

# **SZAKDOLGOZAT**

**HAJDÁR MÁTÉ**

**Mezőgazdasági Mérnök BSc**

**Kaposvár**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Kaposvári Campus**

**Mezőgazdasági Mérnök Bsc Szak**

**A HAGYOMÁNYOS- ÉS  
KOMPOSZTMULCSOS MŰVELÉSI MÓDOK  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA A  
KONYHAKERTBEN**

**Belső konzulens:** Dr. Jócsák Ildikó

Egyetemi adjunktus

**Készítette:** Hajdár Máté

ANFIG4

Nappali tagozat

**Intézet:** Növénytermesztési tudományok Intézet

**Tanszék:** Agronómiai Tanszék

**Kaposvár**

**2024**

# Tartalomjegyzék

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Bevezető.....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| <b>2. Szakirodalmi áttekintés.....</b>                                        | <b>6</b>  |
| 2.1 A zöldségnövény és a zöldségtermesztés fogalma.....                       | 6         |
| 2.2 A zöldségfélék talajigénye.....                                           | 6         |
| 2.3 A hagyományos és komposztmulcsos művelési módszerek összehasonlítása..... | 7         |
| 2.3.1 A hagyományos művelési mód a konyhakertben.....                         | 7         |
| Talajművelés a hagyományos konyhakertben.....                                 | 7         |
| Talajművelés a komposztmulcsos kertben.....                                   | 8         |
| 2.3.2. A komposztmulcsos művelési mód jelentőségét adó tényezők.....          | 9         |
| <b>2.4 A talaj szerves anyagai.....</b>                                       | <b>9</b>  |
| 2.4.1. A szervesanyag-tartalom fontossága.....                                | 9         |
| 2.4.2 A komposztálás szerepe a növénytermesztésben.....                       | 10        |
| Komposztálható anyagok.....                                                   | 11        |
| A komposztálás folyamata.....                                                 | 12        |
| <b>2.5 A kísérletben részt vevő növényfajok leírása.....</b>                  | <b>13</b> |
| 2.5.1 Paradicsom (Solanum lycopersicum L.).....                               | 13        |
| 2.5.2 Paprika (Capsicum annuum L.).....                                       | 14        |
| 2.5.3 Kerti borsó (Pisum sativum L.).....                                     | 14        |
| 2.5.4 Vöröshagyma (Allium cepa L.).....                                       | 15        |
| <b>2.6 A növényekre ható környezeti stresszhatások.....</b>                   | <b>16</b> |
| 2.6.1 A növényi stressz.....                                                  | 16        |
| 2.6.2 A különböző stresszhatások jelentősége a vizsgált növényfajokban.....   | 16        |
| 2.6.3 A szárazság-stressz hatásai a növényi fejlődésre és anyagcserére.....   | 18        |
| <b>3. Célkitűzés.....</b>                                                     | <b>20</b> |
| <b>4. Anyag és módszer.....</b>                                               | <b>21</b> |
| <b>4.1 Szabadföldi vizsgálatok.....</b>                                       | <b>21</b> |
| Ágyások előkészítése.....                                                     | 21        |
| 4.1.1 Vöröshagyma.....                                                        | 22        |
| 4.1.2 Kerti borsó.....                                                        | 22        |
| 4.1.3 Paradicsom.....                                                         | 22        |
| 4.1.4 Paprika.....                                                            | 23        |
| <b>4.1 Palánta kísérlet.....</b>                                              | <b>25</b> |
| 4.1.1 Növénynevelés.....                                                      | 25        |
| 4.1.2 Mintavételezések időpontjai és menete.....                              | 25        |
| 4.1.3 Növénymagasság mérés.....                                               | 26        |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.5 Relatív klorofill tartalom meghatározás..... | 26        |
| 4.1.6 Biofoton emissziós vizsgálat.....            | 26        |
| 4.1.7 Antioxidáns kapacitás mérés.....             | 26        |
| <b>5. Eredmények és értékelésük.....</b>           | <b>28</b> |
| <b>5.1 Szabadföldi vizsgálatok.....</b>            | <b>28</b> |
| 5.1.1 Vöröshagyma.....                             | 28        |
| 5.1.2 Kerti borsó.....                             | 29        |
| 5.1.3 Paradicsom.....                              | 30        |
| 5.1.4 Paprika.....                                 | 31        |
| <b>5.2 Palánta kísérlet.....</b>                   | <b>33</b> |
| 5.2.1. Vöröshagyma.....                            | 33        |
| 5.2.2. Kerti borsó.....                            | 36        |
| 5.2.3 Paradicsom.....                              | 38        |
| 5.2.3 Paprika.....                                 | 41        |
| 5.1.5. Az eredmények összegzése.....               | 45        |
| <b>6. Összegzés.....</b>                           | <b>46</b> |
| <b>7. Köszönetnyilvánítás.....</b>                 | <b>47</b> |
| <b>8. Irodalomjegyzék.....</b>                     | <b>48</b> |

# 1. Bevezető

A fejlett országokban egyre inkább jellemző, hogy a lakosság túlnyomó többsége nagy mértékben támaszkodik az ipari élelmiszertermelésre - és (hosszú) ellátási láncokra, ezáltal kiszolgáltatott az árak és termékminőség szempontjából. Egy család zöldségszükségletét azonban részben vagy egészben képes biztosítani a konyhakert, vagy a helyi élelmiszertermelő üzem. Tovább fokozza a biztonságot az, ha az élelmiszertermelés minél kevesebb külső inputtal képes működni (az élelmiszerekhez hasonlóan a növényvédő szerek, műtrágyák, vetőmagok, bonyolult gépek, stb. ellátási láncai is sérülékenyek lehetnek). A fenti tényezők rámutatnak a konyhakertek fontosságára.

A KSH adatai szerint Magyarországon a konyhakertek földterülete 2019-re az 1995-ös adatokhoz képest a 67%-al csökkent. 2020 és 2023 között további 23%-al csökkent a konyhakertek területe.<sup>1</sup> 2023-ban 2,4 ezer hektár<sup>2</sup> volt a konyhakertek területe országunkban, mely az össz mezőgazdasági terület (5 110 800 ha) 4,7%-a, az ország összterületének 2,6%-a. Ez 500 ezer darab<sup>3</sup> konyhakerttel számolva átlagosan 48 m<sup>2</sup> alapterületű kerteket jelent.

Saját bázakerettyei konyhakertemet több évig műveltem csak ún. *hagyományos módszerrel*, 2023 óta párhuzamosan használok komposztmulcsos és *hagyományos* ágyásokat is, így saját tapasztalattal is rendelkezem.

Szakdolgozatom keretében összehasonlítom, hogy a zöldségfélék termesztésére szolgáló kisüzem vagy konyhakert üzemeltetésénél milyen előnyei vagy hátrányai vannak a komposztmulcsos-, illetve hagyományos rendszerek használatának.

---

<sup>1</sup> 2020-ban az adatgyűjtésben módszertani változás történt, emiatt a 2020 előtti és utáni adatok összehasonlíthatósága korlátozott.

<sup>2</sup> előzetes adat

<sup>3</sup> saját becslés

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A zöldségnövény és a zöldségtermesztés fogalma

Világviszonylatban több mint 200 növényfajt tartanak számon, mint zöldségnövényt, Európában ebből 40-42 faj van termesztésben. A zöldségnövények *botanikailag* rendkívül változatosak, de mindannyian lágyszárúak. Lehetnek egy- (pl. kerti borsó), vagy kétévesek (pl. sárgarépa), illetve évelők (pl. paprika) is. *Kémiai összetétel szempontjából* vitamintartalmuk relatív magas (A, B, C, D, K, P, U stb.), illetve a karotin (A-vitamin elővitaminja) sok zöldségnövényben jelentős mértékű. C-vitamint is bőségesen található, és jellemzően a szervezet igénye jóval olcsóbban ki is elégíthető velük, mintha ugyanazt gyümölcsből próbálnánk fedezni. Ásványisó-szükségletünket a zöldségféléből teljes mértékben fedezni tudjuk, vas és mész-szolgáltató képességük pedig kiemelkedő (Balázs, 1994).

*Termesztési sajátosságok:* Yamaguchi (1983) szerint a zöldségféle olyan kertészeti eredetű élelmiszer, melyet általában egyéves kultúrában, ritkán évelőként állítanak elő. Az ebbe a kategóriába tartozó növények túlnyomó többsége lágyszárú, ritkán fásszárú.

Somos (1975) szerint: „A zöldségfélék olyan munkaigényes nevelést kívánó, lágyszárú, főleg biológiailag értékes hatóanyagokat tartalmazó növények, amelyeknek különböző részei (termés, levélzet, hajtás, gyökér stb.) technikai átalakítás nélkül is emberi táplálékul használhatók.”

Tehát a zöldségfélék lágyszárú, intenzív művelést kívánó, nyersen vagy feldolgozva emberi fogyasztásra szánt, nagy biológiai értékű, sok vitamint, ásványi sót, íz- és zamatanyagot tartalmazó növények. A zöldségtermesztés ezen növények nevelésével foglalkozó termelési tevékenység (Balázs, 1994).

### 2.2 A zöldségfélék talajigénye

A zöldségfélék a talajok fizikai és kémiai tulajdonságaival szemben jellemzően nagyobb elvárásokat támasztanak, mint a szántóföldi kultúrák (Terbe, 1994).

A zöldségfélék termesztésére jellemzően a következő talajtulajdonságok az optimálisak: szerves anyagban gazdag, középkött (homokos vályog, vályogos homok), semleges körüli pH, gyorsan felmelegedni képes, jó vízmegtartó képesség, mérgező anyagoktól mentes, 1-2%-os kalcium-karbonát tartalom a mészigény fedezésére, csekély sótartalom (<0.05% (3%-os szervesanyagtartalom mellett)). Ha az aktuális talajtulajdonság a termesztés során ezektől eltér, az minőségromláshoz és/vagy termés kieséshez vezethet attól függően, hogy az adott növénykultúra milyen mértékben érzékeny az aktuális talajadottságra. (Terbe, 1994)

## 2.3 A hagyományos és komposztmulcsos művelési módszerek összehasonlítása

### 2.3.1 A hagyományos művelési mód a konyhakertben

*Hagyományos művelési mód* alatt azt a módszert – szemléletmódot - értem, melyet már évszázadok óta folytattak és folytatnak felmenőink kertészeti munkálataik során, és a mai napig is a konyhakertet művelő emberek többsége így módon kertészkedik hazánkban.

A 43/2010. (IV.23.) FVM rendelet a növényvédelmi tevékenységről a *házi kert (konyhakert)* fogalmát a következőképpen írja le: “*Házi kert (konyhakert)*: lakott területrészhez kapcsolódó, jellemzően saját felhasználásra szolgáló, haszon- vagy dísnövények termesztésére használt terület.”

#### Talajművelés a hagyományos konyhakertben

A talajművelés a talaj különféle eszközökkel való mechanikai alakítását, megmunkálását jelenti. Elsődleges feladata a talaj levegő- és vízgazdálkodásának javítása (*Tarjányi, 1994*).

A talajművelés célja és fogalma *Király (2006)* szerint: A talajművelés az az eljárás, melynek során különböző eszközökkel megváltoztatjuk a talaj alkotórészeinek térbeli elrendeződését. „A talajhasználat során a talaj megtömődik, iszapolódik, levegőtlené válik, vízgazdálkodása, szerkezete romlik, alkalmatlan lesz új vetések telepítésére, ezért a talajművelés alapvető célja, hogy a talajt a kedvező pórustérfogat kialakításával alkalmassá tegyünk a vetőmag befogadására.”

A talajművelés legfontosabb alpműveletei a következők (*Király, 2006*). *Forgatás*: A forgatás során a talaj felső rétegét az alatta levő réteggel kicseréljük. Akkor van rá szükség, ha a felső talajréteg elporosodott, a mélyebb rétegekbe mosódtak a tápanyagok, szerves trágyát vagy gyomokat kell beforgatni, egyes kártevők ellen kell védekezni. *Lazítás*: A csapadék és művelőeszközök hatására a talaj megtömődik, ami kedvezőtlen. A lazítás során a talajrészeket eltávolítjuk egymástól. *Porhanyítás*: lényege a durva rögök aprítása, hogy azok ne akadályozzák a növények fejlődését és további munkákat. *Keverés*: „Keveréskor a talajrészek egymáshoz való helyzetüket a tér minden irányában megváltoztatják.” (*Király, 2006*) A keverésre akkor lehet szükség, ha különböző minőségű talajrétegeket kell összekeverni. Erőteljes porhanyítással jár együtt, amely a talajszerkezetre káros lehet. *Tömörítés*: „A lazítás ellentétes művelete, a talajrészek közelebb kerülnek egymáshoz.” Célja többek között a kiszáradás csökkentése, szerves anyagok bomlásának segítése, defláció elleni védekezés. *Talajfelszín egyengetése*: „Célja a sima talajfelszín kialakítása, ezzel a felület csökkentése.”

(*Király 2006*) Így csökken a párolgás, egyenletes mélységű magágy jön létre, a további munkákat megkönnyíti. Az alpműveletek nem különíthetők el teljesen egymástól, egy művelőeszköz jellemzően több műveletet végez egyszerre. (*Király 2006*)

*Dowding (2022)* szerint az ásás és egyéb talajbolygató műveletek a talaj szerkezetét rombolják, megzavarják, károsítják a mikorrhiza hálózat működését, amelyek szimbiózisban élnek a növényekkel, segítve azokat a víz és tápanyagok felvételében. A roncsolt talajszerkezet miatt a talaj könnyebben összetömörödik, főleg ha járunk- vagy nehéz gépeket használunk rajta. Az ásás továbbá a művelt mélység alatt egy tömörebb réteget hoz létre, így a vízvezető képesség romlik. A talabolygatással gyommagvakat hozunk a felszínre, melyek gyorsan kicsíráznak, így állandóan kezelniük kell a nemkívánatos gyomnövényeket. Hátránya még, hogy nedves időben a járást és munkát a művelt talaj a sarasodással megnehezíti.

### **Talajművelés a komposztmulcsos kertben**

*Dowding (2022)* szerint praktikusabb, ha a fentebb említett alpműveleteket nem alkalmazzuk. A megfelelő talajszerkezetet el tudjuk érni jó minőségű komposzt, mint mulcs használatával. A magas és jó minőségű szervesanyag-tartalom és biológiai aktivitás képes hosszútávon megfelelő termeszőközeget biztosítani a zöldség növények számára, miközben a gyomosodási nyomást a töredékére csökkenti. *Somos (1975)* szerint a termesztett növények legnagyobb ellenségei a gyomok, hiszen kártételük sokrétű. Gyökérzetük jellemzően fejlettebb a kultúrnövényeinknél, több vizet használnak fel mint a termeszteni kívánt növények. Az ökológiai gazdálkodás sikerességének egyik kulcsa a növénytermesztésben a gyomszabályozás hatékonysága. A talaj takarása a kézi gyomszabályozással szemben általában kisebb munkaerő igényű eljárás (*Pusztai, 2010.*). A talajtakarás hatékonyságát a terület gyomflórája is befolyásolja (*Crutchfield et al., 1986*). *Növényvédelem: A konyhakert művelésénél* – csakúgy mint az üzletszerű termelő tevékenységnél - meghatározó kérdés a betegségek és kártevők szabályozása is. *Somos (1975)*, *Glits és Péntes (1993)* egyetért abban, hogy szükségességük mellett szorgalmazni kell minden olyan eljárást, amellyel a kémiai védekezés lehetőségeit csökkenteni lehet. Alapfeltétel a betegségek és kártevők minél előbbi meg- és felismerése, mert jelentős kártételük – és a kijuttatott vegyszermennyiség – megelőzéssel hatékonyan csökkenthető. *Vetésforgó:* a termesztett zöldségfélék lehetőleg úgy kövessék egymást az ágyásban, hogy azok ne ugyanazon családba tartozzanak (pl. burgonyafélék: paradicsom, paprika, burgonya).

Egyéb fontos tényezők a sikeres termesztés szempontjából a szaporítóanyag, ezzel együtt a fajtaválasztás kérdése. Igyekezzünk egészséges szaporítóanyagot előállítani vagy beszerezni. A

vetőmagok csávázása ezt a célt szolgálja. Hajtatáskor a szaporításhoz használt földkockák és a fóliasátor egész területének fertőtlenítése elengedhetetlen (Somos, 1975). A növénynemesítésben szelekciós szempont lehet bizonyos betegségekkel szembeni ellenállóság foka (*rezisztencia nemesítés*). Növényvédelmi szempontból érdemes *rezisztens* vagy *toleráns* fajtákat választani, különösképp a házikertben. (Somos, 1975)

### **2.3.2. A komposztmulcsos művelési mód jelentőségét adó tényezők**

A mulcsozás a talaj takarását jelenti szerves-, szervetlen-, élő-, vagy holt anyagokkal, melynek célja főleg a gyomosodás elleni védekezés. A gyommagvak csírázását képes gátolni, az élő gyomok ellen azonban nem elég hatékony (Bond-Grundy, 2001). A módszer származásának helye nehezen meghatározható. Történészek szerint a jelenlegi Kína területén a Zhou dinasztia (Kr. E 1046-256) idejében már alkalmazták a komposztálás technikáját a talaj termelőképességének javítására. A komposztmulcs javítja a talajt és a vízmegőrzést, és jelentős gyomelnyomó képességgel rendelkezik. (Feldman et al., 2000). A komposztmulcsos módszer alkalmazásával jelentősen megkönnyíthető a konyhakert egészségének és produktivitásának fenntartása. Az évente talajfelszínre juttatott komposzt magas hozamokat képes biztosítani és a gyomosodást minimálisra csökkenteni (Dowding, 2022).

