



BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

**ZÖLDSÉGPALÁNTÁK NEVELÉSÉRE ALKALMAS
FÖLDKEVERÉKEK LEGFONTOSABB FIZIKAI TULAJDONSÁGAI**

Doktori értekezés tézisei

Kappel Noémi

Témavezető:
Dr. Terbe István
egyetemi tanár

Készült a Budapesti Corvinus Egyetem
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékén

Budapest
2006

A kutatás előzményei, célkitűzés

A zöldségtermesztésben korábban a koraiság fokozása, ma pedig a biztonságos termesztés és a jó termésátlagok elérése is indokoltá teszi a palántanevelési technológia alkalmazását. A hazai palánta előállításnak régi hagyományai vannak (ilyen volt többek között a dinnye gyepkockás palántanevelése), korábban mindenki saját maga nevelte, állította elő a fiatal növényeket. Újabban megfigyelhető a palántanevelő gyárak térhódítása és kialakul az a tendencia, hogy a termesztők egyre nagyobb felületen gazdálkodnak, és a palántát már nem nevelik, hanem megvásárolják. Ezáltal még hangsúlyosabbá válik, hogy a palánta a vetőmaghoz hasonlóan egy bizalmi cikk, ezért csak jó minőségben kerülhet előállításra. A kezdeti saját nevelésű palántákhoz a kertészek maguk állították elő a földkeverékeket is. Ezt általában hazai és olcsó, de sokszor nem megfelelő minőségű alapanyagokból keverték össze. Ma a nagyértékű palánták esetében, amikor a vetőmag ára akár 100 Ft is lehet, vagy gondoljunk egy oltott palántára, a földkeverék csak töredéke a palánta értékének. Éppen ezért a jó minőségű közeg megvásárlásán nem szabad takarékoskodni.

Egy termesztő közeget sokáig csak a kémiai tulajdonságai, mint pl. a pH érték, a felvehető tápelem-tartalom, vagy az EC-érték alapján jellemezték. A palántanevelő közegek alapanyaga még ma is elsősorban a tőzeg, köszönhetően kedvező tulajdonságainak. A tőzegen tápanyagtartalma csekély, a termesztés során irányított tápanyag-utánpótlással a növények igényei azonban kielégíthetőek. Ezzel szemben a közegnek már lehetőleg a termesztés elején optimális fizikai tulajdonságokkal kell rendelkeznie, később ezek a paraméterek már nehezen javíthatók. Nagy lenne az igény egy állandó és jó minőségű termesztő közeg iránt. A piacon számos cég árulja saját receptje alapján összeállított keverékét, ezek minősége azonban túlnyomóan változó, tovább bonyolítja a kínálatot a számos szerves és szervetlen anyag használata, amelyet a jelenlegi legfontosabb alkotóelem, a tőzeg helyettesítésére ajánlanak.

Mivel eddig hazánkban a gyökérközegek fizikai tulajdonságainak meghatározására kevés vizsgálat folyt, dolgozatomban céljaul azok legfontosabb fizikai tulajdonságainak elemzését, paramétereinek meghatározását, illetve ezeknek a fizikai tulajdonságoknak az ismeretében az eltérő alapanyagú közegeknek a zöldségfélék csírázására és kezdeti fejlődésére gyakorolt hatásának vizsgálatát tűztem ki. A mesterséges földkeverékek ilyen irányú vizsgálata rendkívül nehézkes, egyrészt a hazai szakirodalom hiánya, másrészt a pontos vizsgálati módszerek elégtelensége miatt. Nagy gondot jelent, hogy az ásványi talajokra kidolgozott mérési módszerek nem ültethetők át maradéktalanul az ilyen közegek

vizsgálatára, valamint az anyagok heterogenitása és az alkalmazott mérési technikák változatossága miatt a reprodukálhatóság rendkívül nehezen valósítható meg.

Munkámban öt, a gyökérközeg fizikai tulajdonságai iránt kevésbé érzékeny (paradicsom, káposzta), illetve érzékenyebb (uborka, paprika, és saláta) zöldségfaj tálcás palántanevelési technológiáját alkalmaztam. A tálcák töltése nagyüzemi körülmények között is tőzeg alapanyagú közegekkel történik. A rostos felláp tőzeget az elmúlt időszakban egyre szélesebb körben használják. Hazai síkláp tőzeget sok termelő még ma is vásárol, elsősorban saját használatú földkeverékének előállításához. A kísérletekben az északi felláp tőzegek mellett hazai síkláp tőzegek kerültek kipróbálásra. A világ tőzegkészletének csökkenése miatt fokozottabb figyelem irányul a tőzeghelyettesítő anyagok kutatására. Palántanevelési kísérleteimben ezért közeg alkotóként különböző ásványi anyagokat (bentonit, zeolit, perlit, égetett agyaggranulátum), valamint az egyre jobban terjedő kókuszrostot vizsgáltam, meghatározva fizikai paramétereiket, valamint azok hatását a palánták fejlődésére.

