

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

TŐZEGHELYETTESÍTŐ ANYAGOK A PAPRIKAHAJTATÁSBAN

Doktori (PhD) értekezés

Jakusné Sári Szilvia

Témavezető:
Dr. Forró Edit
egyetemi docens

Készült: a Budapesti Corvinus Egyetem
Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszékén

Budapest
2007.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés	
Az ásványi és a mesterséges talajok jelentősége a kertészeti termesztésben.....	5
A talaj szerves anyagai.....	6
A humuszanyagok csoportosítása és tulajdonságai	8
A humusz szerepe a talajban	11
A talajok humuszállapotának meghatározása.....	12
2.2.1 A nitrogén szerepe.....	12
2.2.2 A talaj nitrogénforgalma és a nitrogénfelvétel mechanizmusa a növényekben.....	13
2.2.3 A kálium jelentősége.....	16
2.2.4 A foszfor jelentősége.....	16
2.3 Az intenzív termesztési rendszerek megjelenése és a talaj nélküli termesztés térhódítása.....	17
2.4 A mesterséges közegek talajtani tulajdonságainak és tápanyagdinamikájának alakulása intenzív termesztési körülmények között.....	20
2.5 A szerves eredetű termesztőközegek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben.....	22
2.6 Természetes alapú, szerves eredetű termesztőközegek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben.....	34
2.7 Mesterségesen előállított, szerves eredetű termesztőközegek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben.....	38
2.5 Az étkezési paprika jellemzése és termesztéstechnológiája	38
3. Anyag és módszer	
A vizsgálati anyag	44
3.1.1 A kísérletben alkalmazott szerves eredetű közegek és földkeverékek jellemzése.....	44
3.1.2 A kísérleti növényanyag jellemzői.....	47
A vizsgálati módszer	48
3.2.1 A termesztési kísérlet leírása.....	48
3.2.2 A talajmintavétel módja és a talajminták előkészítése.....	53
3.2.3 Talajvizsgálati módszerek.....	53
4. A kísérlet eredményei	
A kísérletben alkalmazott földkeverékek és közegek általános talajtani tulajdonságai, jellemzői	56
A kísérletben alkalmazott földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző tulajdonságok...60	
A kísérletben alkalmazott földkeverékek és közegek tápanyagtartalmát és tápanyagszolgáltató képességét jellemző adatok.....	63
Terméseredmények	96

5. Következtetések	105
6. Összefoglalás	110
7. Új eredmények, javaslatok	114
8. Summary	117
Mellékletek	
1. Vizsgálati adatok részeredményei	120
2. Felhasznált irodalom	127
3. Az értekezés témakörében megjelent közlemények	136
4. Köszönetnyilvánítás	139

1. BEVEZETÉS

A növényházi termesztésben elsődleges cél a gazdaságosság, ezért a termesztők folyamatosan arra törekednek, hogy a rendelkezésre álló kis termesztőfelületeken minél nagyobb termésátlagokat érjenek el. Az intenzív termesztési rendszerek azonban fokozott igénybevételt jelentenek a növényházak talajaival szemben és néhány év alatt a talajállapot leromlását okozzák. A talajállapot leromlásának problémáját leghatékonyabban a talaj nélküli, izolált termesztési technológiák alkalmazásával lehet kiküszöbölni ahol a termesztőközeget különféle módszerekkel elszigetelik a növényházak talajaitól.

Az izolált termesztési rendszerek termesztő közegeiként a tőzegalapú, mesterséges ipari földkeverékek (Florasca, Vegasca) használata terjedt el hazánkban az 1960-as évektől. Ezen földkeverékek előállítása a hansági különleges minőségű tőzégkészletre alapozódott, felhasználásukkal az intenzív termesztési rendszerek (dísznövénytermesztés, zöldség-hajtás) termésbiztonsága és terméseredményei ugrásszerűen megnöttek, mivel tulajdonságaikat speciálisan egy-egy növénycsoport illetve növényfaj igényéhez igazították.

A tőzeg sajátos fizikai és kémiai tulajdonságai révén az eddig ismert egyik legideálisabb termesztőközege. Így nem véletlen, hogy az iparilag gyártott földkeverékek fő alapanyaga mindmáig a tőzeg. Az intenzív bányászati tevékenység következtében azonban a világ tőzégkészletei jelentősen csökkentek. Ez azt is jelenti, hogy az elkövetkező évtizedekben a tőzeg még korlátozottabban lesz elérhető a kertészeti termesztés számára. Ennél súlyosabb probléma azonban a tőzégbányászat káros következményeként jelentkező ökológiai veszély, számos növény- és állatfaj eltűnése, a lápi élőhelyek megszűnése vagy elszigetelődése. Ez a folyamat talán még visszafordítható mivel az elmúlt években jelentősen szigorodtak a tőzégkitermelés feltételei, s a lebányászott területek rekonstrukcióját is kötelező végrehajtani.

A tőzeg megújuló nyersanyag, újraképződésének folyamata azonban rendkívül lassú. Ezért az utóbbi évtizedekben megkezdődött a kutatás olyan anyagok után, amelyek a tőzegekhez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek és alkalmasak lennének a tőzeg termesztőközegként történő kiváltására részben vagy egészben. Erre a célra elsődlegesen a mezőgazdaságban, a háztartásokban valamint az élelmiszeripar illetve az erdészet területén nagy tömegben keletkező, biológiailag lebomló melléktermékek jöhetnek számításba.

Doktori munkámban különböző szervesanyag alapú földkeverék vizsgálatát végeztem el több éves kísérletben termesztési és laboratóriumi körülmények között. A termesztési kísérleteket 2002-2004. között végeztem Halásztelken, a Bocskai István Református Gimnázium és

Szakközépiskola gyakorlókertjében, Filclair típusú merev falú fóliaházban 300m²-en étkezési paprika (*Capsicum annuum* L., Danubia fajta) teszt növényként. A termesztési kísérletben a kontrollként használt Vegasca ipari földkeverék hatását hasonlítottam össze különböző tőzegalapú földkeverékekkel, zöldhulladék komposzttal, zöldhulladék komposzt és homok azonos arányú keverékével és fenyőkéreggel. Vizsgálataim során a növényállományban és a termesztőközegekben lezajló változásokat egyaránt nyomon követtem. Vizsgáltam a különböző termesztőközegek étkezési paprika növekedésére és terméshozására gyakorolt hatását, összehasonlítva, hogy a tőzegalapú és a tőzeget nem tartalmazó talajok produktívitasában tapasztalható-e szignifikáns különbség. Megvizsgáltam az egyes termesztőközegek általános talajtani paramétereit és tápanyagtartalmát valamint tápanyagszolgáltató képességét és a talajtani paraméterek vegetációs periódus alatt bekövetkező változásait. Az általános talajtani paraméterek vizsgálata mellett a kísérleti közegek és földkeverékek humuszállapotára vonatkozó paramétereket is értékeltem, annak érdekében, hogy felmérjem, hogy a mesterséges talajok humifikáltsági foka befolyásolja-e a termesztés körülményeit és a termésbiztonságot.

Az elvégzett kísérleti munkával arra szerettem volna választ kapni, hogy az egyéb termesztőközegek a tőzeggel összehasonlítva milyen talajtani tulajdonságokkal rendelkeznek és ezek a tulajdonságok hogyan változnak a termesztés időtartama alatt. Fő célomnak tekintettem, hogy kiderítsem azt, hogy az általam vizsgált közegek valamelyike alkalmas-e termesztési körülmények között a zöldségajtatásban a tőzeg teljes illetve részleges kiváltására.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1.1 Az ásványi és a mesterséges talajok és jelentőségük a kertészeti termesztésben

A talaj önálló természeti képződményként évezredek alatt jött létre a litoszféra, a hidroszféra és az atmoszféra találkozási pontján biológiai folyamatok eredményeként. Mint a Föld legkülső szilárd burka már ősidők óta a növények termőhelyéül szolgál. A természetes állapotú talajok szerves és szervetlen összetevőkből álló komplex rendszerek, amelyek a növénytermesztés során egyidejűleg több funkciót képesek ellátni, biztosítják a növények vízzel, tápanyagokkal és levegővel való ellátását emellett pedig szilárd támaszt biztosítanak a gyökérzet számára.

A természetes állapotú talajok termékenységét a talajokban található szervesanyagok speciális vegyületcsoportjai, a humuszanyagok biztosítják. Mivel a talaj olyan természeti erőforrás, amely szoros kapcsolatban van az élővilággal, a talajokba jutó szervesanyag is állandó körforgásban van (Stefanovits, 1992). A talajokban lévő szervesanyag egy része mineralizálódik, így a növények számára közvetlenül hasznosítható ásványi tápanyagok keletkeznek. A szervesanyag másik része tovább humifikálódik, speciális szerkezetű humuszanyagokká alakul. A humuszanyagok jelenlétében kedvező talajszerkezet, jó vízgazdálkodás és jelentős tartalék tápanyag-készlet jellemzi a talajokat. A párhuzamosan zajló mineralizációs és humifikációs folyamatok eredményezik, hogy a természetes állapotú talajok termékenysége mindvégig fenntartható, megőrizhető.

Az 1900-as évektől a különböző ipari ágazatok ugrásszerű fejlődésének hatása a mezőgazdasági termesztés arculatát is megváltoztatta. Az intenzív kertészeti termesztési rendszerek megjelenése fokozott igénybevételt jelentett a növényházak talajaival szemben és rövid idő alatt a talajállapot leromlását eredményezte. Az ún. talaj nélküli, izolált termesztési rendszerek bevezetésével a talajállapot leromlása következtében fellépő nehézségek mind kiküszöbölhetőek voltak, mivel ez a technológiai újítás számos előnnyel járt hamar népszerűvé vált a termesztők körében.

Az már régóta ismert, hogy sokféle növény termeszthető olyan talajt helyettesítő közegben, ahol biztosított az optimális tápanyag összetétel és koncentráció, a gyökérzet oxigénellátása valamint a megfelelő környezeti feltételek. A talaj nélküli termesztésben a termesztés sikerességét viszont alapvetően meghatározza, hogy milyen anyag helyettesíti a talajt.

A szervetlen eredetű közegek fizikai tulajdonságaikat tekintve ideálisan használhatóak a termesztésben és eredetüknél fogva kórokozóktól és kártevőktől mentesek. Az intenzív termesztésben előnyként illetve hátrányként egyaránt értékelhető az a tulajdonságuk, hogy nem tartalmaznak tápanyagokat, alacsony kolloidtartalmuk következtében pedig az adszorpciós- és pufferképességük is csekély. Ezek a tulajdonságok teszik lehetővé intenzív termesztési körülmények között a termesztett növény által igényelt tápanyagok pontos és a vegetációs

periódusok változásához igazított adagolását. A termesztéstechnológia szempontjából az alacsony adszorpciós- és pufferképesség ugyanakkor nehézséget is jelenthet, a szerves eredetű közegek használata nagy szakértelmet és a tápoldatozó automatika teljesen megbízható üzemeltetését követeli meg a termesztőktől (Jakusné Sári & Forró, 2006).

A szerves eredetű termeszto közegek a természetes állapotú talajokhoz hasonlóan szerves talajalkotókat illetve humuszanyagokat tartalmaznak. A humuszanyagok amfoter természetű kolloid tulajdonságú anyagok, ebből adódóan jelentős adszorpciós- és pufferképességgel rendelkeznek. Az adszorpciós képességgel rendelkező mesterséges talajok képesek a feleslegben adagolt műtrágyamennyiségek megkötésére majd folyamatos leadására illetve a növényi fejlődés szempontjából káros hatású anyagok irreverzibilis lekötésére. A kolloid tulajdonságú anyagok hatékonyan kompenzálják, illetve semlegesítik azokat a káros savas és lúgos hatásokat, amelyek a termesztés során érik a talajokat. Ezek alapján a szerves eredetű termeszto közegek illetve földkeverék alkotók biztonságosabban használhatóak a kertészeti termesztésben, szerves eredetű anyagok használatával könnyebben kiküszöbölhetőek a termesztés során bekövetkező technikai problémák.

A szervesanyagok a termesztés ideje alatt bomlásnak indulnak, lebomlásuk közben mineralizáció és humifikáció egyaránt bekövetkezik. Amíg a természetes állapotú talajokban a humifikációs folyamatok a meghatározóak, addig a művelt talajokban és a mesterséges közegekben a mineralizáció az intenzívebb (Forró, 2004). A mineralizációs folyamatok intenzitását a szerves anyagok minősége és a környezeti tényezők is befolyásolják (Sims in Bacon, 1995). Növényházi körülmények között adott a magas hőmérséklet és a folyamatos vízellátás, amelyek a mineralizációt gyorsítják, mivel kedvező életfeltételeket biztosítanak az ásványosodást végző mikroszervezeteknek. A mineralizáció révén jelentős mennyiségű ásványi tápanyag szabadulhat fel, amelyet a növény közvetlenül képes hasznosítani. Emellett a még szerves kötésben jelenlévő tápanyagok a növény számára potenciálisan felvehető tartalék tápanyag-készletet jelentenek, ezáltal a termesztett növény tápanyag-ellátásában is szerepet játszanak.

2.1.2 A talaj szerves anyagai

A talaj kémiai összetételét tekintve meghatározható egy szerves és szervesetlen vegyületek szilárd és oldott fázisából, ásványokból valamint organominerális komplexekből felépülő, dinamikusan változó egységként.

A talajokban jelenlévő szerves anyagoknak különösen fontos a szerepe, hiszen ezek az anyagok jelentik a talajokban lejátszódó biológiai folyamatok anyag- és energiatartalékait és ezen keresztül biztosítják a talaj termékenységét. Ezek az anyagok rendkívül bonyolult felépítésűek és

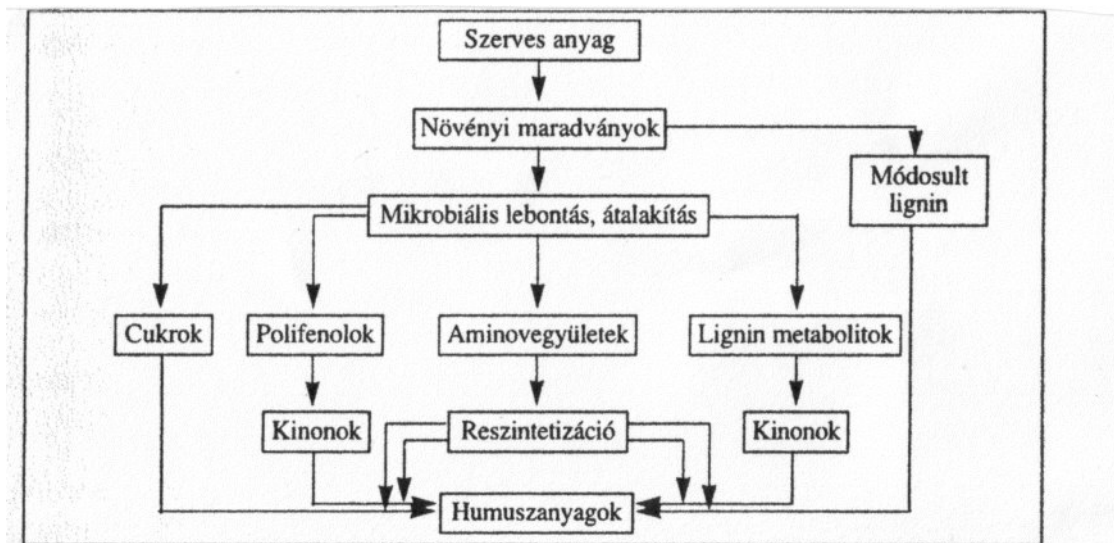
sohasem egységesek mivel eltérő fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező élő és élettelen anyagok keverékei (Németh, 1996). Scheffer és Schachtschabel (1988) szerint a talaj szerves anyagát az elpusztult növényi és állati részek illetve ezen anyagok átalakulási és lebomlási termékei adják

A talajban lévő szerves növényi és állati maradványok több lépcsőben biokémiai és mikrobiológiai átalakuláson mennek keresztül (Stefanovits-Filep-Füleky, 1999). A szerves eredetű maradványok átalakulása közben mineralizáció és humifikáció egyaránt bekövetkezik. A könnyen bontható szerves anyagok optimális feltételek között gyorsan mineralizálódnak, azaz a szerves kötésben lévő kémiai elemek ásványi formákká alakulnak. A nehezen bontható szerves vegyületek azonban újra polimerizálódnak és kondenzálódnak. A kémiai és mikrobiológiai folyamatok lejátszódása után nagy molekulájú, kolloid tulajdonságú, sötét színű, viszonylag stabil vegyületekké, humuszanyagokká alakulnak. A humifikáció intenzitását nagyban befolyásolja a szerves maradványok összetétele (C/N arány) és a külső környezeti feltételek, a talaj hőmérséklete, nedvességtartalma és kémhatása (Hadas & Portnoy, 1997).

Tulajdonképpen ugyanez a folyamat játszódik le gyorsított formában és irányított körülmények között a komposztálás folyamata során. A szerves anyagok a talaj élő szervezetei segítségével, levegő jelenlétében lebomlanak, átalakulnak, majd belőlük az érés során nagy molekulájú humin vegyületek képződnek (Dunst, 1991). A komposztálás folyamata során a szerves hulladékanyagok fehérjéi szervesetlen nitrogéntartalmú vegyületekké (ammónium, nitrit, nitrát) és speciális szerves vegyületekké (humusz) alakulnak (Alexa & Füleky, 2002).

Míg az első humuszképződési elméletek mindig csak egy-egy anyagcsoportot képzeltek el a humusz lehetséges alapanyagaként (Waksman lignin-protein elmélete, Kononova cellulóz elmélete) ma már tudjuk, hogy a humuszanyagok létrejöttében számos szerves vegyületnek és anyagcsoportnak van szerepe. Sőt az is tisztázódott, hogy a humuszképződésben nélkülözhetetlen a talaj mikroorganizmusainak a tevékenysége is. Tate (1987) definíciója szerint a humuszanyagok képződésének folyamata a humifikáció, amely során a talajban lévő szerves maradványok biológiai, mikrobiológiai és kémiai úton humuszanyagokká alakulnak. Az átalakulás több lépcsőben történik lebontó és felépítő mikrobiológiai folyamatok eredményeként. Első lépésben a szerves anyagok bomlásnak indulnak. A lebontó folyamatokban a talajlakó állati szervezeteknek van jelentős szerepük, ugyanis főként a mezo- és makrofauna egyedei végzik a szerves maradványok mechanikai aprítását, előkészítve ezzel a további átalakulási folyamatok útját. Második fázisban a baktériumok, a sugárgombák és gombák a polimereket egyszerűbb vegyületekre bontják. Végül a nehezen bontható bomlástermékek újra egymáshoz kapcsolódnak,

polimerizálódnak és kondenzálódnak. Az így létrejött speciális szerkezetű, nagy molekulájú és sötét színű anyagokat nevezzük humuszanyagoknak (Németh, 1996).



1. ábra A humuszanyagok keletkezésének egyik lehetséges útja (Alexa és Dér nyomán, 1998.)

A talajokba jutó szerves anyag állandó körforgásban van. Az évről-évre bejutó szerves anyag utánpótlás folyamatosan humifikálódik, ez azt jelenti, hogy a talajok szervesanyag-tartalma állandóan növekedne. Ezt azonban meggátolja a humifikációval párhuzamosan bekövetkező mineralizáció, ami a humuszanyagokat is érinti. Ebből adódóan a talajok szervesanyag-tartalma hosszú távon vizsgálva is állandó értéket mutat. Azt, hogy a humifikáció és mineralizáció közötti egyensúly hogyan alakul, mindig a talajokban élő mikroszervezetek és az élő szervezetek életkörülményeit befolyásoló külső környezeti tényezők (talajnedvesség, talajhőmérséklet és kémhatás) szabják meg.

2.1.3 A humuszanyagok csoportosítása és tulajdonságaik

A talajban lévő szerves anyagokat alkotóelemeik alapján alapvetően két nagy csoportba sorolhatjuk a „nem valódi” humuszanyagok és a „valódi” humuszanyagok csoportjába. A talaj szervesanyag-tartalmának 60-70%-a humuszanyagokban van jelen (Griffith & Schnitzer, 1975). A nem valódi humuszanyagok az elpusztult növényi és állati szervezetekből és ezek bomlástermékeiből állnak, míg a humuszanyagok stabil, nagy molekulájú, szerves vegyületek (Kuntze et al., 1988). Vagyis a nem valódi humuszanyagok még csak részleges átalakuláson átment, de nem humifikálódott szerves maradványok illetve vegyületek (fehérjeszerű vegyületek, aminosavak, szénhidrátok, cellulóz és lignin származékok, szerves savak, zsírok, viaszok,

gyanták). A valódi humuszanyagok bonyolult felépítésű, kolloid tulajdonságú polimerek, csoportosításukat a lúggal illetve savval szembeni viselkedésük alapján számos kutató elvégezte. Stevenson (1982) három csoportot különített el:

1. savakban és lúgokban egyaránt jól oldódnak a **fulvósavak**
2. savban nem oldódnak, lúgban oldódnak a **huminsavak**
3. hideg savban és lúgban egyaránt nem oldódnak a **huminanyagok**

A **fulvósavak** viszonylag kis molekulású, világos sárga színű, savas jellegű vegyületek. A savak, sóik és fémkomplexeik vízben, savban és lúgokban egyaránt oldódnak.

A **huminsavak** nagyobb molekulájú, sötétebb színű anyagok, csak egyértékű ionokkal alkotott sói oldódnak jól vízben. A huminsavak csoportjába tartozó himatomelánsavak a legkisebb polimerizációs fokú anyagok a csoportban, a lúgos oldás majd savas kicsapódás után alkoholban oldódnak. Ebbe a csoportba tartoznak még az alkoholban nem oldódó barna- illetve szürke huminsavak. Kémiai elválasztásuk úgy történik, hogy a himatomelánsavak kioldása után a huminsavakat híg lúggal kezelve a barna huminsav kioldódik, a szürke pedig visszamarad. A barna huminsavaknak kisebb a molekulásúlya és könnyebben oldódnak. A szürke huminsavaknak sötétebb a színe, nagyobb a molekulásúlya és könnyebben kicsapódnak.

A **huminanyagok** sem lúgban, sem savban nem oldódnak a talajhoz leginkább kötődnek. Ezeknek az anyagoknak a legmagasabb a polimerizációs foka és a nitrogéntartalma.

A felsorolt humuszanyagokra az is jellemző, hogy a fulvósavaktól a huminanyagok felé haladva növekszik a vegyületek molekulásúlya, polimerizáltsága, kondenzáltsága és nitrogéntartalma, az aktív gyökök számának csökkenése miatt pedig csökken a humuszvegyületek savas jellege és oldhatósága (Stefanovits, 1992).

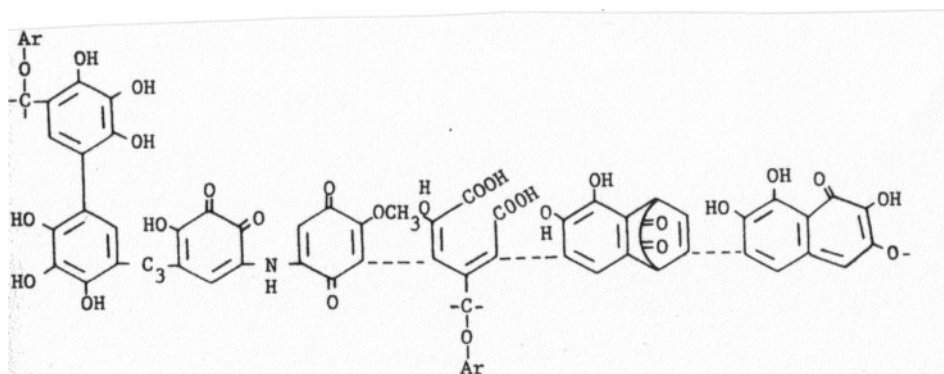
A humuszanyagok rendkívül bonyolult és változatos felépítésű anyagok, ezért a pontos kémiai szerkezetük a mai napig sem ismert. Kononova (1966) szerint a humuszanyagok szerkezete nem egységes, ezeket az anyagokat csak komplex vegyületszoporként lehet jellemezni. A kémiailag legtöbbet vizsgált huminsavak szerkezeti felépítésével kapcsolatosan azonban ismert néhány alapvető tulajdonság:

1. A huminsavak nagy molekulájú, kolloid tulajdonságú, sötét színű anyagok, ahol a molekula egy ún. központi magból és a maghoz kapcsolódó oldalláncokból áll
2. A központi magot több egymáshoz kapcsolódó aromás (hetero- illetve izociklusos) gyűrű alkotja, az oldalláncok pedig szénhidrát-, peptid- vagy aminosav jellegűek
3. A molekulaváz aromás gyűrűi közvetlenül vagy 'hídkötésekkel' kapcsolódhatnak egymáshoz, 'híd-csoportként' leggyakrabban előfordulnak a következő gyökök: -O-, -NH-, =N-, \equiv C-C \equiv , -S-.

4. Az oldalláncokon funkciós (reaktív) csoportok fordulnak elő, amelyek a huminsavak tulajdonságait befolyásolják:
- savas jellegűek : $-\text{COOH}$ (karboxil), fenolos-OH, alkoholos-OH, $=\text{C}=\text{O}$ (karbonil) csoportok
 - bázikus jellegűek: $=\text{NH}$ (imino), $-\text{NH}_2$ (amino) csoportok
5. A huminsavakat felépítő legfontosabb elemi alkotórészek a szén (C), a hidrogén (H), az oxigén (O) és a nitrogén (N) valamint kisebb arányban a foszfor (P) és a kén (S)
6. A huminsavakban a nitrogén elemi alkotórész, háromféle kötési formában fordul elő:
- mag-nitrogén
 - híd-nitrogén
 - reaktív csoportokban lévő nitrogén

A három forma közül legerősebben kötött a mag-nitrogén, a mikroszervezetek számára pedig a funkciós csoportokban jelen lévő nitrogén a legkönnyebben lehasítható.

7. A humuszanyagok nemcsak közvetlen, de közvetett tápanyagforrást is jelentenek a növények számára, mivel nagy adszorpciós képességük révén képesek más tápelemek megkötésére is, legjelentősebb a szerepük a mikroelemek megkötésének és felvehetőségének szabályozásában
8. A humuszanyagok nagy adszorpciós képességük és kelátképző tulajdonságuk révén képesek a növények számára toxikus hatású elemeket és egyéb káros anyagokat (pl. növényvédőszer maradványok) nagy erővel megkötni felületükön, ezáltal megvédik a növényeket a toxikus anyagok okozta kedvezőtlen hatásoktól
9. A humuszanyagok biológiailag aktív anyagok, serkentőleg hatnak a növények növekedésére valószínűsíthetően azért, mert a humuszanyagok bekapcsolódnak a növények légzés folyamataiba (Fekete-Hargitai- Zsoldos, 1964)



2. ábra Egy huminsav molekula hipotetikus molekulaszervezete (Stevenson nyomán, 1982.)

2.1.4 A humusz szerepe a talajban

A humuszanyagok fontos szerepet játszanak a talaj fizikai tulajdonságainak alakításában valamint a talaj tápanyaggazdálkodásának szabályozásában. Mivel a huminsavak kétértékű ionokkal alkotott sói vízben oldhatatlanok, képesek arra, hogy összecementálják a talaj ásványi vázrészeit. A talajszerkezet szempontjából legkedvezőbb, ha ún. Ca-humát illetve agyag-humusz komplexek alakulnak ki. Ezek az anyagok ugyanis nemcsak vízállóak, de rugalmas és porózus szerkezetűek is, így jelenlétükben a legkedvezőbb ún. morzsás talajszerkezet alakul ki. A humuszanyagok színüknél fogva gyorsítják a talajok felmelegedését, mivel a sötétebb színű talaj jobban elnyeli a Nap sugarait (ugyanakkor a szerves anyagban gazdag talajok kisugárzása is nagyobb). Nagy adszorpciós képességüknél fogva a humuszanyagok a talajok vízgazdálkodását is javítják, a humuszban gazdag talaj több vizet tud megkötni és a megkötött vízmennyiséget tovább tárolja. A magas szerves anyag-tartalmú talajok víz- és hőgazdálkodási tulajdonságai egymással is kölcsönhatásban vannak. Mivel a humuszban gazdag talajok víztartóképesége jobb, a nedves talajoknak pedig magasabb a hőkapacitása, ezért a talajok gyorsabb felmelegedésének lehetősége kevésbé érvényesül.

