/kg-os határérték alatt maradtak, de jelzik, hogy a nitrogén-gazdálkodás a rukkola ezen fajtájánál kiemelt figyelmet érdemel.

### ***Matador*** – spenót

Ez a spenót fajta a vizsgált fajok közül a legstabilabb hozamot adó, ugyanakkor élelmiszer-biztonsági szempontból a legnagyobb körütekintést igénylő levélzöldség.

Termesztői szempontból a *Matador* mutatta a legnagyobb toleranciát a kedvezőtlenebbé váló fóliás talajviszonyokkal szemben. Ugyan hozama csökkent (40,80 g/tő-ről 25,32 g/tő-re), de ez a visszaesés messze elmaradt a többi fajtától. A fólia alatti elemzés kimutatta a tápanyag-diszharmonia jeleit. A nagy nitrogénellátottság (244 mg/kg talaj-N) és a nagy SPAD (50,41) és NDVI (0,85) értékek ellenére a hozam csökkent. Ez a jelenség jól illeszkedik a tavaszi korrelációs modellbe, ahol a nitrát-felhalmozódás szorosan korrelált a vegetatív növekedéssel (fejtömeg:  $r = 0,603$ ; levélszám:  $r = 0,577$ ), de független volt a SPAD értéktől ( $r = 0,018$ ).

Fogyasztói szempontból a spenót beltartalmi értékei (TPC, flavonoidok) a fólia alatt jelentősen csökkentek, míg a szabadföldi termesztésben, a rukkolához hasonlóan, a

C-vitamin szintje a hűvösebb 2021-es évben érte el a maximumát (25,87 mg/100 g). Ez az érték összehangban van *Balan et al.* (2016) méréseivel (30,37 mg/100 g friss tömeg). *Khanam et al.* (2012) a spenótot szintén az egyik legalacsonyabb összpolicifanol- ( $95,78 \pm 2,95 \mu\text{g FAE/g dw}$ ) és flavonoid-tartalmú ( $44,85 \pm 1,56 \mu\text{g RE/g dw}$ ) fajként azonosították a vizsgált levélzöldegek sorában. Méréseikhez referenciaanyagként ferulasavat (FAE) és rutint (RE) alkalmaztak. A fajta értékelésénél a legkritikusabb pont a nitrát-tartalom. A spenót közismerten nagy nitrátfelhalmozó (*Anjana & Iqbal* 2007; *Tamme et al.*, 2010; *Santamaria*, 2006). *Lidder & Webb* (2013) szintén a jelentős nitrátfelhalmozók közé sorolják a fajt, 2137 mg/kg-os átlagértéket és 965–4259 mg/kg közötti tartományt közölve. A 2019-es csúcserőtekek (fólia: 7261,14 mg/kg; szabadföld: 5346,00 mg/kg) nemcsak a *Lidder & Webb* (2013) által közölt tartomány felső határát (4259 mg/kg) lépik túl, hanem az 5000 mg/kg-os uniós határértéket is. Ezt a jelentős mértékű felhalmozódást a fóliában a hozammal mért szignifikáns pozitív kapcsolat ( $r = 0,603$ ) támasztja alá. A *Matador* termesztése ezen körülmények (túlzott nitrogénellátottság és ingadozó ökológiai paraméterek) mellett élelmiszer-biztonsági kockázatot jelenthet.

### **Bonel** – Bébicékla

A *Bonel* bébicékla lombozat előállítására is alkalmas fajta, mely közepesen érzékeny a nitrát-felhalmozásra.

Termesztői szempontból a bébicékla levélzete a tavaszi fóliás termesztésben jelentősen hozamcsökkenést mutatott (30,00 g/tő-ről 6,36 g/tő-re), jelezve a talaj degradációjára való érzékenységet. A nyári szabadföldi termesztés levél hozama (5-15 g/tő) nagymértékben klímfüggő volt. A fólia alatti stresszhatásra a növény hozamcsökkenés mellett megnyúlással (17,3 cm-ről 19,0 cm-re nőtt) reagált.

Fogyasztói szempontból a minősége a többi fajhoz hasonlóan alakult. A fólia alatt a TPC (165,28-ről 73,52 GAE/100 g-ra) és a flavonoid tartalom (31,05-ről 0,02 mg CE/100 g-ra) is számottevően csökkent. A szakirodalom megerősíti a cékla levelél jelentős policifanol- és flavonoid-tartalmát. A nitrát-felhalmozási hajlama közepesnek tekinthető. *Ninfali & Angelino* (2013) megemlíti, hogy a céklafélék hajlamosak a nitrát felhalmozására. *Santamaria* (2006) a nagy nitrát felhalmozó >2500 mg/kg kategóriába sorolja a céklát. Bár a 2019-es évben mindkét technológiában nagy értékeket mértünk (fólia alatt: 3025 mg/kg; szabadföldön: 2450 mg/kg), de ezek az értékek biztonságosan

az 5000 mg/kg-os határérték alatt maradtak, majd az ezt követő években a szabadföld termesztésben minimális (12 mg/kg) szintre csökkentek.

### ***Új-zélandi spenót*** – spenót

Az *Új-zélandi* spenót a többi fajtól eltérő növekedési habitusa (indás) és melegtűrése miatt egyedülálló és stabil teljesítményt nyújtott, különösen a nyári termesztésben.

Termesztői szempontból ez a levélzöltség bizonyult a legmegbízhatóbbnak. A tavaszi fóliás termesztésben (2021-2022-ben) a hozama stabil maradt (10,85 g/tő és 11,67 g/tő), jelezve, hogy jobban tolerálta a változó talajviszonyokat. A nyári szabadföldi termesztésben a hozama (12-14 g/tő) és különösen a levélszáma (15-20 db/tő) rendkívül stabil volt, függetlenül az évjáráthatástól. Nagy levélszáma (8 db/tő) a fólia alatt a melegebb 2022-es évben is igazolta a jó melegtűrő képességét.

Fogyasztói szempontból az *Új-zélandi* spenót egyedülálló módon reagált a körülményekre. Ez volt az egyetlen faj, amelynek összpolicfenol-tartalma a tavaszi fólia alatti termesztésnél növekedett (48 mg/100 g-ról 86 mg/100 g-ra), még a talajminőség csökkenése ellenére is. A szabadföldi termesztésben a C-vitamin-tartalma az évek során folyamatosan emelkedett (9,4 mg/100 g-ról 16,1 mg/100 g-ra). Nitrát-tartalma a 2019-es szabadföldi szélsőséges értéket (3181 mg/kg) leszámítva alacsonynak (11-142 mg/kg) mondható, végig a határérték alatt maradva. Ez a spenót fajta a nyári, meleg időszakban a legstabilabb hozamot és minőséget biztosító levélzöltség.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottuk, hogy a termesztési időszak szignifikánsan meghatározta a salátafajták hozamát. A tavaszi, fűtetlen fóliás termesztés a kedvező fény- és hőviszonyok hatására több, mint 250-300%-kal nagyobb fejtömeget eredményezett (*Május királya*: 568 g/tő; *Kirke*: 519 g/tő) az őszi ciklus jellemző 130–180 g/tő-s átlagához képest. A hozamnövekedés a levélszám emelkedésében is megmutatkozott, amely a *Május királya* esetében elérte az 50 db/fej értéket.
2. Igazoltuk, hogy a termesztési időszak (tavasz/ősz) és a fajtatípus (zöld/vörös) együttesen határozza meg a salátafélék polifenol-felhalmozását. Míg a tavaszi termesztés a hozamnak kedvezett, az őszi, fűtetlen fóliás termesztés hatására a növények antioxidáns-tartalma (TPC) jelentősen megemelkedett. A *Cencibel* (Lollo Rossa) fajtánál a tavaszi 50 mg GAE/100 g-os értékhez képest az őszi ciklusban 115–158 mg GAE/100 g-os koncentrációt mértünk, ami több mint 200%-os növekedést jelent.
3. Igazoltuk a vizsgált salátafajták eltérő genetikai érzékenységét az őszi, fényszegény időszak okozta nitrát-felhalmozódásra. A legérzékenyebbnek a *Lungavilla* (Lollo Bionda) fajta bizonyult, amelynek nitrát-koncentrációja a tavaszi átlagos 457 mg/kg-ról az őszi fóliás termesztésben 1715 mg/kg-ra nőtt, ami közel 300%-os növekedést jelentett. Ezzel szemben a *Cencibel* (Lollo Rossa) nitráttartalma az évszakoktól függetlenül stabil maradt (átlagosan 470 mg/kg).
4. Megállapítottuk, hogy a vörös pigmentációval rendelkező fajták (*Cencibel*, *Kirke*) antioxidáns-tartalma az őszi termesztési ciklusban szignifikánsan nagyobb volt a zöld levelű fajtákéhoz képest. Az őszi fűtetlen fóliában a *Cencibel* (Lollo Rossa) 158,37 mg GAE/100 g-os TPC-értéke (mely több mint kétszerese volt a *Lungavilla* (Lollo Bionda) legnagyobb, 75,84 mg GAE/100 g-os értékének), amely alátámasztja, hogy a polifenolok közé tartozó piros színanyagok (antocianinok) fokozott szintézise a meghatározó tényező a polifenol-tartalom őszi növekedésében. Ezzel igazolható, hogy a környezeti stresszhatások (fényszegény, hűvösebb időszak) hatására a pigmentáció felerősödése nem csupán esztétikai változás, hanem a bioaktív polifenol-tartalom közvetlen és jelentős bővülését eredményezi.

5. Bizonyítottuk a hozam és a bioaktívanyag-tartalom közötti szignifikáns negatív korrelációt a termesztési stratégiák között. A kísérlet két végétét összehasonlítva: a legnagyobb, 568,20 g/tő hozam (Május *királya*, tavasz) alacsony, 22,34 mg GAE/100 g-os TPC-értékkel párosult. Ezzel szemben a legnagyobb, 181,53 mg GAE/100 g-os TPC-érték (*Cencibel*, tavasz) csak 129,0 g/tő fejtömeggel párosult. Ez azt jelenti, hogy a maximális hozam elérése közel 88%-os minőségbeli kompromisszummal járt a lehetséges legnagyobb polifenol-koncentrációhoz képest.
6. Bizonyítottuk a hozam ( $r = 0,603$ ) és a nitrát-tartalom közötti szignifikáns pozitív korrelációt a fóliás termesztésben. Ugyanakkor a nitrátkoncentráció és a klorofill-ellátottságot jelző SPAD-érték közötti összefüggés hiánya ( $r = 0,018$ ) statisztikailag azt igazolja, hogy a nitrát-felhalmozódásért nem a tavaszi fényhiány és az abból adódó asszimilációs zavarok a felelősek. A spenót (*Matador*) esetében mért kiugró, 7261,14 mg/kg-os nitrátérték háttérében így feltételezhetően nem a fényviszonyok, hanem inkább a fajtaspecifikus nitrátfelhalmozó képesség, valamint a talaj viszonylag magas sókoncentrációja által kiváltott élettani stresszhatás állhat, amely gátolhatja a felvett nitrogén szerves anyagokba való beépülését.
7. Eredményeink szignifikáns negatív összefüggést mutattak a vegetatív biomassza-termelés és a másodlagos metabolitok (védelmi vegyületek) szintézise között a nyári szabadföldi termesztésben, ami az összpolicenol- ( $r = -0,464$ ) és flavonoid-tartalom ( $r = -0,558$ ) növénymagassággal mutatott szignifikáns negatív korrelációja is igazol. Ez jelzi, hogy a klimatikus stressz (hőség, UV) a növényben a vegetatív növekedés rovására a védekező (antioxidáns) vegyületek szintézisét indukálta.

## 7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Ipari feldolgozásra, salátakeverékek alapanyagának előállításához, a maximális biomassa és levélszám elérésére a tavaszi, fűtetlen fóliás termesztés javasolt, elsősorban a *Május királya* (vajfej saláta), *Kirke* (tölgylevelű saláta) és *Lungavilla* (Lollo Bionda) fajtákkal, a talaj tápanyag-utánpótlásának gondos tervezése mellett.
2. Magas beltartalmi értékű, friss piaci értékesítésre alkalmas termék előállításához az őszi, fűtetlen fóliás termesztés a leginkább megfelelő. Erre a célra a kiemelkedően nagy antioxidáns-tartalmú *Cencibel* (Lollo Rossa), valamint a *Cortazar* (római saláta) a legalkalmasabbak, amelyek a nagy beltartalmi érték mellett kedvezően alacsony nitrát-felhalmozási hajlammal rendelkeznek.
3. A termesztésbiztonság növelésére, különösen a tavaszi időszakban, a stabilan nagy hozamot adó *Great Lakes 659* (jégsaláta) termesztése javasolható.
4. Az alacsony nitrátszint biztosítása érdekében az őszi termesztési ciklusban – különösen a nitrát-felhalmozásra hajlamosabb fajtáknál (pl. *Lungavilla* – Lollo Bionda, *Május királya* – vajfej saláta) – a nitrogén-fejtrágyázás mérséklése vagy mellőzése javasolt.
5. A piaci rugalmasság növelésére olyan kettős hasznosítású fajták termesztése javasolt, mint a *Kirke* (tölgylevelű saláta). Ez a fajta alkalmas tavasszal a feldolgozóipari igényeknek megfelelő nagy biomassa előállítására, míg ősszel a friss piac által keresett nagy beltartalmi értékű termékként értékesíthető.
6. A fogyasztói kommunikációban érdemes hangsúlyozni az őszi, különösen a vörös színű saláták (pl. *Cencibel*, Lollo Rossa) kiemelkedő antioxidáns-tartalmát.
7. Nyári szabadföldi levélzöltség-termesztésre, különösen a klímaváltozás miatti melegebb időszakokban, a legjobb termesztésbiztonságot az *Új-zélandi* spenót nyújtja. Ez a fajta az évjáráthatástól függetlenül, jó melegtűrésének köszönhetően stabil hozamot (12-14 g/tő), levélszámot (15-20 db/tő) és megbízható beltartalmi értékeket mutatott.

8. Magas C-vitamin tartalmú termék előállítására a szabadföldi rukkola (*Themisto*) termesztése javasolt, főként a hűvösebb (pl. 2021-es) évjáratokban. Ez a fajta a mérsékelt klimatikus stresszre kiugróan magas (43,50 mg/100 g) C-vitamin-termeléssel reagált.
9. A spenót (*Matador*) termesztése mindkét technológiában (szabadföldi és fólia alatti) jelentős élelmiszer-biztonsági kockázatot hordoz. A mért 5346–7261 mg/kg-os nitrát-csúcsértékek meghaladják az 5000 mg/kg-os uniós határértéket, ezért termesztése csak szigorúan kontrollált, alacsony nitrogén-ellátottságú környezetben javasolható.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A levélzöldségek alapvetően részét képezik az egészséges étrendnek, mivel bőséges forrásai a vitaminoknak, ásványi anyagoknak, élelmi rostoknak és értékes bioaktív vegyületeknek, mint például a polifenolok és flavonoidok. Ezen fitokemikáliák antioxidáns hatásuk miatt hozzájárulnak számos krónikus betegség kockázatának csökkentéséhez. A saláta, mint az egyik legnépszerűbb levélzöltség, globális termelése jelentős, így Magyarországon is, de a piacot erősen befolyásolja az import. A fogyasztói szokások változása, különösen az egészségtudatosság növekedése és a változatosság iránti igény, valamint a termesztési tényezők komplex kölcsönhatása indokoltá teszi annak vizsgálatát, hogy a különböző termesztési körülmények, mint a fajta, a klimatikus feltételek (fény, hőmérséklet) és az alkalmazott technológia (szabadföld, fólia, üvegház), miként befolyásolják a levélzöldségek hozamát és beltartalmi értékeit. Kiemelt figyelmet érdemel a nitrátfelhalmozódás kérdése, amelyet a termesztési időszak (különösen a fényhiányos, őszi-téli periódus) és a nitrogéntrágyázás is befolyásolhat, egészségügyi kockázatot jelentve. A természetőberendezések, mint a fóliasátrak és üvegházak, bár lehetővé teszik a termesztési szezon meghosszabbítását és a minőség javítását, de mikroklimájuk eltérő hatást gyakorolhat a növények fejlődésére és kémiai összetételére.

Kutatásunk célja volt összehasonlítani hat salátafajta (*Lungavilla*, *Cencibel*, *Great Lakes659*, *Cortazar*, *Május királya*, *Kirke*) és öt egyéb levélzöltség (*Cirilla*, *Themisto*, *Matador*, *Újzélandi spenót*, *Bonel*) morfológiai, fiziológiai és beltartalmi tulajdonságait különböző termesztési rendszerekben, tavaszi és őszi fűtetlen fóliás, őszi üvegházi, valamint nyári szabadföldi termesztésben. A Debreceni Egyetem MÉK Bemutatókertjében kerültek kialakításra, 2019 és 2022 között, mészlepedékes csernozjom talajon. A vizsgálatok kiterjedtek a növények hozamára (fejtömeg), morfológiai jellemzőire (levélszám, torzsaméret/növénymagasság, alakindexek), fiziológiai állapotára (NDVI, SPAD relatív klorofilltartalom), valamint a legfontosabb beltartalmi paramétereire (szárazanyag, összpolicenol, flavonoid, C-vitamin és nitrát-tartalom). Az adatokat statisztikai módszerekkel, varianciaanalízissel és korrelációanalízissel értékeltük.

