

SZAKDOLGOZAT

**SZŐRI VIRÁG
2024**

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI INTÉZET
BUDAPEST

Ökopalántanevelő közegek összehasonlítása étkezési paprika tesztnövényen

Szőri Virág

Kertészmérnök alapképzési szak

Készült a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéken

Közreműködő tanszék(ek): Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszék, Agrárkönyezettani Tanszék

Tanszéki konzulens: Dr. Kappel Noémi

Konzulens(ek): Dr. Divéky-Ertsey Anna, Madaras Krisztina, Dr. Kardos Levente

Bírálok: _____

Budapest, 2024.10.29.

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

Tartalom

1.Bevezetés.....	5
2. Célkitűzés.....	6
3. Szakirodalmi áttekintés.....	7
3.1 A tőzeglápok jelentősége.....	7
3.2.Ökológiai palántanevelés.....	8
3.3 Az optimális közeg.....	8
3.3. A tőzeghelyettesítésére alkalmas anyagok.....	11
3.3.1. Az opcionális közegalkotók jellemzése	13
3.4. A kísérletben alkalmazott közegalkotó komponensek jellemzése	15
3.4.1. Tőzeg	15
3.4.2.Komposzt.....	15
3.4.2.1 Zöldkomposzt.....	15
3.4.2.2. Trágyakomposzt.....	16
3.4.3. Faforgács	16
3.4.4. Szalma	17
3.4.5. Pelyva	18
3.6 Paprika, mint tesztnövény.....	18
4. Anyag és módszer.....	20
4.1 Felhasznált anyagok.....	20
4.2 Módszertan	22
4.2.1. Közegek előkészítése, kezelése	22
4.2.2. Palántanevelés	22
4.2.3. Palánta tulajdonságok mérése.....	22
4.2.4. Közegek vizsgálata	24
4.2.4.1. Kémiai tulajdonságok	24
4.2.5. Adatok kiértékelése.....	25
5.Eredmények és értékelésük	26
5.1. Közegek tulajdonságai.....	26

5.2. Növénymagasság és gyökérhossz	31
5.3 Szárátmérő	33
5.4 A palánták száraz és nedves tömege	34
5.5 Klorofill tartalom	37
5.6. Kikelt tönkemagok mennyisége	38
6. Következtetések és javaslatok	39
7.Összefoglalás:	42
8. Irodalomjegyzék:	43

1.Bevezetés

A Magyarországon termesztett zöldségnövény fajokat jellemzően palántáról szaporítják szabadföldi és hajtatasos növénytermesztés esetén is. Palántanevelő közegként széles körben tőzeg tartalmú anyagokat alkalmaznak.

A tőzeg a növénytermesztésben használt talajtípus, mely elhalt növényi részekből áll, és a *Sphagnum* nemzetségbe tartozó mohák anaerob bomlásából jön létre. Ezek a fajok lápos területeken élnek, az élő hajtásaik a víz felszíne felett találhatók, míg az idősebb részek a víz alá kerülnek, ahol oxigéntől elzárt körülmények között bomlanak le.

A tőzegnek magas szerves anyag tartalma, jó vízmegtartó képessége és kiemelkedő szerkezeti tulajdonságai vannak, melyeknek köszönhetően vált világszinten keresett növénytermesztőközeg alapanyaggá. A tőzegmohák azonban lassú növekedésű fajok, egyedi környezeti igényekkel, ezen okokból kifolyólag a tőzeg nem számít megújuló anyagnak.

Védelmük nem csak magát a tőzeget alkotó fajok megőrzése miatt, hanem a lápokban létrejövő egyedülálló élőhelyek fenntartása végett elengedhetetlen feladat. A tőzeglápok ökoszisztémájában ugyanis számos védett növény és állatfaj található meg, melyek egyéb körülmények között, más élőhelyen nem tudnak fennmaradni. Emellett, a tőzeg magas szén tartalma és széndioxid megkötő képességéből kifolyólag a klímaváltozás mérséklésében is szerepet játszhat.

A tőzeglápok védelme ezen okokból kifolyólag rendkívül fontos, ezért dolgozatom során a tőzeg ökológiai palántanevelő közegként való felhasználására szeretnék alternatívát nyújtani. Az ökológiai gazdálkodásban a tőzeget, mint szerkezet biztosító anyagot szokták alkalmazni és a tápanyagot komposztal, vagy más magas tápanyag tartalmú szilárd anyaggal biztosítják. A tőzeg helyettesítését tehát hozzá hasonló szerkezeti adottságú anyaggal lehetne megoldani.

A dolgozatomban ismertetem a tőzeg kiváltásának motivációit. Az irodalmi áttekintésben kifejtem a palántanevelés fontosságát és nehézségeit az ökológiai gazdálkodásban, továbbá a tőzeg helyettesítésére alkalmas, általam kiválasztott anyagokról adok leíró jellemzést.

A dolgozat második felében pedig az általam végzett palántanevelési kísérletről számolok be, mely során 8 különböző közeget állítottam össze és paprika palánták növekedését vizsgáltam és hasonlítottam össze gyakorlati alkalmazásuk során.

2. Célkritizálás

A kísérletem célja a tőzeglápok kitermelésének csökkentése céljából olyan anyagok felkutatása és tesztelése, melyek a tőzeg használatát helyettesíteni tudják a palántanevelés során. Ennek érdekében az alábbi részciókat tűztem ki a dolgozat megírását megelőzően:

1. A Magyarország területén megtalálható, ökológiai gazdaságok számára engedélyezett és könnyen hozzáférhető, a tőzeget potenciálisan helyettesítő anyagok listázása.
2. A fenti kritériumoknak megfelelő anyagok körének leszűkítése, kísérlet felállítása alkalmasságuk tesztelése érdekében.
3. A nevelés sikerességének érdekében forrázásos kezelés alkalmazása a tesztközegeken a fitotoxikus anyagok eltávolításának céljából.
4. Az előállított közegek tesztelése paprika növényen. A kapott eredmények kiértékelése, összehasonlítása a tőzegalapú közegben kapott eredményekkel, majd következtetések levonása az alkalmazhatóságukról.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1 A tőzeglápok jelentősége

A tőzeg a növénytermesztés során széleskörben és nagy mennyiségben kerül felhasználásra jó szerkezetének köszönhetően, így a palántanevelés során felhasznált közegeknek is az egyik legfontosabb alkotóeleme (Restrepo et al. 2013). A megnövekedett használati igény a kitermelés fokozódását eredményezte, ami hatására a tőzeglápok területe elkezdett drasztikusan csökkenni (Winkler & DeWitt, 1985).

A tőzeglápok fontosságát alátámasztja a tény, hogy jelenleg a Föld szárazföldi területeinek megközelíthetően mindössze 3%-át fedik csak le, azonban a talajok széntartalmának 30-60%-a raktározódik el bennük (Bullock et al., 2012; Leifeld, 2018). Ennek a jelenségnek a kiváltó oka az, hogy a légköri CO₂ megkötésére képesek (Bullock et al., 2012).

A tőzeglápoknak emellett ökológiai és szociális jelentősége is van. Számos tőzegláp a holocén korszakban jött létre (Heijmans et al., 2008), melynek köszönhetően fontos fossziliák találhatóak bennük (Barber, 1993), másrészt az általuk alkotott élőhelyek is egyedülállóak.

A lápok konzervációs képességére, és társadalmi jelentőségére példa az Írország területén végzett régészeti kutatások során talált számos emberi maradvány, melyek a tőzegbe voltak ágyazódva, és vizsgálatuk segített a középkori ír társadalom feltérképezésében (Bullock et al., 2012).

A lápok ökológiai fontossága az általuk alkotott társulások fajgazdagságában nyilvánul meg. A tőzeglápok számos madár fészkelőhelyéül szolgálnak, emellett nagyszámú növény, köztük reliktumok, és rovarfajok (Heijmans et al., 2008) élőhelyét is jelentik. A lápterületek kitermelésével ezen fajok élettere csökken, fennmaradásuk pedig veszélybe kerül.

A tőzeg évente 0,5-1 méter növekedésre képes, így regenerálódása lassú folyamat, ezért a tőzeglápok megőrzése csak az eredeti állapotuk védelmének segítségével tud csak megvalósulni (Pedersen & Loes, 2022).

A lápok területét tovább veszélyezteti, hogy a régebben alkalmazott kitermelési módszert, a kockánként kivágást, új technológiákkal váltották fel, melyek a környező ökoszisztémákat erősebben károsítják. Ilyen új módszer a vákuumszívással és a darálással történő kitermelés (Pedersen & Loes, 2022). Ezek kockázati tényezője részben a hátramaradó tőzegenek kiszáradásában rejlik, ugyanis amikor a tőzeg víztartalmát elveszti, akkor az elraktározott széndioxid tartalma csökken, tűzveszélyessége pedig fokozódik (Winkler & De Witt, 1985).

A tőzegláp pufferképessége miatt képes mérsékelni a felszíni vizek nitrogénnel való szennyezettségét. A természetes állapotában lévő tőzeg a rajta átfolyt esővizet megszűri, és bizonyos komponenseket, mint a nitrogén és a foszfor, képes megkötni. A kitermelést követően azonban a bolygatott tőzegmaradványokon átfolyt esővízben 3x annyi nitrogént és 28x annyi foszfort találtak (Richardson, 1983), mint a természetes szerkezetű tőzegen átfolyt esővízben. A tőzegnek tehát szerepe lehet az élővizek eutrofizációjának mérséklésében.

A lápok megőrzésének közismert jelentősége ellenére, nincsen még világ szintű szabályozásrendszer se a tőzeg használatáról, se a kitermeléséről. Az Európai Unió hivatalos intézménye, az Európai Tanács 2009-ben megalapította az 'Expert Group of Technical Advice on Organic Production' (röviden EGTOP) nevű szervezetét, melynek célja az ökológiai gazdálkodók számára iránymutatást és tanácsot nyújtani, azonban a jogszabályok

létrehozása már nem tartozik a hatáskörébe. A szervezet megállapította, hogy a növénytermesztő közegeknek legfeljebb 50-80% tőzeget szabadna tartalmaznia, azonban ezt az Európai Unió nem iktatta törvénybe.

Egyes európai országokban létezik a tőzeghasználatra és termelésre vonatkozó jogszabályozás. Az egyik példa erre Svédország, ahol az ökológiai gazdaságok legfeljebb 75%-ban alkalmazhatnak tőzeget termesztközegben (Pedersen & Løes, 2022).

Másik példa Fehéroroszország, aki kiállított 2019-ben egy törvényt a tőzegkitermelés szabályozásáról, a „Törvény No 272-Z 18 december 2019, A tőzeglápok védelméről” nevű törvénycikkelyben, melynek célja a tőzeglápok kitermeléséből fakadó ökológiai terhelés csökkentése.

3.2.Ökológiai palántanevelés

A zöldségtermesztésben számos fajnál elterjedt a palántanevelés, ugyanis a palántáról nevelt zöldségek esetében magasabb az eredési arány, a termesztési idő előbbre hozható, továbbá az így szaporított növények kondíciója kedvezőbb, ezért magasabb termésátlagot produkálnak.

Ökológiai szemléletű palántanevelés során számos nehézség merül fel a konvencionális termesztéssel szemben. Az egyik nehezítő tényező a felhasználható anyagok körének csökkenése a szigorú szabályozás és az irányelvek miatt. A mesterségesen előállított és a potenciálisan veszélyes anyagokat tartalmazható közegalkotók, mint a széles körben elterjedt kőzetgyapot, perlit és szennyvíziszap, használata például nem engedélyezett.

A felhasználható anyagok körét tovább szűkíti a törekvés a fenntartható és környezetbarát eszközök alkalmazására, aminek köszönhetően a helyi alapanyagok prioritást élveznek az importált alkotókkal szemben, mint a kókuszrost vagy a rizspelyva. Ennek az irányelvnek a szállításból eredő széndioxid kibocsájtás csökkentése a motiválója (Hansen et al., 2011).

A tőzeg használatának elkerülése és a termesztés egyéb folyamataiban hulladékként keletkező anyagok felhasználása szintén az ökológiai gazdálkodás szemléletrendszeréhez tartozik.

3.3 Az optimális közeg

Minden növényfaj és fajta számára különböznek az optimális közegtulajdonságok, azonban vannak kritériumok és tulajdonság specifikus határértékek, melyeknek teljesülnie kell a palántanevelés sikerességéhez (Pedersen & Løes, 2022).

Az alábbi táblázat tartalmazza azokat a követelményeket, melyeknek minden növénytermesztő közegnek meg kell felelnie.

1.táblázat: Termesztő közegek minimum kritériumai

Elvárás megnevezése	A követelmény kifejtése és indoklása
Gyommag és patogén mentesség	A gyomos és beteg palánták nem fejlődnek megfelelően, a belőlük nevelt növények termőképessége átlagon aluli lesz (Pascual et al., 2018). Az ilyen állomány nem hozható forgalomba, meg kell semmisíteni, ami bevétel kieséssel jár.
Megfelelően érett komposzt/ szerves trágya használata	Az érési folyamatok során a komposztban és szervestrágyában található gyommagok és patogének életképtelenné válnak, továbbá a tápanyagok a növények számára könnyebben elérhető formában lesznek jelen (Stewart-Wade, 2020).
Toxikus elem mentesség	A toxikus elemek jelenléte akadályozza a növények fejlődését. A növényekben való felhalmozódásuk esetén az azokat elfogyasztó emberekre és állatokra is egészségügyi kockázatot jelentenek. Amennyiben az összeállított közeg bármely komponense potenciálisan toxikus elemet tartalmazhat, mint például a papírsár, a városihulladék-komposzt vagy a szennyvíziszap, akkor azt be kell vizsgáltatni (Pedersen & Løes, 2022, Stewart-Wade, 2020).
Nagyméretű szennyeződések kiküszöbölése	A közeg nem tartalmazhat üvegszilánkokat, fadarabokat és egyéb makró szennyeződéseket, mert azok veszélyt jelenthetnek a közeggel dolgozók testi épségére, akadályozzák a közeggel végzett munkát és rontják a közeg fizikai szerkezetét.
Szagtalanság	A kellemetlen szagok megnehezítik a közeggel való munkavégzést.

Az általános kritériumokon kívül vannak olyan határértékek, melyek meghatározzák a közegek fizikai és kémiai tulajdonságainak optimális tartományát a sikeres termesztéshez. Ezeket a 2. táblázatban foglaltam össze (Maria L Fiasconaro et al., 2022, Tüzel et al., 2020, Pascual et al., 2018, Pedersen & Løes, 2022) alapján.

2.táblázat: A közegek fizikai és kémiai tulajdonságainak optimális tartománya palántanevelés során. (Forrás: Szőri et al. 2023)

Tulajdonság megnevezése	Optimális tartomány	Megjegyzés
pH	5,2-7,0	A pH a tápanyagok mobilizálódását és a növények számára való elérhetőségét befolyásolja.
C/N	<20: megfelelő, 20-30: elfogadható, >30 fitotoxikus lehet a növény számára	Minél magasabb a szén-nitrogén arány annál nagyobb eséllyel van jelen a nitrogén a növények számára felvehetetlen formában (Dresboll & Magid, 2006). Amikor ez az arányszám magasabb 20-nál, akkor a nitrogén részben immobilizálódott már, de a növények számára elérhető formája is jelen van a közegben.
EC (elektromos vezetőképesség) és sótartalom	<0,5 dS/m ⁻¹ (1 dS/m = 1 mS/cm)	A talaj sótartalmát, az EC mérése segítségével tudjuk kiszámolni. A sótartalom a semleges töltésű ionos vegyületek (anion, kation) mennyiségét jelenti a talajban.
Pórustér	50-85% (térfogat %)	A pórustér a talajban a szilárd alkotók közötti részt jelenti, ahol a folyadék és gáz halmazállapotú részecskék vannak jelen.
Levegőkapacitás	20-30% (térfogat %)	A levegő kapacitás a levegő arányát jelenti a közegben. A levegő a talajban élő állatok és mikroorganizmusok életciklusához elengedhetetlen. Ezek a mikrobák szerepet játszanak a tápanyag felvehetővé alakításában és a lebontási folyamatokban. A talajban lévő levegő összetétele nem azonos a felszíni levegőével, CO ₂ tartalma akár 8-10% is lehet, míg O ₂ tartalma mindössze pár százalékra csökken.
Víz megtartó képesség	600-1000 ml L ⁻¹	Ez a paraméter azt jelenti, hogy a talaj mennyi vizet képes visszatartani a gravitációval szemben. Értékéből lehet következtetni a talajban lévő növények számára felvehető víz mennyiségére.
Szemcseméret	0,25-2mm	A nagyon kis szemcseméretű talajok adszorpciós képessége jó, jól megtartják a vizet, pórusaikból azonban a levegő kiszorulhat. A nagy szemcseméretű közegek vízmegtartó képessége kicsi, pórusaiban nagy a levegő aránya, adszorpciós képességük pedig kicsi, vagy egyáltalán nincs.