A humusz mint tápanyag forrás elsősorban nitrogén-forrásként jelentős, mivel a talajban lévő nitrogén mintegy 95%-a szerves kötésben van jelen. A legkönnyebben mineralizálódó aminos-nitrogén formák túlnyomó része a huminsavakhoz kötötten van jelen a talajokban (Catroux & Schnitzer, 1987). A növények számára közvetlenül is hasznosítható ásványi nitrogén formák (nitrát és ammónium) elsődlegesen a humuszanyagokban lévő szerves aminok átalakulásával keletkeznek az ammonifikáció és a nitrifikáció során. Mindkét folyamat lejátszódásánál nélkülözhetetlen a talajban élő speciális baktériumtörzsek szerepe. Hargitai (1961) kutatásai során megállapította, hogy minél könnyebben hasíthatók le a humuszanyagok nitrogéntartalmú oldalláncai, annál kedvezőbb nitrogénellátottság biztosítható a növények számára. A mag- illetve a híd-nitrogén mint tartalék nitrogén-források jöhetnek számításba, a bennük lévő nitrogén a humuszanyagok mineralizációja révén válhat felvehetővé a növények számára. Ismeretes, hogy a humusz szerves kötésben foszfort és kén is tartalmaz, ez a két vegyület is a nitrogénhez hasonlóan lassan feltáródva, ásványi formában válik felvehetővé a növények számára. A humuszanyagoknak ezen kívül tápanyagraktározó szerepe is van, mivel nagy adszorpciós képességgel rendelkeznek hatékonyan kötnek meg különféle tápelemeket köztük mikroelemeket és részt vesznek a megkötött tápelemek felvehetőségének szabályozásában is. A biológiailag aktív közegekben tehát a jelen lévő jó minőségű humusz folyamatos és kiegyensúlyozott

tápanyagellátást biztosít, ezentúl pedig megvédi a termesztett növényeket a nagy adagban, lökésszerűen adagolt műtrágyák káros hatásaitól (Vass, 1974).

2.1.5 A talajok humuszállapotának mérése

A humuszanyagok amfoter természetű kolloid tulajdonságú anyagok. Ez azt jelenti, hogy felületükön negatív és pozitív töltésfelülettel rendelkező kémiai anyagokat is képesek megkötni. Ennek következtében a humuszanyagok nagy pufferképességgel rendelkeznek, mivel képesek arra, hogy a talajt érő savas- illetve lúgos hatásokat kompenzálják. A humuszanyagok másik fontos tulajdonsága, hogy alkalmasak kelátok képzésére, vagyis arra, hogy felületükön nagy erővel kössenek meg kémiai anyagokat. Ennek a tulajdonságnak nagy szerep jut a toxikus nehézfémek és egyéb környezetszennyező anyagok megkötésében és semlegesítésében. Azt, hogy a humuszanyagok puffer- és kelátképző képessége mennyire hatékonyan érvényesül a talajban meghatározza, hogy a humusz milyen mennyiségben és minőségben van jelen az adott talajrétegben. A humuszanyagok környezetvédelmi szerepének értékelésére Hargitai (1987) professzor több mutatót is kidolgozott.

A Q érték a humuszminőséget kifejező érték. Meghatározása azon alapszik, hogy egy talajminta humuszanyagait kétféle oldószerrel NaF-al és NaOH-al oldják ki (a NaF-ban a humifikáltabb, a NaOH-ban pedig a nyersebb szerves anyagok oldódnak ki). Ezt követően a két extraktum fényáteresztő képességét fotométerrel mérjük. A NaF-os és NaOH-os kivonat fényelnyelési értékeit egymáshoz viszonyítva kapjuk meg a humuszminőséget jellemző Q értékszámot. Ha a $Q > 1$, azt jelenti, hogy a jó minőségű humuszanyagok vannak túlsúlyban, ha $Q < 1$ a nyers humuszanyagok túlsúlya érvényesül.

A Hargitai által bevezetett K érték az ún. humuszstabilitási koefficiens, értékét úgy kapjuk meg, ha a Q értéket osztjuk a talaj összes szervesanyag-tartalmával.

$$Q = E_{\text{NaF}} / E_{\text{NaOH}} \quad K = Q/H$$

2.2.1 A nitrogén szerepe

A szén, az oxigén, a hidrogén és a nitrogén az a négy elem, amelyek kiemelkedő jelentőségűek a földi élet szempontjából. E négy elem arányának hidro-, geo-, bio- és atmoszféra közötti megoszlása a biztosítéka a földi élet fennmaradásának (Németh, 1996). Bár a levegő 80%-át nitrogén alkotja, ez a mennyiség a Föld összes nitrogénkészletének mindössze 2%-át adja. A fennmaradó 98% a Föld szilárd kérgében és a talajokban található, ez a nitrogéntartalom is a

légkörben lévő elemi nitrogén megkötéséből származik és túlnyomórészt a talaj szervesanyagaihoz kötötten van jelen (Győri, 1984).

A legtöbb művelés alatt álló talaj a felszíni talajrétegben 0,06-0,3% nitrogént tartalmaz. A művelés hatására változik a talaj nitrogén-formáinak megoszlása, ez azt jelenti, hogy a művelt talajokban megnő a hidrolizálható nitrogén-tartalom, míg lecsökken az aminosavak formájában jelenlévő nitrogén mennyisége (Stevenson, 1982).

A nitrogén esszenciális növényi tápanyag. A fehérjék és egyéb létfontosságú anyagok (klorofill, vitaminok) építőköve. Mint az egyik legfontosabb tápelem elsősorban a növények vegetatív fejlődésére és a termésmennyiség- és minőség alakulására van hatással.

Ha nincs kellő mennyiségű nitrogén a talajban sárgulás, azaz klorózis következik be, Black (1957) szerint azért, mert a nitrogén hiányára az aminosav és nukleoproteid-szintézis mellett a klorofill-szintézis reagál a legérzékenyebben. Allison (1965) megállapította, hogy a fiatal növényi részekben felhalmozódó nitrogén a növény generatív fejlődési szakaszában átvándorol a virágba és a termésbe még optimális nitrogén-ellátottság esetén is. Ezért a nitrogénhiány először mindig az idősebb leveleken jelentkezik. Nitrogén hiányában a növények fejlődésükben visszamaradnak és romlik a termésminőség is (Patócs, 1989).

Természetesen nemcsak a nitrogénhiány okoz problémákat ugyanilyen káros, ha a tápelem a kelleténél nagyobb mértékben van jelen. A nitrogénbőség a növényeknél laza, dús szöveteket és buja növekedést eredményez. Ez azért kedvezőtlen, mert a hatására eltolódik bizonyos élettani folyamatok egyensúlya. Nem képződik elég szénhidrát, így a növények fagyérzékenysége megnő, ellenállóságuk csökken a kórokozókval és kártevőkkel szemben. Ugyancsak negatívan befolyásolja a nitrogén túlsúlya a termés beltartalmi értékeinek alakulását és eltarthatóságát.

2.2.2 A talaj nitrogénforgalma és a nitrogénfelvétel mechanizmusa a növényekben

A Föld nitrogén készletének 98%-a kőzetekben és ásványokban fordul elő, túlnyomórészt fémnitritek és agyagásványokban kötött ammónia formájában. Az elsődleges magmatikus kőzetek az össznitrogén 97,8%-át tartalmazzák kötött formában (Kádár, 1992).

A talaj összes nitrogéntartalmának közel 50 %-a amino-nitrogén, aminocukrok illetve NH_4^+ -ionok formájában van jelen a talaj felső rétegében. A szerves nitrogén-formák közül legkönnyebben az amino-nitrogén és az aminocukrok képesek mineralizálódni, megfigyelhető, hogy a talajok öregedésével ennek a két nitrogén-formának a mennyisége folyamatosan csökken (Mengel, 1996). Az összes nitrogéntartalom fennmaradó másik 50 %-át túlnyomórészt purin és pirimidin eredetű heterociklusos nitrogén és egyéb ezidáig azonosítatlan nitrogén-formák alkotják. Ezek az aromás vegyületek főleg szerves, elsősorban növényi maradványok formájában

kerülnek a talajba és ott a szervesanyagok átalakulási folyamatai közben a humin- és fulvósavak molekulavázának alkotórészeivé válnak. Mivel a kémiai és biológiai átalakulásoknak az aromás gyűrűk állnak ellen a legjobban a talajokban lassan, de folyamatosan növekszik a heterociklusos nitrogén mennyisége.

A talajban szervesen megkötött nitrogént a növények nem tudják közvetlenül felvenni, a szerves nitrogén mineralizációs folyamatok során alakul szervetlen, a növények számára hasznosítható formákká. A termesztési ciklus alatt is folyamatos a szerves nitrogén-formák ásványosodása, aminek következtében jelentős mennyiségben keletkezhetnek olyan könnyen felvehető nitrogén-formák, amelyek fontos szerepet játszanak a termesztett növények tápanyag-ellátásában (Thicke et al., 1993).

A mineralizáció egy sor enzimatikus folyamatból áll, amelyhez a talajban élő mikroszervezetek szolgáltatják az enzimeket, az elhalt mikrobák testének anyaga pedig a tápanyagokat (Jenkinson & Ladd, 1981). A növény számára a felvehető nitrogén mennyiségét a szervesanyagok mineralizációjának mértéke szabja meg. A mineralizáció intenzitását számos tényező befolyásolja, ezek közül leglényegesebbek a szerves maradványok C/N aránya, a talaj mechanikai összetétele valamint a külső környezeti tényezők. A szerves maradványok nitrogéntartalma sohasem ásványosodik teljes mértékben, mivel a lebontást végző mikroszervezetek is igényelnek nitrogént saját testfehérjéik felépítéséhez valamint szerves nitrogént és szén-tartalmazó vegyületeket életfolyamataik energiaszükségleteinek fedezésére. A mikroszervezetek ezekhez a folyamatokhoz főleg aminosavakat és NH_3 -t hasznosítanak (Mengel, 1996). Ha a talajban lévő szerves maradványok tág C/N aránnyal rendelkeznek, a mikroszervezetek környezetükből vonnak el nitrogént mineralizációs tevékenységük folytatásához. Így az is előfordulhat, hogy nitrogén műtrágyázást követően a növény növekedése átmenetileg visszaesik, mivel a termesztett növény és a talajban élő mikroszervezetek versenyeznek a felvehető szervetlen nitrogén-formákért (Azam et al., 1990). A talaj mechanikai összetétele azért lényeges, mert a mineralizációban alapvető szerepet játszó peptidek és proteinek a talajban lévő humuszhoz és agyagásványokhoz kötődnek, az adszorbeált peptidek ellenállnak az enzimek átalakító tevékenységének, ezzel a mineralizációt lassítják (Loll & Bollag, 1983). Ezek alapján elmondható, hogy a homoktalajokban játszódna le leggyorsabban az ásványosodási folyamatok, ugyanakkor az agyagosabb talajok nagyobb potenciálisan mineralizálható tartalék nitrogénkészlettel rendelkeznek és kisebb a nitrogén kimosódásának esélye. A külső környezeti tényezők (a talaj kémhatása, hőmérséklete és nedvességtartalma) azért lényegesek, mert a mineralizációt végző mikroszervezetek tevékenységét és az általuk kibocsátott enzimek aktivitását befolyásolják.

A mineralizáció során először a felaprózódott szervesanyagból a fehérjemolekulák formájában kötött nitrogén aminosavvá és aminokká bomlik (Németh, 1996). Majd az ammonifikáció során a talajban lévő amino-nitrogén forma mikroorganizmusok révén ammóniummá alakul.

Kedvező (aerob) körülmények között a kemoautotróf *Nitrosomonas* spp. és *Nitrobacter* spp. baktériumok az NH_4^+ -ionokat gyorsan NO_2^- majd NO_3^- ionokká alakítják. Ez a folyamat a nitrifikáció, amely során a baktériumok szénét építik be a szervezetükbe. A folyamat csak oxigén jelenlétében játszódhat le. Ha a talajban anaerob viszonyok uralkodnak akkor nitrátredukció vagy denitrifikáció következik be, amely nitrogén veszteséget idéz elő (Forró, 1984). A denitrifikáció során a NO_3^- -ből gőzalakú nitrogén formák, vegyületek keletkeznek oxigén jelenlétében. A nitrátredukció kémiai denitrifikációt jelent, amely során kémiai reakciók folyamán redukálódik a NO_3^- (Németh, 1996).

A növények számára közvetlenül felvehető formák az ásványi nitrogén-formák, az ammónium és a nitrát. Az ammónium főleg ionos formában fordul elő a talajban nagyobb részben a háromrétegű agyagásványok rétegei között illetve csekélyebb mennyiségben az agyagásványok felületén adszorbeálódva. A nitrátok döntően oldott állapotban vannak jelen a talajban mivel a NO_3^- ion különleges tulajdonsága, hogy szinte minden kémiai elemmel vízzel oldható sókat képez (Buzás, 1987)

A nitrogén elsőrendű tápelem, nélkülözhetetlen a fotoszintézishez, befolyásolja a növények vegetatív növekedését a termésmennyiséget- és minőséget.

Aerob körülmények között a nitrifikáló baktériumok a talajban lévő NH_4^+ -ionokat átalakítják NO_3^- -ionokká. Azaz a redukált nitrogén formát oxidált formává, amely forma a táplálkozás szempontjából minden növény számára elsőrendű. Anaerob viszonyok között az NH_4^+ -ionok maradnak túlsúlyban. Növényfajonként változik, hogy a NO_3^- vagy NH_4^+ -ionokból származó nitrogén szolgál-e fő táplálékul az adott növény számára. Meghatározóak azonban a talajviszonyok is, amelyekhez a növények alkalmazkodni kényszerülnek. /Ha NO_3^- és NH_4^+ -ionok is jelen vannak a legtöbb növény szívesebben veszi fel a NO_3^- -ionokat, de ha kevés a NO_3^- -ion az NH_4^+ -ionokat is felveszik./

A tápanyagok felvétele a gyökereken keresztül történik. A folyadék formájában oldott tápanyagok aktív transzporttal jutnak be a gyökér endodermiszeinek sejtjeibe a sejtek közötti plazmaszálakon. A tápanyagfelvétel következtében a gyökér körül tápanyagban elszegényedett zóna alakul ki, ahová diffúzió révén újra eljutnak a tápelemek (Füleky, 1999).

Normális nitrogén-ellátottság mellett a növény által felvett ásványi nitrogén-formák szerves nitrogén-formákká, így aminosavakká, nukleinsavakká, enzimekké, peptidekké és proteinekké alakulnak át, a nitrogén átalakulás fő folyamata a citoplazma hidrolízise közben történik (Hargitai & Vass, 1976).

2.2.3 A kálium jelentősége

A talaj és a növény megfelelő kálium-ellátottsága a zöldségnövények esetében több szempontból is fontos. A növények optimális kálium-ellátottsága esetén zavartalanul mennek végbe a növények anyagcsere folyamatai, ezáltal hozzájárulnak a magas termésátlagok eléréséhez. A megfelelő kálium-ellátottság jelentősen javítja a termesztett növények fagyűrő-, szárazságtűrő képességét és a betegségekkel szembeni ellenállóképességét, fokozza a fotoszintézis és egyes enzimek reakciók intenzitását. Mindezekon túl a különböző mikroelemekkel együtt a kálium a felelős a termések minőségi tulajdonságait és élvezeti értékét meghatározó íz-, szín- és zamatanyagok kialakításáért (Terbe et al., 1999).

A kertészeti kultúráknál a zöldségnövények magas káliumigénye miatt gyakran fordul elő káliumhiány. A kálium kismértékű hiánya a termésminőség és a növények ellenállóképességének romlását okozza. Tartós hiány esetén a növények növekedésükben visszamaradnak, leveleik klorotikussá később nekrotikussá válnak (Terbe in Balázs, 2000). A növények a termésképződés időszakában igénylik a legtöbb káliumot. Somos (1965) azt javasolja, hogy a koraiság és a nagyobb terméshozam érdekében a tenyészidő elején aránylag kevesebb káliumot kapjanak a növények mint a tenyészidőszak második felében.

A természetes talajokban lévő kálium döntő mennyiségben, mintegy 99%-ban szervetlen kötési formában található. Jelentős kálium-forrást képviselnek a szilárd földkéregben előforduló földpátok, amelyekből mállás során folyamatosan szabadul fel kálium, amely a növények számára hasznosítható. A földpátokból másodlagosan agyagásványok képződnek, az agyagásványok minőségi tulajdonságai pedig nagyban befolyásolják a talajok vízgazdálkodását és kálium-szolgáltató képességét (Balogh & Tóthné, 2000).

2.2.4 A foszfor jelentősége

A foszfor esszenciális makroelem, a növényekben főként foszfatidák, nukleinsavak, nukleoproteidok, fitin és cukorfoszfátok formájában fordul elő (Almássy et al., 1977). A tápelem és vegyületei nélkülözhetetlen szerepet töltenek be a fehérjék anyagcseréjénél, a kloroplasztizom felépítésénél, az enzimek szintézisének és a szénhidrátépítésénél (Harig, 1971).

Hatással vannak a növények vegetatív és generatív fejlődésére egyaránt. A növények már egészen fiatal koruktól igénylik a foszfort, különösen meghatározó a növények foszforral való ellátottsága a palánták minőségi tulajdonságainak alakulására (Kappel et al., 2003). A foszforral megfelelően ellátott növény gyökérzete fejlettebb, ebből adódóan jobb a víz- és

tápanyagellátottsága és a vízgazdálkodása. A palántakorban fellépő foszfor-hiány főleg a tözezes földkeverékekben nevelt palántákat veszélyezteti, mivel a magas szervesanyag-tartalmú tőzeg jelentős mennyiségű foszfort köt meg (Terbe in Balázs, 2000). A növények foszforigénye a reproduktív fázisba történő átlépéskor újra megnő, ebben az időszakban jellemzően a virágzást és a terméskötődést fokozza.

Bergman (1979) szerint a foszfor-hiány tünete kevésbé jellegzetes, nehezen felismerhető. A foszfor hiányos növények gyengébb növekedésűek, leveleik eleinte kékeszöldek majd a fokozott antociánképződés következtében lilásvörös, bíbor színűek. Tartós foszfor-hiány esetén a növény apró, deformált virágokat hoz és jelentősen csökken a termés mennyisége és minősége. A túlzott foszfortrágyázás különösen a magas pH-jú talajokban és közegekben a létfontosságú mikroelemek (vas, cink, bór, réz, mangán és kalcium) hiányát válthatja ki.

A természetes állapotú talajokban lévő foszfor túlnyomóan az ásványi apatitot tartalmazó kőzetek aprózódási és mállási folyamatai során kerül a talajba. A talajokban kémiai és biológiai folyamatok hatására alakul kalcium- vas és alumínium-foszfátokká, vas- és alumínium hidroxidokká illetve szerves foszforvegyületekké (Stefanovits, 1992). A növények közvetlenül a szervesetlen és az egyszerűbb szerves foszfor-formákat tudják hasznosítani. A talajokban lévő foszfor nagyjából 30-60 %-ban szerves kötésben fordul elő, a talaj szerves anyagaiban a foszfor a második legnagyobb mennyiségben előforduló tápelem, amely a talajokban lejátszódó mineralizációs folyamatok során válik felvehetővé a növények számára. Vagyis a talajok foszforral való ellátottságát nem az összes foszfortartalom, hanem a különböző oldékonyságú foszforfrakciók egymáshoz viszonyított aránya adja meg.

2.3 Az intenzív termesztési rendszerek megjelenése és a talaj nélküli termesztés térhódítása

A növényházi termesztésben elsődleges cél a gazdaságosság, ezért a termesztők folyamatosan arra törekednek, hogy a rendelkezésre álló kis termesztőfelületeken minél nagyobb termésátlagokat érjenek el. A kertészeti termesztés a XX. század elejétől egyre intenzívebbé vált, ugrásszerűen megnövekedett a különböző műtrágyák és növényvédőszer felhasznált mennyisége és terjedt a gépesítés (Széky, 1979). Az intenzív termesztési körülmények terjedésének néhány éven belül komoly következményei lettek. A növényházak talajainak fokozott igénybevétele néhány év alatt a talajok leromlását okozta. A talajállapot leromlása megnyilvánult a talajszerkezet romlásában, amit egyrészt a gyakori műtrágyázásból illetve tápoldatozásból eredő sófelhalmozódás okozott, másrészt pedig a rendszeres öntözés és taposás következtében tömörödött, levegőtlené vált a talaj. A monokultúrás termesztés további

hátrányaként a talajlakó kórokozók és kártevők túlzott mérvű felszaporodásával kellett szembenézni. Mindezek következtében a termesztők számára évről-évre egyre nehezebb feladat volt a fennmaradásukhoz szükséges bevételek megteremtése. Az előbb felsorolt nehézségek azonban mind kiküszöbölhetőek voltak a talaj nélküli, izolált termesztéssel, amely technológia azt jelentette, hogy a termesztőközeget különféle módszerekkel elszigetelték a növényházak talajaitól. Ennek a technológiai újításnak a bevezetése számos előnnyel járt, aminek köszönhetően hamar népszerűvé vált a termesztők körében.

A talaj nélküli termesztéstechnológiák legfontosabb előnyei:

- nem igényel termőtalajt, az alkalmazott közeg gyakorlatilag steril
- elmaradnak a talajápolással kapcsolatos munkák
- nem kell számolni a talajon keresztül terjedő kórokozókcal és kártevőkkel
- a gyökér és környezete számára optimális hőmérséklet, víz- és tápanyag-ellátottság biztosítható
- a víz- és tápanyag-adagolás jól automatizálható
- korábbi érést, jobb termésminőséget és nagyobb termés mennyiséget eredményez
- az előállított termék mentes a káros anyagoktól
- csökkenthető az emberi tényező szerepe

Természetesen az előnyök mellett a hátrányos tulajdonságokat is meg kell említeni:

- a gyakorlati megvalósítás többletberuházást igényel
- a technológia megvalósítása rendkívül nagy fegyelmet kíván
- speciális szakértelmet igényel
- jól kiépített szaktanácsadó és szervíz hálózatot igényel
- költséges az elhasznált gyökérrögzítő közegek környezetkímélő megsemmisítése (Balázs, 2000)

A talaj nélküli termesztésben a termesztés sikerességét alapvetően meghatározza, hogy milyen anyag helyettesíti a természetes állapotú talajokat. Az már régóta ismert tény, hogy mindenféle növény termeszthető olyan talajt helyettesítő közegben, ahol biztosított az optimális tápanyag összetétel és koncentráció, a gyökérszövet oxigénellátása valamint a megfelelő környezeti feltételek. Az igazán jó mesterséges talajnak vagy földkeveréknek azonban mindig többkomponensűnek kell lennie, mivel így nagyobb a szabályozó képessége és a gyökér támasztásán kívül több talajfunkciót képes átvállalni (Forró, 1998).

A mesterséges talajokkal és termesztőközegekkel szemben támasztott követelmények a következők (Hargitai & Nagy, 1971):

- tartós, stabil szerkezet, jó víztartó tulajdonság

- jól tűrje a gyakori öntözést, tápoldatozást, ne iszapoldjon el
- megfelelő vízvezetőképesség
- optimális oxigén ellátás a gyökerek számára
- steril, fertőzésmentes, kórokozóktól és kártevőktől mentes közeg
- indifferens, kémiaiilag inaktív – káros anyagokat ne halmozzon fel
- jó adszorpciós-képesség
- jó pufferképesség
- megfelelő pH, tápanyag szolgáltatás (növényenként különböző)
- könnyű legyen

Az előbbiekben felsorolt tulajdonságok figyelembevételével a következő termesztési közegek alkalmazása jöhet számításba a kertészeti növények termesztése során (Baudoin et al, 1990):

1. Természetes, szerves anyagok
 - tőzeg
 - fakéreg, faforgács, fűrészpor, szalma, kókuszrost
 - komposztált szerves hulladékok
 - komposztált trágyaféleségek
2. Természetes, szervesetlen anyagok
 - homok, kavics, kőzusalék
 - perlit, vermikulit, bentonit, zeolit
 - kerámiakavicsok, kohósalak
 - kőgyapot
3. Szintetikus műanyagok
 - különböző karbamid, formaldehid habok
 - polystiroltűk

A kertészeti termesztés számára a fent felsorolt közegek közül sajátos fizikai és kémiai tulajdonságai révén a tőzeg rendelkezik a legnagyobb jelentőséggel. Így nem véletlen, hogy az iparilag gyártott földkeverékek fő alapanyaga mindmáig a tőzeg. Az intenzív bányászati tevékenység következtében azonban a világ tőzegkészletei jelentősen megcsappantak. Ez azt is jelenti, hogy az elkövetkező évtizedekben a tőzeg még korlátozottabban lesz elérhető a kertészeti termesztés számára. Ennek okán az utóbbi évtizedekben megkezdődött a kutatás olyan anyagok után, amelyek a tőzegekhez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek és alkalmasak lennének a tőzeg termesztőközegként történő kiváltására részben vagy egészben. Így az utóbbi évtizedekben jelentősen megnőtt a termesztésben a szervesetlen és mesterségesen előállított termesztőközegek részesedése. A legújabb elgondolások szerint pedig a tőzeghelyettesítés

céljára elsődlegesen a mezőgazdaságban, a háztartásokban valamint az élelmiszeripar illetve az erdészet területén keletkező, biológiailag lebomló melléktermékek jöhetnek számításba. Mivel ezek az anyagok évről-évre nagy tömegben keletkeznek, viszonylag olcsók és ha sikerülne őket elhelyezni a kertészeti termesztésben, megoldódna ezen szerves hulladékok elhelyezésének problémája is.

Doktori munkám következő részeiben a fent felsorolt közegekről még bővebben lesz szó, részletes jellemzésükre és gyakorlati jelentőségükre akkor fogok kitérni.

2.4 A mesterséges közegek talajtani tulajdonságainak és tápanyagdinamikájának alakulása intenzív termesztési körülmények között

A talaj mint szerves és szerves összetevőkből álló komplex rendszer egyidejűleg több funkcióval is rendelkezik, biztosítja a növények víz-, levegő- és tápanyagellátását, emellett pedig szilárd támaszt biztosít a gyökérzet számára. A talajt helyettesítő termesztési közegek egykomponensűek (csak szerves vagy csak szerves anyagot tartalmaznak), a talajnak egy funkcióját képesek átvállalni, a gyökér támasztását miközben a növény vízzel és tápanyaggal történő ellátása az ember által irányított. Az egykomponensű közegek tápanyagokkal kiegészítve sem elég összetettek, szabályozókéességük is kicsi. Sokkal hatékonyabban használhatóak a szerves és szerves anyagokat is tartalmazó földkeverékek, bár intenzív körülmények között ezektől sem várható el a harmónikus tápanyagellátás (Forró, 1999).

Akkor jó a mesterséges talaj, ha szerkezete tartós, valamint nagyobb fokú polidiszperzitás és a finom kolloid méretű szemcsék jelenléte a jellemző, amely nagyobb fokú tápanyag- és vízmegkötést tesz lehetővé. A fizikai tulajdonságok közül fontos szerepe van a megfelelő porozitásnak, ez teremti meg a növény és a mikroorganizmusok számára a közegben a megfelelő víz-levegő arányt. A redukciós és oxidációs viszonyok szabályozásán keresztül pedig szabályozza az egyes tápelemek megkötődését és oldódását (Terbe, 1997).

Tőzeghelyettesítő anyagokkal végzett termesztési kísérletek során több kutatócsoport is arra a megállapításra jutott, hogy a leggyakrabban alkalmazott szerves eredetű termesztőközegek (pl.: faforgács, farost, fakéreg, kókuszrost) a hosszú tenyészidejű termesztésben jelentősen veszítenek szerkezeti stabilitásukból és ezért hátrányosan befolyásolják a termesztett növények fejlődését. A fenti szerves közegek szerkezeti romlásának első jelei kilenc hónap elteltével jelentkeztek, amikor a nem tőzeges anyagokhoz tőzeget is keverték jelentősen lelassult a szerves anyagok lebomlásának sebessége (Prasad & Maher, 2003). A kutatók szerint ez azzal magyarázható, hogy a tőzegben nagyobb arányban van jelen a bomlási folyamatoknak legjobban ellenálló lignin, míg a faforgács, a farost, a fakéreg és kókuszrost több cellulózt tartalmaz

(Carlile, 2003). A tőzeget nem tartalmazó anyagok gyorsabb bomlása azzal is magyarázható, hogy ezekben a közegekben magasabb mikrobiológiai aktivitás volt mérhető mint a tőzegekben (Dickinson & Carlile, 1995). Egyes vélemények szerint a szervesetlen eredetű tőzeghelyettesítők éppen a hosszú tenyészidejű kertészeti kultúrák (pl.: faiskolai termesztés) földkeverékeiben nélkülözhetetlenek. Ezen földkeverékek szerves alkotórészei is a vegetációs periódusban különböző fokú bomláson mennek keresztül, ugyanakkor az ásványi összetevők jelenléte biztosítja a szerkezeti stabilitás megőrzését (Bilderback et al., 2005).

