

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI INTÉZET
BUDAPEST 2023

Alternatív közegalkotók alkalmazása virágágyai dísznövények nevelésében (Forest Gold, Green Fibre)

ERDŐS BONIFÁC
Kertészmérnök alapképzési szak

Készült a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken

Konzulens: Tillyné dr. Mátyás Andrea

Bírálok: _____

Budapest, _____

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

1. Tartalomjegyzék

1. Tartalomjegyzés	2
2. Bevezetés és célkitűzés	4
3. Irodalmi áttekintés	5
3.1. A tőzeg kialakulása és kulcsszerepe az ökoszisztémában	5
3.1.1. Napjaink törekvései	5
3.2. Alternatív közegalkotók szükségessége	6
3.2.1. Farost tartalmú földkeverékek	6
3.2.1.1. A farost tartalmú keverékek gyártási folyamata	7
3.2.1.1.1. Pindstrup – Forest Gold	8
3.2.1.1.2. Klasmann – Green Fibre	8
3.2.1.2. Farost tartalmú földkeverékek nitrogén háztartása	8
3.2.1.3. A farost tartalmú közegek vízháztartása	9
3.2.2. Egyéb tőzeghelyettesítő közegalkotók	9
3.2.2.1. Kókuszrost-kókuszpor	9
3.2.2.2. Letermett gombakomposzt	10
3.2.3. A <i>Pelargonium zonale</i> talaj és tápanyag igényei	10
4. Anyag és módszer	11
4.1. A kísérlet helyszínének bemutatása, termesztőlétesítmény adatai	11
4.2. Felhasznált szaporítóanyag	11
4.3. Termesztő közegek	12
4.3.1. Kontroll közeg	12
4.3.2. vizsgált közeg – Pindstrup Forest Gold	13
4.3.3. vizsgált közeg – Klasmann Green Fibre	13
4.4. A közegek előkészítése	14
4.4.1. Cserepezés	14
4.4.2. Ültetés és növényápolás	14
4.4.3. Növényápolás	15
4.5. Vizsgálati módszerek	16
4.5.1. EC Mérés	16
4.5.2. Talajvizsgálat	17
4.5.3. Gyökér bonitálás	21
4.5.4. Lombozat vizsgálata	22
4.5.5. Klorofill mérés	22
4.5.6. Prolin tartalom mérése	24

4.5.7. A kapott adatok kiértékelése	27
5. Eredmények és következtetések.....	28
5.1. EC mérés eredményei	28
5.2. Talajvizsgálat eredményei.....	29
5.3. Bonitálási eredmények	32
5.4. Prolin mérés eredményei.....	35
5.5. Klorofill és karotinoid mérés eredményei	35
6. Következtetések	37
7. Összefoglalás.....	39
8. Irodalomjegyzék	40

2. Bevezetés és célkitűzés

Vizsgálataim során alternatív közegalkotókkal, azon belül is a farostot tartalmazó földkeverékekkel foglalkoztam, mely során kiemelten a Pindstrup által forgalmazott Forest Gold nevű földkeveréket és a Klasmann által forgalmazott Green Fibre nevű keveréket teszteltem és hasonlítottam össze az eddig használt Plantobalt által forgalmazott hagyományos tőzeg keverékkel. A vizsgálataim során az említett földkeverékeket valós termesztési körülmények között teszteltem, amiben gyökeres palántáról szaporított *Pelargonium peltatum* volt a kísérlet során alkalmazott növény. A termesztéses kísérleten kívül laboratóriumi vizsgálatok is készültek, mely során a növény klorofill tartalmát és a prolin tartalmát is vizsgáltuk, melyből következtetni lehet a növényt ért stresszhatásokra. Az eladási állapotú növények egy részén bonitálási vizsgálatot alkalmaztam, melynél a növények gyökértömegét, hajszálgökereinek mennyiségét és virágzását követtem figyelemmel. A vizsgált termesztőközeg keverékeket talajtani vizsgálatoknak is alávettem, mely során a közegek térfogattömegét és a különböző víztartó képességeit vizsgáltam, továbbá többszöri EC mérést végeztem a termesztés során. A tesztek során figyelemmel kísértem az anyag feldolgozhatóságát, kezelhetőségét, gyakorlati tapasztalatait. A vizsgált elemek közé tartoztak továbbá a termesztőközeg tápanyag-ellátási nehézségei, és az árapály-asztalon való termesztés körülményei is, valamint az eddig bevált és széleskörűen alkalmazott tőzegkeverékkel szembeni pozitívumok és negatívumok.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 A Tőzeg kialakulása és kulcs szerepe az ökoszisztémában

A kertészeti felhasználásban általánosan használt gyökérrögzítő közegek és táptalajok jelentős részét a természetben megtalálható tőzgefajták alkotják, azon belül is főleg a felláp tőzegek. A felláp tőzeg rengeteg pozitív tulajdonsággal rendelkezik, ami miatt mai napig szinte nélkülözhetetlen kertészeti szempontból. Előnyei többek között, hogy számos hasznos élő szervezetet tartalmaz, viszont növényi kórokozók szinte nincsenek benne, és nem szennyezett nemkívánatos gyomnövényekkel (Imre, 1997). Pozitív biológiai tulajdonságai mellett fizikai szempontból is igen előnyös, ugyanis igen magas a víztartó képessége, ennek ellenére megfelelő mértékű a levegőzöttsége is (Rass, 2021). A tőzeg pozitív tulajdonságainak eredete a kialakulásában keresendő. Kialakulása lápos területeken történik, ezeket kifejezetten tőzeglápnak is nevezzük. Az átlagos vizes lápoktól eltérően a tőzeglápok egyedi tulajdonsága, hogy a lápba jutott szerves anyagok bomlása csak részlegesen történik meg, és ebben az állapotában halmozódik fel benne. A vizes környezetben anaerob körülmények között mennek végbe a bomlási folyamatok. A tőzeglápokban a biotermelés mértéke meghaladja a bomlást, így folyamatosan növekedik a tőzegréteg vastagsága. Az éves felhalmozódás azonban igen alacsony, évenként körülbelül 0,5-0,6 mm-el vastagszik a tőzegréteg. Az északi félgömbön átlagosan 1,5-2,3 m vastagságúak a tőzegrétegek, így ezek kialakulásához több ezer évre van szükség. A tőzeglápokban lezajló bomlási folyamatok során nagy mennyiségű CO_2 és CH_4 (szén-dioxid és metán) szabadul fel, ezek mind üvegházhatású gázok, azonban ezek kibocsátásának a mértéke kisebb, mint a tőzeglápban élő növények által megkötött CO_2 mennyisége. A tőzeglápok e tulajdonsága az ökoszisztéma legjobb CO_2 megkötő rendszerévé teszik. Megközelítőleg a tőzeglápok a bolygó felszínének kevesebb, mint 3%-át teszik ki, ennek ellenére a világ szénkészletének 15-30%-a található meg a tőzeglápokban és az ott élő növényekben (Hugron et al., 2013). Mivel nagyon jó a szénmegkötő képessége ezeknek a területeknek, ezért napjainkra létfontosságúvá vált a meglévő területeknek a védelme, hogy ez által lassítani tudjuk a globális felmelegedést. A dísnövény termesztés és az egyéb növénytermesztés és szaporítás volumenének növekedésével egyre nagyobb mennyiségű természetközleges tőzeg van szükség, melynek alapját mindmáig a különböző tőzgefajták teszik ki. Ennek az igénynek a kielégítésére ipari mennyiségben folyik a tőzeglápok lecsapolása, majd a több ezer év alatt kialakult tőzegréteg kibányászása. Ennek a folyamatnak a hatására a hosszú időn át megkötött szénmennyiség egy jelentős része CO_2 formájában a környezetbe kerül, és a lápok lecsapolása miatt az ott élő növények elpusztításának hatására csökken a bolygó szénmegkötő képessége.

3.1.1 Napjaink törekvései

A tőzgebányászat káros hatásainak csökkentése, és a tőzeg kitermelésének fentartható módja érdekében létrehozták az RPP tanúsítványt (Responsibly Produced Peat), melynek célja a tőzegterületek felelősségteljes hasznosítása, és egy egészséges egyensúly teremtése a tőzeg kitermelés és a területek megőrzése és helyreállítása között. Az RPP tanúsítvány garantálja, hogy felelős módon történt a kitermelés és RPP tanúsítvánnyal rendelkező ellenőrzött területről származik az adott tőzegkomponens (Rass, 2021). Németország, felismerve a tőzgefelhasználás csökkentésének a szükségességét, létrehozta a HOT-Projekt elnevezésű projektet,

melynek célja, hogy 2030-ig a klímavédelmi program részeként csaknem teljes mértékben kivonják a forgalomból a tőzeg tartalmú készítményeket a kiskereskedelmi kínálatból. Ennek elősegítése érdekében a felhasználók ismereteinek a bővítése is fontos, hogy alkalmazni tudják az újonnan megjelenő tőzeghelyettesítőket, hogy azt problémamentesen tudják alkalmazni. A fő földkeverék előállítók a már eddig is forgalmazott farost vagy komposzt tartalmú keverékeken túl folyamatosan hoznak forgalomba új keverékeket, melyek célja még inkább a tőzegmentes termesztés (Rass, 2022).

3.2 Alternatív közegalkotók szükségessége

A tőzegbányászat környezetre gyakorolt hatásának érdekében az elmúlt években jelentős kutatások folytak a tőzeg felhasználásának csökkentésére és a teljesen tőzegmentes közegek kifejlesztésének érdekében. Ennek oka a tőzegkitermelés fenntarthatóságában keresendő. A keresett tőzeghelyettesítők közül azok versenyképesek, amelyek a tőzeghez hasonló tulajdonságúak és kellő mennyiségben és minőségben rendelkezésre állnak, tartósak, jól szállíthatók és főleg olcsók (Kappel, 2021). Az új közeg komponensek kutatásának során számos szerves és szervetlen eredetű anyag számításba került már, több közülük napjainkban is elterjedten használatban van, például a farost és a faipar hulladékai, továbbá a kókuszrost. Felmerült még a közegalkotók között akár a letermett gomba komposzt, a papíripar hulladékai, a hulladékokból származó komposzt, a zöldkomposzt, a hínár, és a faforgács (Pryce, 1991). Próbálkozások történtek már a textilipari hulladékok felhasználására is. Az alternatív közegalkotókkal való próbálkozások során nem minden esetben sikerült maradéktalanul utánozni a tőzeg pozitív tulajdonságait, a legjobb eredményt sok esetben úgy érték el, hogy az új anyagokat megfelelő arányban keverték hagyományos tőzeggel.

3.2.1 Farost tartalmú földkeverékek

A dolgozatom alapját adó farost alapú készítmények célja nem a tőzegmentes termesztés, hanem a farost és a tőzeg jó tulajdonságainak ötvözése, és emellett a csökkentett tőzegfelhasználás. A gyártók kísérletei során az volt a tapasztalat, hogy ha kizárólag tisztán farostot, vagy más faipari hulladékot használtak, akkor nem érték el megfelelő eredményt, viszont hogyha az eddig használt tőzeggel azt megfelelő arányban keverték, akkor a hagyományos tőzeg alapú keverékeknél egy sokkal jobb tulajdonságú közeget kaptak, melyben a farost és a tőzeg jó tulajdonságai összeadódnak. Ezeket a készítményeket a megfelelően összeállított arányok szerint a gyártók forgalomba hozták, mára széleskörűen terjed. Az új farost tartalmú földkeverékek alkalmazhatók ökológiai termesztésben is (Ziegler, 2020). A farost pozitív hozadékaik közé sorolható, hogy szerkezet tartó, jól újranedvesíthető, jó víztartó és nem jelenik meg rajta a májmoha. A térfogattömege közel azonos a tőzegével: 80-120 g/l, pórustérfogatuk is közel azonos: 95% körüli. Kémhatásukat tekintve a semlegeshez közelítenek, pH6-6,5. Sótartalmuk is közel azonos egy jó minőségű felláptőzeghez viszonyítva, 1 g/l alatti (Imre, 1997). A tőzeggel megfelelő arányban keverve kiváló fizikai szerkezetű közeg érhető el, melyben a farost és a tőzeg közös homogén szövődéket alkotnak, szemben más vízkapacitás növelő adalékokkal, például a perlittel. A perlit esetében ugyan növeljük a közeg vízkapacitását, de a perlit nem tud közös szerkezetet kialakítani a tőzeggel, mindig két különböző komponens maradnak (Brian, 2018).