A világon számos tálcás palántanevelési technológia ismert, közöttük a legfontosabb különbséget az alkalmazott tálcák típusa, illetve azok töltési módja jelenti. Ezért azt is megvizsgáltam, hogy a tálcák laza és tömörített töltése befolyásolja-e a közegek fizikai tulajdonságait, illetve a palánták fejlődését.

Céлом az volt, hogy nemcsak az import, de a hazai alapanyagok számításba vételével is a zöldségfajoknak és az alkalmazott palántanevelési technológiának leginkább megfelelő közeget megtaláljam, a legfontosabb fizikai tulajdonságok ismeretében.

Anyag és módszer

Kísérleteimben szabadföldi kiültetésre alkalmas palántákat neveltem tálcás palántanevelési technológiával. Tesztnövényként öt zöldségfajt használtam. Ezek a következők voltak: étkezési paprika (Tizenegyes), ipari paradicsom (Uno), konzervuborka (Dózer), fejes káposzta (Bently, Amager) és fejes saláta (Garuda Rz, Moderna Rz, Mirette Rz).

A kísérletek során a palánták fejlődését kísértem figyelemmel, emellett a közegek legfontosabb fizikai paramétereit is megvizsgáltam. Az elemzések nem terjedtek ki a palánták kiültetés utáni megfigyelésére, célom az volt, hogy árupalánta előállítás esetén az ültetésre kész növények fejlettségét értékeljem.

A palántanevelést a KITE Rt. által forgalmazott 40x60x6 cm méretű hungarocell tálcákban végeztem. A salátát 126 felül kör alakú sejttel rendelkező tálcában, a paprikát, paradicsomot, uborkát és káposztát pedig 187 felül négyzet alakú sejtet tartalmazó tálcában neveltem. A használt tálcátípusok a szabadföldi tömegtermesztésre nevelt palánták előállítására ajánlott sejtméretnek felelnek meg. Saláta esetében a növény felépítése indokolta a nagyobb térállást biztosító kör alakú sejtés tálca alkalmazását.

A kísérleteket 4 évig, a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzemében végeztem, a fajok hőigényének megfelelően fűtött és fűtetlen termesztőlétesítményekben.

Mivel a kísérletek során a palántanevelő közegek fizikai tulajdonságainak hatását próbáltam nyomon követni, a keverékek tápanyagellátása azonos módon, adott technológia szerint történt. Palántaneveléshez kifejlesztett, lassú tápanyag leadású, mikroelemeket is tartalmazó, FERTICARE 13-15-17 mikrogranulált PEAT-MIX műtrágyát használtam 2 kg/m^3 mennyiségben, szuperfoszfát kiegészítéssel, szintén 2 kg -ot adagolva m^3 -enként.

A savanyú kémhatású rostos fellap tőzeg pH-jának beállítására takarmányszet (Futort) használtam 3 kg/m^3 mennyiségben.

A kísérletek során a növényvédelmi munkákat a Kísérleti Üzem palántanevelőjében egységesen alkalmazott kezelésekkel végeztük, a tálcák öntözése a palánták kezdeti fejlődésének idején kannával, a későbbiekben tömlővel történt.

Minden kísérletben a kezeléseket 6 ismétlésben végeztem, a tálcákat teljes véletlen elrendezésben helyeztem el. 1 tálca 1 ismétlésnek felelt meg, a csírázást a teljes tálcákon számoltam, a palántákon végzett mérésekre pedig ismétlésenként 10 db, a tálca fejlettségét jól tükröző növényt választottam, melyek föld feletti részén (hajtás+levél) végeztem a méréseket.

A gyökerek fejlettségének jellemzésére ismétlésenként 5 db palánta gyökerei közül mostam ki a közegeket.

Valamennyi kísérletnél kontroll kezelésként egy, már korábban is kipróbált és egy árupalánta előállítással foglalkozó cég által is használt keveréket alkalmaztam. Az egyes kísérletekben felhasznált közegek a következők voltak:

2002 tavasz: *Síkláp- és felláp tőzeg különböző arányának, valamint bentonit tartalmú keverékeknek a vizsgálata.*

A különböző tőzeg-arány hatásának vizsgálatára 5 különböző keveréket készítettem, s tavaszi palántanevelési kísérletben vizsgáltam az öt zöldségfaj palántáinak fejlődését. A kísérletekben szereplő síkláptőzeg a KITE Rt-től származó pötrétei tőzeg, a felláp tőzeg AgroCs által forgalmazott zsákos kiszerelésű tiszta tőzeg volt. A tőzeg-arány kísérlettel párhuzamosan, az őszi kísérlet elővizsgálataként a síkláp- és felláptőzeg 1:1 arányú keverékéhez különböző mennyiségű (5-10-15 V%) Ca-bentonitot adagoltam. A tálcákba laza töltésmóddal kerültek a közegek.