Intenzív termesztési körülmények között fokozott kémiai terhelés éri a talajokat, a talajok ellenállóképességét humuszanyagaik mennyiségi és minőségi tulajdonságai határozzák meg, azaz a talajok humuszállapota. A káros hatásoknak legjobban a magas humusztartalmú és stabil szerkezetű humuszanyagokat tartalmazó talajok állnak ellen (Hargitai, 1980), vagyis a talajok sószintje és szervesanyag-tartalma között összefüggés van. Magas szervesanyag-tartalommal rendelkező talajokban magasabb sótartalom lehetséges káros következmények nélkül, mivel a szervesanyagok tompítják a káros sóhatást (Horinka, 1997). A talajokban jelen lévő szervesanyagok a közeg víz- és tápanyagmegkötő képességét is fokozzák (Kappel et al., 2003). A szerves anyagok a vegetációs periódus folyamán bomlanak és mineralizációjuk révén folyamatosan tápanyagokat szolgáltatnak. Termesztési körülmények között eltolódik a mineralizációs és humifikációs folyamatok aránya. Míg a természetes állapotú talajok talajviszonyai a humifikációnak kedveznek, a művelt talajokban a mineralizáció gyorsul fel. Növényházi körülmények között az is előfordulhat, hogy miközben a növény nitrogén felvétele csökken az oldható nitrogén tartalom megnő (Forró, 2004).

Az ásványi talajok vázanyagát a szilikátok ásványai adják, a kisebb hányadban jelenlévő egyéb ásvány (foszfátok, haloidok, szulfátok, karbonátok stb.) mállásuk közben szervesetlen formában tápanyagokat biztosít a növények számára. A változatos elemi- és ásványi összetétel a természetes állapotú talajokban eleve magában hordozza a harmonikus tápanyagellátás lehetőségét. A növényházi izolált termesztési rendszerekben a tápanyagforgalom korlátozott. A speciális körülmények miatt akadályozott a tápanyagok érvényesülése és ez csak részben függ az ültető közeg tulajdonságaitól és a benne lévő tápanyagok koncentrációjától, befolyásolja a termesztési technológia, a termesztő berendezések, a magas páratartalom és az ionok közötti kölcsönhatások.

Növényházi termesztésben a termesztőközegeknek a növény számára szükséges tápanyagmennyiséget kell biztosítaniuk, termesztési körülmények között nem számolhatunk a környező talajrétegek vagy az altalaj tápanyag-utánpótló hatásával. A sóérzékeny növényeknél azonban az egyszerre adagolt nagy tápanyagmennyiség könnyen oldható formában inkább károsan befolyásolja a növények fejlődését. A legtöbb növény ugyanis folyamatosan igényli a

tápanyagok felvehetőségét, így a földkeverékek azon alkotói a legértékesebbek, amelyek folyamatos és lassan ható tápanyag utánpótlásként szolgálnak (Hargitai, 1970). Ebből a szempontból kedvező hatásúak a különböző szerves anyagok, köztük a tőzeg. A tőzeghuminsavak nitrogén-szolgáltató képessége mintegy 50-szerese a legjobb minőségű csernozjom talajok nitrogén-szolgáltató képességének (Hargitai, 1978). A folyamatos nitrogén lehasadás közben elősegíti az egyéb tápanyagok és az adagolt műtrágyák oldódását is (Forró, 1998). Ez a folyamat kölcsönös, mert ha a tőzeghez műtrágyát adagolunk az nemcsak a hidrolizálható nitrogén tartalom növekedésével fog járni, de a tőzeg kötöttebb nitrogénformáinak mobilizálódására is pozitív hatással lesz (Vass, 1989). Magas szervesanyag tartalmú közegekben a nitrogén műtrágyázás hatására nagyobb arányban nő meg a könnyen felvehető nitrogén mennyisége mint az összes nitrogén tartalom (Vass, 1978).

Növényházi termesztésben sokszor gondot okoz a hajtatóberendezések légterének magas (közel 90%-os) páratartalma valamint nagy szervesanyag tartalmú közegeknél a gyakori öntözések következtében kialakuló anaerob talajviszonyok. Magas páratartalom mellett a növények alig párologtatnak s ezért a passzív tápanyagfelvétellel mozgó ionok mint a Ca^{2+} kisebb arányban jutnak be a növénybe. A Ca tápelem hiánya a paprika terméséin a csúcsrothadás tüneteinek megjelenésével jár, amely tünet jelentősen rontja a termésminőséget. A páratartalom hatékony szellőztetéssel, árnyékolással illetve talajtakarással csökkenthető. Oxigén hiányos körülmények között jelentősen csökken a gyökereken keresztül történő tápanyagfelvétel intenzitása, először a foszfor, a nitrát-nitrogén és a kálium felvétel esik vissza, később azonban a passzív felvétellel mozgó kalcium és magnézium felvétele is visszaeshet (Morard & Silvestre, 1996). A talajban uralkodó anaerob viszonyok a nitrogén mineralizációját is gátolják, az anaerob bakteriális folyamatok következtében denitrifikáció és nitrátredukció következik be. Ha csökken a felvehető nitrogén mennyisége csökkenő termésátlagokkal és a termés elaprózódásával kell számolni (Forró, 1984). Intenzív termesztési körülmények között a tápanyagok felvehetőségének és dinamikájának alakulásában tehát lényeges szerep jut a klimatikus tényezők alakulásának és a termesztőberendezés technikai tulajdonságainak is.

2.5 A szerves eredetű termesztőközegek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben

A tőzeg

A tőzeg a lápi növényzet levegőtlen körülmények között történő elbomlásával keletkezik. A Föld legjelentősebb láp- és tőzegterületei a mérsékelt és a hideg övben fordulnak elő. A kertészeti felhasználás szempontjából értékes tőzégkészletek legjelentősebb részével Európában

Oroszország, Ukrajna és Belorusszia, Észak-Amerikában pedig Kanada és az Egyesült Államok középső és keleti tagállamai rendelkeznek (Dyal, 1968). Nemzetközi összehasonlításban Magyarország - az ország területéhez viszonyítva - jelentős tőzegterületekkel rendelkezik és a rendelkezésünkre álló tőzegvagyon nagy része kertészeti felhasználásra is alkalmas. Az 1960-as évektől Hargitai László és munkatársai ismerték fel a tőzegkutatás jelentőségét és végeztek olyan kutatásokat, amelyek megalapozták a hazai tőzegkészlet racionális felhasználásának létrejöttét.

1. Táblázat. A világ tőzegterületeinek megoszlása (Robinson-Lamb nyomán, 1975.)

Ország	Terület nagysága (ha)	Ország	Az ország területének %-a
Volt Szovjetunió	71 500 000	Finnország	32,0
Kanada	10 000 000	Írország	17,0
Finnország	10 000 000	Svédország	15,5
USA	7 500 000	Izland	9,7
Svédország	5 500 000	Norvégia	9,2
Norvégia	3 000 000	Nagy-Britannia	6,6
Németország	1 614 000	Lengyelország	4,8
Nagy-Britannia	1 582 000	Németország	4,5
Lengyelország	1 500 000	Kuba	3,9
Indonézia	1 466 000	Volt Szovjetunió	3,2
Írország	1 200 000	Dánia	2,3
Izland	1 000 000	Indonézia	2,1
Kuba	450 000	Új-Zéland	1,5
Japán	200 000	Magyarország	1,1
Új-Zéland	167 000	USA	1,0
Olaszország	120 000	Kanada	1,0
Magyarország	100 000	Japán	0,6
Dánia	100 000	Olaszország	0,4

A tőzegek számos olyan előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek alapján kertészeti növényeink felneveléséhez szükséges termeszőközégként alkalmazhatóak. Kémiai tulajdonságaikat a tőzegképződés alapanyagául szolgáló növények eredete, összetétele és minősége, fizikai tulajdonságaikat pedig e növények lebomlási foka határozza meg leginkább.

A tőzegekre általánosan jellemző, hogy térfogattömegük kicsi, 85-90%-os pórustérfogattal rendelkeznek az ásványi talajokra jellemző 50-70%-kal szemben (Puustjarvi & Robertson in Robinson & Lamb, 1975). Ez azt is jelenti, hogy a tőzegek lazább, levegősebb szerkezetűek mint az ásványi talajok. Ez a tulajdonság előnyt jelent a magvetés és a későbbi növénynevelés szempontjából egyaránt, ugyanis a csírázás csak oxigén jelenlétében következik be, hajtásban pedig a gyökerek megnövekedett oxigénigényét kell biztosítani. Rendkívül nagy víztartóképesseggel rendelkeznek, a rostos szerkezetű tőzegek saját súlyuk 15-20-szorosát

képesek vízből megkötni, de a bomlottabb szerkezetű tőzegeknél is 4-8-szoros ez az arány. Hátrányos tulajdonságként kell megemlíteni azonban, hogy a humifikálódottabb tőzegek kiszáradás után nehezen vagy egyáltalán nem nedvesíthetők újra. Ez a tulajdonság abból adódik, hogy száraz környezetben a tőzegek legfőbb kolloidjai, a humuszsavak annyira összezsugorodnak, hogy elveszítik eredeti víz- és tápanyagmegkötő képességüket (Puustjarvi & Robertson in Robinson & Lamb, 1975).

A tőzegek magas szervesanyagtartalommal rendelkeznek, a szervesanyagok közül legértékesebbek a humuszanyagok. A növények testét felépítő kémiai anyagok közül a lebomlásnak leginkább ellenálló lignin és cellulóz jelentik a humuszvegyületek képződésének alapanyagait. A humusz jelenléte biztosítja a kedvező szerkezetet és hőgazdálkodást, a tápanyagok folyamatos dinamikáját és felvehetőségét. Ugyanakkor adszorpciós- és pufferképessége révén leköti a feleslegben adagolt tápanyag mennyiségeket és a növényi fejlődés szempontjából káros hatású nehézfémek ionjait. Alapjában véve a tőzegek alacsony tápanyagtartalommal rendelkeznek, a tápanyagban gazdagabb síkláp tőzegek is elsősorban nitrogén tartalmuk miatt értékesek. Nem elhanyagolható azonban az sem, hogy milyen az egyes nitrogénformák megoszlásának aránya. Gyakorlati felhasználás szempontjából azok a tőzegek az értékesek, amelyeknél az összes nitrogéntartalomhoz képest nagy a hidrolizálható (könnyen felvehető) nitrogén mennyisége (Hargitai, 1989).

A növényházi természetésre alkalmas tőzegek két csoportját különíthetjük el felláp- és síkláp tőzegeket. Hazánk éghajlati adottságai a síkláp tőzegek kialakulásának kedveznek. Itt a tőzégképződés alapanyagait a sás, nád és gyékény szolgáltatja, ezek a növényfajok növekedésükhöz az ásványi altalajból szerezték a tápanyagot, így a belőlük képződött tőzeg ásványi tápanyagokban, főleg nitrogénben gazdag. Az óceáni hatás alatt álló északi mérsékelt övben és a hideg övben a felláp tőzegek előfordulása jellemző. Itt a tőzégképződés alapanyagát túlnyomórészt a Sphagnum tőzegmohafajok adják, amelyek a csapadékvízből H^+ -ionokra cserélt kationokkal táplálkoznak. Ilyen erősen savas környezetben erősen lecsökken a lebontást végző mikroszervezetek létszáma és kevésbé humifikált, rostos szerkezetű tőzeg képződik (Forró, 1997).

Látható, hogy e kétféle tőzegnél teljesen eltérőek a tőzégképződés körülményei, ebből adódóan a síkláp- és felláp tőzegek tulajdonságaiban és felhasználhatóságában is jelentős különbségek vannak. Kertészeti szempontból tökéletesebbek a felláptőzegek, ezért nagyobb arányban ezt a típust használják. A felláp tőzegek szerkezete rostos és rugalmas, kémhatásuk erősen savanyú. A savanyú kémhatás fontos jellemző, mivel az ilyen tőzegekből meszezéssel bármilyen pH-értékű közeg előállítható, míg a bázikus tőzegeknél gyakran fordulnak elő mikroelem ellátási zavarok (Hargitai, 1977). Vízretartóképességük kiváló, kiszáradás után is jól nedvesíthetők. Növényi

tápanyagokat alig tartalmaznak (Terbe, 1997). Ezzel szemben a síkláp tőzegek szerkezete humifikáltabb, rugalmasságát nem tartja meg. Öntözés hatására hamar eliszapolódnak, száradás után nehezen nedvesíthetőek újra. Kémhatásuk gyengén savanyútól a gyengén bázikusig változhat, nitrogént tartalmaznak. A zöldségajtatásban többnyire felláp tőzeggel keverten használják. Hazai különlegességnek számít a felláp- és síkláp tőzegek előnyös tulajdonságait magában hordozó, átmeneti típusba sorolható hansági tőzeg. Ez a tőzegtípus a felláp tőzegről jellemző rostos, stabil szerkezettel rendelkezik, kémhatása erősen savanyú ugyanakkor kiváló a nitrogénellátó képessége (Hargitai, 1967).

Véleményem szerint a felláp tőzegek a magvetés időszakában előnyösebben használhatóak mint a síkláp tőzegek, mivel lazább és levegősebb, de ugyanakkor szerkezetstabil anyagok. A későbbi növénynevelés szempontjából ugyanakkor célszerű a felláp tőzeget más szerves összetevőkkel (pl.: síkláp tőzeg, komposztok) keverten alkalmazni, így javul a természetközeli adszorpciós- és pufferképessége valamint növelhető a közeg tápanyagtartalma.

A tőzegbányászat következményei, a tőzegterületek védelme

Az 1940-es évektől világszerte ugrásszerűen megnőtt a tőzegbányászat üteme. A fokozott ipari kitermelés következtében a világ tőzegkészletei jelentősen megcsappantak. Németországban például a felláptőzeg készletek 15 év múlva, a síkláptőzeg készletek pedig 30 év múlva kimerülnek, ha a bányászat üteme nem csökken (Imre, 1997). A tőzegbányászat káros következményeként jelentkezik számos növény- és állatfaj eltűnése, a lápi élőhelyek megszűnése vagy elszigetelődése. Ez a folyamat azért káros, mert így nem következnek be a fajok el- illetve bevándorlása, amely a genetikai változékonyság fenntartója (Forró, 1990).

Az elmúlt években jelentősen szigorodtak a tőzegkitermelés feltételei, s a leányászott területek rekonstrukcióját is kötelező végrehajtani. A legtöbb rekonstrukciós program tartalmazza a tőzeg újraképződésének megkezdéséhez szükséges feltételek biztosítását, amit a terület újra vízzel történő elárasztásával lehet megvalósítani. Ez a feladat rengeteg munkával jár a drénezést meg kell szüntetni, a területet el kell egyengetni és gátakat kell emelni. A vízborítás hatására megindul a Sphagnum tőzegmoha fajok kolonizációja, a lápi területek érintetlenül maradt darabjai pedig „helyi” génforrásként szolgálnak ahhoz, hogy a különböző növény- és állatfajok a láp szomszédos részeit is újra benépesítsék (Farrell & Doyle, 2003). Új-Zélandon, ahol a bányászaton kívül a tűzvészek, a legeltetés és a taposás is veszélyezteti a tőzegterületek vegetációjának fennmaradását a bányászatra kijelölt parcellákat csak részben kb. egyharmad részig bányásszák le, majd a bányászat tovább vándorol, a leányászott területen pedig megkezdődik a helyreállítás (Whinam et al., 2003).

Bár az említett kísérletek bebizonyították, hogy a bányászati tevékenység felfüggesztésével, mesterségesen újra megteremthetőek a tőzegképződés feltételei, az újraképződés folyamata azonban rendkívül lassú. Ennek okán az utóbbi évtizedekben megkezdődött a kutatás olyan anyagok után, amelyek a tőzgekhez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek és alkalmasak lennének a tőzeg termesztőközegként történő kiváltására részben vagy teljesen. Erre a célra elsődlegesen a mezőgazdaságban, a háztartásokban valamint az élelmiszeripar illetve az erdészet területén keletkező melléktermékek jöhetnek számításba. Ezek az anyagok ugyanis folyamatosan, nagy mennyiségben keletkeznek és viszonylag olcsón hozzáférhetőek (Fischer, 1986, Remmers, 1989).

Fafeldolgozóipari melléktermékek (faforgács, fűrészpor, fakéreg)

A fakéreg, a faforgács, a fűrészpor a faipari tevékenység során hulladékanyagként keletkező melléktermékek. A három anyag közül a termesztési gyakorlatban a fakéreg váltotta be leginkább a használatához fűzött előnyöket, így ennek az anyagnak az alkalmazása terjedt el a legnagyobb mértékben. A faforgács és a fűrészpor önmagukban nem alkalmasak a termesztőközeg funkciójának betöltésére mivel fizikai tulajdonságaik nem megfelelőek (főként a porozitásuk nagyon alacsony), így a termesztésben ezek a közegek hamar levegőtlené válnak, ez pedig kedvezőtlenül befolyásolja a növények fejlődését (Allaire et al., 2005).

A faforgáccsal és a fűrészporral szemben a fakéreg sokoldalúan alkalmazható a kertészeti termesztésben, használható takaróanyagként, termesztőközegként és talajjavításra egyaránt. Takaróanyagként a dísznövénytermesztésben és parképítésben terjedt el a használata, a különböző növényágyások talajának felszínére néhány centiméteres vastagságban, egyenletesen elterítve gátolja a gyomosodást és csökkenti a talajfelszín párologtatását ezáltal nedvességmegőrző szerepe van. Termesztőközegként alkalmazható önállóan is azoknál a növényfajoknál, amelyek laza, levegős és savanyú közeget igényelnek és tápanyagigényük is viszonylag alacsony (pl.: *Orchidea* sp., broméliafélék, páfrányfélék). A nyers fenyőkéregben nitrogén immobilizáció léphet fel, ezért újabban az ún. érett kérget ajánlják termesztőközegként, ahol az érlelés 1-2 évig tartó komposztálást jelent. Az érett kérget műtrágyaadagolás mellett felhasználva nem jelentkeztek a termesztett növényeken a nitrogénhiány tünetei (Bilderback, 1982).

A fakéreg tápanyagforrásként történő kiaknázása azoknál az országoknál jelent kiemelkedő gazdasági előnyöket, ahol a mezőgazdaságilag művelt területeken belül magas az erdőterületek aránya, ugyanis ez a melléktermék itt keletkezik a legnagyobb tömegben. Németországi fafeldolgozó telepeken például évente kb. 20 millió m³ hulladék fa és mintegy 4-5 millió m³

fakéreg keletkezik (Imre, 1997). Ezen hulladékanyagok gazdasági szempontból történő hasznosítása Magyarország számára is fontos (Nagy, 1980), így egyben megoldható ezen melléktermékek elhelyezésének problémája is.

Termesztési célra legalkalmasabb a fenyőfélék és a keményfájú lomblevelű fák kérge (pl.: bükk, tölgy, akác) mert ezek a kérgek hosszabb ideig őrzik meg szerkezeti tulajdonságaikat. A különböző fafajok közül mégis a fenyőfélék kérgének használata terjedt el leginkább. Baumann szerint a Piceák kérge több tápanyagot tartalmaz mint a Pinusoké. Vizsgálatai szerint 100kg Picea kéreg nitrogéntartalma 0,35kg, míg ugyanekkora tömegű Pinus kérge csak 0,14kg (Baumann, 1977).

A fenyőkéreg stabil szerkezettel rendelkező anyag, termesztési körülmények között is több éven keresztül megtartja szerkezeti tulajdonságait. Lengyelországban étkezési paprika konténeres termesztésénél használták síkláp tőzeg és fenyőkéreg 1:1 arányú keverékét. Ugyanazt a keveréket öt egymást követő termesztési cikluson keresztül használták tápoldatozás mellett. Az eredmények azt mutatták, hogy a közeg fizikai tulajdonságai kismértékben évről-évre romlottak, a porozitás csökkent ugyanakkor a közeg levegőzőttsege nem változott. A termesztőközeg térfogata fokozatosan csökkent. Az első négy évben nem mutatkozott csökkenés a termésátlagok tekintetében, annak ellenére hogy a közeget nem fertőtlenítették és nem pótolták a termesztés alatt keletkező veszteségeket. Először az ötödik évben mérték a termésátlagok csökkenését. A kísérlet eredményei alapján elmondható, hogy a fenyőkérget tartalmazó közeg hosszabbtávú használata esetén számolni kell a közeg termékenységének csökkenésével és ebből adódóan a csökkenő termésátlagokkal (Golcz & Politycka, 2002).

Csehországban többféle potenciális tőzeghelyettesítő anyag így a komposztált fakéreg, komposztált papíripari szennyvíziszap, komposztált faforgács, len komposzt és kókuszrost hatását hasonlították össze tőzeg és komposztált fakéreg keverékével. A tesztnövények között szerepeltek növényházi dísnövények (pl.: *Impatiens New Guinea*, *Cyclamen persicum*, *Primula vulgaris*) és dísfák (*Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*). A talajtani vizsgálatok megállapították, hogy az alkalmazott tőzeghelyettesítők mindegyike több felvehető tápanyagot tartalmazott mint a tőzeg. Ugyanakkor ha papíripari szennyvíziszapot, komposztált fakérget vagy faforgácsot használtak termesztőközeggként nagyobb adagú nitrogén műtrágyázásra volt szükség, mivel ezek az anyagok gyorsan bomlásnak indultak, a bomlás során pedig a mikroorganizmusok felhasználták a felvehető nitrogéntartalom jelentős részét. A kísérlet eredményei alapján megállapították, hogy a komposztált papíripari szennyvíziszap nem alkalmazható a tesztnövények termesztésénél. A többi közeg pedig jobban bevált a növényházi dísnövények termesztésénél mint a szabadföldi dísfák nevelése során (Sramek & Dubsky, 1997).

Hasonló megállapításra jutottak amerikai kutatók is, amikor faforgácsot dolgoztak be a talajba. A tág C/N aránnyal rendelkező faforgács ugyanis nitrogén műtrágyázás nélkül a felvehető tápanyagok hiányát idézte elő és negatívan hatott a növények fejlődésére (Lloyd et al., 2002).

Floridában tőzeg, perlit és vermikulit 3:1:1 arányú keverékét hasonlították össze fenyőkéreg termesztőközeggel többféle növényfaj termesztésénél. A kísérlet eredményei alapján a fenyőkéreg alkalmasnak bizonyult a különféle zöldségfajok termesztésére. Bár Floridában a perlit tartozik a legelterjedtebben használt közegek közé, ökonómiai szempontból figyelemreméltó a fenyőkéreg. A fenyőkéreg használatával ugyanis jelentősen csökkenthetőek a termesztés költségei. A tőzeges földkeverék ára Floridában 55 dollár/m³, a perlité 40 dollár/m³ míg a fenyőkéregé mindezek töredéke 8 dollár/m³ (Cantliffe et al., 2004).

A fenyőkéreg előnyös tulajdonságai között kell megemlíteni azt is, hogy kémhatása enyhén savanyú – savanyú, ezen tulajdonsága alapján alkalmas a legtöbb zöldség- és dísznövényfaj növényházi termesztéséhez.

A fakéreg hátrányos tulajdonsága, hogy használata során fennáll a különböző kórokozók és kártevők terjedésének veszélye, mivel vagy már a használatba vétel előtt, vagy a termesztés során rövid időn belül megfertőződik a közeg a növényi kórokozók és kártevők szaporítóképleteivel (Somos-Kórodi-Túri, 1980). Másik hátrányos tulajdonsága, hogy természetes funkciójából (miszerint a kéreg védi a fásszárú növényt a kiszáradástól) nehezen nedvesíthető, a kéreg aprításával javul a nedvesíthetőség (Savvas & Passan, 2002).

Véleményem szerint a fenyőkéreg termesztőközeggként történő felhasználásának jelentősége a jövőben méginkább növekedni fog, mivel a megfelelően előkészített aprított és komposztált kéreg jól használható az intenzív termesztésben elsősorban az alacsonyabb tápanyagigényű növények nevelése során. Jelenleg terjedését ökonómiai okok akadályozzák, mivel az érett kéreg ára (7000-8000 Ft/m³) körülbelül duplája a tőzegének (3000-4000 Ft/m³).

Kókuszrost

A kókuszrost a kókuszdió feldolgozásának mellékterméke, a kókuszdió megőrölt héja. A kertészet a szövési célra alkalmatlan rosttörmelékét használja. Fő expotőrei Sri Lanka, a Fülöp-szigetek, Indonézia, India és Közép-Amerika országai. A magas nátriumtartalommal rendelkező kókuszrostot többszöri átmosás után használják, mivel átmosás nélkül a termék magas nátriumtartalma a termesztett növényt károsíthatja (Boronkay & Forró, 2006). A feldolgozás során a megőrölt kókuszrostot teljesen megszáritják és préselt kiszerezésben forgalmazzák, felhasználás előtt rehidratálják (Evans et al, 1996).

Egyes szerzők szerint a kókuszrost szerkezetileg stabilabb mint a tőzeg mivel rostjai több cellulózt és lignint tartalmaznak (Prasad, 1997). Más szerzők vizsgálati eredményei szerint, azonban a kókuszrost csak egy termesztési cikluson belül őrzi meg szerkezeti stabilitását, második évtől kezdve a rostok nagyfokú bomlásnak indulnak, romlik a közeg levegőzöttsége (Thongjoo et al., 2005). Valójában mindkét megállapítás igaz lehet, mivel a kókuszrost minőségileg nem egységes, a kókuszrostok minőségét nagyban befolyásolják a termőhelyi adottságok (Konduru et al., 1999). A jó minőségű kókuszrost magas cellulóz- és lignintartalmú (Nanayakkara et al., 2005).

Szerkezeti tulajdonságai hasonlítanak a tőzegéhez, a termesztés során kedvező víz-levegő arányt biztosít a növény számára, vízmegkötő képessége nagy (Salvador et al., 2005). Kappel és Terbe (2005) kókuszrosttal és egyéb szerves természetközeggel végzett vizsgálatai alapján megállapította, hogy a kókuszrost kapilláris vízemelőképesége a legnagyobb. A felvett vizet képes tárolni és leadni is közben a közeg levegőzöttségét megtartja. A kiszáradt közeg könnyebben visszanedvesíthető mint a tőzeg (Alsanius et al., 2004).

Kémhatása enyhén savanyú, emellett pedig figyelemreméltóan magas kálium- és foszfortartalommal rendelkezik. Magyarországon még kifejezetten a vágottvirág-termesztésben elterjedt közeg. Külföldi tapasztalatok alapján azonban jó eredménnyel használható önállóan vagy más anyaggal keverten a dísznövény- és zöldségfajtatásban vagy dugványok gyökereztetésénél (Lokesha et al., 1988). Előnye a tőzeggel szemben, hogy folyamatosan újratermelődő, környezetbarát anyag. Elterjedését azonban jelentősen megnehezíti, hogy magas az ára (Schmidt, 2002).

Szerves lazítóanyagok (szalma, kukoricaszár, rizshántalék, fenyőtű)

Ezek az anyagok a mezőgazdasági termesztés melléktermékeiként keletkeznek nagytömegben évről-évre. Aprítás után használhatóak talajjavításra illetve más anyagokkal keverten zöldség- és dísznövényfajok növényházi termesztésénél. Felhasználásukkal elősegítik termesztett növényeink fejlődését, javítják a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait és mindeközben hatékony és költségkímélő megoldást jelentenek ezen nagytömegben keletkező szerves eredetű hulladékanyagok elhelyezésére és hasznosítására. Előnyös tulajdonságuk, hogy olcsóak és folyamatosan nagy mennyiségben keletkeznek. Hátrányuk, hogy gyorsan bomlanak, így a pentozán hatás elkerülése végett csak nitrogén műtrágyázás mellett hasznosíthatóak. További hátrányuk, hogy nem sterilek, könnyen megfertőződnek különböző kórokozók és kártevők szaporítóképleteivel.

Rizstermő területeken kísérleteket folytattak azzal kapcsolatban, hogy a rizsszalma talajba történő bedolgozása hogyan befolyásolja a tápanyagok felvehetőségét és a növények fejlődését. A kutatók arra a megállapításra jutottak, hogy a rizsszalma talajba történő bedolgozása hosszútávon (12 évi adagolás után) javította a talaj termőképességét, növelte a felvehető tápanyagok mennyiségét és elősegítette a növények fejlődését. Rövidtávon azonban csak műtrágyázással kombináltan volt elérhető ugyanez a hatás (Takahashi et al., 2003).