3.2.1.1 A farost tartalmú keverékek gyártási folyamata

A különböző gyártók gyártási eljárásai között vannak különbségek, azonban a feldolgozás alap lépései közel azonosak. Az alkalmazott gyártástechnika és a felhasznált alapanyagoknak köszönhetően a farost készítmény kártevő-, kórokozó- és gyommag-mentes, azonban a rövid hőkezelési szakasz miatt nem beszélhetünk steril közegről. A farost alapú földkeverékek során használt fajok általában puhafájú fajok, főleg fenyőfélék, nyír és nyárfa, és ezek elsődleges feldolgozóipari hulladékai. Fontos a jó minőségű alapanyag, ugyanis a farostnak van egy olyan negatív tulajdonsága a tőzeggel szemben, hogy a bomlási folyamatok miatt idővel a farost szerkezete romlik, így a teljes közeg levegőzöttsége csökken, tehát alapkövetelmény, hogy lassan bomló, szerkezetartó legyen, magas legyen a cellulóz és a lignin tartalma (Imre 1997).

Elsődleges lépés, hogy a faanyagot mechanikailag roncsolják, méretre aprítják. Ezt csigás aprítóval végzik, mely során az anyag egy préselésen is átesik. Itt alakítják ki az anyag szerkezetét. A mechanikai feldolgozást követően a faanyagot 180 °C-on hőkezelik, mely során magas nyomást biztosítanak, 5-6 bar-t. A magas hőmérséklet és nyomás biztosítja, hogy az anyag teljesen patogénmentes legyen, emellett a szerkezetére is jó hatással van. A végleges keverési arány gyártótól és terméktől függ, de elmondható, hogy a 30% farost és 70% tőzeg keverési aránya a leghatékonyabb (1. ábra). A megfelelő keverési arányban keverve a farostot és a tőzeget, azok egymásba fonódva egy egységes, egybefüggő közeget hoznak létre, melyben a farost és a tőzeg kedvező tulajdonságai is megnyilvánulnak. Abban az esetben, ha ennél magasabb arányban alkalmazzák a farostot, az tápanyagfelvételi gondokat okozhat (Pap, 2018).



1. ábra Gyökernövekedés változása a Klasmann által forgalmazott Green Fibre arányának változtatásával. *Green Fibre nélkül, Green Fibre 25%-os arányban és Green Fibre 35%-os arányban* (fotó: Klasmann-Delimann)

3.2.1.1.1 Pindstrup – Forest Gold

A Pindstrup által gyártott Forest Gold nevű készítmény dániai eredetű. A gyártási eljárás alapjaiban tekintve megegyezik az eddig leírtakkal. A Forest Gold esetében faipari melléktermékek feldolgozásával jön létre a kívánt anyag, mely szintén hőkezelésen esik át. A fa alapanyag FSC (Forest Stewardship Council) tanúsítvánnyal rendelkezik, így garantálják a fenntartható előállítását. A keverési arány ennek a terméknek az esetében 30% farost hozzáadásával jön létre. A gyártó külön kiemeli a kiemelkedő vízfelszívási és víz eloszlási képességet, és a hosszútávon megmaradó jó levegőzöttséget. A készítményhez a gyártás során kalcium-nitrátot adagolnak, ezzel ellensúlyozva a már korábbiakban említett káros pentozán-hatást. További pozitívumként említik a kisebb tömeget, így a könnyebb szállíthatóságot a végtermék esetében (Pindstrup). A készítmény további adatai: (1. táblázat)

1. táblázat Forest Gold műszaki adatok (forrás: Pindstrup)

Forest Gold – Műszaki adatok	
Sűrűség	70-90 g/l
pH	5.0-5.5
EC	11 µS/cm
vastagság	0.25-1.00 mm
hosszúság	10-20 mm

3.2.1.1.2 Klasmann – Green Fibre

A Klasmann-Delmann által gyártott GreenFibre litván eredetű. Ennek a terméknek az esetében kifejezetten erre a célra termelt faipari anyagot használnak fel, mely nem tartalmaz ipari hulladékot. A GreenFibre alkotóelemet, vagyis a farost készítményt ír, holland és német telephelyeken készítik, melyek FSC és PEFC tanúsítvánnyal rendelkeznek, melyek a fenntartható erdőgazdálkodást jelzi. A GreenFibre-t szintén nitrogén hozzáadásával készítik. Pozitív tulajdonságai között itt is megemlíthető a jobb vízgazdálkodás, és a magas fokú levegőzöttség (Klasmann-Deliman). A készítmény további adatai: (2. táblázat)

2. táblázat GreenFibre gyári adatok (forrás:Klasmann-Delmann)

Fizikai tulajdonságok		Kémiai tulajdonságok	
Sűrűség	70-80 g/l	pH	5.0
Pórustérfogat	95%	Sótartalom	<150 mg/l
Légkapacitás	60-65%	Nitrogén	<15 mg/l
Vízkapacitás	25-30%	Foszfor	<30 mg/l
Tömörödés	<5%	Kálium	50-80 mg/l
		Magnézium	<25 mg/l

3.2.1.2 A farost tartalmú közegek nitrogén háztartása

A fa származékoknak egyik nagy problémája a magas széntartalom, mely a bomlása során nitrogén elvonást idéz elő, más néven pentozán-hatás lép fel, ezzel hiánybetegségeket előidézve a termesztett növényeknél. A pentozán-hatás ellensúlyozása érdekében nagyobb mennyiségű nitrogént kellene a termesztés során kijuttatnunk, hogy a

bomlási folyamatok során elvont nitrogént ellensúlyozni tudjuk. Ezt a többlet kijuttatást elkerülendő, a gyártók a gyártási folyamatok során nitrogénnel kezelik a farostot, ezt a folyamatot nitrogén-impregnálásnak nevezzük. A módszer alapja, hogy a fa alapanyag feldolgozása előtt nitrogén-granulátumot kevernek az alapanyagba, mely a hőkezelés során impregnálódik a farost felületére (Brian, 2018). A fehér tőzeghez képest, az impregnátlan farost mindenképp magasabb nitrogén utánpótlást kíván. Ha a fehér tőzegnél megszokott mennyiségben juttatjuk ki a nitrogént, hiánytünet lép fel. A nitrogén műtrágyával impregnált farost esetében nem lép fel hiánybetegség, megfelelő tápanyag-utánpótlással a fehér tőzegben termelt növény minőségével megegyező, vagy jobb növény termelhető (Gruda and Schnitzler, 1999).

3.2.1.3 A farost tartalmú közegek vízháztartása

A farost tartalmú földkeverékeket magas víztartalommal hozzák forgalomba, így megőrizve azok víztartó képességét. A tisztán tőzeg tartalmú közegeknél gondot jelent a közeg kiszáradása utáni újranedvesítés. A farost tartalmú közegek könnyebben újranedvesíthetők (Pap, 2018). A közeg jó vízáteresztő képességgel rendelkezik, viszont a nagyobb rostszerkezet miatt nincs akkora kapilláris-víz emelése, mint a tőzegnek. A kertészeti termesztésben ez előnyös is lehet, ugyanis a cserép tetején lévő földréteg szárazabb marad, míg a közeg belseje megőrzi a megfelelő vízmennyiséget. A felső, száraz réteg előnye, hogy a felülről történő rendszeres öntözés esetén gyakran megjelenő májmoha nem telepedik meg, mely esztétikailag is előnyös (Michel *et al.*, 2021; Smith *et al.*, 2019).

3.2.2 Egyéb lehetséges tőzeghelyettesítő közegalkotók

3.2.2.1 Kókuszrost-kókuszpor

A kókuszrost napjainkra egy igen elterjedt természetközeggé nőtte ki magát. A kókuszrost a kókuszdió *Cocos nucifera* L. mezokarpiumából és a héjából áll. Előállításuk jellemzően a trópusi országokban történik, Srí Lankán, Indiában, Indonéziában és a Fülöp-szigeteken. Az egyik vezető előállító ország, Srí Lanka évente 350.000-500.000 tonna héjat termel, mint melléktermék, így ez egy igen nagy mennyiségben rendelkezésre álló kertészeti alapanyag. A héj 60-70% bélszövetet tartalmaz, a fennmaradó rész különböző hosszúságú rost. A gyártás folyamán vízbe áztatják a héjat, méret szerint osztályozzák, a rövid és a közepes hosszúságú szálakat és a port használják fel kertészeti célra. Ezután komposztálás szükséges, hogy a cellulóz és hemicellulóz komponensek lebomlását előidézzék. A komposztálás és a megfelelő nedvességre szárítás után zsákos formában kertészeti felhasználásra bocsájtják (Asaduzzaman, 2015). A kókusz szálak szerkezete miatt igen hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, mint a tőzeg. Víztartó képességei nagyon kedvezőek, saját tömegének akár a nyolcszorosát is képes felvenni, a felesleg vízmennyiséget szálak szerkezete miatt hatékonyan elvezeti, még nagy vízmennyiség mellett is megfelelő levegőzöttséggel rendelkezik. Élettelen szerves anyag lévén nem penészesedik, patogén- és kórokozómentes (Palkovics and Szabó, 2019). A *Sphagnum* tőzeghez igen hasonlító megjelenésében, azonban több előnye is van vele szemben. Többek között a kókusz nem tartalmaz idegen anyagokat, mint a tőzeg, továbbá az újra nedvesíthetősége sokkal jobb, mint a *Sphagnum* tőzegé. További fontos előnye, hogy mivel ipari melléktermék, így

ez egy teljes mértékig megújuló alapanyag. A tőzeggel szemben még megemlíthető a kisebb mértékű tömörödése, és a jobb bálázhatósága (Meerow, 1994).

3.2.2.2 Letermett gomba komposzt

Ugyan a kókuszrosttal szemben nincs még széleskörűen használva, viszont a folyamatosan növekedő gombatermesztés miatt egy ígéretes alapanyag a letermett gombakomposzt kertészeti felhasználásra tőzeghelyettesítőként. 1 kg gomba előállításához 4-5 kg komposztra van szükség, így éves szinten csak Európában 7.000.000 t gombakomposzt keletkezik, ami a legtöbb esetben nem kerül utólagos felhasználásra, hulladékként jelentkezik. Mivel a gombatermesztés folyamatos, ezért rendszeres mennyiségben elérhető alapanyagként számít. A gombakomposzt nagy mennyiségű cellulózt tartalmaz, ezért anaerob re-komposztálásra van szükség, hogy kertészetileg is felhasználható legyen. A re-komposztálás során Phylazonit tarlóbontó baktériumot alkalmaznak. A gombakomposzt tápanyagban igen gazdag, viszont víztartó képessége elmarad a tőzegtől, így jó víztartó-képességű keverőanyag hozzáadása szükséges. A kísérletek során kiderült, hogy igen magas tápanyagtartalma miatt közvetlenül nem alkalmas virágföldnek, azonban 30-50% tőzeggel keverve igen jó eredményeket értek el, a tőzegben termesztett növényhez képest nem marad el a gombakomposzt alapúban termelt növény (Csutorás et al., 2021).

3.3 A *Pelargonium zonale* talaj- és tápanyag-igénye

A muskátli több évszázada kedvelt és termesztett növény. A kezdetben főúri kertekben alkalmazott különleges növény a 19. század közepétől egyre inkább megjelent a hazai kiskertekben, majd egyre nagyobb népszerűsége telt szert, napjainkban az egyik legfontosabb termesztett dísnövény hazánkban. A muskátli külső dekorációra alkalmas, virágágyakba ültetve, vagy cserepes formában (Turiné et al. 2017). A *Pelargonium peltatum* a *Geraniaceae* családba tartozó *Pelargonium*, azaz muskátli nemzetség tagja, melybe több mint 250 faj tartozik, nagy részük Fokföldön, és Afrika legdélebbi részein őshonos (Schmidt, 2002). A ma ültetett fajok szinte kizárólag hibridek, melyek hosszú nemesítés eredményei. A ma alkalmazott hibrideket az alapfajok közül alig 10 faj keresztezéséből állították elő (Turiné et al, 2017). A mai hibridek legtöbbször alacsony növekedésű, gyakran szőrös, ritkábban szukkulens szárú félcserjék. A kísérlet során *Pelargonium peltatum*-ot alkalmaztam. A talaj szempontjából nem különösebben igényes. Virágzó áru előállításához 5,5-6,5 közötti pH a megfelelő. Nagy általánosságban síkláptőzeget alkalmaznak erre a célra. Fontos a jó vízáteresztő képesség, kerülendő a nagy porozitású tömör közeg, aminek nagy a víztartó képessége, ezzel ugyanis a növények gyökerének a fulladását okozhatjuk. Az optimális alap tápanyag összetétel: N 150 mg/l, P₂O₅ 100 mg/l, K₂O 200 mg/l. Az összes sótartalom 1000 mg/l. Tápoldatozása 0,5-1,5 ezrelékes komplex műtrágyával lehetséges. A megnövelt K- és P- arány jótékony hatással van a virágképzésre (Schmidt, 2002).