2002 ősz: *Bentonit és zeolit tartalmú földkeverékek vizsgálata.*

A tavaszi kísérlethez hasonlóan – az 1:1 arányú síkláp-felláp tőzeg földkeverékhez adagolt különböző mennyiségű Ca-bentonit (5-10-15 V%), zeolit (5-10-15 V%), illetve Ca-bentonit és zeolit együttes hatását vizsgáltam (5 V% bentonit + 5 V% zeolit; 10 V% bentonit + 5 V% zeolit; 15 V% bentonit + 5 V% zeolit). A közegeket lazán töltöttem a tálcákba.

2003. tavasz: *Égetett agyaggranulátum palántanevelő közegként való kipróbálása.*

A palánták nevelésére alkalmas földkeverék receptek összeállítása síkláp-, felláp tőzeg, agyaggranulátum és perlit különböző arányának összekeverésével történt. Felhasznált alapanyagok: pötrétei síkláptőzeg, AgroCs felláptőzeg, kertészeti perlit és egész valamint tört égetett agyaggranulátum. Ennél a kísérletnél is laza tálcátöltési módot alkalmaztam.

2004. tavasz: *Korábban kipróbált közegeknél a tálcátöltés (laza, ill. tömör) hatásának vizsgálata.*

Ebben a palántanevelési kísérletben azt kívántam vizsgálni, hogy a palántanevelés céljára szolgáló tálcák laza vagy tömörített módon való töltése, befolyásolja-e a palánták fejlődési ütemét. A korábbi években alkalmazott kétféle tőzeget valamint bentonitot használtam a keverékek alapanyagaként. A tálcák töltésénél egyik esetben az eddig használt laza töltéssel, másik esetben tömörítéssel tettem a keverékeket a sejtekbe. Mivel a Kísérleti Üzem nem rendelkezik tálcátöltő berendezéssel, a közegek tömörítése is kézzel (ott már korábban is alkalmazott módszerrel) történt. Felhasznált alapanyagok: keceli síkláptőzeg, AgroCs felláp tőzeg, Ca-bentonit.

2005. tavasz: Tálcsák töltésmódjának (laza, ill. tömör) vizsgálata további közegeknél.

Szintén azt vizsgáltam, hogy a palántanevelés céljára szolgáló tálcák laza vagy tömörített módon való töltése befolyásolja-e a palánták fejlődési ütemét. Palántanevelő közegként 4-féle tőzeget (keceli síkláp tőzeg, AgroCs felláp tőzeg, Novobalt tőzeg, Hels tőzeg) és kókuszrostot használtam.

Palántanevelő közegek vizsgálata

A legfontosabb fizikai paraméterek meghatározásánál a mintavétel és a minta előkészítése kihat a mérési eredményekre. Valamennyi kísérlet során az egyes közegekből a tálcába töltés során mintát vettem és elvégeztem a méréseket. Mivel a közegek térfogattömege rendkívül változó lehet, a minták vizsgálatára 100 cm³-es, hőálló műanyag csöveket használtam, a hengerek egységes töltésére pedig egy speciális térfogatmérő eszköz segítségével került sor. Fizikai paraméterek közül a következők meghatározására került sor:

- mechanikai összetétel (szemcsenagyság) [%],
- higroszkóposság,
- kapilláris vízemelő képesség [mm],
- vízkapacitás meghatározása (kapilláris, maximális és minimális) [tömeg%, és térfogat%],
- pF érték (különböző erővel kötött nedvességfrakciók meghatározása) [V%-térfogat%],
- térfogattömeg (Ts) [g/cm³],
- sűrűség (Fs) [g/cm³],
- összporozitás (P₀) [V%],
- kapilláris és nem kapilláris pórusok meghatározása [V%],
- pórusviszonyok (differenciált porozitás; a pórustér minőségi megoszlása) [%],
- nedvességtartalom meghatározása (N) [%].

Palántákon végzett vizsgálatok

A következő szempontok szerint értékeltem az eredményeket:

A palántákon végzett mérések eredményei alapján:

- a csírázási ütem (a csírázás dinamikája) [%],
- szárátmérő [mm],
- növénymagasság / levélhossz [cm],
- zöld részek szárazanyag tartalma [%],

- 1 palánta friss (lomb) tömege [g],
- 1 palánta száraz (lomb) tömege [g],
- gyökérszet szárazanyag tartalma [%],
- 1 gyökérszet friss tömege [g],
- 1 gyökérszet száraz tömege [g].

A mérési eredményekből számítással kapott arányszámok, ill. értékek:

- Gyökérszet és zöld rész arány: 1 palánta gyökérszetének friss tömege / 1 palánta zöld részének (hajtásának) friss tömege. Minél nagyobb ez az arányszám, annál nagyobb a palánta gyökérszete a zöld részhez képest.
- 1 palánta teljes friss tömege [g]: palánta zöld részének friss tömege + palánta gyökérszetének friss tömege.
- 1 palánta teljes száraz tömege [g]: palánta zöld részének száraz tömege + palánta gyökérszetének száraz tömege.
- Teljes friss tömeg:magasság arány: 1 palánta teljes friss tömege / palánta magassága.
- Teljes száraz tömeg:magasság arány: 1 palánta teljes száraz tömege / magassága.
- Gyökérszet friss tömege:teljes friss tömeg arány: 1 palánta gyökérszetének friss tömege / 1 palánta teljes friss tömegével.
- Gyökérszet száraz tömeg:teljes száraz tömeg arány: 1 palánta gyökérszetének száraz tömege / 1 palánta teljes száraz tömegével.