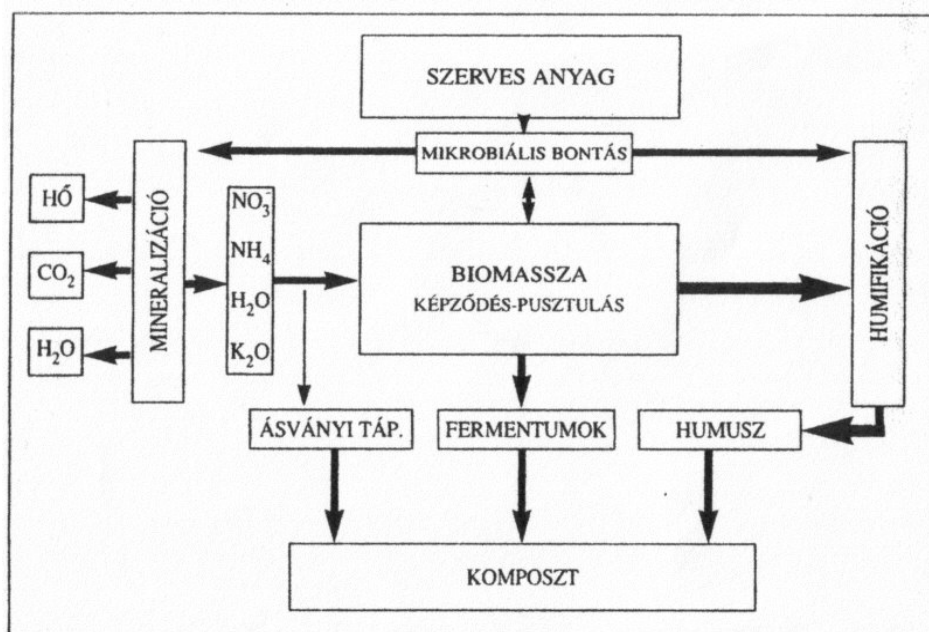
Ipari szennyvíziszapok

Japánban komposztált szennyvíziszap és műtrágya hatását hasonlították össze, többéves kísérletben szabadföldi termesztésben. A komposztált szennyvíziszappal történő trágyázás eredményeként nagyobb ütemben növekedett az összes nitrogéntartalom és a szerves széntartalom a felső 50cm-es talajrétegben mint a műtrágyázás hatására. A szennyvíziszappal trágyázott talajon magasabb volt a felvehető tápanyagok mennyisége és ennek következtében ezen a talajon intenzívebb mikrobiális tevékenység és magasabb enzimaktivitás volt mérhető (Zaman et al., 2004).

Bletsos és társai szennyvíziszapot tartalmazó termesztőközegben nevelt tojásgyümölcs termésének nehézfém tartalmát vizsgálták. Egyes nehézfémek (Mn, Cd, Cr, Pb) különösen veszélyesek, mert az emberi szervezetbe bekerülve már alacsony koncentrációban is súlyos egészségkárosodást okozhatnak. Az egyes kezelések termesztőközegei 25, 50, 75 és 100%-ban tartalmaztak szennyvíziszapot amelyet folyami homokhoz keverték, kontrollként tőzeget használtak. A kísérlet eredményei kimutatták, hogy az egyes termesztőközgekben minél inkább nőtt a szennyvíziszap százalékos aránya annál magasabb volt a tojásgyümölcs termések nehézfém tartalma. Ugyanakkor a mért nehézfém tartalom koncentrációk egyik kezelésnél sem haladták meg a megengedett határértékeket. Mindezek alapján a szennyvíziszap alkalmas a tőzeg részleges kiváltására a tojásgyümölcs nevelésénél (Bletsos et al., 2001). Egyes kutatók azonban felhívják a figyelmet arra, hogy vannak olyan ipari ágazatok (pl.: bőripar), amelyeknél a termelés során a nehézfém szennyezések sokkal nagyobb koncentrációban fordulnak elő. Ezen iparágak ipari szennyvíziszapjait nem tartják biztonságosnak mezőgazdasági felhasználás szempontjából, mivel a veszélyes nehézfémek túlnyomórészt a szervesanyagokhoz és a talaj fém-oxidjaihoz kötődnek, így hosszabbtávú használat esetén fennáll a veszélye annak, hogy a megengedett határértéket meghaladó nehézfémkoncentráció lesz mérhető a talajban és a növényi szövetekben (Bhattacharyya et al., 2005). Más kísérletek eredményei szerint azonban felhasználható a papíripari szennyvíziszap a díszfák konténeres nevelésénél előzetes átmosás után, amely hatására csökken a sótartalom (Chong, 2005).

A különböző minőségű komposztok

A kertészeti termesztésben felhasználható komposztféleségek alapanyagai főleg növényi eredetű szerves hulladékanyagok illetve a háztartásokban vagy az élelmiszeripari termelés közben keletkező hulladékanyagok. E jelentős tömegű biomassza újrahasznosítására irányuló törekvések ökológiai és ökonómiai szempontból egyre hangsúlyosabban jelentkeznek (Erhart et al., 2005). A különböző komposztféleségek sokoldalúan és hatékonyan hasznosíthatóak a kertészeti termesztésben miközben költségkímélő megoldást biztosítanak a nagytömegben keletkező szerves hulladékanyagok elhelyezésére és újrahasznosítására (He et al., 2000).



3. ábra A szervesanyag átalakulása a komposztálás során
(Alexa és Dér nyomán, 1998)

Szabadföldön történő termesztésnél talajjavító- ill. trágyázóanyagként kedvezően befolyásolhatják a termesztett növények fejlődését míg növényházi ill. konténeres termesztésnél önmagukban vagy más anyaggal keverten a termesztőközeg funkcióját tölthetik be. A komposztféleségek felhasználhatóságát azonban számos tényező befolyásolja mivel ezek az anyagok nem rendelkeznek standard összetétellel rendkívül változatosak a talajtani paramétereik. E sokféle tulajdonság közül a komposztok kertészeti felhasználhatóságát illetően leginkább a komposzt alapanyagok eredete és minősége, a komposztkezelés és előállítás módja, a komposzt érettsége (megfelelő C/N arány) és sterilitása, a komposzt makro- és mikroelem valamint sótartalom adatainak ismerete a meghatározó. Nem elhanyagolható az sem, hogy milyen dózisban és milyen módon használják a termesztők (Wong & Chu, 1985).

A komposztok talajjavító anyagként történő felhasználása előnyösen befolyásolja a kémiai, a fizikai és a biológiai talajtulajdonságok alakulását (McConell et al., 1993) valamint a folyamatos

mineralizáció következtében megnöveli a talajban jelenlévő felvehető tápanyagok mennyiségét és ezen keresztül kedvezően befolyásolja a termésátlagok alakulását (Stoffella et al. in Morris, 1997). A mineralizációs folyamatok intenzitását számos tényező befolyásolja, így a komposzt tulajdonságai, a talajtulajdonságok és az élő és élettelen környezeti tényezők (Sims in Bacon, 1995). Magas hőmérséklet mellett és gyakori öntözés hatására a mineralizáció felgyorsul. A különböző tápelemek mineralizációja közül kiemelkedő szerep jut a nitrogénnek, mivel a talaj összes nitrogéntartalmának 98-99%-a szerves kötésben van jelen és csak a fennmaradó 1-2% a szervesetlen forma, amely közvetlenül felvehető a növények számára. A nitrogénen kívül azonban jelentősen megnőhet a talaj szervesetlen foszfor és kálium vegyületeinek mennyisége is a komposztrágyázás hatására (Montemurro, 2005). A komposzt lebomlása során mineralizálódó tápanyagok mennyiségének becsléséhez azonban feltétlenül ismerni kell a talajba történő bemunkálás mélységét, a komposztban lévő tápanyagok koncentrációját és a C/N arányt (Hadas & Portnoy, 1997).

Kaliforniában szőlőültetvény talajának meliorációjához használtak komposztot. A komposzttal javított talaj jobban ellenállt a művelésszükséglet által okozott nagyfokú tömörödésnek, az adagolt komposzt elősegítette a talaj-aggregátumok újraképződését ezáltal javította a talaj szerkezetét (Cass & McGrath, 2005). Ausztriában szántóföldi kísérletben gabonafélék termesztésénél alkalmaztak komposztrágyázást 9, 16 illetve 23 t/ha dózisokban. A kísérlet eredményei alapján megállapítható volt, hogy míg a vegetációs periódus első felében a komposztrágyázás nem volt hatással a nitrogénfelvételre, addig a kalászképződés időszakában a komposztrágyázás hatására megnőtt a növények által felvehető szervesetlen nitrogén formák mennyisége a talajban és ez kedvezően befolyásolta a termésátlagok alakulását. Legjobb hatást a 16t/ha-os komposzt dózis adta, a komposztadag további növelése nem járt szignifikáns nitrogéntartalom emelkedéssel. Ezek alapján a komposztok lassú hatású nitrogén forrásként jöhetnek számításba a talajok és a növény nitrogén-ellátása szempontjából (Erhardt et al., 2005).

A komposztok természetközegként történő felhasználásával kapcsolatosan is számos kísérleti adat áll a rendelkezésünkre. A zöltség- ill. a dísznövénytermesztés területén felhasználhatóságukat leginkább az korlátozza, hogy kémhatásuk viszonylag magas (7-8 és e fölötti) érték, amely jelentősen eltér a növényfajok igényétől és közben a magasabb kémhatás érték mellett megváltozik az egyes tápanyagok felvehetőségének aránya és a tápanyagok oldékonysága. Másik korlátozó tényező a komposztokban jelen lévő növényi fejlődés szempontjából káros hatású sók ionjainak (pl.: Na^+ , Cl^-) magas aránya.

Tekintettel kell lenni arra is, hogy komposztálás folyamata során fitotoxikus vegyületek képződnek, amelyek a helytelen komposztkezelés és tárolás következtében nem bomlanak le a felhasználás előtti időszakban. A komposztban termesztett növények pedig fejlődésükkel jelzik

ezen vegyületek jelenlétét illetve hiányát (Chen & Inbar, 1993). A fitotoxikus vegyületek az érlelt komposztokban többnyire kisebb mennyiségben vannak jelen. A legtöbb komposztelőállítási technológia tartalmazza az érlelési fázist, ilyenkor bomlik le a legtöbb fitotoxikus vegyület.

Az USA-ban városi zöldhulladék alapanyagú komposzt hatását vizsgálták paradicsom, paprika és uborka magvetése és palántanevelése során. A kísérleti eredmények szerint a magok legnagyobb százalékban a kontrollként használt tőzeges keverékben csíráztak, ez a keverék komposztot nem tartalmazott. A fizikai talajtulajdonságok közül a talaj részecskéinek mérete és a talaj víztartóképesége befolyásolja leginkább a csírázást. A magok csíráztatásához előnyösebb a laza, porózus szerkezetű közeg használata, mivel ezek a közegek kedvezőbb levegő- és vízgazdálkodással rendelkeznek. A vizsgált komposzt magas só-, etilén-oxid és nehézfém tartalma is kedvezőtlenül befolyásolta a csírázási arány alakulását. A palántanevelés alatt a kísérletben használt komposztok hatása kedvezőbb volt, de a felnevelt palánták még mindig fejletlenebbek voltak a kontroll keverékben nevelt növényeknél (Roe et al., 1997).

Calkins és társai kísérleti jelleggel alkalmaztak háztartási hulladék alapanyagú komposztot díszfaiskolai termesztésben *Physocarpus opulifolius*, *Forsythia x intermedia*, *Spirea x billardii*, *Juniperus chinensis* és *Juniperus sabina* növényfajok konténeres nevelésénél. Az egyes kezeléseknél a tőzeghelyettesítő anyagok kipróbálásra kerültek önállóan illetve 50%-ban tőzeghez keverten, kontrollként komposztált faforgács, tőzeg és homok 3:2:1 arányú keverékét használták. A vizsgálati adatok szerint a komposzt és tőzeg 1:1 arányú keverékében nevelt növények hozták a legtöbb hajtást és adták a legjobb minőséget (Calkins et al., 1997).

Floridában paradicsom palántanevelését végezték tőzeg–vermikulit (7:3) arányú keverékében valamint városi zöldhulladék alapanyagú komposzt–tőzeg–vermikulit különböző arányú keverékeiben, a keverékekben a komposzt aránya 18-52% között mozgott. A vizsgálatok megállapították, hogy a zöldhulladék alapú komposzt minél nagyobb arányban volt jelen a keverékben annál fejlettebb gyökér-és hajtásrendszerrel rendelkeztek a felnevelt palánták valamint, annál magasabb volt a hajtások szárazanyag-tartalma. Ez a pozitív hatás már elmaradt annál a keveréknél, amely zöldhulladék alapú komposztot és vermikulitot tartalmazott 7:3 arányban. Ennél a keveréknél a palánták növekedése vontatottan zajlott, a mérési eredmények alapján a tőzeg hiányában jelentősen megnőtt e keverék só-tartalma. A mérési eredmények alapján elmondható, hogy a komposztokra általánosan jellemző fizikai és kémiai tulajdonságok alapján csak a megfelelő arányban alkalmazhatóak a paradicsom palántanevelése során (Ozores et al., 1999).

Kedvezőtlen eredményeket hozott a papírkomposzt termesztőközegként való kipróbálása mivel károsan befolyásolta a zöldségpalánták növekedését. Ennek oka az volt, hogy nagy arányban

tartalmazott fitotoxikus vegyületeket, amelyek mennyisége még hét héten keresztül tartó érleléssel sem mutatott csökkenést (Campbell et al., 1995).

A termesztők gyakran azért is vonakodnak a különböző eredetű komposztok használatától, mivel a nem megfelelően kezelt és érlelt komposztok károsan befolyásolhatják a termesztett növények fejlődését. Az intenzív termesztésben legnagyobb problémát a komposztok fertőzöttsége jelentheti és gyakran számolnak be kertészek arról is, hogy a különböző kórokozók és kártevők szaporítóképletein kívül gyommagvakkal is fertőzöttek ezek a közegek. A szakszerűen kezelt és folyamatosan ellenőrzött komposztálási folyamat során az előbb felsorolt hátrányos tulajdonságok egyike sem volt tapasztalható (Raviv, 2005), az érett komposztok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait tekintve is alkalmasak termesztőközegként való felhasználásra és kivétel nélkül előnyösen befolyásolják a növények fejlődését.

Véleményem szerint a komposztok elsődlegesen mint részleges tőzeghelyettesítő anyagok jöhetnek számításba a zöldség- és dísnövénytermesztésben, főként a magasabb pH- és tápanyagigényű illetve kevésbé sóérzékeny növények nevelésénél. Egyedi felhasználás esetén az intenzív termesztésben komoly hátrányt jelent, hogy nem rendelkeznek standard összetétellel, emiatt a termésátlagok általában hullámzóak, nem tervezhetőek előre.

2.6 Természetes alapú, szervesetlen termesztőközegek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben

Ásványi nyersanyagok

A különféle ásványi nyersanyagok mezőgazdasági célokból történő kitermelése a múlt században kezdődött meg. Ezen nyersanyagoknak a felhasználhatósága azonban kivétel nélkül többcélú, felhasználja őket többek között az építőipar, az élelmiszeripar, a vegyipar valamint a bányáipar. A bányászat magas költségei miatt ugyanis nem gazdaságos ha csak a mezőgazdasági hasznosítás jöhet szóba.

A mezőgazdaságban leghatékonyabban a különböző kertészeti földkeverékek összetevőiként esetleg önállóan alkalmazzák őket örlemények vagy iparilag előállított formában. Általánosan elmondható, hogy javítják a földkeverékek szerkezetét, víz- és tápanyaggazdálkodását, jó vízmegkötő és adszorpciós valamint kationcserélő képességgel rendelkeznek. Megakadályozzák a gyorsan mozgó tápionok kimosódását és lekötik a növény számára mérgező elemek ionjait.

A földkeverékek ásványi komponenseinek különösen fontos szerepe van a hosszú tenyészidejű kertészeti kultúráknál (pl.: faiskolai termesztés) mivel a szerves alkotórészek a vegetációs periódusban különböző fokú bomlásokon mennek keresztül, így ezeknél a közegeknél az ásványi anyagok a felelősek a földkeverék fizikai tulajdonságainak megőrzéséért (Bilderback et al., 2005).

Bentonit

A bentonit vulkáni tufák elmálásából keletkezett alumínium-szilikát, fő alkotóeleme a montmorillonit agyagásvány (Stefanovits, 1992). Magas montmorillonit tartalmának köszönhetően nagy adszorpciós és kationcserélő képességgel rendelkezik, mivel az agyagásvány rétegrácsai között az Al^{3+} - ionokat kisebb vegyértékű kationok helyettesítik, a bentonit állandó negatív felületi töltésekkel rendelkezik (Hargitainé, 1995). A bentonit tehát elsősorban kationokat és vizet adszorbeál, a megkötött ionokat azonban a gyökérsavak hatására képes felszabadítani ezáltal kiegyenlítettebbé teszi a tápanyagok feltáródását és csökkenti azok kimosódását (Solti, 2000). Legfontosabb felhasználási területei állati takarmánykiegészítő, a növényolajipar, a borászat és üdítőitalgyártás szűrőanyaga, a festékiparban sűrítőanyag. A mezőgazdaság felhasználja talajjavításra, kertészeti földkeverékek összetevőjeként valamint komposztálásnál segédanyagként. Magyarországon az Északi-középhegységben Tokaj mellett valamint Budatétény és Rátka közelében bányásszák.

Zeolit

A zeolitok a földkéreg kőzetalkotó elemeit valamint alkálifémek illetve alkáliföldfémek kationjait tartalmazó szivacsos szerkezetű alumínium szilikát ásványok. Két legfontosabb alkotóelemük a klinoptilolit és a mordenit tektoszilikátok (Mátyás, 1979). A természetben előforduló zeolitok a vulkáni hamuból összecementálódott riolittufák kristályos változatai, a különböző eredetű zeolitok összetétele igen eltérően alakulhat, attól függően, hogy képződésük során milyen mikroelemeket gyűjtöttek össze a földkéregből. A zeolitok alkalmazásának köre igen széles, így többek között használatos a kertészet és kertépítés, a kommunális hulladékkezelés, a víztisztítás (uszoda- és akváriumtechnika) és állati takarmány előállítás területén. A zeolitok szerkezetükből adódóan kiváló adszorpciós és pufferképességgel rendelkeznek. Használatukkal javítható a földkeverékek szerkezete, jelentős mikroelem tartalmuk révén tápanyagokat szolgáltatnak illetve pufferolják a tápanyag túladagolást és lekötik a toxikus ionok egy részét. Kationcserélő képességük következtében lekötik a feleslegben adagolt NH_4^+ és Mg^{2+} ionok nagy részét ezáltal csökkentik a gyökérszónában lévő felvehető ionok mennyiségét és helyreállítják a tápanyagellátás egyensúlyát (Savvas et al., 2004). Miközben NH_4^+ ionokat adszorbeálnak a nitrifikáló baktériumok tevékenységét aktiválják, tápanyagokat szolgáltatva számukra (McGilloway et al., 2003). Javítják a növények vízellátottságát mivel vízmolekulákat kötnek le (Pisarovic et al., 2003). Paprikatermesztésben a

legjobb termésátlagot és a legfejlettebb növényállományt a tőzeg és zeolit 2:1 arányú keveréke adta (Markovic et al., 2000). Hazánkban az Északi-középhegységben Tokaj mellett bányásszák.

Perlit

A perlit vulkanikus eredetű főként riolitos kőzetanyag, alumínium-vas-magnézium szilikátok által alkotott ásványcsoport. A kertészeti perlit (4-8mm-es szemcseméret) gyártása során a kőzetanyagot aprítják, őrlik majd kemencében 1000°C körüli hőmérsékletre felhevítik, hő hatására a szilikát nedvességtartalma gőzzé válik a szemcséket felfújja és porózus szerkezetűvé alakítja. Az így létrejött ún. expandált anyag fizikai tulajdonságait tekintve szemcséiben porózus szerkezetű, jó víztartóképeségű, saját súlyának 4-szeresét veszi fel vízből. Kiváló szerkezeti tulajdonságai és steril eredete miatt főként gyökereztető közegként alkalmazzák (Zaharia, 2004) önmagában illetve tőzeggel keverten egyaránt. Előnyös tulajdonsága, hogy gyakorlatilag lehetetlen túllöntözni, mivel a szemcsék között mindig marad elég levegő a gyökerek számára. A perlit rendkívül könnyű és inert anyag ennél fogva alkalmas a különböző földkeverékek szerkezetének, levegő- víz- és tápanyag-gazdálkodásának javítására. Ennek hatására javul a termesztett növények minősége és ellenállóképessége. Az apró szemcséjű illetve por alakú perlitet hő-és hangszigetelőként nagy tömegben használja fel az építőipar tetőterek, födémek és üveges terek kitöltésére. Ezenkívül mivel vegyileg inaktív és pH semleges alkalmas iszapolási technológiával szűrő-felület létrehozására, használja a növényolaj- a sör-, a gyógyszer-, a borászati- és a nyomdaipar. Magyarországon a Zempléni-hegységben bányásszák kőzetanyagát.

Vermikulit

A vermikulit alumínium-vas-szilikátok ásványcsoportja. Iparilag feldolgozott formáját hasznosítják. Az ipari feldolgozás során 800-1000°C-ra felhevítik ennek során lemezes szerkezetének felülete jelentősen megnő és javul víz illetve levegő befogadó képessége. A kertészet főleg magtakaráshoz és csíráztatáshoz használja, de a félfás dugványok gyökereztetése során is jó eredményeket adott (Sharma & Graves, 2005).

Égetett agyaggranulátum

Mészmentes agyagból az agyag őrlését és nedvesítését követően égetik 1150°C-on forgó csökemencében, hő hatására az agyag nedvességtartalma gőzzé válik a szemcséket felfújja és porózus szerkezetűvé alakítja. A keletkezett agyaggolyók hűtés és osztályozás után felhasználhatóak önmagukban (pl. hidrokultúrás növénynevelés) vagy más anyaggal keverten

termesztőközegként vagy díszítésre. Kémhatásuk semleges, szerkezetük stabil, porózus szerkezete révén megfelelő víz-levegő arányt biztosít a gyökerek számára. Hátránya, hogy saját tápanyagtartalommal nem rendelkezik és pórusaiban fitopatogén szervezetek gyakran megtelepszenek. A kerámiakavicsok gőzzel fertőtleníthetőek, adszorpciós képességük kicsi.

Kőzetgyapot

A kőzetgyapot alapanyaga a vulkanikus eredetű bazalt kőzetanyag, amelyet az ipari feldolgozás során 1600°C körüli hőmérsékletre hevítenek mészkő és kokszt hozzáadása közben. Az olvadt kőzetet szálalítják majd lapokat préselnek belőle és speciális adalékokkal hidrofillá teszik. A kőzetgyapot az ipari előállítás során nyeri el speciális szerkezetét, amely lehetővé teszi termesztőközegként történő felhasználását. A kőzetgyapot szerkezete stabil, porózusaiban a gyökérszámára megfelelő víz-levegő arányt biztosítja és lehetővé teszi az öntözések során a víz és tápanyag egyenletes eloszlását. Eredetéből adódóan steril, pH-ja könnyen beállítható. Hátránya, hogy saját tápanyag tartalommal nem rendelkezik, pufferképessége alacsony valamint az elhasznált közeg környezetkímélő megsemmisítése illetve újrafeldolgozása nem megoldott. Az utóbbi években próbálkozások történtek a már használt kőzetgyapottáblák újbóli hasznosítására. Ezen eredmények szerint a felszeccskázott kőzetgyapot (maximum 60%-os arányban) tőzeghez keverten alkalmas bizonyos dísznövények nevelésénél. A kőzetgyapot javította a földkeverék levegőkapacitását, ugyanakkor rontotta a vízgazdálkodási tulajdonságokat és használata közben kisebb adagú tápoldatozásra volt szükség, hogy a sótartalom káros szintre történő emelkedése elkerülhető legyen (Riga et al., 2003). Magyarországon Tapolcán létesült üzem, ahol a használt kőzetgyapot beolvasztását végzik és az építőipar számára felhasználható üvegyapot készül belőle, amelyet hő-és hangszigetelésre használnak.

Homok és kavics

Eredetüknél fogva megkülönböztetünk folyami illetve bányahomokot. Míg a folyami homok szemcséi lekerekítettek és sima felületűek, addig a bányahomok szemcséi szögletesek és érdes felületűek. A kertészet főként a folyami homokot használja, mivel kedvezőbb környezetet biztosít a gyökérfejlődés számára mint a bányahomok, ezentúl pedig a bányahomok érdes szemcséin gyakran toxikus anyagok kötődnek meg. A folyami homokot általában felhasználása előtt több alkalommal vízzel átmosatják. Ezáltal leválasztható a finomabb szemcsefrakció. Önállóan használható gyökereztető közegként, más anyagokkal keverten pedig földkeverékek

alkotórésze lehet. Szerkezete stabil, adszorpciós- és pufferképessége alacsony, tápanyagokat alig tartalmaz. Vízmegkötő képessége kicsi, vízáteresztő képessége nagy.

A kavicsok közül régebben a gyöngykavicsot használta a hidrokultúrás termesztés, mára használatát már felváltották más előnyösebb tulajdonságokkal rendelkező anyagok.

2.7 Mesterségesen előállított, szervesetlen természetközégek jellemzése és jelentőségük a kertészeti termesztésben

Ebbe a csoportba többféle anyag tartozik, így az oasis, karbamid és formaldehid habok és polystiroltűk. Környezetvédelmi szempontból előnyös, hogy nagyobbrészt hulladék műanyagok újrahasznosításával készülnek. Az elhasználódásuk utáni megsemmisítésükre azonban nincs kidolgozott, környezetbarát technológia. Előnyük, hogy fizikai szerkezetüket évekig megőrzik, kémhatásuk semleges, kémiaailag indifferensek, áruk kedvező. Hátrányuk, hogy adszorpciós- és pufferképességgel valamint tápanyagtartalommal nem rendelkeznek. Emiatt az intenzív növénytermesztésben nagyobb szakértelmet és odafigyelést igényel használatuk. Magyarországi zöldségtermesztési kísérletben poliuretán-éterhabot használtak paradicsom természetközégeként. A kísérlet eredményei szerint a poliuretán-éterhab megfelelő természetközégeknek bizonyult a paradicsom számára, mivel a gyökerek oxigénellátását jelentősen javította más természetközégekhez képest. A hajtásban a megnövekedett oxigénigény biztosítása rendkívül fontos a növényfejlődés szempontjából főként magas (30°C és a feletti) hőmérsékleten, mivel ilyen körülmények között erősen csökken a közegek oxigéntartalma (Kovács, 1994).

2.8 Az étkezési paprika jelentősége, igényei és termesztéstechnológiája

A paprikahajtás jelentősége

Az étkezési paprika (*Capsicum annuum L.*) igazi hungaricumként nyilvántartott zöldségnövény. Hazánkban jó ideig csak a különböző fűszerpaprikaként termesztethető fajták voltak ismertek, az első nagy bogyójú fajtákat (Kalinkovszki, Várnai, Paradicsompaprika) a törökök elől Magyarországra menekülő bolgárok hozták be a 19. században. A hajtásra alkalmas fajták és a speciális termesztéstechnológiák megjelenésének köszönhetően a XX. század elejétől lassan, de folyamatosan nőtt a paprikahajtató felületek aránya.

Jelenleg Magyarországon 2000-2500 ha a fólia alatt és 50 ha a növényházban termesztett paprika hajtási területe. Ez a terület fele az összes paprikatermesztő területnek, ugyanakkor az összes megtermelt étkezési paprika mennyiségnek a 80%-a hajtásból származik. (Balázs, 2000). A

hajtatas térhódítása világszerte megfigyelhető jelenség, mivel ez a termesztéstechnológia számos előnnyel jár. A hajtatasban lényegesen nagyobb termésátlagokkal és termésbiztonsággal számolhatunk, jobb az előállított termés minősége és kevesebb stresszhatás éri a növényállományt.

Magyarország az évi 200 ezer tonna összterméssel a világ első tíz paprika termesztő országa között van. Hajtatasban megelőz minket Hollandia, ahol magas technológiai színvonalon, vízkultúrással termesztéssel 20-25 kg/m²-es termésátlagokat érnek el ellenállóbb fajta típusokkal (Blocky, Lamuyo). A magyar paprikahajtatas technológiája nem mondható egységesnek, jellemző a kisebb tűrőképességű, alacsonyabb terméshozású fehér fajták termesztése. A belföldi paprikafogyasztás mértéke jelentős 10 kg/fő/év. Bizonyos időszakokban (pl. a korai hajtatasban) gazdaságos lehet az exportra történő termesztés is. A magyar paprika iránti kereslet külföldön jól szervezett marketingmunkával tovább növelhető, mivel a hazai termés beltartalmi- és élvezeti értékei felülmúlják a versenytársakét.

A paprika környezeti igényei

A paprika fényigényes növény, a megfelelő terméskötéshez szükséges fényerősség és a megvilágítottság időtartama fajtánként változó. Balázs (1963) szerint a szükséges fényerősség 5000 lux körüli napi minimum 13-14 óra megvilágítottság mellett. A fajta speciális igényét meghaladó mértékű megvilágítás a termesztés szempontjából káros is lehet, ezért a termesztőberendezésekben nevelt növényállományt bizonyos időszakokban célszerű árnyékolni.

A paprika általános hőigénye $25 \pm 5-7$ °C. Legmagasabb a hőigény (30-32 °C) csírázáskor, a legalacsonyabb (20-18 °C) szikleveles korban, az első terméskötés idején és az éjszakai órákban. A paprika 35 °C felett nem köt, 10 °C alatt pedig teljesen leáll a növény fejlődése. Ha a hőmérséklet tartósan 35 °C fölé emelkedik vagy 10 °C alá csökken súlyos termesztési kár következik be.