A közegek fizikai és kémiai paraméterei kereskedelmi forgalomba kerülés esetén törvényileg szabályozva vannak, melyet a „36/2006. (V. 18.) FVM rendelet a terménővelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról” rendelet tartalmaz. A rendelethez tartozó táblázatot, mely a palántanevelő közegekre vonatkozó paramétereket tartalmazza a 3. táblázat szemlélteti. A palántaföldek követelményei a C oszlopból olvashatóak le.

3.táblázat: A kereskedelmi forgalomba kerülő palánta- és virágföldek szabályozás alatt lévő tulajdonságainak szélső értékei. 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet alapján

	A.	B.	C.	D.	E.
1.	Paraméterek		Magas szervesanyag tartalmú virágföld és palántaföld	Közepes szervesanyag tartalmú virágföld	termesztő föld
2.	szárazanyag tartalom (m/m%)	legalább	35	40	45
3.	szerves anyag tartalom (m/m%) sz.a.	legalább	70	40	12
4.	N tartalom (m/m%) sz.a.	legalább	0,3	0,3	0,3
5.	P ₂ O ₅ tartalom (m/m%) sz.a.	legalább	0,1	0,1	0,1
6.	K ₂ O tartalom (m/m%) sz.a.	legalább	0,3	0,1	0,1
7.	pH (10%-os vizes szuszpenzióban)	-		4,0-8,2	
8.	térfogattömeg (kg/dm ³)	legfeljebb		0,8	
9.	vízben oldható összes sótartalom (m/m%) sz.a.	legfeljebb		2,0	
10.	szemcseméret eloszlás 20,0 mm alatt	legalább		100,0	

3.3. A tőzeghelyettesítésére alkalmas anyagok

A palántanevelés során a konvencionális gazdaságok gyakran kizárólag tőzegtartalmú közeget használnak, melyhez alacsony tápanyagtartalma miatt (Asp et al., 2022) az öntözések során adagolják a szükséges tápelemeket. Ezek a tápoldatok szintetikus műtrágyákból állnak, melyek az ökológiai gazdálkodók számára nem engedélyezettek. Az ökológiai gazdaságokban éppen ezért szilárd komponenseket szoktak a tőzeghez keverni a növények megfelelő tápanyagellátottságának biztosítása érdekében. Ezek az anyagok befolyásolják a közeg fizikai paramétereit is. Ebből kifolyólag, ha a tőzeget akár csak részben helyettesítjük akkor is célszerű a tápanyag ellátást biztosító komponensen

kívül még egy anyagot a közeghez keverni, mely annak a fizikai tulajdonságait kompenzálja. Szemléletes példa erre a komposzt használata, amely önmagában alkalmazva a növények számára alacsony levegő frakciója miatt nem optimális (Pascual et al., 2018), így érdemes olyan anyaggal keverni, mint a pelyva, aminek nagy a levegőkapacitása.

Minél diverzebb összetételű egy közeg, annál inkább megközelíthető a tőzeghez hasonló ideális szerkezet. A közegek összeállítása komplex feladat, hiszen nem csak a fizikai, hanem a kémiai tulajdonságok ideális összetételére is figyelni kell (Tietjen et al., 2022, Stewart-Wade, 2020). A szakirodalomban már számos anyaggal kísérleteztek a tőzeg helyettesítése céljából, ezeknek felsorolását és a használatukat bemutató irodalmi példákat a 4. táblázat tartalmazza.

4.táblázat: A tőzeg helyettesítésére alkalmazható anyagok irodalmi példákkal (Szőri et al., 2023)

Potenciális közegalkotó	Forrás
Kókuszrost	(Sampaio et al., 2008), (Costa et al., 2007)
Perlit	(Evans & Gachukia, 2007)
Gyapjú	(Böhme et al., 2008), (Gabrys & Fryczkowska, 2022), (Górecki & Górecki, n.d.)
Papírszap	(Chrysargyris et al., 2020), (Nesse et al., 2019), (Stewart-Wade, 2020)
Szennyvíziszap	(Türkmen & Çirka, n.d.), (Perez-Murcia et al., 2006), (Gouin, 1993), (Stewart-Wade, 2020), (Perez-Murcia et al., 2005)
Pelletált trágya	(Eklind et al., 2001)
Komposzt	(Stewart-Wade, 2020), (Zawadzińska et al., 2021), (De Lucia et al., 2013), Tietjen et al., 2022), (Bustamante et al.), (Tittarelli et al., 2009), (Pascual et al., 2018)
Pelyva	(Pascual et al., 2018), (Evans & Gachukia)
Faforgács	(Schmilewski, 2008), (Nurzyński et al., 2012), (Neumaier & Meinken, 2015), (Pascual et al., 2018), (Gruda & Schnitzler, 2004)
Szalma	(Nurzyński et al., 2012), (Zawadzińska et al., 2021), (Vaughn et al., 2013)

3.3.1. Az opcionális közegalkotók jellemzése

A kókuszrostot a gyakorlatban széleskörben használják a tőzeg kiváltására. A kókuszpálma azonban, amelyből előállítják kizárólag trópusi területeken él, így Magyarországon való felhasználása a szállításból eredő környezetterhelés miatt ökológiai gazdaságok számára nem javasolt. Az egyik legjelentősebb üvegházhatású gáz, a széndioxid kibocsátásának világszinten a 26%-áért felel a szállítmányozás, mivel máig főleg fosszilis üzemanyaggal működő járművekkel végzik (Hansen et al., 2011).

A kókuszrost mellett a perlit alkalmazása is elterjedt a konvencionális gazdálkodásban, azonban szintén nagy ökológiai lábnyommal rendelkezik, így ökológiai gazdálkodásban nem ajánlott a használata. A perlit ugyanis egy speciális alumínium-szilikát 872°C-ig való hevítését követő 4-20 szoros térfognövekedése során jön létre (Evans & Gachukia, 2007). Az ilyen intenzív hevítésnek magas az energia igénye. A perlit használata ellen szól továbbá az anyagra tapadt porszemcsék egészségügyi veszélyessége is. Az apró szemcsék ugyanis a szervezetbe bekerülve a tüdőre ártalmasok, így veszélyeztetik az anyaggal dolgozókat (Evans & Gachukia, 2007).

Az ökológiai gazdálkodás alapelvei támogatják az olyan anyagok használatát, amelyek egy másik termelési folyamat során hulladékként jelentkeznek. Az ilyen anyagok közül a juh gyapjú alkalmazása, mint természetközeg komponens kezd egyre gyakoribbá válni.

A gyapjú iránti kereslet csökken, továbbá az előállítás során jelentkezik olyan szennyezett, nem megfelelő minőségű áru, ami a hagyományos piacon nem értékesíthető. Ezen jelenségek miatt a gyapjú a növénytermesztők számára nagy mennyiségben rendelkezésre álló alapanyagnak számít.

A növénykultúra teljes felnevelése során már számos kísérletben alkalmazták, azonban a palántanevelésben rejlő potenciálja még felderítetlen (Böhme et al., 2008, Gabrys & Fryczkowska, 2022).

A gyapjú levegő kapacitása a hosszúkultúrás nevelés során csökken, míg vízmegtartó képessége nő (Böhme et al., 2008). A gyapjú kedvező vízmegtartó képességének és párolgásgátló hatásának köszönhetően csökkenti a közeg vízigényét (Gabrys & Fryczkowska, 2022).

Termesztőközegben való felhasználáskor ügyelni kell arra, hogy a megfelelő módon tisztított alapanyaggal dolgozzunk, ugyanis természetes állapotában a gyapjú gyommagokat és egyéb szennyeződések tartalmazhat, amik akadályozhatják a termelést, a kész áru minőségét negatívan befolyásolhatják. A gyapjú tisztítása tehát egy elengedhetetlen, azonban gazdaságilag jelentős költségekkel járó folyamat (Górecki and Górecki 2010).

A gyapjú mellett a papír is egy olyan alapanyag, aminek a növénytermesztésben jelentősége lehet, mint közegalkotó komponens, azonban más iparágban hulladékként van jelen. Az évente előállított papírmennyiség 10%-a végzi hulladékként, ami közel 30 millió tonnát jelent. Ekkora anyagmennyiséget valamilyen formában újra kell használni, vagy hasznosítani az ökonómiai és a környezeti terhelés csökkentése érdekében (Chrysargyris et al., 2020).

A növénytermesztésben a papírt komposztálni szokták, vagy papírsárként alkalmazzák. Az előbbi módszer hosszú időt vesz igénybe, továbbá a költségeket is megemeli, ugyanis a megfelelő bomlási körülmények biztosításához nitrogént kell adagolni hozzá (Chrysargyris et al., 2020, Nesse et al., 2019).

A papírsárként való használata elterjedtebb a termesztés során. Ekkor a papírt aprítják, majd nedvesítik és a termeszto közeghez keverik. Használatával csökkenteni lehet a pórusteret, minden esetben azonos összetételű, patogén mentes alapanyag igénybevételével (Chysagris et al., 2020, Chysagris et al., 2019). Hátránya, hogy lúgos

kémhatást okoz, növeli a Cl, Mg, Cu, Na és Cd szintet, ami a növények számára toxikussá válhat (Chrysargyris et al., 2020, Nesse et al., 2019). Alkalmazásakor az összeállított közeg toxikus fémtartalmát, pH szintjét és növények számára felvehető nitrogén formák tartalmát minden esetben vizsgálni kell (Stewart-Wade, 2020).

A szennyvíziszap is egy melléktermékként jelentkező anyag, amit magas tápanyagtartalma miatt alkalmaznak növénytermesztő közegekben komposztált formában.

A közeg szerkezetének sűrűségét növeli, magas szervesanyag tartalmának köszönhetően a tápanyagszolgáltató- és a vízmegtartó képességét javítja (Türkmen & Çirka, n.d., Perez-Murcia et al., 2006). A makro tápanyagok közül foszfor és kálium szintje kimagasló, de nitrogén tartalma is jelentős (Stewart-Wade, 2020).

Hátrányai közé tartozik, hogy parazitákat és toxikus nehézfémeket tartalmazhat (Türkmen & Çirka, 2000), ami miatt ökológiai gazdálkodásban nem megengedett az alkalmazása.

Mivel a toxikus elemek felvétele a pH függvényében változik, továbbá a növényen belül a különböző elemek eltérő szervekbe raktározódnak el, így elméletben bizonyos toxikus elem tartalom nem lesz hatással az adott termék egészségügyi minőségére (Gouin, 1993, Navarro-Pedren˜o, J. et al., 1977, Perez-Murcia et al., 2005).

A növénytermesztés során alkalmazott közegekben a pelletált trágya, amit számos különböző haszonállat trágyájából készítenek vízelvonással és tömörítéssel (Eklind et al., 2001), is egy gyakran használt alapanyag.

A trágyát szolgáltató állat faja, az elfogyasztott tápláléka és az alomanyaga befolyásolja az anyag kémiai összetételét. Emellett a szerves trágya feldolgozáskori érettségi foka befolyással van a termék nitrogén tartalmára (Eklind et al., 2001). Az optimális használati állapot eléréséhez az alkalmazás előtt érdemes a kész terméket szellőztetni (Eklind et al., 2001).

3.4. A kísérletben alkalmazott közegalkotó komponensek jellemzése

3.4.1. Tőzeg

A tőzeg annak köszönheti széles körű elterjedését, hogy a növények számára optimális szerkezettel rendelkezik, és a palántanevelő közegekkel szemben állított alapkövetelményeket, mint a gyommag és toxikus anyag mentesség és az állandó, szezontól független rendelkezésre állás, hiánytalanul teljesíti.

Legfontosabb fizikai tulajdonságai a stabil, természetesen nem változó szerkezete és magas vízkapacitása (Neumaier & Meinken, 2015). Saját tömegének közel húszszorosát képes víz formájában felvenni (Pedersen & Loes, 2022). A tőzeg magas vízmegtartó képességét a magas szervesanyagtartalmának, alacsony sűrűségének (Paul et al., 2021), és magas, 85-98%-os pórustérfogatának köszönheti (Domenico & Finlayson, 1996). A tőzeg fizikai tulajdonságai nem a növényi összetételétől, hanem sokkal inkább a bomlási állapotától függenek (Domenico & Finlayson, 1996). A bomlási fok növekedésével a tőzeg sűrűsége nő, míg rost tartalma csökken (Domenico & Finlayson, 1996).

A tőzeg kémiai anyagokban szegény, sótartalma alacsony és kémhatása enyhén savas, ami a legtöbb növény számára ideális. A tőzeg ásványianyagtartalma, így tápanyagtartalma igen alacsony, használatkor minden esetben biztosítani kell a közeg megfelelő tápanyagellátását (Paul et al., 2021; Neumaier & Meinken, 2015). A tőzeg szilárdanyag tartalmának csupán 2-10%-a szerves, ásványi összetételű (Domenico & Finlayson, 1996).

A tőzeg rendkívül jól szállítható magas összenyomhatóságának köszönhetően (Paul et al., 2021). Szervesanyag tartalma magas, 35% feletti (Paul et al., 2021), ezért a szerves talajok közé soroljuk. Szervesanyag tartalma olyan növényi maradványokból áll, melyeken a bomlási folyamatok az átalakulásuknál lassabban zajlottak le. Szervesanyagtartalmához mikrobiális források is hozzájárulnak (Domenico & Finlayson, 1996). A tőzeg szervesanyagtartalma és a nedvességtartalma között egyenes arányosság van (Paul et al., 2021).

A tőzeget a lebomlási állapota és az ebből következő szervesanyag tartalma alapján 10 kategóriába soroljuk (Domenico & Finlayson, 1996, Paul et al., 2021). Ezeket a kategóriákat H1, H2, H3...H10-nek jelöljük. A magasabb számmal jelölt kategóriába tartozó tőzegek humifikálódtak jobban. A tőzegnek minél magasabb az átalakulási értéke, oxigén tartalma annál alacsonyabb, az első kategóriákban a közeg oxigén tartalma megközelítően 43%, míg az utolsóban csupán 33% körül mozog (Domenico & Finlayson, 1996)

3.4.2. Komposzt

A komposztot mikrobák hozzák létre különböző szerves anyagok termogenikus lebontásával (Stewart-Wade, 2020). A legtöbb szerves anyag alkalmas a komposztálásra, azonban különböző tulajdonságú komposztot eredményeznek, ezért a komposztokat csoportosítani tudjuk az alapanyagként felhasznált szervesanyagok szerint. A gyakorlatban legelterjedtebb típusok a zöldkomposzt, a trágyakomposzt, a gombakomposzt és a gilisztakomposzt.

3.4.2.1 Zöldkomposzt

A gyakorlatban a zöldkomposzt a legszélesebb körben előállított és alkalmazott komposzt típus. A kerti és háztartási eredetű növényi hulladékok egybegyűjtésével és komposztálásával készítik (Stewart-Wade, 2020). Ezen hulladékok ilyen formában végzett felhasználása nem csak a növénytermesztők számára szolgáltató kitűnő tápanyagforrást, hanem az elkerülhetetlenül keletkező élelmiszerhulladékok felhasználására is jó alternatívát jelent.

Éves szinten az európai országokban összesen 88 millió tonna élelmiszer hulladék keletkezik (Zawadzinska et al., 2021), mely legnagyobb arányban a hulladékgazdálkodási telepekre kerül. Bizonyos országokban, mint például Olaszország, támogatják a városi zöldhulladék komposzt készítését és használatát, hogy mérsékelni tudják az értékes szervesanyagok pazarlását (De Lucia et al., 2013).

A zöldkomposztok alapanyagaként rendkívül sokféle növényi maradványt szoktak felhasználni, ami azt eredményezi, hogy a kész termékek összetétele eltérő, beleértve a tápanyagtartalmat, kémhatást, elektromos vezető képességet és a fizikai jellemzőket is. Ezen paraméterek konzisztenciájának hiányában nem lehet általánosan használandó komposzt mennyiséget megadni. Határértékek megállapítására azonban már számos kísérlet folyamán törekedtek, ahol maximális használati mennyiségnek 50-60%-ot állapítottak meg tömegarányosan, magas sótartalmú komposztok esetében pedig legfeljebb 30%-ot. (De Lucia et al., 2013; Tietjen et al., 2022; Stewart-Wade 2020).