## **2.4 A talaj szerves anyagai**

### **2.4.1. A szervesanyag-tartalom fontossága**

A talaj szervesanyag-tartalma a benne található biológiai folyamatok anyag- és energiatartaléka, illetve ezek termékei (Stefanovits, 1992). A talaj szerves anyagát a holt állati és növényi részek, illetve az azokból keletkező anyagok alkotják (Scheffer-Schachtschabel 1988). A növénytermesztésben és környezetvédelemben egyaránt fontos tulajdonság a talaj mennyiségi szervesanyag-tartalma (H%), a humuszanyagok minősége és szén-nitrogén aránya (Hargitai, 1976). Ezek számos más talajtulajdonságot is befolyásolnak, meghatározzák a termesztés sikerességét. Jelentőségét a következő tényezők adják: a szerves anyagok reverzibilisen megkötik a tápanyagokat és vizet, így gátolják a kimosódást, mindeközben a növények számára azok felvehető állapotban maradnak (Hargitai, 1976). A mikroflóra élettévékenységének táptalajt adva talaj szerkezetét közvetetten és közvetlenül is javítja, így az kevésbé hajlamos a tömöröedésre, ezáltal hozzájárulva az optimális víz-levegő arány kialakulásához tápanyagforrást biztosít a növények számára, fitotoxikus anyagokat köt meg, javítja a talajok pH pufferképességét, a talajeróziót és deflációt nagy mértékben csökkenti és a talaj

hőgazdálkodását is javítja (Hargitai, 1976). A talaj szervesanyag-tartalma humusz- és nem humusz anyagokból áll (Kuntze et al. 1988). Nem humusz anyagnak tekinthetők az elpusztult növényi és állati szervezetek, illetve bomlástermékeik, humuszanyagnak pedig a nagy molekulaméretű, stabil szerves vegyületek. Schroeder (1983) szerint a humuszanyagok 2 mikrométernél kisebb méretű szerves kolloidok. Fajlagos felületük nagy, képesek reverzibilisen megkötni a vizet és ionokat. A talaj termőképességét nagyban képesek befolyásolni, pozitív hatással vannak a talaj szerkezetének alakulására, a talaj víz- és hő- és tápanyaggazdálkodására. Kovács és munkatársai (2019) megállapították, hogy a humuszanyagok három csoportra oszthatók fel, melynek alapja az oldhatóság. Savban és lúgban oldhatók a fulvósavak, lúgban a huminsavak, hideg lúgban és savban oldhatatlanok a huminok (Kononova, 1966; Schnitzer-Kahn, 1978 ; Stevenson, 1982).

#### 2.4.2 A komposztálás szerepe a növénytermesztésben

A komposztálás egy mesterségesen irányított mikrobiális folyamat, mely során szervesanyagok bomlanak le, majd épülnek újra humin vegyületekké (Dunst, 1991). Epstein (1997) szerint a komposztálás folyamatának fő célja, hogy nyers formában nem hasznos szerves anyagokat alakítsunk át stabil, talajjavító hatású anyaggá. Dowding (2022) szerint a komposztként lehet jellemezni bármilyen szén-alapú anyagot amely megfelelő mértékben lebomlott.

A biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről szóló 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet szerint a komposztálás:

*“Komposztálás: az elkülönítetten gyűjtött biohulladék ellenőrzött körülmények között, oxigén jelenlétében történő autotermikus és termofil biológiai lebontása, mikro- és makroorganizmusok segítségével”;*

A 36/2006 (V.18.) FVM rendelet a termésmenvelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról a komposztot így írja le:

*“Komposzt: a növények tápanyagellátásának, illetve a talaj tápanyag-szolgáltató képességének javítására szolgáló, szerves, szervetlen és ásványi eredetű anyagokból külön jogszabály előírásainak megfelelő komposztálás útján előállított termésmenvelő anyag.”*

A komposzt humuszanyagokban gazdag, melyeknek előnyös hatásai vannak a talaj víz- és tápanyagszolgáltató illetve -tároló képességére. A humuszanyagok 2 mikrométernél kisebb méretű, amorf szerkezetű szerves kolloidok. Fajlagos felületük nagy, így reverzibilisen képesek megkötni a vízmolekulákat és ionokat. A mezőgazdaságban (jellemzően a zöldségtermesztésben) talajjavító anyagként, vagy akár termeszőközegként használják (Schroeder, 1983). Komposztálható anyagok

Dowding (2022) szerint - sok szakirodalommal ellentétben - szakszerű melegkomposztálás esetén a komposzthalomba betehetünk gombabetegséggel fertőzött növényi részeket, vagy virágzó gyomnövényeket is. Somos (1975) szerint betegségek és állati kártevők által tönkretett növényi részekből nem szabad komposztot készíteni.

Saunders (S.a) szerint ne komposztáljuk a következőket:

Hobbiállatok ürüléke, alomanyaguk - *Patogéneket tartalmazhatnak*

Csont - *Bomlása sok időbe telik*

Hús - *Nemkívánatos állatokat vonz*

Beteg- és felmagzott növények - *Habár a szakszerű komposztálás megoldhatja a patogének és gyommagvak problémáját, de nehéz biztosítani hogy a komposzthalom minden része elérje a 65-70 Celsius fokot*

Invazív növények - *Kellemetlenséget okoznak a kertben, megfelelő hőmérséklet elérése nélkül nem pusztulnak el*

A szerves anyagokat C : N arányuk alapján kategóriákba soroljuk. Vannak tág C : N arányú anyagok, melyek relatív sok szenet tartalmaznak a nitrogénhez képest (pl. szalma, faapríték, papír), és szűk C : N arányúak, melyek aránylag sok nitrogént tartalmaznak (friss zöldségek, friss fűnyesedék, konyhai szerves hulladékok, állati trágya, kávézacc stb). Cél, hogy a komposztáláskor ezt az arányt körülbelül 30:1 C:N -re állítsuk be (Dowding, 2022). Az 1. táblázatban láthatóak különböző anyagok C : N arányai.

1.táblázat: különböző anyagok  
C:N arányai  
Forrás: unh.edu

| Anyag megnevezése    | C:N     |
|----------------------|---------|
| Konyhai hulladék     | 15:1    |
| Zöld fűnyesedék      | 19:1    |
| Kávézacc             | 20:1    |
| Érett trágya         | 25:1    |
| Falevél              | 40-80:1 |
| Szalma               | 80:1    |
| Papír                | 170:1   |
| Fűrészpor, faapríték | 500:1   |

## A komposztálás folyamata

Saunders (S.a.) szerint komposztkészítésre több módszer létezik, de mindegyik azon a tényen alapul, hogy a komposztálódás lezajlásához a következő tényezőkre van szükség:

- megfelelő C:N arányú, megfelelően aprított (nagy fajlagos felületű) és megfelelően kevert anyagok
- oxigén víz és levegő megfelelő aránya
- baktérium és gombaflóra (lebontó szervezetek) jelenléte, élettevékenysége

Minél pontosabban tudjuk kielégíteni a fent felsorolt tényezőket, annál jobb minőségű komposztot

kapunk és a folyamat annál gyorsabb lesz. A főbb módszerek a következők:

*Hidegkomposztálás:* a komposztálás legextenzívebb módja, ez igényli a legkevesebb ráfordított időt és munkát, de cserébe ez a leglassabb és legkevésbé alaposabb komposztálási módszer. Egyszerűen halmot rakunk a szerves hulladékokból, ügyelve hogy az tartalmazzon *zöld* és *barna* anyagokat is. 9-24 hónap elteltével használható talajjavító anyag keletkezik, ami tartalmaz még lebomlatlan részeket. (Dowding, 2022)

*Melegkomposztálás:* a melegkomposztálás több figyelmet igényel, de jó minőségű komposztot lehet létrehozni viszonylag gyorsan és költséghatékonyan. Itt a fentebb említett tényezők optimális mértékét aktívan próbáljuk beállítani és fenntartani. Célszerű a halom számára fakkot kialakítani a hőmérséklet benntartása végett. A *barna* és *zöld* (tág illetve szűk C:N arány) anyagokat egymásra rétegezzük 5-10 cm vastagságban folyamatosan váltogatva, vagy azokat egyenletesen össze is keverhetjük. Az anyagok szecskázásánál törekedjünk arra, hogy azok minél kisebbek legyenek, mert ez nagyobb fajlagos felületet biztosít a mikroflóra számára. Az oxigénmennyiség biztosításának céljából a halmot célszerű a hatodik hét után „átfordítani” (átlapátolni önmaga mellé), ennek a keverő hatása is előnyös. Minden forgatás szénvesztéssel is jár (CO<sub>2</sub> formájában), ezért nem célszerű túl sokszor végezni. A halomban elhelyezhetünk perforált PVC csöveket is, melyek segítik a levegő bejutását. A hőmérsékletet komposzthőmérővel célszerű mérni, a termofil fázisban 60-70 Celsius közötti hőmérséklet az optimális. Ezzel a módszerrel jóval gyorsabban lehet használható komposztot elérni, konyhakerti körülmények között 6-12 hónap alatt (Dowding, 2022).

*Levegőztetett prizma* (Aerated Static Pile): az ipari melegkomposztálás során már jóval költségesebb, nagyobb teljesítményű technológiákat alkalmaznak. Ennél a módszernél az oxigénellátást perforált csövekkel oldják meg, amelyekhez ventilátorokat vagy légpumpákat csatolnak. A halom hőmérsékletet szenzorosan mérik, ennek az értékei alapján kapcsolja a számítógép a ventilátorokat. (Kovács, 2019).

*Szemipermeábilis membrántakarós rendszer:* ipari méretű komposztálás céljára ma ez a legkorszerűbb módszer. A 3 méter magas és akár 12 méter széles, 18-48 méter hosszú prizmát szemipermeábilis membránnal takarják le, amely a levegő számára átjárható, de a szagokat, nedvességet és hőt képes visszatartani. A letakart prizmában enyhe túlnyomás uralkodik, a halom minden részén biztosítva az oxigénellátást. A módszerrel 1-2 hónap alatt lezajlik a folyamat. (Kovács, 2019)

## 2.5 A kísérletben részt vevő növényfajok leírása

### 2.5.1 Paradicsom (*Solanum lycopersicum* L.)

*A paradicsom származása, taxonómiája:* a paradicsom (*Solanum lycopersicum*) a Burgonyavirágúak rendjébe (*Solanales*), a burgonyafélék családjába (*Solanaceae*), a Csucсор nemzetségbe (*Solanum*) tartozik. Dél-Amerika nyugati részéről eredeztethető, a mai Peru, Ecuador és Észak-Chile területeiről. A vad őse valószínűleg a *Solanum pimpinellifolium* (Vad paradicsom v. ribizli paradicsom) ami ezeken a területeken a mai napig megtalálható. A paradicsomtermesztés legkorábbi nyomai az ősi Peruból származnak, ahol régészeti ásatások helyein találtak paradicsommagvakat, melyek i.e. 500-as évekből származtathatók (Peralta et al, 2008.) A *Science* magazin egy 2012-es cikke szerint DNS vizsgálatokra alapozott kutatások kimutatták, hogy Mexikó területén is honosították a növényt kb 2500 éve. Valószínűsíthető, hogy Dél-Amerikából hozhatták be, Közép-Amerika területein keresztül (Nesbitt et al, 2002.).

*A paradicsom morfológiája:* a növény megfelelő éghajlati adottságok mellett lehet évelő is, de nálunk egyéves formája a jellemző, lágyszárú kúszónövény. A levelek karéjosak. Hengeres szára jellemzően gyenge, így többségük támrendszert igényel. Szára, levele szőrözött. Gyökere főgyökér, szár eredetű járulékos gyökerekkel. A botanikai terméséért termesztjük, amely húsos bogyó. Ennek mérete, színe és alakja igen változatos, ami a természetes varianciának és a tudatos nemesítésnek is köszönhető (Muir et al, 2011). *A paradicsom tápértéke:* és A vitaminban, ásványi anyagokban (főleg K) és rostban gazdag. Kalóriaértéke 18-20 kcal/100g nyers paradicsom (USDA, 2019). Hazánkban évi 7.1 kg paradicsomot fogyasztunk átlagosan (KSH, 2020), a világátlag 18-20 kg (IFPA). Termésátlaga 2021-ben 82340 kg/ha volt Magyarországon, amely az utóbbi évek legmagasabbika (KSH, 2022). A globális paradicsomtermelés 183.9 millió tonna volt 2020-ban, a termelés 31%-a Kínából származik. További jelentős paradicsomtermelő országok még India, USA, Törökország, Egyiptom és Oroszország (FAOSTAT). A friss fogyasztású paradicsom exportértéke 2020-ban kb. 9.6 milliárd dollár volt, a fő exportőrök Hollandia, Mexikó, Spanyolország, Canada és USA (ITC).

### 2.5.2 Paprika (*Capsicum annuum* L.)

*A paprika származása, taxonómiája:* a paprika (*Capsicum*) a trópusi Közép-Amerikából származik, a mai Mexikó és Guatemala területeiről (Perry et al, 2007). A növény taxonómiailag a burgonyavirágúak rendjébe (*Solanales*), a burgonyafélék családjába (*Solanaceae*), a *Capsicum* nemzetségbe tartozik. A

nemzetségbe több faj is tartozik, mint a *Capsicum annuum* (közönséges paprika), *Capsicum frutescens* (cserjés paprika), *Capsicum chinense* (kínai paprika), *Capsicum baccatum* (bogyós paprika), *Capsicum pubescens* (szőrös paprika). A fajok között különbségek vannak a termés mérete, alakja, színe és íze (csípőssége) között (Bosland, P. W., 2012).

*A paprika morfológiája:* egynyári lágyszárúként termesztik, egyébként évelő növény. Gyökere nem hatol túl mélyre a talajban (30-50 cm), így a kiszáradásra érzékeny. Szára elágazó, változó mértékben elfásul (lignifikálódik). A náduszkok lilás színeződést kaphatnak. Levele hegyesedő, ép szélű. Virága fehér színű, önbeporzó. Érett termése (bogyó) a zöld, sárga és piros színek különböző árnyalata lehet, a termés alakja szintén változatos (Zhigila, 2014).

*A paprika tápértéke:* C és B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> vitamin, ásványi anyag, karotinoid, rost tartalma nagy. C vitamin tartalmát savanyítva is megőrzi, ami előnyös a konzerválási tulajdonság. A paprikás (főleg chilis) ételeknek csípős utóíze lehet, amely főleg a benne található kapszinoidoknak tulajdonítható. Főzve és nyersen is fogyasztható (Zhigila, 2014).

Magyarországon 2022-ben 1353 hektáron termeltek zöldpaprikát 5,3 tonna/hektáros átlaggal, így 84077 tonnát sikerült előállítani (KSH). A Tridge adatai szerint a világon legnagyobb mennyiségben Kína termelt paprikát, 2022-ben 16,8 millió tonnát. Őket követi Mexikó, Indonézia és Törökország kb. 3 millió tonnával országonként.

### 2.5.3 Kerti borsó (*Pisum sativum* L.)

*A kerti borsó származása, taxonómiája:* a kerti borsó a hüvelyesek (Fabales) rendjébe, a pillangósvirágúak (Fabaceae) családjába, a *Pisum* nemzetségbe tartozik. Eredetének központjai Közép-Ázsia, Közelkelet, Etiópia és a Földközi-tenger környéki területek (Kalloo, 1993).

*A kerti borsó morfológiája:* a kerti borsó egyéves lágyszárú növény. Gyökere mélyre ható főgyökérzet, melyen nitrogénygyűjtő baktériumok (*Rhizobium spp.*) élnek. Hajtása viaszos bevonatú, levélkacsban végződő dudvaszár. Levelei szárnyasan összetettek. Virága fehér színű pillangós virág. Termése hüvely, melyben 5-10 mag található. Megkülönböztetünk cukorborsót, kifejtőborsót és velőborsót (Priszter, 1999). A borsó tápértéke hasonló más pillangósokéhoz. Magja magas (15,6-32,5 g/100g sz.a.) fehérje- és emészthető szénhidrát tartalmú, alacsony rost és zsírtartalmú. (Dahl et al., 2012) Ásványi anyag tartalom: Na és vastartalma széles spektrumú tartományban változik. Hazell és Johnson (1987) kimutatták, hogy az oldható vastartalom (*in vitro* módszer a vas felvehetőségének vizsgálatára) a konzerborsóban sokkal alacsonyabb volt, mint más gyümölcsök és zöldségekben. Hazell és Johnson (1987) azt is megerősítették, hogy a fitinsav nagy mértékben gátolja a vas felvehetőségét a

hüvelyesekben. Ca és K tartalma a magban koncentrálódik, más elemek egyenlően oszlanak el a magban és maghéjban. *Lopez et al. (1986)* kimutatták, hogy a konzervborsó jelentősen kevesebbet tartalmaz Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, K, P, Si és Zn-ből, mint a friss borsó.

A borsó antinutritív anyagokat is tartalmaz, melyek hatását megfelelő előkészítéssel és nemesítéssel lehet kezelni. Az antinutritív anyagok a humán táplálkozásban kevésbé okoznak gondot (a fogyasztás előtti főzés általánossága miatt), inkább a takarmányborsónál van jelentőségük (*Vidal-Valverde et al., 2003*).

Magyarországon 2022-ben 10847 hektáron termesztettünk zöldborsót, melyről 24356 tonnát sikerült betakarítani, amely 2,25 tonna/hektár átlagos termésnek felel meg (*KSH*). Világviszonylatban a legnagyobb termelő 2022-ben Oroszország volt, 3,62 millió tonnát állítottak elő. Őket követi Kanada 3,42 millió tonnával. Kína (1,48 millió tonna), India (1 millió tonna), és az USA (685 ezer tonna) szintén jelentős termelőnek számítanak. Európában Franciaország (558 ezer tonna) és Németország (297 ezer tonna), Afrikában Etiópia (376 ezer tonna) a legnagyobb termelő. (*Our World in Data*).

#### **2.5.4 Vöröshagyma (*Allium cepa* L.)**

*A vöröshagyma származása, taxonómiája:* a vöröshagyma feltehetőleg Ázsiából származik, termesztése legalább 5000 évre nyúlik vissza (*Capinera, 2020*). Az *Allium* nemzetség növényei főleg az északi féltekén elterjedtek, ott viszont szinte minden területen megtalálhatók (*Fritsch-Friesen, 2002*). Az *Allium* nemzetségbe tartozik, melynek taxonómiai besorolása vitatott, korábban inkább a Liliomfélék (*Liliaceae*) családjába sorolták, ma gyakrabban sorolják az Amarilliszfélék (*Amaryllidaceae*) közé a virágzat szerkezete miatt (*Fritsch-Friesen 2002*). *Takhtajan (1997)* szerint az *Allium* nemzetség az Amarilliszfélék (*Amaryllidaceae*) rendjébe, a Hagymafélék (*Alliaceae*) családjába tartozik.