A paprika vízigénye magas, fehér fajtáknál egységnyi terméshez a terméssúlyhoz képest százszoros mennyiségű vizet használ fel. Vízfogyasztási együtthatója 100. Ezt az értéket jelentősen befolyásolják a termesztés során uralkodó hő- és fényviszonyok és a talajtulajdonságok. A paprika a talaj 60-70%-os vízkapacitása és 70-80%-os relatív páratartalommal rendelkező légtérben fejlődik a legjobban (Terbe, 1997).

Talajok közül ideálisak a gyorsan melegedő és jó víztartóképeségű talajok. Kémhatás tekintetében a semleges, enyhén savanyú talajok tekinthetők optimálisnak. A termesztésben gyakran alkalmazott eljárás, hogy az alacsony kötöttségű homoktalajokat istállótrágyával dúsítják a jobb víztartóképeség elérése érdekében. A hajtatasban alkalmazott ún. mesterséges

talajokkal szemben magasabbak a követelmények. Fontos, hogy az alkalmazott közegek stabil és porózus szerkezettel, kedvező vízgazdálkodással és sterilitással rendelkezzenek. Kémhatásuk legyen semleges, enyhén savanyú, lehetővé tegyék a tápanyagok gyors felvehetőségét, sótartalmuk legyen alacsony.

A paprika tápanyagigénye magas. 1 tonna paprikatermés 2,4 kg nitrogént, 0,9 kg P₂O₅-t és 3,4 kg K₂O-t von ki a talajból. A paprika tápanyagigényét nemcsak a növény fejlettsége és kondíciója szabja meg, hanem a fajta és az elérni kívánt termésmennyiség is befolyásolja. A paprika palántakorban a jobb gyökeresedéshez a későbbiekben pedig a generatív részek fejlődéséhez foszforból igényel a legtöbbet. A lombnövekedés és a termésképződés időszakában pedig nitrogénből és káliumból vesz fel nagyobb mennyiséget. Figyelni kell a megfelelő kalcium ellátottságra is. A kalcium ugyanis nem reutilizálható tápelem, azaz a növényen belül nem mozog. Hiánya a termésen jelentkezik a bibepont felől kialakuló barna, beszáradt folt formájában, ezt a tünetet nevezzük csúcsrothadásnak. A csúcsrothadás a minőséget és a termés értékesíthetőségét erősen rontó tényező. A termesztésben gyakran a relatív kalcium hiány okoz gondot, amit a közeg túlzottan magas sótartalma, a magas kálium- és vaskoncentráció illetve a közeg alacsony nedvességtartalma idéz elő (Balázs, 1994).

A termesztés során figyelemmel kell lenni arra is, hogy a szükséges tápanyagokat folyamatosan, kis dózisokban adagoljuk a növény számára, mivel a paprika sóérzékeny.

A talaj nélküli konténeres paprikatermesztés technológiája

Szaporítás

A paprika palántaneveléséhez általában szaporítóládába vagy közvetlenül tápkockába vetik a magot. A magvetés szinte egész évben (szeptember és október hónap kivételével) folyamatosan végezhető, időpontját a tervezett kiültetés ideje szabja meg. Korai hajtásban 3 hónap, középkorai hajtásban 2,5-3 hónap, hideghajtásban pedig 2-2,5 hónap palántanevelési idővel kell számolni. A szaporításhoz igazolt eredetű, fémszárt és drázsírozott magokat célszerű használni. Ezeket a magokat a szaporítóládába sorba, a tápkockába szemenként vetik 1cm mélyre. A magok 25 °C hőmérsékleten 8-10 nap alatt kelnek ki. Kelésig folyamatosan gondoskodni kell a magvetés közegének nedvesen tartásáról és a megfelelő hőmérséklet biztosításáról, napos időben a magvetést újságpapírral árnyékoljuk.

2. Táblázat. A paprika hajtatási időszakok főbb szaporítási adatai (Zatykó – Márkus nyomán) (2006)

Időszak	Vetési idő	Palántanevelés időtartama (hét)	Ültetési idő	Szedés kezdete
Igen korai	szeptember eleje	10-14-12	november közepe- január közepe	január-
Korai	október közepe	12-11	január közepe- március közepe	március-
Enyhén fűtött	január eleje	11-10	március közepe- április közepe	május-
Hideghajtás	február eleje	10-9	április közepe- május vége	június-
Nyári fóliás termesztés	április	8	(június) - július	(augusztus)- szeptember
Őszi hajtás	június közepe	8	augusztus közepe	október

Palántanevelés

A szaporítóládában fejlődő palántákat az első lomblevelek megjelenése után széttűzdeljük. A tűzdelés célja, hogy a szaporítóládában fejlődő palánták számára több fényt és levegőt valamint tápanyagban gazdag talajt biztosítsunk. A tűzdelést 10-12-es átmérőjű cserepekbe végzik. Tűzdelés után újra megemeljük a tartási hőmérsékletet 25 °C körüli értékre és magasabb páratartalom mellett neveljük a növényeket, hogy az átültetés után hamarabb regenerálódjanak. A palántanevelés alatt öntözéssel biztosítjuk a folyamatos vízellátást, az öntözővízzel együtt tápanyagot is kijuttatunk, palántakorban a növények foszfor igényét kell kielégíteni, a foszfor a növények begyökeresedését segíti elő. Szellőztetéssel csökkentjük a páratartalmat, szabályozzuk a CO₂:O₂ arányt. A növényvédelmi kezelések során főként a levéltetvek, a tripszek, a palántadőlés és a baktériumos betegségek ellen védekezünk. A palántákat folyamatosan nagyobb térállásra szétrakjuk, amellyel a palánták felnyurgulása ellen védekezhetünk. Az ültetésre kész palánta zöldbimbós, 20-25cm magas, kompakt növekedésű, tenyészőcsúcsa világos, földlabdaja gyökerekkel átszőtt, gyökerei fehérek (Túri, 1993).

Kiültetés

Időpontja a hajtatási időszaktól függően változó, a kiültetés során 5-6 tő/m² állománysűrűséget kell tartani. A kiültetéshez az ún. vödörös vagy konténeres termesztésben kb. 10-12 liter ürtartalmú merev falú műanyag vödörbe vagy műanyag fóliazsák tenyészedeényekbe ültetjük.

Fitotechnikai munkák

A fitotechnikai teendők legnagyobb szakértelmet igénylő része a metszés, amely áll az alakító illetve a termőkori metszésből. Az alakító metszések két alaptípusa különíthető el. A korai hajtatási időszakokban a növények kisebb terhelést bírnak el, ezért a főhajtás első és második elágazásánál is többször kitorjítjuk az oldalágat 10-15 cm hajtáshosszúságnál, a további elágazásokat 15-20 cm-re meghagyjuk. A későbbi hajtatási időszakokban a növények erősebb terhelést is elbírnak. Ilyenkor az első három elágazásig minden elágazást és termést meghagyunk, a harmadik elágazás felett a kiválasztott ág kivételével a többit visszatörjük, majd a termés eltávolítása után többször eltávolítjuk. A termőkori metszés során a főágon képződött másodrendű elágazásokat 15-20 cm-re visszatörjük, a levélhóonalji hajtást pedig többször eltávolítjuk. A metszési munkákat mindig kézzel végezzük nem pedig valamilyen vágóeszközzel, a visszacsípés helyett pedig inkább visszatörjük a hajtásokat, így a legkisebb a kockázata annak, hogy a vírusok a fertőzött növény nedvével átterjedjenek az egészségesre. További fitotechnikai munka a főhajtás támasztózsinórra történő folyamatos felvezetése, eközben arra kell figyelni, hogy tekerés közben inkább a zsinórt tekerjük minél meredekebb emeletekben és a főhajtás csúcsa alatti 15-20 cm-es részt hagyjuk szabadon, hogy ne akadályozzuk a nedvkeringést. A levelezés során az alsó sárguló illetve beteg leveleket kell eltávolítani (Zatykó & Márkus, 2006).

Tápanyag-utánpótlás

A magvetéshez elegendő az alacsony tápanyagtartalommal rendelkező közegek használata, mivel a palánták az első lomblevelek megjelenéséig csak a magban lévő tartalék tápanyagokból táplálkoznak. A magvetőföld tápanyagokkal való túlzott feltöltése még káros is lehet, mivel a közeg sókoncentrációjának emelkedésével a csírázás folyamata lassul. Kelés után a palánták megnövekedett foszforigényét híg, foszfordús tápoldattal való öntözésekkel elégítjük ki. A foszfor kedvezően hat a palánták begyökeresedésére, a megnövekedett gyökérfelületen keresztül a növény több tápanyagot tud felvenni, így gyorsabban fejlődik. A konténerekbe (ill. vödörbe) ültetéskor a tőzeges földkeverékekhez alaptrágyákat keverünk, ezek fedezik az első néhány héten keresztül a növény tápanyagigényét. A későbbiekben fejtrágyázások formájában pótoljuk a szükséges tápanyagmennyiségeket. A tápoldat összetétele a növény fenológiai fázisainak megfelelően változó. Töménysége 1-3 ezrelék, a tápoldat töménységét nemcsak a növény kondíciója és a fenológiai fázisok befolyásolják hanem a klimatikus tényezők is. Nagy melegben azért öntözünk gyakrabban alacsonyabb töménységű tápoldattal, mert ilyenkor a növény vízfogyasztása megnő, tápanyagigénye viszont változatlan marad. Tápoldatozás közben

figyeljük folyamatosan a növények fejlődését, lehetőség szerint végezzük el időnként a közeg tápanyagtartalmának ellenőrzését és ennek megfelelően módosítsuk a tápoldat összetételét. Tápoldatozáshoz vízben maradék nélkül oldódó komplex műtrágyákat használunk, a tápoldatozó öntözésekhez mindig jó minőségű, lágy vizet ($EC < 1,5 \text{ mS/cm}$) használjunk. A paprika (főként a fehér bogójú fajták) sóérzékeny zöldségnövény, ezért az optimális fejlődéséhez folyamatosan, felvehető formában, de inkább kisebb adagokban gyakoribb öntözés mellett kell biztosítani a szükséges tápanyagokat (Fodor, 1997). A tápoldatozáshoz elengedhetetlen a csepegtető öntözőberendezés használata.

Klimatikus feltételek biztosítása

Fontos feladat a termesztőberendezések légtérének szellőztetése. Szellőztetéssel szabályozható a levegő hőmérséklete, a belső légtér $\text{CO}_2:\text{O}_2$ aránya és csökkenthető a páratartalom. A magas páratartalom nemcsak azért káros, mert a páradús légtérben gyorsabban megbetegítik a növényeket a baktériumos és gombás betegségek, hanem azért is mert magas páratartalom mellett a növények alig párologtatnak, így a természetközegből alig vesznek fel vizet illetve vízben oldott tápanyagokat. Ennek hatására a növények fejlődése vontatottá válik, termőképességük csökken. Hazánk éghajlati körülményei között a paprika fejlődéséhez akkor biztosítjuk az optimális feltételeket, ha az időjárástól függően az őszi és tavaszi időszakban folyamatosan nyitjuk és zárjuk a szellőzőket, míg nyáron nappal végig nyitjuk éjjelre pedig zárjuk a szellőzőket.

A paprika alapvetően fényigényes növény a túlzott mértékű megvilágítottság azonban termesztési szempontból káros, éppen ezért július és augusztus hónapokban a termesztőberendezéseket célszerű árnyékolni (Somos, 1983).

Szedés, piaci előkészítés

A paprikát gazdasági érettségben szedjük, amikor a bogyók fala rugalmas, de kemény, epidermisze fényes és színe elérte a fajtára jellemző szintet. Hajtatásban eleinte sűrűbben hetente, majd később kéthetente végezzük a betakarítást. A szedést műanyag vödörbe végezzük, a termést a kocsányízesülési pontjánál pattintjuk le. A leszedett paprikát hűvös helyen válogatjuk, a minőségi kategóriákról a Magyar Élelmiszerkönyv 1-4-20 számú szabványa tájékoztat. Belföldi értékesítésre fóliazsákban, B-30-as műanyagrekeszben vagy raschell zsákban, exportra pedig 5 kg-os kartondobozokban szállítják. Tárolása 7°C -nál nem hidegebb hűtőtárolóban történik, nagyobb hideg hatására a termés fagyfoltos lesz.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

2002 és 2004 között - három egymást követő évben - Halásztelken a Bocskai István Református Gimnázium és Szakközépiskola gyakorlókertjében állítottam be paprikahajtatási kísérletet a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karának Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszékével közösen. A hajtatást étkezési paprika (*Capsicum annuum L.*, fajta Danubia) tesztnövényvel és különböző szervesanyag alapú közegek használatával végeztem a szakiskola Filclair típusú merevfalú fóliaházában 300m²-en. A vizsgálatok során arra kerestem a választ, hogy a kísérleti termesztőközegek a tőzeggel összehasonlítva milyen talajtani tulajdonságokkal rendelkeznek és ezek a tulajdonságok hogyan változnak a termesztés időtartama alatt. Fő célomnak tekintettem, hogy megállapítsam azt, hogy az általam vizsgált közegek közül melyik alkalmas termesztési körülmények között a zöldséghajtatásban a tőzeg teljes illetve részleges kiváltására.

3.1 Vizsgálati anyag

3.1.1 A kísérletben alkalmazott szervesanyag alapú földkeverékek és közegek

1. Vegasca

A soproni Florasca Környezetgazdálkodási Vállalat által előállított földkeverék. Alapanyaga a hansági tőzeg, amely kiváló nitrogénszolgáltató képességgel rendelkezik. Ezenkívül marhatrágyaföldet, agyagot és alpműtrágyákat tartalmaz. Talajtani paramétereit kifejezetten a Magyarországon termesztett zöldségnövények igényeihez igazították. Viszonylag magasabb összesség-tartalmát (1,5-2%) a magas szervesanyagtartalma leköti, így nem zavaró a termesztésben, pH-ja 6,00 –7,50 közötti.

2. Zöldhulladék komposzt I.



Ez a komposzt a korábban Budatétényben, jelenleg Tárnokon működő Kistérségi Komposztalóból (Compostal Kft.) származik. Alapanyagai a kertészet és a mezőgazdaság területéről származó, biológiailag lebomló növényi hulladékanyagok. Színe sötétszürke – fekete, szerkezete morzsalékos, földszerű, szervesanyagtartalma magas. A termesztés alatt gyengén gyomosodó.

A komposztálásra kerülő alapanyagokat elsősorban a kistérség lakossága illetve intézményei szállítják az üzembe. Elsősorban kiskertekből illetve parkokból származó szerves növényi hulladékok kerülnek a telephelyre. A növényi hulladékanyagokat szétválogatják, a nagyobb és

fás részeket aprítják majd ezt követően prizmákban komposztálják, zárt, levegőztett rendszerű technológiával. A kész komposzt egy részét értékesítik (5750 Ft/m^3), nagytételben parképítők vásárolják, a talajok minőségének javításához, de ajánlják virágföldek készítéséhez és fásszárú növények telepítésekor a talaj tápanyagokkal történő gazdagítására. Az előállított komposzt másik részét a komposzt alapanyagot szállító intézmények és a lakosság használja fel ingyenesen. Az üzem évente 18000 tonna szerves hulladékot dolgoz fel.

3. Zöld hulladék komposzt II. 50% + homok 50%



A komposztanyag a Turai Kistérségi Komposztalóból származik, ez az üzem a környező négy település (Tura, Galgahévíz, Vácszentlászló és Zsámbok) lakosai által szelektíven összegyűjtött komposztálható hulladékot dolgozza fel. Válogatás és aprítás után prizmákban történik a komposztálás. Összetételében kizárólag növényi eredetű, főként a kiskertekből és a háztartásokból származó lebomló hulladékanyagokat tartalmaz. Színe középszürke, szerkezete laza, porhanyós. A termesztés alatt gyengén gyomosodó. A kísérletben 50 térfogatszázalékban ásványi alkotórésszel, folyami homokkal kevertem. Ezt az anyagot a többi kísérleti közegtől eltérően két évben 2002-ben és 2004-ben vizsgáltam. A kész komposzt különböző kiserelésekben kereskedelmi forgalomban kapható, ajánlják zöldségfélék és dísznövények neveléséhez tőzeggel keverten vagy önállóan.

4. Fenyőkéreg

Lucfenyő (*Picea abies L.*) kérge, amit darálás és egy évig tartó komposztálás után használtam fel termesztőközegként kb. 0-4 cm-es mérettartományú darabokban. Színe szürkésbarna, szerkezete laza, lemezes. Kémhatása enyhén savanyú. A fenyőkéreg forgalmazásban érett kéreg elnevezéssel kapható.

5. Felláp tőzeges keverék

Összetétele:

- 100 térfogat % felláp tőzeg (AgroCS termék)
- 2 kg/m^3 PEAT-mix (tartós hatású műtrágya)
- 2 kg/m^3 szuperfoszfát
- 3 kg/m^3 Futor (mészpor)

6. Síkláp tőzeges keverék

Összetétele:

100 térfogat % síkláp tőzeg (pötrétei tőzeg)
2 kg/m³ PEAT-mix (tartós hatású műtrágya)
2 kg/m³ szuperfoszfát

7. Bentonitos tőzeg keverék

Összetétele:

45 térfogat % felláp tőzeg (AgroCS termék)
45 térfogat % síkláp tőzeg (pötrétei tőzeg)
10 térfogat % bentonit
2 kg/m³ PEAT-mix (tartós hatású műtrágya)
2 kg/m³ szuperfoszfát
1,48 kg/m³ Futor (mészpor)

8. Síkláp – felláp tőzeg keverék

Összetétele:

50 térfogat % felláp tőzeg (AgroCS termék)
50 térfogat % síkláp tőzeg (pötrétei tőzeg)
2 kg/m³ PEAT-mix (tartós hatású műtrágya)
2 kg/m³ szuperfoszfát
1,5 kg/m³ Futor (mészpor)

Pötrétei síkláp tőzeg

A Kelet-zalai-dombság területén bányásszák, a Zala mellékvölgyeinek tartós elmozdítása és elláposodása a völgyfenéken jelentős tőzefelhalmozódást okozott. A pötrétei tőzeg viszonylag egységes kifejlődésű, a tőzegréteg vastagsága 3-4 méter, felső része rostos, alsó része pedig vegyes helyenként iszapos tőzeg (Dömsödi, 1977).

3. Táblázat. A pötrétei síkláp tőzeg minőségi adatai (Dömsödi nyomán, 1977.)

A kutatási terület	A tőzeg átlagos bomlásfoka (%)	Átlagos minőségi adatok			
		makroszkópos jellege	hamutartalom (%)	szervesanyagtartalom (%)	pH
Pötréte	10-40	rostos tőzeg, vegyes tőzeg	11,6	58,4	6-7

Felláp tőzeg

A kísérletben az AgroCs márkaneven forgalmazott balti natúr tőzeget használtam. Színe világosbarna, szerkezete stabil, rostos (rostméret: közepes, 0-20 mm) és rugalmas. Vízretartóképessége kiváló, kémhatása erősen savanyú (3-4 pH).

A keverékek összeállításában alkalmazott szuperfoszfát hatóanyagtartalma 18-20% P₂O₅, a PEAT-mix tartós hatású műtrágya összetétele 13:15:17 N: P₂O₅: K₂O.

4. Táblázat. A kísérleti keverékek és közegek kiinduláskor mért talajvizsgálati adatai (2002-2003.)

Földkeverék/ közeg	pHH ₂ O	CaCO ₃ (%)	K _A	H (%)	EC (mS/cm)	Összes N (mg/100g t)	Hidr. N (I. lépcső) (mg/100g t)	NO ₃ -N (mg/100g t)	AL-K ₂ O (mg/100g t)	AL-P ₂ O ₅ (mg/100g t)
Vegasca	7,4	1,5	100	37	2,1	1153	74	41,6	204	190
Zöldhulladék komposzt I.	7,3	11,4	88	43	3,5	1282	71	21,6	460	680
50% Zöld hulladék komposzt II.+ 50% homok	8,1	8,1	48	32	2,9	529	52	32,4	386	300
Fenyőkéreg	6,6	-	164	72	0,6	825	41	24,3	305	395
Felláp tőzeg	5,3	1,8	480	79	1,2	1019	252	104,7	504	520
Síkláp tőzeg	6,8	2,1	136	73	2,1	1719	132	92,5	484	475
Bentonitos tőzeg	6,4	1,1	260	54	1,2	935	151	76,7	372	440
Síkláp-felláp tőzeg	6,5	1,4	280	76	1,7	1547	209	80,2	497	540

A konténer tenyészedényeket a fóliaház négy különböző pontján egy-egy blokkban helyeztem el, véletlen blokk elrendezésben. A kezeléseket négy ismétlésben állítottam be, egy ismétlés öt konténernyi növényt jelöl, azaz kezelésként egy parcella mérete 1,2 m². Az állomány szélső soraiba nem került kísérleti konténer a szegélyhatás kiküszöbölése miatt.

A kísérletben felhasznált összes szervesanyag alapú anyagot és keveréket évente cseréltem. A letermelt anyagokat tovább hasznosítottuk, a tőzegalapú anyagokat és a komposztokat szabadföldi dísznövény- és zöldségtermő ágyások talajának javítására használtuk illetve fűmagvetés előtti talajelőkészítés során talajba dolgoztuk. A fenyőkérget ugyancsak tovább hasznosítottuk ágyások takarásához, nedvesség megőrző és gyomosodást gátló hatása miatt.

3.1.2 A kísérleti növényanyag jellemzői

A termesztési kísérlet tesztnövénye az étkezési paprika (*Capsicum annuum L.*) Danubia fajtája volt. A Danubia egy korai, folytonos növekedésű hibrid, növekedési erélye közepes. Levelei szélesek, hullámos szélűek, levélzete középzöld. Bogyója fehér színű, széles kúp alakú, felálló. Húsvastagsága megfelelő. Elsősorban korai hajtásra ajánlott, mivel alacsony fényintenzitás mellett is jól köt. Vegetatív növekedése optimális, kiváló a termés és a lomb aránya ezért kiegyensúlyozott termésleadást biztosít. Virágait folyamatosan, nagy számban hozza.

Folyamatos tápanyagellátást és szedést igényel. A fajta előnye, hogy ellenálló a dohánymozaik vírus paradicsom törzsével szemben, dohánymozaik vírus rezisztencia foka Tm2.



1. kép A Danubia szaporítóanyaga (drázsírozott magok)



2. kép A Danubia termése

A vizsgálati módszer

3.2.1 A termesztési kísérlet leírása

A három éves (2002-2004) termesztési kísérletben mindhárom évben személyesen végeztem a teljes növénynevelési folyamatot a szaporítástól a termésbetakarításig.

Szaporítás és palántanevelés

A Danubia paprikafajta neveléséhez a hideghajtás technológiai változatát választottam, mivel ennél a technológiánál csak a szaporítás és palántanevelés időtartama alatt szükséges a termesztőberendezést fűteni, a fóliaházba történő kiültetés után már nem, ezáltal jelentős mértékben csökkennek a termesztés költségei. A magokat kőzetgyapot alapanyagú magvetőtálcákba vetettük szemenként január utolsó (2002) illetve február első (2003 és 2004) hetében. A szaporításhoz igazolt eredetű, fémzárolt és drázsírozott magokat használtunk, amelyet mindhárom évben a Syngenta Seeds Kft. bocsátott a rendelkezésünkre. A magok csírázásához alapvetően két feltételt kellett biztosítanunk a kőzetgyapot folyamatos nedvességellátását valamint a megfelelő (25°C körüli) hőmérsékletet. A magok átlagosan 8-10 nap alatt indultak csírázásnak. Csírázás után csökkentettük a termesztőberendezés légterének hőmérsékletét kb. 18-20°C-ra, gyakrabban szellőztünk és elvégeztük az első növényvédelmi kezeléseket. 3-4 lombszeveles korban került sor a palánták szétűzdelésére, ehhez 10cm átmérőjű műanyag cserepeket használtunk és fellép tőzeg alapanyagú földkeveréket. A hideghajtásban átlagosan 2-2,5 hónap palántanevelési idővel kell számolni. Lényeges, hogy az átcserpezés után néhány napig magasabb hőmérsékleten és páratartalommal neveltük a növényeket, hogy könnyebben

regenerálódjanak. Később a hőmérsékletet csökkentettük (kb. 18°C-ra), biztosítottuk a folyamatos vízellátást és az öntözővízzel együtt tápanyagot is kijuttattunk. Palántakorban a növények megnövekedett foszforigényét kielégítendő Universol NPK 1:3:1 típusú öntözőműtrágyát kevertünk 0,5-1 ezrelékes töménységben az öntözővízhez. Gyakoribb szellőztetéssel csökkentettük a páratartalmat és a növekedéssel párhuzamosan folyamatosan nagyobb térállásra raktuk szét a palántákat, hogy kompakta maradjanak, erős napfényben leárnyékoltuk a fiatal növényeket. A növényvédelmi kezelések során védekeztünk a baktériumos- és gombás betegségek valamint a tripszek és levéltetvek ellen.



3. kép Kőzetgyapot magvetőtálcában nevelt szikleveles növények



4. kép Kiültetésre kész paprikakapalánta

Kiültetés

Az ültetésre kész 20-25 cm magas, kompakt növekedésű, zöldbimbós paprikakapalánták április végén kerültek végleges helyükre a Filclair típusú fóliaházba. Az ültetéshez 12l űrtartalmú fekete színű, műanyag konténereket és összesen nyolcféle szervesanyagalapú közeget illetve földkeveréket használtunk. Az alkalmazott állománysűrűség 4 tő/m² volt.



5. kép A teljes növényállomány távlati képe

Fitotechnikai munkák

Mivel a Danubia fajta optimális tápanyagellátottság esetén kiváló termés és lomb aránnyal rendelkezik, ezért csak a legszükségesebb metszési munkákat végeztük el a termesztés során. Az alakító metszésnél az első három elágazásig minden hajtást és a rajta lévő terméseket is meghagytuk, majd a főág kivételével a többi ágat visszatörtük, a termés eltávolítása után pedig az ágat tőből eltávolítottuk. Ugyancsak tőből eltávolítottuk a főágon képződött levélhóonalji hajtásokat. A metszési munkákat mindig kézzel végeztük, így csökkent a kockázata annak, hogy a zöldmunkák során a növényállományban jelenlévő fertőzések tovább terjedhessenek. Fontos fitotechnikai munka volt a főág támasztószinorra történő folyamatos felvezetése és a levelezés, amely során a beteg illetve sárguló leveleket folyamatosan eltávolítottuk.

Tápanyagutánpótlás

Kiültetés után az öntözéseket naponta 0,5 ezrelékes töménységű tápoldatos öntözővízzel végeztük. Tápoldatozáshoz Universol NPK 3:1:5 típusú öntözőműtrágyát használtunk, ezt az összetételt a terméskötődés és az azt követő érés időszakában ajánlatos adagolni. Az Universol komplex műtrágya a makroelemeken kívül a főbb mikroelemeket (Mg, Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo) is tartalmazza. Ezenkívül pedig citromsavat, amely tompítja a műtrágyák talajt illetve közegeket savanyító hatását. A tápoldatozó oldat júliustól minden öntözésnél tartalmazott még vízben ugyancsak jól oldódó, szemcsés kalcium-nitrát ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) hatóanyagú műtrágyát 0,25 ezrelékes töménységben. A kalcium-nitrát műtrágya hatóanyagtartalma 15,5% nitrogén és 28% kalcium-oxid.

Az öntözéshez használt tápoldat töménysége 0,5 ezrelék volt a kiültetéstől júliusig. Egyszerre 1400l tápoldatot készítettem, amelynek összetétele 1400l víz és 0,7 kg Universol NPK 3:1:5 komplex műtrágya. Júliustól szeptemberig az alkalmazott tápoldat töménysége 0,75 ezrelék volt, a tápoldat összetétele 1400l tápoldat készítése esetén 1400 l víz, 0,7 kg Universol NPK 3:1:5 komplex műtrágya és 0,35 kg kalcium-nitrát.

Az öntözéshez vezetékes vizet használtunk. A tápoldatot automata tápoldatkészítő- és kijuttató berendezéssel adagoltuk.

4. Táblázat. A tápoldatozáshoz használt öntözővíz minőségi tulajdonságai

A vizsgált tulajdonság	(mg/l)	A vizsgált tulajdonság	(mg/l)
pH	6,71	Cr	< 0,01
EC (μScm^{-1})	680	Cu	0,051
K_6 (n°)	22,2	Fe	0,071
NO_3^-	13,6	K	3,16
Cl ⁻	39,1	Li	< 0,006
CO_3^{2-}	< 10	Mg	30,3
HCO_3^{2-}	271	Mn	0,006
SO_4^{2-}	< 10	Na	22,8
As	< 0,025	P	< 0,1
Ba	0,071	Pb	< 0,05
Ca	99,7	Sr	0,43
Cd	< 0,01	Zn	0,30



6-7. kép Az automata tápoldatkeverő rendszer



8. kép A konténerben nevelt növények

Klimatikus feltételek biztosítása

A Filclair típusú fóliaházak hatékonyan szellőztethetők a mozgatható oldalfalakon keresztül, az ajtók elhúzásával és ventilátorok segítségével. Áprilistól mérsékelten szellőztettünk a növényállományban, nyáron nappal egész nap szellőztettünk, de éjszakára bezártuk a szellőzőket. Bár a paprika fényigényes növény július és augusztus hónapokban szükség volt árnyékolásra az energiaernyő elhúzásával, hogy a túlzott megvilágítottság káros hatásait elkerüljük.