A közeg sótartalmát áztatásos kezelés során csökkenteni lehet, mely lehetővé teszi, hogy a magasabb tápelem tartalmú közeg eléréséhez nagyobb arányban alkalmazzanak komposztot a fitotoxicitás elkerülésével (Bustamante et al., 2021). Bustamante kísérletében 1:1 arányban hígította a közegeket ioncserélt vízzel, majd 30 percre rázóógépbe tette a keverékeket. A kezelt komposztot tartalmazó közegek, ugyanabban az arányban alkalmazva jobb növekedési eredményeket produkáltak.

3.4.2.2. Trágyakomposzt

A trágyakomposzt a szerves trágya komposztálásával jön létre, ami az állatok alatti almot, bélsárt és vizeletet tartalmazza. A gyakorlatban szinte kizárólag szarvasmarha, ló, sertés és baromfi eredetű szervestrágyát alkalmaznak. Különböző állatfajok más-más összetételű szervestrágyát eredményeznek, amit érdemes figyelembe venni a termék kiválasztásakor. A baromfitrágyából készült komposztban lassan feltáródó foszfor van, ami foszforigényes, hosszú kultúrák növények esetében előnyös lehet (Stewart-Wade, 2020). A zöldkomposzt és a trágyakomposzt tartalmú közegekben nevelt növények összehasonlításakor azt találták, hogy a trágyakomposzt magasabb szervesanyagtartalmat eredményez (Tittarelli et al., 2019).

A nem megfelelő érettségű trágyakomposzt tartalmazhat olyan kórokozókat, melyek veszélyesek az állati és emberi szervezetre (Stewart-Wade, 2020). Használat előtt ezért fontos ellenőrizni, hogy a megfelelő bomlási állapotot elérje az állati eredetű szerveskomposzt. Zöldségnövények termesztésekor ennek kiemelt fontossága van, hiszen a termésen lévő esetleges talajszennyeződésekkel ezek a kórokozók bejuthatnak az élő szervezetekbe.

3.4.3. Faforgács

A faforgács a faiparban nagy mértékben termelődő hulladék, melyet a növénytermesztésben újra lehet hasznosítani termesztőközeg alapanyagként.

Különböző fafajok fái eltérő összetétellel és szerkezeti tulajdonságokkal rendelkeznek, amit a faforgács alkalmazásakor is figyelembe kell venni. A gyakorlatban a tűlevelű fajok alkalmazása a legelterjedtebb, a lomblevelű fák közül pedig a Populus, Fraxinus, Fragnus és a Salix nemzetségekbe tartozó fajokból készített forgácsot szokták felhasználni növénynevelő közegekben (Schmilewski, 2008). A termesztési kívánt növény és a fafaj kölcsönhatását is vizsgálni kell. A tujafajok fája például tartalmaz olyan anyagokat, amik a paradicsomra toxikusak, így azok növekedését gátolják (Nurzyński et al., 2012), tehát paradicsomnevelő közegben nem szabad tuját felhasználni.

A faforgács alkalmazása, mint termesztőközeg alapanyag biztonságos, patogén, szennyeződés és gyommagmentessége miatt javasolt (Schmilewski, 2008). A forgács növeli a közeg levegőkapacitását, míg a sűrűségét csökkenti (Pascual et al., 2018), ezzel alkalmas lehet a komposzt által okozott szerkeztömörödés kompenzálására.

A forgács a kálium kivételével tápelemekben szegény, így azok jelenlétét a közegben más módon kell biztosítani, kiemelt hangsúlyt fektetve a nitrogénellátottságra, ugyanis az anyag bomlása során a nitrogén immobilizálódhat, ami a növények számára nitrogén hiányt tud okozni (Schmilewski, 2008, Neumaier & Meinken, 2015).

A faforgács vízmegtartóképessége természetes állapotában rendkívül csekély. Az anyag tömörítésével azonban egyenesen arányosan növekszik a növények számára elérhető és nem elérhető vízkapacitás is (Pascual et al., 2018; Gruda & Schnitzler, 2004). A szükséges tömörítés mértéke függ attól, az összekevert komponensek szerkezetétől és arányától.

A faforgács szemcsemérete a készítési körülményektől függően eltérő lehet. A nagyobb szerkezeti egységekből álló forgácsnak a levegőkapacitása nagyobb, a víz megtartóképessége pedig alacsonyabb, mint a kisebb szemcseméretűnek. Ezen paraméterek is befolyásolják a tömörítéssel történő szerkezetváltoztatás szükséges mértékét (Gruda & Schnitzler, 2004).

A szemcseméret a bomlás során is változik, annak előrehaladásával a forgács aprózódik, így a termesztés során is változnak a közeg fizikai paraméterei (Gruda & Schnitzler, 2004). Ennek nagyobb jelentősége van a teljes kultúráknál alkalmazott termesztőközegek esetében, mint a csupán pár hétig igénybe vett palántanevelő közegeknél.

Palántanevelő közegek esetében a megfelelő víz- és levegőkapacitás elérése, továbbá a gyökére káros tömörödöttség elkerülése érdekében, mérsékelt összenyomással való tömörítés ajánlott a tűzdelés, vagy a vetés során (Gruda & Schnitzler, 2004).

3.4.4. Szalma

A szalma a kalászos növények aratása során keletkező melléktermék, melynek számos felhasználási módja van. A legelterjedtebb az alomként való alkalmazása haszonállatok számára. Emellett azonban a növénytermesztésben is felhasználható növénytermesztőközeg komponensként (Nurzyński et al., 2012).

A termesztéshez szükséges optimális szerkezet eléréséhez a szalmát 1-3 cm-es darabokra kell aprítani, hogy a többi komponenssel homogén, hézagmentes közeget tudjon alkotni (Zawadzińska et al., 2021).

A szalmának a szén és kálium tartalmán kívül alacsony a tápanyagtartalma, különösen a nitrogén tekintetében (Zawadzińska et al., 2021). A növények számára azonban toxikus mennyiségben tartalmazhat különböző sókat, továbbá anaerob fermentációja során a mikrobák olyan anyagokat termelhetnek, mint például az ecetsav, ami a növények számára fitotoxikus (Harper & Lynch, 1982).

A fitotoxicitás csökkentésére az egyik módszer a forrázásos kezelés elvégzése, mely segít eltávolítani a toxikus hatású, vízdoldható anyagokat és a mikrobák számára fermentációhoz szükséges elemeket, így csökkentve a mikrobiális aktivitást. A kezelésnek különböző módszerei vannak a közeg és a felhasznált víz arányát, a víz hőmérsékletét és a kezelés hosszát tekintve (Harper & Lynch, 1982, Jaramillo Mejía & Albertó, 2013).

3.4.5. Pelyva

A pelyva egy olyan fellelél, ami egyes gabonafélék magjának védelmére szolgál. A termesztésben legfontosabb pelyvás gabonák a rizs, árpa, tönke és tönkölybúza, melyekről a feldolgozás során eltávolított pelyva hulladéknak minősül (Pascual et al., 2018).

Konvencionális gazdálkodásokban kevés pelyvás gabona fajt termesztnek, melyek közül a rizs a legelterjedtebb, amit viszont Magyarországon a klimatikus viszonyok miatt nem gazdaságos termesztetni. Az ökológiai gazdálkodásban viszont szélesebb körben termesztnek pelyvás gabona fajokat, így hazánkban is számottevő pelyva hulladék keletkezik, amit bio gazdaságokban vissza lehet forgatni termesztőközeg komponensként.

A pelyva a közeg porozitását hosszúkás, kunkorodó szélű szemcséivel jelentős mértékben megnöveli, így a közeg vízkapacitása csökken, míg a levegőtér aránya megnő (Evans & Gachukia, 2007, Pascual et al., 2018). A pelyva szerkezete a termesztés során nem változik olyan mértékben, mint a faforgácsé, ugyanis sokkal több időt igényel, hogy végbe menjenek rajta a bomlási folyamatok, így nem lehet azzal számolni, hogy a termesztés alatt aprózódnak a szemcsék és megnövekszik a vízkapacitása a közegnek. Alacsony vízmegtartóképessége miatt számos növényfaj ültetőközegében legfeljebb 10-20%-os arányban javasolt az alkalmazása (Evans & Gachukia, Pascual et al., 2018).

3.6 Paprika, mint teszt növény

A különböző növényfajoknak nem csak környezeti, de a termesztő közeggel szembeni igényeik is különböznek. Fajonként eltérő, hogy a közeg mely tulajdonságaira érzékenyek, amit figyelembe kell venni a teszt növény választásakor a megfelelő reprezentációs képesség elérése érdekében.

Az általam kiválasztott termesztőközegek egyik kritikus tulajdonsága az elektromos vezetőképességük. A termesztésben palántáról szaporított növények közül a paradicsom rendelkezik az egyik legmagasabb sótűrő képességgel, $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ EC értékig nem mutat káros hatásra utaló tüneteket (Maria L Fiasconaro et al., 2022). A padlizsán ezzel szemben olyan palántázott zöldségnövény, amely rendkívül érzékeny, $1,1 \text{ dS m}^{-1}$ EC érték feletti közegben csökken a növekedési erélye a gátolt tápanyagfelvétel miatt (Restrepo et al., 2013, Shahbaz et al., 2012). A paprika $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ EC értékű közegben képes megfelelően növekedni, ami szintén alacsony értéknek számít, azonban nem olyan fokú érzékenység, mint a padlizsán esetében, ami az átlagnál jelentősen alacsonyabb tűrőképességű (Maria L Fiasconaro et al., 2022).

A zöldségnövények sótűrőképességét bizonyos tápelemek szükséges mennyiségének biztosításával lehet fokozni. A paprika esetében Ca, Mn, N és a Zn azok a tápelemek, melyek hozzájárulnak a növények sótűrőképességének megemeléséhez. A Ca a paprikának a megfelelő termésmínőség eléréséhez is fontos (Ashelinje, 2013).

A növények kémhatással szembeni optimuma is eltérő, általában a 6-7 közötti pH érték az ideális. A paprika számára 6-6,5 közötti pH-val rendelkező termesztőközegek az ideálisak (Bafdal, Dwiratna, and Kendarto 2017), így jól reprezentálja a zöldségnövények pH igényét. A paprika 5,4 alatti pH értékű talajban nem termesztethető (Ashelinjee 2013).

A palántanevelő közeg kémiai összetételével szemben növényfajonként is eltérő igények vannak. A kabakosokhoz, és a többi burgonyaféléhez hasonlóan a paprikának magas a tápanyagigénye (Papp et al., 2022). A paprika emellett magas szervesanyag tartalmú közeget igényel, 4 % alatti szervesanyag tartalmú talajban nem gazdaságos termesztani (Ashelinje, 2013).

A paprika egyenletes csapadékeloszlást vagy öntözést igényel, a palántázás ideje alatt naponta egyszeri öntözéssel nevelhető. Jó vízmegtartóképességgel rendelkező közegben csökkenthető az öntözések gyakorisága (Ashelinje, 2013). A megfelelő csírázási arány eléréséhez mindenképpen jó vízmegtartó képességű közegre van szükség, ezért is indokolt a tűzdeléssel történő palántanevelés (Abdel-Razzak et al., 2019).

A paprika a fent felsorolt tulajdonságai miatt jól reprezentálja a zöldségnövények termesztőközeggel szemben állított igényeit (Restrepo et al., 2013). A Markov-Haev féle hőmérséklet igény skálán a 25+-7°C-ot igénylő fajok közé tartozik, amely termesztésekor fontos.

4. Anyag és módszer

4.1 Felhasznált anyagok

A palántanevelő közeg tápanyagtartalmát szolgáltató komponenseként a zöldkomposztot választottuk. Ennek a döntésnek a kiváltó oka a komposzt magas tápanyagtartalma mellett, az anyag széleskörű elérhetősége. A zöldkomposzt minden hulladékgazdálkodó-telepről megvásárolható, emellett pedig a gazdaságok saját maguknak is elő tudják állítani.

A kísérlet során alkalmazott komposzt a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának helyszínül szolgáló Budai Arborétumból származik. Alapanyagai az egyetemen végzett kísérletekből visszamaradt növényi részek és a területen végzett fenntartási munkák során keletkező növényi maradványok.

A komposzt tömörödöttségét kompenzáló, fizikai szerkezet javító komponenseknek az alábbi anyagokat választottuk ki:

1. aprított tönkölybúza (*Triticum spelta*) szalma,
2. tönkebúza (*Triticum dicoccum*) pelyva,
3. gyertyánfa (*Carpinus betulus*) forgács.

A kontroll közeg a Latagro KP gyártmányú fehér *Sphagnum* semleges tőzeg és a fent említett komposzt keverékéből állt. Ez a tőzeg adalékanyagoktól mentes, így ökológiai gazdaságok számára is engedélyezett az alkalmazása.

A komposztot minden esetben 1:1 arányban kevertük a fizikai tulajdonságot szolgáltató komponensekkel.

Mivel az általunk kiválasztott szerkezetjavító összetevők potenciálisan fitotoxikus anyagokat tartalmazhatnak, amik a palánták növekedését gátolhatják, így forrázásos kezelést végeztünk rajtuk (Harper & Lynch, 1982, Jaramillo Mejía & Albertó, 2013). Termesztési kísérletet végeztünk mind a kezelt és a kezeletlen komponensekből összeállított közegekben, így összesen 8 különböző közeget teszteltünk a kontrollt és annak variációit is beleértve.



ábra 1: Komponensek az előkészítés előtt, Balról jobbra: komposzt, faforgács, tönköly szalma, tönke pelyva; Képet készítette: Szőri Virág

A termesztőközegek megnevezésére használt rövidítéseket, melyeket a dolgozat további részében alkalmazni fogok, az 5. táblázat tartalmazza.

5.táblázat: A közegekhez használt rövidítések.

Közeg neve	Használt rövidítés
Tőzeg-komposzt	TK
Tőzeg-komposzt áztatással kezelt	TKA
Faforgács-komposzt	FK
Faforgács-komposzt áztatással kezelt	FKA
Pelyva-komposzt	PK
Pelyva-komposzt áztatással kezelt	PKA
Szalma-komposzt	SK
Szalma-komposzt áztatással kezelt	SKA



ábra 2: Az összeállított közegek; balról jobbra és fentről lefelé: komposzt-pelyva, komposzt-pelyva áztatott verzió, komposzt-faforgács, komposzt-faforgács áztatott verzió, komposzt-tőzeg, komposzt-tőzeg áztatott verzió, komposzt-szalma áztatott verzió, komposzt-szalma; Képeket készítette: Madaras Krisztina

A palántanevelési kísérletet paprika növényeken végeztük, amihez a Rédei Kertimag Zrt. Által előállított csávázatlan *Capsicum annuum* 'Tizenegyes' fajta vetőmagot használtuk. Ez egy fehér, édes, determinált növekedésű tölteni való paprika fajta.

4.2 Módszertan

4.2.1. Közegek előkészítése, kezelése

A tervezett tűzdelési időpont előtt 11 nappal végeztük a palántatermesztő közegek összeállítását. Első lépésként a forrázásos kezelést végeztük el a szerkezetjavító komponenseken.

A kezeléshez 1:1 arányban öntöttük fel a közegeket forrásban lévő, ioncserélt vízzel. A forróvízben 1 órán keresztül hagytuk ázni a komponenseket, majd leöntöttük a vizet.

A kezelés során a komponensek nedveseket lettek, így az azonos feltételek biztosítása érdekében a kezeletlen közegalkotókat is nedvesítettük.

A komponenseket ezután összekevertük a komposztal, majd a homogén közegeket nedvességük megőrzésének biztosítása mellett a felhasználásig, 11 napon keresztül eltároltuk.

4.2.2. Palántanevelés

A palántákat tűzdeléssel neveltük. A magokat 2023.02.20.-án tiszta tőzegbe vetettük és természetes megvilágítás mellett 21-22°C-os szobahőmérsékleten neveltük. Mikor az állomány egyöntetűen elérte a kétszikleves állapotot, akkor tűzdeltek át a palántákat a tesztelni kívánt közegekbe. A tűzdelés 2023.03.20.-án történt meg.

A palántákat a továbbiakban 175 ml ürtartalmú edényekben neveltük. Minden összeállított közeg esetében 10 darab palántát állítottunk elő.

A növényeket fűtetlen üvegházban, természetes megvilágítás mellett tartottuk. A palántanevelési idő alatt plusz tápanyagot nem adtunk a közegekhez tápoldat formájában. Az öntözés a palánták igényeihez mérten, rendszeresen kijuttatott kis vízmennyiséggel történt.

A tálca szélén eltérő mikroklíma van, mint a tálca közepén, ott a páratartalom sokszor alacsonyabb, így a szélén lévő palánták hamarabb kiszáradnak. Annak érdekében, hogy a szél hatás ne befolyásolja a kísérlet eredményét a palántákat véletlenszerűen helyeztük a tálcákra és helyzetüket legalább heti rendszerességgel megváltoztattuk.