A saláta kísérletek eredményei jelentős különbségeket tártak fel a termesztési időszakok és technológiák között. A tavaszi fóliás termesztés, a kedvezőbb fény- és hőviszonyoknak köszönhetően, szignifikánsan nagyobb hozamot (átlagosan 346 g/tő) eredményezett az őszi fóliás termesztéshez (192 g/tő) képest, melyet a nagyobb levélszám

is igazolt. Ugyanakkor, tavasszal a bioaktív anyagok (összpolifenol-, flavonoid- és C-vitamin-tartalom) koncentrációja alacsonyabb volt, ami a gyors növekedés okozhatta "hígulási effektusra" utal. Ezt a tavaszi kísérletek adatainak korrelációs elemzés is megerősítette, szignifikáns negatív kapcsolatot mutatva a fejtömeg és a minőségi paraméterek (pl. flavonoidok:  $r = -0,706$ ) között. Az őszi, csökkent fényintenzitású időszakban a bioaktív anyagok szintje emelkedett, de a nitrátfelhalmozódás kockázata is nőtt, különösen a fényhiányra érzékeny fajtáknál. Az őszi fóliás és üvegházi termesztés összehasonlítása kimutatta, hogy míg a fóliában a hozamot és a vitalitást (NDVI) elsősorban a fényviszonyok határozták meg (a 2020-as fényhiányos évben jelentős visszaesés volt tapasztalható), addig az üvegházban a stabilabb, bár alacsonyabb hozamot a talaj állapotának romlása (savanyodás, tápanyaghiány 2021-ben) befolyásolta negatívan, felülírva a kedvező fényviszonyok hatását is. Az antioxidáns-vegyületek mennyisége (összpolifenol, flavonoid) a fólia alatti állományban nagyobb volt és a stressz mértékétől függött, míg üvegházban a talajromlás miatt csökkenő tendenciát mutatott. A nitrát-tartalom szabályozása is eltért, a két termesztési módnál. Fóliában a fényhiány és a nitrogénkínálat kölcsönhatása alakította a nitrát mennyiségét, míg üvegházban a folyamatos növekedés valószínűleg a talajdegradáció miatt gátolt nitrogén-hasznosulás következménye volt. A vizsgált salátafajták eltérően reagáltak a körülményekre. A jégсалáta (*Great Lakes 659*) stabilan nagy hozamot, a vörös Lollo Rossa (*Cencibel*) és a tölgylevelű (*Kirke*) kiemelkedő antioxidáns-tartalmat mutatott ősszel. A római saláta (*Cortazar*) jó egyensúlyt képviselt a hozam, minőség és alacsony nitrátszint között. A vajfej (*Május királya*) tavasszal rekordhozamot ért el, de ősszel nagy nitrátértékeket mutatott, hasonlóan a Lollo Bionda (*Lungavilla*) fajtához.

Az egyéb levélzöldségek vizsgálata során a tavaszi fóliás és a nyári szabadföldi termesztés eltérő limitáló tényezőket mutatott. A fólia alatt a hozamot és a minőséget (összpolifenol, flavonoidok) egyértelműen a talaj termékenységének romlása (humusztartalom csökkenése) korlátozta, ami különösen a madársalátánál és a rukkolánál volt jelentős. A nagy talajnitrogén-szint és a tavaszi viszonylagos fényhiány nagymértékű nitrátfelhalmozódást eredményezett a spenótnál (7261 mg/kg) és a rukkolánál (4353 mg/kg). Ezzel szemben a nyári szabadföldi termesztésben, stabil talajviszonyok mellett, a hozamot és a beltartalmi értékeket az évjárat, azaz a klimatikus tényezők (hőmérséklet, besugárzás) határozták meg. A 2019-es legmelegebb, legnaposabb évben mértük a legnagyobb hozamokat és a kiemelkedő antioxidáns-szinteket (összpolifenol,

flavonoid). Ez utóbbi a stresszválaszra utal. A levélzöldségek C-vitamin szintje több fajnál (spenót, rukkola) a hűvösebb, alacsonyabb hozamú 2021-es évben volt a legnagyobb. A nyári szabadföldi termesztésnél a korrelációs mátrixban megjelent a növekedés (növénymagasság) és a stresszválasz (összpolifenol, flavonoidok) közötti negatív összefüggés. A nitráttartalom szabadföldön általában alacsony volt a jobb fényellátottság miatt, kivéve a 2019-es évi kiugró értéket, amikor a spenótnál (*Matador*) és a rukkolánál (*Themisto*) ismét kiugróan magas értékeket mértünk. A kísérletben az *Új-zélandi* spenót bizonyult a legstabilabbnak a nyári termesztésben, jó melegtűréssel és kiegyenlített hozammal és minőséggel.

Összességében a kutatás kimutatta, hogy a levélzöldségek termesztése során a hozam és a minőség (különösen a bioaktív anyagok és a nitráttartalom) szorosan összefügg a választott termesztési technológiával, a termesztési idősakkal és a fajtával. A tavaszi termesztés elsősorban a biomassa-produkciót segíti elő ("hígulási effektus"), míg az őszi termesztés, bár alacsonyabb hozammal, de a nagyobb antioxidáns-tartalmú terméket eredményezhet, ugyanakkor nagyobb a hajlam a nitrátfelhalmozódásra is. A talaj minőségének fenntartása kulcsfontosságú a fóliás termesztésben, míg szabadföldön a klimatikus stressz hatásai a meghatározóak. A spenót (*Matador*) és a rukkola (*Themisto*) termesztése a nagy nitrátfelhalmozási hajlam miatt különös körültekintést és optimalizált nitrogén-ellátást tesz szükségessé. Az eredmények gyakorlati útmutatást adnak a termesztőknek a piaci céloknak (ipari feldolgozás vs. friss piac) megfelelő fajta és technológia kiválasztásához, beleértve az olyan kettős hasznosítású fajtákat is, mint a *Kirke* (tölgylevelű saláta), amely tavasszal biomassa-, ősszel pedig minőségi termék előállítására is alkalmas.

## 9. SUMMARY

Leafy vegetables are an indispensable part of a healthy diet, as they are abundant sources of vitamins, minerals, dietary fiber, and valuable bioactive compounds, such as polyphenols and flavonoids. Through their antioxidant effects, these phytochemicals contribute to reducing the risk of numerous chronic diseases. Lettuce, as one of the most popular leafy vegetables, has significant global production, and although it is an important crop in Hungary, the market is strongly influenced by imports. Changes in consumer habits, especially the increase in health consciousness and the demand for variety, as well as the complex interaction of cultivation factors, justify the investigation of how different growing conditions — such as variety, environmental factors (light, temperature), and applied technology (open field, plastic tunnel, greenhouse) — influence the yield and internal quality parameters of leafy vegetables. The issue of nitrate accumulation deserves special attention, as it can be influenced by the growing season (especially the low-light autumn-winter period) and nitrogen fertilization, posing a health risk. Protected cultivation facilities, such as plastic tunnels and greenhouses, while allowing for the extension of the growing season and quality improvement, may exert different effects on plant development and chemical composition due to their specific microclimates.

Our research aimed to compare the morphological, physiological, and internal content properties of six lettuce varieties (*Lungavilla*, *Cencibel*, *Great Lakes 659*, *Cortazar*, *Május királya*, *Kirke*) and five other leafy greens (*Cirilla*, *Themisto*, *Matador*, *New Zealand spinach*, *Bonel*) in different cultivation systems—spring and autumn unheated plastic tunnels, autumn greenhouse, and summer open field cultivation—at the Demonstration Garden of the University of Debrecen, between 2019 and 2022, on a calcareous chernozem soil. The investigations covered plant yield (head weight), morphological characteristics (leaf number, core size/plant height, shape indices), physiological status (NDVI, SPAD relative chlorophyll content), and important internal quality parameters (dry matter, total polyphenols, flavonoids, Vitamin C, nitrate). The data were evaluated using statistical methods, including analysis of variance and correlation analysis.

The results of the lettuce experiments revealed significant differences between growing seasons and technologies. Spring tunnel cultivation, owing to more favorable light and temperature conditions, resulted in significantly higher yields (average

346 g/head) compared to autumn tunnel cultivation (192 g/head), coupled with a higher leaf count and larger cores. However, in spring, the concentration of bioactive compounds (total polyphenols, flavonoids, Vitamin C) was lower, suggesting a "dilution effect" caused by rapid growth. This was also confirmed by the spring correlation analysis, which showed a significant negative relationship between head weight and quality parameters (e.g., flavonoids:  $r = -0.706$ ). In the autumn period with reduced light intensity, the level of bioactive substances increased, but the risk of nitrate accumulation also rose, especially in varieties sensitive to low light. A comparison of autumn tunnel and greenhouse cultivation showed that while yield and vitality (NDVI) in the tunnel were primarily determined by light conditions (a significant decline was observed in the low-light year of 2020), in the greenhouse, the more stable, albeit lower, yield was negatively affected by soil degradation (acidification, nutrient deficiency in 2021), even overriding the effects of favorable light conditions. Antioxidant content (TPC, flavonoid) was higher in the tunnel and depended on the level of stress, whereas in the greenhouse, it showed a decreasing trend due to soil degradation. Nitrate content regulation also differed: in the tunnel, it was shaped by the interaction of light deficiency and nitrogen supply, while in the greenhouse, the continuous increase was likely a sign of metabolic disturbance caused by soil degradation. The tested lettuce varieties responded differently to the conditions: the iceberg lettuce (*Great Lakes 659*) showed stable high yields; the red Lollo Rossa (*Cencibel*) and the oakleaf (*Kirke*) exhibited outstanding antioxidant content in autumn; the romaine lettuce (*Cortazar*) represented a good balance between yield, quality, and low nitrate levels; while the butterhead (*Május királya*) achieved record yields in spring but showed high nitrate risk in autumn, similar to the Lollo Bionda (*Lungavilla*) variety.

During the investigation of other leafy greens, spring tunnel and summer open-field cultivation showed different limiting factors. Under the tunnel, yield and quality (TPC, flavonoids) were clearly limited by the deterioration of soil fertility (decrease in humus content), which was particularly significant for lamb's lettuce and arugula. The high soil nitrogen level and relative lack of light in spring resulted in massive nitrate accumulation in spinach (7261 mg/kg) and arugula (4353 mg/kg), even exceeding EU limits. In contrast, in summer open-field cultivation with stable soil conditions, yield and internal content values were determined by the vintage, i.e., climatic factors (temperature, irradiation). In 2019, the warmest and sunniest year, we measured the highest yields and the highest antioxidant levels (TPC, flavonoids), indicating a stress response.

Interestingly, the Vitamin C level for several species (spinach, arugula) was highest in the cooler, lower-yield year of 2021. The summer open-field correlation matrix showed a negative correlation between growth (plant height) and stress response (TPC, flavonoids). Nitrate content in the open field was generally low, presumably due to good light exposure, with the exception of a spike in 2019, when exceptionally high values were again measured in spinach (*Matador*) and arugula (*Themisto*), likely as a consequence of a low-light (overcast) period preceding sampling. *New Zealand* spinach proved to be the most stable in summer cultivation, with good heat tolerance and balanced performance.

In summary, the research demonstrated that in leafy vegetable cultivation, yield and quality (especially bioactive compounds and nitrate content) are closely linked to the chosen cultivation technology, timing, and variety. Spring cultivation primarily promotes biomass production ("dilution effect"), while autumn cultivation, although resulting in lower yields, can produce a product with higher antioxidant content, but simultaneously carries a higher tendency for nitrate accumulation. Maintaining soil quality is crucial in tunnel cultivation, whereas the effects of climatic stress are dominant in open fields. The cultivation of spinach (*Matador*) and arugula (*Themisto*) requires special care and optimized nitrogen management due to their high nitrate accumulation propensity. The results provide practical guidance for growers in selecting the appropriate variety and technology for their market goals (industrial processing vs. fresh market), including dual-use varieties like *Kirke* (oakleaf lettuce), which is suitable for biomass production in spring and quality production in autumn.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abrankó L. – Dernovics M. – Fodor M. – Gyepes A. – Jókainé Szatura Z. – Woller Á.: 2011. *Hagyományos, gyors és automatizált módszerek alkalmazása élelmiszerek kémiai vizsgálatára*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt. pp. 253.
2. Adesina M. F. – Grosch R. – Lembke A. – Vatchev T. D. – Smalla K.: 2009. In vitro antagonists of *Rhizoctonia solani* tested on lettuce: rhizosphere competence, biocontrol efficiency and rhizosphere microbial community response. *FEMS microbiology ecology*. 69(1), pp. 62-74.
3. Agriculture, forestry & fisheries.: 2020. Production guidelines reduction guidelines for Lettuce. Directorate Agricultural Information Services, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Pretoria.
4. Agüero M. V. – Barg M. V. – Yommi A. – Camelo A. – Roura S. I.: 2008. Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of Food Science*. 73(1), pp. 47–55.
5. Ahmed I. A. M. – AlJuhaimi F. – Özcan M. M. – Uslu N. – Karrar E.: 2024. Effect of heating processes on bioactive properties, phenolic components and mineral amounts of rocket (*Eruca sativa* Mill.) leaves. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(7), pp. 4755-4764.
6. AKI.: 2024. Salátafélék. *Agrárpiaci Jelentések Zöldség, gyümölcs és bor*. Agrárközgazdasági Intézet. XXVIII. évfolyam (5), pp. 6-7.
7. Alqasoumi, S. I. – Al-Sohaibani, M. O. – Al-Howiriny, T. A. – Al-Yahya, M. A. – Rafatullah, S.: 2009. 'Rocket' *Eruca sativa*: A salad herb with potential gastric anti-ulcer activity. *World Journal of Gastroenterology*. 15(16), pp. 1958–1965.
8. Al-Qurainy F. – Alameri A. A. – Khan S.: 2010. RAPD profile for the assessment of genotoxicity on a medicinal plant; *Eruca sativa*. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(7), pp. 579-586.
9. Al-Said F. – Hadley P. – Pearson S. – Khan M. M. – Iqbal Q.: 2018. Effect of high temperature and exposure duration on stem elongation of iceberg lettuce. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 55(1), pp. 95-101.
10. Anjana S. U. – Iqbal M.: 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 27(1), pp. 45-57.
11. Astley S. – Finglas P.: 2016. *Nutrition and Health*. Elsevier, Belgium. pp. 6.
12. Balan D. – Israel-Roming F. – Luta G. – Gherghina E.: 2016. Changes in the nutrients content of some green vegetables during storage and thermal processing. *Romanian Biotechnological Letters*. 21(5), pp. 11857-11865.
13. Balázs S.: 2004. *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó. pp. 805.
14. Balázs K. – Vörös G.: 2009. Saláta, spenót és sóska. *Kertészek növényvédelmi naptára*. (Szerk.: Lelkes L.) Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp. 245-250.

15. Barg M. – Agüero M.V. – Yommi A. – Roura S.I.: 2009. Evolution of plant water status indices during butterhead lettuce growth and its impact on post-storage quality. *Journal of the Science and Food of Agriculture*. 89, pp. 422–429.
16. Barickman C. – Sublett W. L. – Miles C. – Crow D. – Scheenstra E.: 2018. Lettuce Biomass Accumulation and Phytonutrient Concentrations Are Influenced by Genotype, N Application Rate and Location. *Horticulturae*. 4(3), pp. 1-10.
17. Barry K. M. – Newnham G. J. – Stone C.: 2009. Estimation of chlorophyll content in *Eucalyptus globulus* foliage with the leaf reflectance model PROSPECT. *Agricultural and Forest Meteorology*. 149(6-7), pp. 1209-1213.
18. Barlas N. T. – Irget M. E. – Tepecik M.: 2011. Mineral content of the rocket plant (*Eruca sativa*). *African Journal of Biotechnology*. 10(64), pp. 14080-14082.
19. Barrière V. – Lecompte F. – Nicot P. C. – Maisonneuve B. – Tchamitchian M. – Lescourret F.: 2014. Lettuce cropping with less pesticides. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 34(1), pp. 175-198.
20. Baslam M. – Morales F. – Garmendia I. – Goicoechea N.: 2013. Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces (*Lactuca sativa* L.) consumed as salads. *Scientia Horticulturae*. 151, pp. 103-111.
21. Bauer A. – Bostrom A. G. – Ball J. – Applegate C. – Cheng T. – Laycock S. – Rojas M. S. – Kirwan J. – Zhou J.: 2019. Combining computer vision and deep learning to enable ultra-scale aerial phenotyping and precision agriculture: A case study of lettuce production. *Horticulture Research*. 6(1), pp. 1-12.
22. Berzsényi Z.: 2015. *Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése*. Agroinform Kiadó. Budapest. pp. 587.
23. Bhandari A. K. – Kumar A. – Singh G. K.: 2012. Feature extraction using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): A case study of Jabalpur city. *Procedia Technology*. 6, pp. 612-621.
24. Biondo P. B. F. – Boeing J. S. – Barizão É. O. – Souza N. E. de – Matsushita M. – Oliveira C. C. de – Boroski M. – Visentainer J. V.: 2014. Evaluation of beetroot (*Beta vulgaris* L.) leaves during its developmental stages: a chemical composition study. *Food Science and Technology*. 34(1), pp. 94–101.
25. Boroujerdnia, M. – Ansari, N. A. – Dehcordie, F. S.: 2007. Effect of Cultivars, Harvesting Time and Level of Nitrogen Fertilizer on Nitrate and Nitrite Content, Yield in Romaine Lettuce. *Asian Journal of Plant Sciences*. 6(3), pp. 550–553.
26. Bumgarner N. R. – Bennett M. A. – Ling P. P. – Mullen R. W. – Kleinhenz M. D.: 2011. Canopy cover and root-zone heating effects on fall-and spring-grown leaf lettuce yield in Ohio. *HortTechnology*. 21(6), pp. 737-744.
27. Bunning M. – Kendall P.: 2012. Salad greens: Health benefits and safe handling. *Food and Nutrition Series, Health. Fact Sheet No. 9.373*. Colorado State University Extension.
28. Butu M. – Rodino S.: 2019. Fruit and Vegetable-Based Beverages—Nutritional Properties and Health Benefits. *Natural Beverages*. pp. 303–338.