4. Anyag és módszer

4.1. A kísérlet helyszínének bemutatása, termesztőlétesítmény adatai

A kísérlet helyszínéül saját, családi tulajdonunkban lévő dísnövény kertészetünket választottam. A kertészet Pest-megyében, Pilis településen üzemel. A különböző *Pelargonium* fajok termesztése ezen a helyszínen hosszú múltra tekint vissza, a kertészet muskátli termesztésére alkalmas körülményeket képes biztosítani. A termesztő berendezés dupla rétegű, úgynevezett felfújós (túlnyomásos) fóliával borított fóliasátor. Tájolása: északkeleti – délnyugati. Alapterülete 42 m x 10 m, legmagasabb belső magassága 4,5 m. A szellőztetés 4 db végszellőzővel biztosított, melyek manuális működtetésűek. A fóliasátor fűtött, korszerű duplafóliás kialakítása miatt $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ -ra is képes, hőmérséklete termosztáttal és automata szén üzemű Carborobot kazánokkal pontosan szabályozható. A fűtés csövei a fóliasátor falánál húzódnak, illetve a termesztő asztalok alá vannak vezetve, így a talpfűtés megoldott. A termesztő berendezés teljes területén gördülő, ár-apály rendszerű asztalokat alkalmazunk, méretei 450 cm x 200 cm. A tápoldat keverés manuálisan történik 1000 l-es tartályokban, az öntözés során keletkező csurgalék-vizet tisztítás után újból felhasználjuk öntözés céljából. A fóliasátrat tavasszal és nyáron zöld színű Raschell-hálóval fedjük, így csökkentve a belső hőmérsékletet. Szükség esetén egy belső Raschell-háló réteget is ki lehet teríteni, 2,2 m magasságban, emellett párástó berendezéssel is el van látva a létesítmény.

Éghajlati adottságok (forrás: OMSZ)

- Évi középhőmérséklet: 10-11 °C
- Muskátli termesztés szempontjából fontos hónapok átlaghőmérséklete:
 - Február: 1 °C
 - Március: 5 °C
 - Április: 10 °C
 - Május: 16 °C
- Napsütéses órák száma: 1950 óra
- Muskátlitermesztés szempontjából fontos hónapok napsütéses óráinak száma:
 - Február: 80 óra
 - Március: 135 óra
 - Április: 170 óra
 - Május: 225 óra

4.2 Felhasznált szaporítóanyag

A kísérlet során gyökeres palántát vásároltunk, papírhengeres közegben. A pontos fajtamegjelölés: *Pelargonium peltatum* 'Decora Red', közismert nevén a tiroli, azaz futó muskátli. A szaporítóanyagot Szaszák Tibor szaporítóanyag forgalmazótól szereztük be, előállítója az olaszországi telephelyű Gruppo Padana. A szaporítóanyag termelő üzemek *in vitro* szaporítással, steril körülmények között hozzák létre az anyanövénynek szánt egyedeket, így biztosítva a vírusmentességet és a fajtaazonosság megőrzését. Az anyanövény telepről

dugványszedést követően 10x6 cellás szaporító tálcába dugványozzák, majd gyökeresedés után történik a megrendelőnek való kiszállítás, temperált körülmények között. A korai szállítás okán előfordulnak még le nem gyökeresedett egyedek, ezeken általában a kalluszosodás már megtörtént. Mivel könnyen kifordulnak a tápkockájukból, ezért külön figyelmet igényelnek. Ilyen probléma a kísérlet során érkezett állományban is jelen volt, ezek a dugványok is később sikeresen meggyökeresedtek. A szaporítóanyag 2022. 02. 24-én érkezett meg a kertészetbe, jó kondícióban, kártevő- és kórokozó-mentesen, a növények döntő többségének jól fejlődött gyökere volt az átvételkor.

4.3 Termesztő közegek

A kísérlet során három különböző termesztő közeget vizsgálunk, ebből kontrollnak a kertészetünk által eddig sikeresen alkalmazott Plantobalt márkajelzésű tisztán fehér tőzeg tartalmú közeget tekintettük. A vizsgált közegek a Pindstrup által gyártott Forest Gold és a Klasmann által gyártott GreenFibre tartalmú közegek voltak. Az utóbbi kettőben közös és a vizsgálat szempontjából fő összetevő a hozzáadott farost.

4.3.1 Kontroll közeg

Kontroll közegnek az eddig sikeresen alkalmazott közeget, a Plantoflor által gyártott Plantobalt Substrate 0 Standard PL7 típusú tőzeget használtam. A beszerzésében Szaszák Tibor magyarországi forgalmazó segített. A keverék fő összetevője a fehér tőzeg, melyet észtországi és lettországi bányákból nyer ki a gyártó. A közeg tartalmaz továbbá alap műtrágyát, melyet a gyártó kever bele, a műtrágya összetétele NPK 18:10:20, PG-Mix típusú, 1,2 kg/m³ koncentrációban (3. táblázat). Ez a műtrágya vízben rosszul oldódik, ennek előnye, hogy hosszabb ideig szolgáltató feltáródó elemeket, ezt a gyártó körülbelül 6 hétre becsüli. A gyártás során Wetting Agent-et, azaz egy nedvesítést segítő szert kevernek a közegbe, ezzel elősegítve a közeg könnyebb nedvesíthetőségét (Plantoflor). A közeg 250 l-es kiszerelésben érkezik, alacsony nedvességtartalommal.

3. táblázat Plantobalt gyári adatok (forrás: Plantoflor)

pH érték	5,2-6
EC	0,3-0,4
Sótartalom	0,3 g/l
Nitrogén (N)	220 mg/l
Foszfor-pentoxid (P ₂ O ₅)	120 mg/l
Kálium-oxid (K ₂ O)	240 mg/l
Magnézium (Mg)	50 mg/l
Kén (S)	100 mg/l

4.3.2 Vizsgált közeg – Pindstrup Forest Gold

A vizsgálat egyik farost tartalmú résztvevője a Pindstrup által gyártott Mix Gold + Clay 10-30 mm. A beszerzése a Florachem Bt. (kertészcentrum) segítségével történt. A terméket Dániában bányásszák, alapja a fehér tőzeg, de 30% hozzáadott farost készítményt tartalmaz, melyet a gyártó Forest Gold-nak nevez. A keverék továbbá 25% fekete tőzeget is tartalmaz. Ebben a keverékben szintén megtalálható hozzáadott NPK műtrágya 1 kg/m³ mennyiségben, továbbá hozzáadott foszfort is tartalmaz (4. táblázat). A keverék 300 l-es kiszerelésben kapható, méretéből és tömegéből adódóan kisé nehezebb az emberi mozgatása, emellett némelyik kisméretű bálabontónak is problémát jelenthet ennek a feldolgozása. A nyers, frissen bontott termék tulajdonsága nagyjából megegyező a kontroll közegével, azonos nedvességi állapotban kerül csomagolásra.

4. táblázat Pindstrup gyári adatok (forrás: Pindstrup)

pH	5,5-6
Szárazanyag tartalom	70-90 kg/m ³
Forest Gold tartalom	30%
EC	1,2
Agyag	20 kg/m ³

4.3.3 Vizsgált közeg – Klasmann GreenFibre

A vizsgálat 2. számú résztvevője a Klasmann által gyártott TS3 Medium Basic + GreenFibre. A közeg beszerzésében a Kertplusz kft. kecskeméti üzlete volt segítségemre. A tőzegbányászás helyszíne Litvánia. A keverék alapjául a fehér tőzeg szolgál. Ehhez nagyjából 20%-os arányban farost készítményt kevernek, melyet a gyártó GreenFibre-nek nevez. Átlagos szemcseméret 0-25 mm (5. táblázat). A közeg gyárilag tartalmaz hozzáadott agyagot és alap műtrágyát, továbbá nedvesítést segítő szert, melynek elnevezése Hydro S. A termék kiszerelése 200 l-es zsák, mely könnyen kezelhető, nem jelent gondot a gépi feldolgozása. Kibontás után jóval nedvesebb volt, mint az előző termékek, sajnos ez hátrányos volt adott esetben, ugyanis a február közepi feldolgozás során, a szabad téren tárolt zsákok olyan mértékben fagyottak voltak, hogy napokig lehetetlen volt a feldolgozásuk. A bekevert, kész földben szemmel is jól látható farost darabok vannak jelen.

5. táblázat Klasmann gyári adatok (forrás: *Klasmann-Delmann*)

pH	6.0
Sótartalom	1 g/l
EC	1.0

4.4

A közegek előkészítése

A zsákozott földkeverékeket először a megfelelő morzsalékos állapotra kell darálnunk. A mi esetünkben erre egy bálabontóval kombinált földkeverő gépet használunk, mely egyedi gyártmány, ellentétes menetemelkedésű csiga keverésű, így tökéletes homogén keveréket tudunk vele készíteni. A bála bontása közben hozzáadagoljuk a megfelelő vízmennyiséget, annyira, hogy cserepezéshez megfelelő nedvességtartalmat kapjunk. A továbbiakban a keverőgépbe adagoljuk a megfelelő szerves trágya alapú granulátumokat.

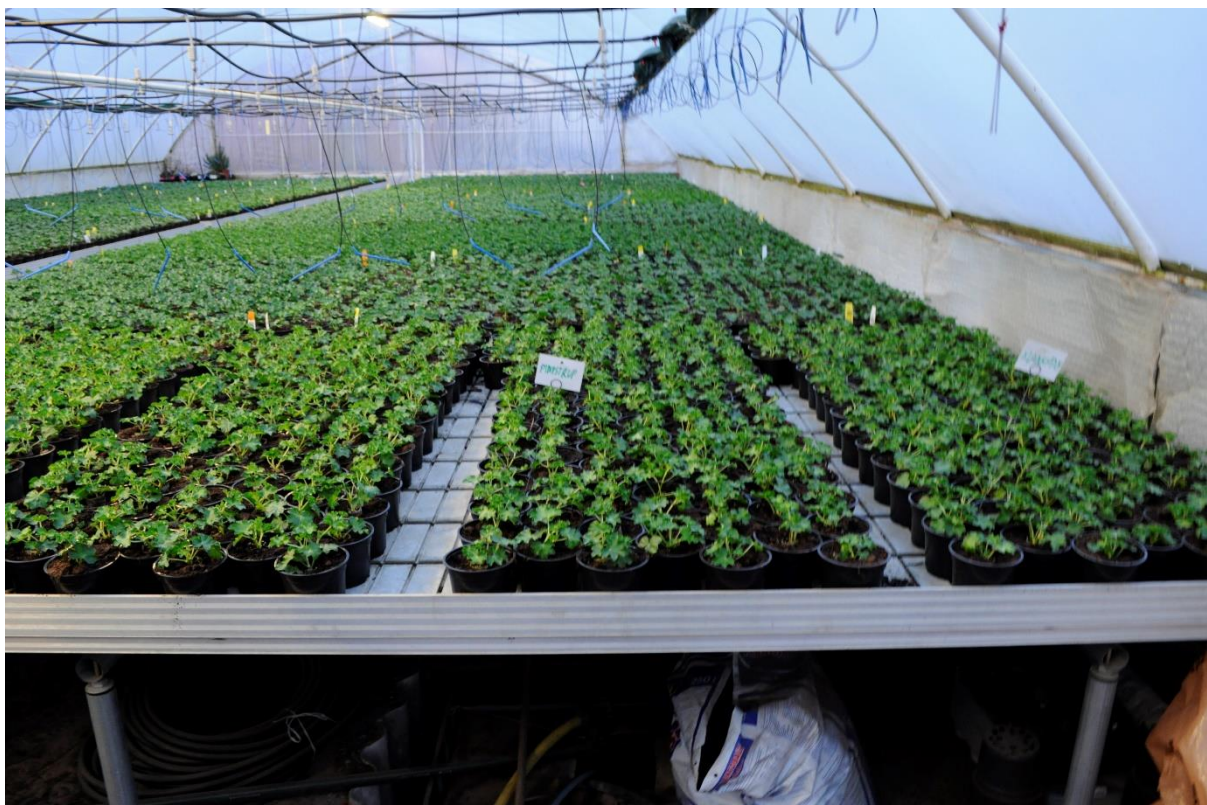
A keverékbe Phenix (6-8-15+2MgO) szerves baromfi trágya granulátumot keverünk 2 kg/m³ mennyiségben. A Phenix egy kálium-dús szerves trágya granulátum, mely kiváló tápanyag utánpótlási tulajdonságokkal bír, a granulátum vízdékony összetevőket tartalmaz, így oldódása gyorsan végbemegy. Javasolt adagolása 0,4-1,4 t/ha, szemcsemérete kb. 3 mm. 25 kg-os kiszerelésben kapható, a kísérlethez a ZFW Hortiservice Kft. kecskeméti telephelyén vásároltuk. A keverék másik szerves adaléka a Tribú (3-3-3) szerves trágya granulátum, melyet 4 kg/m³ mennyiségben keverünk a közegbe. A Tribú alkalmas a talaj humusztartalmának a növelésére, összetétele 80% marhatrágya, 20% lótrágya. Gyártása során az istállótrágyát hosszasan érelik, majd ezt követően 70 °C-on elpárologtatják a nedvességtartalmát, így patogén-mentesítik is. A trágya zsákozott állapotban kb. 10%-os nedvesség tartalmú, így a bekeverés után szinte azonnal lebomlik, az előző szerves trágya készítményhez hasonlóan.