*A vöröshagyma morfológiája:* évelő- és kétéves változatai is vannak, fajtától függően. Gyökérzete mellék (bojtos) gyökérzet. A föld alatti hajtása rövidszártagú szár, körülötte húsos pikkelylevelekkel, melynek alakja lehet gömb és henger is (fajtától függően). Föld feletti levelei csövesek, viaszosak. 1-2 levéltelen, magas szárat (tőkocsány) nevel melynek végén található az ernyővirágzat. Termése háromrekeszű toktermés. A magvak alakja változékony lehet. (*Chakraborty et al., 2022*)

Nyersrost- és cukor (4,2%) -tartalma magas. Folsav, B6 vitamin, Mg, Ca, K és foszfor tartalma magas. Na és zsírtartalma csekély, aminosavtartalmából a glutaminsav és arginin a kiemelendő (*Chakraborty et al., 2022*). Magyarországon 2022-ben 51.408 tonna vöröshagymát termeltek 1600 hektáron amely 31,87 tonna/ hektár termésátlaggal (*KSH*), mely az előző 32 év legmagasabb termésátlaga.

A világ legnagyobb vöröshagyma termelője India, 2020-ban 27 millió tonnányit termeltek (*World Population Review*) 1,4 millió hektáron (*statista.com*), amely 19,28 t/ha-nak felel meg.

A világ legnagyobb vöröshagyma exportőrei Kína, Hollandia, Spanyolország, India és Mexikó, míg legnagyobb importőrei az USA, Indonézia, Vietnám, Németország és Malajzia (*OECD*).

## **2.6 A növényekre ható környezeti stresszhatások**

### **2.6.1 A növényi stressz**

A növényi stressz a növényi szervezet állapotának, fiziológiájának a környezet extrém hatótényezőinek (*stresszoroknak*) hatására bekövetkező megváltozását jelenti (*Selye et al., 1973*). A növényeket érő hatások lehetnek abiotikusak vagy biotikusak, eredhetnek a természetes környezetből, és lehetnek antropogének is (*Szigeti, 2013*). *Taiz és munkatársai (2015)* szerint a stresszorok azon környezeti hatások, melyek akadályozzák a növekedési potenciál realizálását. *Gaspar és munkatársai (2002)* szerint a növény a rá gyakorolt stressz hatására kezdetben destabilizálódik, majd károsodik és elpusztul, vagy adaptálódik a stresszorhoz és túlél, tűrőképességének spektrumát tágítva.

A növényi stresszt két fő csoportba szokás felosztani eredetétől függően: biotikus és abiotikus stressz (*Gull et al., 2019*).

*Abiotikus stressz:* abiotikus (*nem élő*) stressznek azt nevezzük, mikor a stresszor fizikai vagy kémiai (nem biológiai) eredetű, pl. mechanikai behatások, hőmérséklet, tápanyaghiány, vízhiány és sugárzás.

*Biotikus stressz:* biotikus stressznek azt nevezzük, mikor a stresszor biológiai eredetű. (pl. rovarok, gyomok, gombák, vírusok és baktériumok).

### **2.6.2 A különböző stresszhatások jelentősége a vizsgált növényfajokban**

A mezőgazdasági (csakúgy, mint más-) növények növekedésére és produktivitására számos stresszor hatással lehet, melyek lehetnek abiotikusak (sótartalom, tápanyaghiány, szélsőséges hőmérséklet, vízhiány), vagy biotikusak (kártévők, betegségek, gyomnövények) (*Mittler, 2006*).

A szakdolgozat keretében vizsgált növények legjelentősebb stresszorai:

#### **Vöröshagyma (*Allium cepa* L.)**

*Szárazság, elárasztás:* A növekedés és fejlődés kulcseleme a víz, hiányában a hagyma csípőssége fokozódik, hagymatest mérete lecsökken (*Breimer-Hamernik, 2002*). Elárasztásos terület esetén

anaerobitás (oxigénhiány) lép fel a talajban, ami a gyökérfejlődésre negatív hatással van, a tápanyagfelvételt nehezíti. Ha huzamosabb ideig fennáll, a hagymatestek rothadását, illetve a fejlődés korai szakaszában palántadőlést is okozhat (Papastylianou et al, 2011; Singh et al., 2012).

**Gyomosodás:** A vöröshagyma gyomelnyomó képessége habitusából adódóan csekély. A kompetíció a víz- és tápanyagokért, illetve a fényért jelentősen csökkenti a terméshozamot (Thakur et al., 2013).

**Főbb kártevők és kórokozók:** A hagyma termésmennyiségét ronthatják a tripszek (Dohánytripsz (*Thrips tabaci*)), a hagymalégy (*Delia antiqua*) és gombabetegségek, mint a szürkepenész (*Botrytis squamosa*) és fuzáriumos rothadás (*Fusarium oxysporum*) (Gupta et al., 2016).

### **Kerti borsó (*Pisum sativum* L.)**

**Szárazság:** a vízellátás legkritikusabb időszaka a virágzás és hüvelyfejlődés. Ilyenkor a szárazság a virágok leválását, a hüvelyek összefonnyadását, és rossz kötődést eredményezhet (Khan et al., 2019).

**Hőstressz:** a hüvelyeseknél virágzáskori magas hőmérséklet szintén a virágok leválását és rossz kötődést eredményez. Ez a késő tavaszi, nyári vetésű borsó esetében jelentős termés kiesést okozhat (Silvente et al., 2011).

**Főbb kártevők és kórokozók:** Növényvédelmi szempontból problémát jelenthetnek a levéltetvek (*Acyrtosiphon pisum*), a lisztharmat (*Erysiphe pisi*) és a fuzáriumos rothadás (*Fusarium oxysporum*).

### **Paradicsom (*Solanum lycopersicum* L.)**

A szárazság és hőstressz a paradicsomnál is jelentős termés kiesést okozhat, itt is kritikus a virágzáskori és termésneveléskori megfelelő vízellátás (Sanchez-Rodriguez et al., 2010).

**Főbb kártevők és kórokozók:** kártevők közül a dohánymolytetű (dohányliszteske) (*Bemisia tabaci*), a levéltetvek (*Aphidiae spp*) és takácsatkafélék (*Tetranychidae spp*), gombabetegségek közül az alternáriás levélfoltosság (*Alternaria solani*), majd a paradicsomvész (*Phytophthora infestans*) okozhat károsodást, illetve a gyökereket károsító fuzáriózis (*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*) a kiemelendő. Vírusbetegségek közül a TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) a kiemelendő, melyet a dohánymolytetvek terjesztenek (Jones, 2003; Haverkort et al, 2008; Fereres-Moreno, 2009; Mishra et al., 2014; Pérez-Martínez et al., 2019).

### **Paprika (*Capsicum annuum* L.)**

A szárazság és hőstressz jelentősége többnyire megegyezik a paradicsomnál leírtakkal. A nem megfelelő vízellátottság a paprikánál is igen jelentős stresszt és termés kiesést okoz, melyet (főleg a

transzplantált növényeknél) a gyökér morfológiája is fokoz. (Cramer et al., 2011)

*Főbb kártevők és kórokozók:* Kártevők közül a levéltetvek (*Aphidiae spp.*) és tripszek (főleg nyugati virágtripesz (*Frankliniella occidentalis*)), betegségek közül a bakteriális levélfoltosság (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) és a fitoftórás rothadás (*Phytophthora capsici*) a kiemelendő. (Sanogo et al., 2015)

### **2.6.3 A szárazság-stressz hatásai a növényi fejlődésre és anyagcserére**

Farooq és munkatársai (2012), Taiz és Zeiger (2010) egyetértenek azokban, hogy a víz hiánya a növénytermesztésben világszerte egyre jelentősebb problémát okoz, és a klímaváltozás a sok régióban súlyosbítja a vízhiányt.

*A növények szárazságra adott fiziológiai reakciói:* a szárazság megzavarja a normál növekedést, és csökkenti a növény vízfelhasználási hatékonyságát. A vízhiányra a növények számos fiziológiai és biokémiai változással reagálnak mind sejt-, mind szervezetszinten. A fotoszintézis mértékének csökkenését a sztómák záródása, sejtmembránok károsodása és enzimaktivitási zavarok (főleg ATP szintézisben) idézik elő. A növények különböző módokon alkalmazkodnak a szárazsághoz, mint a vízvesztés csökkentése a diffúziós ellenállás növelésével, bőségesebb vízfelvétel mély és szerteágazó gyökérrendszerrel, és kisebb, szukkulens levelekkel a transzspirációs veszteség csökkentése érdekében. (Farooq et al., 2012) Az antioxidáns hatású enzimek, mint a szuperoxid-dizmutáz és kataláz semlegesítik a szabad oxigéngyököket, így védve a növényi sejteket a káros oxidációtól (Chaves et al., 2003).

*A szárazságstressz-indukálta molekuláris reakciók:* a növények molekulaszinten a szárazságstressz-jeleket membránreceptorokkal érzékelik, melyek beindítják a jelző-kaskádrendszert, ami így a stressz hatására génkifejeződéshez vezet (Seki et al., 2007). A szárazságtűrést szabályozó anyagok és ozmoprotektánsok kijuttatásával javítani lehet. A kis molekulatömegű ozmolitok (glicinbetain, prolin és más aminosavak, szerves savak és poliolok) szintén szerepet játszanak a sejt folyamatok fenntartásában a szárazság alatt. A növényi növekedést szabályozó anyagok, mint a szalicilsav, auxinok, gibberellinek, cytokininek és abszcizinsav szintén befolyásolják a növény szárazságra adott válaszát. A poliaminok, citrullin és számos enzim antioxidánsként csökkenti a vízhiány káros hatásait (Farooq et al., 2012).

*Anatómiai és morfológiai adaptációk:* a szárazsággal való dacolás érdekében a növények többrétű anatómiai és morfológiai változással reagálnak, mint a gyökér- és levélfelépítés módosítása és a vízraktározóképeség javítása. A gyökér mélyrehatóságával mélyebb talajrétegekből tud a növény

vízhez jutni, a szukkulens szövetek a raktározóképességet javítják. A kutikuláris viaszrétegek és trichómák szintén csökkentik a levélfelület kipárologatását (*Lambers et al., 2008*).

*A szárazságtűrés genetikai vonatkozásai:* a különböző növényfajok és -populációk genetikai sokfélesége meghatározza szárazságtűrésük mértékét. A géntechnológia fejlődése a növények szárazságtűrésében is áttöréseket hozhat (*Tuberosa, 2012*). A szárazságtűrést szelektív nemesítéssel javítani lehet (*M. Farooq et al., 2012*).

*Stratégiák a szárazság hatásainak csökkentésére:* kulcsfontosságú, hogy a klímaváltozással egyre gyakoribb szárazságok kezelésére stratégiákat dolgozzunk ki, hogy minimalizálni tudjuk a szárazságstressz hatásait a növényekre és ökoszisztémára. A talaj vízvisszatartásának növelése mulcsolással és/vagy tudatos vízmegőrző módú talajműveléssel jelentősen enyhítheti az aszálykárokat a növénytermesztésben. Hosszú távon a növénynemesítés és biotechnológia hozhat el átütő sikereket a mezőgazdaságban a vízhiányban szenvedő területeken (*Farooq et al., 2009*).

### **3.Célkitűzés**

A komposztmulcsos művelés eredményei nagyrészt gyakorlati tapasztalatokon alapulnak, ezért ezen szakdolgozat célja, hogy referenciapontot adjon a komposztmulcsos- és hagyományos művelésű ágyásokkal rendelkező konyhakert üzemeltetéséről, illetve feltárja a komposztmulcsos termesztési technológia hatásait egyes művelési-ápolási munkálatokra nézve, valamint növekedési és élettani jellemzőire a vizsgálatba vont négy növényfaj (vöröshagyma, borsó, paradicsom, paprika) esetében. A kísérlet során mind a szabadföldi, mind a laboratóriumi vizsgálatok esetében fel kívántuk tární, hogy mely művelési technológia eredményez jobb növekedési és fotoszintetikus tulajdonságokat a fenti négy növényfaj esetében, valamint paprika esetében kedvezőbb stressztűrést abban a reményben, hogy ezzel elősegíthetjük ezen technológia elméleti alapjainak pontosabb megértését.

## 4. Anyag és módszer

### 4.1 Szabadföldi vizsgálatok

A szabadföldi vizsgálatok a saját konyhakertemben, Bázakerettyén folytak. Négy növényfajt használtam fel, melyek termesztése közben megfigyeltem különböző mutatókat, mint:

- A termés mennyisége, minősége
- A növények fejlettsége és egészségi állapota
- A talajművelés és növénygondozás munkaerőigénye
- Gyomosodással kapcsolatos megfigyelések

A kísérlethez saját előállítású komposztot és saját nevelésű palántákat használtam.

A vizsgálatok 2023 májusában kerültek beállításra. Megegyező méretű ágyásokban, egymáshoz közel, párhuzamosan folyt ugyanazon fajú és fajtájú növények termesztése. A különbséget a művelés módja adja (komposztmulcsos és hagyományos művelési módok). Az ágyások előkészítése mindegyik növényfajnál művelési módonként megegyezik. Növényfajonként eltérő vizsgálatok történtek.

#### *Ágyások előkészítése*

Az ágyások előkészítése a *komposztmulcsos művelési mód* esetében a következőképpen történt:

- A talaj takarása kartonpapírral
- Emelt ágyás (15 cm) keretének kialakítása
- Komposztmulcs terítése 15 cm vastagság eléréséig, majd tömörítés lábbal (1. ábra)
- Vetés vagy ültetés

Az ágyások előkészítése a *hagyományos művelési mód* esetében a következőképpen történt:

- Komposzt kijuttatása és egyenletes elosztása az ágyáson (25 liter/m<sup>2</sup>)
- A talaj felásása kézi ásóval (komposzt beforgatása)
- Rögök aprítása kézi kapával
- Talajfelszín elegyengetése
- Vetés vagy ültetés



1.ábra: Készülő komposztmulcsos ágyás. (saját felvétel, 2023.05.27.)

### 4.1.1 Vöröshagyma

200-200 db dugvhagymát dugványoztam május 20.-án. A komposztmulcsos ágyások esetén 4 ágyás együttesen adta a vizsgálat alanyát (így megegyezett a terület és ágyáshossz) (2.ábra)

A gyommentesítést kéthetente végeztem kézi gyomlálással és a komposztmulcs esetén lengőkapával, a hagyományos ágyás esetén normál kapával. A gyommentesítéssel töltött idő mérésre került.



2. ábra: Vöröshagyma(középen) és borsó(két oldalt) növények hagyományos (balra) és komposztmulcsos(jobbra) ágyásban. (fotó: saját felvétel, 2023.06.06.)

### 4.1.2 Kerti borsó

*Farmer* fajtájú kerti borsót vetettem 5 cm-es tőtávval, 2-3 cm-es vetésmélységgel. Ugyanazon ágyásokat használtam, mint a vöröshagyma növényeknél, oly módon hogy a két szélső sorba vetettem a borsót, középre pedig egy sorba dugványoztam a vöröshagymát. Így 400-400 db magot vetettem mindkét művelési módú ágyásba. A komposztmulcsos ágyások esetén 4 ágyás együttesen adta a vizsgálat alanyát (így megegyezett a terület és ágyáshossz) (2. ábra). A kísérlet során megszámoltam a kikelt növények számát, melyet a vetett magszámmal összevetve kiszámoltam a kelési százalékot. A borsó növények június 17.-én terminálásra (kikapálásra) kerültek.

### 4.1.3 Paradicsom

A kísérlethez saját hajtatású *Kecskeméti jubileum* fajtájú paradicsom palántákat használtam fel. 8-8 m<sup>2</sup> területű ágyásokban folyt az összehasonlítás, ebből a hagyományos művelésű ágyás egy darab



3. ábra: Paradicsom növények hagyományos- (balra, 2023.05.28.) és komposztmulcsos(jobbra,2023.05.29.) ágyásban, röviddel kiültetés után (fotó: saját felvétel )

10m\*80 cm-es, a komposztmulcsos művelés esetén 4 darab 3,3m\*60 cm méretű szabadföldi ágyás.

A növényeket egy sorba, 50 centiméteres tőtávval ültettem 2023. 05.28. és 2023.05.29.-én (3. ábra) 16-16 db paradicsom növény a kísérlet alanya. Az ágyásokat megegyező időpontban és ugyanúgy kezeltem, mely az öntözést, gyomlálást és metszést jelenti (hónaljhajtasok eltávolítása).

#### 4.1.4 Paprika

A kísérlethez saját nevelésű *Csángó F<sub>1</sub>* kápia hibrid és *Albaregia* fajta tölteni való paprikákat használtam fel. Fóliasátor alá, azonos méretű (6 m<sup>2</sup>) ágyásokba 15-15 darab tölteni való (TV) paprika palántát ültettem 40 cm-es tőtávval, és melléjük 5-5 darab kápia palántát ültettem oly módon, hogy 3 TV paprikaként jusson egy darab kápia a mellébe lévő sorba, eltolva. (Tehát két sor van egymás mellett, a TV-nél a tőtáv 40cm, a kápiánál 120 cm.) Az ültetés 2023.05.27.-én történt (5. ábra).

A palánták elültetése után mindkét ágyást ugyanúgy és ugyanakkor kezeltem, amely az öntözést, gyomlálást, karózást, beteg részek eltávolítását jelenti.

A termés mennyiségének mérését a következőképpen végeztem:

- 4 csoportra osztottam termést „származás” szerint:
- Komposztmulcsos kápia (KMK)
- Komposztmulcsos TV (KMTV)
- Hagyományos kápia (HAK)
- Hagyományos TV (HATV)

- A jelentős részben fogyaszthatatlan bogyók nem képezik részét a mérésnek (csak „piacképes” bogyók).(4. ábra)

- A bogyót akkor tekintetem szedésérettnek TV paprika esetében, ha a narancssárgás színeződés megjelent, kápia esetében ha a bogyó már piros volt.

- A kísérlet során beiktattam 2 szárazságstressz-tesztet is (6 egymást követő öntözésmentes nap)



4. ábra: Komposztmulcsos (balra) és hagyományos (jobbra) ágyásokból származó termés (Fotó: Saját felvétel, 2023.10.14.)