Eredmények

Palántanevelő közegek fizikai tulajdonságai

A közegek száraz térfogattömegét (g/cm^3) tekintve méréseim szerint a síkláp tőzegek nagyobb térfogattömeggel rendelkeznek ($0,22\text{-}0,26 \text{ g/cm}^3$), mint a rostos felláp tőzegek ($0,08\text{-}0,1 \text{ g/cm}^3$). Az ásványi anyagok (bentonit és zeolit) bekeverése tovább növelte a térfogattömeget. A kókuszrost a rostos felláp tőzeghez hasonló ($0,08 \text{ g/cm}^3$) tömegű volt. A közegek pórustérfogatának jellemzésekor a többi kutatóval megegyező megállapításra jutottam, hogy a térfogattömeg növekedésével a teljes pórustérfogat csökken.

A részecskeméret, a mechanikai összetétel nagyban befolyásolja a kapilláris vízemelés és a vízkapacitások értékeinek alakulását. A közegekben zömében a 4-2 mm közötti, valamint az 1,6 mm-400 μm közötti részek domináltak.

A síkláp tőzeg nagyon jó vízemelő képességgel rendelkezett. A zeolit pornak kiemelkedően magas volt a 24 és 48 órás kapilláris vízemelés értéke, ami már jól megmutatkozott a tőzeghez 15 V% arányban kevert kezelésnél is. Jó eredményt kaptam az agyaggranulátum tört változatánál is, itt már az 1 órás vízemelést tekintve is statisztikailag igazoltan magasabb értéket mértem a többi közeghez képest. A perlit a síkláp tőzeghez hasonló vízemeléssel rendelkezett, de tőzeggel keverve megközelítette az agyaggranulátum értékeit. A tiszta felláp tőzegnek volt a leggyengébb vízemelő képessége, 48 óra alatt alig érte el az 50 mm-t. A kókuszrost statisztikailag igazoltan is a legjobb a vízemeléssel rendelkezett.

A tőzegek magas összporozitással rendelkeztek, ez az érték minden keveréknél meghaladta a 80 %-ot. A síkláp tőzeg nagy kapilláris pórustere pedig összhangban volt a 48 órás kapilláris vízemeléssel. A nagy gravitációs pórustérnek a gyorsabb vízmozgás biztosításában van jelentősége. A tőzeghez kevert bentonit nem befolyásolta jelentősen a porozitás viszonyokat. A porozitás viszonyok jellemzésénél ki kell emelni a felhasznált tőzegek közül a felláp tőzeg magas levegő-tartalmát (33%), valamint a zeolit por nagy kapilláris pórusterét (28%). Az agyaggranulátum 70 % körüli összporozitással, míg a perlit a felláp tőzeghez és a kókuszrosthoz hasonlóan 94 %-os összporozitással rendelkezett. Az egész szemcséjű agyaggranulátumban a felláp tőzeggel és a perlittel megegyező arányú (~35%) levegőtartalmat mértem a pórusokon belül. A differenciált porozitás meghatározásakor azt az eredményt kaptam, hogy a tőzegek (elsősorban a síkláp tőzeg és az erősen bomlott Sphagnum tőzeg), valamint a kókuszrost kapilláris-gravitációs hézagtere jelentős, ami jó vízáteresztőképességet biztosít.

Irodalmi adatok szerint palántaneveléskor legjobb, ha a közegben 50-50 % a kapilláris és a nem kapilláris arány. Az általam használt közegek alkotóelemeinél eltérő megoszlást tapasztaltam. Kapilláris hézagterfogat nagyságára felláp tőzegnél 30-34%, égetett agyaggranulátumnál 39-44%, perlitnél 40%, zeolitnál 60%, bentonitnál 65%, kókuszrostnál 75%, síkláptőzegnél pedig 73-75% értéket kaptam.

A pF-értéknek megfelelő szívóerő az adott vízmennyiséget tarja meg a közegekben térfogat%-ban megadva. A pF 1,5 érték a könnyen felvehető víztartalmat jelöli, ez a tőzeféleségeknél 36-41 V% között alakult, bentonitnál jóval magasabb, 78,5 V% értéket kaptam. A pF 4,2 érték a növények számára már nem felvehető, ún. holtvíz-tartalmat mutatja, felláp tőzegen 22 V%, síkláp tőzegen 25 V%, bentonitnál pedig 47 % volt ez az érték.