4.4.1 Cserepezés

A kísérlethez összesen 360 db cserepet használtunk fel (120 db-ot mindhárom vizsgált elemhez). A cserepezést éretű fekete színű Desch Plantpak műanyag cserépbe végeztük, melyet szintén a Kertplusz kft. kínálatából sikerült beszerezni. A cserép 12 cm átmérőjű, 9 cm magasságú, alján 12 db lyuk található. A térfogata 700 cm³. A cserepezést egy Mayer TM1610 típusú cseréptöltő géppel végeztem, melynek óránkénti teljesítménye 1500-2400 cserép között változtatható. A cserepek ezután a végleges helyükre kerültek ládában, ez 30 ládát jelent.

4.4.2 Ültetés és növényápolás

A növényeket 2022.02.25-én ültettem el, az azt megelőző napon érkezett szaporítóanyag szállítmányból. Az ültetést kézzel végeztem a termesztő asztalon, majd a vizsgálati elemeket egymástól jól elkülöníthetően és jelölve cserép-cserép mellé az asztalokon szétraktam (2. ábra). Az állományt ültetés után közvetlenül felülről kézi öntöző szórófejjel beöntöztem, a tápoldat összetétele: NPK 10-52-10 foszfordús, 10 g/10 l koncentrációban.



2. ábra Növényállomány közvetlenül ültetés után. Balról-jobbra: Plantobalt, Pindstrup, Klansman (Saját fotó 2022)

4.4.3 Növényápolás

A vizsgált állományt folyamatosan 15 °C-os minimum hőmérsékleten tartottam, a nappali órákban ez valamivel magasabb volt. Amikor az időjárás engedte, kisebb-nagyobb mértékben szellőztetve volt, árnyékolásra nem volt szükség. A beültetés utáni két alkalommal tápoldatoztam a növényeket a gyökeresedés időszakában NPK 10-52-10 foszfordús 1 g/l koncentrációjú tápoldattal, felülről, kézi öntözéssel. A gyökeresedési időszak után NPK 15-10-30 1 g/l koncentrációjú tápoldattal folytattam a tápanyag-utánpótlást. Amikor a gyökér mérete megfelelő szintet ért el, átálltam kizárólag árasztásos öntözésre. Az öntözéseket körülbelül heti rendszerességgel végeztem, időjárás és nedvességi állapot függvényében, időnként ritkábban. Növényvédelmi szerek kijuttatása többször is történt, gyökeresedés után botritiszes megbetegedések (*Botrytis cinerea*) megelőzése érdekében egy alkalommal Amistat Top SC 10 ml/10 l-es koncentrációban került kijuttatásra, továbbá ez a permetezés egy Megafol 20 ml/10 l-es koncentrációs keverékével volt kiegészítve. A tenyészidőszak további részében egyenletes időközönként három alkalommal Teldor 500SC 10 ml/10 l-es dózisban került kijuttatásra. Minden permetezést egy Stihl SR430 típusú permetezőgéppel végeztem, mely a kifújt légáramba keveri a kívánt permetlét, így a nagy légszállítás miatt egyenletes eloszlást biztosít. Rovarölő-szeres kezelés nem történt, az esetleges kártevők megfigyelésére sárga illetve kék színcsapda van kihelyezve. Az állományban betegségnek jele nem volt egyik vizsgálati elemében sem.

4.5 Vizsgálati módszerek

4.5.1 EC mérés

A vizsgált elemekben a tenyésztődőszak során három alkalommal végeztem EC mérést. A méréseket közvetlen ültetés után, a gyökérzet megjelenése után és a kész-áru állapotban végeztem. Minden alkalommal vizsgálati csoportonként 3 db véletlenszerűen kiválasztott mintán végeztem el a mérést egy ADWA AD31 típusú kézi mérőműszerrel, mely folyadékok EC és TDS mérésére szolgál. Mivel a műszer csak folyadékok mérését képes elvégezni, ezért közvetlen mérés nem lehetséges, a mintákat desztillált vízben elegyíteni kellett. A méréshez szükséges oldat elkészítéséhez 1:2 arányú talaj-desztilláltvíz keveréket képeztem, a gyakorlatban ez 100 ml talaj mintát jelentett, melyhez 200 ml desztillált vizet mértem hozzá. A kapott keveréket a kimérés után 40 percig állni hagytam, közben időközönként átkevertem (3. ábra). Rövid ülepités után minden mintát egyenként új papír szűrővel átszűrtem, így csak a tiszta vizes oldat maradt, mely így már jól mérhető mintát képzett. A mintákat pontosan 20°C-on mértem. Az első mérés alkalmával a bekevert földből is történt mintavételezés, melyen az előbb leírt módon szintén EC mérést végeztem. Az eredményeket táblázatban rögzítettem.



3. ábra EC mérés folyamata közvetlenül az ültetés után (Saját fotó 2022)

4.5.2 Talajvizsgálat

A földmintákat a MATE Budai Campusán az Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztem, melyben Dr. Juhos Katalin nyújtott szakmai segítséget. A vizsgálat fő célja a közegek fizikai vizsgálata volt, mely során megmértük a közegek térfogattömegét, a kapilláris vízkapacitását és a maximálisan telített vízkapacitását. A vizsgálat során a növénykísérletkor használt keverékből vett mintákkal dolgoztunk, így annak fizikai tulajdonságai változatlanok voltak. A mérést minden közeg esetében 3 mintával hajtottam végre, hogy átlag számítás után nagyobb pontosságot érjek el. A mérésekhez azonos típusú fém mérőhengert használtunk, melynek hengeres része rozsdamentes fémből áll, míg a két vége gumis kupakkal zárható. A mérőhengerek egységes térfogata 90 cm^3 volt. A mérés során 1 század gramm pontosságú analitikai mérleget használtunk, ugyanis a méréseink kizárólag tömeg meghatározás alapján történtek, különböző nedvességi állapotokban. A mérőhengerek tömegében előfordulnak kisebb eltérések, ennek érdekében a mérések megkezdése előtt a mérőhengereket a hozzájuk tartozó kupakkal lemértem. Az itt meghatározott tömegeket a további számolások során figyelembe vettem, hogy az eltérő mérőhenger tömegek ne befolyásolják a kiszámított eredményeket. A térfogat-tömeg kiszámításához először is a közegek légszáraz tömegére volt szükség. A 90 cm^3 -es hengereket megtöltöttem a három közeg típusal olyan tömörségűre, ahogy azt a termesztés során alkalmaztam. Mivel a közegek nedvessége eltérő, így a légnedves állapot eléréséhez 2 órára szárítógépbe kerültek 30°C -os hőmérsékleten, így azonos nedvességi állapotba kerültek. A szárítóból kikerült mintákat lemértem (4. ábra), és a mérőhenger tömegének levonásával megkaptam a pontos közeg tömeget, és ezt a mérőhenger térfogatával elosztva megkaptam a térfogattömeget, melyet g/cm^3 -ben határoztam meg. A víztartó képesség méréséhez az előbbieken használt mintákkal dolgoztam tovább. A mérőhenger egyik végét könnyen nedvesíthető szövettel zártam le, melyet gumival rárögzítettem, majd ezeket a mintákat a szövettel lefedett oldalukkal lefele tálcába tettem és desztillált vízzel töltöttem a tálcát 10 mm-es vízszintig (5. ábra). A mérőhengerek felső nyílását lefordított kupakkal letakartam, majd lesúlyoztam, ugyanis a tűzeg nedvesítése során a közeg megdagad, és így pontatlan lenne a mérés (6. ábra). A minták kapilláris telítése volt a cél, arra a vízmennyiségre voltam kíváncsi, amennyit a közeg a kapilláris hatás alapján fel tud szívni. A kiszáradt tűzeg újra nedvesítése nehézkes feladat, több órát vesz igénybe, míg a kiszáradt tűzeg önmagától kapillárisan telítődik a mérőhengerben, így egy napig áztatva voltak a minták a tökéletes átnedvesedés érdekében, közben rendszeres víz-utántöltés történt. A kapillárisan telített minták hengerének a felső felét újból lezártam a jobb kezelhetőség érdekében, majd eltávolítottam a szívató-szövetet. Az így kapott mintákat analitikai mérlegen lemértem, és az így kapott tömegből levonva a mérőhenger és a száraz közeg tömegét, megkaptam a kapillárisan felszívott víz mennyiségét grammban kifejezve. A maximális telített vízmennyiséghez a már kapillárisan telített mintákat használtam tovább. Az eddigi mintákat egyenlő vízmennyiségekkel elkezdtem feltölteni. A cél a mérőhenger szintjéig tölteni hézagmentesen a folyadékot úgy, hogy a közeg több vizet már ne tudjon felvenni. Ennek során figyelni kell, hogy kis vízmennyiségekkel történjen a töltés, ugyanis könnyen túltölthetjük a mintákat, így hamis eredményeket kapva. A maximálisan telített mintákat is analitikai mérlegen mértem le, a kapott eredményből a mérőhengert és a száraz közeget levonva megkaptam a maximálisan telített víz tömegét. Ezekből az értékekből százalékosan meg tudtam határozni a kapilláris vízkapacitást és a maximális vízkapacitást, melyből

következtetni lehet a közeg porozitására is. A vizsgált közegek típusainál mért 3 minta átlagából következtethetünk a pontos adatra, ugyanis minden mintának van egy bizonyos szórása. Az átlagok alapján összehasonlíthatóvá válik a három tőzeg típus.



4. ábra: A légszáraz közegek mérésre alkalmas állapotban (Saját fotó 2022)

A számolás menete:

A Kapillaris vízkapacitás során azt a vízmennyiséget mérjük, amennyit a mért közeg kizárólag a kapillaris vízfelszívás alapján fel tud venni. A kapillaris víz mennyiségének a méréséhez a légszáraz mintákat egységnyi térfogaton lemértem (Mérőedény=90cm³), majd a mintákat a felszívás után ismét lemértem. A kapillaris víz tömegének a kiszámítása során a kapillarisan telített minta tömegéből kivontam a légszáraz minta tömegét, így megkaptam a kapillaris víz tömegét grammban. Az így megkapott értékekből és a szükséges képletek segítségével kiszámolhatóvá vált a kapillaris vízkapacitás térfogatszázalékban.