29. Caldwell C. R.: 2003. Alkylperoxyl Radical Scavenging Activity of Red Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(16), pp. 4589–4595.
30. Chu Y.-F. – Sun J. – Wu X. – Liu R. H.: 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(23), pp. 6910–6916.
31. Clarkson J.P. – Fawcett L. – Anthon S.G. – Young C.: 2014. A Model for *Sclerotinia sclerotiorum* Infection and Disease Development in Lettuce, Based on the Effects of Temperature, Relative Humidity and Ascospore Density. *Plos One*. 9(4), e94049.
32. Coelho A. F. S. – Gomes É. P. – Sousa A. de P. – Glória M. B. A.: 2005. Effect of irrigation level on yield and bioactive amine content of American lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85(6), pp. 1026–1032.
33. Corleto K. A. – Singh J. – Jayaprakasha G. K. – Patil B. S.: 2018. Storage Stability of Dietary Nitrate and Phenolic Compounds in Beetroot (*Beta vulgaris*) and Arugula (*Eruca sativa*) Juices. *Journal of Food Science*. 83(5), pp. 1237-1248.
34. Crozier A. – Jaganath I. B. – Clifford M. N.: 2009. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*. 26(8), pp. 1001.
35. Csajbók R-NÉ.: 2015. *Frissen vágott, csomagolt zöldségfélék tárolhatóságának, és a közétkeztetésben betöltött szerepének vizsgálata*. Doktori értekezés. Budapest. pp. 144.
36. Cselőtei L.: 1993. Zöldségtermesztés. *Kertészet*. (Szerk. Cselőtei L.) Mezőgazda Kiadó. pp. 43-269.
37. Dai J. – Mumper R. J.: 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*. 15(10), pp. 7313–7352.
38. Demšar J. – Osvald J. – Vodnik D.: 2004. The effect of light-dependent application of nitrate on the growth of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129(4), pp. 570-575.
39. Dias J. S.: 2012. Nutritional Quality and Health Benefits of Vegetables: A Review. *Food and Nutritional Sciences*. 3, pp. 1354-1374.
40. Dodevska M. – Sobajic S. – Djordjevic B.: 2015. Fibre and polyphenols of selected fruits, nuts and green leafy vegetables used in Serbian diet. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 80(1), pp. 21–33.
41. Dolezalova I. – Duchoslav M. – Dusek K.: 2013. Biology and Yield of Rocket (*Eruca sativa* Mill.) under Field Conditions of the Czech Republic (Central Europe). *Not Bot Horti Agrobo*. 41(2), pp. 530-537.
42. Dhingra D. – Michael M. – Rajput H. – Patil R. T.: 2011. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 49(3), pp. 255–266.
43. Drăghici E. M. – Dobrin E. – Jerca I. O. – Bărbulescu I. M. – Jurcoane S. – Lagunovschi-Luchian V.: 2016. Organic fertilizer effect on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in nutrient film technology. *Romanian Biotechnological Letters*. 21(5), pp. 11905-11913.

44. DuPont M. S. – Mondin Z. – Williamson G. – Price K. R.: 2000. Effect of Variety, Processing, and Storage on the Flavonoid Glycoside Content and Composition of Lettuce and Endive. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(9), pp. 3957–3964.
45. Dutton N. A. – Gyongy I. – Parmesan L. – Gneccchi S. – Calder N. – Rae B. R. – ... – Henderson R. K.: 2015. A SPAD-based QVGA image sensor for single-photon counting and quanta imaging. *IEEE Transactions on Electron Devices*. 63(1), pp. 189-196.
46. Duzs L. – Ragán P. – Fejér P. – Vántus A. – Rátónyi T.: 2019. The effects of the soil tillage and the fertilization on the relative chlorophyll content (SPAD-values) of the maize (*Zea mays* L.) leaves. *Abstract book of the 18th Alps-Adria Scientific Workshop*. pp. 50-51.
47. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) – Mortensen A. – Aguilar F. – Crebelli R. – Di Domenico A. – Dusemund B. – ... – Younes M.: 2017. Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. *EFSA Journal*. 15(6), e04787.
48. Európai Bizottság (EU) 2023/915 rendelete: 2023. Az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeiről és az 1881/2006/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről. *HL L 119*.
49. FAO: 2022. Megtekintve: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> Letöltve: 2025. 09. 29.
50. FAO: 2023. Megtekintve: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV> Letöltve: 2026. 01. 18.
51. Ferrante A. – Incrocci L. – Maggini R. – Serra G. – Tognoni F.: 2004. Colour changes of fresh-cut leafy vegetables during storage. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2(3&4), pp. 40-44.
52. Finkel T. – Holbrook N. J.: 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 408(6809), pp. 239–247.
53. Firoz Z. A. – Masud M. A. T. – Rahman M. A.: 2000. Effect of spacing and mulching on the growth and yield of Chinese cabbage. *Bangladesh J. Agric. Res.* 25(1), pp. 95-102.
54. Francini A. – Pintado M. – Manganaris G. A. – Ferrante A.: 2020. Editorial: Bioactive Compounds Biosynthesis and Metabolism in Fruit and Vegetables. *In: Bioactive Compounds Biosynthesis and Metabolism in Fruit and Vegetables*. (Ed. Ferrante, A., Manganaris, G., Pintado, M. M., Francini, A.) *Frontiers in Plant Science and Frontiers in Nutrition*. Frontiers Media SA. 11(129), pp. 5-7.
55. Frasetya B. – Rahmatullah P. – Subandi M.: 2020. Application of Rice Husk Silicate Extract to Increment Growth of Indoor Hydroponic Lettuce. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 542(1), p. 012025.
56. Frati A. – Antonini E. – Ninfali P.: 2016. Industrial freezing, cooking, and storage differently affect antioxidant nutrients in vegetables. *Fruits, Vegetables, and Herbs*. pp. 23–39.

57. Freitas E. M. – Giovanelli L. B. – Delazari F. T. – Santos M. L. – Pereira S. B. – Silva D. J. H.: 2017. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 21(3), pp. 197-202.
58. FruitVeb: 2024. *Zöldség-gyümölcs jelentés 2013-2022*. Kiadja: FruitVeb Magyar Zöldség- Gyümölcs Szakmaközi szervezet. pp. 129. Letöltve: 2025. 10. 09.
59. Gan Y. Z. – Azrina A.: 2016. Antioxidant properties of selected varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) commercially available in Malaysia. *International Food Research Journal*. 23(6), pp. 2357-2362.
60. Gandhi G. M. – Parthiban S. – Thummalu N. – Christy A.: 2015. NDVI: Vegetation change detection using remote sensing and gis–A case study of Vellore District. *Procedia Computer Science*. 57, pp. 1199-1210.
61. Galinato S. P. – Miles C. A.: 2013. Economic profitability of growing lettuce and tomato in western Washington under high tunnel and open-field production systems. *HortTechnology*. 23(4), pp. 453-461.
62. Galleano M. – Verstraeten S. V. – Oteiza P. I. – Fraga C. G.: 2010. Antioxidant actions of flavonoids: Thermodynamic and kinetic analysis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 501(1), pp. 23–30.
63. Garg G. – Sharma V.: 2014. *Eruca sativa* (L.): Botanical Description, Crop Improvement, and Medicinal Properties. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 20(2), pp. 171-182.
64. Gascon M. – Cirach M. – Martínez D. – Dadvand P. – Valentín A. – Plasència A. – Nieuwenhuijsen M. J.: 2016. Normalized difference vegetation index (NDVI) as a marker of surrounding greenness in epidemiological studies: The case of Barcelona city. *Urban Forestry & Urban Greening*. 19, pp. 88-94.
65. Gent M. P.: 2002. Nutrient Composition of Salad Green as a Function of Season and Fertilization. *Plant Nutrition*. 25, pp. 981-998.
66. Gécz L.: 2003. *Piacos zöldségtermesztés*. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. pp. 192.
67. Gil M.I. – Tudela J.A. – Martínez-Sánchez A. – Luna M.C.: 2012. Harvest maturity indicators of leafy vegetables. *Stewart Postharvest Review*. 1(1), pp. 1-9.
68. Gilts M. – Folk GY.: 2000. Zöldségfélék betegségei. In: *Kertészeti növénykórtan*. (Szerk. Gilts M. – Folk GY.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 297-444.
69. Govedarica-Lučić A. – Mojević M. – Perković G. – Govedarica B.: 2014. Yield and nutritional quality of greenhouse lettuce (*Lactuca sativa* L.) as affected by genotype and production methods. *Genetika*. 46(3), pp. 1027-1036.
70. Grzegorzewski F. – Rohn S. – Kroh L. W. – Geyer M. – Schlüter O.: 2010. Surface morphology and chemical composition of lamb's lettuce (*Valerianella locusta*) after exposure to a low-pressure oxygen plasma. *Food Chemistry*. 122(4), pp. 1145–1152.

71. Guaadaoui A. – Benaicha S. – Elmajdoub N. – Bellaoui M. – Hamal A.: 2014. What is a Bioactive Compound? A Combined Definition for a Preliminary Consensus. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 3(3), pp. 174-179.
72. Guiné R. P. F. – Goncalves F. – Lerat C. – Idrissi T. E. – Rodrigo E. – Correia P. M. R. – Goncalves J. C.: 2018. Extraction of phenolic compounds with antioxidant activity from beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Current Nutrition & Food Science*. 14(4), pp. 350-357.
73. Gutiérrez-Grijalva E. P. – Ambriz-Pérez D. L. – Leyva-López N. – Castillo-López R. I. – Heredia J. B.: 2016. Review: dietary phenolic compounds, health benefits and bioaccessibility. *Research Center for Food & Development (CIAD), AC., Functional Foods and Nutraceutical Laboratory, Culiacán, Sinaloa, 80110 México*. 66(2), pp. 87-100.
74. Hall J. N. – Moore S. – Harper S. B. – Lynch J. W.: 2009. Global Variability in Fruit and Vegetable Consumption. *Am J Prev Med*. 36(5), pp. 402–409.
75. Hanif R. – Iqbal Z. – Iqbal M. – Hanif S. – Rasheed M.: 2006. Use of vegetables as nutritional food: role in human health. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 1(1), pp. 22-26.
76. Hasan M. R. – Tahsin A.K.M.M. – Islam M.N. – Ali M.A. – Uddain J.: 2017. Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Influenced As Nitrogen Fertilizer and Plant Spacing. 10(6), pp. 62-71.
77. Hayes R.J. – Simko I.: 2016. Breeding lettuce for improved fresh-cut processing. *Acta Horti*. 1141, pp. 65-76.
78. Hecher E. A. D. S. – Falk C. L. – Enfield J. – Guldan S. J. – Uchanski M. E.: 2014. The economics of low-cost high tunnels for winter vegetable production in the southwestern United States. *HortTechnology*. 24(1), pp. 7-15.
79. Hodossi S. – Nagy J. – Takácsné Hájos M. – Terbe I.: 2001a. Részletes tudnivalók a zöldség-különlegességekről. In: *Zöldségkülönlegességek termesztése és hasznosítási lehetőségei*. (Szerk. Hodoss S.) PRIMOM Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Nyíregyháza. pp. 38-188.
80. Hodossi S. – Nagy J. – Takácsné Hájos M. – Terbe I.: 2001b. Általános tudnivalók a (különleges) zöldségfélék igényeiről és termesztéséről. In: *Zöldségkülönlegességek termesztése és hasznosítási lehetőségei*. (Szerk. Hodoss S.) PRIMOM Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Nyíregyháza. pp. 17-37.
81. Hoque M. M. – Ajwa H. – Othman M. – Smith R. – Cahn M.: 2010. Yield and postharvest quality of lettuce in response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. *HortScience*. 45(10), pp. 1539-1544.
82. Huzsvai L.: 2012. *Statistika gazdaságelemzők részére. Excel és R alkalmazások*. Seneca Books. pp. 170.
83. *Institute of Medicine*: 2000. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. Washington, DC: The National Academies. pp. 528.

84. *Institute of Medicine of the National Academies.*: 2002. *Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids.* Washington: National Academies Press, pp. 422-542.
85. *Ismail A. – Marjan M. Z. – Foong W. C.*: 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry.* 87(4), pp. 581–586.
86. *Janke R. R. – Altamimi M. E. – Khan M.*: 2017. The use of high tunnels to produce fruit and vegetable crops in North America. *Agricultural Sciences.* 8(7), pp. 692-715.
87. *Jayalath T. C. – Boyhan G. E. – Little E. L. – Tate R. I. – O’Connell S.*: 2017. High tunnel and field system comparison for spring organic lettuce production in Georgia. *HortScience.* 52(11), pp. 1518-1524.
88. *Jenni S. – Yan W.*: 2009. Genotype by environment interactions of heat stress disorder resistance in crisphead lettuce. *Plant Breeding.* 128(4), pp. 374-380.
89. *Kapoulas N. – Koukounaras A. – Ilić Z. S.*: 2017. Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. *Scientia Horticulturae.* 219, pp. 310–318.
90. *Kasim M. U. – Kasim R.*: 2017. While continuous white LED lighting increases chlorophyll content (SPAD), green LED light reduces the infection rate of lettuce during storage and shelf-life conditions. *Journal of Food Processing and Preservation.* 41(6), e13266.
91. *Kaiser C. – Ernst M.*: 2017. Romaine Lettuce. CCDCP-116. Lexington, KY: Center for Crop Diversification, University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment.
92. *Kenny O. – O’Beirne D.*: 2009. The effects of washing treatment on antioxidant retention in ready-to-use iceberg lettuce. *International Journal of Food Science & Technology.* 44(6), pp. 1146–1156.
93. *Khanam U. K. S. – Oba S. – Yanase E. – Murakami Y.*: 2012. Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. *Journal of Functional Foods.* 4(4), pp. 979-987.
94. *Kim D. O. – Chun O. K. – Kim Y. J. – Moon H. Y. – Lee C. Y.*: 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 51(22), pp. 6509-6515.
95. *Kim M. J. – Moon Y. – Tou J. C. – Mou B. – Waterland N. L.*: 2016a. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis.* 49, pp. 19–34.
96. *Kim M. J. – Moon Y. – Kopsell D. A. – Park S. – Tou J. C. – Waterland N. L.*: 2016b. Nutritional value of crisphead ‘Iceberg’ and romaine lettuces (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agricultural Science.* 8(11).
97. *Kizil Ü. – Genc L. – Inalpulat M. – Şapolyo D. – Mirik M.*: 2012. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield prediction under water stress using artificial neural network (ANN) model and vegetation indices. *Zemdirbyste-agriculture.* 99(4), pp. 409-418.

98. Kolota E. – Adamczewska-Sowinska K.: 2003. Suitability of lamb lettuce cultivars for spring and autumn growing. *Acta Horticulturae*. (598), pp. 255–257.
99. Konstantopoulou E. – Kapotis G. – Salachas G. – Petropoulos S. A. – Karapanos I. C. – Passam H. C.: 2010. Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season. *Scientia Horticulturae*. 125(2), pp. 93-e1.
100. Kosma C. – Triantafyllidis V. – Papasavvas A. – Salachas G. – Patakas A.: 2013. Yield and nutritional quality of greenhouse lettuce as affected by shading and cultivation season. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. pp. 974-979.
101. Křístková E. – Doležalová I. – Lebeda A. – Vinter V. – Novotná A.: 2008. Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. *Horticultural Science*. 35(3), pp. 113-129.
102. Lee J. G. – Choi C. S. – Jang Y. A. – Jang S. W. – Lee S. G. – Um Y. C.: 2013. Effects of air temperature and air flow rate control on the tipburn occurrence of leaf lettuce in a closed-type plant factory system. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 54(4), pp. 303–310.
103. León A. P. – Viña S. Z. – Frezza D. – Chaves A. – Chiesa A.: 2007. Estimation of Chlorophyll Contents by Correlations between SPAD-502 Meter and Chroma Meter in Butterhead Lettuce. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 38(19-20), pp. 2877-2885.
104. Lidder S. – Webb A. J.: 2013. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 75(3), pp. 677-696.
105. Ling Q. – Huang W. – Jarvis P.: 2011. Use of a SPAD-502 meter to measure leaf chlorophyll concentration in *Arabidopsis thaliana*. *Photosynthesis Research*. 107(2), pp. 209-214.
106. Liu R. H.: 2013. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* 4, pp. 384S–392S.
107. Liu X. – Ardo S. – Bunning M. – Parry J. – Zhou K. – Stushnoff C. – Stoniker F. – Yu L. – Kendall P.: 2007. Total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in Colorado. *LWT - Food Science and Technology*. 40(3), pp. 552–557.
108. Llorach R. – Martínez-Sánchez A. – Tomás-Barberán F. A. – Gil M. I. – Ferreres F.: 2008. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chemistry*. 108(3), pp. 1028–1038.
109. Maboko M. M. – Du Plooy C. P.: 2009. Effect of plant spacing on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a soilless production system. *South African Journal of Plant and Soil*. 26(3), pp. 195-198.
110. Manchali S. – Chidambara Murthy K. N. – Patil B. S.: 2012. Crucial facts about health benefits of popular cruciferous vegetables. *Journal of Functional Foods*. 4(1), pp. 94–106.