A növényekről július 28.-a és október 14.-e között

10 alkalommal gyűjtöttem be termést. A szedések alkalmával begyűjtöttem az összes olyan bogyót, amelyet szedésérett volt. (A bogyókat akkor tekintetem szedésérettnek a TV paprika esetében, ha a narancssárgás színeződés megjelent, kápia esetében ha a bogyó már piros volt.) (4. ábra).

2023.június 24.-én a növények magasságát mérőszalaggal mértem meg és hasonlítottam össze. A növénymagasságmérés a tenyésztidőszakban egyszer történt meg.



5. ábra: Frissen ültetett paprikanövények komposztmulcsos (balra) és hagyományos (jobbra) ágyásban (Fotó: Saját felvétel, 2023.05.27.)

A növényeket szárazságstressznek is kitettük két alkalommal, ami azt jelenti, hogy hat napon keresztül nem kaptak öntözést(szept. 14-20 és okt 07.-13).

## 4.1 Palánta kísérlet

Összehasonlító kísérletet állítottunk be, melynek célja az alább felsorolt paraméterek mérése és összehasonlítása volt. A kísérletben négy növényfaj szerepelt: kerti borsó, vöröshagyma, paradicsom, és paprika. Az összehasonlítás alapja a saját készítésű komposzt és virágföld teljesítményének összehasonlítása a bennük nevelt palánták különböző paraméterei alapján. Az összehasonlított növények mennyisége:

Paprika - 10-10 darab

Paradicsom - 5-5 darab

Kerti borsó - 5-5 darab

Vöröshagyma - 4-4 darab

### 4.1.1 Növénynevelés

2024. február 10-én a magok elvetésre, a dughagymák dugványozásra kerültek. Egy cserépbe 3 mag, illetve 3 dughagyma került (6. ábra). A növények később egyelésre kerültek. A cserepek a magok csírázásáig lakásban, csírázás után nappal fóliasátor alatt, éjszaka a lakásban voltak. Később, mikor az éjszakai hőmérséklet már nem csökkent  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  alá a szabadban, a növények már a fóliasátorban is éjszakáztak. A magvetéstől kezdődően az öntözés növényfajonként azonos mértékű és időpontú volt.



6. ábra: A kontroll(balra) és komposzt(jobbra)(vizsgálati)csoport 2024.február 10.-én(Saját felvétel)

### 4.1.2 Mintavételezések időpontjai és menete

2024. március 11.-én került sor mintavételre a vöröshagyma és kerti borsó növényekből, 2024 április 11.-én a paprika és paradicsom növényekből. A növények leveleit és gyökereit ollóval aprítottuk össze, majd az antioxidáns-kapacitás méréshez 0,1 grammos mintákat hoztunk létre, melyek fagyasztószekrénybe kerültek.

### **4.1.3 Növénymagasság mérés**

A növények föld feletti magasságát rendszeresen végeztük mérőszalag segítségével, melyek utolsó időpontjai a mintavételezések napjai voltak (2024. március 11. és 2024. április 11.).

### **4.1.5 Relatív klorofill tartalom meghatározás**

A növények relatív klorofill tartalmát Minolta SPAD 502 (Konica Minolta, Europaallee 17 30855 Langenhagen Germany) készülékkel mértük. A 650 és 940 nm hullámhosszon képes mérni a növények intakt transzmisszióját. A klorofill tartalom és a SPAD index értéke szoros kölcsönhatásban állnak egymással, ezért a mérés eredménye egy mértékegység nélküli becsült klorofilltartalmat szolgáltat. Ilyenkor kezelésként az erre szánt 3 növényen mértünk 30 SPAD indexet, vagyis minden növényről 10 értéket. A növényenkénti 10 SPAD indexet a levélfelület eltérő részein mértük.

### **4.1.6 Biofoton emissziós vizsgálat**

A biofoton emisszió mértékének mérésére Nightshade LB 985 készüléket használtuk (Institute Berthold Technologies Bioanalytical Instruments, Calmbacher Strasse 22, D-75323 Bad Wildbad, Németország). Minden kezelés esetén öt növényt mértünk, amelyeket tíz percig a készülékben helyeztünk el. Ez idő alatt a növényeket távol tartottuk minden látható fényforrástól. A tízperces mérést megelőzően a behelyezett növényeket öt másodpercig állandó, maximális intenzitású LED-fénynek tettük ki annak érdekében, hogy sztenderdizált,ezáltal összevethető kezdeti jelkibocsátást kapjunk. Ezt követően a sötétben tartva azokat percenként fényképeket készítettünk. A biofoton-kibocsátás mértékét másodpercenkénti számlálással rögzítette a szoftver (count per second:cps) mértékegységgel. A növény területegységre vonatkoztatott fotonemisszióját a szoftveres elemzés során kapott képek, jelintenzitás- és területértékek alapján cps/mm<sup>2</sup>-ben adtuk meg szintén az összehasonlíthatóság érdekében. A stressz állapotára utal a biofoton-kibocsátás alacsonyabb szinteken való jelenléte.

### **4.1.7 Antioxidáns kapacitás mérés**

A vasredukáló képességen alapuló teljes antioxidáns kapacitást Benzie és Strain (1999) módszerével végeztük, az Estimation of total antioxidant activity című protokoll alapján, amely részletesen leírja a FRAP (ferric reducing ability of plasma) metodika lépéseit.

Először a reagenst (munkaoldat) készítettük el, amelyhez három oldatot használtunk 10:1:1 arányban:

- Acetát-puffer: 300 mM, pH 3,6;

- TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin) 10 mM 40 mM HCl-ban; 100 mL desztillált víz 330  $\mu$ L HCl-ban
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ : 20 mM

Az elkészült munkaoldat fényérzékeny, ezért szekrénybe helyeztük a felhasználásig.

A kezelésenkénti 0,1 gramm növényi mintákat fagyasztoóban hűtött dörzsmozsárban dörzsöltük el 1,5 ml 7,6 pH-jú foszfát pufferrel és mintánként azonos mennyiségű kvarchomokkal. Az eldörzsölt leveleket 2 ml-es eppendorf csövekbe raktuk, majd centrifugáltuk (Hettich, MIKRO 220R; Andreas Hettich GmbH&Co. KG Föhren str. 12, D-78532 Tuttlingen, Németország) 10 percen keresztül 4 °C-on 13 000 fordulat/percen. Centrifugálás alatt szintén 2 mL-es Eppendorfbokba 1950  $\mu$ L munkaoldatot tettünk, majd mikor a centrifuga program lejárt a felülúszóból 50  $\mu$ L-t alikvotáltunk a reagenshez. Ilyenkor fontos figyelni rá, hogy a kivonatot gyorsan pipettázzuk a reagensbe, mert a lejátszódó reakció viszonylag gyorsan végbemegy, és ezért a kész mintákat egyből inkubáltuk 37 °C-on 15 percig. Az abszorbanciát spektrofotométerrel mértük meg 593 nm-en, és az értékeket  $\mu$ g AS ekvivalens/g friss tömegben adtuk meg.

## 4.2 Statisztikai elemzés

A kísérleti adatokat Microsoft Excel szoftver v16.0 segítségével elemeztük, átlagokat és szórást számoltunk, emellett az eredményeket egytényezős varianciaanalízisnek vetettük alá (one-way ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## 5. Eredmények és értékelésük

### 5.1 Szabadföldi vizsgálatok

#### 5.1.1 Vöröshagyma

A laza szerkezet miatt a gyomokat a komposztmulcsos ágyásban könnyebb kihúzni, jellemzően a gyökerük sem szakad be. A lengőkapás gyomirtás a felszínen könnyed és gyors, nem invazív (csak a mulcsréteg felső 1-3 centiméterét érinti).



7.ábra:Balra: komposztmulcsos ágyásban nevelt vöröshagyma(középen) és kerti borsó (két oldalt) növények.(Éretlen komposzt)(2023.06.17)

Középen: Hagyományos ágyásban nevelt vöröshagyma(középen) és kerti borsó (két oldalt) növények. (2023.06.06)

Jobbra: Komposztmulcsos ágyásban nevelt vöröshagyma növények (Megfelelően érett komposzt)(2023.06.18)(Saját felvételek)

A hagyományos művelési módú ágyások kötöttségük miatt (a saját területemen) nem teszik lehetővé a lengőkapá hatékony használatát, valamint a gyomok kihúzása is sokkal nehezkesebb. A gyökerek gyakran beszakadnak, ami a rizómás gyomok esetében problémát jelent. Hagyományos kapát használva ugyanazon terület gyomirtása 2-3-szor annyi időt is igénybe vesz(2. táblázat), továbbá a hagyományos művelésnél a vízbefogadó-képesség javításának szüksége is indokolhatja a hagyományos kapa használatát. A hagyományos irtókapa használata a komposztmulcs lengőkapázásához képest fáradságos és hosszadalmas munka.

A vöröshagyma és borsó használatára alkalmazott komposztmulcsos ágyásokon a komposzt nem volt megfelelően érett. Ez negatív hatással volt mindkét növény fejlődésére. Ezt bizonyítja az a megfigyelés, hogy az egyidőben (a vizsgálatba nem tudatosan beletervezett), érett komposztal rendelkező komposztmulcsos ágyásba dugványozott hagymák sokkal jobban teljesítettek (7. ábra).

2.táblázat: Gyomtalanítás időtartama a komposztmulcsos és hagyományos ágyásokban

| Gyomtalanítás időpontja | Gyomtalanítás időtartama komposztmulcsos ágyásban(m:s) | Gyomtalanítás időtartama hagyományos ágyásban (m:s) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2023. június 3.         | 8:45                                                   | 25:06                                               |
| 2023.Június 17.         | 7:53                                                   | 23:12                                               |
| 2023.Július 1.          | 8:36                                                   | 26:25                                               |
| Összesen:               | 25:04 (35%)                                            | 1:14:43 (100%)                                      |

### 5.1.2 Kerti borsó

A hagyományos művelési módú ágyásban 400 elvetett magból 307 db növény kelt ki, ami 76.75%-os kelési százalékot jelent. A komposztmulcsos ágyásban 400 db vetett magból 193 darab kelt ki, ami 48.25%-os kelési százalékot jelent (3. táblázat).

A hagyományos művelési módú ágyásban a kelési százalék 59%-al volt jobb (egymáshoz viszonyítva), mint a komposztmulcsos ágyásban. Az eredmény nagyrészt annak tulajdonítható, hogy a komposztmulcsos ágyásra terített komposzt nem volt megfelelően érett a vizsgálatkor, ami rendkívül negatívan befolyásolta a kelési százalékot és a növényfejlődést mind a vöröshagyma, mind a kerti borsó esetében (7. ábra).

3.táblázat: A borsó kelési százaléka a komposztmulcsos és hagyományos ágyásokban

| Művelési mód    | Vetett mag (db) | Kikelt növény (db) | Kelési százalék |
|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Hagyományos     | 400             | 307                | 76.75           |
| Komposztmulcsos | 400             | 193                | 48.25           |

### 5.1.3 Paradicsom

A paradicsom növények esetében július harmadik dekádjában már jól látszott a különbség mind a növények termetében, mind egészségi állapotában, mind a nevelt bogyók számában (8. ábra). A 2023-as év nyarán gyakori volt a hűvös, csapadékos időjárás. Ez a gombás megbetegedések nagy nyomását idézte elő. A paradicsomvész (*Phytophthora infestans*) a hagyományos művelésű ágyásban 100%-os kárt okozott, a növényeken július végére nem maradt zöld rész. A komposztmulcsos paradicsomok a beteg részek eltávolítása után újjahajtottak, virágoztak és bogyót hoztak, de azoknak már nem volt idejük beérni, így a termésmennyiség vizsgálatára nem volt lehetőség, azonban vonhatunk le következtetéseket a két művelési mód ellenállóságra gyakorolt hatás.



8.ábra:Hagyományos(balra) és komposztmulcsos ágyásban nevelt paradicsom növények (Saját felvétel, 2023.07.23)

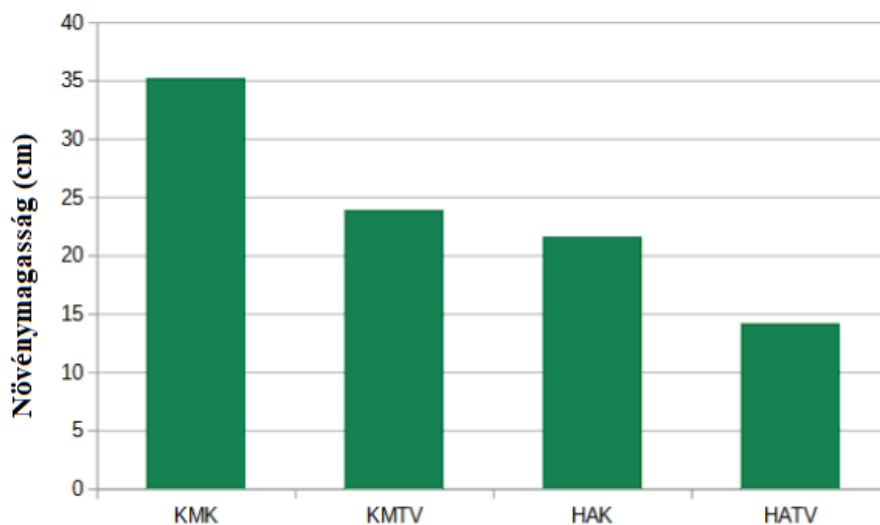
### 5.1.4 Paprika

Ültetés (2023.05.27.) után közel egy hónappal a paprikanövények fenológiai fejlődése között jelentős különbség látszott. Ültetés után két hónappal a komposztmulcsos tölténivaló (KMTV) paprikákon már volt olyan termés, melyen kezdett megjelenni a narancssárgás színeződés, és a méreten, vigorban továbbra is jelentős különbségek látszottak a komposztmulcsos ágyás javára (11. ábra).

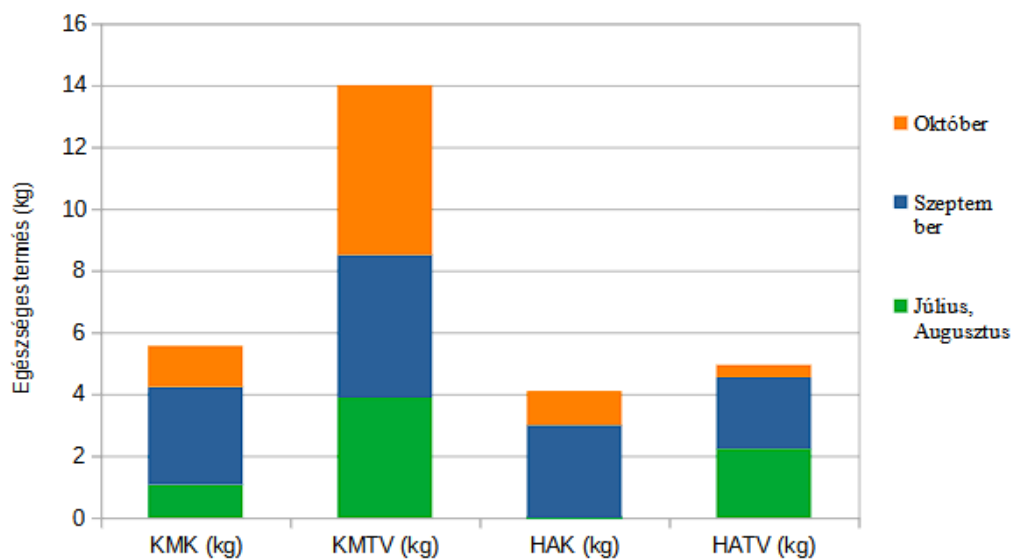
2023.06.24.-én az átlagos magasság a komposztmulcsos TV (KMTV) paprikák esetében 23.88 cm, a hagyományos művelésű TV (HATV) esetében 14.17 cm, komposztmulcsos kápiák (KMK) esetében 35.2 cm, a hagyományos művelésű kápák (HAK) esetében 21.6 cm volt (12. ábra).