A kapillaris vízkapacitás során használt képletek: (Dr. Juhos Katalin)

$$\text{Kapillaris víz (g)} = \text{Kapillarisán telített tömeg(g)} - \text{légszáraz tömeg(g)}$$

$$\text{Kapilláris vízkapacitás } V_{\text{kap}}(v/v\%) = \frac{\text{kapilláris víz (g)}}{\text{mintatartó térfogata (cm}^3\text{)}} \times 100$$

A mintákat a továbbiakba az edény aljának a lezárásával a teljesen telített állapotig töltöttem vízzel, annak érdekében, hogy a levegőkapacitás kiszámolhatóvá váljon, majd ebben az állapotban ismételtlen lemértem.
Felhasznált képletek: (Dr. Juhos Katalin)

$$\text{Maximális vízkapacitás } V_{\text{max}} (v/v\%) = \frac{\text{maximális víz (g)}}{\text{minta térfogata (cm}^3\text{)}} \times 100$$

$$\text{Levegőkapacitás (v/v \%)} = V_{\text{max}} (v/v\%) - V_{\text{kap}} (v/v\%)$$



5. ábra: Kapilláris telítés és felszívás, (Saját fotó 2022)



6. ábra A minták lefedése

4.5.3 Gyökér bonitálás

A gyökértömeg vizsgálata a közeg kimosásával nem megoldható, ugyanis a gyökérzet sűrűsége és a föld szerkezete egymástól nem különíthető, lehetetlen kimosni a földet. Az áru-kész növényben a gyökérnövekedés vizsgálatát osztályzások eljárással, szemrevételezéssel állapítottam meg, a cserepet eltávolítva. A vizsgálat során egy 3 fokozatú skálán végeztem a gyökérzet vizsgálatot, mely során az 1 a legrosszabb, a 3 a legjobb értékelés. A vizsgálat során figyelembe vettem a gyökérzet erősségét, egészségi állapotát, az átszővöttség mértékét. Az adatokat táblázatos formában rögzítettem, statisztikai programmal elemeztem az összefüggéseket. Közegtípusonként 20 db növényt vizsgáltam ezzel az eljárással, így nagyobb biztonsággal állapítható meg az eredmény. A vizsgálat során a növények egy részét fénykép formájában rögzítettem, ezzel láthatóvá téve a különbségeket (7.ábra). Igyekeztem a pontos értékelésre, 3 átszővöttségi állapotú mintát vettem alapul, egy erős gyökérzetű, egy közepeset és egy gyenge gyökérzetű mintát, a továbbiakban ezekhez hasonlítottam a 20-20 mintát. A gyökértömeg vizsgálatával egy időben az egészséges hajtásgyökerek mennyiségét is mértem ugyan ezzel az eljárással. Ezzel a vizsgálattal a növény nem sérül, a szemrevételezés után a növényeket a cserépbe visszahelyezve, azok károsodás nélkül tovább nevelhetők, vagy értékesíthetők.



7. ábra: Gyökerek összehasonlítása a 3 közeg esetében (Saját fotó 2022)

4.5.4 Lombozat vizsgálata

A növény lombozatának vizsgálata szemrevételezéssel történt, mely során összehasonlítás alapján a növény erősségét, kompaktságát lehetett összehasonlítani. A vizsgálatot értékesítésre kész, kifejlett állapotban végeztem. A növények keresztmetszete és magassága alapján történt az osztályozás, a bonitáláshoz hasonló eljárással, azaz 1-től 3-ig történő osztályozással. Ebben az esetben is azt a 20 mintát vizsgáltam, amit a gyökér-bonitálás során. A vizsgálatról fényképes dokumentáció készült. A megfigyelés során közegtípusonként 20 db növényt vizsgáltam ezzel az eljárással, így nagyobb elemszámból alakult ki az eredmény. A mérés során megfigyeltem, hogy melyik növényen található kifejlett virág, melyeket szintén feljegyeztem. Megfigyelés alapján feltűnt, hogy bizonyos közegek esetében a lombozat színeződése eltérő színmélységet mutat, ez indokoltá tette a klorofill vizsgálatot. A vizsgálatot 2022.04.25-én végeztem.

4.5.5 Klorofill és karotin vizsgálat

A vizsgálat célja a különböző közegekben nevelt növények klorofill tartalmának mérése, az azok közti eltérések megfigyelése. A méréseket a Dísnövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában végeztem. A vizsgálat során a klorofill A és B, továbbá karotinoid tartalmat határoztuk meg. A mintákat az azonos közegben nevelt növényekből vegyesen szedtem a növény félkész állapotában, majd ezeket a mintákat későbbi mérés céljából vízhatlan tasakba csomagolva mélyfagyasztozóba helyeztem, így a növényi minták megőrizték a beltartalmi anyagaikat. A vizsgálat közegenként 5-5 db mintával történt, így összesen 15 mért adat keletkezett. A vizsgálat kezdeti lépéseként a mélyfagyasztott növényi részekből analitikai mérleggel 100 mg-os mintákat mértem ki. Ennek folyamán a levelekből ollóval kis méretű cikkeket vágtam, igyekezve több levélből vágni egy mintába, hogy az homogén eredményt alkosson. A kimért mintákat 1-től 15-ig felsorszámozott alumínium-fóliákba csomagoltam, a minták nyomon követhetősége miatt. Az alufóliában lévő levélrészleteket ezután egyesével kézi mozsárba helyeztem eldörzsölésre. Az eldörzsöléshez kis mennyiségben kvarchomokot adtam, majd 80%-os acetonnal eldörzsöltem mindaddig, míg homogén, növényi darab mentes nem lett a minta. Ezután a mintákat 5 ml végtérfogatra töltöttük fel 80%-os acetonnal, majd üleptíteni félretettem 20 percre. Az üleptítés után 2 ml-es eppendorf-csőbe mértem át a mintákat automata pipettával, pontosan 2ml-t (8. ábra). A pipettázás során nagy figyelmet kellett fektetni, hogy a pipetta hegyével ne a kémcső aljáról szívjuk a leülepedett részt, hanem a minta közepéről, ugyanis az üledék zavarja a pontos mérést. Az immár eppendorf-csőben lévő mintákat további üleptítés céljából ultra centrifugába helyeztem és 5 percig 14000f/min- es fordulatszámmal centrifugáltam. A centrifugálás előkészítésénél a mintákból tömeg-párokat kell alkotni és azokat átellenesen kell a centrifugába helyezni, különben a kiegyensúlyozatlanság miatt a gépben kárt tehet. A centrifugálás után a minták alján kis rétegben leülepedett a maradék lebegő szennyeződés, a minta felső része áttetsző lett. A mérés folytatásához a lecentrifugált mintákat 1,5 ml-es üveg küvettába mértem automata pipettával spektrofotométeres vizsgálat céljából. A vizsgálat során használt spektrofotométer típusa Genesys 10 VIS. A spektrofotometria működési elve: a mintán átbocsájtott tetszőleges hullámhosszú fényt a mintán átvezetve, annak fényelnyelését tudjuk mérni, és ez alapján

következtethetünk bizonyos benne lévő anyagok mennyiségére. Az esetünkben a méréshez három hullámhosszt alkalmaztunk. A 480 nm-e mért fényelnyeléssel a karotinoid tartalmat mértük, a 644 nm-en mérttel a klorofill A-t, a 663 nm-en mérttel pedig a klorofill B mennyiségére következtethetünk. A küvettákat egyesével a spektrofotométerbe helyeztem, majd a mért értékeket táblázatban rögzítettem.

A klorofill A+B kiszámolásához használt képlet (Arnon, 1949):

$$Kl. A + B = \frac{(20,2 * A_{644} + 8,02 * A_{663}) * 5ml}{\text{bemért tömeg (g)}}$$

A karotinoid kiszámolásához használt képlet (Arnon, 1949):

$$\text{karotinoid} = \frac{5,01 * A_{480} * 5ml}{\text{bemért tömeg (g)}}$$



8. ábra Klorofil mérésre előkészített minták (Saját kép 2022)

4.5.6 Prolin tartalom meghatározása

A prolin az egyik leggyakrabban előforduló ozmolit, mely felhalmozódása a növényekben bizonyos stresszhatásnak köszönhető. A növényi sejtek megnövekedett prolintartalma utalhat vízhiányra, extrém hőmérsékleti viszonyokra, nehézfém szennyezésre, megnövekedett sótartalomra. A prolinról régóta feltételezik, hogy kompatibilis ozmolitként csökkenteni tudja az ozmotikus stressz károsító hatásait (Ábrahám, 2004). A növényi minták prolin tartalmának meghatározását spektrofotométerrel végeztük. Az eljárás lényege, hogy a prolin savas pH mellett a ninhidrin-nel piros terméket képez, melyet spektrofotométerrel mérünk. Az így kapott eredményeket egy ismert mennyiségű prolint tartalmazó koncentráció sorhoz viszonyítottunk. A mérés előkészítéséhez először a prolin sztenderd sort kell elkészíteni (6.táblázat)

6. táblázat Prolin sztenderd sor (Chinard, 1952)

Koncentráció mg/l	Desztillált víz (µl)	Prolin 5mg/l
0,01	998	2
0,02	996	4
0,05	990	10
0,1	980	20
0,2	960	40
0,5	900	100
1,0	800	200

Az előkészületek során még el kell készíteni:

1. 3% szulfoszalicilsav – Előállításához 3 g 5-szulfoszalicilsavból 100 ml oldatot kell készíteni desztillált vízzel.
2. savas ninhidrin – 0,625 g ninhidrin + 15 ml koncentrált ecetsav + 20 ml 6M-os ortofoszforsav. Ezek keveréke igen nehezen oldódik, ezen vortexeléssel és melegítéssel segíthetünk.

A mérés során használt, a már előbbiekben említett félkész növényi állapotban szedett, majd mélyfagyasztott növényi mintákat használtam. Kiolvasztás után a vizsgált közegek szerint 5-5 mintát készítettem elő mérésre. mindegyik méréshez 100 mg növényi részt használtam fel. Ezeket az előkészített mintákat kézi mozsárban eldörzsöltem 3%-os szulfoszalicilsavval, melyet 5 µl/mg frisstömeghez viszonyítva kellett adagolni. Az elmorzsolt, homogén mintát 2 ml-es Eppendorf-csőbe pipettáztam, majd tömegpárokat alkotva 5 percig 14000 f/min fordulattal, szobahőmérsékleten centrifugáltam. A lecentrifugált mintákból elkészítettem a reakcióelegyet (9. ábra).

A reakcióelegy összetétele (Ábrahám, 2004):

- 100 µl 3% szulfoszalicilsav
- 200 µl cc. ecetsav
- 200 µl savas ninhidrin
- 100 µl minta felülúszó



9. ábra: A prolinmérés során alkalmazott reagensek (Saját fotó 2022)

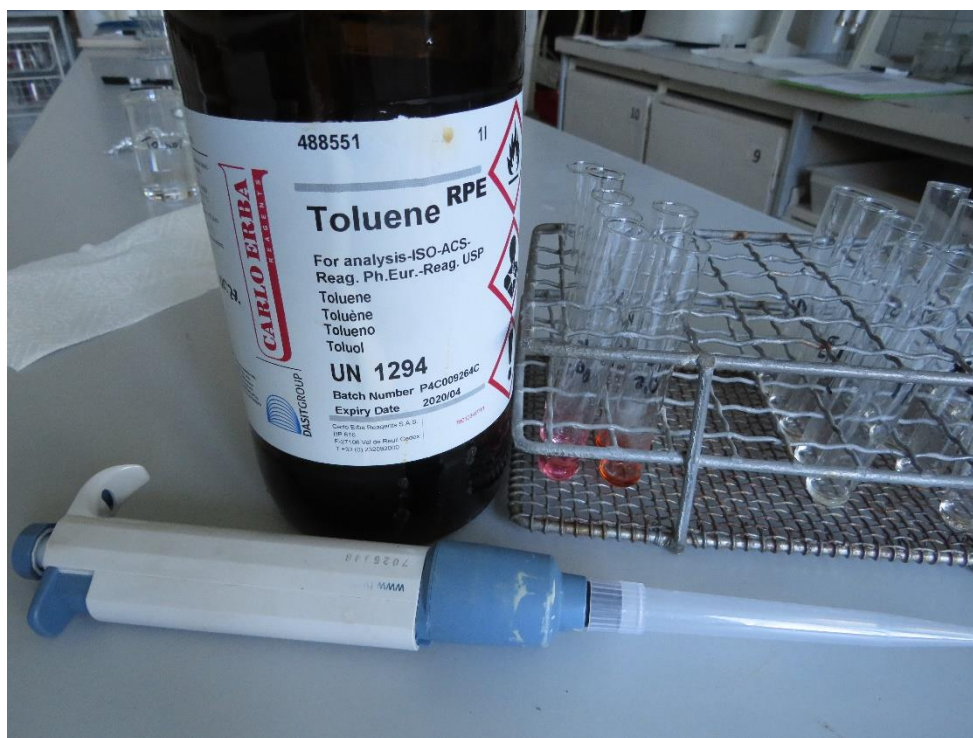
A reakcióelegyet kémcsőbe mértem és alufóliával lezártam. A prolin sztenderd sort is ugyanezzel az összetétellel elkészítettem, ugyanis innentől fogva ugyanúgy kell kezelni, mint a vizsgált reakcióelegyeket. A felsorszámozott kémcsöveket 1 órára 96°C-on szárítószekrénybe helyeztem (10. ábra). 1 óra után a mintákat a szárítóból kivettem és azonnal hideg vízbe állítottam, ezzel leállítva a reakciót (11. ábra). Sikeres reakció végbemenetel esetén a minták bizonyos mértékben piros árnyalatúak lettek, a prolintartalomtól függően. A sztenderd sor esetében is egyre erősebb pirosnak kell lennie a prolintartalommal arányosan. A mintákhoz 1,5 ml toluolt adtam, majd 20 másodperc vortexelés után 5 percig állni hagytam (12. ábra). Következő lépésként az ismert koncentrációjú prolin sztenderd sort szűkített üveg küvettákba pipettáztam, majd ezek fényelnyelését spektrofotométerben 520 nm-en vizsgálva felállítottam a kalibrációs görbét. A megfelelően előállított koncentráció sor értékei egy egyenesbe esnek. A vizsgálat során használt spektrofotométer: Genesys 10 VIS. Kalibrációs oldatnak tiszta toluolt használtam. A kalibrációs sor mérése után a mintákat hasonló módon szűkített küvettába pipettázva megmértem a spektrofotométerben, majd a kapott adatokat táblázatban rögzítettem (Ábrahám, 2004).