A közegek tömörítésének a részecskeméret eloszlásra, valamint a vizsgálati módszer szerint a kapilláris vízemelésre nem volt hatása. A tömörítés növelte azonban a térfogattömeget és a száraz közeg tömeg%-ra vonatkoztatott nedvesség-tartalmát, ezáltal a víztelítettség mértékét is. A porozitás viszonyokat viszont a töltés nagymértékben befolyásolta. A tömörítés hatására valamennyi közegben csökkent az összporozitás és a pórusviszonyok is megváltoztak. A használt térfogatmérő eszköz segítségével a tömörített mintákban átlagosan 4-8% összporozitás csökkenést tapasztaltam. A nem kapilláris pórusok aránya csökkent, a kapilláris pórusok aránya viszont növekedett, ezáltal nőtt a közegek nedvességmegtartó képessége. Ennek megfelelően alakultak a vízkapacitás értékek is, ahol tömörítés hatására a tömeg%-ban kifejezett kapilláris és maximális vízkapacitás értékek csökkentek.

Palántanevelési kísérletek

Paprika palántanevelésénél azt tapasztaltam, hogy a síkláp tőzeges közegekben jobb volt a csírázás, mint a felláp tőzegen. Ez a síkláp tőzeg jobb víztartó képességével magyarázható. A tömörítés a felláp tőzegnél és a kókuszrostnál nagyban javította a csírázási dinamikát, ennél a tálcátöltési módnál ugyanis megnövekedett a kapilláris pórusok aránya, melyek szintén a közegek nedvességmegtartó képességét javították. A tőzegekhez kevert bentonit és zeolit negatívan befolyásolta a csírázást. A palánták értékelésénél azt az eredményt kaptam, hogy a tőzegekhez 10-15 V%-ban kevert bentonit és zeolit már csökkentette a palánták friss tömegét, a szárazanyag-tartalmat viszont növelte, hasonlóan más kutatók megfigyeléseihez. A tőzegekhez kevert bentonit és zeolit csökkentette a közegek összporozitását és maximális vízkapacitását, ezek a talajfizikai paraméterek befolyásolták a

palánták fejlődését. Az 5 V%-ban adagolt zeolit hatására viszont nagyobb zöld résszel rendelkező palánták fejlődtek. A perlites közegben kiemelkedő volt a palánták gyökérzetének fejlettsége, ez a perlit magas levegőkapacitásával magyarázható. A palánták gyökérzetének tömegében és a zöld részek ill. a gyökér szárazanyag-tartalmában a tömörítés hatására csökkenést figyeltem meg. A zöld részek fejlődésére (magasság, zöld rész friss tömeg) ezzel szemben a tömörítésnek kedvező volt a hatása, közegenként azonban eltérő mértékben, legerősebb hatást a felláp tőzegnél és a kókuszrostnál tapasztaltam. A közegekben a tömörítés hatására megnövekedett a nedvesség megtartását fokozó kapilláris pórusok aránya.

Paradicsomnál a tőzegekhez kevert bentonit és zeolit nem befolyásolta a csírázás alakulását, kivéve a nagyobb mennyiségben (15 V%) adagolt zeolitot, ami negatívan hatott a kelésre. A perlites közegben nehezen indult meg a kelés. A tömörítésnek a felláp tőzeget és kókuszrostot tartalmazó tálcákban volt szembetűnően jobb hatása a magok csírázási dinamikájának alakulására. A palánták fejlettségében a bentonitos és zeolitos közegekben nem volt statisztikailag kimutatható eltérés. A tiszta agyaggranulátumban nem tudtam normális fejlettségű palántát nevelni, a perlites és a tőzeget is tartalmazó agyaggranulátumos kezelésekben viszont a kontrollhoz hasonló palánták fejlődtek. A tömörítés minden közegnél (kivéve a 10 V% bentonitot tartalmazó tőzeges keveréket) nagyobb zöld résszel és kisebb gyökérzettel rendelkező palántát eredményezett.

Az **uborka** a síkláp tőzeges keverékekben jobban csírázott, a bentonit és a zeolit nem befolyásolta a kelést. A tőzeggel kevert agyaggranulátumban kedvezően alakult a csírázási dinamika. A tálcák tömörítésének a csírázás ütemére gyakorolt kedvező hatása csak a felláp tőzegnél és a kókuszrostnál volt kimutatható. A felláp tőzeges keverékekben a palánták kisebb zöld tömeget fejlesztettek. A tőzeghez kevert ásványi anyag (bentonit, ill. zeolit) növelte a palánták gyökérzetének tömegét. Agyaggranulátumot és tőzeget együttesen tartalmazó keverékekben a kontrollhoz képest statisztikailag is igazolhatóan nagyobb tömegű palánták fejlődtek. A tömörítés hatására nagyobb zöld tömegű, de kisebb gyökérzetű palántákat kaptam.