11. ábra: Komposztmulcsos (balra) és hagyományos (jobbra) ágyásokban nevelt paprika növények (2023.06.24; 2023.07.23.) (Saját felvétel)



12. ábra: Átlagos növénymagasság 2023.06.24.-én (Komposztmulcsos Kápiá, Komposztmulcsos TV, Hagyományos Kápiá, Hagyományos TV)



13.ábra: A különböző ágyásokból származó paprikatermés idő- és tömegbeli megoszlása július 28. és október 14 között

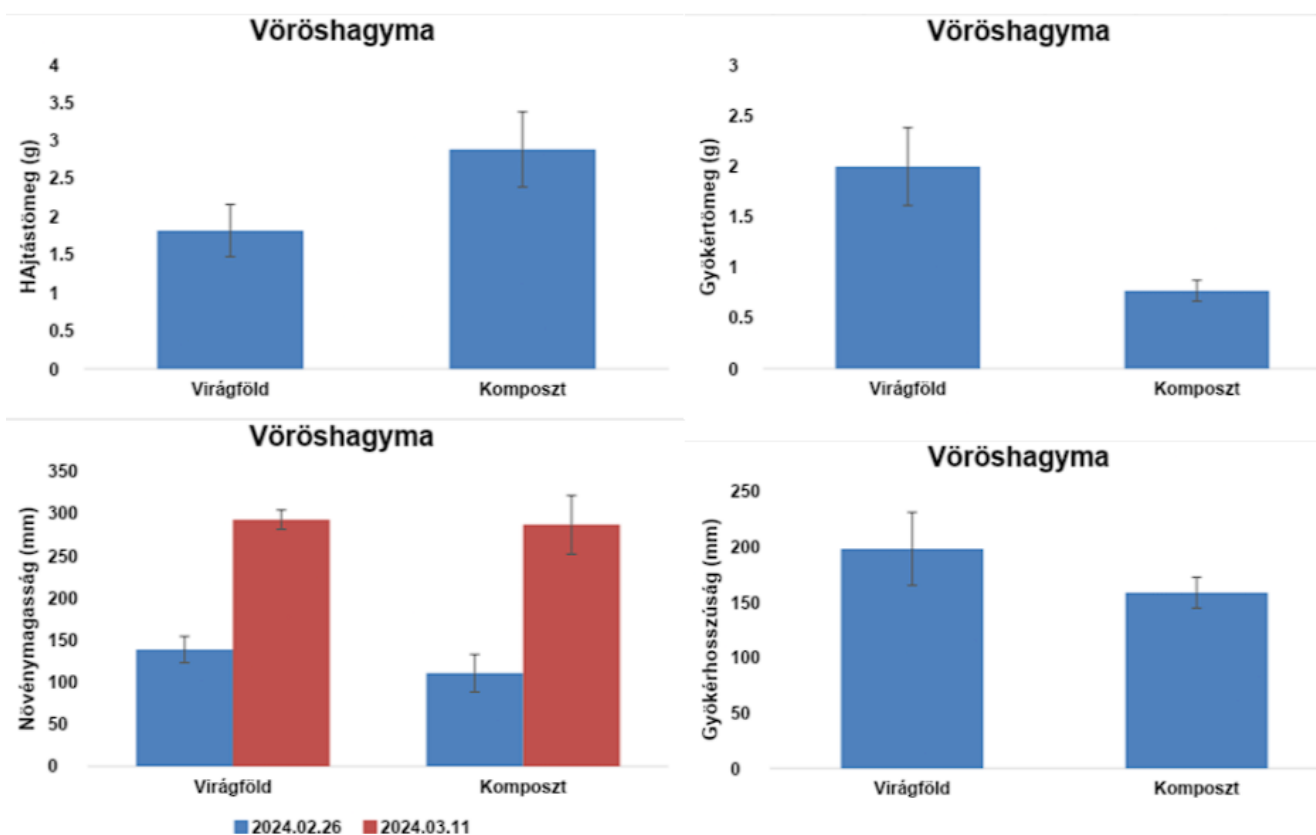
Az eredmények azt mutatják, hogy a komposztmulcsban nevelt paprikák növekedési ütemben, termésmennyiségben és termésminőségben jobban teljesítettek, mint a hagyományos ágyásban nevelt társaik(4. táblázat, 13. ábra). A szárazságstressz hatása (szept. 14-20 és okt 07.-13) ezt a különbséget fokozta, amiből arra lehet következtetni, hogy a komposztmulcsban nevelt növények jobban viselik a vízhiányt. A különbség a termésminőségben is megmutatkozott, ugyanis az egészséges bogyók aránya a komposztmulcs esetében jelentős javulást mutatott. A hagyományos ágyásban kis mennyiségű (2-3 db) növénypusztulás is történt, ami tovább növelte a különbségeket.

## 5.2 Palánta kísérlet

### 5.2.1. Vöröshagyma

#### Hajtás- és gyökértömeg, gyökérhossz, növénymagasság

A kontroll csoportban a vöröshagyma növények hajtástömege 1,815 gramm, gyökértömege 2,00 gramm, gyökérhossza 198 mm, volt átlagosan, míg a komposztban neveltek hajtástömege 2,88 gramm (59%-al nagyobb hajtástömeg) ( $p=0,0511$ ), gyökértömege 0,77 gramm (61,5%-al alacsonyabb gyökértömeg) ( $p=0,002154$ ), gyökérhossza 162,4mm (10,3%-al rövidebb gyökérhossz) ( $p=0,462$ ), volt. A növények átlagos magassága 2024.03.11.-én a kontrollcsoportban 292.5 mm, a komposztcsoportban 286.5 mm volt (2,1%-al alacsonyabb növények) ( $p=0.09923$ ) (14. ábra).



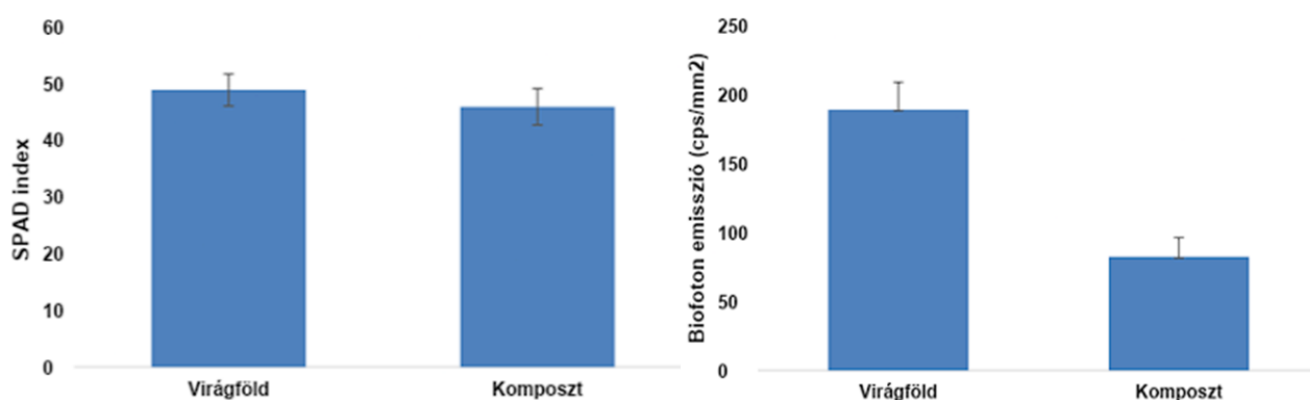
14. ábra: A virágföldben- és komposztban nevelt vöröshagyma növények hajtás- és gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása

A vöröshagyma esetében az eredmények azt mutatják, hogy a komposztcsoport hajtástömege 2024.03.11.-én szignifikánsan magasabb, gyökértömege szignifikánsan alacsonyabb, gyökérhossza ( $p$ -érték szerint) kevésbé szignifikánsan rövidebb volt. A növénymagasság azt mutatja, hogy február 26.-án (16 nappal dugványozás után) a komposztcsoport növényei 20%-al alacsonyabbak voltak, március 11.-re viszont a komposztcsoport behozta hátrányát. A komposztmulcs a hagyma

növekedésének korai időszakában más munkák eredményeiben is pozitív hatásokat mutatott a növényfejlődésre. *Showler; (2022)* két egymást követő tenyészidőszakban vizsgálta a hagyma levélszövetében lévő tápanyagokat, a levélhosszúságot, a különböző méretosztályok számában és tömegében kifejezett hagymatermést, valamint a biokémiai tulajdonságokat. Vizsgálata azt mutatta, hogy a hagymalevélben a nitrogén százalékos aránya ugyanolyan mértékben nőtt, mint a kísérletben alkalmazott műtrágya kezeléssel nevelt növényeké; és a levelek ugyanolyan hosszúra nőttek, mint a műtrágyázott parcellákban.

### Relatív klorofill tartalom

Vöröshagyma esetében a SPAD-index átlagosan 49,025 volt a kontroll csoportban és 46,0625 a komposztcsoportban (6%-al alacsonyabb SPAD) ( $p=0,0072$ ). (15. ábra)



15. ábra: A virágföldben- illetve komposztmulcsban nevelt vöröshagyma növények relatív klorofill-tartalmának és biofoton emissziójának összehasonlítása

### Biofoton emisszió

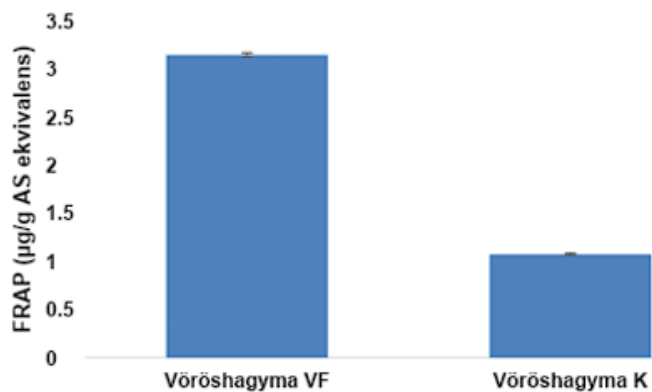
A vöröshagyma növények esetében a kontrollcsoportban a 10 mérés összegének átlaga 189,5 cps/mm<sup>2</sup> volt, a komposztcsoport esetében a mérések összegének átlaga 82,48 cps/mm<sup>2</sup> ( $p=2,19 \times 10^{-6}$ ) (56.5%-al alacsonyabb biofoton emisszió). (15. ábra)

### Antioxidáns kapacitás

Az antioxidáns kapacitás vöröshagyma esetében a kontrollcsoport átlagos FRAP átlagos értéke<sup>4</sup> 3,146, a komposztcsoport átlaga 1,073 (65,9%-al alacsonyabb FRAP) ( $p=1,31 \times 10^{-21}$ ), ami szignifikáns csökkenést jelez a komposztmulcsos kezelés esetében a virágföldes kezeléshez képest.

Ebből az a következtetés vonható le, hogy a mérés időpontjában a komposztcsoportos növények stressztűrő képessége alacsonyabb volt.

<sup>4</sup> mértékegység minden esetben mikrogramm/g AS ekvivalens



16. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt vöröshagyma növények FRAP-értékének összehasonlítása

A vöröshagyma esetében a növekedési mutatók, valamint a fotoszintetikus rendszer állapotát és a növények stressztűrő képességével összefüggésbe hozható teljes antioxidáns kapacitását jellemző paraméterek egyaránt azt mutatták, hogy a növekedésnek ezen kezdeti fázisában nem érvényesül illetve nem pozitív módon érvényesül a komposztmulcs hatása. Ezen eredmények összefüggésben állnak *Showler, (2022)* vizsgálataival, aki munkájában bizonyította, hogy a komposztmulcs jótékony hatásai nem a növekedés kezdeti fázisában, hanem később, amikor feltehetően már megfelelő mikorrhiza kapcsolatokkal rendelkezik a gyökér régió, ezáltal intenzívebb a tápanyag felszívó felülete, ezzel párhuzamosan hatékonyabb a tápanyag hasznosítás is.

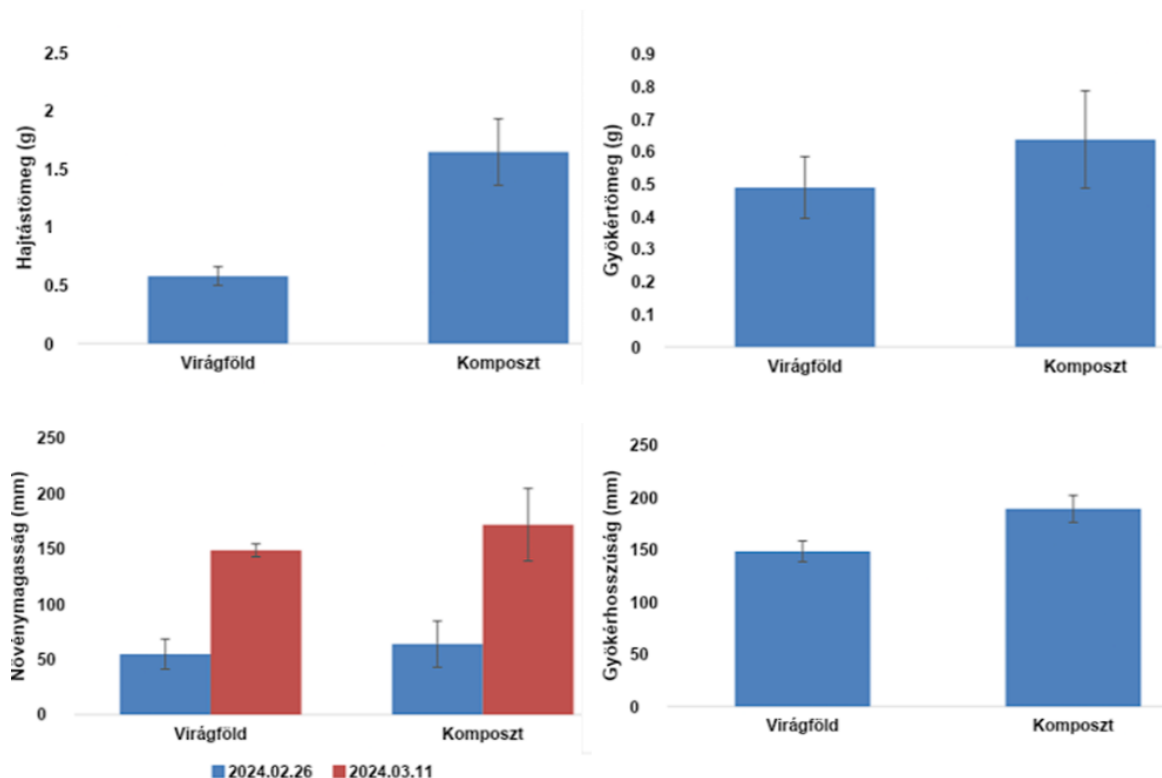


17. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt vöröshagyma növények március 5., illetve március 11.-én( Saját felvétel)

### 5.2.2. Kerti borsó

A kontroll csoportban a kerti borsó növények hajtástömege 0,578 gramm, gyökértömege 0,49 gramm, gyökérhossza 148,4 mm, volt átlagosan, míg a komposztban neveltek hajtástömege 1,6425 gramm (184%-al nagyobb hajtástömeg) ( $p=0,0018$ ), gyökértömege 0,6375 gramm (30,1%-al magasabb gyökértömeg) ( $p=0,334$ ), gyökérhossza 189mm (27%-al hosszabb gyökér) ( $p=0,0163$ ), volt.

A növények átlagos magassága 2024.03.11.-én a kontrollcsoportban 148,4 mm, a komposztcsoportban 189 mm volt (16%-al magasabb növények) ( $p=0.3500$ ) (18. ábra).



18. ábra: A virágföldben- és komposztban nevelt kerti borsó növények hajtás- és gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása

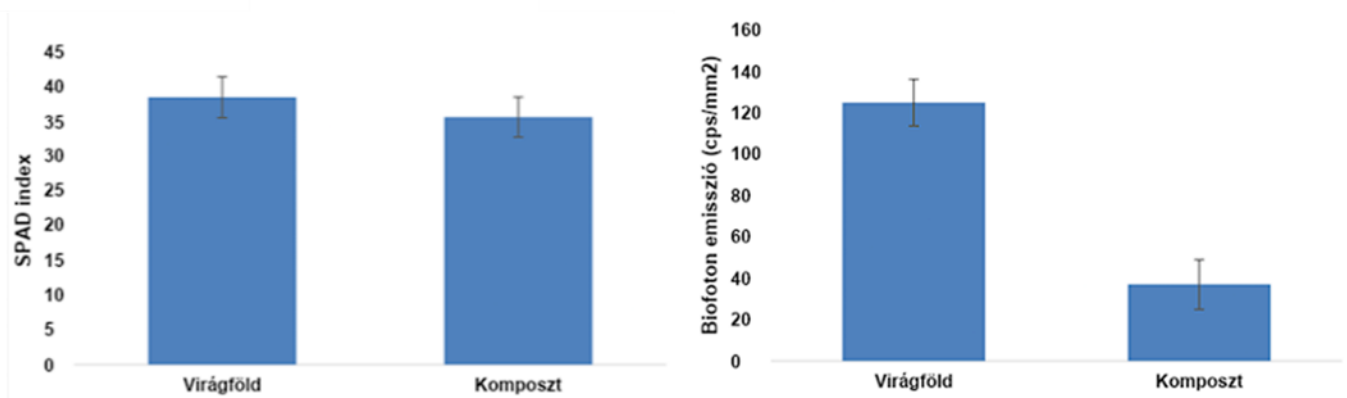
Az eredmények azt mutatják, hogy a komposztcsoport növényei hajtástömegben és gyökérhosszúságban szignifikánsan jobban-, gyökértömegben és növénymagasságban ( $p$ -érték szerint) kevésbé szignifikánsan jobban teljesítettek a kontrollcsoportnál. A növényeket a 21. ábra szemlélteti.

#### Relatív klorofill tartalom

A 16. ábrán láthatók a kerti borsó növények relatív klorofill tartalom változásai. Kerti borsó esetében a SPAD index átlagosan 38,514 volt a kontroll csoportban és 38,514 a komposztcsoportban (7,4%-al alacsonyabb SPAD) ( $p=0,011$ ). Az eredményekből az látszik, hogy a kerti borsó növények átlagában a komposztcsoportban szignifikánsan alacsonyabb a klorofilltartalom (19. ábra).

## Biofoton emisszió

A zöldborsó növények esetében a kontrollcsoportban a 10 mérés összegének átlaga 124,87 cps/mm<sup>2</sup> volt, a komposztcsoport esetében a mérések összegének átlaga 36,89 cps/mm<sup>2</sup> ( $p=9,12 \times 10^{-6}$ )(70.4%-al alacsonyabb biofoton emisszió).



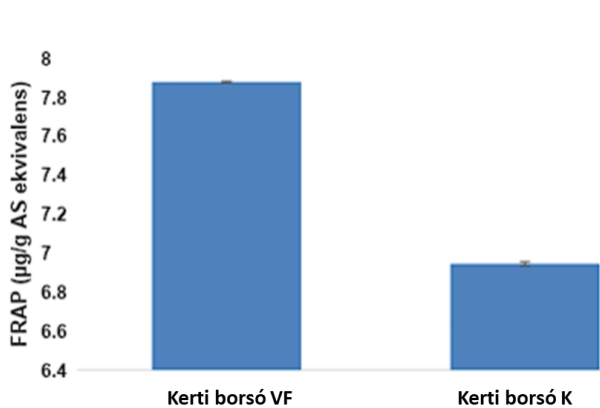
19. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt kerti borsó növények relatív klorofill tartalmának és biofoton-emissziójának összehasonlítása

Az általunk végzett mérések és statisztikai adatok azt mutatják kerti borsó esetében, hogy a komposztcsoport biofoton-emissziója és SPAD-indexe szignifikánsan alacsonyabb a kontrollcsoporthoz viszonyítva.(19. ábra) Ebből arra következtethetünk, hogy a 30 napig tartó növénynevelés végén a kontrollcsoportba tartozó növények voltak egészségesebbek.

## Antioxidáns kapacitás

Az antioxidáns kapacitás tekintésben a kerti borsó esetében a kontrollcsoport átlagos FRAP értéke 7,872, a komposztcsoport átlaga 6,944(11,8%-al alacsonyabb FRAP) ( $p=4,9 \times 10^{-8}$ ).

A kerti borsó esetében a FRAP értéke szignifikánsan alacsonyabb volt a komposztcsoportban (20. ábra), mint a kontrollcsoportban. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a mérés időpontjában a komposztcsoportos kerti borsó növények stressztűrő képessége alacsonyabb volt.



20. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt kerti borsó növények FRAP-értékének összehasonlítása

A kerti borsó esetében - ahogy azt a vöröshagymánál is megállapítottuk - a növekedési mutatók, valamint a fotoszintetikus rendszer állapotát és a növények stressztűrő képességével összefüggésbe hozható teljes antioxidáns kapacitását jellemző paraméterek nem jeleztek pozitív komposztmulcs-hatást, amely jelenségnek az oka jelen esetben is a kezdeti fázis gyengébb tápanyaghasznosító-képességével hozható összefüggésbe (Showler, 2022).



21. ábra: A virágföldben- (balra) illetve komposztban (jobbra) nevelt kerti borsó növények (Saját felvétel 2024.03.11)

### 5.2.3 Paradicsom

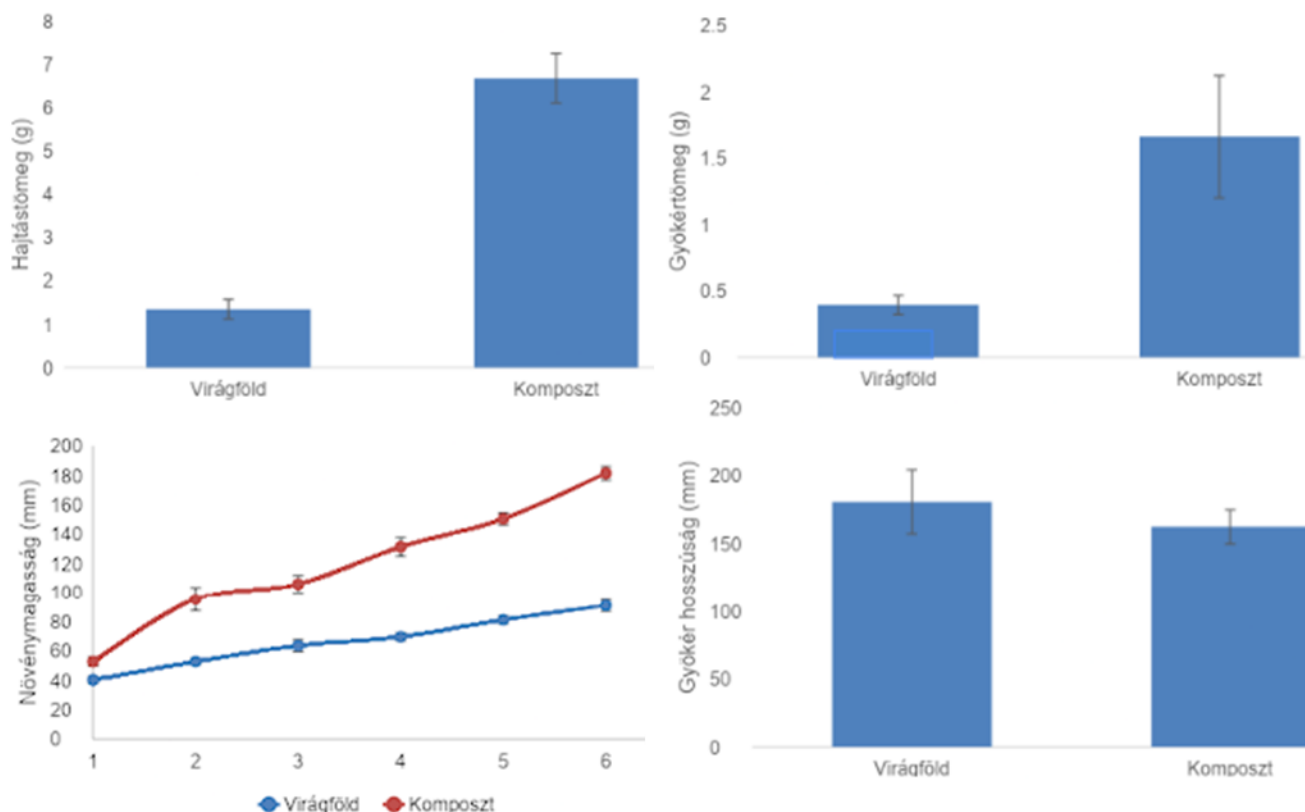
A paradicsom növények esetében a kontroll csoportban a hajtástömeg 1,346 g, gyökértömeg 0,394 g, gyökérhossz 181 mm volt átlagosan, míg a komposztban neveltek hajtástömege 6,692 g (397%-al nagyobb hajtástömeg) ( $p=0,00005$ ), gyökértömege 1,662 g (322%-al magasabb gyökértömeg) ( $p=0,016$ ), gyökérhossza 162,4mm (10,3%-al rövidebb gyökérhossz) ( $p=0,462$ ), volt.

A növények átlagos magassága 2024.04.11-én a kontrollcsoportban 90,8mm, a komposztos csoportban 181,4 mm volt (99,7%-al magasabb növénymagasság) ( $p=1.6 \times 10^{-7}$ ).

A növényeket a 22. ábra szemlélteti.



22. ábra: A virágföldben- (balra) illetve komposztban (jobbra) nevelt paradicsom növények (Saját felvétel 2024.04.11)



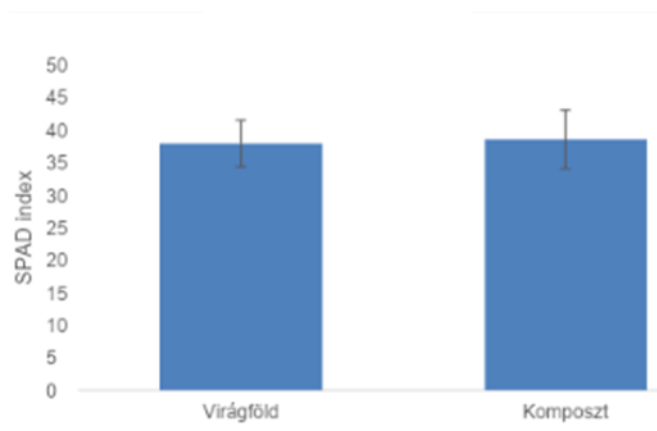
23. ábra: A virágföldben- és komposztban nevelt paradicsomok hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénytömegének összehasonlítása

Az eredmények azt mutatják, hogy a paradicsomok esetében a komposztcsoporthoz szignifikánsan jobb átlagos értékeket produkált hajtás- és gyökértömeg, illetve növénytömeg paraméterekben (23. ábra).

Nguyen és munkatársai (2012) paradicsom növényeken elvégzett komposztmulcsos vizsgálatok során megállapították, hogy a komposzt hozzáadása növelte a hajtás- és gyökérnövekedést jól öntözött és aszályos körülmények között, azonban ez a hatás nem mutatkozott meg elegendő vízellátás esetén, amikor a fotoszintézis és a transzspiráció mértéke minden kezelésnél hasonló volt. A szárazságnak kitett kontroll növények hamarabb hervadtak, ezzel szemben a mulcsozott komposzt növelte a vízellátottságot, ezáltal a hervadásig eltelt napok számát (Nguyen. et al., 2021).

### Relatív klorofill tartalom

A SPAD index a virágföldben nevelt paradicsom növények esetében 37,992, míg a komposztban nevelt növények esetében 38,592 volt ( $p=0,796$ ).

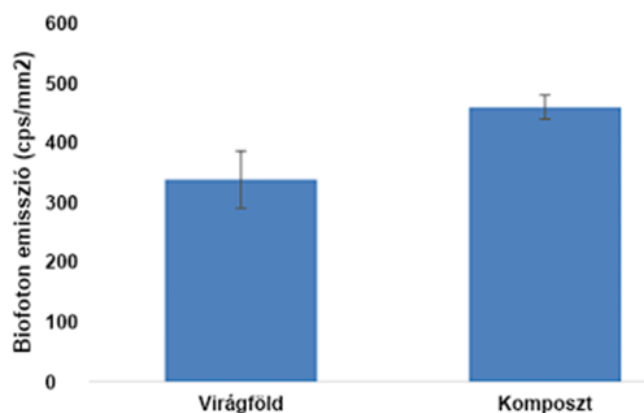


24.ábra: A paradicsom növények átlagos SPAD indexe

A mérések eredményei azt mutatják, hogy a paradicsom esetében a SPAD-index 2%-al jobb a komposztcsoport átlagában, tehát a különbség elhanyagolható (24. ábra).

### Biofoton emisszió

A biofoton emissziós eredményei alapján a paradicsom növények esetében a kontrollcsoportban a 10 mérés összegének átlaga 338,09 cps/mm<sup>2</sup> volt, a komposztcsoport esetében a mérések összegének átlaga 459,63 cps/mm<sup>2</sup> ( $p=7,94 \times 10^{-5}$ ) (36%-al magasabb biofoton emisszió) (25. ábra).



25.ábra: Virágföldben és komposztban nevelt paradicsom növények biofoton emissziója

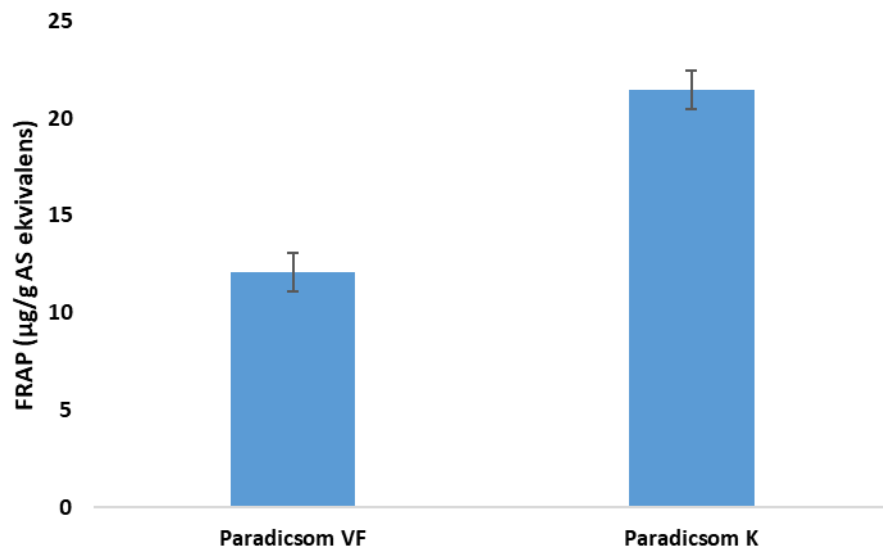
Ebből arra következtethetünk, hogy a 60 napig tartó növénynevelés végén a komposztcsoportba tartozó növények voltak egészségesebbek. Korábbi vizsgálatok során is bizonyítást nyert, hogy az egészségesebb növényállomány magasabb kezdeti biofoton emissziós rátával rendelkezik, ami aktívabb működő klorofillállományra utal (Jócsák et al., 2022, 2024).

Az eredmények azt mutatták, hogy a komposztmulcs alkalmazása pozitív hatással van a paradicsom növényekre, amelyet a biofoton emisszió és a relatív klorofill tartalom vizsgálata alapján állapítottunk meg.

### Antioxidáns kapacitás

Paradicsom esetében a kontrollcsoport átlagos FRAP átlagos értéke<sup>5</sup> 12,072, a komposztcs csoport átlaga 21,459 (77,8%-al magasabb FRAP)( $p=4,6 \times 10^{-20}$ ).

A paradicsom esetében a FRAP értéke a komposztcs csoportban szignifikánsan magasabb volt (26. ábra).



26. ábra: Virágföldben és komposztban nevelt paradicsom növények antioxidáns kapacitása

Ezen eredmények azt mutatják, hogy a paradicsom növények esetében már 60 nap növénynevelés elegendő volt ahhoz, hogy a komposztmulcs kezelés pozitív hatásai megmutatkozhassanak. Ennek egyik aspektusa a vasredukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás értéke, amely a nem enzimikus antioxidánsok mennyiségéről szolgáltat információt, ezáltal betekintést enged a növények stresszellenállósági viszonyaiba is. Ennek értelmében, a komposztmulcs kezelés pozitív hatásai egyértelműen megmutatkoztak a szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitás értéken keresztül.

<sup>5</sup> mértékegység minden esetben mikrogramm/g AS ekvivalens

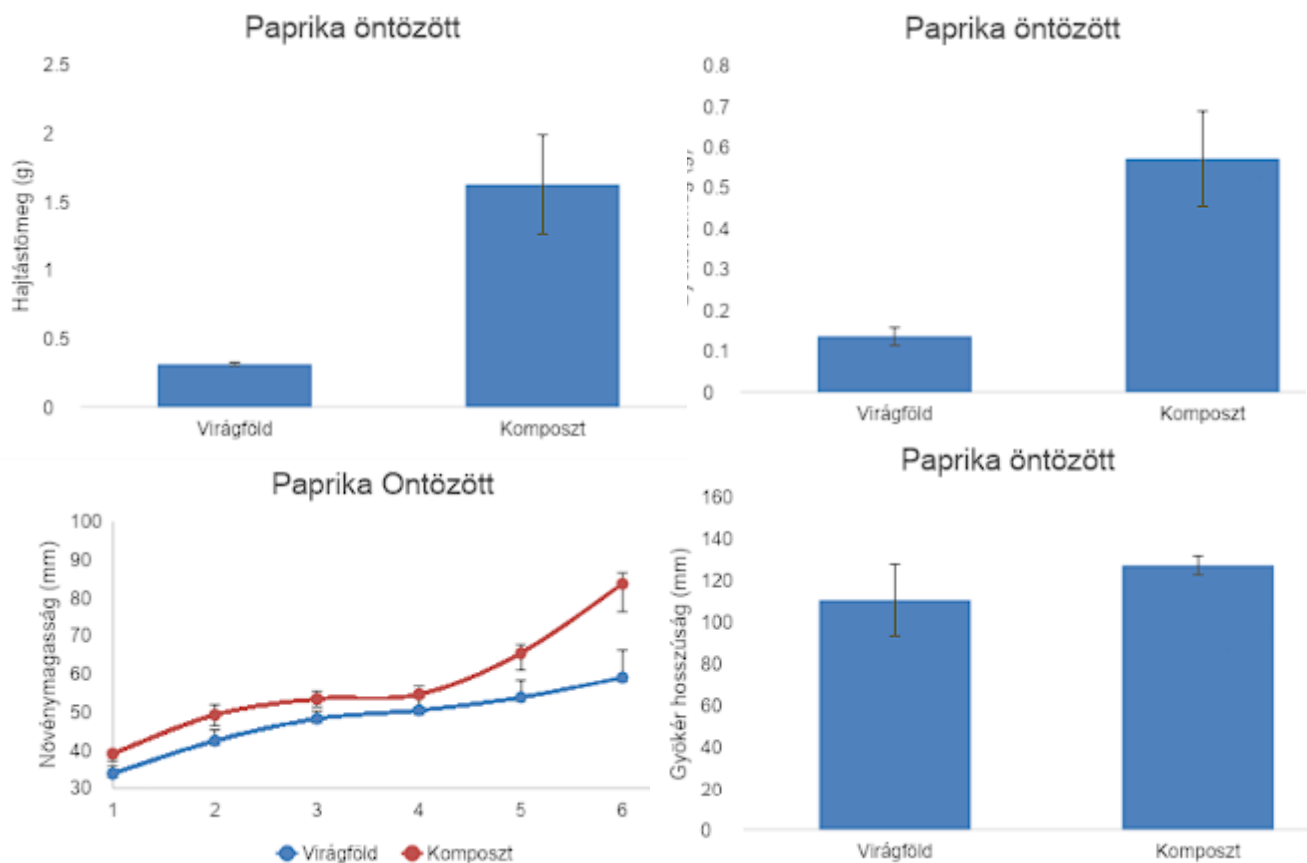
### 5.2.3 Paprika

#### Paprika (végig öntözött)

A hajtástömeg a virágföldes csoportban átlagosan 0,314 gramm, a komposztos csoportban átlagosan 1,626 gramm volt ( $p=0,00367$ ) (417%-al magasabb hajtástömeg).

A gyökértömeg virágföldben nevelt paprikák esetében átlagosan 0,136 gramm, a gyökérhossz 110,8 mm, a komposztban nevelt növényeknél a 0,572 gramm ( $p=0,000343$ ) (321%-al magasabb gyökértömeg) és 127,4 mm ( $p=0,3269$ ) (15%-al hosszabb gyökér) volt.

A növénymagasság a virágföldes csoportban április 11.-én átlagosan 59mm, a komposztos csoportban 83,6 mm volt ( $p=0,00777$ ) (42%-al magasabb növények). A növényeket a 32. ábra szemlélteti.