10. ábra Minták elhelyezése a szárítószekrényben (Saját fotó 2022)



11. ábra A szárítószekrényből kivett mintákat hideg vízbe kell tenni a reakció megállítása érdekében (Saját fotó 2022)



12. ábra Toluol hozzáadása a mintákhoz (Saját fotó 2022)

4.5.7 A kapott adatok kiértékelése

Az adatokat (bonítási eredmények, talajtani vizsgálatok, EC mérés, prolin, klorofill és karotinoid) a Microsoft Excel (2016) táblázatkezelő programmal rendeztem. Az egyes csoportok összehasonlítását az SPSS statisztikai programcsomag segítségével végeztem el (One-Way Anova). Két tesztet futtattam le: Tukey és Duncan tesztet. A statisztikai értékelések során 0.05 szignifikancia szintet alkalmaztam.

5. Eredmények és következtetések

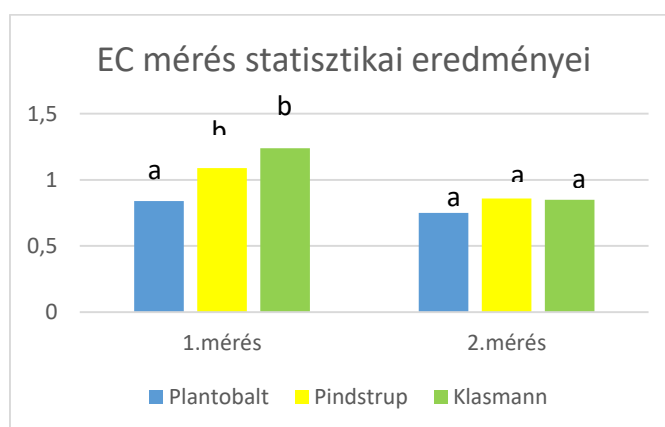
5.1 EC mérés eredményei

Az EC és a TDS mérést 2 alkalommal végeztem el, első alkalommal 2022.02.28-án, közvetlenül az cserepezés idején, a cseréptöltéskor vett mintából, és egy második alkalommal 2022.03.14-én, amikor a növény gyökere közepesen átszotta a közeget. Minden mérés azonos körülmények között zajlott, 20°C-on, szobai körülmények között, ugyanazzal a műszerrel. A mért eredményeket statisztikai szoftverrel elemeztem (7. táblázat), amely az első mérés eredményeinél a Plantobalt esetében szignifikáns különbséget mutatott a Pindstrup és a Klasmann farost tartalmú készítményeivel szemben. A Plantobalt-nál mért EC értéke alacsonyabb a másik két vizsgált elemnél (13. ábra).

7. táblázat Az 1. és 2. EC mérés statisztikai eredményei

EC 1.mérés				EC 2. mérés			
kezeles	N	0.05		kezeles	N	Subset for alpha = 0.05	
		a	b			a	b
Tukey B ^a	Plantobalt	3	0,8400	Tukey B ^a	Plantobalt	3	0,7533
	Pindstrup	3	1,0967		Klasmann	3	0,8500
	Klasmann	3	1,2467		Pindstrup	3	0,8633
Duncan ^a	Plantobalt	3	0,8400	Duncan ^a	Pindstrup	3	0,7533
	Pindstrup	3	1,0967		Pindstrup	3	0,8500
	Klasmann	3	1,2467		Pindstrup	3	0,8633
	Sig.		1,000		Sig.		0,393
Means for groups in homogeneous subsets are				Means for groups in homogeneous subsets			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.				a. Uses Harmonic Mean Sample Size =			

A vizsgált közegek cserepezésre való bekeverésénél adott térfogatra viszonyítva azonos mennyiségű tápanyag lett a közegekbe keverve, a termesztési teszt pontos eredménye miatt. A kezdeti különbség oka valószínűleg az, hogy a Plantobalt tőzeg lassan feltáródó műtrágyát tartalmaz gyárilag, aminek a feltáródását a gyártó 6 hétre becsüli. A két farost tartalmú termék nem mutatott egymáshoz képest szignifikáns különbséget, az első mérés alkalmával kis eltérés volt köztük, a második mérés alkalmával a 3 közeg szinte azonos EC-vel rendelkezett.



13. ábra EC mérés statisztikai eredményei és mért értékek

Az eltérő EC értékek nem befolyásolták sem a kezdeti, sem az azt követő növényfejlődést, nem tapasztaltam a közegek kezdeti EC különbségére visszavezethető hiánybetegséget.

5.2 Talajvizsgálat eredményei

A méréseket a MATE Budai Campusán az Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztem, a méréseket Dr. Juhos Katalin vezette. A talajtani vizsgálatok fő célja a kapilláris vízkapacitás és a levegőkapacitás megállapítása volt a cél (8; 9. táblázat).

8. táblázat közegek térfogattömeg mérési jegyzőkönyve

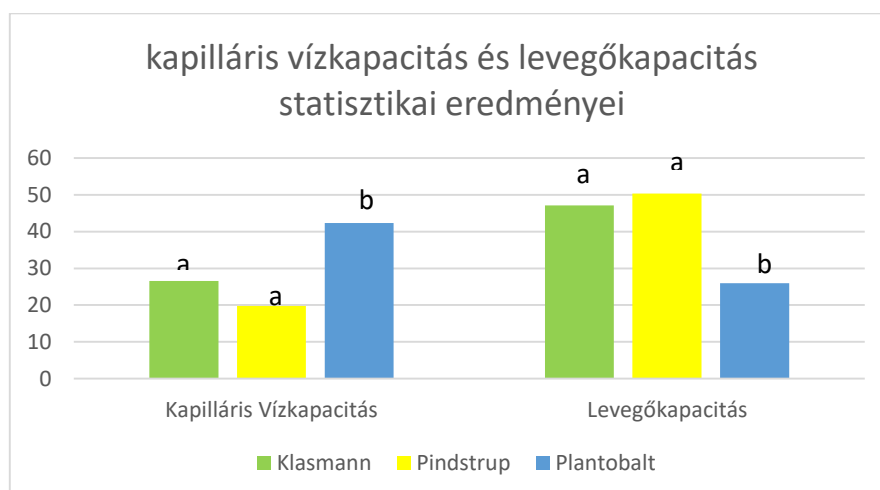
Minta száma	Közeg típusa	Minta térfogata, cm ³	Mintatartó tömege, g	Légszáraz közeg + mintatartó, g	Térfogattömeg, g/cm ³
14	Klasmann	90	112,18	128,16	0,177555556
9	Klasmann	90	110,76	126,65	0,176555556
47	Klasmann	90	111,42	128,8	0,193111111
7	Pindstrup	90	103,8	128,26	0,271777778
37	Pindstrup	90	112,7	130,12	0,193555556
33	Pindstrup	90	111,99	129,23	0,191555556
38	Plantobalt	90	104,34	127,49	0,257222222
6	Plantobalt	90	111,29	134,48	0,257666667
11	Plantobalt	90	110,94	129,8	0,209555556

9. táblázat A közegek vízkapacitásának mérési jegyzőkönyve

Közeg típusa	Kapillárisan telített + mintatartó, g	Maximálisan telített + mintatartó, g	kapilláris víz, g (cm ³)	VKkap, v/v%	max víz, g (cm ³)	Vkmax (P), v/v%	Levegő kap (VKkap), v/v%
Klasmann	155,23	193,49	27,07	30,07778	65,33	72,58889	42,51111
Klasmann	153,91	199,05	27,26	30,28889	72,4	80,44444	50,15556
Klasmann	154,49	198,31	25,69	28,54444	69,51	77,23333	48,68889
Pindstrup	142,5	187,93	14,24	15,82222	59,67	66,3	50,47778
Pindstrup	152,66	195,19	22,54	25,04444	65,07	72,3	47,25556
Pindstrup	152,08	200,04	22,85	25,38889	70,81	78,67778	53,28889
Plantobalt	172,64	193,3	45,15	50,16667	65,81	73,12222	22,95556
Plantobalt	172,79	198,34	38,31	42,56667	63,86	70,95556	28,38889
Plantobalt	173,4	197,59	43,6	48,44444	67,79	75,32222	26,87778

Kapilláris vízkapacitás statisztikai vizsgálata során a Plantobalt terméke szignifikáns különbséget mutatott a Klasmann és a Pindstrup termékével szemben, vagyis a kizárólag tőzeg tartalmú közeg nagyobb kapilláris vízkapacitást mutatott a farostos keverékekkel szemben (10. táblázat). Ez az eredmény alátámasztja a mérések során tapasztaltakat, ugyanis habár a tőzeg légszáraz állapotból való vízfelvétele igen lassan és nehézkesen indult meg, a kapillárisan telített állapot elérése után szemmel láthatóan is a minták felső rétege nagyobb nedvességtartalmúnak tűnt, míg a farost keverékek felső rétegei szárazabb érzetet keltettek.

Levegőkapacitás szempontjából a két farost tartalmú közeg, azaz a Pindstrup és a Klasmann terméke nagyobb levegőkapacitást mutatott, mint a kizárólag tőzeg alapú Plantobalt (10. táblázat). Ez a különbség összefüggésben van a kapilláris vízkapacitás különbségével is, ugyanis mivel kisebb mennyiségű kapillárisan felszívott víz található az adott térfogaton, ezért a mintában található levegő mennyisége is több. A farost tartalmú minták esetében tapasztalt nagyobb levegő kapacitás a farost komponens pozitív tulajdonságait igazolja, mely pozitív tulajdonságot a gyártók külön ki is emelnek ezen termékek esetében. A nagyobb levegőzőttesség főleg a minták felsőbb rétegeiben érvényesült.



14. ábra A kapilláris vízkapacitás és a levegőkapacitás statisztikai eredményei

10. táblázat A kapilláris vízkapacitás és a levegőkapacitás statisztikai eredményei

Vízkapacitás					Levegő kapacitás				
kezeles		N	0.05		kezeles		N	0.05	
			1	2				1	2
Tukey B ^a	Pindstrup	3	19,8767		Tukey B ^a	Plantobalt	3	26,0741	
	Klasmann	3	26,6733			Klasmann	3		47,1185
	Plantobalt	3		42,3533		Pindstrup	3		50,3407
Duncan ^a	Pindstrup	3	19,8767		Duncan ^a	Plantobalt	3	26,0741	
	Klasmann	3	26,6733			Klasmann	3		47,1185
	Plantobalt	3		42,3533		Pindstrup	3		50,3407
Sig.			0,057	1,000	Sig.			1,000	0,282
Means for groups in homogeneous subsets are					Means for groups in homogeneous subsets are				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.					a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.				

A talajtani vizsgálatok beigazolják, hogy a mért farost tartalmú közegeknek nagyobb a levegőzőttségük, továbbá hogy a felsőbb rétegei az alacsonyabb kapillaris vízkapacitás miatt szárazabbak (14. ábra). Ez bizonyítja a gyártók állítását, ugyanis kifejezetten pozitívumként említik ezeket a tulajdonságokat a farost termékek esetében. A laborvizsgálat során megfigyelhető volt, hogy ugyan a légszáraz állapotról való kibillentés és a kapillaris felszívás megindítása mindhárom vizsgált minta esetében nehéz, hosszú feladat volt, viszont a két farost komponens tartalmazó mintáé valamelyest gyorsabban megindult. Ez szintén a könnyebb újranevesíthetőséget igazolja, ellenben miután a minták elérték egy minimális nedvességet és megindult a kapillaris felszívás, onnantól a tőzeg gyorsabban és nagyobb mértékben telítődött. A teljes telítettség elérése körülbelül azonos időt vett igénybe, ugyanis a tőzeg a kezdeti lassú nedvesedést a nedvesedés utáni gyorsabb telítődéssel behozta.