Növényvédelem

A permetezéseket heti fordulóban végeztük a Fundazol illetve Amistar gombaölőszerek valamint az Actara, Bi-58, Basudin és Vertimec rovarölőszerek különböző kombinációival. A termesztési időszak kezdetén Kasumint használtunk a baktériumos betegségek megelőzésére. A termesztés során két alkalommal végeztünk gázosítást Unifosz és Admiral növényvédőszerrel.

Betakarítás

A szedéseket 10-14 naponta végeztük a paprika gazdasági érettségében. A leszedett paprikát műanyag vödörbe illetve B-30-as rekeszbe gyűjtöttük, hűvös helyen osztályoztuk.

Fenológiai vizsgálatok

Munkám során a növényállományban lejátszódó változásokat is nyomon követtem. A szedések alkalmával mértem az egyes termések tömegét, megadtam a termések darabszámát valamint osztályoztam a leszedett paprikát. Így a termésmennyiséget kezelésként és ismétlésként is össze tudtam hasonlítani valamint megadható volt a tövenkénti átlagtermés. Az osztályozásnál első- és másodosztályúak a piacképes termések, harmadosztályúak az apró, sérült illetve deformált paprikák.

3.2.2 A talajmintavétel módja és a talajminták előkészítése

A termesztési ciklus alatt a talajmintavétel júniustól szeptemberig havi egy alkalommal történt, azért, hogy az időbeli változásokat is nyomon követhessem. Minden mintavétel a kora reggeli órákban zajlott le, mielőtt a napi első tápoldatozásra sor került volna. A mintavételhez ültetőlapátot használtam, a talajmintát a konténer teljes mélységéből emeltem ki (körülbelül 0-25 cm-es mélységből). A mintavételi időpontokban az egy-egy ismétléshez tartozó mind az öt konténerből mintát vettem, ezt a talajmennyiséget műanyag vödörben alaposan összekevertem és körülbelül 1 kg-nyi talajt vettem ki a laboratóriumi talajvizsgálatokhoz. Így adott hónapban egy kezelésből (közegből) négy átlagminta állt rendelkezésemre a laboratóriumi talajvizsgálatokhoz. A laboratóriumi talajvizsgálatokat az átlagmintákból három ismétlésben végeztem el. A termesztési ciklus megkezdése előtt is minden alkalmazott földkeverékből illetve közegből mintát vettem és elvégeztem a laboratóriumi talajvizsgálatokat.

A talajminták előkészítése a talajok szárításával kezdődött, mivel az általam közölt talajtani paraméterek meghatározásához légszáraz talajra volt szükség. Ezt követően a mintákból eltávolítottam az apróbb szennyeződések (gyökérmaradványok, kavicsok stb.) majd a talajokat talajdarálón ledaráltam és 2 mm-es szitán átszitáltam.

3.2.3 Talajvizsgálati módszerek

A laboratóriumi vizsgálatok során meghatároztam az egyes talajmintákban előforduló különböző nitrogén-formákat. A talajminták összes nitrogéntartalmát Kjeldahl-módszerével határoztam meg.

A könnyen hidrolizálható nitrogéntartalmat Hargitai hidrolízises módszerével határoztam meg. Ez az eljárás megadja a könnyen oldható, összes könnyen oldható nitrogén-formákat (Hargitai, 1970). A leginformatívabb nitrogén vizsgálati módszer, amely megmutatja a talaj nitrogénszolgáltató képességét, ezen keresztül pedig következtethetünk a növényi nitrogénfelvétel mértékére. A hidrolízis során 20 g talajt 100 ml 0,25 mólos kénsavval felöntünk majd az oldatot 16 órán át állni hagyjuk. Ezt követően szűrletet készítünk, majd a szűrletből redukálószer hozzáadása és káliumbikromátos roncsolás után víz-gőzdesztillációval határozzuk meg a nitrogén mennyiségét.

A nitrogén-formák között meghatároztam a növények által legkönnyebben hasznosítható ammónium- és nitráttartalom mennyiségét. A módszer lényege, hogy kivonó oldatot készítünk 40 g talaj (tőzegalapú talajoknál 10 g talaj) és 100 ml 1 mólos kálium-klorid oldattal. Az így kapott elegyet 2 órán át rázatjuk a Wagner-féle körbenforgó rázógépen, majd szűrletet készítünk

belőle. 10-10 ml szűrletből magnézium-oxid por hozzáadásával és vízgőz-desztillációval mérhető az ammónium, magnézium-oxid por és Dewarda ötvözet hozzáadásával pedig az ammónium és nitrát összes mennyisége (Bremner, 1965).

A tápanyagtartalom jellemzéséhez meghatároztam a könnyen oldható foszfor- és kálium-tartalmat ammóniumlaktátos (AL) kivonással.

A kísérletben használt anyagok várható magas szervesanyag tartalma miatt izzítással határoztam meg a szervesanyag tartalmat. Ismert súlyú porcelán tégelybe 5g talajt bemértünk és azt izzító kemencében 700°C-ot meg nem haladó hőmérsékleten súlyállandóságig elégettük.

A humuszminőség vizsgálatát Hargitai két oldószeres a humuszanyagok optikai tulajdonságain alapuló eljárása szerint végeztem. A módszer szerint a humuszanyagokat 0,5% NaOH-al illetve 1% NaF-al vonjuk ki. A meghatározás azon alapszik, hogy a semleges oldószer (NaF) elsősorban a nagy molekulásúlyú, jó minőségű humuszanyagokat, míg a lúgos oldószer (NaOH) a kisebb molekulásúlyú, nyersebb humuszanyagokat oldják ki a talajból. A humuszminőséget kifejező humuszstabilitási számot (Q érték) a kétféle oldószerrel készített kivonatok extinkciós értékeinek arányából kaptam meg. Ha a $Q > 1$, azt jelenti, hogy a talajmintában a jó minőségű humuszanyagok vannak túlsúlyban, míg ha a $Q < 1$ a talajmintában a nyers humuszanyagok túlsúlya érvényesül. A dolgozatban kiszámítottam a humuszstabilitási koefficiens (K) értékét is, amit úgy kaptam meg, hogy a humuszstabilitási számot elosztottam az összes humusztartalommal. A K érték tehát a humuszminőséget is magában foglaló, egységnyi humusztartalomra vonatkoztatott érték (Hargitai, 1961).

A mésztartalom meghatározása a Scheibler-féle kalciméterrel történt.

A kísérleti közegek kémhatását 1:2,5 arányú légszáraz talaj és desztillált víz illetve légszáraz talaj és kálium-klorid oldatokból (tőzegalapú talajoknál 1:5 arányú elegyből) végeztem elektromos úton.

A talajminták fajlagos elektromos vezetőképességét (EC érték) légszáraz talajminta 1:2 talaj és víz arányú (tőzegalapú talajoknál 1:5 arányú) vizes kivonatából határoztam meg. Keverés, 30 másodperces rázás és rövid idejű ülepedés után Stelzner LF 200-as vezetőképesség mérő műszer segítségével mérhető mS/cm-ben a talajok konduktivitása.

A laboratóriumi vizsgálatokat Buzás (1988) Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyve alapján végeztem. A tőzegalapú anyagok talajtani vizsgálatait az MSZ-08 0012/3- 79 számú, a tőzegek és tőzégkészítmények fizikai, kémiai és biológiai vizsgálatára vonatkozó szabvány előírásai alapján végeztem (MÉMSZ, 1979).

A dolgozatban közölt eredményeket a Microsoft Excel Programcsomag Adatelemző Panel segítségével értékeltem statisztikailag. Az eredmények statisztikai feldolgozásához az egytényezős varianciaanalízist választottam, a táblázatoknál az egyes kezelések közötti és kezelésként az egyes mintavételi időpontok közötti szignifikáns differencia (SZD) értékét közöltem 95%-os valószínűségi szinten. Az eredményeket a két illetve három termesztési év (az évszámokat zárójelben jelöltem a táblázatoknál és az ábráknál egyaránt) adatainak átlagában közöltem.

4. A KÍSÉRLET EREDMÉNYEI

4.1 A kísérletben alkalmazott földkeverékek és közegek általános talajtani tulajdonságai

A kísérletben alkalmazott közegek és földkeverékek kémhatásának értékei jelentős különbségeket mutattak (6. Táblázat). A vízben mért kiindulási pH értékeket tekintve legbázikusabb volt a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. (8,1 pH), gyengén bázikusnak mondható a zöldhulladék komposzt I. (7,3 pH) és a Vegasca (7,4 pH). A hajtattott paprika számára optimális a 6-6,5-es pH intervallum, mivel ebben az intervallumban a legkedvezőbb az egyes tápelemek felvehetőségének aránya és a tápelemek oldékonysága. Ebből a szempontból az étkezési paprika számára optimális kiindulási pH-értékkel rendelkeztek a fenyőkéreg és a tőzeges anyagok. Kivételt jelentett ez alól a felláp tőzeg erősen savanyú (5,3 pH) kémhatás értékével. Az erősen savanyú kémhatás azért befolyásolja hátrányosan a növények fejlődését, mert ilyen kémhatás mellett csökken a növény számára esszenciális tápelemek oldékonysága ugyanakkor megnő a növényi fejlődés szempontjából káros Al- és Fe-vegyületek valamint a H^+ -ionok talajoldatbeli koncentrációja. A kálium-kloridban mért kémhatás értékek alapján igazolható volt, hogy a közegekben káros savanyúság nem volt jelen.

Az általános talajtani vizsgálatok között elvégeztem az egyes közegek mésztartalmának mérését (6. Táblázat). A talajokban jelenlévő kalcium esszenciális a növényi fejlődés szempontjából, a kalcium szabályozza a növények anyagcsere- és légzés folyamatait, befolyásolja a gyökérnövekedést és a termésminőséget is. A növények által felvehető kalcium mennyisége függ a közeg káliummal illetve más kationokkal való ellátottságától és a közeg kémhatásától (Debreczeniné in Fülek, 1999). A kalcium jelenléte a sejtmembránban csökkenti a passzív úton bejutó ionok (pl.: Na^+) sejtbe való bekerülését, ezáltal szerepe van növény sótűrésének szabályozásában (Pedryc, 1998).

A kísérleti közegek közül legmagasabb mésztartalommal a kétféle komposzt rendelkezett, a zöldhulladék komposzt I.-ben 11,4 %-os mésztartalom volt mérhető, míg a zöldhulladék komposzt II.-ben 8,1 %. A tőzegalapú anyagok és a fenyőkéreg mésztartalma mindössze 1-2 % körüli értéket mutattak. A tőzegalapú anyagok közül a felláp tőzegben mértem a legalacsonyabb 5,3-es pH_{H_2O} értéket, ugyanakkor ez a közeg 1,8%-os mésztartalommal rendelkezett. Az ásványi talajok esetében szinte elképzelhetetlen, hogy egy savanyú közeg ekkora mésztartalommal rendelkezzen. A mesterséges közegek esetében azonban más a helyzet, mivel a közegek kémhatásának emelésére általában mészpórt (Futor) kevernek a savanyú kémhatású tőzeghez. A kísérletben vizsgált felláp tőzeghez 3 kg/m^3 Futort kevertünk hozzá, amely a kiindulási anyagban

megnövelte a mésztartalmat. A síkláp-felláp tőzeg keverékéhez $1,5 \text{ kg/m}^3$, a bentonitos tőzeghez pedig $1,48 \text{ kg/m}^3$ Futor-t adagoltunk kiindulási állapotban (6. Táblázat).

Az Arany-féle kötöttségi szám kifejezésével adtuk meg a kísérletben vizsgált mesterséges anyagok kötöttségét, az eredmények szokatlanul magas értékeket mutatnak (felláp tőzeg $K_A=480$). Ezek a magas értékek azt érzékeltetik hatásosan, hogy a mesterséges talajok vízfoghatósága az ásványi talajok vízfoghatóságának többszörösét adják (6. Táblázat).

A vizsgálati eredmények alapján a közegek kiindulási elektromos vezetőképessége közepes értéket ért el a zöldhulladék komposzt I. ($3,5 \text{ mS/cm}$) és a zöldhulladék komposzt II. ($2,9 \text{ mS/cm}$) esetében. Közepesen alacsony értéket mértem a Vegascánál ($2,1 \text{ mS/cm}$), a síkláp tőzegnél ($2,1 \text{ mS/cm}$), a síkláp és felláp tőzeg keverékében ($1,7 \text{ mS/cm}$), a felláp tőzegben ($1,2 \text{ mS/cm}$) és a bentonitos tőzegben ($1,2 \text{ mS/cm}$). Alacsony értéket mutatott a fenyőkéregben mért ($0,6 \text{ mS/cm}$) érték (6. Táblázat).

A különböző közegek sótartalmának értékelése szoros összefüggésben van a közegek szervesanyagtartalmával. A magas szervesanyagtartalommal rendelkező közegek ugyanis magas sótartalmat bírnak el a természetett növény károsítása nélkül, mivel a közegekben lévő szervesanyagok felületükön lekötik illetve tompítják a különböző sók által okozott káros hatásokat.

6. Táblázat. A kísérletben felhasznált földkeverékeket és közegeket jellemző általános talajtani tulajdonságok (2002-2004.)

Földkeverék/ közeg	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	CaCO ₃ (%)	K _A	H (%)	EC (mS/cm)
Vegasca	<u>7,4</u>	6,8	1,5	100	37	2,1
Zöldhulladék komposzt I.	<u>7,3</u>	7,1	<u>11,4</u>	88	<u>43</u>	<u>3,5</u>
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>8,1</u>	7,6	<u>8,1</u>	48	<u>32</u>	<u>2,9</u>
Fenyőkéreg	6,6	6,4	-	164	72	0,6
Felláp tőzeg	5,3	5,2	1,8	480	79	1,2
Síkláp tőzeg	6,8	6,5	2,1	136	73	2,1
Bentonitos tőzeg	6,4	6,0	1,1	260	54	1,2
Síkláp-felláp tőzeg	6,5	6,1	1,4	280	76	1,7

A termesztési ciklus során júniustól szeptemberig a talajok többségénél nem volt mérhető szignifikáns pH-érték csökkenés. Jelentős mértékben csak a Vegasca és a zöldhulladék komposzt II. és folyami homok keveréke vagyis a két bázikus közeg pH-értéke csökkent (7. Táblázat).

A tőzegek között szignifikánsan nem volt kimutatható a bentonitos tőzeg bentonittartalmának pufferoló, a talaj savanyodását tompító hatása.

A két oldószerrel (vízben és KCl-ban) mért pH-értékek között minden esetben 1-nél kisebb volt a különbség, ami alapján megállapítható, hogy a vizsgált földkeverékekben és közegekben káros savanyúság nem volt tapasztalható (7. Táblázat).

7. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyészidőszak alatt (2002-2004.)

Földkeverék/ közeg	pH _{H₂O}						pH _{KCl}					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	<u>7,4</u>	7,6	7,1	6,9	<u>6,9</u>	0,19	<u>6,8</u>	6,9	6,8	6,6	<u>6,6</u>	0,15
Zöldhulladék komposzt I.	<u>7,3</u>	7,3	7,2	7,1	<u>7,1</u>	0,17	<u>7,1</u>	7,1	7,1	7,0	<u>6,9</u>	0,12
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>8,1</u>	7,8	7,5	7,5	<u>7,7</u>	0,21	7,6	7,5	7,4	7,4	7,5	0,19
Fenyőkéreg	<u>6,6</u>	6,5	6,6	6,5	<u>6,5</u>	0,18	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	0,16
Felláp tőzeg	<u>5,3</u>	5,6	5,4	5,3	5,6	0,69	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	0,21
Síkláp tőzeg	<u>6,8</u>	6,5	6,6	6,6	<u>6,6</u>	0,16	6,5	6,4	6,4	6,5	6,5	0,12
Bentonitos tőzeg	<u>6,4</u>	6,2	6,3	6,3	<u>6,6</u>	0,15	<u>6,0</u>	6,1	6,2	6,2	<u>6,3</u>	0,14
Síkláp-felláp tőzeg	6,5	6,3	6,3	6,3	6,4	0,18	<u>6,1</u>	6,1	6,1	6,2	<u>6,3</u>	0,15
SZD 95%	0,15	0,24	0,15	0,16	0,16		0,15	0,16	0,13	0,14	0,15	

A sótartalom meghatározásánál a különböző talajminták megfelelő arányú talaj – desztillált vizes kivonatát használtam. A sótartalmat jelző EC értékeket mS/cm-ben közöltem, alacsony koncentráció tartományban ez az érték bizonyítottan lineáris összefüggést mutat az összesség-tartalommal. A talajkivonat vezetőképességének meghatározása tükrözi a gyökerek közvetlen környezetének sóviszonyait.

A vizsgálati eredmények alapján a közegek kiindulási sótartalma közepes értéket mutatott a zöldhulladék komposzt I.-nél (3,5 mS/cm) és a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékénél (2,9 mS/cm), közepesen alacsony értéket adtak a tőzege alapú anyagoknál (2,1-1,2 mS/cm) és túlzottan alacsony értéket mértem a fenyőkéregnél (0,6 mS/cm). Egy hónap elteltével szignifikáns változás a fenyőkéregnél volt kimutatható, ahol 0,6 mS/cm-ről 0,9 mS/cm-re megnőtt az elektromos vezetőképesség (EC) értéke és a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékénél, ahol 2,9 mS/cm-ről 3,8 mS/cm-re nőtt az EC. A következő hónapban tovább nőtt a fenyőkéregben mért sótartalom (1,1 mS/cm), ezt követően viszont szeptemberig stagnált az értéke. A Vegascánál a kiindulási állapottól júliusig szignifikánsan csökkent a vezetőképesség

2,1 mS/cm-ről 1,4 mS/cm-re, ezt követően szeptemberig azonos szinten maradt. A tőzeges anyagoknál a vegetációs periódus folyamán kisebb változások következtek be az EC értékek változásában. A kiindulási vezetőképességhez képest általában alacsonyabb sókoncentráció volt mérhető szeptemberben, ez alól kivételt képzett a bentonitos tőzeg itt a kiindulási állapottól szeptemberig megnőtt az elektromos vezetőképesség 1,2 mS/cm-ről 1,6 mS/cm-re, amely változás már szignifikáns növekedést jelentett. A zöldhulladék komposzt I. esetében az egész tenyésztési időszak alatt jelentősen nem változott a vezetőképesség mértéke, ez azonban azt is jelentette, hogy végig a közepes illetve közepesen magas tartományban mozgott a közegben mérhető EC érték. A zöldhulladék komposzt II.-ben mért vezetőképesség a teljes tenyésztési időszak alatt közepesen magas értékeket mutatott (8. Táblázat).

8. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek elektromos vezetőképességének alakulása a tenyésztési időszak alatt (2002-2004)

Földkeverék/közeg	Elektromos vezetőképesség (EC érték)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	2,1	1,9	1,4	1,7	1,9	0,27
Zöldhulladék komposzt I.	3,5	4,2	3,9	4,1	4,4	0,81
50% Zöld hulladék komposzt II. + 50% homok	<u>2,9</u>	<u>3,8</u>	3,5	3,4	3,3	0,36
Fenyőkéreg	<u>0,6</u>	<u>0,9</u>	1,1	1,2	1,1	0,15
Felláp tőzeg	1,2	1,4	1,1	0,9	1,1	0,21
Síkláp tőzeg	2,1	1,9	1,4	1,6	1,9	0,23
Bentonitos tőzeg	<u>1,2</u>	1,5	1,4	1,4	<u>1,6</u>	0,19
Síkláp-felláp tőzeg	1,7	1,6	1,3	1,3	1,4	0,24
SZD 95%	0,33	0,42	0,46	0,26	0,32	

4.2 A kísérletben alkalmazott földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző tulajdonságai

A kísérleti talajok szervesanyag-tartalmát és a humuszanyagok minőségét jelző Q értékeket csak a kiindulási talajmintákból határoztam meg, mivel ezek a talajtani paraméterek néhány hónapos időtartamon belül nem mutatnak jelentős változásokat. A kísérletben csak szerves eredetű természetközvegeket vizsgáltam, amelyek közül igen magas, 70% feletti szervesanyag-tartalommal rendelkezett a fenyőkéreg és a tőzegalapú anyagok. Kivételt jelentett a bentonitos tőzeg, ahol a 10 %-os ásványianyag-tartalom már szignifikáns szervesanyag-tartalom csökkenéssel járt. Legalacsonyabb volt a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékének szervesanyag-tartalma 32 %-kal. A Vegasca szervesanyag-tartalma 37 %, míg a zöldhulladék komposzt I. szervesanyag-tartalma 43 %-ot mutatott (9. Táblázat, 4. Ábra).

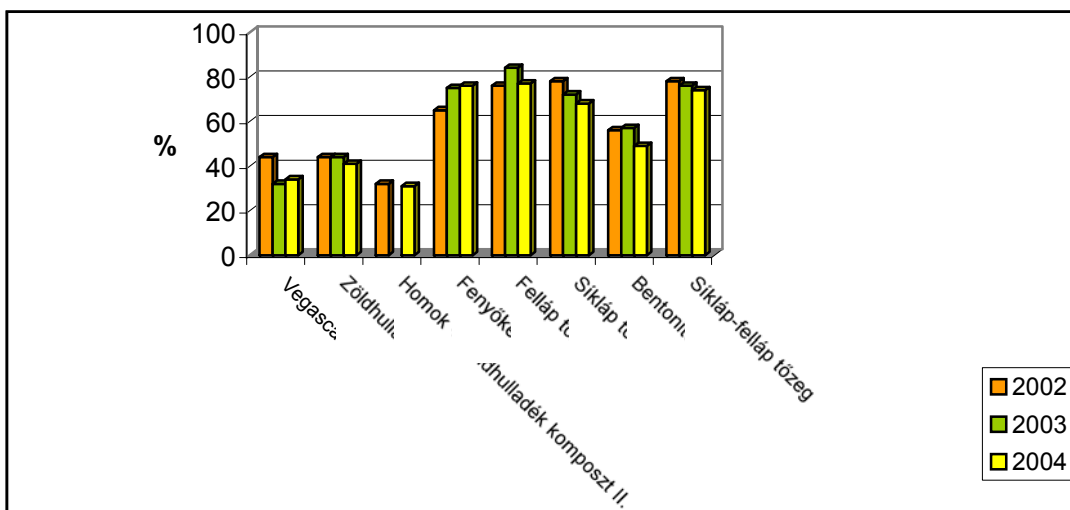
9. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző adatok (2002-2004)

Földkeverék/közeg	Szervesanyag-tartalom (H%)	Humuszstabilitási szám (Q)	Humuszstabilitási koefficiens (K)
Vegasca	37	1,2	0,033
Zöldhulladék komposzt I.	<u>43</u>	<u>6,5</u>	<u>0,151</u>
50 % Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	<u>32</u>	<u>5,6</u>	<u>0,172</u>
Fenyőkéreg	72	<u>0,5</u>	0,007
Felláp tőzeg	79	0,8	0,015
Síkláp tőzeg	73	1,1	0,015
Bentonitos tőzeg	54	0,7	0,013
Síkláp-felláp tőzeg	76	0,9	0,011
SZD 95%	3,68	0,61	0,016

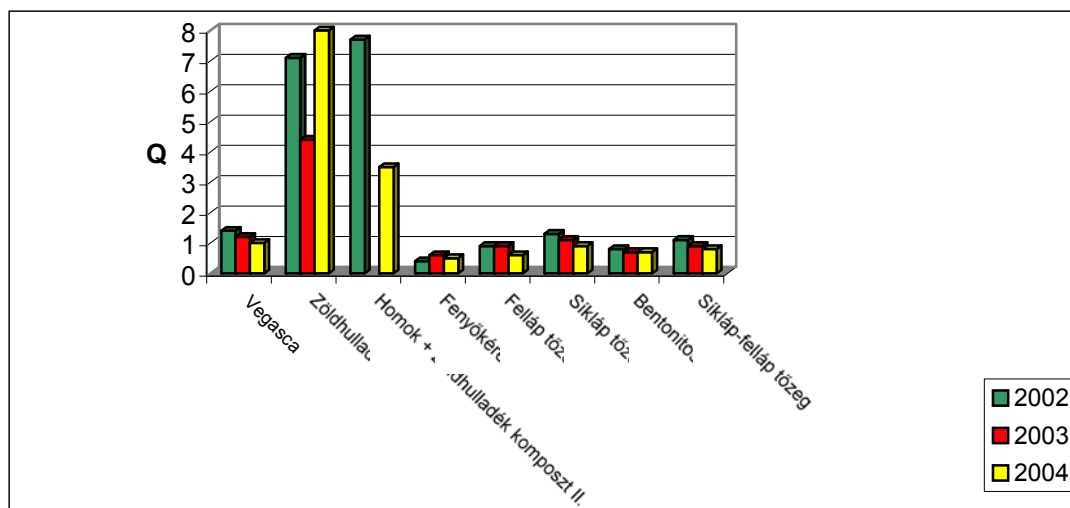
A humuszstabilitási szám (Q) értékeit vizsgálva megállapítható, hogy egyértelműen a kétféle komposztban lévő humuszanyagok a leghumifikáltabb, legstabilabb szerkezetűek. 1 feletti értéket mértem még a Vegascánál és a síkláp tőzegnél, ez az érték azt jelzi, hogy ezekben a közegekben is a jó minőségű, stabil humuszanyagok vannak még túlsúlyban. A vizsgált anyagok közül a fenyőkéregben dominálnak leginkább a nyersebb és alacsony nitrogéntartalmú humuszvegyületek, ezt jelzi az itt mért 0,5-es Q érték (9. Táblázat, 5. Ábra).

A szervesanyag-tartalom és a humuszstabilitási szám ismeretében meghatároztam az egyes közegekre jellemző humuszstabilitási koefficiens (K) értékét. A K érték ismerete az egyik fontos tényező az egyes talajok kertészeti hasznosíthatóságának megítélése szempontjából. Mivel a K koefficiens az egységnyi humusz-tartalomra vonatkoztatott érték, így nagyobb megbízhatósággal

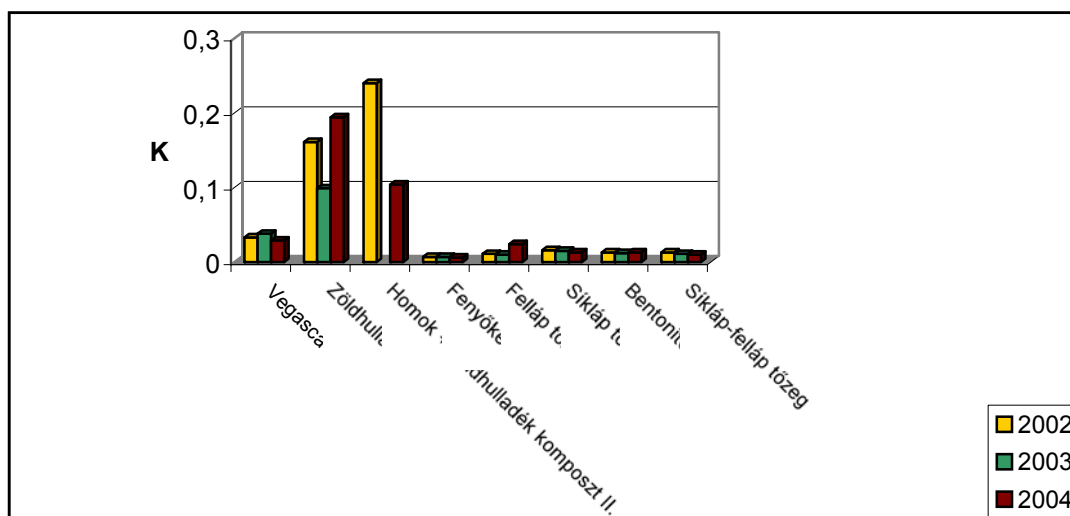
a magasabb humusztartalommal rendelkező talajok esetében használható (Forró, 2000). Vizsgálataim során a legmagasabb K értékeket a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékében (0,172) és a zöldhulladék komposzt I.-ben (0,151) mértem. Ezek az értékek nagyságrendileg megegyeznek például a gyengén humuszos homoktalajokra jellemző K értékekkel. A tőzeges anyagok és a fenyőkéreg humuszstabilitási koefficiense pedig körülbelül egy tizede a komposztoknál mért értékeknek (9. Táblázat, 6. Ábra).