4.2.3. Palánta tulajdonságok mérése

A kísérlet alatt hetente egyszer mérőszalag segítségével megmértem a palánták magasságát. A magasságot minden esetben a palánták tövétől a legfelső levelet felhajtva, annak csúcsi részéig mértem. Az első mérés a tűzdelést követő második napon, 2023.03.22.-én történt.

A kísérlet második hetében azt tapasztaltuk, hogy a pelyva tartalmú közegekben visszamaradt tönke magok kicsíráztak, a közeg gyomosodni kezdett. A gyomok a palánták növekedését hátráltatták volna konkurenciájuk miatt, ezért azokat a palántamérések alkalmával eltávolítottam. A gyomlálás előtt cserepenként megszámláltam a kikelt tönke magokat, továbbá a szükséges gyomlálási időt is lemértem stopperórával.

A palántanevelési idő végén a levelek klorofilltartalmát is lemértük, melyhez Apogee MC-100 Klorofill koncentráció mérőt használtunk.



ábra 3: klorofill mérés; 1.kép: klorofill mérő készülék; 2. kép: klorofill mérés folyamata; Képeket készítette: Divéky-Ertsey Anna

A kísérlet felszámolása során, 2023. május 25-én, lemértük a palánták szárátmérőjét a gyökérnyaktól mért 1 cm-es magasságban kézi tolómérővel.

A közegből való eltávolítás után közvetlenül a palánták gyökérhosszát is lemértük, amihez a zöldrészek magasságának méréséhez hasonlatosan mérőszalagot használtunk.

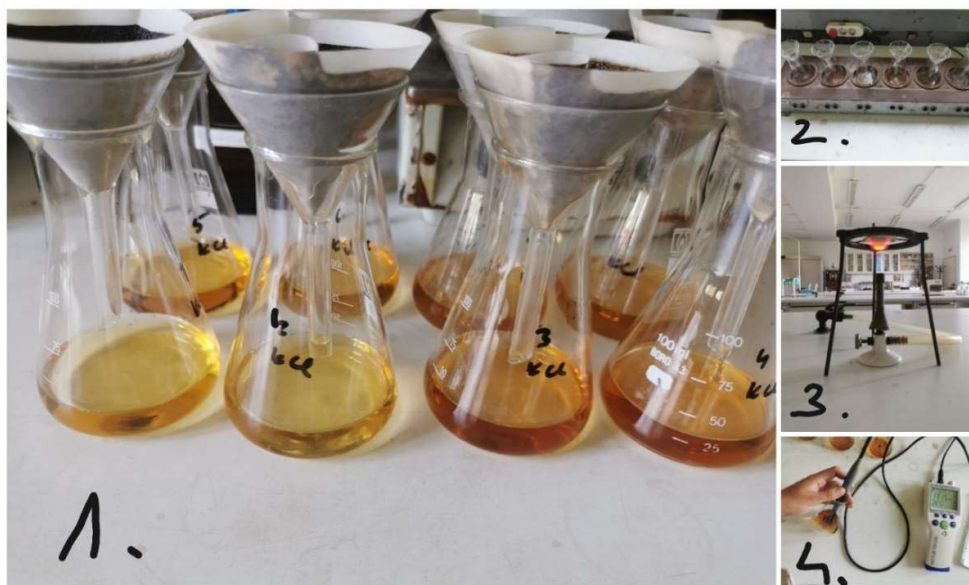
A növények nedves és száraz gyökér- és levéltömegét is vizsgáltuk. A palántákat a gyökérnyaknál félbevágtuk, majd precíziós mérleg segítségével külön lemértük a gyökér és a levél tömeget.

A növényi részeket felcímkézett borítékba helyeztük, elkülönítve a gyökér és a számaradványokat. A növényeket Memmert 600 típusú szárítószekrényben 40°C-on kiszárítottuk tömegállandóságig. A megfelelően kiszáradt növényi részeket újfent lemértük digitális mérlegen. A száraz és a nedves tömeg eredményének különbségéből kiszámítható a palánták szárazanyagtartalma.

4.2.4. Közegek vizsgálata

A közegek különböző kémiai paramétereit lemértük az összeállítást követően, majd a méréseket megismételtük a palántanevelést követően. A tőzeg és a komposzt esetében bizonyos paramétereket a közegek összekeverését megelőzően is vizsgáltunk. A méréseket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán, a Környezettudományi Intézet Agrárkörnyezettani Tanszékének laboratóriumában végeztük.

4.2.4.1. Kémiai tulajdonságok



ábra 4: Kémiai tulajdonságok vizsgálata. 1.kép: közegek kálium-kloridos oldatának szűrése nitrogéntartalom méréshez; 2. kép: közegek roncsolása homokfürdőn humusz vizsgálatához; 3. kép: izzítási kísérlet; 4. kép: elektromos vezetőképesség mérése műszerrel

pH mérés: A közegek vizes és kálium-kloridos oldatában is mértük a kémhatásukat. Mindkét esetben 5g légszáraz anyagot mértünk be, melyhez a vizes oldatban történő méréshez 12,5 cm³ desztillált vizet adagoltunk, a másik mérési módszernél pedig 1 mol/dm³ kálium-kloridot töltöttünk. Az elegyeket homogenizáltuk, majd 24 óráig pihentettük. A szuszpenziók kémhatását pufferoldattal kalibrált pH mérő műszerrel mértük.

Elektromos vezetőképesség (angolul: electrical conductivity, EC): Az elektromos vezetőképesség mérésekor a vízben oldható sók mennyiségét vizsgáljuk azok elektromos vezetőképességét kihasználva. Az oldatban minél nagyobb mennyiségben vannak jelen vízzel oldható sók, annál inkább lecsökken a közeg ellenállása, amivel arányosan nő a közeg vezetőképessége. Közegenként 20 g anyagot mértünk be, és oldottunk 100 cm³ desztillált vízben. Fél órányi rázógépes rázatást követően az oldatot 24 óráig állni hagytuk. Az idő leteltével szűrőpapíron átszűrtük az oldatokat, majd ismert koncentrációjú sóoldatban kalibrált konduktométer segítségével megmértük a minták vezetőképességét. Az oldat hígítottságának és a környezet hőmérsékletének ismeretével következtetni lehet az oldott sótartalomra.

Nitrát, nitrit és ammónium tartalom: Színreakciót követő spektrofotometriás módszer segítségével mértük le ezen paraméterek értékét. A méréshez mintánként 20-20 grammot mértünk Erlenmeyer-lombikba, majd 100 cm³ kálium-kloriddal hígítottuk. Ezt követően fél óráig rázógépből ráztuk a szuszpenziókat, majd leszűrtük őket. Az így kapott közegeken színreakciót követő fotometriát végeztünk.

Foszfortartalom: A foszfortartalom fotometriás méréséhez készítettünk egy standard sort ismert foszforkoncentrációjú oldatokból, mint viszonyítási alap. A standard sor minden mintájából 1 cm³ anyagot mértünk ki főzőpohárba és hígítottuk 10 cm³ AL (Tejsavval hidrolizált ecetsav) oldattal. A hígítást követően 5 percig állni hagytuk az oldatokat, majd 400 nm-es hullámhosszon mértük az abszorbanciájukat. Az adatokat a kalibráló egyenletbe való behelyettesítést követően kaptuk meg.

Káliumtartalom: A közegek káliumtartalmát AL-kivonaton végzett lángfotometriás spektroszkópiával végeztük. A lángfotométer nagy sebességű légárammal acetilén jelenlétében elporlasztja a mintát, az láng színének mérésével számítható ki a káliumtartalom. A foszforméréshez hasonlóan itt is ismert koncentrációjú kálium standardsoron is el kell végezni a méréseket, melyek eredményéhez hasonlítható a minta.

Humusztartalom: A humusz tartalmat a szerves vegyületek oxidálhatóságán alapuló kísérlettel, a Tyurin-módszerrel mértük. Minden mintából 0,1 g-ot mérünk ki Erlenmeyer lombikba, majd 10 ml kénsavas kálium-bikronátot töltünk rá és forrástól számítva 8 percig roncsoljuk homokfürdőn. Az idő leteltével, a kihűlt mintákra 100 ml desztillált vizet töltünk, majd 5 csepp difenilamint és 10 csepp foszforsavat adunk az oldatokhoz. Végezetül a mintákat Mohr-só oldattal megtitraljuk, míg színük zöldre nem vált. A kálium-bikronát egy oxidálószer, melynek fogyását a Mohr-só segítségével letudjuk mérni, a kapott eredményből következtetni lehet a szerves kötésű széntartalomra, amiből a humusztartalom kiszámítható.

Szervesanyag tartalom: A 105°C-on szárított, légszáraz mintákon izzítási próbát végzünk, az izzítási veszteség közel azonos mértékű a szervesanyag tartalommal. Minden mintából 2g-ot mérünk izzító tengelybe, majd közel 700°C-os kemencébe helyezzük, ahol a minták elégnének. A kemencéből kivéve megvárjuk, míg az izzítási maradék kihül, majd precíziós mérlegen visszamérjük a tömegét. Az izzítási maradék tömegét kivonva a kezdeti tömegből megkapjuk az izzítási veszteség mértékét.

4.2.5. Adatok kiértékelése

A mért adatokat a Microsoft Excel táblázat kezelő programban vezettük. A statisztikai elemzést az IBM SPSS Statistics 25 programmal végeztük. Először az ANOVA próba feltételeit, a szóráshomogenitást és a normalitást, vizsgáltuk. A feltételek minden esetben teljesültek, így elvégezhettük az ANOVA vizsgálatát a Tukey Post Hoc tesztekkel (Fidy, Makara, 2005).

5.Eredmények és értékelésük

5.1. Közegek tulajdonságai

A közegekben mért tulajdonságokat a 8. táblázatban foglalom össze. Annak érdekében, hogy szemléletes legyen a különbség a különböző közegek, továbbá a termesztési kísérlet előtt és után mért eredmények között, ezért az elemzett paramétereket az 1.-7. diagramokon is ábrázolom. A 7. táblázatban a komposzt és a tőzeg közegösszeállítás előtt mért tulajdonságait foglalom össze. A diagramokon és a 8. táblázatban felhasznált rövidítésekhez tartozó jelmagyarázatot a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat: Jelmagyarázat a közegetulajdonságokról szóló diagramokhoz

Közeg neve	Név rövidítése	Közeg neve	Név rövidítése
Tőzeg-komposzt termesztés előtti mérés	TK_e	Tőzeg-komposzt termesztés utáni mérés	TK_u
Tőzeg-komposzt áztatott termesztés előtti mérés	TKA_e	Tőzeg-komposzt áztatott termesztés utáni mérés	TKA_u
Pelyva-komposzt termesztés előtti mérés	PK_e	Pelyva-komposzt termesztés utáni mérés	PK_u
Pelyva-komposzt áztatott termesztés előtti mérés	PKA_e	Pelyva-komposzt áztatott termesztés utáni mérés	PKA_u
Faforgács-komposzt termesztés előtti mérés	FK_e	Faforgács-komposzt termesztés utáni mérés	FK_u
Faforgács-komposzt áztatott termesztés előtti mérés	FKA_e	Faforgács-komposzt áztatott termesztés utáni mérés	FKA_u
Szalma-komposzt termesztés előtti mérés	SK_e	Szalma-komposzt termesztés utáni mérés	SK_u
Szalma-komposzt áztatott termesztés előtti mérés	SKA_e	Szalma-komposzt áztatott termesztés utáni mérés	SKA_u

7. táblázat: A komposzt és a tőzeg tulajdonságai a közegek összeállítás előtt mérve

Tulajdonság	Komposzt	Tőzeg
pH-Vizes	8,19	8,05
pH-KCl-os	7,26	7,16
EC (μ S/cm)	564	132,4
Só (mg/kg)	1430	662
Nitrit (mg/kg)	0,05	0,2
Nitrát (mg/kg)	66	6,0
Ammónium (mg/kg)	1,0	4,0
P ₂ O ₅ (mg/kg)	1349	284
K ₂ O (mg/kg)	3610	404
H%	19,82	n.a.
Nedvességtartalom (%)	49,48	56,60
Szervesanyag tartalom (%)	66,8886	95,1352

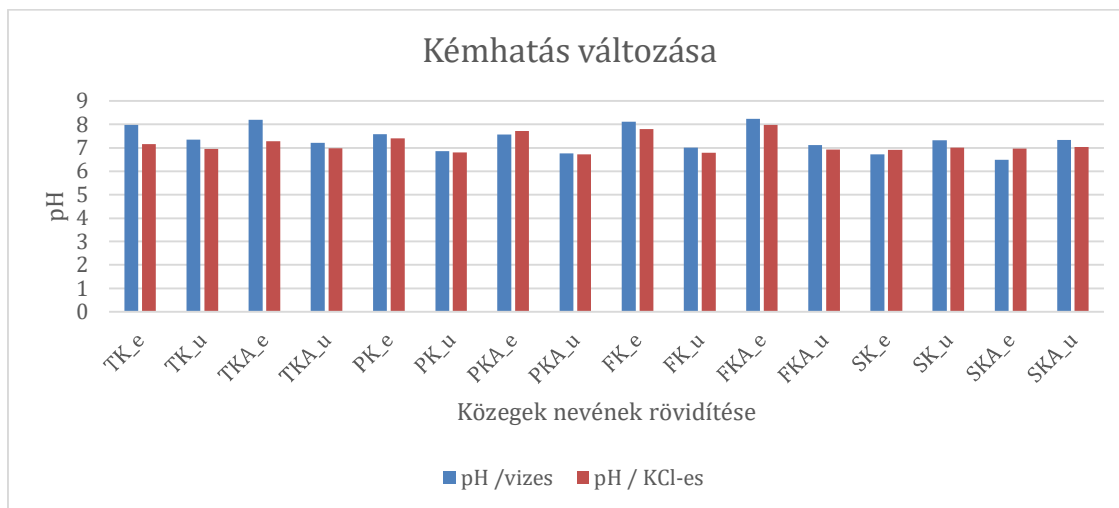
8. táblázat: A termesztési kísérlet előtt és után mért közeg adatok összefoglaló táblázata

Közeg neve	TK_e	TK_u	TKA_e	TKA_u	PK_e	PK_u	PKA_e	PKA_u
pH /vizes	7,97	7,35	8,19	7,22	7,58	6,85	7,56	6,76
pH / KCl-es	7,16	6,96	7,28	6,99	7,41	6,81	7,72	6,72
EC (mS/cm)	0,49	0,876	0,52	0,85	2,85	1,315	2,55	1,305
Só mg/kg	1440	2165	1305	2125	6965	3280	6200	3260
Nitrit (mg/kg)	0,05	0,35	0,05	0,4	0,3	1,4	0,2	1
Nitrát (mg/kg)	49,65	8,5	53,05	8	9	43	3,35	43
Ammónium (mg/kg)	1,5	7,5	1,5	5,5	3	3	4	2
P ₂ O ₅ (mg/kg)	1629,49	1951,5	1107,99	561,4	1797,97	2965,8	1677,63	2893,6
K ₂ O (mg/kg)	3834	2248,8	3122	2384,6	7844	4180,8	5512	3872,4
H%	33,86	42,14	46,38	31,6	37,75	33,55	32,44	26,63
Szervesanyag tartalom (%)	58,193	58,4789	62,4336	56,7113	45,926	53,2195	44,154	50,9964
Közeg neve	FK_e	FK_u	FKA_e	FKA_u	SK_e	SK_u	SKA_e	SKA_u
pH /vizes	8,12	7,01	8,24	7,11	6,71	7,32	6,49	7,33
pH / KCl-es	7,81	6,79	7,97	6,92	6,91	7,01	6,97	7,04
EC (mS/cm)	1,13	0,92	1,04	0,808	2,51	1,271	0,79	0,839
Só mg/kg	2785	2300	2775	2010	6235	3165	1955	2080
Nitrit (mg/kg)	0,1	0,55	0,1	0,45	0,75	0,8	0,75	0,6
Nitrát (mg/kg)	1,1	10,5	3,35	7	74,5	15	51,9	11
Ammónium (mg/kg)	1	4,5	2,5	3,5	<0,5	6	<0,5	5,5
P ₂ O ₅ (mg/kg)	1621,46	2532,5	1645,53	2734,7	1822,04	2932,1	1645,53	3009,1
K ₂ O (mg/kg)	4644	3210	4416	3610,4	7548	4746	6758	3801,6
H%	32,34	46,23	32,34	51,7	35,28	27,11	54,83	25,16
Szervesanyag tartalom (%)	58,2174	56,7562	55,699	55,8734	52,733	45,4449	56,911	47,6044

Kémhatás

A közegeknek mértük a káliumkloridos és vizes oldatban kimutatható kémhatását is (1. diagram). A kiindulási pH értékek a tűzeg és a faforgács tartalmú közegekben voltak a legmagasabbak, ahol enyhén lúgos értékeket kaptunk.