A **saláta** magok szintén a síkláp tőzeges keverékekben csíráztak a legjobban. A tőzeghez kevert 5 V% bentonit és 5 V% zeolit külön és együttesen is javították a csírázási %-ot. A perlitet és agyaggranulátumot tartalmazó tőzeges keverékekben is kedvező volt a csírázási dinamika. Ezekben a keverékekben magas volt a levegőkapacitás, így más kutatókkal megegyező megállapításra jutottam, hogy a saláta jobban csírázik egy porózusabb közegben. A tömörítésnek a felláp tőzegeknél és a kókuszrostnál volt kedvező hatása a kelésre. Síkláp tőzegben és a bentonitot tartalmazó közegekben zömökebb, magasabb

szárazanyag-tartalommal és a gyökérszet:hajtást arányt tekintve nagyobb gyökérszetű palánták fejlődtek. Zeoliton tartalmazó keverékekben nagyobb friss, illetve száraz zöld tömeggel és nagy gyökérszettel rendelkeztek a palánták, legkedvezőbbnek az 5 V% bekeverés bizonyult. Saláta palánta nevelésére az égetett agyaggranulátum önmagában nem bizonyult alkalmas közegnek, tőzeggel keverve a tört változatában nagyobb zöld-, de kisebb gyökérszet tömeggel rendelkező palánták fejlődtek. A tálcák tömörített töltésmódja minden közegnél (legszembetűnőbbben a felláp tőzegnél és a kókuszrostnál) növelte a palánták zöld részének méretét és tömegét, a gyökérszet fejlődésére viszont csökkentőleg hatott.

Káposzta esetében a különböző tőzgek eltérő arányú keverése és az ásványi anyagok adagolása nem volt hatással a magok csírázására. A perlitet és agyaggranulátumot tartalmazó tőzges közegekben a kontrollal megegyezően alakult a csírázási dinamika. A közgek tömörítése csak kismértékben javította a csírázási%-ot. A tőzgehez kevert bentonit zömökebb, és a palánta arányait tekintve nagyobb gyökérszettel rendelkező palántákat eredményezett. Legjobbnek a 10 V%-ban bentonitot tartalmazó keverék bizonyult. Zeoliton 5 V%-ban tartalmazó keverékekben nagy zöld tömeggel, jó gyökérszettel és magas szárazanyag-tartalommal rendelkező palántákat neveltem. Tőzeggel kevert agyaggranulátumban a kontrollhoz hasonló fejlettségű növényeket kaptam. A perlites keverékben a kontrollhoz viszonyítva, statisztikailag igazoltan is nagyobb zöld-, ill. gyökérszet tömeggel rendelkeztek a palánták. A tömörítés minden közegnél növelte a palánták zöld részének méretét, a gyökerek tömegét viszont csökkentette. Ez alól kivétel a kókuszrost, ahol a tömörítésnek még a gyökérszet fejlődésére is kedvező volt a hatása.

A tőzeg és a kókuszrost magasabb vízkapacitás értékkel rendelkezik, ami szükséges az optimális csírázáshoz. A perlit és az égetett agyaggranulátum könnyen felvehető víztartalma nagyobb a tiszta tőzgehez képest, víztartó képessége viszont kisebb. A kókuszrostnak nagyobb a víztartó képessége, mint az általam vizsgált rostos felláp tőzgeknél. A felláp tőzgehez kevert ásványi anyagok (bentonit és zeoliton) javítani tudják a vízraktározó képességet.

A tálcák tömörített töltésmódjával szintén a közgek víztartó képességét lehet javítani. A tömörítéssel ugyanis megváltoztathatók a közgek pórusviszonyai. Valamennyi teszt növénynél a közgek tömörítése (a kapillaris pórusok arányának növekedése) a palánták föld feletti részét növelte, a gyökérszet fejlődését viszont negatívan befolyásolta. Ebből arra következtethetünk, hogy a palántanevelő közegben vagy az alkotóelemek megválasztásával, vagy a közeg tömörítésével befolyásolhatjuk a vízgazdálkodást, ezáltal pedig a palánták fejlődését.

Új tudományos eredmények

Az elvégzett kísérletek eredményei alátámasztják azt a megállapítást, hogy egy mesterséges közeg fizikai tulajdonságai nagyban befolyásolják a növények fejlődését. A fizikai tulajdonságok ismeretében, a közegek megválasztásával tudatosan befolyásolható a palánták fejlődése.

Az általam vizsgált közegek talajfizikai paramétereit, valamint a palánta tulajdonságok közül kiemeltem azokat, melyek legjobban reprezentálják a köztük lévő összefüggéseket. Hagyományos faktoranalízissel alátámasztottan a tulajdonságok között korrelációs összefüggéseket állapítottam meg. Az alkalmazott öt tesztnövény eltérő érzékenységet mutatott a közegek fizikai tulajdonságai iránt.