111. Martínez-Ispizua E. – Calatayud Á. – Marsal J. I. – Basile F. – Cannata C. – Abdelkhalik A. – Soler S. – Valcárcel J. V. – Martínez-Cuenca M.-R.: 2022. Postharvest Changes in the Nutritional Properties of Commercial and Traditional Lettuce Varieties in Relation with Overall Visual Quality. *Agronomy*. 12(2), p. 403.
112. Martínez-Sánchez A. – Luna M. C. – Selma M. V. – Tudela J. A. – Abad J. – Gil M. I.: 2012. Baby-leaf and multi-leaf of green and red lettuces are suitable raw materials for the fresh-cut industry. *Postharvest Biology and Technology*. 63(1), pp. 1-10.
113. Materska M. – Olszówka K. – Chilczuk B. – Stochmal A. – Pecio L. – Pacholczyk-Sienicka B. – Piacente S. – Pizza C. – Masullo M.: 2018. Polyphenolic profiles in lettuce (*Lactuca sativa* L.) after CaCl<sub>2</sub> treatment and cold storage. *European Food Research and Technology*. 245, pp. 733–744.
114. McDougal S.: 2012. The delivery of IPM for the lettuce industry-an extension to VG05044.
115. Meda A. – Lamien C. E. – Romito M. – Millogo J. – Nacoulma O. G.: 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*. 91(3), pp. 571-577.
116. Mendoza-Tafolla R. O. – Juárez-López P. – Ontiveros-Capurata R. E. – Sandoval-Villa M. – Iran A. T. – Alejo-Santiago G.: 2019. Estimating nitrogen and chlorophyll status of romaine lettuce using SPAD and at LEAF readings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 47(3), pp. 751-756.
117. Metha D. – Belemkar S.: 2014. Pharmacological activity of *Spinacia oleracea* Linn. A complete overview. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*. 2(1), pp. 32-42.
118. Moniruzzaman M.: 2006. Effects of plant spacing and mulching on yield and profitability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agriculture & Rural Development*. 4(1), pp. 107-111.
119. Morales M. – Janick J.: 2002. Arugula: A promising specialty leaf vegetable. In: *Trends in New Crops and New Uses*. (Janick J., Whipkey A. eds.). Alexandria, VA: ASHS Press, pp. 418–423.
120. Mou B.: 2008. Lettuce. In: *Vegetables I: Asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and cucurbitaceae*. (pp. 75-116). New York, NY: Springer New York.
121. Mou B.: 2009. Nutrient content of lettuce and its improvement. *Current Nutrition & Food Science*. 5(4), pp. 242-248.
122. Mou B. – Ryder E. J.: 2002. Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. *Acta Hort*. 637, pp. 361-367.
123. Mousavi S.H. – Hassandokht M.R. – Choukan R. – Sepahvand N. – Khosrowchali M.: 2013. Cytological study of chromosome and genome composition of Iranian lettuce (*Lactuca sativa* L.) accessions. *European Journal of Experimental Biology*. 3(1), pp. 303-311.

124. Muminovic J. – Melchinger E. A. – Lübberstedt T.: 2004. Genetic diversity in cornsalad (*Valerianella locusta*) and related species as determined by AFLP markers. *Plant Breeding*. 123, pp. 460–466.
125. Muramoto J.: 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California. *Center for Agroecology and Sustainable Food Systems, University of California, Santa Cruz*.
126. Murray J. J. – Basset G. – Sandoya G.: 2021. Nutritional benefits of lettuce consumed at recommended portion sizes: Hs1416, 6/2021. *Edis*. 2021(3).
127. Nagy J.: 1999. *Haszonkert a ház körül Zöldségtermesztés*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. pp. 211.
128. Netto A. T. – Campostrini E. – de Oliveira J. G. – Bressan-Smith R. E.: 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*. 104(2), pp. 199-209.
129. Nicola S. – Fontana E.: 2014. Fresh-cut produce quality: implications for a systems approach. In: *Postharvest handling*. (pp. 217-273). Academic Press.
130. Ninfali P. – Angelino D.: 2013. Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and rubra. *Fitoterapia*. 89, pp. 188-199.
131. Nottingham, S.: 2004: Beetroot. The Times. London. E-book. Megtekintve: <https://www.academia.edu/21542519/Beetroot> (Megtekintve: 2026. 01. 18.)
132. Noumedem J. A. K. – Djeussi D. E. – Hritcu L. – Mihasan M. – Kuete V.: 2017. *Lactuca sativa*. In: *Medicinal spices and vegetables from Africa. Therapeutic Potential Against Metabolic, Inflammatory, Infectious and Systemic Diseases*. pp. 437–449.
133. Olfati J. A. – Saadatian M. – Peyvast G. – Malakouti S. H. – Kiani A. – Poor-Abdollah M.: 2011. Effect of harvesting date on yield and quality of lettuce. *Advances in Environmental Biology*. 5(7), pp. 1647-1650.
134. Oliveira M. – Usall J. – Solsona C. – Alegre I. – Viñas I. – Abadias M.: 2010. Effects of packaging type and storage temperature on the growth of foodborne pathogens on shredded ‘Romaine’ lettuce. *Food Microbiology*. 27(3), pp. 375-380.
135. Oz A. T. – Kafkas E.: 2017. Phytochemicals in Fruits and Vegetables. *Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization*. Intech. (8), pp. 175-184.
136. Padh H.: 1990. Cellular functions of ascorbic acid. *Biochemistry and Cell Biology*. 68(10), pp. 1166–1173.
137. Parente C. P. – Reis Lima M. J. – Teixeira-Lemos E. – Moreira M. M. – Barros A. A. – Guido L. F.: 2013. Phenolic Content and Antioxidant Activity Determination in Broccoli and Lamb’s Lettuce. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Nutrition and Food Engineering*. 7(7), pp. 562-565.

138. *Pettorelli N. – Ryan S. – Mueller T. – Bunnefeld N. – Jędrzejewska B. – Lima M. – Kausrud K.*: 2011. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): unforeseen successes in animal ecology. *Climate Research*. 46(1), pp. 15-27.
139. *Pécsi T.*: 2010. A saláta tápértéke. *Új diéta. Magyar Dietetikusok Lapja*. 19(6), pp. 19-20.
140. *Proietti S. – Moscatello S. – Colla G. – Battistelli Y.*: 2004. The effect of growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) at two light intensities on the amounts of oxalate, ascorbate and nitrate in their leaves. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79(4), pp. 606–609.
141. *Putnam J. – Kantor L. S. – Allshouse J.*: 2000. Per capita food supply trends: Progress toward dietary guidelines. *Food Review*. 23, pp. 2–14.
142. *Rader H. B. – Karlsson M. G.*: 2006. Northern field production of leaf and romaine lettuce using a high tunnel. *HortTechnology*. 16(4), pp. 649-654.
143. *Rahman M. – Afroj M.*: 2016. *Profitability analysis of lettuce cultivation in Dhaka district*. Lambert academic publishing, pp. 46.
144. *Ramos-Bueno R. P. – Rincón-Cervera M. A. – González-Fernández M. J. – Guill-Guerrero J. L.*: 2016. Phytochemical composition and antitumor activities of new salad greens: Rucola (*Diplotaxis tenuifolia*) and Corn Salad (*Valerianella locusta*). *Plant Foods for Human Nutrition*. 71(2), pp. 197–203.
145. *Ramya V. – Priya P.*: 2019. Health and benefits of vegetables. *International Journal of Chemical Studies*. 7(2), pp. 82-87.
146. *Rickman J. C. – Barrett D. M. – Bruhn C. M.*: 2007. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87(6), pp. 930–944.
147. *Rico D. – Martin-Diana A. B. – Barat J. M. – Barry-Ryan C.*: 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 18(7), pp. 373-386.
148. *Rijk Z.*: 2018. Megtekintve: <https://visuals.rijkszaan.com/m/23b94f5cc4c39cc6/original/HU-Media-File-Seeds-Sharing-Salata-fajtaszortiment-2018-2019.pdf> (Megtekintve:2024.12.12.)
149. *Rijk Z.*: 2021 Megtekintve: <https://visuals.rijkszaan.com/m/732bfcf65242993e/original/HU-Media-File-Our-Salad-Vegetable-Variety-Offer-2021-2022-publication-has-been-published.pdf> (Megtekintve:2024.12.13.)
150. *Roughani A. – Miri S. M.*: 2019. Spinach: An important green leafy vegetable and medicinal herb. *The 2nd International Conference on Medicinal Plants, Organic Farming, Natural and Pharmaceutical Ingredients*. Iran, pp. 1-6.
151. *Rubóczki T. – Raczkó V. – Takácsné Hájos M.*: 2015. Evaluation of morphological parameters and bioactive compounds in different varieties of beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *esculenta* GURKE var. *rubra* L.). *International Journal of Horticultural Science*. 21(3–4), pp. 31-35.

152. Rubóczki T. – Takácsné Hájos M.: 2018. Leaf and root evaluation of bioactive compounds of different beetroot varieties. *Acta Agraria Debreceniensis. Agrártudományi Közlemények*. 74, pp. 135-139.
153. Rice-Evans C. – Miller N. – Paganga G.: 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*. 2(4), pp. 152–159.
154. Del Rio D. – Costa L. G. – Lean M. E. J. – Crozier A.: 2010. Polyphenols and health: What compounds are involved? *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 20(1), pp. 1-6.
155. Sabaghnia N. – Asadi-Gharneh A.H. – Janmohammadi M.: 2014. Genetic diversity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces collected in Iran using some morphological traits. *Acta agriculturae Slovenica*. 103(1), pp. 101 – 111.
156. Saleh M. M. S. – Abu-Rayyan A. M. – Suwwan M. A.: 2009. Planting date, mulching, lettuce type, and cultivar on lettuce productivity and quality. *International Journal of Vegetable Science*. 15(4), pp. 381-401.
157. Sandmann M. – Grosch R. – Graefe J.: 2018. The use of features from fluorescence, thermography, and NDVI imaging to detect biotic stress in lettuce. *Plant Disease*. 102(6), pp. 1101-1107.
158. Santamaria P.: 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(1), pp. 10-17.
159. Shams A. S. – Abd El-Rahman H. M. – El-Ramady H. R.: 2013. Evaluation of integrated nutrient management practices for lettuce production under drip irrigation system. *Journal of Applied Sciences Research*. 9(3), pp. 2223-2231.
160. Sharma M. M. – Dhingra M. – Dave A. – Batra A.: 2012. Plant regeneration and stimulation of in vitro flowering in *Eruca sativa* Mill. *Afr. J. Biotechnol.* 11(31), pp. 7906–7911.
161. Simon G.: 2008. *Az egészséges táplálkozásban is jelentős levélzölkségek (saláta, spenót, sósóka) termesztéstechnológiája*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Bp. pp. 25.
162. Siomos A.S. – Papadopoulou P.P. – Niklis N.D. – Dogras C.C.: 2002. Quality of romaine and leaf lettuce at harvest and during storage. *Acta Horticulturae*. (579), pp. 641–646.
163. Slavin J. L. – Lloyd B.: 2012. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*. 3(4), pp. 506–516.
164. Son K.-H. – Oh M.-M.: 2013. Leaf Shape, Growth, and Antioxidant Phenolic Compounds of Two Lettuce Cultivars Grown under Various Combinations of Blue and Red Light-emitting Diodes. *HortScience*. 48(8), pp. 988-995.
165. Souza PF. – Borghezan M. – Zappelini J. – Carvalho LR. – Ree J. – Barcelos-Oliveira JL. – Pescador R.: 2019. Physiological differences of ‘Crocantela’ lettuce cultivated in conventional and hydroponic systems. *Horticultura Brasileira*. 37(1), pp. 101-105.

- 166.** Slezák K. – Jezdinsky A.: 2013. A zöldség-hajtató berendezések hasznosítása. *Agrofórum*. 24(2), pp. 22–24.
- 167.** Settaluri V.S. – Al-Mamari K.M.K. – Al-Balushi S.I.M. – Al-Risi M.K.Z. – Ali M.B.: 2015. Review of Biochemical and Nutritional Constituents in Different Green Leafy Vegetables in Oman. *Food and Nutrition Sciences*. 6, pp. 765-769.
- 168.** Seifu Y. W.: 2017. Nitrate Content in Minimally Processed Lettuce (*Lactuca sativa* L.) as Affected by Fluorescent Light Exposure During Storage. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology*. 05(02), pp. 1-5.
- 169.** Soetan K. O. – Olaiya C. O. – Oyewole O. E.: 2010. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 4(5), pp. 200-222.
- 170.** Spinardi A. – Ferrante A.: 2012. Effect of storage temperature on quality changes of minimally processed baby lettuce. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10(1), pp. 38-4.
- 171.** Stefanelli D. – Winkler S. – Jones R.: 2011. Reduced nitrogen availability during growth improves quality in red oak lettuce leaves by minimizing nitrate content, and increasing antioxidant capacity and leaf mineral content. *Agricultural Sciences*. 2(04), pp. 477-486.
- 172.** Subhash G. P. – Virbhadrappa S. R. – Vasant O. K.: 2010. *Spinacia Oleracea* Linn: A Pharmacological overview. *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*. 1(1), pp. 78-84.
- 173.** Survase, S. A. – Bajaj, I. B. – Singhal, R. S.: 2006. Biotechnological production of vitamins. *Food Technology & Biotechnology*. 44(3), pp. 381–396.
- 174.** Szabó I.: 1994. Cékla. In: *Zöldségtermesztők kézikönyve*. (Szerk. Balázs S.) Mezőgazda Kiadó. Budapest, pp. 578-585.
- 175.** Takácsné Hájos M.: 2013. *Szántóföldi zöldségtermesztés*. Debreceni Egyetem Kiadó. Debrecen. pp. 162.
- 176.** Takácsné Hájos M.: 2014. *Zöldség-hajtatás*. Debreceni Egyetem Kiadó. Debrecen. pp. 87.
- 177.** Takácsné Hájos M.: 2018. *Zöldségtermesztés III*. Debreceni Egyetem Kiadó. Debrecen. pp. 173.
- 178.** Takácsné Hájos M. – Borbélyné Varga M.: 2014. Effects of growing factors on the formation of bioactive compounds in celery (*Apium graveolens* L. convar. *rapaceum*). *European Chemical Bulletin*. 3(6), pp. 605-608.
- 179.** Takácsné Hájos M. – Rubóczki T.: 2018. Evaluation of mineral element content of beetroot during the different stages of the growing season. *Acta Agraria Debreceniensis 150. Agrártudományi Közlemények*. 150, pp. 459-469.
- 180.** Tamme T. – Reinik M. – Roasto M.: 2010. Nitrates and nitrites in vegetables: occurrence and health risks. In: *Bioactive Foods in Promoting Health*. (pp. 307-321). Academic Press.

- 181.** *Tapia M. L. – Caro J. M.:* 2009. Producción de plantillas de lechuga (*Lactuca sativa*) en lana de roca granulada y perlita expandida para uso en hidroponía. *Ciencia e investigación agraria*. 36(3), pp. 401-410.
- 182.** *Terranova, S.:* 2017. Megtekintve: <https://terranoaseeds.biz/wp-content/uploads/2018/04/Terranova-Export-Product-Guide-2017-18.pdf> (Megtekintve:2026. 01. 18.).
- 183.** *Terbe I.:* 1991. *Fólia alatti zöldségtermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó Kft, Budapest. pp. 73.
- 184.** *Terbe I.:* 1994. Spenót. *In: Zöldségtermesztők kézikönyve*. (Szerk. Balázs S.) Mezőgazda Kiadó. Budapest, pp. 571-577.
- 185.** *Terbe I.:* 2005. Levélzöldségek hajtatása. *In: Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben*. (Szerk. Terbe I. - Hodossi S. - Kovács A.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 191-199.
- 186.** *Terbe I.:* 2009. Levélzöldségek. *In: Zöldségtermesztés szabadföldön*. (Szerk. Hodossi S., Kovács A., Terbe I.) Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp. 282-302.
- 187.** *Terbe I. – Fehér M.:* 2000. Levélzöldségek. *In: A zöldség-hajtás kézikönyve*. (Szerk. Balázs S. – Slezák K.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 390-438.
- 188.** *Thakur M. – Kumar R. – Kumar S.:* 2016. Studies on genetic variability, correlation and path analysis in lettuce (*Lactuca sativa* L.) under protected conditions. *Journal of Applied and Natural Science*. 8(4), pp. 1924-1930.
- 189.** *Tittonell P. – De Grazia J. – Chiesa A.:* 2001. Effect of nitrogen fertilization and plant population during growth on lettuce (*Lactuca sativa* L.) postharvest quality. *In: IV International Conference on Postharvest Science 553*. (pp. 67-68).
- 190.** *Tompos D.:* 2008. A fejes saláta talaj nélküli termesztése. *In: Talaj nélküli zöldség-hajtás*. (Szerk. Terbe I., Slezák K.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 308-325.
- 191.** *Toscano S. – Trivellini A. – Cocetta G. – Bulgari R. – Francini A. – Romano D. – Ferrante A.:* 2019. Effect of Preharvest Abiotic Stresses on the Accumulation of Bioactive Compounds in Horticultural Produce. *Frontiers in Plant Science*. 10, p. 1212.
- 192.** *Tosun I. – Ustun N. S.:* 2004. Nitrate content of lettuce grown in the greenhouse. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 72(1), pp. 109-113.
- 193.** *UPOV:* 2017. *Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability - Lettuce (Lactuca sativa L.)* (TG/13/11 Rev. 4). <https://www.upov.int/documents/d/upov/tg-documents-en-tg013.pdf>
- 194.** *Uleanu F. – Oprea M. I. – Iordache M. – Bădulescu A.:* 2020. Aspects of some characteristics of lettuce varieties grown in solar in pitesti. *Current Trends in Natural Sciences*. 9(18), pp. 171-175.
- 195.** *USDA:* 2015. *National Nutrient Database for Standard Reference Release 28*. USDA, Washington, D.C.
- 196.** *Ülger T. G. – Songur A. N. – Çırak O. – Çakıroğlu F. P.:* 2018. Role of Vegetables in Human Nutrition and Disease Prevention. *Vegetables - Importance of Quality Vegetables to Human Health*.