4. Ábra. A szervesanyagtartalom alakulása kezelésenként



5. Ábra. A humuszminőség alakulása kezelésenként



6. Ábra A K értékek alakulása kezelésenként

4.3 A vizsgált földkeverékek és közegek tápanyagtartalmát és tápanyagszolgáltató-képességét jellemző adatok

A tápanyagtartalomra vonatkozó adatok közül elsőként a kísérletben felhasznált szervesanyag alapú anyagok kiindulási tápanyagtartalmát közlöm. A szervesanyag alapú termesztési közegek egyik előnyös tulajdonsága, hogy tápanyagokat tartalmaznak, ebből adódóan biológiailag aktív közegek. Önmagukban felhasználva általában nem tartalmazzák a termesztett növények számára elegendő mennyiségű tápanyagot illetve a tápanyagokat nem a megfelelő arányban tartalmazzák. A növények számára közvetlenül nem hasznosítható szerves tápanyagformák, azonban a közegekben zajló mineralizáció révén ásványosodnak és ezáltal hosszabb távon a növények tápanyag-ellátásában is szerepet játszanak.

Az összes nitrogéntartalom átlagolt adatait vizsgálva látható, hogy a tőzegalapú anyagok valamint a zöldhulladék komposzt I. mind jelentős 1000 mg/100g talaj feletti illetve a körüli összes nitrogéntartalommal rendelkeztek, bár itt is megállapíthatóak szignifikáns különbségek. Legmagasabb volt a síkláp tőzegben (1719 mg/100g talaj) és a síkláp és felláp tőzeg keverékében (1547 mg/100g talaj) mérhető összes nitrogéntartalom. A bentonitos tőzegnél (935 mg/100g talaj) azonban az ásványi bentonit 10%-os aránya és a hozzákevert felláp tőzeg együttes jelenléte már szignifikáns összes nitrogéntartalom csökkenést okozott. Jelentős összes nitrogéntartalommal rendelkezett a zöldhulladék komposzt I. (1282 mg/100g talaj), amelynek összes nitrogéntartalma szignifikánsan magasabb volt mint a Vegascában (1153 mg/100g talaj) és a felláp tőzegben (1019 mg/100g talaj) mért értékek. Figyelemreméltó összes nitrogén tartalmat mértem a fenyőkéregben (825 mg/100g talaj). Ugyanakkor a zöldhulladék komposzt II-ben (529 mg/100g talaj) az 50%-os arányú folyami homok bekeverése szignifikánsan csökkentette a közeg összes nitrogéntartalmát (10. Táblázat).

A hidrolizált nitrogéntartalom átlagolt kiindulási értékeit vizsgálva jól látható, hogy a legmagasabb nitrogéntartalommal a felláp tőzeg (252 mg/100g talaj) és a síkláp tőzeg és felláp tőzeg keverékéből összeállított közeg (209 mg/100g talaj) rendelkezett. Szignifikánsan alacsonyabb volt a bentonitos tőzegben (151 mg/100g talaj) és a síkláp tőzegben (132 mg/100g talaj) mérhető nitrogén mennyisége. Ez utóbbi két közeg nitrogéntartalmának mintegy felével rendelkezett a Vegasca (74 mg/100g talaj) és a zöldhulladék komposzt I. (71 mg/100g talaj). A legalacsonyabb könnyen felvehető nitrogéntartalmat pedig a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II.-ben (52 mg/100g talaj) és a fenyőkéregben (41 mg/100g talaj) mértem (10. Táblázat).

Az összes nitrogéntartalom és a hidrolizálható nitrogéntartalom egymáshoz viszonyított arányát vizsgálva a tőzegalapú anyagok esetében azt állapítottam meg, hogy a humifikáltabb

tőzeféleséget tartalmazó keverékekben alacsonyabb volt a hidrolizálható nitrogén aránya az összes nitrogéntartalomhoz képest. A mérési adatok alapján a humifikáltabb tőzeféleséget tartalmazó Vegascában 6,4 %, a síkláp tőzegben 7,7 % volt a hidrolizálható nitrogén százalékos aránya az összes nitrogéntartalomhoz képest, míg ugyanez az arány a felláp tőzegben 24,7 %, a bentonitos tőzegben 16,2 %, a síkláp és felláp tőzeg azonos arányú keverékében pedig 13,5 %. A magas humuszminőséggel rendelkező komposztoknál a hidrolizálható nitrogén aránya szintén alacsonyabb, a zöldhulladék komposzt I-ben 5,5 %, a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II-ben 9,8%. Ugyanakkor a leggyengébb humifikáltságú fenyőkéregnél a hidrolizálható nitrogéntartalom aránya a legalacsonyabb 4,9 %.

A vizsgált termesztési közegek közül átlagosan a legmagasabb NO₃-N tartalmat az alapműtrágyákat is tartalmazó tőzeges anyagokban mértem. A Vegasca (41,6 mg/100g talaj) megközelítőleg feleannyi NO₃-N-t tartalmazott mint a többi tőzegalapú közeg. A komposztok közül magasabb kiindulási NO₃-N tartalmat mértem a homokkal kevert zöldhulladék komposzt II.-ben (32,4 mg/100g talaj). A zöldhulladék komposzt I. (21,6 mg/100g talaj) és a fenyőkéreg (24,3 mg/100g talaj) NO₃-N tartalma pedig statisztikailag azonos szinten volt (10. Táblázat).

10. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kiinduláskor mért tápanyagtartalmának értékei (2002-2003)

Földkeverék/ közeg	Összes N (mg/100g t)	Hidrolizált N (mg/100g t)	NO₃-N (mg/100g t)	NH₄-N (mg/100g t)	AL-K₂O (mg/100g t)	AL-P₂O₅ (mg/100g t)
Vegasca	1153	74	41,6	21,4	204	190
Zöldhulladék komposzt I.	1282	71	21,6	11,8	460	680
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	529	52	32,4	9,7	386	300
Fenyőkéreg	825	41	24,3	1,4	305	395
Felláp tőzeg	1019	252	104,7	43,5	504	520
Síkláp tőzeg	1719	132	92,5	27,4	484	475
Bentonitos tőzeg	935	151	76,7	32,5	372	440
Síkláp-felláp tőzeg	1547	209	80,2	39,6	497	540

A legmagasabb káliumtartalmat a tőzeges anyagokban mértem, ezek a közegek indítóműtrágyát is tartalmaztak, ezzel együtt 500 mg/100g talaj körüli káliumtartalommal rendelkeztek. A tőzeges anyagok közül kivételt képezett a bentonitos tőzeg, amely kiindulási káliumtartalma 372 mg/100g talaj volt, s ezzel szignifikánsan a legalacsonyabb értéket mutatta a tőzeges anyagok között. A Vegasca földkeverék kiindulási káliumtartalma (204 mg/100g talaj), az indítóműtrágyával ellátott tőzeges közegek káliumtartalmának mintegy felével rendelkezett. A Vegascától több káliumot tartalmazott a fenyőkéreg is (305 mg/100g talaj). Várakozásainknak

megfelelően igen jelentős kiindulási káliumtartalommal rendelkeztek a komposztok, amelyek káliumtartalma külön műtrágya adagolás nélkül is megközelítette a tőzeges anyagokét, sőt a zöldhulladék komposzt I. (460 mg/100g talaj) esetében még szignifikáns különbség sem volt mérhető a legtöbb esetben (10. Táblázat).

A kiindulási foszfortartalmakat vizsgálva jól látható, hogy a legmagasabb foszfortartalom a zöldhulladék komposzt I-ben volt mérhető (680 mg/100g talaj). Ezután következtek az indítóműtrágyával is ellátott tőzegalapú anyagok 500mg/100g talaj körüli értékekkel. Hasonlóan a káliumtartalomnál megállapított adatokhoz foszforból is a bentonitos tőzeg jelentette a kivételt 440 mg/100g talaj értékkel. Azaz a bentonitos tőzeg szignifikánsan kevesebb foszfort tartalmazott mint a többi indítóműtrágyával ellátott tőzeges anyag. A vizsgált anyagok közül a legalacsonyabb kiindulási foszfortartalmat a Vegascában (190 mg/100g talaj) mértem. Ugyanakkor nagyon jó foszforellátottságot mutatott a fenyőkéreg (395 mg/100g talaj) és a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. is (300 mg/100g talaj) (10. Táblázat).

A tápanyagtartalom változását nyomon követtem a teljes tenyészidőszak alatt. Az ide vonatkozó adatok között először a kísérletben felhasznált szervesanyag alapú földkeverékekben és közegekben lévő különböző nitrogén-formák megoszlását közlöm. A laboratóriumi vizsgálatok során mértem a talajok összes nitrogéntartalmát. Közismert, hogy az összes nitrogéntartalomnak csak néhány százalékát jelenti a növények számára felvehető nitrogén mennyisége. Ugyanakkor a szerves közegekben a természet idõtartama alatt is folyamatosan lejátszódó mineralizációs folyamatok ismeretében, fontos tudnunk, hogy az egyes talajokban mekkora a potenciálisan hasznosítható tartalék nitrogén mennyisége. Ez a tartalék nitrogén-készlet hosszabb idõtartam alatt fontos szerepet játszik a növény nitrogén-ellátásában. A szerves nitrogén-formák mineralizálódását számos tényező befolyásolja, növényházi körülmények között azonban adott a magas hőmérséklet, a folyamatos vízellátás és a tápoldatozás következtében biztosított az ásványi nitrogén-formák pótlása, ezek a tényezők mind kedvezően befolyásolják a közegekben zajló mineralizációs folyamatok intenzitását.

A kiinduláskor mindkét évben jelentős összes nitrogéntartalmat mértem a tőzegalapú földkeverékekben valamint a zöldhulladék komposzt I-ben. Általánosságban elmondható, hogy az indítóműtrágyával feltöltött tőzeges anyagok egyégesen alacsonyabb összes nitrogéntartalommal rendelkeztek 2003-ban mint 2002-ben. A bentonitos tőzeg (2002-ben 989 mg/100g talaj, 2003-ban 881 mg/100g talaj) és a fenyőkéreg (2002-ben 849 mg/100g talaj, 2003-ban 801 mg/100g talaj) összes nitrogéntartalma közötti különbség nem volt szignifikáns. Ugyanakkor a zöldhulladék komposzt II-ben (2002-ben 529 mg/100g talaj) az 50%-os arányú folyami homok bekeverése szignifikánsan csökkentette a közeg összes nitrogéntartalmát (11.-12. Táblázat).

A kiindulási állapottól júliusig a Vegascánál, a fenyőkéregnél, a síkláp tőzegnél és a síkláp-felláp tőzeg keverékénél csökkent az összes nitrogéntartalom értéke, ez a csökkenés azonban csak a Vegascánál (2002-ben 957 mg/100g talaj, 2003-ban 901 mg/100g talaj) és a fenyőkéregnél (2002-ben 739 mg/100g talaj, 2003-ban 605 mg/100g talaj) volt szignifikáns. Ugyanebben az időszakban a felláp tőzegben (2002-ben 1215 mg/100g talaj, 2003-ban 1025 mg mg/100g talaj) és a bentonitos tőzegben (2002-ben 1165mg/100g talaj, 2003-ban 995 mg/100g talaj) az összes nitrogéntartalom emelkedése volt mérhető, ezek azonban nem jelentettek minden esetben szignifikáns változást. A tenyésztési időszak második felében viszont egyöntetűen minden tőzeges anyagnál és a fenyőkéregnél is megnőtt az összes nitrogéntartalom. Ez a növekedés a kiindulási állapotnál mért összes nitrogéntartalomhoz képest mindenhol szignifikáns változást jelentett, kivéve a Vegascát (2002-ben 1240-ről 1248 mg/100g talajra, 2003-ban 1066-ről 1132 mg/100g talajra).

A zöldhulladék komposzt I.-nél az egész tenyésztési időszak alatt hullámzóan változott az összes nitrogéntartalom. A zöldhulladék komposzt I.-nél mindkét évben júniusra szignifikánsan csökkent az összes nitrogéntartalom (2002-ben 1246 mg/100g talaj, 2003-ban 1006 mg/100g talaj) ezt követően júliusra emelkedett a nitrogén mennyisége (2002-ben 1316 mg/100g talaj, 2003-ban 1238 mg/100g talaj) majd augusztusra szignifikánsan csökkent, szeptemberre pedig szignifikánsan újra megnőtt az összes nitrogéntartalom (2002-ben 1958 mg/100g talaj, 2003-ban 1878 mg/100g talaj). A homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. esetében az összes nitrogén tartalom augusztusig szignifikánsan csökkent (2002-ben 374 mg/100g talaj) majd szeptemberre szignifikánsan megnőtt (429 mg/100g talaj). (11.-12. Táblázat, 7-14. Ábra).

11. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek összes nitrogéntartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002.)

Földkeverék/közeg	Összes nitrogéntartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	<u>1240</u>	1124	<u>957</u>	1044	1248	140,9
Zöldhulladék komposzt I.	<u>1354</u>	1246	1316	1176	<u>1958</u>	93,9
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homkok	<u>529</u>	-	438	374	<u>429</u>	24,3
Fenyőkéreg	<u>849</u>	724	<u>739</u>	784	1092	55,3
Felláp tőzeg	1065	1464	1215	1355	1416	48,3
Síkláp tőzeg	1823	1870	1664	1744	2120	58,3
Bentonitos tőzeg	<u>989</u>	1182	1165	1066	1355	70,3
Síkláp-felláp tőzeg	1605	1542	1617	1622	1869	84,7
SZD 95%	78,2	125,5	61,1	52,4	56,4	

12. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek összes nitrogéntartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2003.)

Földkeverék/közeg	Összes nitrogéntartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	<u>1066</u>	980	<u>901</u>	948	1132	95,9
Zöldhulladék komposzt I.	<u>1210</u>	1006	1238	1108	<u>1878</u>	124,3
Fenyőkéreg	<u>801</u>	670	<u>605</u>	682	998	159,2
Felláp tőzeg	973	1224	1025	1119	1360	108,1
Síkláp tőzeg	1615	1794	1562	1612	1948	79,5
Bentonitos tőzeg	<u>881</u>	1058	995	1050	1083	60,7
Síkláp-felláp tőzeg	1489	1302	1399	1402	1649	108,9
SZD 95%	148,8	116,5	98,4	70,7	90,3	

13. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek összes nitrogéntartalmának alakulása a tenyészedőszak alatt (2002-2003.)

Földkeverék/közeg	Összes nitrogéntartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	<u>1153</u>	1052	<u>929</u>	996	1190	100,8
Zöldhulladék komposzt I.	<u>1282</u>	1126	1277	1142	<u>1918</u>	101,6
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	<u>529</u>	-	438	374	<u>429</u>	24,3
Fenyőkéreg	<u>825</u>	697	<u>672</u>	733	1045	108,3
Felláp tőzeg	1019	1344	1120	1237	1388	110,5
Síkláp tőzeg	1719	1832	1613	1678	2034	90,3
Bentonitos tőzeg	<u>935</u>	1120	1080	1058	1219	96,6
Síkláp-felláp tőzeg	1547	1422	1508	1512	1759	128,1
SZD 95%	117,5	121,8	92,9	87,5	99,6	

A hidrolizált nitrogéntartalmat Hargitai kombinált, oxidatív, folyamatos nitrogén hidrolizises módszerével határoztam meg. A talajmintákat csak az első hidrolízis fokozatban kezeltem. Az első hidrolízis rendkívül jellemző adatot szolgáltat a növény nitrogén-ellátottságára, mivel ez a fokozat adja meg a mintában lévő NO^{3-} és NH^{4+} -ionok és a legkönnyebben felvehető aminogyökök mennyiségét (Hargitai & Vass, 1976). Ez az a könnyen felvehető nitrogénmennyiség, amelyet a növény a vegetációs periódus alatt hasznosítani képes (Forró, 1984).

A hidrolizált nitrogéntartalom kiindulási értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a legmagasabb nitrogéntartalmat 2002-ben és 2003-ban is azokban a közegekben mértem, amelyek az ültetés előtt külön indítóműtrágya adagolásban részesültek. Ezeknél az anyagoknál általánosságban megállapítható, hogy a két év kiindulási hidrolizált nitrogéntartalmai között az volt a különbség, 2002-ben magasabb kiindulási nitrogéntartalommal rendelkeztek mint 2003-ban, a felláp tőzegben 2002-ben 242 mg/100g talaj, 2003-ban 182 mg/100g talaj, a síkláp tőzegben 2002-ben 148 mg/100g talaj, 2003-ban 116 mg/100g talaj, a bentonitos tőzegben 2002-ben 171 mg/100g talaj, 2003-ban 131 mg/100g talaj, a síkláp-felláp tőzeg keverékben pedig 2002-ben 215 mg/100g talaj, 2003-ban 203 mg/100g talaj kiindulási hidrolizált nitrogéntartalmat mértem. A kétféle komposzt, a Vegasca és a fenyőkéreg szignifikánsan alacsonyabb hidrolizálható nitrogéntartalommal indultak mindkét évben.

2002-ben és 2003-ban is a vegetációs periódus első hónapjának elteltével, júniusra a Vegasca, a fenyőkéreg és a tőzegalapú anyagok nagy részénél csökkent a könnyen felvehető nitrogén

mennyisége. Ez a csökkenés szignifikáns változást jelentett a Vegascánál (2002-ben 43 mg/100g talaj, 2003-ban 35 mg/100g talaj), a felláp tőzegnél (2002-ben 174 mg/100g talaj, 2003-ban 152 mg/100g talaj), a bentonitos tőzegnél (2002-ben 122 mg/100g talaj, 2003-ban 108 mg/100g talaj) és a síkláp és felláp tőzeg keverékénél (2002-ben 152 mg/100g talaj, 2003-ban 136 mg/100g talaj). A síkláp tőzeg és a komposztok esetében pedig növekedett ennek a nitrogén-formának a mennyisége. A síkláp tőzegnél első évben mintegy 5%-os növekedést mértem (155 mg/100g talaj), míg második évben 18%-ot (137 mg/100g talaj). Míg a komposztok esetében sokkal nagyobb volt a növekedés üteme a zöldhulladék komposzt I.-nél 2002-ben közel 50%-os (131 mg/100g talaj), 2003-ban pedig mintegy 25%-os (67 mg/100g talaj), a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II-ben pedig júliusig 71%-kal (89 mg/100g talaj) nőtt a hidrolizálható nitrogéntartalom a kiindulási állapothoz képest. A Vegasca és a tőzeges anyagok esetében mindkét évben júniustól júliusig enyhén emelkedett illetve stagnált a hidrolizált nitrogén mennyisége. Majd júliustól szeptemberig folyamatosan csökkent a nitrogéntartalom a kiindulási mennyiség körülbelül 30-50%-ára. A fenyőkéregnél 2002-ben és 2003-ban is júniustól és júliusig a hidrolizált nitrogéntartalom enyhe növekedése volt mérhető, majd folyamatosan enyhén (nem szignifikánsan) csökkent a nitrogén mennyisége szeptemberig. A zöldhulladék komposzt I. és a homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. esetében a kezdeti növekedés után júliustól szeptemberig egyértelműen és szignifikáns mértékben csökkent a könnyen felvehető nitrogén mennyisége. Ez a csökkenés viszont jóval enyhébb ütemű volt mint a tőzeges anyagok esetében. A folyami homokkal kevert zöldhulladék komposztban például szeptemberben magasabb hidrolizált nitrogéntartalmat mértem mint amit a kiinduláskor (59 mg/100g talaj), a zöldhulladék komposzt I. esetében pedig 2002-ben 40%-kal (52 mg/100g talaj), 2003-ban pedig mintegy 20%-kal (44 mg/100g talaj) csökkent csak a hidrolizált nitrogéntartalom a kiindulási állapothoz képest. (14.-15. Táblázat, 15-22. Ábra).

14. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek hidrolizált nitrogéntartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002.)

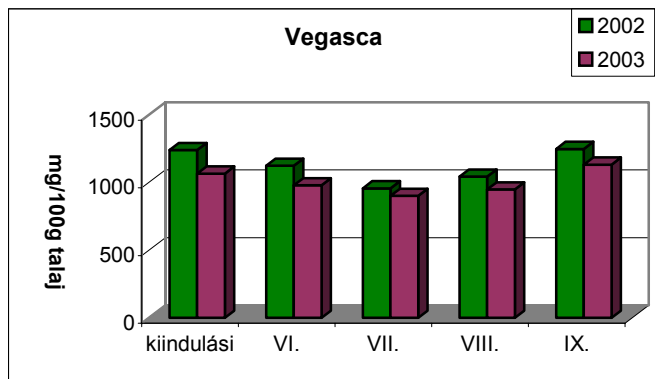
Földkeverék/közeg	Hidrolizált N-tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	80	43	65	33	34	13,29
Zöldhulladék komposzt I.	88	131	118	76	52	27,85
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	52	-	89	74	59	20,48
Fenyőkéreg	46	38	47	39	37	14,14
Felláp tőzeg	242	174	182	77	69	26,87
Síkláp tőzeg	148	155	168	96	79	28,01
Bentonitos tőzeg	171	122	131	85	67	28,91
Síkláp-felláp tőzeg	215	152	172	84	65	39,89
SZD 95%	22,01	28,03	37,05	20,58	13,28	

15. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek hidrolizált nitrogéntartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2003.)

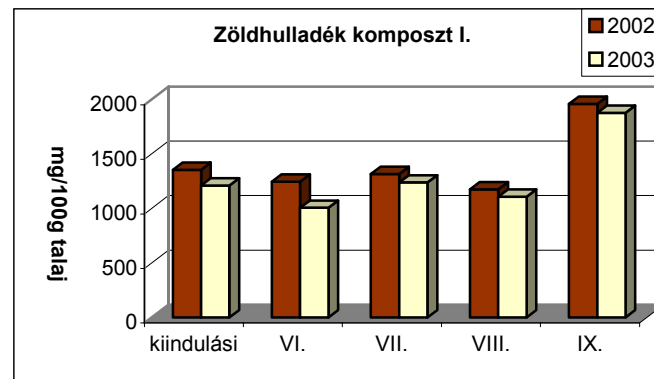
Földkeverék/közeg	Hidrolizált N-tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	68	35	45	29	24	14,77
Zöldhulladék komposzt I.	54	67	82	50	44	19,71
Fenyőkéreg	36	26	31	29	31	10,69
Felláp tőzeg	182	152	140	75	67	25,84
Síkláp tőzeg	116	137	128	90	63	23,41
Bentonitos tőzeg	131	108	109	79	59	15,77
Síkláp-felláp tőzeg	203	136	144	72	57	20,78
SZD 95%	20,67	20,51	20,81	15,61	16,02	

16. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek hidrolizált nitrogéntartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002-2003.)

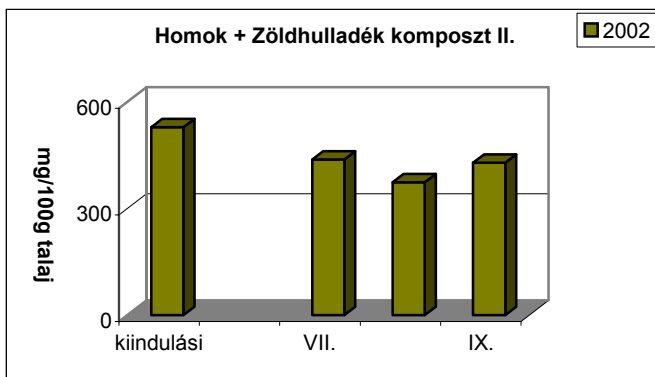
Földkeverék/közeg	Hidrolizált N-tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	74	33	55	31	29	10,93
Zöldhulladék komposzt I.	<u>71</u>	<u>99</u>	<u>100</u>	63	48	25,61
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>52</u>	-	<u>89</u>	74	59	20,48
Fenyőkéreg	41	32	39	34	34	9,92
Felláp tőzeg	252	163	161	76	68	26,29
Síkláp tőzeg	<u>132</u>	<u>146</u>	148	93	71	24,21
Bentonitos tőzeg	151	115	120	82	63	18,72
Síkláp-felláp tőzeg	209	144	158	78	61	21,81
SZD 95%	23,82	21,69	26,13	12,52	10,55	



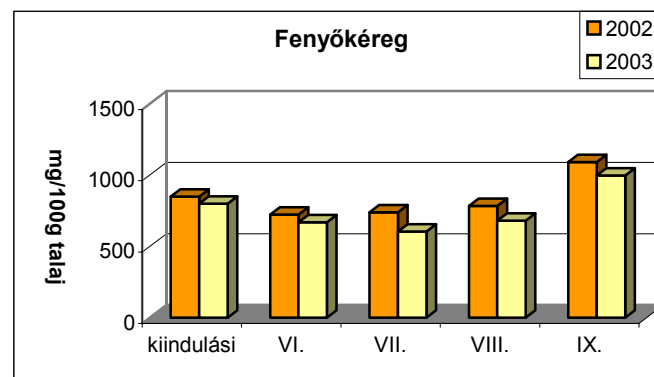
7. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a Vegascánál



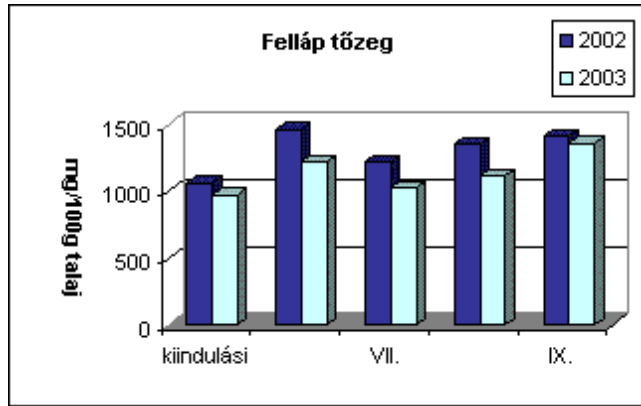
8. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a zöldhulladék komposzt I-nél



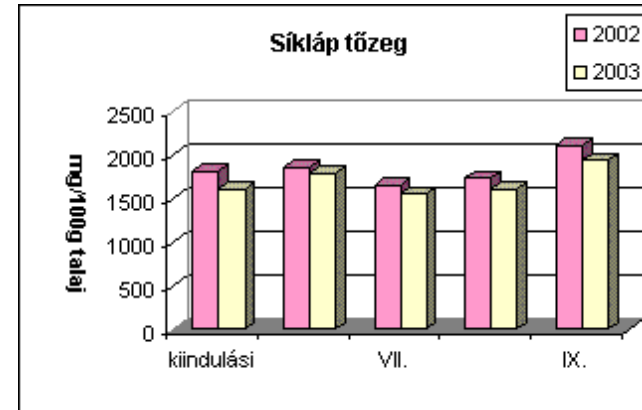
9. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a homok és zöldhulladék komposzt II. keverékénél



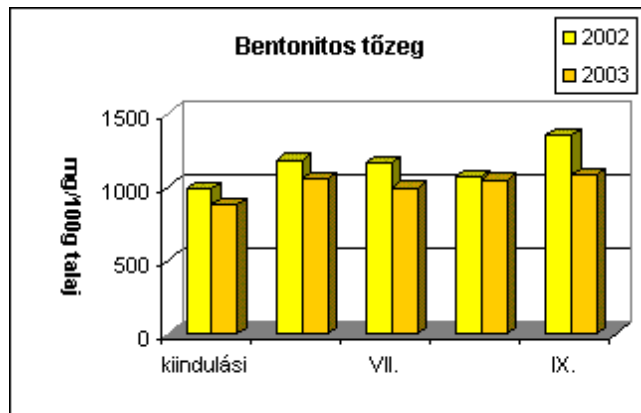
10. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a fenyőkéregnél



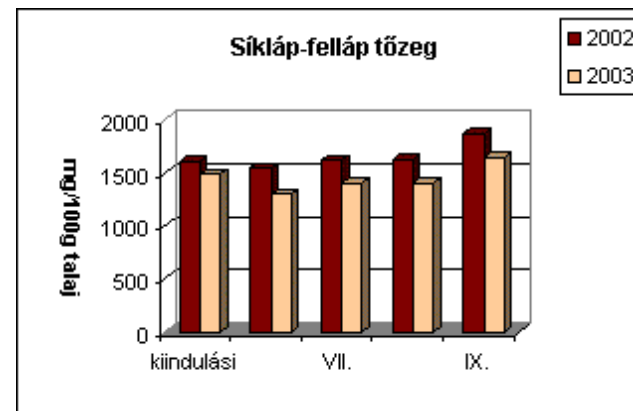
11. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a felláp tőzegnél



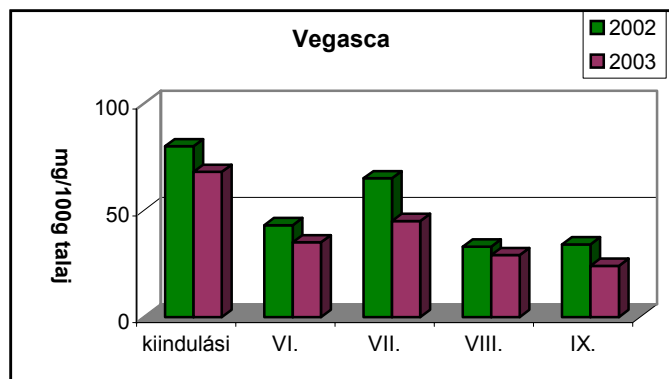
12. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a síkláp tőzegnél