5.3 Bonítási eredmények

A bonítást 2022.04.25-én végeztem, a növények kész, áruvá szedhető állapotának a kezdetén. A megfigyelésem a gyökértömegre, hajszálgökök mennyiségére, lombméretre és a virág meglétére terjedt ki. Mivel ezeket az értékeket nem lehetett pontos laboratóriumi körülmények között mérni, ezért az eredményeket összehasonlításos-osztályozásos módszerrel értékeltem (11. táblázat). Ennek hátránya, hogy nem lehet nagy biztonsággal megállapítani például a gyökértömeget, ugyanis csak a cserép szélénél lévő gyökerekből lehetett következtetni a gyökér mennyiségére, a közeg belsejében lévő gyökereket nem lehetett feltárni. A pontos mérleges gyökértömeg vizsgálat megoldhatatlannak bizonyult, ugyanis olyan mennyiségű gyökérzet volt és olyan szinten átszőtte a földet, hogy nem lehetett külön választani a gyökereket a földtől. Mivel minden esetben kezelésenként 20-20 mintát vizsgáltam, ezért megbízható átlagot alkotnak az eredmények.

11. táblázat Bonítási eredmények 1-3 skálán, 3=legerősebb 1=leggyengébb

sorszám	Gyökér tömeg			Hajszálgökök			lomb méret			virág igen/nem		
	Plantobalt	Pindstrup	Klansmann	Plantobalt	Pindstrup	Klansmann	Plantobalt	Pindstrup	Klansmann	Plantobalt	Pindstrup	Klansmann
1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	x		
2	2	2	3	2	2	3	3	2	2			x
3	3	1	3	2	1	3	3	1	2	x	x	
4	3	1	3	2	1	3	3	1	2			
5	2	2	3	2	2	3	3	2	3	x		
6	3	3	2	3	3	2	2	2	2			
7	2	2	3	2	2	3	3	3	3		x	x
8	3	2	2	2	3	2	3	2	2	x	x	
9	3	3	1	3	3	2	3	3	2	x	x	x
10	2	1	2	2	1	2	3	3	3	x		x
11	3	1	2	3	2	2	2	1	2		x	
12	2	2	3	2	2	3	2	3	3	x	x	x
13	3	3	2	3	3	2	3	3	3			x
14	3	3	3	3	2	3	3	3	2			x
15	2	3	3	2	2	3	3	3	2			x
16	2	3	3	1	3	3	3	3	3	x		x
17	2	3	3	1	2	3	3	2	3	x		x
18	3	3	1	3	2	2	3	2	2		x	x
19	2	2	2	2	2	2	3	2	2	x		x
20	3	2	3	3	2	3	2	2	2			x

A kapott eredmények statisztikai elemzése nem mutatott különbséget a gyökértömeg és a hajszálgökök szempontjából. A vizsgálat során megfigyeltem, hogy kész állapotban nem a gyökérmennyiségben, inkább a gyökerek elhelyezkedésében volt különbség. A farost tartalmú minták esetében a gyökerek a közegnek leginkább az alsó harmadát szőtték át, a felső harmadban kis mennyiségű gyökér volt megfigyelhető. A tőzeg esetében a gyökérrendszer eloszlása egyenletesnek mondható volt. A gyökerek elhelyezkedése párhuzamba állítható a talajtani méréseknél tapasztalt kapilláris vízkapacitás eredménnyel, ugyanis a két farost tartalmú minta esetében a közeg felső harmada a talajtani mérés során is szárazabbnak tűnt, amit a Plantobalt tőzeg szignifikáns kapilláris vízkapacitás értéke is alátámasztott. A termesztés során megfigyelhető volt ez a jelenség, a farost tartalmúaknál a cserép felszíne szinte mindig, még árasztásos öntözés után is szárazabb volt (15. ábra).

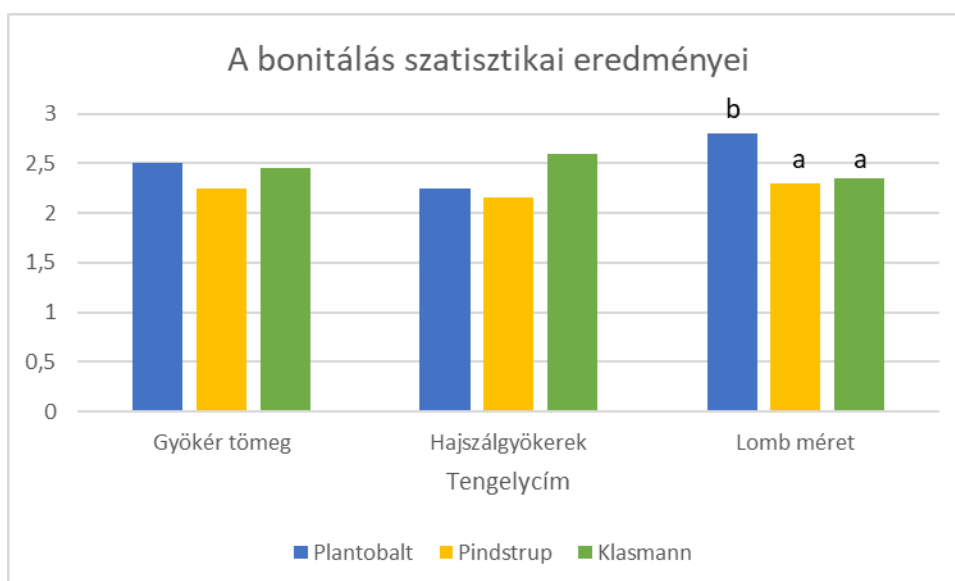


15. ábra Gyökerek elhelyezkedésének a különbsége, balról: Plantobalt, Pindstrup, Klassmann

A lomb méterét vizsgálva a Plantobalt tőzegben nevelt növények szignifikáns különbséget mutattak a farost tartalmúakkal szemben (12. táblázat) (16. ábra). Az áruvá készítés során ez azt eredményezte, hogy a tőzegben nevelt növényeket egy héttel korábban piacra lehetett bocsájtani méretük alapján, azonban ezeknek a növényeknek ízközei kissé nyúltabbak voltak, ami a kompaktságot tekintve rontotta a növény minőségét, igaz nem nagyságrendileg. A farost tartalmú közegben nevelt növények rövidebb ízközü, kompaktabb habitusúak voltak, így azok egy szebb külalakú, a kompaktságot tekintve valamivel jobb minőségűnek mondható árut alkottak.

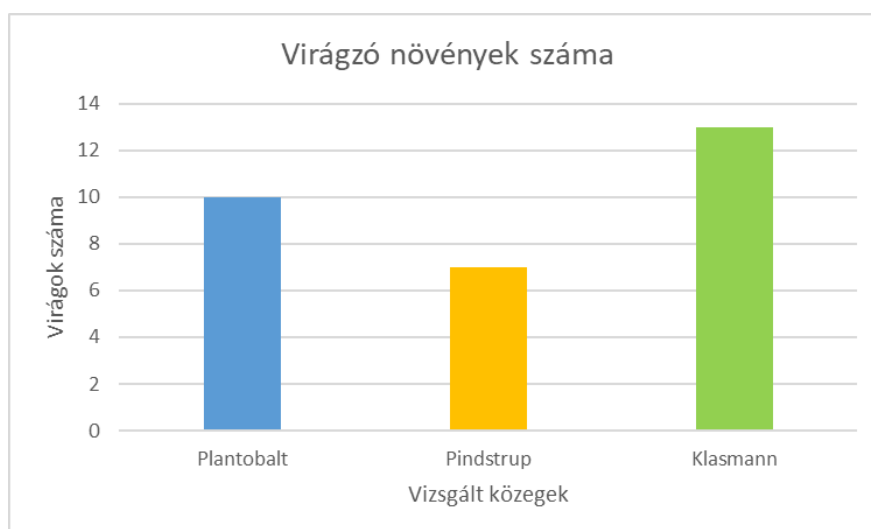
12. táblázat Lomb méret statisztikai értékelése

Lomb méret			
kezeles	N	0.05	
		a	b
Tukey HSD ^a	Pindstrup	20	2,3000
	Klassmann	20	2,3500
	Plantobalt	20	2,8000
	Sig.	0,957	1,000
Duncan ^a	Pindstrup	20	2,3000
	Klassmann	20	2,3500
	Plantobalt	20	2,8000
	Sig.	0,779	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,000.			



16. ábra A bonitálás vizsgálatok összesített statisztikai eredményei

A virág megjelenésének mértéke eltérő volt közegeként, azonban elmondható, hogy a legkompaktabbak a Klasmann közegekben nevelt növények voltak, és a legtöbb virágzó növény is itt volt megtalálható, a 20 vizsgált növényből 13 virágzott (17. ábra).



17. ábra Virágzó növények száma a különböző közegekben

5.4 Prolin mérés eredményei

A prolin tartalom mérését a MATE budai campusán, a Dísnövénytermesztési és Dendrológiai tanszéken végeztem, a méréseket Tillyné dr. Mándy Andrea vezette. A mérés eredményei a 13. táblázatban találhatóak.

13. táblázat Prolin mérés eredménytáblája

Prolin mérési eredmények				
Keverékek	minta sorszám	Bemért tömeg (mg)	Sz.sz sav (μl)	prolin mennyiség mg/ml
Plantobalt (kontrol)	1	100,6	503	0,013
	2	106,7	531,5	0,028
	3	100	500	0,018
	4	104	520	0,02
	5	109,8	549	0,021
Klasmann	6	100	500	0,013
	7	104	520	0,023
	8	107,7	538,5	0,024
	9	107,7	538,5	0,019
	10	106,2	531	0,032
Pindstrup	11	102,5	512,5	0,026
	12	107,2	536	0,018
	13	103,3	516,5	0,019
	14	100,4	502	0,083
	15	106	530	0,023

A prolin mérés eredményein végzett statisztikai vizsgálat nem mutatott szignifikáns eltérést, így kijelenthető, hogy a különböző közegekben nevelt növények között nem volt stresszhatásbeli különbség.

5.5 Klorofill és karotinoid mérés eredményei

A klorofill mérést szintén a MATE budai campusán, a Dísnövénytermesztési és Dendrológiai tanszéken végeztem, a méréseket Tillyné dr. Mándy Andrea vezette (14. táblázat). A kapott eredményeken végzett statisztika alapján a karotinoid értékek között nem volt szignifikáns különbség, viszont a Klorofill értékek között a két farost tartalmú mintában nevelt növények szignifikáns különbséget mutattak a tőzeggel szemben (15. táblázat). A farost tartalmú közegben nevelt növények esetében magasabb klorofill tartalmat lehetett mérni, mint a tőzegben neveltben. A kapott eredmény igazolja a termesztés során tapasztalt színelkülönbséget, ugyanis megfigyelhető volt, hogy a farost tartalmú közegekben nevelt növények leveleinek a színe mélyebb, haragoszöld volt. A tőzegben nevelt növények színe minimálisan világosabb volt, de nem olyan szinten, hogy hiánybetegsége, vagy egyéb termesztéstechnikai hibára lehessen visszavezetni, ezek is egészséges növények voltak.