- 197.** Varga J. – Apahidean S. – Al. S. – Laczi E. – Apahidean I. Al.: 2012. Studies concerning the sowing period in the arugula (*Eruca sativa* Mill) plants' development. *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment*. 4, pp. 5–10.
- 198.** Verdin E. – Marais A. – Wipf-Scheibel C. – Faure C. – Pelletier B. – David P. – Svanelle-Dumas L.: 2018. Biological and Genetic Characterization of New and Known Necroviruses Causing an Emerging Systemic Necrosis Disease of Corn Slad (*Valerianella locusta*) in France.
- 199.** Waterer D.: 2003. Yields and economics of high tunnels for production of warm-season vegetable crops. *HortTechnology*. 13(2), pp. 339-343.
- 200.** Zapata-Vahos I. C. – Rojas-Rodas F. – David D. – Gutierrez-Monsalve J. A. – Castro-Restrepo D.: 2020. Comparison of antioxidant contents of green and red leaf lettuce cultivated in hydroponic systems in greenhouses and conventional soil cultivation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 73(1), pp. 9077-9088.
- 201.** Zebarth B. J. – Younie M. – Paul J. W. – Bittman S.: 2002. Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in a high fertility environment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 33(5-6), pp. 665-684.
- 202.** Zemichael B. – Hadush M. – Abebe N.: 2017. Effect of Inter and Intra-Row Spacing on Yield and Yield Components of Lettuce (*Lactuca Sativa*) in South East Tigray, Ethiopia. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 1(6), pp. 1698-1701.
- 203.** ZKI.: 2022. Megtekintve: [https://www.vetomagesgazdabolt.hu/webimages/files/katalogusok/zki\\_vetomag\\_katalogus\\_2022.pdf](https://www.vetomagesgazdabolt.hu/webimages/files/katalogusok/zki_vetomag_katalogus_2022.pdf) (Megtekintve:2024.12.13.)
- 204.** ZKI.: 2024. <https://zkivetomag.hu/hu/spenot-uj-zelandi-2g/termek/4485> (Megtekintve:2024.12.13.)
- 205.** Zhang J. – Liu X. – Liang Y. – Cao Q. – Tian Y. – Zhu Y. – Cao W. – Liu X.: 2019. Using a portable active sensor to monitor growth parameters and predict grain yield of winter wheat. *Sensors*. 19(5), p. 1108.
- 206.** Zhao X. – Carey E. E.: 2009. Summer production of lettuce, and microclimate in high tunnel and open field plots in Kansas. *HortTechnology*. 19(1), pp. 113-119.
- 207.** Zhou W. – Liang X. – Dai P. – Chen Y. – Zhang Y. – Zhang M. – Lu L. – Jin C. – Lin X.: 2019. Alteration of Phenolic Composition in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) by Reducing Nitrogen Supply Enhances its Anti-Proliferative Effects on Colorectal Cancer Cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 20(17), p. 4205.
- 208.** Žnidarčič D. – Kmecl V.: 2018. The influence of cultivation method on nitrate content in some lettuce samples. *Acta Agriculturae Slovenica*. 111(3), pp. 683-690.
- 209.** I1:<https://www.konicaminolta.eu/eu-en/hardware/measuring-instruments/colour-measurement/chlorophyll-meter/spad-502plus> (Megtekintve: 2020. 12. 25.)
- 210.** I2:<https://ptxtrimble.com/en/products/hardware/flow-application-control/greenseeker-handheld-crop-sensor> (Megtekintve: 2020.12.25.)

## 11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/575/2025.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kovácsné Madar Ágota  
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10068646

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Magyar nyelvű könyvrészletek (2)

1. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M., Fehér, M., Stündl, L.: Különböző salátafajták értékelése eltérő vízikultúras termesztéstechnológia mellett.  
In: "Termőföldtől az asztalig" : A Tormay Béla Szakkollégium hallgatóinak tudományos eredményei. Szerk.: Illés Árpád, Bodnár Karina Bianka, Debreceni Egyetem Tormay Béla Szakkollégium, Debrecen, 37-43, 2018. ISBN: 9789634900092
2. **Kovácsné Madar, Á.**: Saláta fajták gazdasági értékmerő tulajdonságainak alakulása akvapóniás és hidropóniás termesztésnél.  
In: InterTalent UNIDEB. Szerk.: Mándy Zsuzsanna, Debreceni Egyetem, Debrecen, 79-82, 2018.

#### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

3. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Különböző zöldségfajokból előállított mikrozöldségek (microgreen-ek) értékelése = Evaluation of various microgreen vegetables.  
*Elelmiszervizsgalati Közlemények*. 66 (4), 3221-3231, 2020. ISSN: 0422-9576.

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

4. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Agronomic evaluation of different lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties under unheated plastic tunnel.  
*Int. j. hortic. sci.* 28, 50-56, 2022. ISSN: 1585-0404.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.31421/ijhs/28/2022/10314>
5. **Kovácsné Madar, Á.**, Rubóczki, T., Takácsné Hájos, M.: Microgreen leaf vegetable production by different wavelengths.  
*Agrártud. közl.* 1, 79-84, 2022. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/1/110449>





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

6. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Evolution of quality parameters of different lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties under unheated plastic tunnel.  
*Acta Univ. Sapientiae, Agric. Environ.* 13 (1), 88-99, 2021. ISSN: 2065-748X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ausae-2021-0008>
7. **Kovácsné Madar, Á.**, Rubóczki, T., Takácsné Hájos, M.: Lettuce production in aquaponic and hydroponic systems.  
*Acta Univ. Sapientiae, Agric. Environ.* 11 (1), 51-59, 2019. ISSN: 2065-748X.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/ausae-2019-0005>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (3)

8. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Levélzöltség fajok beltartalmi értékeinek alakulása.  
In: A Debreceni Egyetem Szakkollégiumainak I. Tudományos Konferenciája :  
Konferenciakötete. Szerk.: Dajnoki Krisztina; Felföldi János, DEGTK, Debrecen, 68-74, 2020.  
ISBN: 9789634902225
9. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Possible role of different leaf vegetables in the nutrition = Különböző levélzöltség fajok lehetséges szerepe a táplálkozásban.  
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.:  
Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsiborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely,  
197-203, 2019. ISBN: 9789633961308
10. Takácsné Hájos, M., **Kovácsné Madar, Á.**, Rubóczki, T., Homoki, D., Stündl, L.: Különböző saláta fajták ásványi elem tartalmának alakulása akvapóniás és hidropóniás termesztés mellett.  
In: Alkalmazkodó vízgazdálkodás: Lehetőségek és kockázatok. Víz tudományi Nemzetközi Konferencia. Konferencia kötet. Szerk.: Jakab Gusztáv, Tóth Attiláné, Csengeri Erzsébet, SZIE AGK Tessedik Campus, Szarvas, 197-203, 2018. ISBN: 9789632697369

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

11. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Mikrozsöltségek szerepe az ásványi anyag utánpótlásban = The role of microgreens in mineral supplementation.  
In: 17. Magyar Magnézium Szimpózium. Szerk.: Takácsné Hájos Mária, Vojnich Viktor, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 31-32, 2021. ISBN: 9786156018069
12. **Kovácsné Madar, Á.**: Különböző saláta fajták értékelése akvapónia és hidropónia termesztőrendszerekben.  
In: XXXIV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia. Agrártudományi szekció.  
Előadáskivonatok. Szerk.: Juhász Csaba, Juhász Lajos, Gyüre Péter, Vári Erzsébet,  
Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Debrecen, 150, 2019. ISBN: 9789634900788

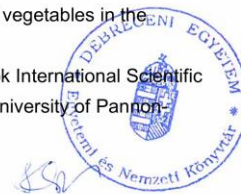




13. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M., Homoki, D., Stündl, L.: Különböző saláta fajták értékelése eltérő termesztés mód mellett.  
In: XVI. Nemzetközi Tudományos Napok : "Fenntarthatósági kihívások és válaszok" : Tanulmányok. Szerk.: Dinya László, Baranyi Aranka, EKE Líceum kiadó, Gyöngyös, 1177-1185, 2018. ISBN: 9786155621758
14. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M., Homoki, D., Stündl, L.: Különböző saláta fajták értékelése eltérő termesztés mód mellett = evaluation lettuce varieties by different cultivation method.  
In: XVI. Nemzetközi Tudományos Napok, "Fenntarthatósági kihívások és válaszok" Előadások és poszterek összefoglalói. Szerk.: Dinya László, Csernák József, EKE Líceum kiadó, Gyöngyös, 175, 2018. ISBN: 9786155621741
15. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M., Fehér, M., Stündl, L.: Termesztési módok hatása különböző saláta fajták hozamára és minőségére.  
In: Tavasz Szél Absztraktkötet / Keresztes Gábor (szerk.), Doktoranduszok Országos Szövetsége DOSZ, Budapest, 60-61, 2018. ISBN: 9786155586262

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

16. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Evolution of quality parameters of different lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties under unheated plastic tunnel.  
*Acta Biologica Marisicensi. 4* (Suppl.), 19-19, 2021. ISSN: 2601-6141.
17. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Különböző zöldségfajokból előállított mikrogreenek bioaktív anyagainak értékelése = Evaluation of bioactive compounds of microgreens from different vegetable species.  
In: XVII. Nemzetközi Tudományos Napok "Környezeti, gazdasági és társadalmi kihívások 2020 után" : Abstract Book. Szerk.: Bujdosó Zoltán, Dinya László, Csernák József, Eszterházy Károly Egyetem, Gyöngyös, 138, 2020. ISBN: 9789634961567
18. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M., Rubóczki, T.: Evaluation of different lettuce varieties by aquaponic and hydroponic technology.  
In: Vth Horticulture and Landscape Planning Conference from Transylvania. Ed.: Benedek Klára, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhely, 11-11, 2019.
19. **Kovácsné Madar, Á.**, Takácsné Hájos, M.: Possible role of different leaf vegetables in the nutrition.  
In: Innovation Challenges in the 21st Century = LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference.. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannon-Georgikon Faculty, Keszthely, 53-53, 2019. ISBN: 9789633961292





**További közlemények**

Magyar nyelvű könyvrészletek (2)

20. **Kovácsné Madar, Á.**: Különböző borsófajták vizsgálata vegyszermentes termesztésben.  
In: "15 éves tehetséggondozás az agráriumban" A Tormay Béla Szakkollégium Hallgatóinak Tudományos Eredményei. Szerk.: Bodnár Karina Bianka, Debreceni Egyetem Tormay Béla Szakkollégium, Debrecen, 84-91, 2017. ISBN: 9789634739579
21. **Kovácsné Madar, Á.**: Borsófajták értékelése vegyszermentes termesztésben.  
In: Tormay Béla Szakkollégium Hallgatóinak Kutatási Eredményei / Bodnár Karina Bianka; Erdős Zsuzsa (szerk.), Center Print Nyomda, Debrecen, 131-134, 2016. ISBN: 9789634739340

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

22. Yaseen, A. A., **Kovácsné Madar, Á.**, Vojnovic, D., Takácsné Hájos, M.: Examining the Optimal Amount of Moringa Leaf Extract to Improve the Morphological and Inner Quality of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*).  
*J. Food Qual.* 2023, 1-9, 2023. ISSN: 0146-9428.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2023/3210253>  
IF: 2.6

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

23. Sinka, L., **Kovácsné Madar, Á.**, Rubóczki, T., Takácsné Hájos, M.: Biostimulátorok alkalmazása paradicsom üvegházi termesztésénél.  
In: 17. Magyar Magnézium Szimpózium. Szerk.: Takácsné Hájos Mária, Vojnich Viktor, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 25-26, 2021. ISBN: 9786156018069
24. Lelesz, J. É., Tamás, S., Homoki, D., Györkös, G. S., **Kovácsné Madar, Á.**: Lombkezelés hatása mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) gazdasági értékmerő tulajdonságaira és ásványi elem tartalmára akvapóniás rendszerben = Foliar fertilization's effect on the economic value and mineral content of mizuna (*Brassica rapa* var. *japonica*) growing in aquaponic system.  
In: 17. Magyar Magnézium Szimpózium. Szerk.: Takácsné Hájos Mária, Vojnich Viktor, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 27-28, 2021. ISBN: 9786156018069





Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

25. Diósi, G., **Kovácsné Madar, Á.**, Mares, I.: Eltérő hullámhosszúságú fény hatása a mikroöldségek bioaktív komponenseire.

*Értékálló aranykorona.* 22 (4), 7-8, 2022. ISSN: 1586-9652.

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 2,6**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0**

A DEENK a Jelölt által a Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.11.07.




## 12. NYILATKOZATOK

### NYILATKOZATOK

#### NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem el, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 20. 26. 01. 30. ....

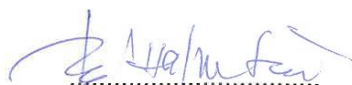
  
a jelölt aláírása

#### NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Dr. Kovácsné Madar Ágota** doktorjelölt 2019-2023 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal végezte munkáját.

Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 20. 26. 01. 30. ....

  
a témavezető(k) aláírása

### 13. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Tavaszi fűtetlen fólia alatti **salátafélék** talajvizsgálati eredményei

(Debrecen, 2019-2021)

<b>Vizsgált paraméter</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Átlag</b>
<i>pH érték (KCl)</i>	7,35	7,18	7,56	<b>7,36</b>
<i>Arany-féle kötöttség (K<sub>A</sub>)</i>	42	38	33	<b>37,67</b>
<i>Vízben oldható összes só (m/m) %</i>	0,10	0,04	0,00	<b>0,05</b>
<i>CaCO<sub>3</sub> (m/m) %</i>	4,20	1,62	0,72	<b>2,18</b>
<i>Szerves szén humuszban kif. (m/m) %</i>	2,88	3,04	1,72	<b>2,55</b>
<i>AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/kg)</i>	313,7	314,0	131,7	<b>253,15</b>
<i>AL-oldható K<sub>2</sub>O (mg/kg)</i>	459	381	291	<b>377,00</b>
<i>KCl-oldható NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - N (mg/kg)</i>	130	89,9	244,0	<b>154,63</b>

2. számú melléklet: Őszi fűtetlen fólia alatti **salátafélék** talajvizsgálati eredményei

(Debrecen, 2019-2021)

<b>Vizsgált paraméter</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Átlag</b>
<i>pH érték (KCl)</i>	7,50	7,28	7,91	<b>7,56</b>
<i>Arany-féle kötöttség (K<sub>A</sub>)</i>	33,80	37,72	30,00	<b>33,84</b>
<i>Vízben oldható összes só (m/m) %</i>	0,04	0,05	0,03	<b>0,04</b>
<i>CaCO<sub>3</sub> (m/m) %</i>	2,10	3,21	1,08	<b>2,13</b>
<i>Szerves szén humuszban kif. (m/m) %</i>	2,12	2,40	1,88	<b>2,13</b>
<i>AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/kg)</i>	191,00	148,29	235,00	<b>191,43</b>
<i>AL-oldható K<sub>2</sub>O (mg/kg)</i>	200,65	187,01	216,50	<b>201,39</b>
<i>KCl-oldható NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - N (mg/kg)</i>	110,40	53,97	169,00	<b>111,12</b>

3. számú melléklet: Őszi üvegház alatti **salátafélék** talajvizsgálati eredményei

(Debrecen, 2019-2021)

<b>Vizsgált paraméter</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Átlag</b>
<i>pH érték (KCl)</i>	7,40	7,18	5,27	<b>6,62</b>
<i>Arany-féle kötöttség (K<sub>A</sub>)</i>	31	38	40	<b>36,33</b>
<i>Vízben oldható összes só (m/m) %</i>	0,11	0,04	0,04	<b>0,06</b>
<i>CaCO<sub>3</sub> (m/m) %</i>	3,03	1,62	<0,100	<b>2,33</b>
<i>Szerves szén humuszban kif. (m/m) %</i>	1,70	3,04	2,66	<b>2,47</b>
<i>AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/kg)</i>	236	314	788	<b>446,00</b>
<i>AL-oldható K<sub>2</sub>O (mg/kg)</i>	177	381	499	<b>352,33</b>
<i>KCl-oldható NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - N (mg/kg)</i>	70,6	89,9	14,7	<b>58,40</b>

4. számú melléklet: A **salátafajták** elrendezése a kísérleti parcellákon

SZ	III/2.	III/5.	III/4.	III/3.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/3.	IV/4.	IV/5.	IV/1.	IV/2.	SZ
ÚT						ÚT		ÚT						
SZ	I/1.	I/3.	I/4.	I/5.	I/2.			SZ	SZ	II/2.	II/4.	II/1.	II/5.	II/3.

A kísérlet vetésterve a tavaszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2019)

SZ	III/4.	III/5.	III/3.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/3.	IV/1.	IV/4.	IV/5.	SZ	
ÚT							ÚT	ÚT					
SZ	I/4.	I/5.	I/1.	I/3.	SZ			SZ	II/1.	II/3.	II/5.	II/4.	SZ

A kísérlet vetésterve az őszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2019)

SZ	III/4.	III/2.	III/3.	III/5.	III/6.	SZ	ÚT	SZ	IV/3.	IV/5.	IV/2.	IV/6.	IV/4.	SZ
ÚT						ÚT		ÚT						
SZ	I/5.	I/3.	I/4.	I/2.	I/6.			SZ	SZ	II/2.	II/3.	II/4.	II/5.	II/6.

A kísérlet vetésterve az őszi üvegházi saláta termesztésnél (Debrecen, 2019)

SZ	III/6.	III/5.	III/2.	III/3.	III/4.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/1.	IV/3.	IV/6.	IV/2.	IV/5.	IV/4.	SZ
ÚT							ÚT		ÚT							
SZ	I/6.	I/4.	I/5.	I/3.	I/1.	I/2.			SZ	SZ	II/4.	II/3.	II/6.	II/2.	II/1.	II/5.

A kísérlet vetésterve a tavaszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2020)

SZ	III/2.	III/4.	III/5.	III/3.	III/1.	III/6.	SZ	ÚT	SZ	IV/3.	IV/6.	IV/1.	IV/5.	IV/4.	IV/2.	SZ
ÚT							ÚT		ÚT							
SZ	I/3.	I/2.	I/5.	I/6.	I/3.	I/1.			SZ	SZ	II/6.	II/1.	II/3.	II/5.	II/2.	II/4.