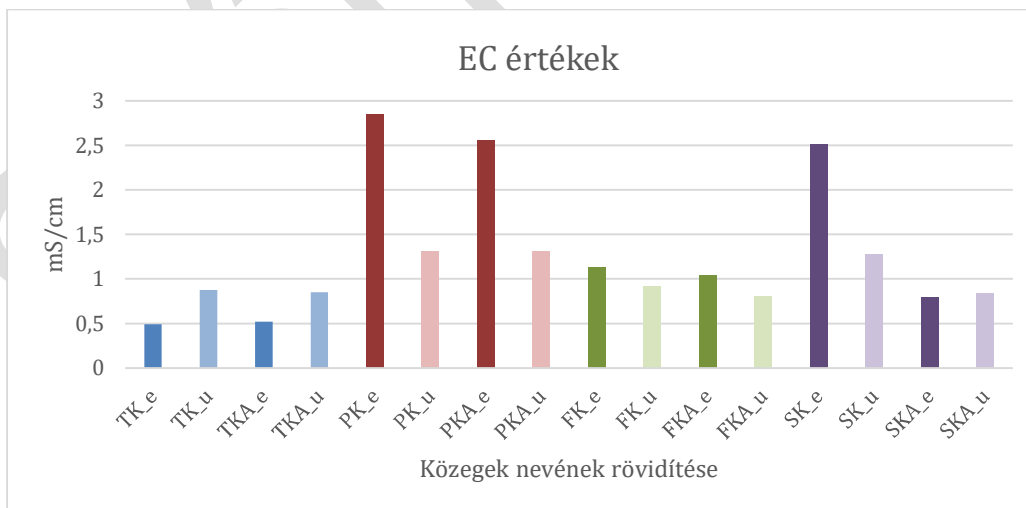
A termesztés során a pH értékek csökkentek, a szalma tartalmú közegek kivételével, ahol a pH érték a termesztés után mérve magasabb volt. A forrázással kezelt és a kezeletlen közeg kémhatása között nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést.



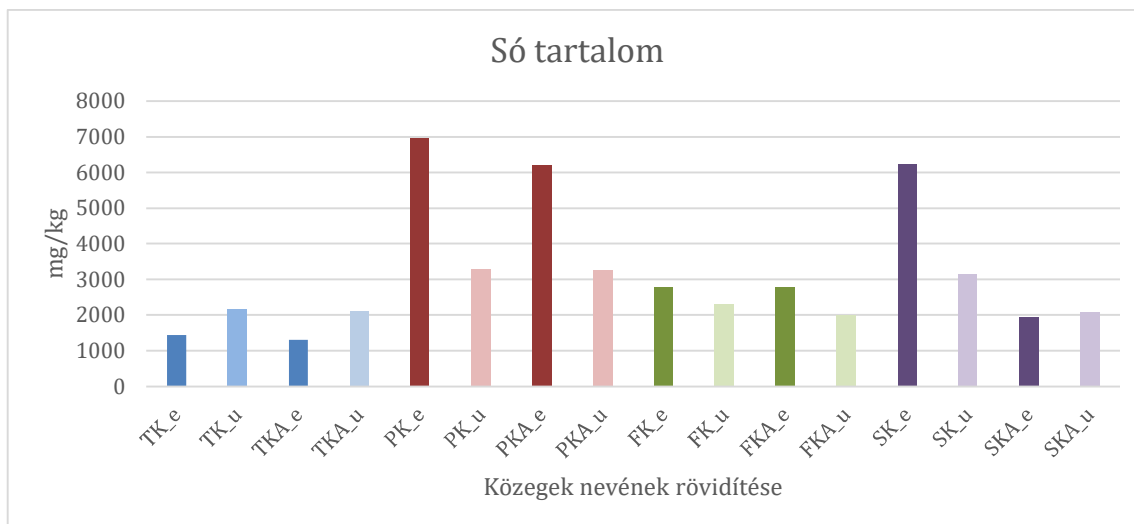
1. diagram: Közegek kémhatásai a termesztés előtt és után

Elektromos vezetőképesség és sótartalom

Az elektromos vezetőképességet (2. diagram) és a sótartalmat (3. diagram) is vizsgáltuk. A termesztési kísérlet során a tűzegtartalmú közegek kivételével minden esetben csökkent a sótartalom.



2. diagram: Közegek EC értéke a termesztés előtt és után

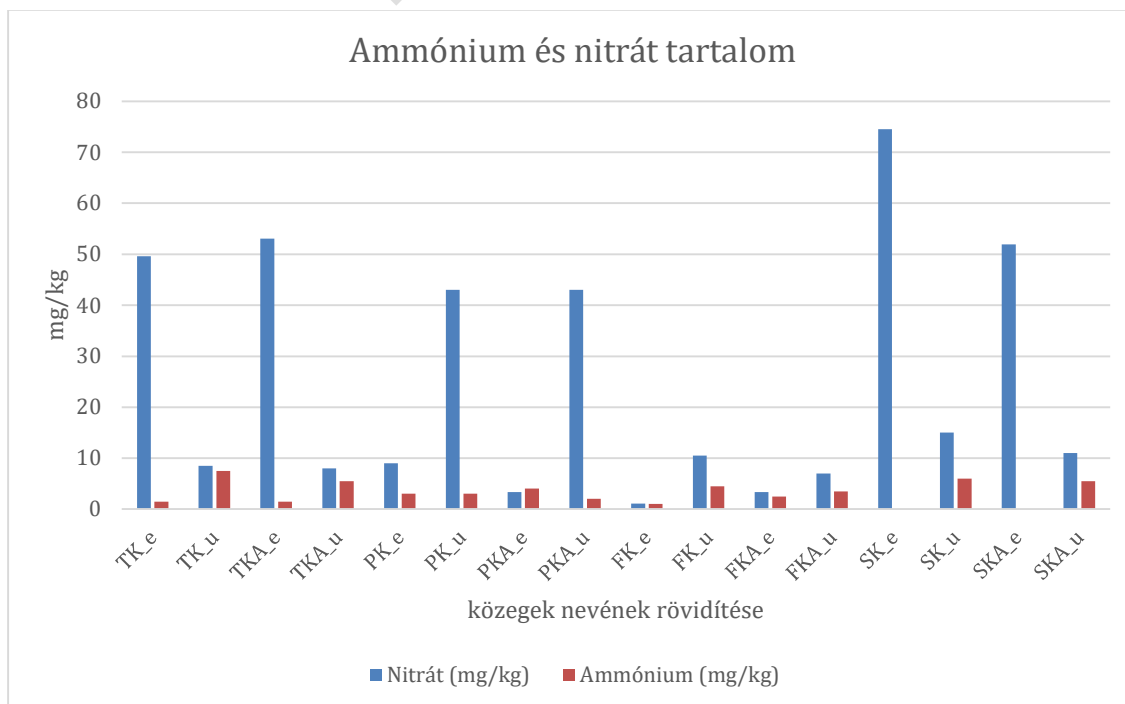


3. diagram: Közegek sótartalma a mérés előtt és után

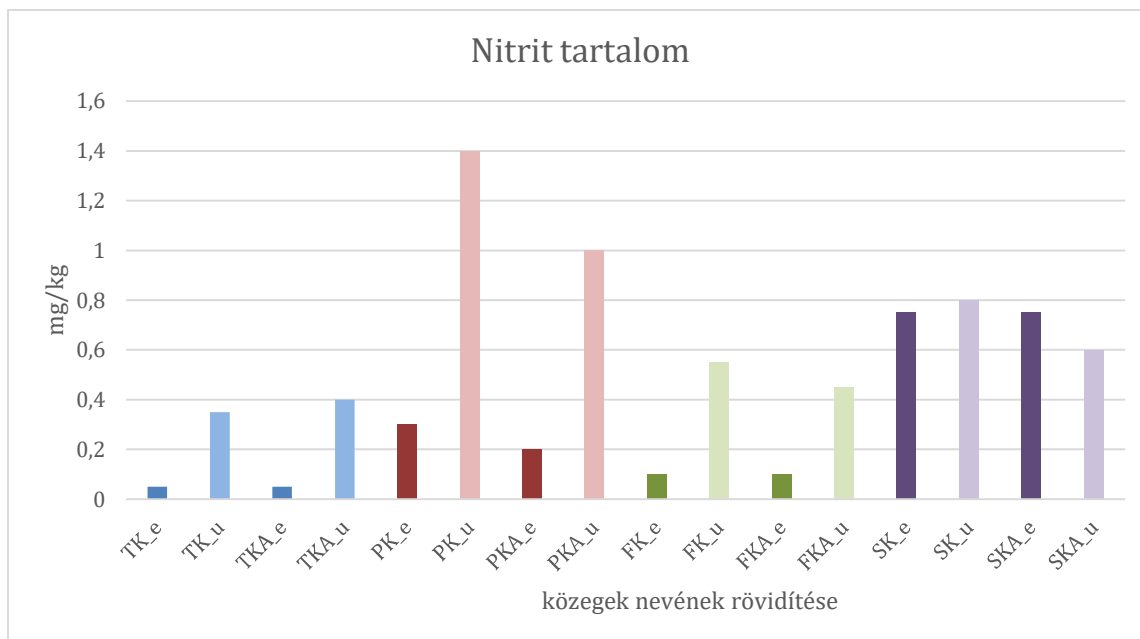
Ammónium, nitrit és nitrát

A közegben a kimutatott nitrogén formák arányának változását az ammónium és a nitrát esetében a 4., a nitrit esetében pedig az 5. diagram tartalmazza.

A pelyva és a faforgács tartalmú közegekben a nitrát és nitrit tartalom nőtt, míg az ammónium tartalom nem mutatott változást. A tőzeg és a szalma esetében azonban a nitrát tartalom erősen csökkent a termesztés ideje alatt, míg az ammónium tartalom növekedett.



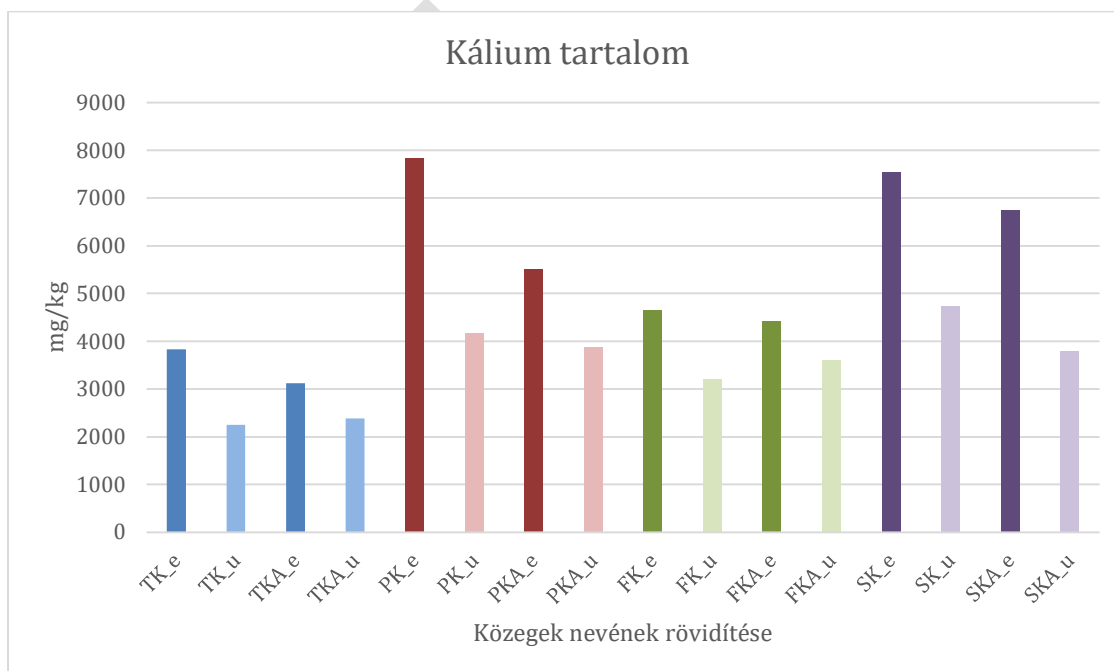
4. diagram: Közegek ammónium és nitrát tartalma a termesztés előtt és után



5. diagram: Közegek nitrit tartalma a termesztés előtt és után

Kálium

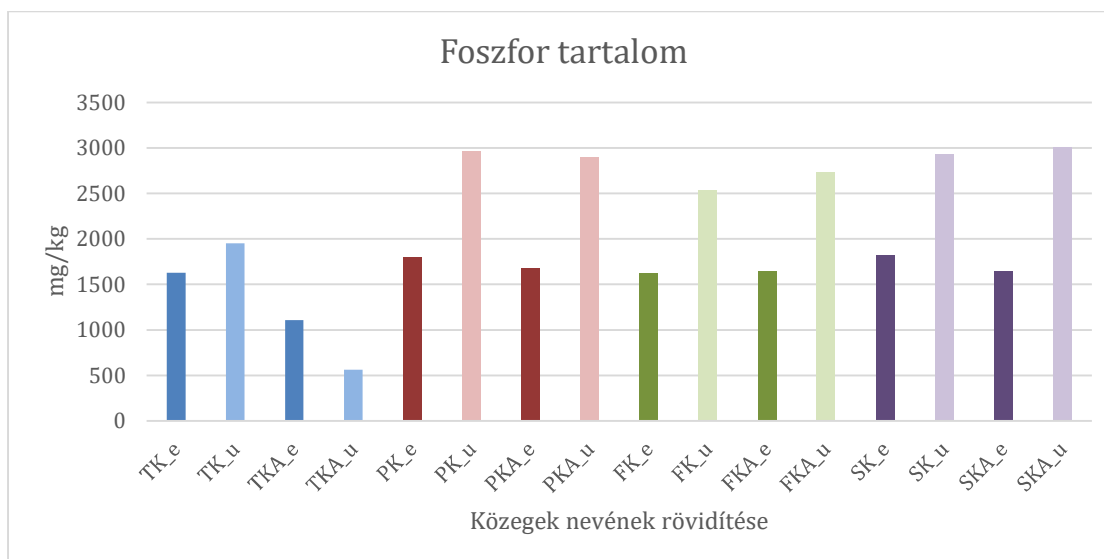
A kálium tartalom változásáról szóló adatokat a 6. diagram tartalmazza, amiről leolvasható, hogy a kálium mennyisége a termesztés alatt minden közeg esetében csökkent.



6. diagram: Közegek kálium tartalma a termesztés előtt és után

Foszfor

A foszfor tartalom (7.diagram) a közegekben, az áztatással kezelt tőzeg-komposzt keveréken kívül, minden esetben növekedett.