1. Paprika palántánál a magasság, a friss tömeg valamint a száraz tömeg alakulását a közeg kapilláris pórusainak aránya jelentősen befolyásolja. A vízgazdálkodási paraméterek közül a kapilláris és a minimális vízkapacitásnak van hatása a palánták fejlődésére.
2. A tesztnövényként alkalmazott öt zöldségfaj közül a paradicsom reagál legkevésbé az egyes talajfizikai tulajdonságok változásaira. A kapilláris pórusok nagyobb aránya a paradicsom palánták magasságát, illetve a zöld részek friss tömegét statisztikailag bizonyítottan növeli, a föld feletti részek szárazanyag-tartalmát viszont csökkenti.
3. Uborka palántánál a zöld részek szárazanyag-tartalmán és a gyökérszet:hajtás arányon kívül a többi vizsgált palánta tulajdonságát a kapilláris pórusok aránya nagymértékben befolyásolja.
4. A vizsgált fajok közül a saláta palántanevelésénél mutatkozott legtöbb összefüggés a talajfizikai paraméterek és az egyes palántajellemzők között. A palántanevelő közegek kapilláris pórussterének növekvő aránya statisztikailag igazoltan pozitív hatással van a palánták föld feletti részeinek fejlődésére, azonban a zöld részek szárazanyag-tartalmára, valamint a gyökérszet:hajtás arányra csökkentőleg hat. A közeg vízgazdálkodási paramétereit közül a kapilláris és a minimális vízkapacitás befolyásolja a palántajellemzők alakulását.
5. Káposzta esetében a kapilláris pórusok növekvő aránya csak a palánták magasságára és ezzel összefüggésben a zöld részek friss és száraz tömegére van statisztikailag is bizonyítottan pozitív hatással.

A zöldségnövények tálcás palántanevelése során figyelembe kell venni az alkalmazott közegek fizikai tulajdonságait, mivel egyrészt az alkotóelemek megválasztásával, másrészt a közegek tömörítésével is befolyásolhatjuk a palánták fejlődését. A kísérletekben alkalmazott közegek fizikai tulajdonságainak meghatározása után a következő megállapításokra jutottam:

6. A hazai síkláp tőzegek nagy kapilláris pórustérrel és jó vízraktározó képességgel rendelkeznek, ez biztosítja a zöldségnövények kedvező csírázást és későbbi fejlődését.
7. A rostos felláp tőzegek a síkláp tőzegekhez képest alacsony kapilláris pórustérrel, ezáltal gyengébb víztartóképeséggel rendelkeznek.
8. A kókuszrost a felláp tőzeggel megegyező térfogattömeggel és összporozitással rendelkezik, a víztartóképesége viszont sokkal jobb annál, a síkláp tőzeghez hasonlóan magas kapilláris pórustérnek köszönhetően.
9. Az ásványi anyagok közül a perlit és az égetett agyaggranulátum pórusterében a levegőzöttségért felelős nem kapilláris pórusok vannak túlsúlyban, a bentonit és a zeolit esetében pedig pont fordított az arány, ott a kapilláris pórusok dominálnak.

Étkezési paprika, ipari paradicsom, konzervuborka, saláta és fejes káposzta tálcás palántanevelése során a felhasznált közegekkel kapcsolatban a következő megállapítások tehetők:

10. A tőzegekhez kevert bentonit és zeolit növeli a palánták gyökérzetének tömegét, és szárazanyag-tartalmát. Zeolit esetében az 5 V%-os keverési arány ajánlott paprika, saláta és káposzta esetében. Bentonitot káposzta palántanevelésénél 10 V%-ban érdemes keverni.
11. Tőzeghelyettesítő anyagként az égetett agyaggranulátum és a perlit is kedvező alkotóelemnek bizonyult 50 V%-ban keverve a tőzegekhez.
12. A tálcákban a közegek tömörítésével kedvezően befolyásolhatjuk a magok csírázási dinamikáját és növelhetjük a palánták zöld részének méretét, a gyökérzet-hajtás arány viszont kedvezőtlenül alakul.

Következtetések, javaslatok

A palántanevelésben használt mesterséges földkeverékek fizikai tulajdonságai nagymértékben befolyásolják a csírázást és a fiatal növények fejlődését.

Az elsősorban tőzegalapú közegek fizikai tulajdonságainak meghatározására a hazai szakirodalom nagyon kevés módszert tartalmaz. Az ásványi talajokra jól kidolgozott mérési módszerek nem alkalmazhatók maradéktalanul a földkeverékek esetében.

Legnagyobb problémát a mintavétel jelenti. A legfontosabb paraméterek (térfogattömeg, porozitás viszonyok, vízkapacitás értékek) a minta tömörödöttségétől függenek.

A közegek fizikai tulajdonságainak meghatározásánál ajánlott figyelembe venni az alábbiakat:

- Térfogatmérő eszköz segítségével határozzuk meg a pórusviszonyokat (így könnyebben reprodukálható a mérés).
- pF-érték meghatározásánál elegendő a következő paraméterek meghatározása:
 - levegőtérfogat (V%): összporozitás és 10 cm vízoszlopnál mért víz V% különbsége
 - könnyen felvehető víz (V%): 10-50 cm-es vízoszlop között mért víz V%
 - víztároló kapacitás (V%): 50 és 100 cm-es vízoszlop között mért víz V%
- Az ásványi talajokra kidolgozott differenciált porozitás meghatározásánál a pórusviszonyok csak megközelítő értékeket adnak egy közeg vízgazdálkodásának jellemzésében.
- Közegnél a differenciált porozitás helyett a kapilláris és nem kapilláris hézagok arányának meghatározása jobban kifejezi a sikeres termesztéshez szükséges vízgazdálkodási paramétereket:
 - a nem kapilláris pórusok a pF1-pF1,7 értékek megfelelő nedvesség-tartalmat, ezáltal a könnyen felvehető vizet tartalmazzák
 - a kapilláris pórusok a pF2 érték feletti nedvesség-tartalommal a közeg vízszállításáért és vízraktározásáért felelősek.