A kísérlet vetésterve az őszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2020)

SZ	III/3.	III/1.	III/2.	III/4.	III/5.	III/6.	SZ	ÚT	SZ	IV/5.	IV/2.	IV/6.	IV/4.	IV/3.	IV/1.	SZ	
ÚT									ÚT	ÚT							
SZ	I/1.	I/2.	I/3.	I/4.	I/5.	I/6.	SZ		SZ	II/1.	II/3.	II/4.	II/2.	II/6.	II/5.	SZ	

A kísérlet vetésterve az őszi üvegház alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2020)

SZ	IV/1.		IV/3.	IV/5.		IV/2.	IV/6.		IV/4.	SZ
SZ	III/1.		III/3.	III/5.		III/2.	III/6.		III/4.	SZ
SZ	II/3.		II/5.	II/1.		II/6.	II/4.		II/2.	SZ
SZ	I/1.		I/3.	I/5.		I/2.	I/6.		I/4.	SZ

A kísérlet vetésterve tavaszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2021)

SZ	IV/4.		IV/5.	IV/6.		IV/1.	IV/2.		IV/3.	SZ
SZ	III/6.		III/4.	III/2.		III/3.	III/1.		III/5.	SZ
SZ	II/2.		II/6.	II/1.		II/5.	II/3.		II/4.	SZ
SZ	I/1.		I/2.	I/3.		I/4.	I/6.		I/5.	SZ

A kísérlet vetésterve őszi fólia alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2021)

SZ	IV/1.		IV/5.	IV/2.		IV/3.	IV/4.		IV/6.	SZ
SZ	III/4.		III/2.	III/6.		III/1.	III/5.		III/3.	SZ
SZ	II/3.		II/1.	II/5.		II/4.	II/2.		II/6.	SZ
SZ	I/5.		I/6.	I/4.		I/3.	I/2.		I/1.	SZ

A kísérlet vetésterve az őszi üvegház alatti saláta termesztésnél (Debrecen, 2021)

(SZ=szegély, I-IV=ismétlések száma, 1-6=saláta faj/fajta)

5. számú melléklet: A salátaállomány fejlődése fólia alatti és üvegházi termesztésben



Különböző salátafajták fejlődése a fűtetlen fólia alatti termesztésben

(Fotó: Saját felvétel, 2019, 2020, 2021)



Különböző salátafajták fejlődése az üvegházi termesztésben

(Fotó: Saját felvétel, 2019, 2020, 2021)

6. számú melléklet: Tavaszi fűtetlen fólia alatti **levélzöldség** kísérletek talajvizsgálati eredményei (Debrecen, 2019, 2021, 2022)

<b>Vizsgált paraméter</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Átlag</b>
<i>pH érték (KCl)</i>	7,35	7,56	7,80	<b>7,57</b>
<i>Arany-féle kötöttség (<math>K_A</math>)</i>	42	33	30	<b>35,00</b>
<i>Vízben oldható összes só (m/m) %</i>	0,10	0,00	0,03	<b>0,04</b>
<i>CaCO<sub>3</sub> (m/m) %</i>	4,20	0,72	0,995	<b>1,97</b>
<i>Szerves szén humuszban kif. (m/m) %</i>	2,88	1,72	1,76	<b>2,12</b>
<i>AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mg/kg)</i>	314	132	211	<b>218,72</b>
<i>AL-oldható K<sub>2</sub>O (mg/kg)</i>	459	291	267	<b>339,00</b>
<i>KCl-oldható NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - N (mg/kg)</i>	130	244,0	141,0	<b>171,67</b>

7. számú melléklet: Nyári szabadföldi **levélzöldség** kísérletek parcelláinak talajvizsgálati eredményei (Debrecen, 2019-2021)

Vizsgált paraméter	2019	2020	2021	Átlag
pH érték (KCl)	7,09	7,27	7,44	7,27
Arany-féle kötöttség ( $K_A$ )	39,00	40,5	42	40,50
Vízben oldható összes só (m/m) %	0,040	0,02	0,01	0,02
CaCO <sub>3</sub> (m/m) %	0,926	1,17	1,42	1,17
Szerves szén humuszban kif. (m/m) %	2,590	2,61	2,62	2,61
AL-oldható P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	659,00	712,25	765,50	712,25
AL-oldható K <sub>2</sub> O (mg/kg)	318,00	301,25	284,50	301,25
KCl-oldható NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N (mg/kg)	5,680	13,29	20,89	13,29

8. számú melléklet: A **levélzöldségfajok** elrendezése a kísérleti parcellákon

SZ	III/4.	III/2.	III/3.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/5.	IV/3.	IV/1.	IV/5.	SZ
ÚT					ÚT		ÚT					
SZ	I/5.	I/3.	I/2.	I/1.	SZ		SZ	II/1.	II/3.	II/5.	II/2.	SZ

A kísérlet vetésterve a tavaszi **fólia alatti** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2019)

SZ	III/4.	III/3.	III/2.	III/5.	III/1.	SZ
ÚT						
SZ	II/1.	II/4.	II/5.	II/2.	II/3.	SZ
ÚT						
SZ	I/3.	I/2.	I/5.	I/1.	I/5.	SZ

A kísérlet vetésterve a nyári **szabadföldi** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2019)

SZ	III/1.	III/2.	III/3.	III/4.	III/5.	SZ
ÚT						
SZ	II/4.	II/1.	II/5.	II/3.	II/2.	SZ
ÚT						
SZ	I/2.	I/1.	I/3.	I/5.	I/4.	SZ

A kísérlet vetésterve a nyári **szabadföldi** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2020)

SZ	III/4.	III/3.	III/2.	III/5.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/2.	IV/4.	IV/1.	IV/3.	IV/5.	SZ
ÚT						ÚT								
SZ	I/1.	I/3.	I/4.	I/2.	I/5.	SZ		SZ	II/2.	II/5.	II/3.	II/4.	II/2.	SZ

A kísérlet vetésterve a tavaszi **fólia alatti** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2021)

SZ	III/4.	III/5.	III/3.	III/2.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/1.	IV/3.	IV/4.	IV/3.	IV/2.	SZ
ÚT						ÚT								
SZ	I/3.	I/2.	I/5.	I/1.	I/4.	SZ		SZ	II/4.	II/1.	II/5.	II/2.	II/3.	SZ

A kísérlet vetésterve a nyári **szabadföldi** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2021)

SZ	III/4.	III/3.	III/2.	III/5.	III/1.	SZ	ÚT	SZ	IV/2.	IV/4.	IV/1.	IV/3.	IV/5.	SZ
ÚT						ÚT								
SZ	I/1.	I/3.	I/4.	I/2.	I/5.	SZ		SZ	II/2.	II/5.	II/3.	II/4.	II/2.	SZ

A kísérlet vetésterve a tavaszi **fólia alatti** levélzöldség termesztésnél (Debrecen, 2022)

(SZ=szegély, I-IV=ismétlések száma, 1-6=saláta faj/fajta)

9. számú melléklet: Levélzöldségfajok fejlődése fólia alatti és szabadföldi termesztésben



A levélzöldségek tavaszi fűtetlen fólia alatti termesztése az egyes termesztési években

(Fotó: Saját, 2019, 2021, 2022)



A levélzöldségek nyári szabadföldi termesztése az egyes termesztési években

(Fotó: Saját, 2019, 2020, 2021)

10. számú melléklet: A saláta növényállomány betakarítása során készült felvételek



A hosszirányban kettévágott salátafaj a torzsaméret meghatározásához

(Fotó: Saját, 2019)



A növényállományon végzett NDVI és SPAD mérése

(Fotó: Saját, 2019)



A saláta faj/fajta levél méreteinek meghatározása

(Fotó: Saját, 2019)

11. számú melléklet: A levélzöltségek betakarítása során készült felvételek



A különböző levélzöltségek betakarítása során végzett mérések

(Fotó: Saját, 2020)



A levélzöltség faj/fajta levél méreteinek meghatározása

(Fotó: Saját, 2019)

12. számú melléklet: Tavaszi, fűtetlen fóliás termesztésű salátafélék vizsgált paramétereinek Pearson-féle korrelációs mátrixa

	<i>Fejtömeg</i>	<i>Levélszám</i>	<i>Levélinde</i> <i>x</i>	<i>Fejindex</i>	<i>Torzsa</i> <i>nagysága</i>	<i>NDVI</i>	<i>SPAD</i>	<i>Szárazanyag-</i> <i>tart.</i>	<i>Összpoli-</i> <i>fenolok</i>	<i>Flavonoidok</i>	<i>C-vitamin-</i> <i>tart.</i>	<i>Nitrát-</i> <i>tart.</i>
<i>Fejtömeg</i>	1											
<i>Levélszám</i>	,182**	1										
<i>Levélinde</i> <i>x</i>	-,186**	0,004	1									
<i>Fejindex</i>	,371**	-0,048	,475**	1								
<i>Torzsa</i> <i>nagysága</i>	,658**	,409**	0,057	,489**	1							
<i>NDVI</i>	,519**	,360**	,249**	,471**	,617**	1						
<i>SPAD</i>	-0,012	,199**	,417**	0,078	-0,099	0,019	1					
<i>Szárazanyag-</i> <i>tart.</i>	-,606**	0,159	,329**	-0,193	-0,233	-0,101	,335**	1				
<i>Összpoli-</i> <i>fenolok</i>	-,455**	-,428**	-0,114	-0,182	-,450**	-,551**	-0,236	0,087	1			
<i>Flavonoidok</i>	-,706**	-0,187	-0,084	-,369**	-,598**	-,649**	0,012	,480**	,829**	1		
<i>C-vitamin-</i> <i>tart.</i>	-0,079	-0,221	-,480**	-0,194	-0,164	-0,167	-0,285	-0,242	,406**	0,265	1	
<i>Nitrát-tartalom</i>	,396**	0,126	,392**	,420**	,346*	,460**	0,262	-,421**	-,283*	-,432**	-0,198	1

A szignifikancia jelölése: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

13. számú melléklet: Őszi, fűtetlen fóliás termesztésű salátafélék vizsgált paramétereinek Pearson-féle korrelációs mátrixa

	<i>Fejtömeg</i>	<i>Levélszám</i>	<i>Levélinde</i> <i>x</i>	<i>Fejindex</i>	<i>Torzsa</i> <i>nagysága</i>	<i>NDVI</i>	<i>SPAD</i>	<i>Szárazanyag-</i> <i>tart.</i>	<i>Összpoli-</i> <i>fenolok</i>	<i>Flavonoidok</i>	<i>C-</i> <i>vitamin-</i> <i>tart.</i>	<i>Nitrát-</i> <i>tart.</i>
<i>Fejtömeg</i>	1											
<i>Levélszám</i>	,542**	1										
<i>Levélinde</i> <i>x</i>	,495**	,471**	1									
<i>Fejindex</i>	,299**	0,033	,375**	1								
<i>Torzsa</i> <i>nagysága</i>	,641**	,636**	,559**	-0,020	1							
<i>NDVI</i>	,346**	,463**	,347**	-,345**	,632**	1						
<i>SPAD</i>	,325**	,189**	,372**	,157*	,323**	,270**	1					
<i>Szárazanyag-</i> <i>tart.</i>	0,099	-0,095	0,089	,461**	-0,111	-0,202	-0,117	1				
<i>Összpoli-</i> <i>fenolok</i>	-,445**	-,270*	-0,122	0,021	-,363**	-0,145	-,289*	,277*	1			
<i>Flavonoidok</i>	-0,253	0,174	0,253	-0,164	0,092	,281*	-0,083	-0,050	,583**	1		
<i>C-vitamin-</i> <i>tart.</i>	0,055	0,204	,373**	-0,196	0,293	,349*	0,151	0,142	,438**	,380**	1	
<i>Nitrát-tartalom</i>	,411**	0,286	0,088	-0,093	,454**	0,101	0,119	-0,127	-,400**	-0,147	0,083	1

A szignifikancia jelölése: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

14. számú melléklet: Őszi, üvegházás termesztésű salátafélék vizsgált paramétereinek Pearson-féle korrelációs együtthatói

	<i>Fejtömeg</i>	<i>Levélszám</i>	<i>Levélinde</i> <i>x</i>	<i>Fejindex</i>	<i>Torzs</i> <i>nagysága</i>	<i>NDVI</i>	<i>SPAD</i>	<i>Száraz-</i> <i>anyagtart.</i>	<i>Ősszpoli-</i> <i>fenolok</i>	<i>Flavonoidok</i>	<i>C-vitamin-</i> <i>tart.</i>	<i>Nitrát-</i> <i>tart.</i>
<i>Fejtömeg</i>	1											
<i>Levélszám</i>	0,019	1										
<i>Levélinde</i> <i>x</i>	-,191**	,282**	1									
<i>Fejindex</i>	-0,076	-,130*	,451**	1								
<i>Torzs</i> <i>nagysága</i>	,350**	0,107	-0,062	,157*	1							
<i>NDVI</i>	-,185**	0,120	,545**	,498**	-0,047	1						
<i>SPAD</i>	0,126	-,290**	,235**	,212**	,284**	0,085	1					
<i>Szárazanyag-</i> <i>tart.</i>	,295*	0,178	0,069	-0,166	,593**	-,264*	,454**	1				
<i>Ősszpolifenolok</i>	0,057	0,154	0,032	-,321**	,335**	-,383**	,357**	,720**	1			
<i>Flavonoidok</i>	-0,127	0,032	0,156	-0,261	0,166	-,359*	,330*	,470**	,745**	1		
<i>C-vitamin-tart.</i>	-,310*	-,295*	-0,059	0,044	-,441**	0,029	-,323*	-,725**	-,401**	-0,096	1	
<i>Nitrát-tartalom</i>	0,022	-0,231	-0,177	,452**	0,122	0,233	0,063	-0,188	-,503**	-,753**	-0,140	1

A szignifikancia jelölése: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

15. számú melléklet: Tavaszi, fűtetlen fóliás termesztésű levélzöltségek vizsgált paramétereinek Pearson-féle korrelációs együtthatói

	<i>Fejtömeg</i>	<i>Levél- szám</i>	<i>Növénymagasság</i>	<i>SPAD</i>	<i>NDVI</i>	<i>Száraz- anyag-tart.</i>	<i>Belső levélindex</i>	<i>Külső levélindex</i>	<i>Ősszpoli- fenolok</i>	<i>Flavonoidok</i>	<i>C-vitamin- tart.</i>	<i>Nitrát- tart.</i>
<i>Fejtömeg</i>	1											
<i>Levél-szám</i>	,763**	1										
<i>Növénymagasság</i>	,527**	-0,066	1									
<i>SPAD</i>	,630**	,641**	,224*	1								
<i>NDVI</i>	,637**	,274**	,758**	,477**	1							
<i>Szárazanyag- tart.</i>	0,285	,435**	0,357	0,262	,525**	1						
<i>Belső levélindex</i>	-0,133	,230*	-0,168	-0,169	-0,098	,380**	1					
<i>Külső levélindex</i>	-,220*	0,067	0,017	-0,169	0,036	,550**	,611**	1				
<i>Ősszpolifenolok</i>	0,066	,312*	-,370*	-0,143	-0,310	,432**	,323*	,299*	1			
<i>Flavonoidok</i>	-0,132	0,112	-0,332	-0,311	-,336*	0,290	0,262	0,268	,906**	1		
<i>C-vitamin-tart.</i>	-0,225	-0,197	-0,263	-0,255	-0,283	0,109	-0,039	-0,086	,691**	,810**	1	
<i>Nitrát-tartalom</i>	,603**	,577**	,461*	0,018	0,169	,413**	0,004	-0,013	,607**	,405**	,364*	1

A szignifikancia jelölése: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

16. számú melléklet: Nyári, szabadföldi termesztésű levélzöltségek vizsgált paramétereinek Pearson-féle korrelációs együtthatói

	<i>Fejtömeg</i>	<i>Levél- szám</i>	<i>Növény- magasság</i>	<i>SPAD</i>	<i>NDVI</i>	<i>Száraz- anyagtart.</i>	<i>Belső levélindex</i>	<i>Külső levélindex</i>	<i>Összpoli- fenolok</i>	<i>Flavono- idok</i>	<i>C- vitamin- tart.</i>	<i>Nitrát- tart.</i>
<i>Fejtömeg</i>	1											
<i>Levélszám</i>	,576**	1										
<i>Növénymagasság</i>	,557**	0,044	1									
<i>SPAD</i>	,373**	0,125	,349**	1								
<i>NDVI</i>	,442**	,329**	,390**	,533**	1							
<i>Szárazanyag-tart.</i>	-0,045	-,271*	0,168	,274*	0,075	1						
<i>Belső levélindex</i>	0,087	0,018	,293**	-,286**	0,127	0,036	1					
<i>Külső levélindex</i>	0,036	0,026	0,133	-,201*	0,088	-0,043	,363**	1				
<i>Összpolifenolok</i>	-0,214	-0,150	-,464**	-,335*	0,007	0,117	0,076	,314*	1			
<i>Flavonoidok</i>	-0,263	0,032	-,558**	-0,141	-0,035	-0,035	0,129	,381**	,553**	1		
<i>C-vitamin-tart.</i>	-0,253	-,302*	-0,006	0,170	0,148	0,221	-0,122	0,001	0,007	-0,138	1	
<i>Nitrát-tartalom</i>	,438**	,466**	0,177	,308*	,574**	-,364*	0,035	0,202	0,115	0,268	-0,255	1

A szignifikancia jelölése: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

17. számú melléklet: A Lungavilla fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