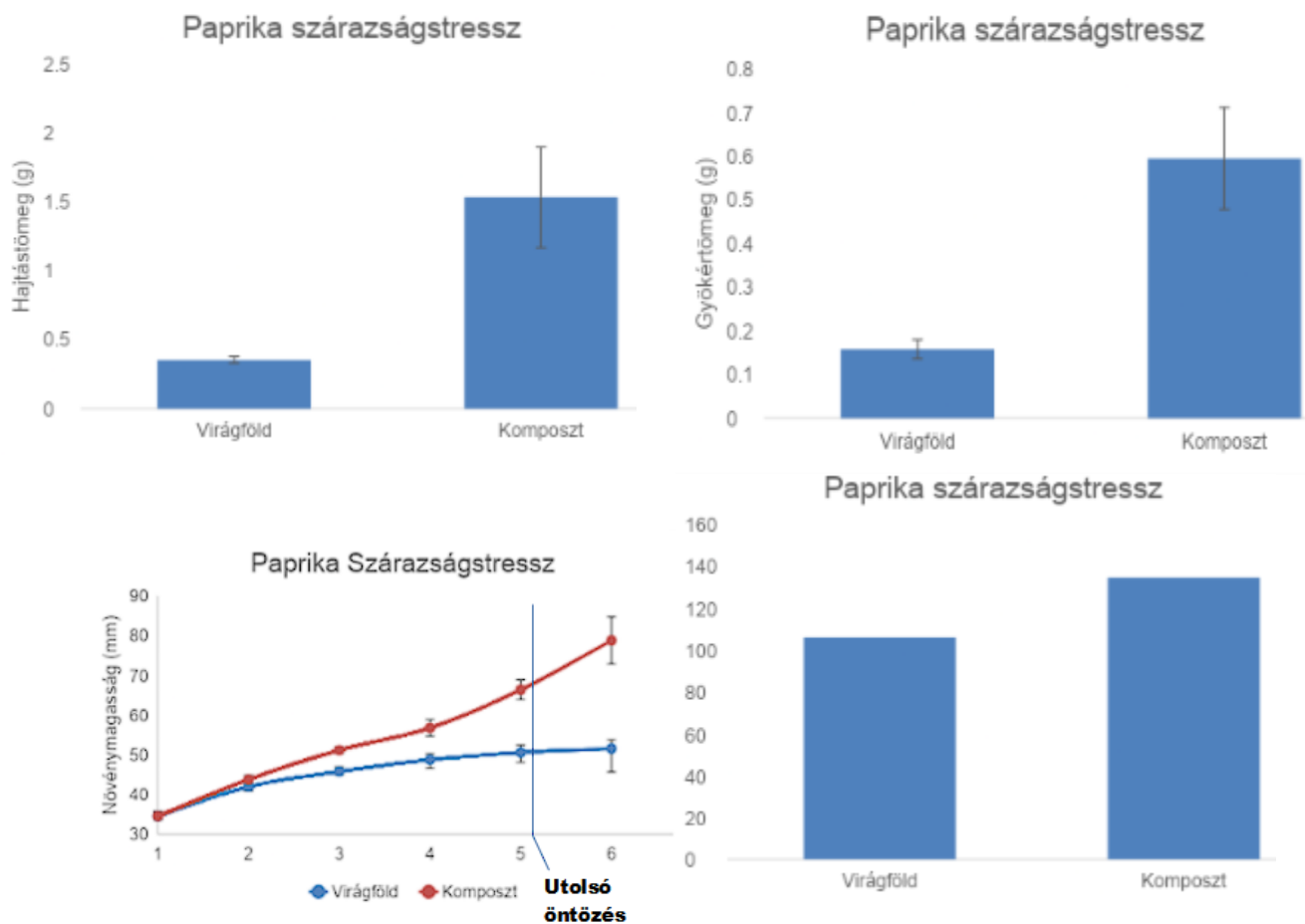
27. ábra: A virágföldben- és komposztban nevelt, végig öntözött paprikák hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása

Az eredmények azt mutatják, hogy a végig öntözött paprikák esetében a komposztcsoport szignifikánsan jobb átlagos értékeket produkált hajtás- és gyökértömeg, illetve növénymagasság paraméterekben (27. ábra).

Összességében megállapítható, hogy az összes vizsgált növekedési parameter esetében a komposztmulcs-kezelés eredményett statisztikailag igazolhatóan jobb értékeket. Emellett, érdekes eredménynek számít az az észlelt tény is, hogy a komposztmulcsos és a virágföldes nevelési közegek a növény magasságon keresztül a növekedésre gyakorolt hatása a kísérlet kezdeti időszakában nem mutatkozott meg, azonban az 36. vizsgálati naptól kezdve a komposztmulcs kezelés jelentős növény magasságbeli növekedést eredményezett a virágföldes csoporthoz képest.

*Szárazságstressznek kitett paprikák* esetében a hajtástömeg a kontrollcsoportban 0,354 gramm, a komposztos csoportban átlagosan 1,536 gramm volt ( $p=0,00686$ ) (334%-al magasabb hajtástömeg). Virágföldes növények esetében a gyökértömeg 0,158 gramm, a gyökérhossz 106,6 mm, komposztos növények esetében 0,596 gramm ( $p=0,0002$ ) (277%-al magasabb gyökértömeg) és 135 mm ( $p=0,003473$ ) (27%-al hosszabb gyökér) volt.

A növények magasságában április 11.-re a különbség jelentős volt. A kontrollcsoport átlagos magassága 51,6 mm, a komposztos csoport magassága átlagosan 78,8 mm volt ( $p=0,013$ ) (53%-al magasabb növények).



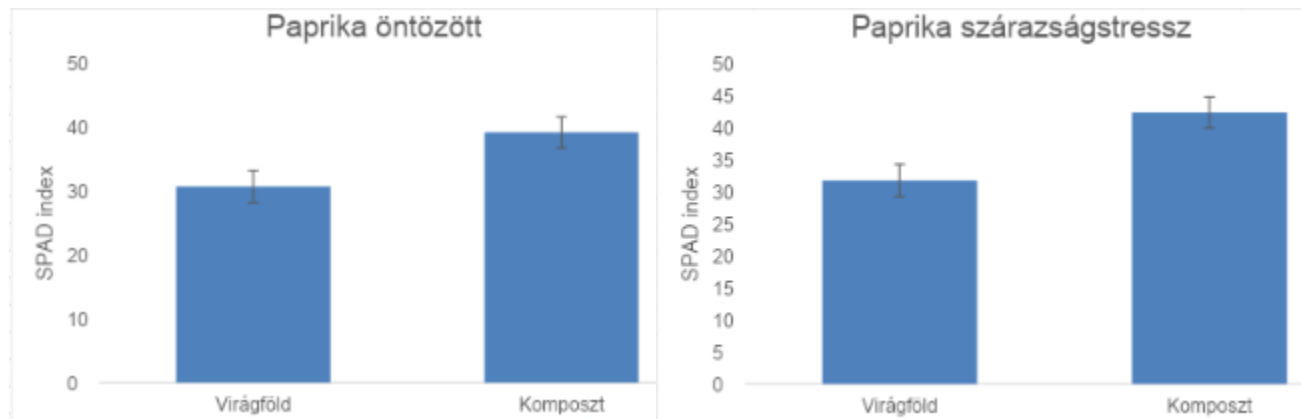
28. ábra: A virágföldben- és komposztban nevelt, szárazságstressznek kitett paprikák hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása

Az eredmények értékelésénél az a tény a kiemelendő, hogy a vízmegvonás hatására a komposztos paprikák töretlenül növekedtek tovább, míg a kontrollcsoport növekedése szinte megállt (28. ábra).

### Relatív klorofill tartalom

A SPAD index kontroll (virágföldben nevelt) paprika növények esetében átlagosan 30,748, komposztban nevelt esetében átlagosan 39,224 ( $p=2.1 \times 10^{-7}$ ) (28%-al magasabb SPAD index).

A SPAD index szárazságteszten átesett paprikák esetében a kontrollcsoportban átlagosan 31,852, míg a szárazságteszt komposztban neveltéké 42,416 ( $p=6,6 \times 10^{-11}$ ) (33%-al magasabb SPAD index).



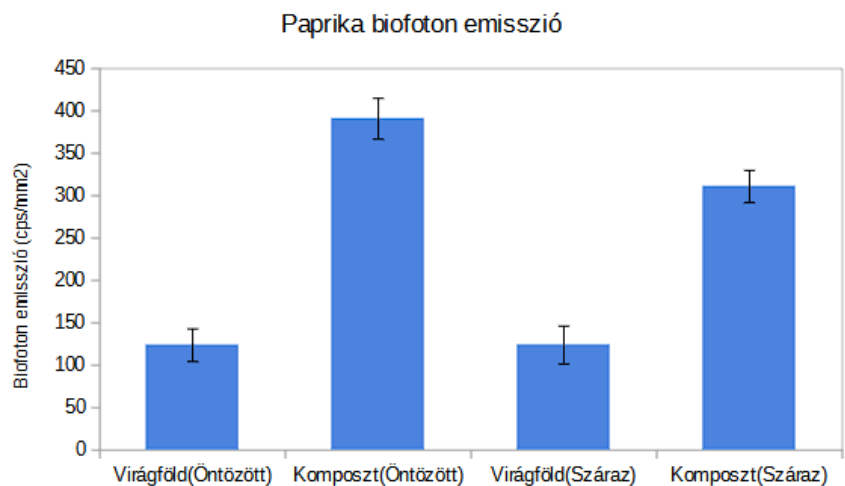
29. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt, végig öntözött és szárazságstressznek kitett paprikák SPAD-indexeinek összehasonlítása

A SPAD index az öntözött és a szárazságteszten átesett növények esetében hasonló volt. A komposztcsoportban viszont mindkét esetben szignifikánsan magasabb volt a SPAD index (29. ábra).

### Biofoton emisszió

A kísérlet teljes időtartamában öntözött paprika növények esetében a kontrollcsoportban a 10 mérés összegének átlaga 123,65 cps/mm<sup>2</sup> volt, a komposztcsoport esetében a mérések összegének átlaga 390,71 cps/mm<sup>2</sup> ( $p=5,3 \times 10^{-8}$ ) (216%-al magasabb biofoton emisszió).

A szárazságstresszes paprika növények esetében a kontrollcsoportban a 10 mérés összegének átlaga 123,90 cps/mm<sup>2</sup>



30. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt, végig öntözött és szárazságstressznek kitett paprika növények biofoton-emissziójának összehasonlítása

volt, a komposztcsoporthoz képest a mérések összegének átlaga 310,787 cps/mm<sup>2</sup> ( $p=5,7 \times 10^{-7}$ ) (151%-al magasabb biofoton emisszió).

A szárazság hatására bekövetkező biofoton-emisszió csökkenés a kontrollcsoporthoz képest nem volt tapasztalható, a komposztcsoporthoz képest 20,5% volt ( $p=3,96 \times 10^{-5}$ ).

Az általunk végzett mérések és belőlük alkotott statisztikai adatok azt mutatják, hogy a paprika biofoton emissziója mind a végig öntözött, mind a szárazságtesztes komposztcsoporthoz képest szignifikánsan magasabb volt a kontrollcsoporthoz viszonyítva (30. ábra). A vízmegvonás hatására a biofoton-emisszióban a kontrollcsoporthoz képest nem volt változás ( $p=0,985$ ), a komposztcsoporthoz képest jelentősen csökkent az érték.

Az eredmények értékelésénél azt kell kiemelnünk, hogy mérésünkkor a komposztcsoporthoz tartozó növényeinek fotoszintetikus apparátusa sokkal egészségesebb volt, amin a vízmegvonás nem változtatott.

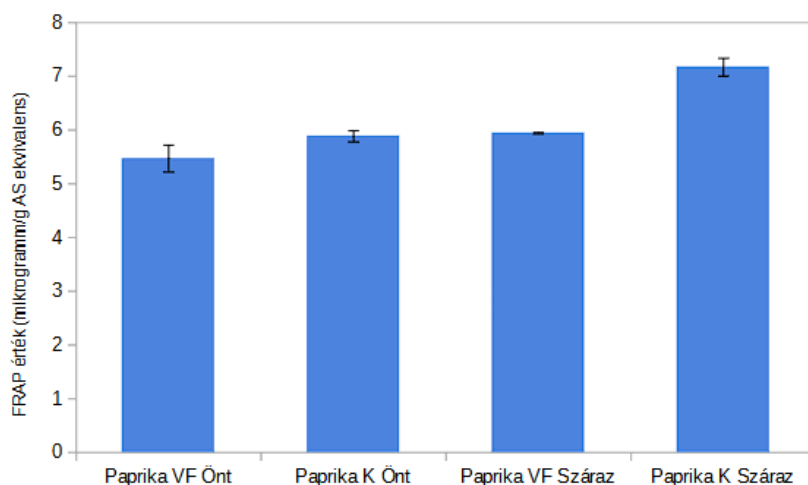
### Antioxidáns kapacitás

A végig öntözött paprika növények esetében a kontrollcsoporthoz képest a FRAP átlagos értéke 5,468 volt, a komposztcsoporthoz képest a FRAP átlaga 5,885 (7,6%-al magasabb FRAP) ( $p=0,013155833$ ).

A szárazságstesztes paprika növények esetében a kontrollcsoporthoz képest a FRAP átlagos értéke 5,941 volt, a komposztcsoporthoz képest a FRAP átlaga 7,17 (20,7%-al magasabb FRAP) ( $p=2,7 \times 10^{-9}$ ).

A szárazság hatására bekövetkező FRAP növekedés a kontrollcsoporthoz képest 8,6% ( $p=0,0060$ ), a komposztcsoporthoz képest 21,8% volt (153,5%-al nagyobb mértékű FRAP-növekedés) ( $p=1,1 \times 10^{-5}$ ).

A paprika esetében a FRAP értéke szignifikánsan magasabb volt a komposztcsoporthoz képest (31. ábra). A szárazságstesztes hatására a komposztcsoporthoz képest a FRAP szignifikánsan nagyobb mértékben növekedett, amiből arra következtethetünk, hogy ezen csoportba tartozó növények nagyobb mértékben voltak képesek alkalmazkodni a stresszhelyzethez a nem enzimikus antioxidáns mennyiségük növelése által.



31. ábra: A virágföldben- illetve komposztban nevelt paprika (végig öntözött és szárazságstesztes) FRAP-értékeinek összehasonlítása



32. ábra:

Bal oldalt fent virágföldben nevelt, végig öntözött paprika növények  
 Bal oldalt lent: Virágföldben nevelt, szárazságstresszelt paprika növények  
 Jobb oldalt fent: Komposztban nevelt, végig öntözött növények  
 Jobb oldalt lent: Komposztban nevelt, szárazságstresszelt növények  
 (Saját felvétel, 2024.04.11.)

### 5.1.5. Az eredmények összegzése

#### A szabadföldi vizsgálatok eredményeinek összegzése

A szabadföldi megfigyeléseinkből, valamint a paprikát érintő növénymagasság-méréseinkből megállapítottuk, hogy a komposztmulcsos ágyásba ültetett növények növekedési üteme jobb volt, mint a hagyományos ágyásokban.

A kerti borsó esetében a komposzt nem megfelelő érettsége miatt a komposztmulcs negatív hatást gyakorolt a kelési százalékra, valamint a vöröshagyma növekedésére is.

A paradicsom esetében a vizsgálat kimutatta, hogy a komposztmulcsos ágyásba ültetett növények nagyobb mértékben képesek voltak ellenállni a paradicsomvész (*Phytophthora infestans*) gombabetegségnek.

A paprika termésmennyiségének vizsgálata során megállapítottuk, hogy mind a kápia, mind a TV paprika jóval nagyobb mértékű értékelhető termést adott.

#### A laborvizsgálat eredményeinek összegzése

Az vizsgálati eredményeink összegzéseként az 6. táblázatban feltüntettük az egyes paramétereket, illetve a szignifikáns változások irányait, valamint azt is, ha nem tapasztaltunk szignifikáns változást. Ezek alapján megállapítható, hogy az egyes növényfajok esetében a komposztmulcsos kezelés különböző mértékű és irányú változásokat indukált.

6. táblázat: Az egyes vizsgálati paraméterek statisztikailag igazolható változásainak összegzése a négy (vöröshagyma, kerti borsó, paradicsom és paprika) növényfaj esetében, illetve paprika növényeknél a szárazságstressz körülményeit is figyelembe véve.

| Vizsgálati szempont               | Vizsgálati paraméter | Vöröshagyma | Kerti borsó | Paradicsom | Paprika öntözött | Paprika szárazságstressz |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|-------------|------------|------------------|--------------------------|
| Fenológiai állapot                | Növénymagasság       | —           | —           | ↑          | ↑                | ↑                        |
|                                   | Hajtástömeg          | ↑           | ↑           | ↑          | ↑                | ↑                        |
|                                   | Gyökérhosszúság      | ↓           | ↑           | —          | —                | —                        |
|                                   | Gyökértömeg          | ↓           | —           | ↑          | ↑                | ↑                        |
| Fotoszintetikus rendszer állapota | SPAD index           | —           | —           | —          | ↑                | ↑                        |
|                                   | Biofoton emisszió    | ↓           | ↓           | ↑          | ↑                | ↑                        |
| Stresszellenállóság               | FRAP                 | ↓           | ↓           | ↑          | ↑                | ↑                        |

A vöröshagyma és a borsó esetében a komposztmulcsos kezelés csökkenést eredményezett a gyökérhosszúság, a gyökértömeg, a biofoton emisszió és az antioxidáns kapacitás értékeiben, illetve ezen két utóbbi esetében figyeltünk meg csökkenést a borsónövényeknél is. A szakirodalmi adatok azt támasztják alá, hogy a komposztmulcsos kezelés előnyös hatásai nem kifejezetten a korai fejlődési stádiumban lévő (esetünkben vöröshagyma és borsó) növényeknél érvényesül, hanem később, egy esetleges fejlettebb mikorrhiza kapcsolattal rendelkező állomány esetében.

Ezzel szemben a paradicsom és a paprika esetében ideális öntözés mellett kizárólag pozitív irányú változásokat észleltünk a komposztmulcsos kezelés következményeként minden paraméternél, ahogy a szárazságstressznek kitett paprikanövények esetében is. Jelen eredményeink összhangban állnak *Nguyen és munkatársai* (2012) vizsgálataival, akik megállapították, hogy a komposztmulcsos kezelés jelentős gyökérfejlődést eredményezett, vélhetően a fejlettebb mikorrhizakapcsolatnak köszönhetően. Ezt az állítást azonban jelen munkának nem volt célja tisztázni, azonban a jövőre nézve lényeges kutatási irány lehet ezen a területen.

## 6. Összegzés

Hazánkban a házikertek területe egyre inkább csökken. A lakosság ezzel párhuzamosan egyre nagyobb mértékben támaszkodik a rendkívül sérülékeny (és egyre drágább) hosszú ellátási láncokra. A házikert (és háztáji élelmiszertermelés), valamint a helyi élelmiszertermelő kisüzemek enyhíthetik vagy kiküszöbölhetik ezen ellátási láncok csökkenő megbízhatóságát.

A szakdolgozat betekintést nyújt a komposztmulcsos művelés gyakorlatába, bemutat egy potens fenntartható alternatívát a zöldségnövények fenológiai növekedésének, egészségének és stressztűrő-képességének javítására a zöldségtermelő kisüzemben.

A komposztmulcsos művelés hatékonyságának bírálatára összehasonlító szabadföldi- és laborkísérleteket végeztünk. A vizsgálatokhoz négy növényfaj (vöröshagyma, kerti borsó, paradicsom, paprika) tulajdonságait figyeltük meg, így következtetéseket tudunk levonni a komposztmulcs növényfejlődésre gyakorolt hatásával kapcsolatban.