Az értekezés témakörében megjelent publikációk

Lektorált folyóiratcikk:

1. **Kappel N.**, Slezák K., Tóth K. és Terbe I. (2002): Palántanevelő közegek hatása az uborka fejlődésére. *Kertgazdaság* 34(2):17-20.
2. **Kappel N.**, Zsivánovits G., Slezák K. and Tóth, K. (2003): Research of the elasticity of transplant – growing substrates after watering. *International Journal of Horticultural Science* 9(1):67-70.
3. Tóth K., **Kappel N.**, Slezák K. and Irinyi B. (2003): The effect of soil mixtures of different consistence and phosphorus content in tray transplant-growing. *International Journal of Horticultural Science* 9(1):71-76.
4. **Kappel N.**, Sári Sz., és Forró E. (2003): Talajtani és agrokémiai talajtulajdonságok időbeli változásainak vizsgálata kertészeti földkeverékekben. *Kertgazdaság* 35(4):13-21.
5. **Kappel N.** and Slezák K. (2004): Peat substitutes in growing cucumber transplants. *International Journal of Horticultural Science* 10(1):115-118.
6. **Kappel N.** and Terbe I. (2005): Effect of physical properties of horticultural substrates on pepper transplant development. *International Journal of Horticultural Science* 11(4):75-78.

Egyéb értékelhető cikk:

1. **Kappel N.** és Tóth K. (2001): Palántanevelésre használt földkeverékek szerkezeti- és tápanyag-összetétele. *Gyakorlati agróforum* 12(13):16-18.
2. **Kappel N.**, Slezák K., Tóth K. és Terbe I. (2002): Bentonitos kezelés hatása az uborka palánta fejlődésére. *Hajtatás korai termesztés* 33(2):19-22.
3. **Kappel N.** (2004): Palántanevelés különböző földkeverékekben. *Hajtatás korai termesztés* 35(2):12-17.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, teljes):

1. **Kappel N.** (2002): Bentonit hatásának vizsgálata a palántanevelő földek fizikai tulajdonságára. *Proceeding of „The 9th Symposium on Analytical and Environmental Problems” Szeged, 30 September 2002.* 130-135.
2. **Kappel N.**, Tóth K., Irinyi B. és Sári Sz. (2003): Foszforellátás és talajszerkezet hatása a paprika tálcás palántanevelésében. *MTA Növénytermesztési Bizottság III. Növénytermesztési Tudományos Nap, Budapest, Proceedings* 391-395.
3. **Kappel N.** (2003): Egy új közeg a palántanevelésben. *A Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság Kertészeti Munkabizottságának tudományos ülése „Integrált Kertészeti Termesztés”. Tessedik Sámuel Főiskola, Szarvas, 2003. október 17. Proc.* 17-23.
4. **Kappel N.** (2004): Paradicsom és uborka palánták makroelem tartalma különböző földkeverékekben. *Proceeding of „The 11th Symposium on Analytical and Environmental Problems” Szeged, 27 September 2004.* 242-246.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, abstract):

1. **Kappel N.**, Tóth K., Forró E. és Sári Sz. (2002): Zöldségpalánták nevelésére alkalmas földkeverékek legfontosabb fizikai paraméterei. *JUTEKO 2002 „Samuel Tessedik Jubilee Agricultural, Water and Environmental Management Scientific Days” Szarvas, 29-30. August 2002. Abstract of papers* 240-241.
2. **Kappel N.** és Zsivánovits G. (2003): Palántanevelő földek tömörödésének vizsgálata az öntözés hatására. *MTA XXVII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő,* 42-43.

3. **Kappel N.** (2003): Palántanevelés különböző tőzeféleségekben. Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Budai Campus, 2003. november 6-7. Budapest, 648-649.
4. **Kappel N.** (2005): Zöldségpalánták nevelése különböző tömörségű tőzegekben. Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly Tudományos Ülésszak. Budapesti Corvinus Egyetem, 2005. október 19-21. Budapest, 398-399.

Nemzetközi konferencia (angol nyelvű, teljes):

1. **Kappel N.**, Zsivánovits G., Tóth K. and Slezák K. (2003): The compaction of transplant-growing substrates after irrigation, Cercetări științifice, Horticultură, Scientific research, Horticulture, Seria A VII-A, Agroprint Timișoara, 41-48.
2. **Kappel N.** (2005): The effect of peat compactness on growth of vegetable transplants. XL. Croatian Symposium on Agriculture. 15-18. February 2005. Opatija, Croatia, 351-352.