<b>Lungavilla – Lollo Bionda típus</b>								
	<b>Fólia</b>						<b>Üvegház</b>	
	2019		2020		2021		2020	2021
	tavasz	ősz	tavasz	ősz	tavasz	ősz	ősz	ősz
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	<b>182,77<sup>c</sup></b>	<b>139,83<sup>b</sup></b>	<b>257,67<sup>d</sup></b>	<b>87,74<sup>a</sup></b>	<b>491,00<sup>e</sup></b>	<b>209,75<sup>c</sup></b>	<b>130,39<sup>b</sup></b>	<b>140,83<sup>b</sup></b>
szórás	8,24	9,78	24,51	21,64	51,55	43,86	9,99	15,23
<b>Levélszám</b> (db/tő)	<b>16,07<sup>ab</sup></b>	<b>14,86<sup>a</sup></b>	<b>35,14<sup>d</sup></b>	<b>15,50<sup>ab</sup></b>	<b>22,86<sup>c</sup></b>	<b>17,00<sup>ab</sup></b>	<b>16,29<sup>b</sup></b>	<b>15,27<sup>ab</sup></b>
szórás	1,16	0,95	2,85	2,31	2,82	3,04	0,91	2,82
<b>Levél index</b> (hosszúság /szélesség)	<b>0,83<sup>ab</sup></b>	<b>1,00<sup>cd</sup></b>	<b>0,79<sup>a</sup></b>	<b>1,04<sup>d</sup></b>	<b>0,78<sup>a</sup></b>	<b>0,92<sup>bc</sup></b>	<b>1,28<sup>e</sup></b>	<b>0,89<sup>abc</sup></b>
szórás	0,12	0,06	0,10	0,13	0,09	0,12	0,06	0,08
<b>Fej index</b> (magasság/ átmérő)	<b>0,60<sup>a</sup></b>	<b>0,69<sup>abc</sup></b>	<b>0,58<sup>a</sup></b>	<b>0,64<sup>ab</sup></b>	<b>0,74<sup>bc</sup></b>	<b>0,93<sup>d</sup></b>	<b>0,77<sup>cd</sup></b>	<b>0,91<sup>d</sup></b>
szórás	0,05	0,13	0,07	0,07	0,09	0,17	0,10	0,15
<b>Torzsá nagysága</b> (cm/tő)	<b>2,01<sup>ab</sup></b>	<b>2,74<sup>c</sup></b>	<b>3,80<sup>d</sup></b>	<b>1,94<sup>ab</sup></b>	<b>4,77<sup>e</sup></b>	<b>2,11<sup>ab</sup></b>	<b>1,80<sup>a</sup></b>	<b>2,23<sup>b</sup></b>
szórás	0,23	0,33	0,32	0,22	0,53	0,35	0,22	0,37
<b>NDVI érték</b>	<b>0,59<sup>a</sup></b>	<b>0,75<sup>c</sup></b>	<b>0,74<sup>c</sup></b>	<b>0,75<sup>c</sup></b>	<b>0,81<sup>d</sup></b>	<b>0,73<sup>c</sup></b>	<b>0,69<sup>b</sup></b>	<b>0,67<sup>b</sup></b>
szórás	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02
<b>SPAD érték</b>	<b>23,16<sup>ef</sup></b>	<b>19,20<sup>cd</sup></b>	<b>23,68<sup>f</sup></b>	<b>20,28<sup>de</sup></b>	<b>17,93<sup>bc</sup></b>	<b>13,46<sup>ab</sup></b>	<b>12,19<sup>a</sup></b>	<b>15,91<sup>b</sup></b>
szórás	2,87	1,53	2,89	1,09	2,81	5,34	2,33	1,62
<b>Szárazanyag- tartalom</b> (%)	<b>6,02<sup>cd</sup></b>	<b>5,04<sup>b</sup></b>	<b>8,07<sup>d</sup></b>	<b>8,26<sup>d</sup></b>	<b>5,10<sup>abc</sup></b>	<b>7,10<sup>abc</sup></b>	<b>4,64<sup>a</sup></b>	<b>5,60<sup>abc</sup></b>
szórás	0,22	0,11	0,30	1,18	0,38	1,21	0,07	1,09
<b>Összpoli- fenol- tartalom</b> (mgGAE/100g)	<b>45,40<sup>cd</sup></b>	<b>18,88<sup>a</sup></b>	<b>37,80<sup>bc</sup></b>	<b>75,84<sup>e</sup></b>	<b>33,26<sup>b</sup></b>	<b>62,20<sup>de</sup></b>	<b>18,50<sup>a</sup></b>	<b>16,55<sup>a</sup></b>
szórás	2,790	2,010	4,087	2,336	2,729	5,103	0,445	1,182
<b>Flavonoid- tartalom</b> (mgCE/100g)	<b>4,20<sup>bc</sup></b>	<b>8,10<sup>d</sup></b>	<b>3,13<sup>b</sup></b>	<b>10,67<sup>f</sup></b>	<b>0,01<sup>a</sup></b>	<b>8,53<sup>de</sup></b>	<b>9,64<sup>ef</sup></b>	<b>5,19<sup>c</sup></b>
szórás	0,36	0,85	0,35	0,34	0,00	0,64	0,39	0,35
<b>C-vitamin- tartalom</b> (mg/100g)	<b>3,00<sup>ab</sup></b>	<b>5,15<sup>c</sup></b>	<b>2,88<sup>ab</sup></b>	<b>8,30<sup>e</sup></b>	<b>2,61<sup>a</sup></b>	<b>4,48<sup>c</sup></b>	<b>7,10<sup>d</sup></b>	<b>3,60<sup>b</sup></b>
szórás	0,30	0,42	0,17	0,26	0,06	0,07	0,19	0,34
<b>Nitrát- tartalom</b> (mg/kg)	<b>410,07<sup>a</sup></b>	<b>1715,67<sup>e</sup></b>	<b>441,01<sup>a</sup></b>	<b>390,33<sup>a</sup></b>	<b>518,67<sup>b</sup></b>	<b>684,33<sup>c</sup></b>	<b>418,33<sup>a</sup></b>	<b>823,33<sup>d</sup></b>
szórás	49,90	60,01	11,01	4,73	18,48	31,63	16,07	21,94

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p<0,05)

18. számú melléklet: A Cencibel fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

<i>Cencibel</i> – Lollo Rossa típus								
	Fólia					Üvegház		
	2019 tavasz	2020 tavasz    ősz		2021 ősz    tavasz		2019 ősz	2020 ősz	2021 ősz
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	129,00 <sup>ab</sup>	168,98 <sup>d</sup>	132,00 <sup>abc</sup>	499,00 <sup>e</sup>	193,23 <sup>cd</sup>	149,55 <sup>c</sup>	110,80 <sup>a</sup>	159,00 <sup>bcd</sup>
szórás	14,36	15,05	20,41	123,47	51,08	11,03	19,06	41,05
<b>Levélszám</b> (db/tő)	15,00 <sup>a</sup>	28,86 <sup>c</sup>	14,00 <sup>a</sup>	26,86 <sup>c</sup>	16,93 <sup>a</sup>	22,27 <sup>b</sup>	15,67 <sup>a</sup>	14,47 <sup>a</sup>
szórás	1,66	2,32	2,83	2,68	3,94	2,91	1,29	2,75
<b>Levél index</b> (hosszúság/ szélesség)	0,94 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,24 <sup>bc</sup>	1,29 <sup>bc</sup>	1,35 <sup>c</sup>	1,66 <sup>d</sup>
szórás	0,06	0,08	0,14	0,11	0,19	0,22	0,15	0,28
<b>Fej index</b> (magassá/ átmérő)	0,59 <sup>a</sup>	0,69 <sup>bc</sup>	0,59 <sup>a</sup>	1,45 <sup>d</sup>	1,22 <sup>d</sup>	0,63 <sup>ab</sup>	0,78 <sup>c</sup>	1,96 <sup>e</sup>
szórás	0,05	0,04	0,09	0,14	0,20	0,12	0,11	0,28
<b>Torzsa nagysága</b> (cm/tő)	1,95 <sup>b</sup>	3,71 <sup>ef</sup>	2,50 <sup>d</sup>	6,10 <sup>g</sup>	2,96 <sup>bcde</sup>	2,10 <sup>bcd</sup>	1,63 <sup>a</sup>	4,63 <sup>f</sup>
szórás	0,21	0,80	0,56	0,95	1,23	0,19	0,20	0,91
<b>NDVI érték</b>	0,59 <sup>a</sup>	0,7 <sup>sc</sup>	0,82 <sup>cd</sup>	0,85 <sup>d</sup>	0,80 <sup>c</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>
szórás	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,01	0,02	0,04
<b>SPAD érték</b>	28,69 <sup>c</sup>	31,74 <sup>d</sup>	25,50 <sup>bc</sup>	29,47 <sup>cd</sup>	23,14 <sup>ab</sup>	20,03 <sup>a</sup>	22,63 <sup>ab</sup>	23,52 <sup>b</sup>
szórás	1,34	1,68	3,37	4,24	4,18	1,94	3,36	2,03
<b>Szárazanyag- tartalom (%)</b>	7,29 <sup>f</sup>	9,61 <sup>g</sup>	6,11 <sup>bcd</sup>	5,96 <sup>abcdef</sup>	6,26 <sup>bcd</sup>	6,86 <sup>f</sup>	4,46 <sup>a</sup>	7,83 <sup>efg</sup>
szórás	0,36	0,13	0,17	0,57	0,11	0,19	0,17	0,58
<b>Összpoli- fenol-tartalom</b> (mgGAE/100g)	181,53 <sup>f</sup>	50,00 <sup>c</sup>	158,37 <sup>e</sup>	54,52 <sup>abc</sup>	115,00 <sup>d</sup>	37,63 <sup>b</sup>	28,90 <sup>a</sup>	29,93 <sup>a</sup>
szórás	3,29	4,64	1,53	8,76	7,00	0,44	0,64	1,40
<b>Flavonoid- tartalom</b> (mgCE/100g)	13,20 <sup>d</sup>	4,25 <sup>b</sup>	12,14 <sup>cd</sup>	0,02 <sup>a</sup>	13,50 <sup>cd</sup>	13,25 <sup>cd</sup>	11,80 <sup>cd</sup>	10,80 <sup>c</sup>
szórás	0,28	0,27	0,20	0,00	0,71	0,69	0,20	0,54
<b>C-vitamin- tartalom</b> (mg/100g)	3,60 <sup>abc</sup>	3,50 <sup>abc</sup>	11,20 <sup>e</sup>	2,36 <sup>a</sup>	4,88 <sup>c</sup>	2,44 <sup>a</sup>	8,37 <sup>d</sup>	3,21 <sup>b</sup>
szórás	0,40	0,50	0,35	0,05	0,15	0,05	0,55	0,09
<b>Nitrát- tartalom</b> (mg/kg)	460,01 <sup>cd</sup>	488,05 <sup>cd</sup>	333,58 <sup>b</sup>	469,33 <sup>cd</sup>	600,33 <sup>e</sup>	236,02 <sup>a</sup>	403,53 <sup>c</sup>	759,33 <sup>e</sup>
szórás	20,02	59,08	14,25	9,29	10,60	3,98	7,00	12,50

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p&lt;0,05)

19. számú melléklet: A Great Lakes 659 fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

**Great Lakes 659** – jégسالáta

	Fólia						Üvegház		
	2019		2020		2021		2019	2020	2021
	tavaszi	ősz	tavaszi	ősz	ősz	tavaszi	ősz	ősz	
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	220,40 <sup>c</sup>	307,27 <sup>de</sup>	434,61 <sup>e</sup>	165,57 <sup>b</sup>	645,55 <sup>f</sup>	240,62 <sup>cd</sup>	157,45 <sup>b</sup>	134,11 <sup>a</sup>	164,63 <sup>b</sup>
szórás	26,75	66,83	119,59	17,32	35,81	34,66	14,16	19,32	7,13
<b>Levélszám</b> (db/tő)	20,00 <sup>d</sup>	28,00 <sup>e</sup>	38,29 <sup>f</sup>	11,80 <sup>ab</sup>	26,07 <sup>e</sup>	11,73 <sup>ab</sup>	16,00 <sup>c</sup>	13,47 <sup>bc</sup>	11,93 <sup>ab</sup>
szórás	1,51	2,07	2,58	1,37	2,79	1,79	1,46	2,50	1,22
<b>Levél index</b> (hosszúság/szélesség)	1,08 <sup>e</sup>	1,28 <sup>f</sup>	0,69 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,93 <sup>bcd</sup>	0,83 <sup>b</sup>	1,15 <sup>ef</sup>	1,10 <sup>e</sup>	1,08 <sup>cde</sup>
szórás	0,10	0,15	0,04	0,08	0,13	0,06	0,08	0,06	0,15
<b>Fej index</b> (magasság/átmérő)	0,75 <sup>c</sup>	1,05 <sup>d</sup>	0,49 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,49 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,69 <sup>bc</sup>	1,15 <sup>d</sup>	1,34 <sup>e</sup>
szórás	0,09	0,24	0,04	0,06	0,04	0,06	0,07	0,09	0,14
<b>Torzsa nagysága</b> (cm/tő)	2,39 <sup>c</sup>	3,69 <sup>d</sup>	3,92 <sup>d</sup>	2,52 <sup>c</sup>	3,92 <sup>d</sup>	2,52 <sup>c</sup>	2,09 <sup>abc</sup>	2,38 <sup>c</sup>	2,50 <sup>c</sup>
szórás	0,33	0,62	0,60	0,55	0,60	0,55	0,16	0,30	0,42
<b>NDVI érték</b>	0,74 <sup>c</sup>	0,84 <sup>f</sup>	0,70 <sup>abc</sup>	0,82 <sup>e</sup>	0,70 <sup>abc</sup>	0,82 <sup>e</sup>	0,68 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,68 <sup>ab</sup>
szórás	0,02	0,01	0,07	0,01	0,07	0,01	0,00	0,01	0,05
<b>SPAD érték</b>	42,71 <sup>d</sup>	30,57 <sup>b</sup>	41,57 <sup>d</sup>	33,07 <sup>bcd</sup>	41,57 <sup>d</sup>	33,07 <sup>bcd</sup>	21,48 <sup>a</sup>	21,49 <sup>a</sup>	21,55 <sup>a</sup>
szórás	4,72	6,32	3,08	8,62	3,08	8,62	2,70	2,31	3,39
<b>Száranyag-tartalom</b> (%)	8,74 <sup>e</sup>	5,65 <sup>bc</sup>	8,28 <sup>e</sup>	5,67 <sup>c</sup>	8,28 <sup>e</sup>	5,67 <sup>c</sup>	6,65 <sup>cd</sup>	4,18 <sup>a</sup>	4,44 <sup>ab</sup>
szórás	0,49	0,40	0,31	1,16	0,31	1,16	0,07	0,26	0,14
<b>Összpolifenol-tartalom</b> (mgGAE/100g)	40,80 <sup>g</sup>	16,92 <sup>cd</sup>	29,60 <sup>ef</sup>	25,35 <sup>e</sup>	29,60 <sup>ef</sup>	25,35 <sup>e</sup>	19,36 <sup>d</sup>	12,01 <sup>ab</sup>	14,44 <sup>bc</sup>
szórás	2,58	1,62	2,61	1,80	2,61	1,80	0,77	1,67	0,68
<b>Flavonoid-tartalom</b> (mgCE/100g)	3,90 <sup>c</sup>	6,10 <sup>cde</sup>	3,11 <sup>b</sup>	7,96 <sup>efgh</sup>	3,11 <sup>b</sup>	7,96 <sup>efgh</sup>	10,51 <sup>hi</sup>	10,24 <sup>i</sup>	9,41 <sup>fghi</sup>
szórás	0,10	0,46	0,28	0,12	0,28	0,12	0,66	0,22	0,58
<b>C-vitamin-tartalom</b> (mg/100g)	2,60 <sup>ab</sup>	6,35 <sup>abcd</sup>	2,87 <sup>ab</sup>	4,93 <sup>c</sup>	2,87 <sup>ab</sup>	4,93 <sup>c</sup>	2,36 <sup>a</sup>	9,01 <sup>d</sup>	3,32 <sup>ab</sup>
szórás	0,30	1,37	0,12	0,03	0,12	0,03	0,02	0,10	0,19
<b>Nitrát-tartalom</b> (mg/kg)	490,00 <sup>bc</sup>	815,33 <sup>e</sup>	389,00 <sup>ab</sup>	357,28 <sup>a</sup>	389,00 <sup>ab</sup>	357,28 <sup>a</sup>	389,00 <sup>ab</sup>	379,04 <sup>ab</sup>	765,00 <sup>e</sup>
szórás	70,00	96,00	19,00	35,35	19,00	35,35	6,00	0,97	18,33

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p<0,05)

20. számú melléklet: A Cortazar fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