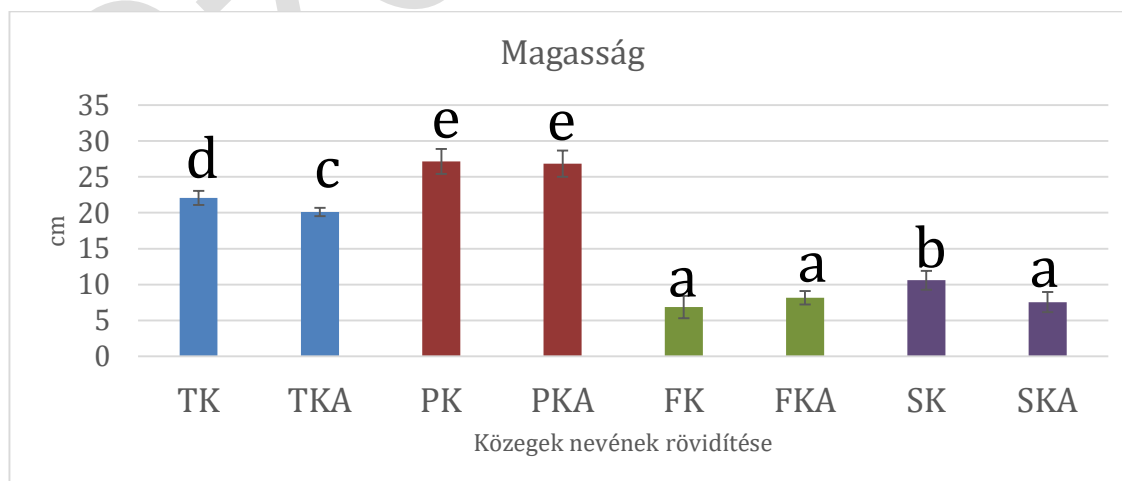


7. diagram: Közegek foszfor tartalma a termesztés előtt és után

5.2. Növénymagasság és gyökérhossz

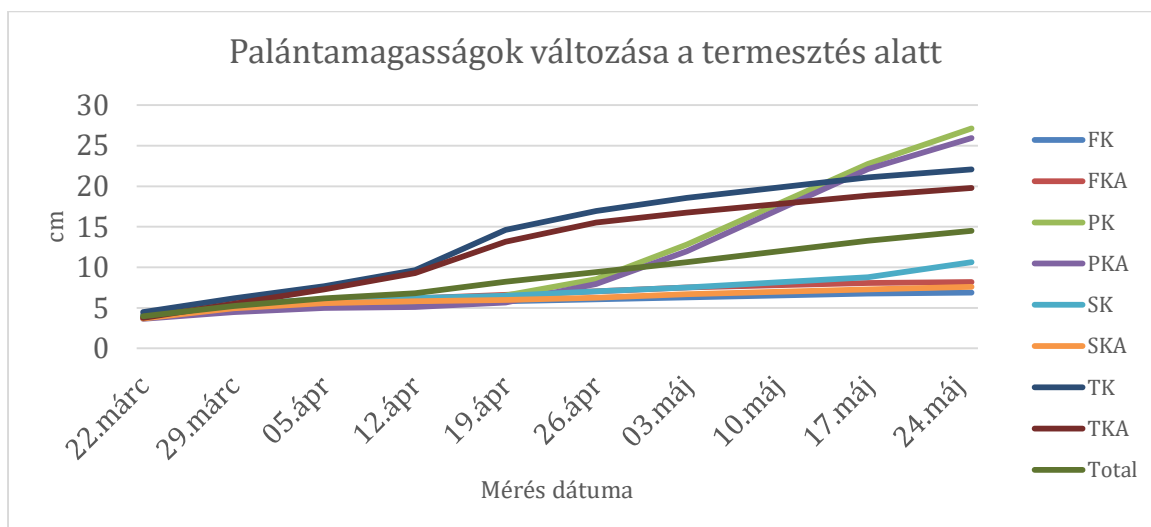
A 8. diagram a palánták utolsó magasság mérésének adatait tartalmazza, ami 2023.05.25.-én készült. A diagramról leolvasható, hogy az utolsó méréskor a pelyva tartalmú közegben nevelt palánták voltak a legmagasabbak, melyeket magasságban a tőzeg-komposzt keverékben termesztett palánták közelítettek egyedül meg.

A faforgács-komposztban és a szalma-komposztban termesztett palánták messze elmaradtak fejlettségben a másik két közegben neveltektől. A faforgács és pelyva tartalmú keverékeken kívül, ahol szignifikáns különbséget nem mutattunk ki, a forrázásos kezelésben részesített közegekben nevelt palánták méretben alulmaradtak a kezeletlen közegekben neveltekkal szemben.



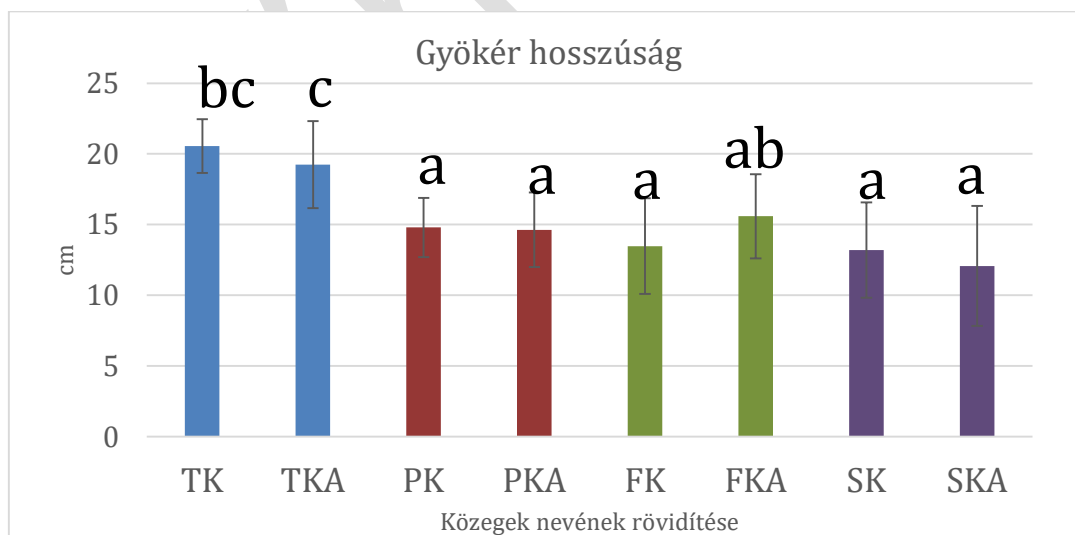
8. diagram: Palánta magasság adatok utolsó méréskor

A 9. diagramról, ami a növénymagasságok változását tartalmazza a termesztés időtartama alatt, leolvasható, hogy a PK-ban és PKA-ban termesztett palánták az első 5 hétben szintén le voltak maradva méretben a tőzegtartalmú közegben neveltektől, azonban a 6. héttől erőteljes növekedésnek indultak.



9. diagram: Magasságok változása a termesztés ideje alatt

A 10. diagram a növények gyökérhosszúságának átlagát mutatja be termesztőközegekenként. Leolvasható, hogy a TK és TKA közegben nevelt növények gyökere volt a legfejlettebb, annak ellenére, hogy a növény magasságában a pelyva tartalmú közegek voltak az elsők. A pelyva és a szalma tartalmú közegekben és az FK-ban nevelt növények egy szignifikancia kategóriába tartoznak. A forrázással kezelt faforgács-komposzt keverékben nevelt növények gyökere hosszabb volt, mint az előbb említett közegekben nevelt növényeké.



10. diagram: gyökér hosszúság

Az 5. ábra, melyen fényképek találhatóak a palántákról, azok termesztésének utolsó napján, jól szemlélteti a faforgács és a szalma tartalmú közegekben nevelt növények fejletlenségét és a palánták termesztésben történő felhasználásának alkalmatlanságát. Emellett az is látszik, hogy a pelyva-komposzt keverékekben nevelt növények

lombja nagyobb, mint a tőzeg-komposzt keverékben neveltéké, azonban gyökérzetük sokkal fejlettebb. A tőzeg tartalmú közegekben nevelt palántákon már vizuálisan is látszik, hogy a zöld részük ámbár alacsonyabb, de zömökebb, a gyökérzetük bojtosabb és hosszabb is, mint a pelyvatartalmú közegekben nevelt növényeké.

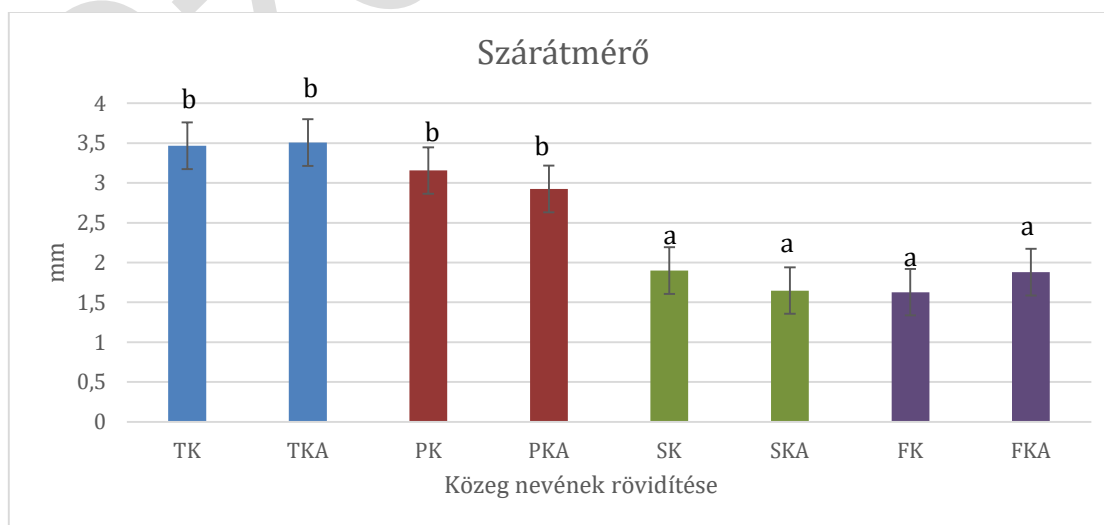
A képeken továbbá érzékelhető, hogy annak ellenére, hogy hosszúságban a pelyvatartalmú közegben lévő növények gyökere nem volt szignifikánsan hosszabb, mint a szalma-komposzt és faforgács-komposzt keverékekben nevelt növények gyökere, azonban azoknál bojtosabb és fejlettebb volt.



ábra 5: palánták méretei a palántanevelési idő végén. 1.kép: kezeletlen közegekben nevelt palánták; 2.kép: Kezelt közegben nevelt palánták

5.3 Szárátmérő

A 11. diagram a növények a gyökérnyaktól 1 cm-es magasságban mért szárátmérő adatainak átlagát tartalmazza. A szalma és a faforgács tartalmú közegben nevelt palánták adatai szignifikánsan kisebbek a másik két közegben mérttől. A magasság adatokkal ellentétben itt a TK-ban és a TKA-ban nevelt növények adatai a legnagyobbak, de nem mutatnak szignifikáns különbséget a PK és PKA közegben nevelt növényeken mért eredményekhez képest.



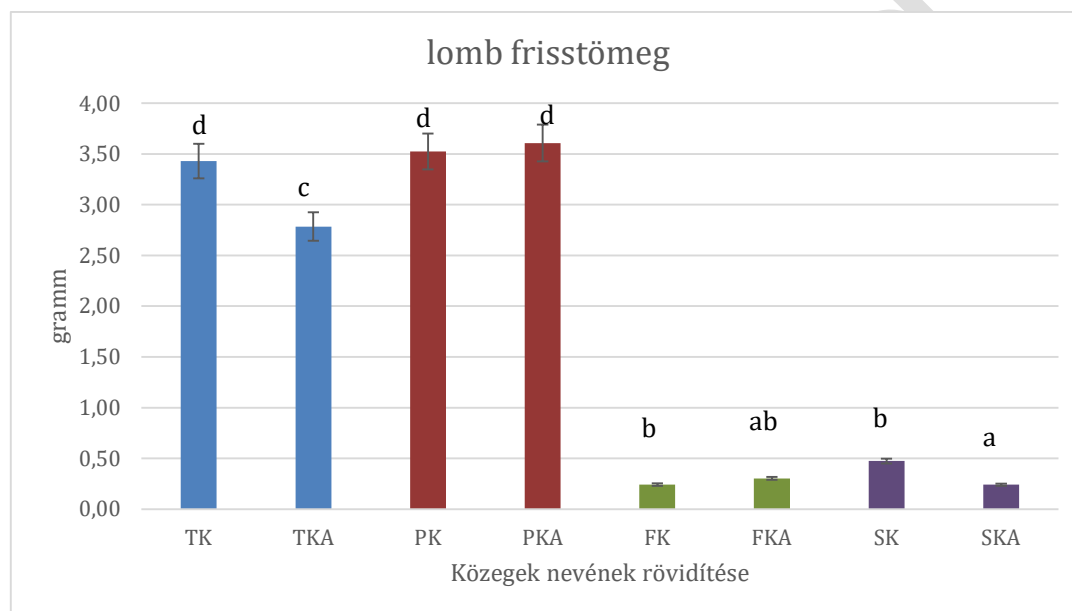
11. diagram: Növények szárátmérője a palántanevelési idő végén 1 cm-es magasságban mérve

5.4 A palánták száraz és nedves tömege

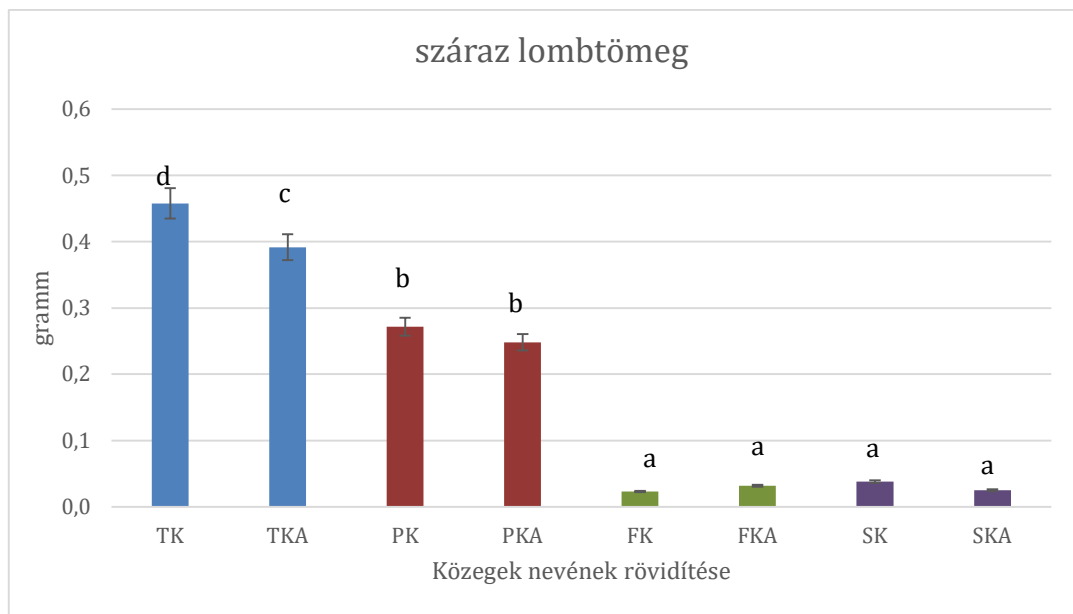
Lombtömeg

A növények lombtömegéről szóló információkat a 12. és 13. diagram tartalmazza. A növények friss lombtömege a magasságukkal összhangban volt, annyi különbséggel, hogy a TK-ban mért növények és a PK-ban és PKA-ban mért növények lombtömege közt nem volt szignifikáns különbség.

A száraz lombtömegük azonban a pelyva tartalmú közegekben nevelt palántáknak szignifikánsan alacsonyabb, mint a tőzegben nevelteknek. A kezelt tőzeg-komposzt közegben nevelt növényeknek mind a száraz, mind a friss lombtömege szignifikánsan alacsonyabb, mint a kezeletlen tőzegtartalmú közegben nevelt növényeknek.