Az eredmények azt mutatták, hogy a komposztmulcsnak szignifikáns pozitív hatása van a növények fejlődésére és egészségére, amit feonológiai-, fotoszintetikus apparátusra vonatkozó-, és stressztűrésre vonatkozó labor- valamint szabadföldi vizsgálataink támasztanak alá. Ez rámutat egy fenntartható, hatékony és ökológiabarát módszer potenciáljára a házikerti zöldségnövénytermesztésben, illetve zöldségtermelő kisüzemekben. A módszer kulcseleme a nagy mennyiségű és megfelelő minőségű komposzt, ami korlátozza a módszer nagyüzemi adaptálását.

Ha a témát tovább szeretnénk vizsgálni, javasoljuk a mikorrhizáltság tanulmányozását, valamint a módszer hosszútávú hatását a talaj minőségére. Továbbá jó kutatási irány lehet még a nagy mennyiségű és magas minőségű komposzt előállításának hatékonyabb módszerei, mellyel a komposztelőállítás költsége jelentősen csökkenthető, ezzel lehetővé téve a komposztmulcsos módszer nagyüzemi, vagy kisüzemben széleskörűbb felhasználását.

## 7. Köszönetnyilvánítás

Hálámat szeretném kifejezni konzulensemnek, Dr. Jócsák Ildikó egyetemi adjunktusnak, aki a témaötlet befogadásával, a dolgozat struktúrájának felépítésével, a vizsgálatok vezénylésével és az eredmények értékelésével, illetve nem utolsósorban példamutató hozzáállásával lehetővé tette a szakdolgozat létrejöttét.

Továbbá köszönettel tartozom Gróf Alexandrának és Csimá Ferencnek, a laborvizsgálatok lebonyolításában való segédkezésükért. Közreműködésükkel sikerült megvalósítani a kísérleteket, valamint az adatgyűjtésben is nagy segítséget nyújtottak.

Továbbá meg szeretném köszönni Dr. Somfalvi-Tóth Katalin egyetemi adjunktusnak és Sipos Tamás PhD hallgatónak, hogy tanácsaikkal és barátságos építő kritikáikkal javították a szakdolgozat- és védés színvonalát.

Köszönettel tartozom még felettesem, Fülöp István felé, aki rugalmasságával extra időt és alkalmakat biztosított a szakdolgozattal kapcsolatos munkák elvégzésére.

## 8. Irodalomjegyzék

- Balázs Sándor et al. (1994). Zöldségtermesztők kézikönyve (pp. 13-20).
- Bosland, P. W. (2012). Capsicums: Botany, Production, and Uses. CABI.
- Breimer, T. M., Hamernik, A. J. (2002). Irrigation and onion pungency. Journal of the American Society for Horticultural Science, 127(6), 989–993.
- Capinera, John L. (2020). In Handbook of Vegetable Pests (Second Edition).  
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/onion>
- Chakraborty et al. (2022). Allium cepa: A Treasure of Bioactive Phytochemicals with Prospective Health Benefits. Evid Based Complement Alternat Med.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8789449/>
- Chaves, M. M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2003). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, 103(4), 551–560.
- Cramer, G. R., Urano, K., Delrot, S., Pezzotti, M., & Shinozaki, K. (2011). Effects of abiotic stress on plants: A systems biology perspective. BMC Plant Biology, 11(1), 163
- Crutchfield D. A., Wicks G. A., & Burnside O. C. (1986). Effect of Winter Wheat (*Triticum aestivum*) Straw Mulch Level on Weed Control. Weed Science, 34(1), 110-114.
- Dahl WJ, Foster LM, Tyler RT. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). Br J Nutr. 2012 Aug;108 Suppl 1:S3-10. doi: 10.1017/S0007114512000852. PMID: 22916813.
- Dowding, Charles. (2022). No Dig (pp. 18-25).
- Epstein, E. (1997). The Science of Composting (1st ed.). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9780203736005>
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29(1), 185–212.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K.H.M. (2012). Drought Stress in Plants: An Overview. In R. Aroca (Ed.), Plant Responses to Drought Stress (pp. 1-16). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_1)
- Fereres, A., & Moreno, A. (2009). Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. Virus Research, 141(2), 158–168.
- Fritsch, R.M., & Friesen, N. (2002). Evolution, Domestication and Taxonomy. In Allium Crop Science: Recent Advances (pp. 5-6). CAB International.  
<https://books.google.hu/books?id=wGmBCwAAQBAJ&lpg=PA5&ots=qZPWJu7j8O&dq=allium%20>

[cepa%20taxonomy&lr&hl=hu&pg=PA5#v=onepage&q&f=false](#)

Gaspar T., Franck T., Bisbis B., Kevers C., Jouve L., Hausman J. F., & Dommes J. (2002). Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue culture. *Plant Growth Regulation*, 37, 263–285. <https://doi.org/10.1023/a:1020835304842>

Gull et al. (2019). Abiotic and Biotic Stress in Plants. [https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=sHH8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=biotic+and+abiotic+stress&ots=AOOBDQsQUh&sig=BpBMhwVeZfttdDOkREwU8UG2dMk&redir\\_esc=y#v=onepage&q=biotic%20and%20abiotic%20stress&f=false](https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=sHH8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=biotic+and+abiotic+stress&ots=AOOBDQsQUh&sig=BpBMhwVeZfttdDOkREwU8UG2dMk&redir_esc=y#v=onepage&q=biotic%20and%20abiotic%20stress&f=false)

Gupta, P. K., Aggarwal, R. K., & Kumar, A. (2004). Studies on nitrogen, phosphorus and potassium nutrition in onion (*Allium cepa* L.) grown on sodic soil. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 52(3), 231–233.

Hargitai László. (1976). A talaj humuszállapotának szerepe a környezetvédelemben. *Agrártudományi Közlemények*, 35, 623-634. [https://real.mtak.hu/184712/1/635\\_real\\_AGRARTUD\\_35.pdf](https://real.mtak.hu/184712/1/635_real_AGRARTUD_35.pdf)

Haverkort, A. J., Boonekamp, P. M., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L. A. P., Kessel, G. J. T.,... & Visser, R. G. F. (2008). Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. *Potato Research*, 51(1), 47–57.

Hodossi Sándor, Kovács András, & Terbe István. (2004). Zöldségtermesztés szabadföldön (pp. 22-41; 115-122).

International Trade Centre. Intracen.org

Jones, D. R. (2003). Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology*, 109(3), 195–219.

Jócsák, I., Gyalog, H., Hoffmann, R., & Somfalvi-Tóth, K. (2022). In-vivo biophoton emission, physiological and oxidative responses of biostimulant-treated winter wheat (*Triticum aestivum* L.) as seed priming possibility, for heat stress alleviation. *Plants*, 11(5), 640.

Jócsák, I., Csima, F., & Somfalvi-Tóth, K. (2024). Alterations of Photosynthetic and Oxidative Processes Influenced by the Presence of Different Zinc and Cadmium Concentrations in Maize Seedlings: Transition from Essential to Toxic Functions. *Plants*, 13(8), 1150.

Kaloo, G. (1993). Genetic Improvement of Vegetable Crops (pp. 409-425). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-040826-2.50033-3>

Khan, H. A., Siddique, K. H. M., Colmer, T. D., & Lambers, H. (2019). Drought stress effects on root and shoot phenotypes of barley: a cultivar comparison. *Functional Plant Biology*, 46(2),

134–149.

Kononova, M. M. (1966). Soil Organic Matter. Pergamon Press.

Kovács Dénes. (2019). A komposztálás folyamatának nyomonkövetése új vizsgálati módszer alkalmazásával (pp. 44-45). Szent István Egyetem.  
[https://real-phd.mtak.hu/1613/1/kovacs\\_denes\\_ertekezes\\_DOI.pdf](https://real-phd.mtak.hu/1613/1/kovacs_denes_ertekezes_DOI.pdf)

Lambers, H., Chapin III, F. S., & Pons, T. L. (2008). Plant physiological ecology. Springer Science & Business Media.

Mishra, A., Salve, A., Nadaf, A., & Patil, S. (2014). Evaluation of tomato genotypes against early blight (*Alternaria solani*). Plant Archives, 14(1), 41–43.

Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends in Plant Science, 11(1), 15–19.

Muir, S. R., & Tanksley, S. D. (2011). The origin of breeding material and modern cultivars. In Genetics and genomics of the Solanaceae (pp. 49-76). Springer, New York.

Nesbitt, T. C., & Tanksley, S. D. (2002). Comparative sequencing in the genus *Lycopersicon*: implications for the evolution of fruit size in the domestication of cultivated tomatoes. Genetics, 162(1), 365-379.

Nguyen, T. T., Fuentes, S., & Marschner, P. (2012). Effects of compost on water availability and gas exchange in tomato during drought and recovery. Plant, Soil and Environment, 58(11), 495-502.

Sanogo, S., Ji, P., & Fei, Z. (2015). Understanding pepper genetics and breeding through comparative and functional genomics. Planta, 241(5), 1123–1138.

Selye H. (1973): The evolution of the stress concept. American Scientist 61: 692–699.

Olivia Saunders: Composting for the Home Gardener, University of New Hampshire.  
<https://extension.unh.edu/resource/composting-home-gardener-fact-sheet>

Onions, data. Peralta, I. E., Spooner, D. M., & Knapp, S. (2008). Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; Solanaceae). Systematic Botany Monographs, 84, 1-186.

Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., ... & Sandweiss, D. H. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. Science, 315(5814), 986-988.

Papastylianou, P., Mylona, P., Glynos, P., & Kastanis, G. (2011). Effect of onion genotype and environment on onion seed germination, seedling emergence and vigour. Scientia Horticulturae, 128(4), 399–404.

Pérez-Martínez, A. S., Sánchez-Navarro, J. Á., Hernández-Rodríguez, A., Pérez-Martínez, J. D., Hernández-Lauzardo, A. N., & León-Félix, J. (2019). Identification and characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races in Sinaloa, México. *Agrociencia*, 53(3), 293–307.

Priszter Szaniszló. (1999). *Növényneveink: A magyar és a tudományos növénynevek szótára*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.

Pusztai Péter. (2010). Talajtakarási módszerek összehasonlító értékelése a paradicsomtermesztésben.

Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. M., Cervilla, L. M., Blasco, B., Rios, J. J., Rosales, M. A., & Romero, L. (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178(1), 30–40.

Savage, G.P. & Deo, S. (Year). The Nutritional Value of Peas (*Pisum sativum*). In *Nutrition Abstracts and Reviews (Series A)* (pp. 66-68). Dept of Biochemistry, Lincoln College, University of Canterbury, Canterbury, New Zealand.  
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063033452>

Schnitzer, M., & Kahn, M. (1978). *Soil Organic Matter*. Elsevier Science Ltd.

Seki, M., Umezawa, T., & Shinozaki, K. (2007). Regulatory metabolic networks in drought stress responses. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(3), 296–302.

Showler, A. T. (2022). Effects of compost on onion quality, yield, and thrips infestation. *Environmental Systems Research*, 11(1), 22.

Silvente, S., Sobolev, A. P., Lara, M., & Guerrero, F. D. (2011). Metabolite adjustments in drought tolerant and sensitive soybean genotypes in response to water stress. *PLoS ONE*, 6(9)

Singh, A. L., Srivastava, K. K., & Dhyan, B. L. (2012). Effect of water logging on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) cv. Agrifound Light Red. *Vegetable Science*, 39(2), 162–165.

Somos András. (1975). *Zöldségtermesztés* (p. 14).

Stevenson C. J. (1982). *Humus- Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley.

Szigeti Z. (2013). A növényi stressz alapjelenségei. In: Fodor F. (szerk.) *A növényi anyagcsere élettana* (pp. 295–318).

Szigeti Zoltán. (2018). A növényi stresszel kapcsolatos felfogásunk változásai. *Botanikai Közlemények*, 105(2), 165–178. <https://real.mtak.hu/89253/1/01Szigeti.pdf>

Taiz L., Zeiger E., Möller I. M., Murphy A. 2015: *Plant physiology and development*. 6th edn.,

Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 761 pp

Thakur, A., Gautam, R. C., & Thakur, S. K. (2013). Growth and yield response of onion (*Allium cepa* L.) to nitrogen and weed management practices. *Annals of Agricultural Research*, 34(1), 15–20.

Tuberosa, R. (2012). Phenotyping for drought tolerance of crops in the genomics era. *Frontiers in Physiology*, 3, 347.

Vidal-Valverde, C., Frias, J., Hernández, A., Martín-Alvarez, P.J., Sierra, I., Rodríguez, C., Blazquez, I., & Vicente, G. (2003). Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 83, 298-306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1309>

Zhigila et al. (Year). Fruit Morphology as Taxonomic Features in Five Varieties of *Capsicum annuum* L. *Solanaceae*. <https://doi.org/10.1155/2014/540868>

Zöldségfélék termelési adatai.

<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/onion-production-by-country>,

<https://www.statista.com/statistics/1039700/india-area-for-onion-production/>,

[https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0016.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0016.html),

[https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0019.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0019.html),

<https://www.tridge.com/intelligences/bell-pepper/production>,

[https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0022.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0022.html),

<https://ourworldindata.org/grapher/pea-production?time=2020>,

<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170457/nutrients>,

<https://oec.world/en/profile/hs/onions>

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600036.fvm>.

## 9. Ábrajegyzék

| Ábra száma | Ábra tartalma                                                                                                                                  | Oldalszám |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. ábra    | Készülő komposztmulcsos ágyás                                                                                                                  | 21        |
| 2. ábra    | Vöröshagyma és borsó növények hagyományos és komposztmulcsos ágyásban                                                                          | 22        |
| 3. ábra    | Paradicsom növények hagyományos és komposztmulcsos ágyásban, röviddel kiültetés után                                                           | 23        |
| 4. ábra    | Komposztmulcsos és hagyományos ágyásokból származó termés                                                                                      | 24        |
| 5. ábra    | Frissen ültetett paprikanövények komposztmulcsos és hagyományos ágyásban                                                                       | 24        |
| 6. ábra    | A kontroll és komposzt(vizsgálati)csoporthoz 2024. február 10.-én                                                                              | 25        |
| 7. ábra    | Komposztmulcsos és hagyományos ágyásokban nevelt vöröshagyma és kerti borsó növények (érett, éretlen komposzt)                                 | 28        |
| 8. ábra    | hagyományos és komposztmulcsos ágyásban nevelt paradicsom növények                                                                             | 30        |
| 11. ábra   | Komposztmulcsos és hagyományos ágyásokban nevelt paprika növények (2023.06.24;2023.07.23.)                                                     | 31        |
| 12. ábra   | Átlagos növénymagasság 2023.06.24.-én                                                                                                          | 31        |
| 13. ábra   | A különböző ágyásokból származó paprikatermések idő- és tömegbeli megoszlása július 28. és október 14 között                                   | 32        |
| 14. ábra   | A virágföldben- és komposztban nevelt vöröshagyma növények hajtás- és gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása | 33        |
| 15. ábra   | A virágföldben- illetve komposztmulcsban nevelt vöröshagyma növények relatív klorofill-tartalmának és biofoton emissziójának összehasonlítása  | 34        |
| 16. ábra   | A virágföldben-, illetve komposztban nevelt vöröshagyma növények Fraá-értékének összehasonlítása                                               | 35        |
| 17. ábra   | A virágföldben- illetve komposztmulcsban nevelt vöröshagyma növények március 5., ill. Március 11.-én                                           | 35        |
| 18. ábra   | A virágföldben- és komposztban nevelt kerti borsó növények hajtás- és gyökértömegének, gyökérhosszának és növénymagasságának összehasonlítása  | 36        |

|          |                                                                                                                                                                     |    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 19. ábra | A virágföldben-, illetve komposztban nevelt kerti borsó növények relatív klorofill tartalmának és biofoton-emissziójának összehasonlítása                           | 37 |
| 20. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt kerti borsó növények FRAP-értékének összehasonlítása                                                                     | 37 |
| 21. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt kerti borsó növények (2024.03.11.)                                                                                       | 38 |
| 22. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt paradicsom növények (2024.04.11)                                                                                         | 38 |
| 23. ábra | A virágföldben- és komposztban nevelt paradicsomok hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának és növénymagasságának összehasonlítása                         | 39 |
| 24. ábra | A paradicsom növények átlagos SPAD-indexe                                                                                                                           | 40 |
| 25. ábra | Virágföldben és komposztban nevelt paradicsom növények biofoton emissziója                                                                                          | 40 |
| 26. ábra | Virágföldben és komposztban nevelt paradicsom növények antioxidáns kapacitása                                                                                       | 41 |
| 27. ábra | A virágföldben- és komposztban nevelt, végig öntözött paprikák hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának, és növénymagasságának összehasonlítása            | 42 |
| 28. ábra | A virágföldben- és komposztban nevelt, szárazságstressznek kitett paprikák hajtástömegének, gyökértömegének, gyökérhosszának és növénymagasságának összehasonlítása | 43 |
| 29. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt, végig öntözött és szárazságstressznek kitett paprikák SPAD-indexének összehasonlítása                                   | 44 |
| 30. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt, végig öntözött és szárazságstressznek kitett paprika növények biofoton-emissziójának összehasonlítása                   | 44 |
| 31. ábra | A virágföldben- illetve komposztban nevelt paprika(végig öntözött és szárazságstresszelt) FRAP-értékeinek összehasonlítása                                          | 45 |
| 32. ábra | A laborvizsgálatban részt vett paprikanövények 2024.04.11.-én                                                                                                       | 46 |

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat  
III. Hallgatói Követelményrendszer  
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat  
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója  
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

## NYILATKOZAT

HADÁR MÁTE (név) (hallgató Neptun azonosítója: ANF1G 4)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő  
védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: KAPOSVÁR 2024 év 04 hó 26 nap

Frederik Lőrinc  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendő.

## NYILATKOZAT

### szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: HAJDÁR MÁTÉ  
A Hallgató Neptun kódja: ANFIG4  
A dolgozat címe: A hagyományos- és komposztmulcsos művelési módok összehasonlítása a házikertben  
A megjelenés éve: 2024A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMESZTÉSI TUDOMÁNYOK INTÉZET  
A konzulens tanszékének a neve: AGRONÓMIAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

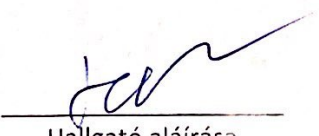
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Kaposvár, 2024 év, április hó, 26. nap

  
Hallgató aláírása