**Cortazar** – római saláta

	Fólia						Üvegház		
	2019		2020		2021		2019	2020	2021
	tavaszi	ősz	tavaszi	ősz	ősz	tavaszi	ősz	ősz	
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	155,94 <sup>a</sup>	358,93 <sup>b</sup>	317,84 <sup>b</sup>	180,00 <sup>a</sup>	511,67 <sup>c</sup>	136,41 <sup>a</sup>	128,12 <sup>a</sup>	129,48 <sup>a</sup>	133,77 <sup>a</sup>
szórás	20,13	37,27	72,99	16,21	113,64	22,96	31,89	30,66	18,81
<b>Levélszám</b> (db/tő)	16,07 <sup>b</sup>	30,00 <sup>e</sup>	47,13 <sup>f</sup>	10,83 <sup>a</sup>	29,75 <sup>e</sup>	20,57 <sup>cd</sup>	22,53 <sup>d</sup>	24,33 <sup>d</sup>	16,93 <sup>bc</sup>
szórás	1,71	2,42	4,42	1,47	3,49	3,74	2,67	4,65	2,76
<b>Levél index</b> (hosszúság/ szélesség)	2,23 <sup>d</sup>	2,60 <sup>e</sup>	1,85 <sup>c</sup>	1,45 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	0,96 <sup>a</sup>	3,46 <sup>f</sup>	3,58 <sup>f</sup>	1,37 <sup>b</sup>
szórás	0,17	0,28	0,15	0,14	0,28	0,09	0,25	0,21	0,24
<b>Fej index</b> (magassá/ átmérő)	1,06 <sup>a</sup>	1,45 <sup>bc</sup>	1,11 <sup>a</sup>	2,30 <sup>e</sup>	1,78 <sup>cd</sup>	1,20 <sup>ab</sup>	1,08 <sup>a</sup>	2,03 <sup>de</sup>	1,31 <sup>ab</sup>
szórás	0,08	0,13	0,09	0,39	0,56	0,24	0,11	0,29	0,20
<b>Törzsa nagysága</b> (cm/tő)	3,17 <sup>cd</sup>	5,67 <sup>f</sup>	4,33 <sup>e</sup>	0,89 <sup>a</sup>	5,43 <sup>f</sup>	2,72 <sup>bc</sup>	2,10 <sup>b</sup>	2,30 <sup>b</sup>	3,73 <sup>de</sup>
szórás	0,50	1,08	0,49	0,17	0,80	0,43	0,59	0,23	0,68
<b>NDVI érték</b>	0,71 <sup>b</sup>	0,89 <sup>g</sup>	0,86 <sup>f</sup>	0,57 <sup>a</sup>	0,83 <sup>e</sup>	0,74 <sup>c</sup>	0,73 <sup>bc</sup>	0,81 <sup>e</sup>	0,78 <sup>d</sup>
szórás	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,02
<b>SPAD érték</b>	44,01 <sup>c</sup>	41,55 <sup>bc</sup>	42,19 <sup>bc</sup>	26,28 <sup>a</sup>	38,81 <sup>b</sup>	37,89 <sup>b</sup>	22,12 <sup>a</sup>	22,20 <sup>a</sup>	22,25 <sup>a</sup>
szórás	4,13	1,51	3,73	0,35	7,37	3,76	0,52	1,17	2,12
<b>Szárazanyag- tartalom (%)</b>	9,52 <sup>f</sup>	7,04 <sup>d</sup>	9,52 <sup>f</sup>	7,82 <sup>e</sup>	4,98 <sup>a</sup>	5,93 <sup>bc</sup>	6,40 <sup>cd</sup>	5,50 <sup>ab</sup>	5,73 <sup>bc</sup>
szórás	0,08	0,74	0,18	0,09	0,39	0,21	0,03	0,14	0,12
<b>Összpolifenol- tartalom</b> (mgGAE/100g)	37,80 <sup>c</sup>	24,29 <sup>a</sup>	31,00 <sup>b</sup>	58,23 <sup>d</sup>	21,38 <sup>a</sup>	56,12 <sup>d</sup>	23,63 <sup>a</sup>	19,63 <sup>a</sup>	20,37 <sup>a</sup>
szórás	2,07	4,06	3,74	1,97	0,63	3,36	1,20	0,22	0,95
<b>Flavonoid- tartalom</b> (mgCE/100g)	2,97 <sup>b</sup>	11,06 <sup>e</sup>	2,42 <sup>b</sup>	8,12 <sup>c</sup>	0,01 <sup>a</sup>	9,15 <sup>cd</sup>	11,00 <sup>e</sup>	9,94 <sup>de</sup>	8,10 <sup>c</sup>
szórás	0,15	0,70	0,37	0,38	0,00	0,48	1,09	0,07	0,13
<b>C-vitamin- tartalom</b> (mg/100g)	2,03 <sup>a</sup>	8,35 <sup>e</sup>	2,15 <sup>a</sup>	5,29 <sup>cd</sup>	2,80 <sup>ab</sup>	4,78 <sup>bcd</sup>	2,05 <sup>a</sup>	5,65 <sup>d</sup>	3,29 <sup>abc</sup>
szórás	0,06	2,04	0,15	0,53	0,12	0,43	0,03	0,05	0,17
<b>Nitrát- tartalom</b> (mg/kg)	600,00 <sup>ab</sup>	1002,43 <sup>c</sup>	530,07 <sup>ab</sup>	296,93 <sup>a</sup>	638,33 <sup>abc</sup>	579,33 <sup>ab</sup>	512,50 <sup>ab</sup>	404,31 <sup>ab</sup>	761,33 <sup>bc</sup>
szórás	2,00	401,00	80,10	11,50	5,69	21,01	9,51	2,03	37,75

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p&lt;0,05)

21. számú melléklet: A Május királya fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

<i>Május királya</i> – vajfej (fejes) saláta									
	Fólia						Üvegház		
	2019		2020		2021		2019	2020	2021
	tavaszi	ősz	tavaszi	ősz	ősz	tavaszi	ősz	ősz	ősz
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	261,43 <sup>b</sup>	255,33 <sup>b</sup>	285,04 <sup>b</sup>	140,13 <sup>a</sup>	568,20 <sup>e</sup>	232,51 <sup>b</sup>	151,18 <sup>a</sup>	126,65 <sup>a</sup>	162,58 <sup>a</sup>
szórás	30,07	33,41	47,59	41,19	59,47	72,65	13,42	21,69	33,33
<b>Levélszám</b> (db/tő)	26,38 <sup>cd</sup>	28,07 <sup>de</sup>	50,00 <sup>g</sup>	17,79 <sup>a</sup>	30,60 <sup>ef</sup>	24,00 <sup>bc</sup>	32,93 <sup>f</sup>	22,40 <sup>b</sup>	21,33 <sup>b</sup>
szórás	1,80	1,21	4,12	3,21	2,50	3,51	3,45	2,29	2,89
<b>Levél index</b> (hosszúság/ szélesség)	0,97 <sup>a</sup>	1,18 <sup>bc</sup>	1,06 <sup>abc</sup>	1,39 <sup>e</sup>	0,96 <sup>a</sup>	1,04 <sup>ab</sup>	1,20 <sup>cd</sup>	1,87 <sup>f</sup>	1,31 <sup>de</sup>
szórás	0,11	0,14	0,10	0,13	0,04	0,09	0,09	0,19	0,12
<b>Fej index</b> (magasság/ átmérő)	0,65 <sup>a</sup>	0,79 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	0,79 <sup>b</sup>	0,96 <sup>c</sup>	0,64 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>e</sup>	1,20 <sup>d</sup>
szórás	0,07	0,09	0,12	0,10	0,07	0,11	0,06	0,23	0,23
<b>Törzsa nagysága</b> (cm/tő)	4,14 <sup>d</sup>	3,93 <sup>d</sup>	4,27 <sup>d</sup>	1,83 <sup>a</sup>	4,97 <sup>e</sup>	2,70 <sup>bc</sup>	3,20 <sup>c</sup>	2,10 <sup>ab</sup>	2,57 <sup>bc</sup>
szórás	0,41	0,59	0,53	0,40	0,67	1,15	0,44	0,25	0,42
<b>NDVI érték</b>	0,68 <sup>b</sup>	0,81 <sup>ef</sup>	0,76 <sup>d</sup>	0,75 <sup>cd</sup>	0,85 <sup>f</sup>	0,79 <sup>de</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,78 <sup>de</sup>	0,71 <sup>bc</sup>
szórás	0,01	0,00	0,05	0,05	0,02	0,03	0,00	0,03	0,05
<b>SPAD érték</b>	33,20 <sup>c</sup>	24,75 <sup>b</sup>	39,74 <sup>d</sup>	30,49 <sup>c</sup>	39,07 <sup>d</sup>	33,29 <sup>c</sup>	19,13 <sup>a</sup>	17,02 <sup>a</sup>	18,10 <sup>a</sup>
szórás	1,41	1,98	3,49	0,96	3,84	4,39	1,32	0,62	1,12
<b>Száranyag- tartalom (%)</b>	7,88 <sup>f</sup>	6,42 <sup>cd</sup>	7,47 <sup>ef</sup>	4,17 <sup>a</sup>	4,24 <sup>a</sup>	5,70 <sup>bc</sup>	7,04 <sup>de</sup>	3,72 <sup>a</sup>	5,05 <sup>b</sup>
szórás	0,49	0,46	0,08	0,23	0,50	0,10	0,20	0,21	0,11
<b>Összpolfenol- tartalom</b> (mgGAE/100g)	46,13 <sup>f</sup>	22,45 <sup>b</sup>	28,60 <sup>de</sup>	28,37 <sup>de</sup>	22,34 <sup>bc</sup>	32,32 <sup>e</sup>	26,76 <sup>cd</sup>	17,02 <sup>ab</sup>	14,00 <sup>a</sup>
szórás	2,48	3,15	3,78	0,45	3,79	2,01	0,88	0,51	0,20
<b>Flavonoid- tartalom</b> (mgCE/100g)	4,99 <sup>c</sup>	10,50 <sup>ef</sup>	2,63 <sup>b</sup>	10,81 <sup>ef</sup>	0,01 <sup>a</sup>	9,85 <sup>e</sup>	11,80 <sup>f</sup>	8,04 <sup>d</sup>	5,00 <sup>c</sup>
szórás	0,13	0,97	0,34	0,63	0,00	1,01	0,43	0,06	0,27
<b>C-vitamin- tartalom</b> (mg/100g)	2,10 <sup>a</sup>	7,95 <sup>e</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	5,92 <sup>d</sup>	2,79 <sup>ab</sup>	4,81 <sup>cd</sup>	2,07 <sup>a</sup>	5,75 <sup>d</sup>	3,93 <sup>bc</sup>
szórás	0,30	1,68	0,25	0,09	0,12	0,28	0,02	0,26	0,28
<b>Nitrát- tartalom</b> (mg/kg)	520,34 <sup>b</sup>	1341,60 <sup>e</sup>	564,34 <sup>b</sup>	357,08 <sup>a</sup>	576,33 <sup>b</sup>	737,67 <sup>c</sup>	281,50 <sup>a</sup>	495,18 <sup>b</sup>	917,67 <sup>d</sup>
szórás	90,51	93,50	35,49	16,43	1,53	43,02	13,03	5,60	14,50

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p&lt;0,05)

22. számú melléklet: A Kirke fajta vizsgálati eredményei (2019–2021)

<b>Kirke</b> – tölgylevelű saláta							
	<b>Fólia</b>				<b>Üvegház</b>		
	2021		2021		2019	2020	2021
	tavasz	ősz	tavasz	ősz	ősz	ősz	ősz
<b>Fejtömeg</b> (g/tő)	<b>236,97<sup>c</sup></b>	<b>124,40<sup>ab</sup></b>	<b>519,67<sup>d</sup></b>	<b>173,46<sup>abc</sup></b>	<b>179,60<sup>bc</sup></b>	<b>110,89<sup>a</sup></b>	<b>151,69<sup>ab</sup></b>
szórás	72,50	43,28	103,97	38,81	17,81	39,43	22,40
<b>Levélszám</b> (db/tő)	<b>43,29<sup>e</sup></b>	<b>24,38<sup>ab</sup></b>	<b>35,53<sup>d</sup></b>	<b>21,07<sup>a</sup></b>	<b>25,20<sup>b</sup></b>	<b>28,93<sup>c</sup></b>	<b>21,87<sup>ab</sup></b>
szórás	2,61	0,96	4,76	4,08	1,90	1,86	2,97
<b>Levél index</b> (hosszúság/szélesség)	<b>1,05<sup>a</sup></b>	<b>1,16<sup>ab</sup></b>	<b>0,99<sup>a</sup></b>	<b>1,01<sup>a</sup></b>	<b>1,55<sup>c</sup></b>	<b>1,55<sup>c</sup></b>	<b>1,23<sup>b</sup></b>
szórás	0,12	0,10	0,10	0,14	0,10	0,27	0,15
<b>Fej index</b> (magassá/átmérő)	<b>0,60<sup>a</sup></b>	<b>0,66<sup>a</sup></b>	<b>1,07<sup>bc</sup></b>	<b>1,18<sup>cd</sup></b>	<b>0,67<sup>a</sup></b>	<b>0,99<sup>b</sup></b>	<b>1,28<sup>d</sup></b>
szórás	0,06	0,07	0,30	0,17	0,03	0,09	0,20
<b>Torzsa nagysága</b> (cm/tő)	<b>3,62<sup>b</sup></b>	<b>2,22<sup>a</sup></b>	<b>4,96<sup>c</sup></b>	<b>2,23<sup>a</sup></b>	<b>4,20<sup>b</sup></b>	<b>2,00<sup>a</sup></b>	<b>2,53<sup>a</sup></b>
szórás	0,70	0,34	0,60	0,39	0,51	0,33	0,48
<b>NDVI érték</b>	<b>0,81<sup>c</sup></b>	<b>0,82<sup>c</sup></b>	<b>0,85<sup>d</sup></b>	<b>0,77<sup>b</sup></b>	<b>0,69<sup>a</sup></b>	<b>0,69<sup>a</sup></b>	<b>0,67<sup>a</sup></b>
szórás	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05
<b>SPAD érték</b>	<b>28,04<sup>d</sup></b>	<b>19,80<sup>c</sup></b>	<b>20,80<sup>c</sup></b>	<b>13,25<sup>b</sup></b>	<b>19,93<sup>c</sup></b>	<b>9,85<sup>a</sup></b>	<b>14,05<sup>b</sup></b>
szórás	2,14	1,98	2,38	2,97	1,14	1,34	1,39
<b>Száranyag-tartalom (%)</b>	<b>9,09<sup>e</sup></b>	<b>5,85<sup>c</sup></b>	<b>5,12<sup>b</sup></b>	<b>6,16<sup>c</sup></b>	<b>7,85<sup>d</sup></b>	<b>4,14<sup>a</sup></b>	<b>4,68<sup>b</sup></b>
szórás	0,11	0,20	0,26	0,17	0,25	0,28	0,10
<b>Összpolifenol-tartalom</b> (mgGAE/100g)	<b>25,89<sup>b</sup></b>	<b>46,80<sup>e</sup></b>	<b>26,08<sup>b</sup></b>	<b>41,27<sup>d</sup></b>	<b>35,40<sup>c</sup></b>	<b>13,53<sup>a</sup></b>	<b>10,35<sup>a</sup></b>
szórás	0,96	0,85	4,48	1,62	0,31	0,70	0,57
<b>Flavonoid-tartalom</b> (mgCE/100g)	<b>2,72<sup>b</sup></b>	<b>10,15<sup>d</sup></b>	<b>0,01<sup>a</sup></b>	<b>10,50<sup>d</sup></b>	<b>12,10<sup>e</sup></b>	<b>7,69<sup>c</sup></b>	<b>7,20<sup>c</sup></b>
szórás	0,26	0,66	0,00	0,61	0,88	0,27	0,23
<b>C-vitamin-tartalom</b> (mg/100g)	<b>2,53<sup>ab</sup></b>	<b>5,29<sup>e</sup></b>	<b>3,03<sup>bc</sup></b>	<b>3,54<sup>cd</sup></b>	<b>2,09<sup>a</sup></b>	<b>5,32<sup>e</sup></b>	<b>4,20<sup>d</sup></b>
szórás	0,23	0,44	0,06	0,40	0,02	0,15	0,27
<b>Nitrát-tartalom</b> (mg/kg)	<b>412,03<sup>bc</sup></b>	<b>261,36<sup>a</sup></b>	<b>698,33<sup>e</sup></b>	<b>512,67<sup>d</sup></b>	<b>363,50<sup>b</sup></b>	<b>468,49<sup>cd</sup></b>	<b>945,00<sup>f</sup></b>
szórás	7,51	19,13	2,08	36,07	2,50	20,54	32,79

\*Az azonos betűvel jelölt átlagok statisztikailag nem különböznek egymástól (p&lt;0,05)

## 14. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet doktori dolgozatom témavezetőjének, **Takácsné Prof. Dr. Hájos Mária** egyetemi tanárnak a kutatómunkám során nyújtott szakmai támogatásáért és a dolgozat elkészítéséhez nyújtott segítségéért.

Köszönöm opponenseimnek, **Prof., Dr. Sipos Péter** professzor Úrnak, **Dr. Geösel András** docens Úrnak részletes bírálói munkájukat, amivel elmelték doktori értekezésem színvonalát.

Köszönettel tartozom **Dr. Apáti Ferenc** intézetvezető Úrnak a bátorításért, és azért, hogy mindvégig mellettem állt. Hálás vagyok, hogy kérdéseimmel bármikor bizalommal fordulhattam hozzá; szakmai és emberi támogatása meghatározó segítség volt számomra.

Külön köszönet illeti **Prof. Dr. Holb Imre** egyetemi tanárt, a Kertészettudományi Intézet munkatársát a mindig inspiráló szakmai beszélgetésekért.

Hálás szívvel mondok köszönetet a **Kertészettudományi Intézet** minden munkatársának a támogató légkörért. Külön köszönet illeti **Dr. Antal Gabriellát, Dr. Csihon Ádámot, Dr. Sipos Mariannát** és **Zsiláné André Anikót**, akikhez szakmai és egyéb kérdésekben bármikor bizalommal fordulhattam. Köszönöm **Dr. Vargás-Rubóczy Tímeának** a PhD képzés során nyújtott segítségét és támogatását.

Köszönet illeti a **Bemutatókert** dolgozóit a kísérletek helyszínének biztosításáért.

Külön köszönettel tartozom **Baginé Dr. Hunyadi Ágnesnek** és **Elek Erzsébetnek**, akik segítségükkel és türelmükkel megkönnyítették számomra az adminisztrációs folyamatokat.

Hálásan köszönöm PhD-hallgatótársamnak, **Galambné Sinka Lúciának** a közösen megtett utat, a barátságot és azt, hogy a doktori képzés nehézségei és sikerei során mindvégig támogattuk egymást.

Hálával tartozom **egész családomnak**. Külön köszönöm **édesanyámnak** az áldozatos munkáját, és hogy minden nehézség ellenére mellettem állt. Köszönöm **édesapámnak** az egész életemen átívelő támogatását; kitartó és példamutató munkája nélkül nem juthattam volna el idáig.

Végezetül köszönöm szűkebb családom szeretetét: **férjemnek**, aki felismerve a nehézségeket, mindvégig segítette utamat, és **kislányomnak**, aki mosolyával mindig derűt hozott a mindennapokba.