14. táblázat Klorofil és karotinoid mérés eredménytáblája

Klorofil és karotinoid mérés eredményei							
Keverék	minta sorszám	bemért t. (mg)	480	644	663	klorofil A+B	Karotinoid
Plantobalt	1	109,7	0,788	0,456	1,245	874,9362	179,9398
	2	134,4	1,107	0,646	1,749	1007,298	206,327
	3	112,2	0,873	0,517	1,371	955,3841	194,9078
	4	99,9	0,683	0,411	1,084	850,6446	171,2628
	5	102,6	0,721	0,394	1,051	798,6267	176,0336
Klasmann	6	123,3	1,093	0,664	1,738	1109,147	222,0572
	7	119	0,957	0,581	1,519	1004,982	201,4525
	8	95	0,861	0,512	1,36	1118,4	227,0321
	9	97,9	0,795	0,463	1,24	985,5669	203,4193
	10	105,6	0,897	0,527	1,414	1040,989	212,7827
Pindstrup	11	105,7	0,885	0,57	1,341	1053,397	209,7375
	12	99,1	0,883	0,544	1,419	1128,617	223,2003
	13	95,3	0,936	0,592	1,565	1285,923	246,0315
	14	127,3	0,997	0,619	1,608	997,6418	196,1889
	15	129,2	0,664	0,664	1,745	1060,67	128,7399

15. táblázat Klorofil és karotinoid tartalom statisztikai értékelés eredménye

klorofil				karotin			
		Subset for alpha = 0.05				Subset for alpha = 0.05	
kezeles	N	1	2	kezeles	N	1	
Tukey B ^a	1	5	897,3780	Tukey B ^a	Plantobalt	5	185,6942
	2	5	1051,8169		Pindstrup	5	200,7796
	3	5	1105,2497		Klasmann	5	213,3488
Duncan ^a	1	5	897,3780	Duncan ^a	Plantobalt	5	185,6942
	2	5	1051,8169		Pindstrup	5	200,7796
	3	5	1105,2497		Klasmann	5	213,3488
Sig.			1,000 0,353	Sig.			0,158
Means for groups in homogeneous subsets are				Means for groups in homogeneous subsets			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.				a. Uses Harmonic Mean Sample Size =			

6. következtetések

A laborvizsgálatok eredményei alátámasztották mind a gyártók által feltételezett tulajdonságokat, mind a termesztés és a feldolgozás során tapasztaltakat. A termesztés során megfigyelhető volt, hogy a farost tartalmú közegek felső centiméterei árasztásos öntözés során, és a növény nedves állapotában is jóval szárazabbak voltak, mint a tőzeggel töltött cserepek esetében (18. ábra). Ezt igazolja, hogy a talajvizsgálat alacsonyabb kapilláris vízkapacitást mutatott a két farostos közegre. Ez a tulajdonság pozitívan hatott az esztétikára, ugyanis a tőzegen, mivel gyakoribb volt, hogy a felső rétegek is nedvesek voltak, előfordult, hogy alga képződött, ami zöld bevonatot alkotott a talaj felületén. Ez legtöbbször túlóntozás után jelentkezett. A farostos minták esetében a felszínen nem volt megfigyelhető algaképződés. A kapilláris vízkapacitás és a levegőtartalom között szoros az összefüggés, ezért alakulhatott ki a farost készítményeknél magasabb levegő tartalom. A három közegben megfigyelhető volt, hogy mindhárom vizsgált típusban más volt a jellemző gyökér elhelyezkedése. Értelemszerűen, a farostos közegekben a felső szárazabb rétegekben jelentősen kevesebb gyökér volt megtalálható, itt inkább középen és a cserép alján volt a gyökértömeg nagy része, a tőzeg esetében gyakorlatilag teljes átszövöttség volt a jellemző.



18. ábra Jellemző gyökér elhelyezkedések (Balról: Plantobalt, Pindstrup, Klasmann)(forrás:Saját fotó 2022)

Az egyenletesebb gyökér-elhelyezkedés a tőzeg esetében valamivel nagyobb lombtömeget is eredményezett, így előbb eladásra kellett bocsájtani, különben a megnyúlás veszélye állt volna fenn. Az öntözés során nem lépett fel probléma a közegek között, annak ellenére sem, hogy egy asztalon volt öntözve mindhárom különböző közeg, így azonos ideig, azonos vízmennyiséget kaptak árasztva. Nem volt probléma a vízfelvétel tekintetében.

A farostost tartalmú közegekben termelt muskátlik esetében kompaktabb növényeket kaptam, amik ugyan néhány nappal később lettek áruvá készíthetők, viszont nem voltak hajlamosak olyan mértékben a megnyúlásra. A Klasmann farostos keverék esetében a levél színe mélyebb zöldnek látszott, amiből magasabb klorofill tartalomra következtettem, azonban a másik két közeg esetében megfigyelhető halványabb zöld levél sem volt olyan mértékű, hogy hiánybetegségekre adjon okot. A lombmérettel és a pigment tartalommal kapcsolatos megfigyeléseket a bonitálás statisztikai eredményei is alátámasztották.

További pozitívum a farost javára, hogy a száraz felszín miatt az eddig nagy kellemetlenségeket és növényvédelmet igénylő tűzeglégységek nem voltak jelen ezekben a közegekben.

7. Összefoglalás

A kísérletek célja három virágtermesztő földkeverék összehasonlítása, mely során az eddig már megszokott, kizárólag tőzeg tartalmú földet hasonlítottam össze két farost tartalmú keverékkel. A három vizsgált elem a Plantoflor által gyártott, kizárólag tőzeget tartalmazó Plantobalt, a Klassmann által forgalmazott GreenFibre, ami farost és tőzeg megfelelő arányából tevődik össze, valamint a Pindstrup ForestGold nevű készítménye, ami szintén farostot tartalmaz. A vizsgálatok során a három vizsgált elemet termesztéses kísérletben próbáltam ki, melyet laboratóriumi vizsgálatok is követtek. A vizsgálatok során a három közegtípus azonos körülmények között lett kipróbálva, ugyanazon a termesztőasztalon egymás mellett. A laboratóriumi és a termesztéses kísérletek bebizonyították, hogy a farost tartalmú készítmények kiválóan alkalmasak a kizárólag tőzeg tartalmú közegek helyettesítésére, így a felhasznált tőzeg nyersanyag csökkentésére, emellett a farost pozitív tulajdonságai is megmutatkoztak. Ezek a pozitív tulajdonságok leginkább a fizikai tulajdonságokat érintették. Itt megemlíteném a jobb vízelvezetés, ami miatt a túlóntozás kisebb veszélyt jelent, a jobb levegőzőttesség, és a föld felszínének a tisztasága, jobb esztétikája. A két farost alapú közeg között jelentős különbséget nem lehet megemlíteni, azonos pozitív és negatív tulajdonságokkal rendelkeznek, nem igényelnek eltérő kezelést. A farosttal kevert közegek használata nem igényel eltérő bánásmódot, mint a már megszokott tőzegek. A nagyobb volumenű termesztés esetében valamivel eltérő öntözési időt igényelnének a különböző típusok és gyártmányok, de ezek kis mértékűek, és a kísérlet során az egy asztalon végzett kísérlet miatt ez nem is volt kivitelezhető. A vizsgált közegek tökéletesen alkalmasak voltak az árasztásos öntözésre, egyedül a kapilláris vízkapacitásban mutatkozott különbség, de hátrányt nem jelentett. Kifejezetten pozitív eredményt mutattak a farost tartalmú készítmények a növény kompaktságának a terén, ugyanis rövidebb ízközü, kompaktabb növényeket kaptam, különösen a Klassmann termékek esetében, ez jobb áru minőséget és könnyebb szállíthatóságot jelentett. A kompaktabb méretnek köszönhetően a szétrakásra sem volt érzékeny, még nagy növényesűrűség esetén sem volt különösebben hajlamos a megnyúlásra. További pozitívumként említhető meg, hogy a farost tartalmú közegek esetében nem volt tőzeglég, ami a szárazabb felszínnek köszönhető.

Összességében a farost alapú közegek megfelelő alkalmazása, és a farost komponens előnyeit kihasználva kiváló minőségű áru termeszthető, ami abszolút felveszi a versenyt a már eddig bevált földekkel, akár még jobb minőség is elérhető velük. Ezeknek a földeknek a minél nagyobb elterjedése fontos, ugyanis így csökkenthető a tőzeg, mint bányászott nyersanyag felhasználása, és csökkenthető a bányászat mértéke, ami környezetvédelmi szempontból is elsődleges.

Irodalomjegyzék

1. Ábrahám E. (2004) 'A prolin felhalmozódás, és az ebben kulcsszerepet játszó gének transzkripcionális szintű vizsgálata *Arabidopsis thaliana*-ban', in. Szeged, p. 35.
2. Arnon (1949) 'Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*', *Plant Physiology*, 24(1), pp. 1–4.
3. Asaduzzaman M. (2015) *Soilless Culture: Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops*. BoD – Books on Demand. pp 50.
4. Csutorás Cs. (2021) 'Virágföldek és Gombatermesztésben alkalmazott takaróanyagok előállítása letermelt gombakomposzt rekompasztálásával', pp 63-70
5. Gruda, N. and Schnitzler, W.H. (1999) 'Influence of wood fiber substrates and N application rates on the growth of tomato transplants', *Advances in Horticultural Science*, 13(1), pp. 20–24.
6. Hugron S., Bussi  res J., Rochefort L. (2013) *Tree plantations within the context of ecological restoration of peatlands*. Available at: https://web.archive.org/web/20171016225905/http://www.gret-perg.ulaval.ca/uploads/tx_centrerecherche/Tree_Plantation_guide.pdf (Accessed: 28 March 2023).
7. Imre Cs. (1997) 'Ha elfogy a t  zeg, j  n a farost?', 29(2), pp. 80–82.
8. Jackson B. Ph.D (2018) *Substrates on trial: wood fiber in the spotlight*, *Greenhouse Management*. Available at: <https://www.greenhousemag.com/article/substrates-on-trial-wood-fiber-in-the-spotlight/> (Accessed: 16 December 2021).
9. Meerow A.W. (1994) 'Growth of Two Subtropical Ornamentals Using Coir (Coconut Mesocarp Pith) as a Peat Substitute', *HORTSCIENCE*, 29(12), p. 148429.
10. Michel, J.-C. et al. (2021) 'Analyzing rehydration efficiency of hydrophilic (wood fiber) vs potentially hydrophobic (peat) substrates using different irrigation methods', *Acta Horticulturae*, (1317), pp. 343–350. Available at: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1317.40>.
11. Palkovics A., Szab   Cs.. (2019) 'K  l  nb  z   termeszt  k  zegek hat  sa egyes paradicsomfajt  k beltartalmi   rt  k  re', pp 82.
12. Pap E. (2018) 'Hazai tapasztalatok a farosttal', *Kert  szet   s sz  l  szet*, 67(47), pp. 24–27.
13. Pindstrup *Pindstrup - Professional products Forest Gold*. Available at: <https://www.pindstrup.com/professional/forest-gold> (Accessed: 28 March 2023).
14. Pryce, S. (1991) 'Alternatives to peat', *Professional Horticulture*, 5(3), pp. 101–106.
15. Rass K. (2021) *Kert  szetekben n  lk  l  zhetetlen: a t  zeg k  termel  se   s felhaszn  l  sa fenntarthat  an*. Available at: <https://magyarmezogazdasag.hu/2021/02/26/kerteszetekben-nelkulozhetetlen-tozeg-kitermelese-es-felhasznalasa-fenntarthatoan> (Accessed: 14 December 2021).
16. Rass K. (2022) *Megold  sok a t  zeg helyettes  t  s  re*. Available at: <https://magyarmezogazdasag.hu/2022/02/24/megoldasok-tozeg-helyettesitesere> (Accessed: 28 March 2023).
17. Schmidt G. (2002) N  v  nyh  zi d  szn  v  nyek termeszt  se. Mez  gazda kiad  . pp. 507-510.

18. Smith, J.T., Jackson, B.E. and Fonteno, W.C. (2019) 'Wettability and hydrology of various wood fiber substrates and substrate components', *Acta Horticulturae*, (1266), pp. 437–442. Available at: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1266.60>.
19. Turiné F., Pető J., Hüvely A.. (2017) 'Tápanyagellátás hatása a muskátli díszítőértékére'.
20. Ziegler G. (2020) *New peat substitute is aggregate for substrates*. Available at: <https://www.hortidaily.com/article/9278533/new-peat-substitute-is-aggregate-for-substrates/> (Accessed: 16 December 2021).

Internetes Hivatkozások

www.klasmann-delimann.com

<https://www.pindstrup.com/professional/forest-gold>

Kenneth Lamming (2018) Florentaise – Hortifibre

<https://www.plantaflor.de/en/products/potting/details/plantobalt-potting-substrate>

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Erdős Bonifác
A Hallgató Neptun kódja: I54RWS
A dolgozat címe: Alternatív közegalkotók alkalmazása virágágyai dísznövények nevelésében (Forest Gold, Green Fibre)
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

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

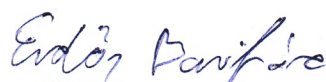
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. 04. 28.



Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Erdős Bonifác hallgató (Neptun azonosítója: (I54RWS) 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 védeésre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2023. április 19.



Tillyné dr. Mándy Andrea