12. diagram: Palánták friss lombtömege

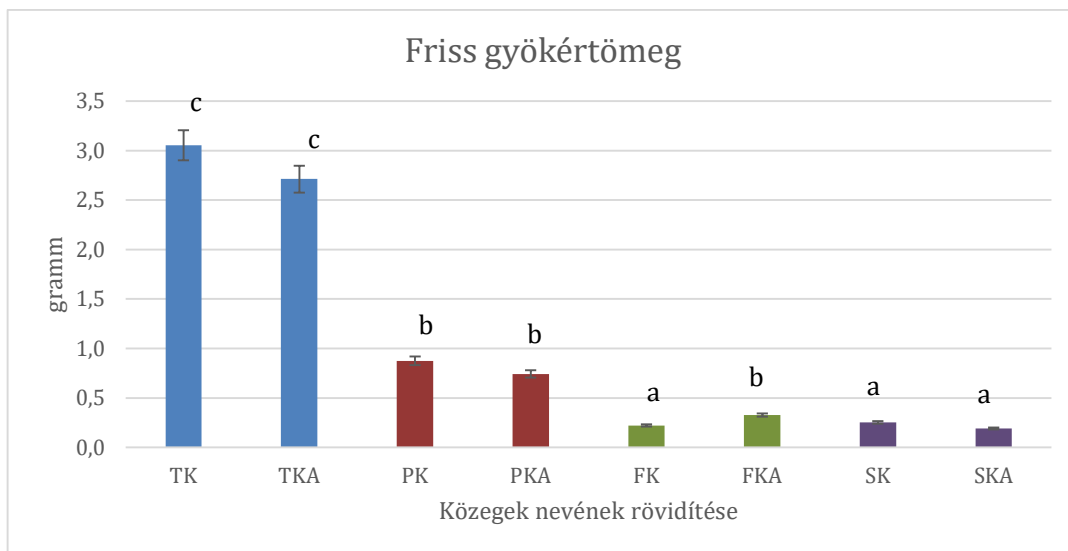


13. diagram: Palánták száraz lombtömege a termesztés után

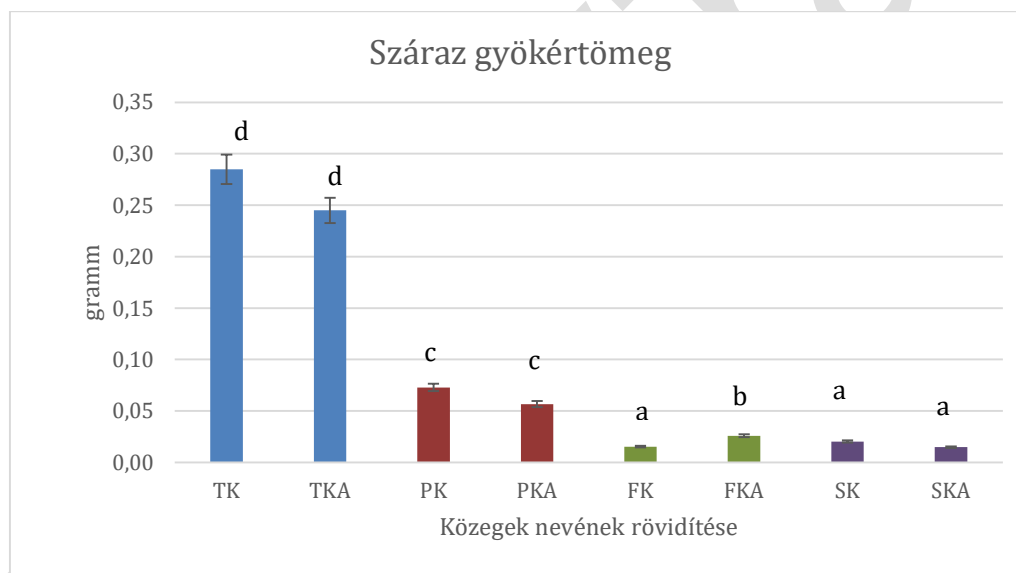
Gyökértömeg

A gyökértömegről szóló adatokat a 14. és 15. diagram tartalmazza. A tőzegtartalmú közegekben nevelt növények friss gyökértömege szignifikánsan magasabb volt a többi közegekben neveltekétől. Az FKA, PK, és PKA közegekben nevelt növények friss gyökértömege egy szignifikancia kategóriába tartoztak, annak ellenére, hogy a növények közt szignifikáns méretbeli eltérések voltak. Az FK, SK és SKA közegekben nevelt növények gyökértömege az előző csoportnál szignifikánsan alacsonyabb volt, azonban nem volt olyan nagymértékű az eltérés az adatok közt, mint a tőzegtartalmú közegekhez viszonyítva.

A gyökerek száraztömegét tekintve a szalma és a faforgács tartalmú közegekben nevelt növények eredményei szignifikánsan alacsonyabbak voltak a többi növénytől. A tőzegtartalmú közegekben nevelt növények száraz gyökértömege volt kimagaslóan a legnagyobb. A faforgács tartalmú közegekben nevelt növényeknél szignifikánsan alacsonyabb volt a kezeletlen közegekben nevelt növények száraz és friss gyökértömege is, mint a forrázással kezelt közegekben termesztetteké.



14. diagram: Palánták friss gyökértömege a termesztés végén

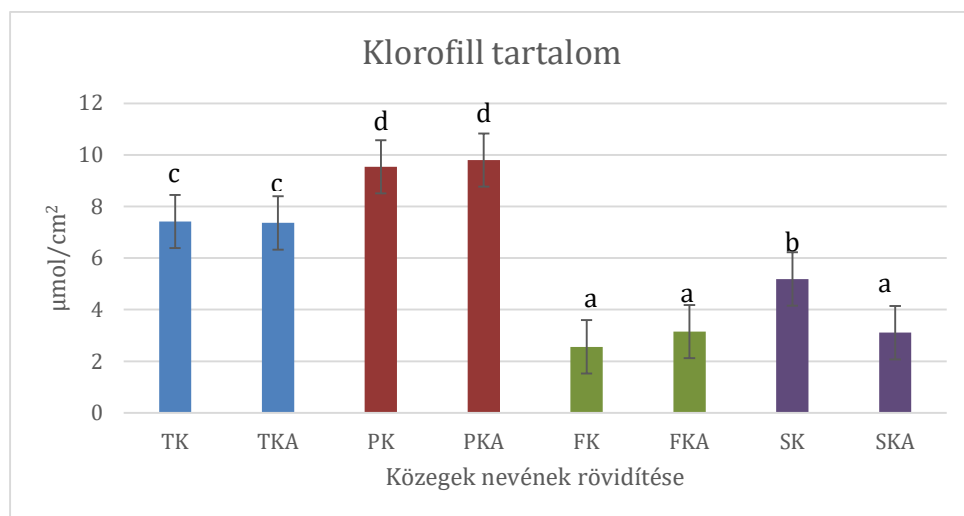


15. diagram: Palánták száraz gyökértömege a termesztés után

5.5 Klorofill tartalom

A növények levelének klorofill tartalma (16. diagram) a pelyva tartalmú közegekben volt a legmagasabb, ami a növények intenzív növekedésének lehet az oka. Az FK, FKA, SK és SKA közegekben nevelt növények klorofill tartalma alacsony volt. Ezek a növények fejlődésükben visszamaradottak, sokszor sárguló lombozatúak voltak.

A tőzegtartalmú közegekben nevelt növények fotoszintézise se volt olyan intenzív, mint a PK-ban, és PKA-ban található növényeké.

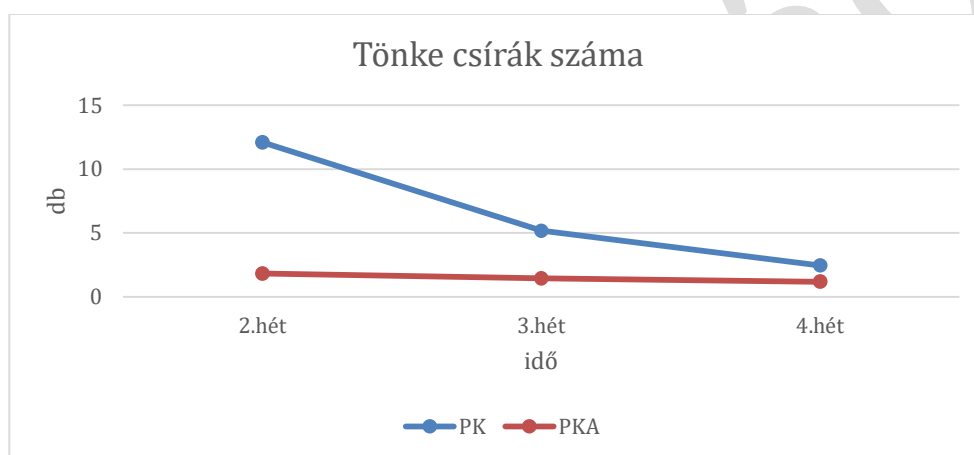


16. diagram: Palántalevelek klorofilltartalma a termesztési idő végén

5.6. Kikelt tönkemagok mennyisége

A tönkecsírák mind a két pelyvatartalmú közegben a tűzdelést követő második héten jelentek meg. A 17. diagramról, mely a tönkecsírák cserepenkénti számának átlagát mutatja a kezelt és a kezeletlen pelyvatartalmú közegekben, heti bontásban, leolvasható, hogy azon a héten, mikor a csírák megjelentek a forrázással nem kezelt közegekben átlagosan hatszor annyi csíranövény jelent meg, mint a kezelt pelyvatartalmú közegekkel feltöltött cserepekben.

A palántanevelés harmadik és negyedik hetében volt még számottevő a tönkecsírák száma, azonban utána szinte nullára redukálódott a csíranövények mennyisége, így nem volt számottevő a gyomlálásukra fordított idő. A harmadik és negyedik héten is több csíranövény volt a kezeletlen közegekben, mint a kezeltékben, azonban a csíranövények száma közti különbség minden héten csökkent.



17. diagram: A kikelt tönke csírák száma. Forrás: Szőri et al., 2023

6. Következtetések és javaslatok

A termesztés előtt végzett közegelemzések alapján a komposzt megfelelő lehet a tápanyagok szolgáltatására, amennyiben a nitrogén szintet valamilyen alternatív módon emelni tudjuk a közegben. A nitrogén pótlást szerves trágya közeghez való keverésével, esetleg komposzt tea készítésével és folyamatos adagolásával vagy ökológiai gazdálkodásban engedélyezett, ismertén magas nitrogén tartalmú szerves trágya készítmények közeghez való keverésével lehetne biztosítani.

Eltérő forrásból származó komposzttal is érdemes lehet kísérletezni, ugyanis ahogy Pascual et al (2018) dolgozatában kifejti, a komposzt tápanyagtartalmát nagyban befolyásolja annak összetétele és az érés alatti környezeti feltételek. Emellett Schmilewski (2008) által leírtakhoz hasonlóan, érdemes lehet a közeg összeállítása előtt magas nitrogén tartalmú trágyát hozzákeverni direkt a faforgácshoz, mely segít a bomlás során a mikrobák számára szükséges nitrogént biztosítani. Ez a módszer a szalma esetében is alkalmas lehet a pentozán hatás elkerülésére.

A közegeken végzett forrázásos kísérlet a növények növekedését nem serkentette, hanem a tőzeg és a szalma tartalmú keverékekben negatívan befolyásolta, míg a faforgács-komposzt és a pelyva-komposzt esetében semleges volt a palánták adatait tekintve. A forrázásos kísérlet a tönkebúza pelyvát tartalmazó közeg esetében mutatott egyedül lényegi változást a visszamaradt magok csíráképtelenné tételében. Üzemi körülmények között, a gyomlálás magas munkaidejét figyelembe véve, a pelyvát nem érdemes kezeletlen formában növénytermesztőközeg komponensként felhasználni.

Az általunk elvégzett módszer azonban nem szüntette meg teljeskörűen a magok életképességét. A kezelést érdemes lehet hosszabb időn keresztül végezni, vagy arányaiban nagyobb vízmennyiséget használni, mint Jaramillo Mejía and Alberto (2013), esetleg lecserélni a vizet és megismételni a forrázást Harper and Lynch (1982) nyomán.

A közeg fizikai tulajdonságának biztosítása céljából választott közegalkotó komponensek közül a palánták mért paraméterei alapján a pelyva mutatkozott a legalkalmasabbnak. A pelyva-komposzt keverékekben nevelt palánták voltak a legmagasabbak, azonban méretük ellenére vizuális felépítésük alapján nem mutatkoztak olyan életerősnek, mint a tőzeg-komposzt keverékekben nevelt növények. A pelyva-komposzt közegekben nevelt palánták nedves és száraz tömeg különbségének kimagaslóan magas értékéből következtetni lehet arra, hogy a növények szárazanyag tartalma alacsonyabb, víz tartalma pedig magasabb volt, mint a többi növénynek.

A pelyva tartalmú közegben nevelt növények növekedése az első 5 hétben vontatott volt, azonban a 6. héttől erőteljes növekedésnek indultak. Ennek oka lehet a közegben lévő valamely gátló hatás megszűnte, a komposzt feltáródása, esetleg a pelyva bomlásának megkezdése miatt. Ezen jelenségből kiindulva érdemes lenne a pelyva tartalmú közegeket 5-6 héttel a palántanevelés kezdete előtt összeállítani, esetleg cellulóz bontó baktériumok adagolásával, hogy a szükséges bomlási folyamatok sikeresen végbe menjenek a termesztés megkezdése előtt.

A Pascual et al., (2018) által leírtakkal ellentétben azonban az általunk kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy a pelyvát 10%-nál magasabb arányban is lehet közegalkotó komponensként alkalmazni anélkül, hogy káros hatással legyen a növények gyökérnövekedésére.

A faforgács és a szalma tartalmú közegekben a palánták a termesztés végén is kisméretűek voltak, leveleik sárgultak, a további termesztésre nem lettek volna alkalmasak. Ennek oka lehet az anyagok bomlásakor fellépő

pentozán hatás miatti nitrogén szint csökkenés a közegben. A faforgács esetében lehetséges, hogy a kiválasztott f fajnak allelopatikus hatása van a paprika növekedésére, ezért érdemes lehet a faforgács ismételt felhasználásakor, mint palántanevelő közeg komponens, különböző fajokkal kísérletezni.

A növények klorofill tartalmának mérése alapján is igazolható a feltételezés, miszerint a faforgács és a szalma tartalmú közegekben nevelt növények nem jutottak elegendő nitrogén forráshoz. A levelek klorofill tartalmából ugyanis következtetni lehet a növények nitrogén ellátottságára (Pap et al., 2011). Ez összhangban van azzal, hogy a pelyvatartalmú növények klorofill szintje volt a legmagasabb, és ezeknek a növényeknek volt a legintenzívebb a növekedése.

A termesztés ideje alatt minden közegben csökkent a kémhatás a szalma kivételével. A csökkenés oka az lehet, hogy a pH értéket a közegben található ionos vegyületek is befolyásolják, mint például a kálium, amit a növény a termesztés során képes felvenni, így ahogy azok mennyisége csökken a közegben, annak kémhatása egyre savasabb lesz. Az áztatás nélküli faforgácsos közegek kiindulási pH értéke majdnem elérte vagy meghaladta a 8,2 értéket, ami a már hivatkozott FVM rendelet (3. táblázat) szerint a felső maximum érték.

A szalma esetében a pH érték növekedésének oka összhangban lehet az ammónium tartalom növekedéssel, ugyanis az ammónium molekula pozitív töltéssel rendelkezik, így lúgosító hatása van.

A sótartalom mérésekor az eredményt befolyásolják a növények számára is felvehető oldható tápanyagok. A közegeken észlelt termesztés alatti sótartalom csökkenést okozhatja az, hogy a növények ezeket a tápelemeket növekedésük során felvették. Ezt a magyarázatot alátámasztja, hogy a pelyvatartalmú közegekben csökkent a legnagyobb mértékben a sótartalom (a kezeletlen közegben 53%-os, a kezeltben pedig 48%-os csökkenést mutattunk ki), és ezzel egyhangúan a pelyvatartalmú közegben nevelt palánták mérete volt a termesztés végén a legnagyobb. A faforgács és a szalma tartalmú közegekben, ahol a növények növekedése, így tápelem használata is mérsékeltebb volt, ott a sótartalom is kisebb mértékben változott.

A tőzegnél jelentkező sótartalom növekedést az ammonifikációval lehet magyarázni. Az ammonifikáció során a szerves nitrogén vegyületek először ammóniává majd nitráttá, végül nitráttá (nitrifikáció) alakulnak. A növények számára a nitrogén ammónium és nitrát formában vehető fel, azonban az ammónium képes a közeg felületén megkötődni, így elérhetetlenné válni a növények számára. A tőzeg szerkezetéből adódóan képes lehet a többi közeghez képest nagyobb mértékben megkötöni az ammóniumot. Ennek következtében a növények számára nem felvehető ammónium tartalom nő a közegben, aminek mértéke a sótartalom mérés eredményeit befolyásolja.

A pelyva és a faforgács tartalmú közegekben tapasztalható termesztés ideje alatti nitrát és nitrit tartalom növekedés és az ammónium tartalom változatlan eredménye a sótartalom tárgyalásakor említett ammonifikáció közegekben való teljes végbemenetelének tudható be. A szerves nitrogén kötéseken végbe tudott menni az átalakulás az ammóniumról a nitriten keresztül a nitrát formáig (nitrifikáció).

A tőzeg és a szalma tartalmú közegekben azonban a nitrát tartalom csökkent a termesztés ideje alatt, míg az ammónium tartalom növekedett. A sótartalomnál is említett befolyásoló tényező lehet, hogy a tőzeg felületén az ammónium molekulák megkötődtek, így az ammonifikáció folyamata gátolva volt, nem tudott végbe menni az ammónium fázis után.

A szalma tartalmú közegnél is jelentkezhetett ez a jelenség, ahol emellett a megnövekedett nitrogén használat mögött a szalma bomlása során fellépő pentozán hatás állhat. A szalma bomlásában részt vevő mikrobáknak nitrogénre van szükségük. A bomlási folyamatokat a szalma összeaprítása során elősegítettük az anyag roncsolásával.

A kálium tartalom egyhangú csökkenését a növények kálium felvétele okozza. A foszfor tartalom azonban a közegekben, az áztatással kezelt tőzeg-komposzt keveréken kívül, minden esetben növekedett. Ennek oka a komposztból történő foszfor feltáródás és a növények vegetációs idő alatti alacsony foszfor igénye lehet.

A dolgozat célkitűzéseiben leírtakra a dolgozat során sikeresen választ adtunk. A Magyarország területén elérhető, biogazdálkodások számára engedélyezett anyagok közül az irodalmi források alapján az általunk a kísérletben is felhasznált anyagok, a szalma, a pelyva, a faforgács és a zöldkomposzt a legalkalmasabbak, azonban a gyapjú és a szerves trágya komposzt is megfelelő lehet.

A közegeken végzett forrázásos kísérlet alapján kiderült, hogy a kezelésnek a pelyvamagok csíráképtelenné tételében van csak relevanciája, ugyanis a kezeletlen közegek sem bizonyultak fitotoxikusnak. A pentozán hatás fellépése azonban akadályozta a palánták fejlődését, így annak elkerülése érdekében lenne szükséges olyan kezelést végezni a közegalkotó komponenseken, amely segít ezt elkerülni.

A kísérlet során szerzett tapasztalatok alapján érdemesnek tartjuk, változtatni a tápanyag utánpótlási módon kívül, a szerkezet javító anyagok arányán is a közegben. A tőzeghez hasonló ideális szerkezet megállapításához vizsgálni érdemes a fizikai paramétereket, melyek mérésére a jelen kísérletnél nem volt módunk, de segíthet az optimális arányok összeállításában.

A kísérlet megismétlésekor, amennyiben újfent nem lehetséges a fűtött körülmények biztosítása, érdemes lenne a palántanevelési időt későbbre időzíteni, elkerülve a jelen kísérletben mutatkozó hideg stresszből fakadó vontatott növekedést és hosszú palántanevelési időt.

7.Összefoglalás:

A kutatás a tőzeg teljeskörű kiváltására potenciálisan alkalmas anyagok vizsgálatának céljából valósult meg. A tőzeg a Föld ökoszisztémájának és klimatikus viszonyainak megőrzésében fontos szerepet játszó anyag mind a magas szénraktározó képessége, mind a tőzeglápok területén létrejövő magas biodiverzitás miatt.

A tőzeg ökológiai palántanevelésben való helyettesítéséhez olyan komponensekre van szükségünk, melyek vagy a növény tápanyagellátásában, vagy a gyökérszóna megfelelő szerkezetének kialakításában szerepet játszanak. A kísérlet összeállításakor figyelembe vettük, hogy az általunk kiválasztott anyagok Magyarország területén előállíthatóak, ökológiai gazdaságok számára engedélyezettek és üzemi mértékben is könnyen rendelkezésre állóak legyenek. A szelekció során előnyben részesítettük azokat az anyagokat, melyek egy termelési folyamatban hulladékként vagy melléktermékként keletkeznek.

Az általunk választott paramétereknek megfelelő anyagok közül a komposztot, a pelyvát, a faforgácsot és a szalmát válogattuk ki. A komposztot 1:1 arányban elegyítettük a szerkezetért felelős anyagokkal. Kontrol közegként tőzeg-komposzt keveréket alkalmaztunk.

A szerkezet biztosításáért felelős anyagok fitotoxicitásának tesztelése és a pelyvában visszamaradt magok csírázóképeségének vizsgálata miatt a közegeknek egy forró vizes áztatással kezelt verzióját is teszteltük. Összesen így 8 különböző közeget vizsgáltunk, közegenként 10 db paprika tesztnövényel. A paprika magokat tőzegben csíráztattuk 2023.02.20.-án, majd mikor a két szikleveles állapotot elérték, akkor 2023.03.20.-án áttűzdeltük a növényeket a termesztő közegekbe. A termesztést fűtetlen üvegházban végeztük, a rendelkezésünkre álló lehetőségek szűkössége miatt. A termesztés ideje alatt fellépő hidegstressz hatására a paprika palánták növekedése vonatott volt, így a palántanevelési időszak 2023.05.25.-ig tartott.

A nevelés előtt és után mértük a közegek palántanevelés szempontjából fontos tulajdonságait, a nevelés alatt hetente a növények magasságát, a termesztés végén pedig a növények száraz és nedves lomb- és gyökértömegét, a növények gyökér hosszúságát, a levelek klorofill tartalmát és a növények 1 cm magasán mért szárátmérőjét vizsgáltuk.

A mérési eredmények alapján a pelyva és a komposzt alkalmasnak bizonyult a tőzeg helyettesítésére, azonban a faforgács és a szalma alkalmazása csak kisebb arányban javasolható. Érdemes a témában további kísérleteket végezni, ahol az öntözés során biztosított folyamatos tápanyagellátás mellett vizsgálják ezen anyagok különböző arányú keverékeit.

8. Irodalomjegyzék:

1. 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet a termésnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról
2. Abdel-Razzak, H., Alkoik, F., Rashwan, M., Fulleros, R., & Ibrahim, M. (2019). Tomato waste compost as an alternative substrate to peat moss for the production of vegetable seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3), 287–295. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1554682>
3. Asp, H., Bergstrand, K.-J., Caspersen, S., & Hultberg, M. (2022). Anaerobic digestate as peat substitute and fertiliser in pot production of basil. *Biological Agriculture & Horticulture*, 38(4), 247–257. <https://doi.org/10.1080/01448765.2022.2064232>
4. Bafdal, Nurpilihan, Sophia Dwiratna, and Dwi Rustam Kendarto. 2017. 'Impact of Water Use on Paprika (Capsicum Annum) by Using Fertigation and Autopot System Combined with Numerous Growing Media'. *Asian Journal of Plant Sciences* 16(3): 149–59.
5. Barber, K. E. (1993). Peatlands as scientific archives of past biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 2(5), 474–489. <https://doi.org/10.1007/BF00056743>
6. Belarus, Law No. 272-Z On the protection and use of peatlands, 2019.12.18 <http://faolex.fao.org/docs/pdf/blr195467.pdf>
7. Böhme, M., Schevchenko, J., Pinker, I., & Herfort, S. (2008). CUCUMBER GROWN IN SHEEPWOOL SLABS TREATED WITH BIOSTIMULATOR COMPARED TO OTHER ORGANIC AND MINERAL SUBSTRATES. *Acta Horticulturae*, 779, 299–306. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.779.36>
8. Bullock, C. H., Collier, M. J., & Convery, F. (2012). Peatlands, their economic value and priorities for their future management – The example of Ireland. *Land Use Policy*, 29(4), 921–928. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.010>
9. Bustamante, M. A., Gomis, M. P., Pérez-Murcia, M. D., Gangi, D., Ceglie, F. G., Paredes, C., Pérez-Espinosa, A., Bernal, M. P., & Moral, R. (2021). Use of livestock waste composts as nursery growing media: Effect of a washing pre-treatment. *Scientia Horticulturae*, 281, 109954 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109954>
10. Chrysargyris, A., Stavrinides, M., Moustakas, K., & Tzortzakis, N. (2019). Utilization of paper waste as growing media for potted ornamental plants. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(10), 1937–1948. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1647-7>
11. Chrysargyris, A., Xylia, P., Akinci, G., Moustakas, K., & Tzortzakis, N. (2020). Printed Paper Waste as an Alternative Growing Medium Component to Produce Brassica Seedlings under Nursery Conditions. *Sustainability*, 12(15), 5992. <https://doi.org/10.3390/su12155992>
12. Costa, C. A. da, Ramos, S. J., Sampaio, R. A., Guilherme, D. O., & Fernandes, L. A. (2007). Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, 25(3), 387–391. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300013>

13. De Lucia, B., Vecchiatti, L., Rinaldi, S., Rivera, C. M., Trinchera, A., & Rea, E. (2013). EFFECT OF PEAT-REDUCED AND PEAT-FREE SUBSTRATES ON ROSEMARY GROWTH. *Journal of Plant Nutrition*, 36(6), 863–876. <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.770018>
14. Dennis S. Ashelinje (2013). Learn how to grow peppers, Phoenix Publishers Limited, Nairobi
15. Domenico M.S. Delicato, Dr Odilla Finlayson (1996): Physical-Cheemical Properties and Sorption Characteristics of Peat [PhD-értekezés] Dublin: School of Chemical Sciences Bublin City University
16. Dresboll, D., & Magid, J. (2006). Structural changes of plant residues during decomposition in a compost environment. *Bioresource Technology*, 97(8), 973–981. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.003>
17. Ekling, Y., Rämert, B., & Wivstad, M. (2001). Evaluation of Growing Media Containing Farmyard Manure Compost, Household Waste Compost or Chicken Manure for the Propagation of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Transplants. *Biological Agriculture & Horticulture*, 19(2), 157–181. <https://doi.org/10.1080/01448765.2001.9754919>
18. Evans, M. R., & Gachukia, M. M. (2007). Physical Properties of Sphagnum Peat-based Root Substrates Amended with Perlite or Parboiled Fresh Rice Hulls. *HortTechnology*, 17(3), 312–315. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.17.3.312>
19. Gabrys, T., & Fryczkowska, B. (2022). Using Sheep's Wool as an Additive to the Growing Medium and its Impact on Plant Development on the Example of *Chlorophytum comosum*. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 205–212. <https://doi.org/10.12911/22998993/148220>
20. Górecki, R. S., & Górecki, M. T. (n.d.). *Utilization of Waste Wool as Substrate Amendment in Pot Cultivation of Tomato, Sweet Pepper, and Eggplant*.
21. Gouin, F. R. (1993). Utilization of Sewage Sludge Compost in Horticulture. *HortTechnology*, 3(2), 161–163. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.3.2.161>
22. Gruda, N., & Schnitzler, W. H. (2004). Suitability of wood fiber substrate for production of vegetable transplants. *Scientia Horticulturae*, 100(1–4), 309–322. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.10.001>
23. Gruda, N., & Schnitzler, W. H. (2004). Suitability of wood fiber substrates for production of vegetable transplants II. *Scientia Horticulturae*, 100(1–4), 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.09.004>
24. Hansen, V. M., Meyling, Nicolai Vitt, Winding, Anne, Eilenberg, Jørgen, & Madsen, Anne Mette. (2011). Factors Affecting Vegetable Growers' Exposure to Fungal Bioaerosols and Airborne Dust. *The Annals of Occupational Hygiene*. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer090>
25. Harper, S. H. T., & Lynch, J. M. (1982). The role of water-soluble components in phytotoxicity from decomposing straw. *Plant and Soil*, 65(1), 11–17. <https://doi.org/10.1007/BF02376798>
26. Heijmans, M. M. P. D., Mauquoy, D., Van Geel, B., & Berendse, F. (2008). Long-term effects of climate change on vegetation and carbon dynamics in peat bogs. *Journal of Vegetation Science*, 19(3), 307–320. <https://doi.org/10.3170/2008-8-18368>
27. Jaramillo Mejía, S., & Albertó, E. (2013). Heat treatment of wheat straw by immersion in hot water decreases mushroom yield in *Pleurotus ostreatus*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 30(2), 125–129. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2012.11.004>

28. Leifeld, J., & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature Communications*, 9(1), 1071. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
29. Maria L Fiasconaro, Mariana Guadalupe Abrile, Lucia Hintermeister, Maria del Carmen Antolin, & Maria Eugenia Lovato. (2022). Application of different doses of compost as a substitution of the commercial substrate in nursery for pepper and tomato seedlings. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*.
30. Navarro-Pedren˜o, J., N.-P., J., Gomez, I., Moral, R., Palacios, G., & Mataix, J. (1977). Heavy metals and plant nutrition and development. *Recent Res. Dev. Phytochem.*, 1, 173–179.
31. Nesse, A. S., Sogn, T., Børresen, T., & Foereid, B. (2019). Peat replacement in horticultural growth media: The adequacy of coir, paper sludge and biogas digestate as growth medium constituents for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B— Soil & Plant Science*, 69(4), 287–294. <https://doi.org/10.1080/09064710.2018.1556728>
32. Neumaier, D., & Meinken, E. (2015). PEAT SUBSTITUTES IN GROWING MEDIA - OPTIONS AND LIMITATIONS. *Acta Horticulturae*, 1099, 159–166. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1099.16>
33. Nurzyński, J., Jarosz, Z., & Michałojć, Z. (2012). Yielding and chemical composition of greenhouse tomato fruit grown on straw or rockwool substrate. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Yielding-and-chemical-composition-of-greenhouse-on-Nurzy%C5%84ski-Jarosz/7777fbe67375e0f00aee16efc5fe30992dff8121>
34. Pap Z., Dr. Terbe I. (2011). Környezetkímélő palántanevelő közegek fejlesztése, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, Doktori értekezés
35. Papp, O., Allacherné Szépkuthy, K., & Tóth, F. (2022). Ökológiai zöldségpálánta-előállítás. ÖMKi - Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft.
36. Pascual, J. A., Ceglie, F., Tuzel, Y., Koller, M., Koren, A., Hitchings, R., & Tittarelli, F. (2018). Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(3), 35. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0508-4>
37. Paul, A., Hussain, M., & Ramu, B. (2021). The physicochemical properties and microstructural characteristics of peat and their correlations: Reappraisal. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 15(6), 692–703. <https://doi.org/10.1080/19386362.2018.1483099>
38. Pedersen, S. F., & Løes, A.-K. (2022). *Phasing out peat in growing media – results from Scandinavian studies*.
39. Perez-Murcia, M. D., Moreno-Caselles, J., Moral, R., Perez-Espinosa, A., Paredes, C., & Rufete, B. (2005). Use of Composted Sewage Sludge as Horticultural Growth Media: Effects on Germination and Trace Element Extraction. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(4–6), 571–582. <https://doi.org/10.1081/CSS-200043286>
40. Perez-Murcia, M., Moral, R., Morenocaselles, J., Perezespinosa, A., & Paredes, C. (2006). Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource Technology*, 97(1), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.02.005>
41. Restrepo, A. P., Medina, E., Pérez-Espinosa, A., Agulló, E., Bustamante, M. A., Mininni, C., Bernal, M. P., & Moral, R. (2013). Substitution of Peat in Horticultural Seedlings: Suitability of Digestate-Derived Compost from Cattle

- Manure and Maize Silage Codigestion. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(1–4), 668–677. <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.748004>
42. Richardson, C. J. (1983). Pocosins: Vanishing Wastelands or Valuable Wetlands? *BioScience*, 33(10), 626–633. <https://doi.org/10.2307/1309491>
43. Sampaio, R. A., Ramos, S. J., Guilherme, D. O., Costa, C. A. da, & Fernandes, L. A. (2008). Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. *Horticultura Brasileira*, 26(4), 499–503. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400015>
44. Schmilewski, G. (2008). The role of peat in assuring the quality of growing media. *Mires & Peat*, 3.
45. Shahbaz, M., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., & Harris, P. J. C. (2012). Salt Tolerance in Selected Vegetable Crops. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31(4), 303–320. <https://doi.org/10.1080/07352689.2012.656496>
46. Stewart-Wade, S. M. (2020). Efficacy of organic amendments used in containerized plant production: Part 1 – Compost-based amendments. *Scientia Horticulturae*, 266, 108856. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108856>
47. Szőri V., Divéky-Ertsey A., Madaras K., Kardos L. (2023). A tőzeg kiváltásának lehetőségei ökológiai palántanevelő közegekben, Budapest, MATE, TDK dolgozat
48. Tietjen, S. T., Ines Graubner, & André Sradnick. (2022, January 14). *Reducing peat in substrate mixture formulations for press pots using the Taguchi method* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110838>
49. Türkmen, Ö., & Çirka, M. (n.d.). *The Effect of Sewage Sludge on the Emergence and Seedling Growth in Cucumber*.
50. Tüzel, Y., Öztekin, G., Tüzel, İ. hakkı, & Duyar, H. (2020). Organik Fide Üretiminde Yetiştirme Ortamları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 603–610. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.755975>
51. Vaughn, S. F., Kenar, J. A., Thompson, A. R., & Peterson, S. C. (2013). Comparison of biochars derived from wood pellets and pelletized wheat straw as replacements for peat in potting substrates. *Industrial Crops and Products*, 51, 437–443. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.010>
52. Winkler, M. G., & DeWitt, C. B. (1985). Environmental Impacts of Peat Mining in the United States: Documentation for Wetland Conservation. *Environmental Conservation*, 12(4), 317–330. <https://doi.org/10.1017/S0376892900034433>
53. Zawadzińska, A., Salachna, P., Nowak, J. S., Kowalczyk, W., Piechocki, R., Łopusiewicz, Ł., & Pietrak, A. (2021). Compost Based on Pulp and Paper Mill Sludge, Fruit-Vegetable Waste, Mushroom Spent Substrate and Rye Straw Improves Yield and Nutritional Value of Tomato. *Agronomy*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010013>

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Szőri Virág
A Hallgató Neptun kódja: C7AY6T
A dolgozat címe: Ökopalántanevelő közegek összehasonlítása étkezési
paprika tesztnövényen

A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Zöldség- és Gombatermesztési 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 szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Budapest, 2024.10.22.

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Szőri Virág (hallgató Neptun azonosítója: C7AY6T) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest 2024. október 22.



belső konzulens

Dr. Kappel Noémi

¹A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

²A megfelelő aláhúzendó.

³*A megfelelő aláhúzendó.