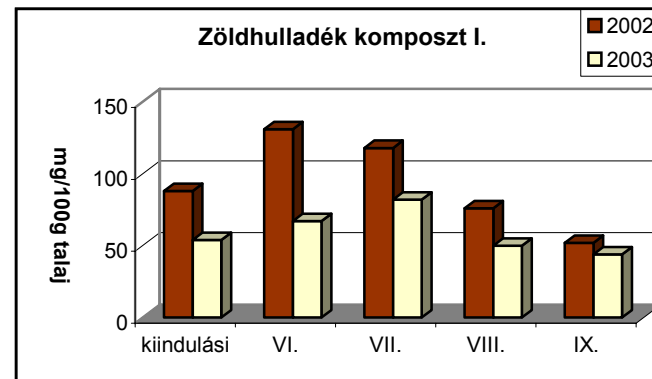
13. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a bentonitos tőzegnél



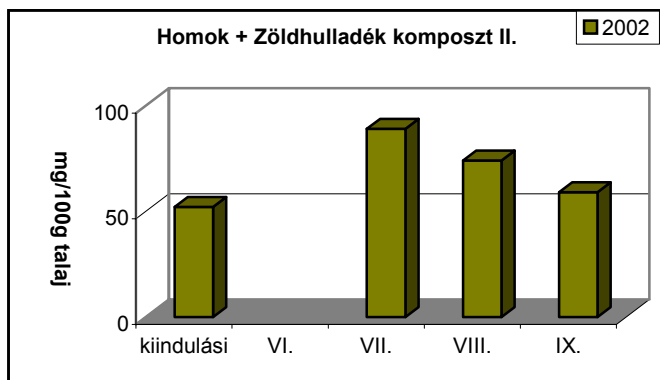
14. Ábra. Az összes nitrogéntartalom alakulása a síkláp-felláp tőzeg keverékénél



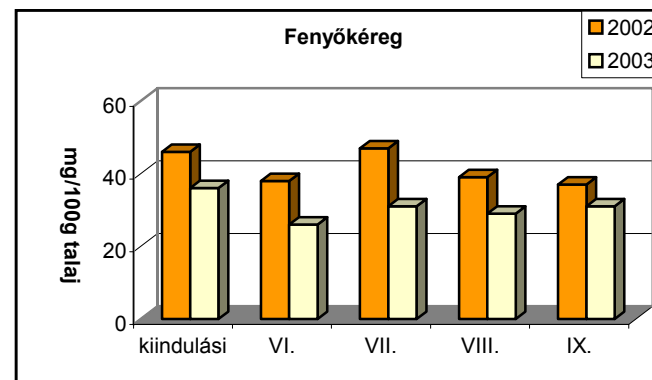
15. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a Vegascánál



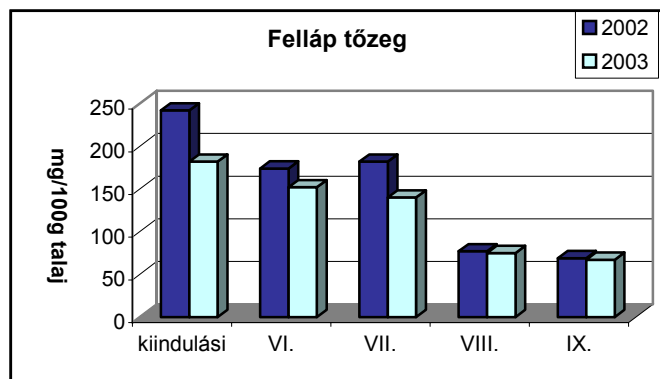
16. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a zöldhulladék komposzt I.-nél



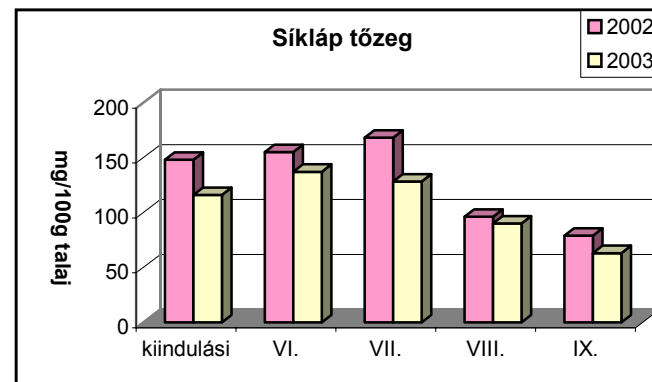
17. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a homok és zöldhulladék komposzt II. keverékénél



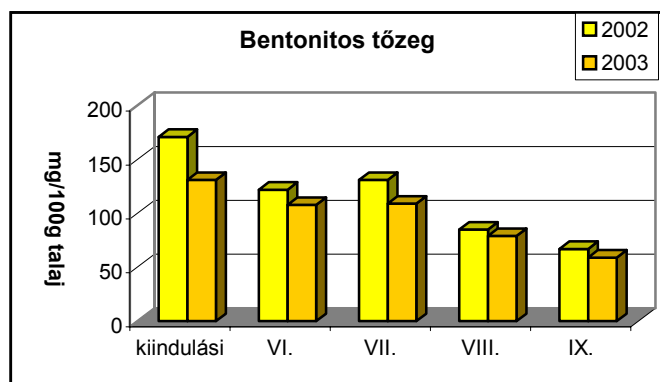
18. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a fenyőkéregnél



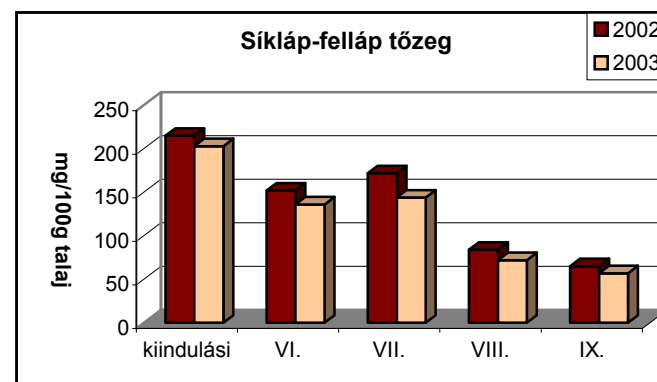
19. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a felláp tőzegnél



20. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a síkláp tőzegnél



21. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a bentonitos tőzegnél



22. Ábra. A hidrolizálható nitrogéntartalom alakulása a síkláp-felláp tőzeg keverékénél

A növények számára közvetlenül hasznosítható szervesetlen nitrogén-formák túlnyomórészt $\text{NO}_3\text{-N}$ illetve $\text{NH}_4\text{-N}$ formájában vannak jelen a talajban. Laboratóriumi méréseim során is ennek a két szervesetlen nitrogén-formának a mennyiségét határoztam meg kálium–kloridos kivonással.

A $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalom kiindulási értékeit vizsgálva jól látható, hogy az indítótrágyával ellátott tőzeges anyagok $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma messze meghaladja a többi közegben mért $\text{NO}_3\text{-N}$ értékeit. A tőzeges anyagokban 2002-ben magasabb kiindulási $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmat mértem mindenhol mint 2003-ban. A felláp tőzegen 2002-ben 112,7 mg/100g talaj, 2003-ban 96,7 mg/100g talaj, a síkláp tőzegen 2002-ben 102,4 mg/100g talaj, 2003-ban 82,6 mg/100g talaj, a bentonitos tőzegen 2002-ben 87,3 mg/100g talaj, 2003-ban 66,1 mg/100g talaj, a síkláp-felláp tőzeg keverékben pedig 2002-ben 91,5 mg/100g talaj, 2003-ban 68,9 mg/100g talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmat mértem. Igen alacsony kiindulási $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalommal rendelkezett a fenyőkéreg (2002-ben 28,3 mg/ 100g talaj, 2003-ban 20,3 mg/100g talaj) valamint a zöldhulladék komposzt I. (2002-ben 22,4 mg/ 100g talaj, 2003-ban 20,8 mg/100g talaj). A termesztési ciklus első hónapjának elteltével a kiindulási állapothoz képest mindegyik közegnél szignifikáns mértékben csökkent a jelenlévő $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége 2002-ben és 2003-ban is. A tőzeges anyagoknál és a fenyőkéregnél közel 40-50 %-os csökkenés volt kimutatható, a komposztoknál és a Vegascánál még ennél is nagyobb arányban – közel a harmadára - csökkent a felvehető $\text{NO}_3\text{-N}$ -forma aránya. A termesztési ciklus második felében augusztustól szeptemberig a tőzegalapú anyagok és a Vegasca $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma közel állandó értéken maradt. A zöldhulladék komposzt I. esetében 2002-ben és 2003-ban megfigyelhető volt, hogy júliustól szeptemberig a $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalom enyhén (nem szignifikáns mértékben) emelkedett. A folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma szinte változatlan maradt júliustól szeptemberig. (17.-18. Táblázat, 23-30. Ábra).

17. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NO₃-N tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002.)

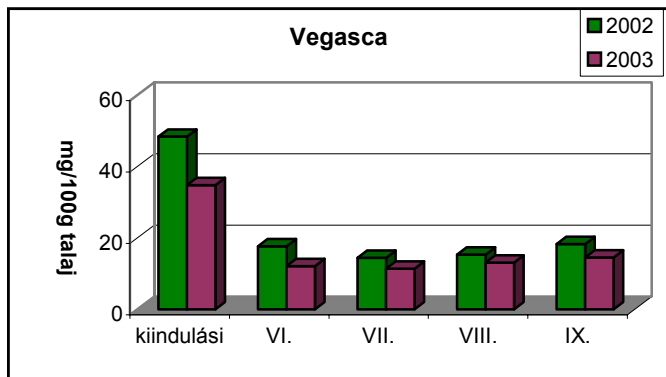
Földkeverék/közeg	NO ₃ -N tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	48,4	17,7	14,4	15,3	18,3	5,11
Zöldhulladék komposzt I.	<u>22,4</u>	<u>7,2</u>	<u>11,5</u>	<u>14,4</u>	<u>15,1</u>	4,81
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>32,4</u>	-	<u>13,9</u>	<u>13,9</u>	<u>14,1</u>	4,59
Fenyőkéreg	<u>28,3</u>	<u>13,4</u>	<u>19,2</u>	<u>21,5</u>	<u>21,1</u>	6,61
Felláp tőzeg	112,7	62,5	59,1	37,2	36,9	15,12
Síkláp tőzeg	102,4	54,5	51,9	39,2	35,7	6,56
Bentonitos tőzeg	87,3	37,2	36,1	36,4	31,2	4,16
Síkláp-felláp tőzeg	91,5	41,7	40,8	35,5	31,4	5,98
SZD 95%	10,89	6,17	6,31	6,28	4,84	

18. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NO₃-N tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2003.)

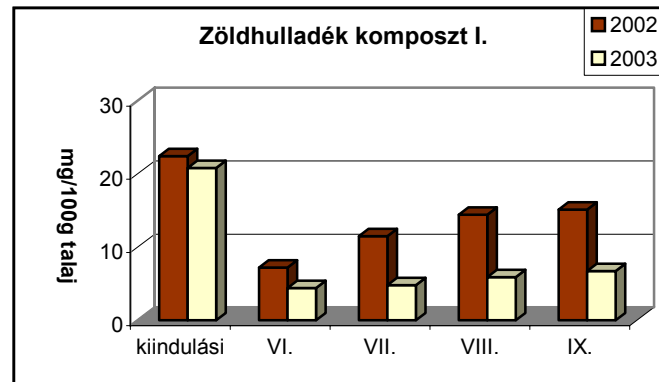
Földkeverék/közeg	NO ₃ -N tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	34,8	12,1	11,4	13,1	14,5	4,81
Zöldhulladék komposzt I.	<u>20,8</u>	<u>4,4</u>	<u>4,8</u>	<u>5,9</u>	<u>6,7</u>	2,63
Fenyőkéreg	<u>20,3</u>	<u>10,9</u>	<u>15,1</u>	<u>19,1</u>	<u>19,2</u>	6,21
Felláp tőzeg	96,7	65,8	61,2	34,3	31,9	7,41
Síkláp tőzeg	82,6	53,9	48,7	36,7	35,5	8,91
Bentonitos tőzeg	66,1	35,6	33,8	34,1	28,8	3,88
Síkláp-felláp tőzeg	68,9	44,5	36,1	34,8	28,8	4,47
SZD 95%	7,74	5,07	4,81	5,91	3,56	

19. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NO₃-N tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002-2003.)

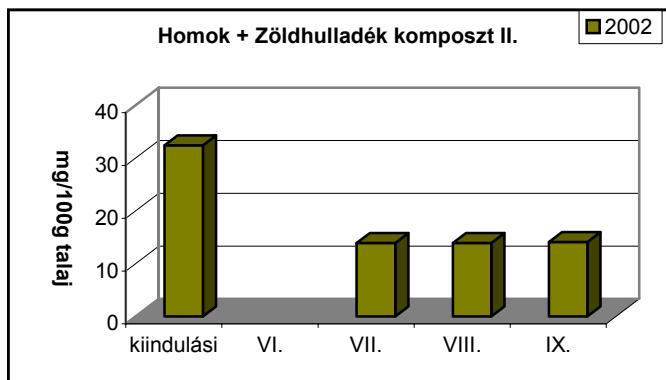
Földkeverék/közeg	NO ₃ -N tartalom (mg/100g talaj)					SZD 95%
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	
Vegasca	41,6	14,9	12,4	14,2	16,4	4,88
Zöldhulladék komposzt I.	<u>21,6</u>	<u>5,8</u>	<u>8,2</u>	<u>10,1</u>	<u>20,9</u>	4,17
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>32,4</u>	-	<u>13,9</u>	<u>13,9</u>	<u>14,1</u>	4,59
Fenyőkéreg	<u>24,3</u>	<u>12,2</u>	<u>17,1</u>	<u>20,3</u>	<u>20,1</u>	4,65
Felláp tőzeg	104,7	64,2	60,2	35,7	34,4	8,45
Síkláp tőzeg	92,5	54,2	50,3	37,9	35,6	6,83
Bentonitos tőzeg	76,7	36,4	34,9	35,2	30,1	5,75
Síkláp-felláp tőzeg	80,2	43,1	38,5	35,2	30,1	6,56
SZD 95%	10,77	3,94	4,15	4,45	3,54	



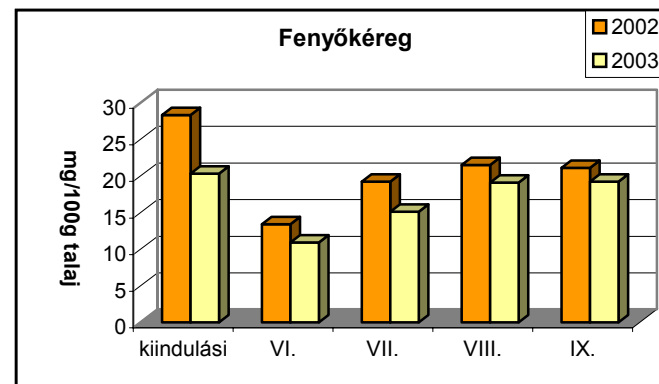
23. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a Vegascánál



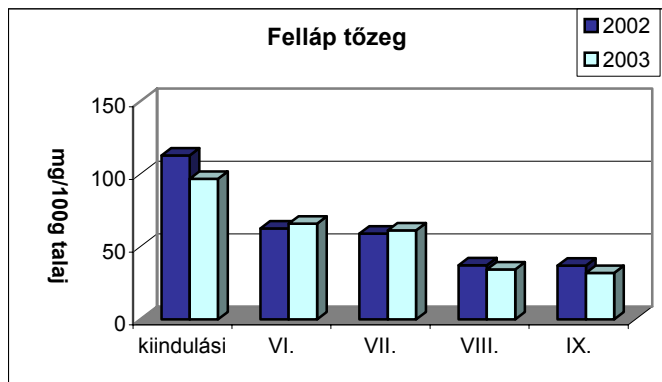
24. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a zöldhulladék komposzt I.-nél



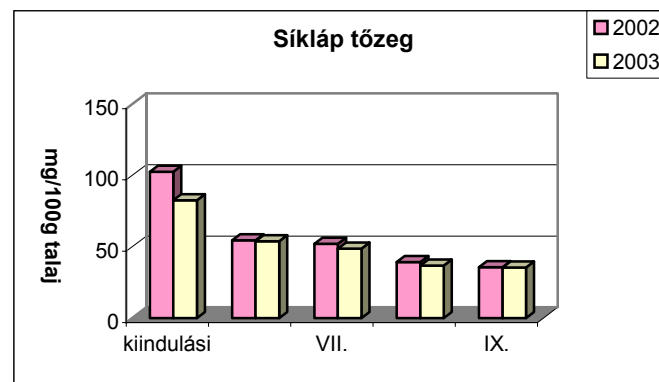
25. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a homok és a zöldhulladék komposzt II. keverékénél



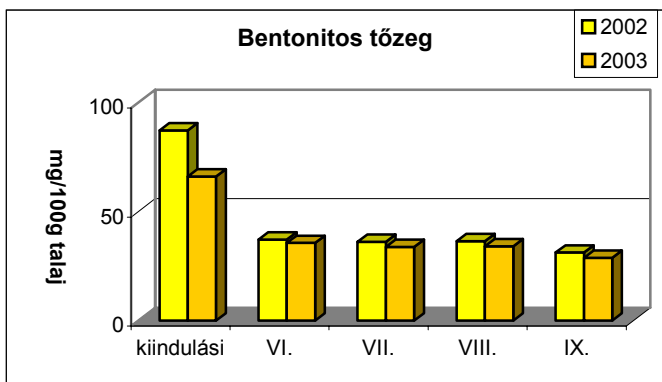
26. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a fenyőkéregnél



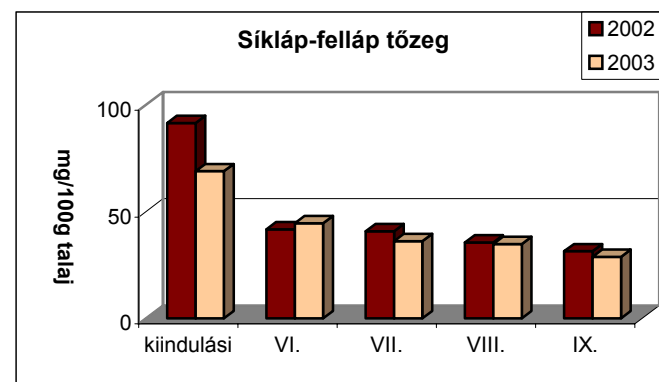
27. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a felláp tőzegnél



28. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a síkláp tőzegnél



29. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a bentonitos tőzegnél



30. Ábra. A NO₃-N tartalom alakulása a síkláp és felláp tőzeg keverékénél

Az NH₄-tartalom szintén a tőzegalapú anyagokban volt a legmagasabb a kiindulási állapotban 2002-ben és 2003-ban is. Bár itt is szignifikáns különbség mutatható ki a felláp tőzeg és a síkláp tőzeg illetve a Vegasca között. A humifikálódottabb Vegasca (2002-ben 23,5 mg/ 100g talaj, 2003-ban 19,3 mg/100g talaj) és a síkláp tőzeg (2002-ben 27,1 mg/ 100g talaj, 2003-ban 27,7 mg/100g talaj)) közel 50 %-kal kevesebb NH₄-N-t tartalmazott mint a rostosabb szerkezetű, nyersebb felláp tőzeges keverék (2002-ben 46,7 mg/ 100g talaj, 2003-ban 40,3 mg/100g talaj). A két komposzt NH₄-N tartalma majdnem azonos szinten állt, míg szinte elhanyagolható mennyiségű NH₄-N-t tartalmazott a fenyőkéreg (2002-ben 2,1 mg/ 100g talaj, 2003-ban 0,7 mg/100g talaj). A tenyészidőszak első hónapjának elteltével jelentősen csökkent a közegek NH₄-N tartalma, a változás mindehol szignifikáns volt. Kivételt jelentett ez alól a fenyőkéreg, ahol a NH₄-N tartalom kismértékben növekedett. A következő hónapokban (júliustól szeptemberig) minden közegnél csak csekély változás következett be, ez azonban sehol sem jelentett szignifikáns változást (20.-21. Táblázat).

20. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NH₄-N tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002.)

Földkeverék/közeg	NH ₄ -N tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	23,5	1,4	1,2	1,5	1,3	1,41
Zöldhulladék komposzt I.	14,2	0,4	1,9	1,8	1,6	4,95
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	9,7	-	1,9	1,2	1,2	3,11
Fenyőkéreg	2,1	2,3	1,6	1,2	1,8	0,33
Felláp tőzeg	46,7	2,9	3,5	3,8	4,8	2,51
Síkláp tőzeg	27,1	1,8	1,9	2,2	2,4	2,85
Bentonitos tőzeg	32,7	2,8	2,8	2,9	2,8	1,82
Síkláp-felláp tőzeg	42,7	2,2	2,3	2,3	3,1	2,14
SZD 95%	5,61	0,48	0,61	0,52	0,87	

21. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NH₄-N tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2003.)

Földkeverék/közeg	NH ₄ -N tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	19,3	1,7	1,4	1,5	1,9	2,75
Zöldhulladék komposzt I.	9,4	1,4	1,2	1,1	1,2	1,18
Fenyőkéreg	0,7	0,8	0,7	0,6	1,3	0,45
Felláp tőzeg	40,3	2,5	2,1	2,4	2,8	2,69
Síkláp tőzeg	27,7	1,7	1,1	1,6	1,9	3,72
Bentonitos tőzeg	32,3	2,1	1,7	1,9	2,3	4,23
Síkláp-felláp tőzeg	36,5	1,2	0,9	1,1	1,5	1,78
SZD 95%	5,86	0,36	0,32	0,41	0,44	

22. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek NH₄-N tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002-2003.)

Földkeverék/közeg	NH ₄ -N tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	21,4	1,6	1,3	1,5	1,9	1,69
Zöldhulladék komposzt I.	11,8	1,9	1,6	1,5	1,4	2,54
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	9,7	-	1,9	1,2	1,2	3,11
Fenyőkéreg	1,4	1,6	1,2	0,9	1,6	0,62
Felláp tőzeg	43,5	2,7	2,8	3,1	3,8	2,34
Síkláp tőzeg	27,4	1,8	1,5	1,9	2,2	2,09
Bentonitos tőzeg	32,5	2,5	2,3	2,4	2,6	2,08
Síkláp-felláp tőzeg	39,6	1,7	1,6	1,7	2,3	2,03
SZD 95%	4,27	0,52	0,61	0,57	0,72	

A kálium- és foszfortartalom adatainál a talajoldatból ammóniumlaktáttal kioldható kálium- és foszformennyiségeket adtam meg.

A legmagasabb kiindulási káliumtartalmakat mindkét évben az indítóműtrágyát is tartalmazó tőzeges anyagokban mértem. Ezek az anyagok a műtrágyadagolás következtében 500 mg/100g talaj körüli káliumtartalommal rendelkeztek. Várakozásainknak megfelelően igen jelentős kiindulási káliumtartalmat mértünk a komposztokban, amelyek káliumtartalma külön műtrágya adagolás nélkül is megközelítette a tőzeges anyagokét. A zöldhulladék komposzt I. kiindulási

káliumtartalma 2002-ben 530 mg/100g talaj, 2003-ban 390 mg/100g talaj volt, vagyis a két év között nagy különbség mutatkozott. A zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keveréke 2002-ben 386 mg/100g talaj káliumot tartalmazott. A Vegasca földkeverék kiindulási káliumtartalma (2002-ben 230 mg/100g talaj, 2003-ban 178 mg/100g talaj), az általunk bekevert tőzeges anyagok káliumtartalmának mintegy felével rendelkezett. A Vegascától több káliumot tartalmazott a fenyőkéreg is (2002-ben 310 mg/100g talaj, 2003-ban 300 mg/100g talaj).

A termesztési ciklus első hónapjának elteltével szinte minden közegnél csökkent az oldható káliumtartalom, legnagyobb mértékben – közel 50%-kal – az indítóműtrágyával ellátott tőzeges anyagoknál, de kisebb mértékben a Vegasca és a fenyőkéreg káliumtartalma is csökkent. Júliustól szeptemberig a tőzegalapú anyagok káliumtartalma folyamatosan csökkent. Ezeknél az anyagoknál 2002-ben szeptemberre már csak a kiindulási mennyiség megközelítőleg 30%-át mértem, míg 2003-ban a kiindulási káliumtartalom 20%-ával rendelkeztek. Megfigyelhető, hogy a bentonitos tőzeg mindkét évben több káliumot kötött meg mint a bentonitot nem tartalmazó tőzeges anyagok. A fenyőkéreg a termesztési periódus végére kiindulási káliumtartalomhoz képest 2002-ben alig 30%-ot, 2003-ban pedig körülbelül 40 %-ot veszített káliumtartalmából. Azaz a fenyőkéreg kiindulási káliumtartalmának átlagosan 65%-át megőrizte, s ezzel már augusztustól több káliumot tartalmazott mint a tőzegalapú anyagok. A tőzeges anyagoktól eltérően a zöldhulladék komposzt I.-nél a káliumtartalom emelkedését mértük augusztusig 2002-ben és 2003-ban is. Szeptemberre ezeknél a közegeknél is csökkent a kálium talajbeli mennyisége, a csökkenés 2002-ben nem volt szignifikáns, 2003-ban azonban már szignifikáns volt. A zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékénél a káliumtartalom növekedése júliusig volt mérhető, ezt követően azonban már júliustól augusztusig és augusztustól szeptemberig is szignifikánsan csökkent a kálium mennyisége. (23.-24. Táblázat, 31-38. Ábra).

23. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-K₂O tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002.)

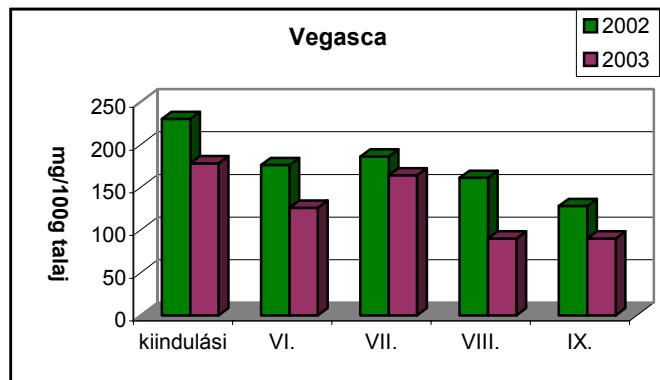
Földkeverék/közeg	K ₂ O-tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	<u>230</u>	176	186	161	<u>128</u>	34,5
Zöldhulladék komposzt I.	<u>530</u>	695	742	835	<u>794</u>	108,9
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>386</u>	-	584	286	<u>178</u>	98,1
Fenyőkéreg	<u>310</u>	<u>287</u>	<u>283</u>	<u>273</u>	<u>242</u>	48,9
Felláp tőzeg	522	291	312	274	186	25,8
Síkláp tőzeg	510	256	308	252	176	18,7
Bentonitos tőzeg	412	170	214	176	162	17,5
Síkláp-felláp tőzeg	518	234	274	256	212	28,2
SZD 95%	26,2	33,3	67,8	47,8	77,9	

24. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-K₂O tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2003.)

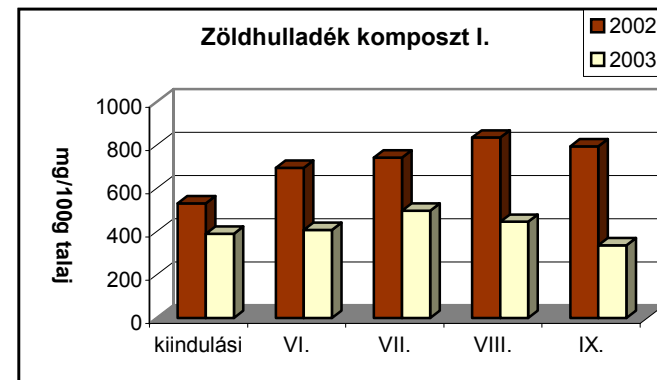
Földkeverék/közeg	K ₂ O -tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	178	126	164	90	90	27,2
Zöldhulladék komposzt I.	<u>390</u>	407	496	445	<u>336</u>	101,8
Fenyőkéreg	<u>300</u>	<u>296</u>	<u>239</u>	<u>187</u>	<u>172</u>	67,3
Felláp tőzeg	486	211	219	164	108	45,2
Síkláp tőzeg	458	187	187	129	100	39,9
Bentonitos tőzeg	332	168	178	128	108	44,1
Síkláp-felláp tőzeg	476	280	290	114	102	36,6
SZD 95%	34,3	68,1	77,2	55,2	22,5	

25. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-K₂O tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002-2003.)

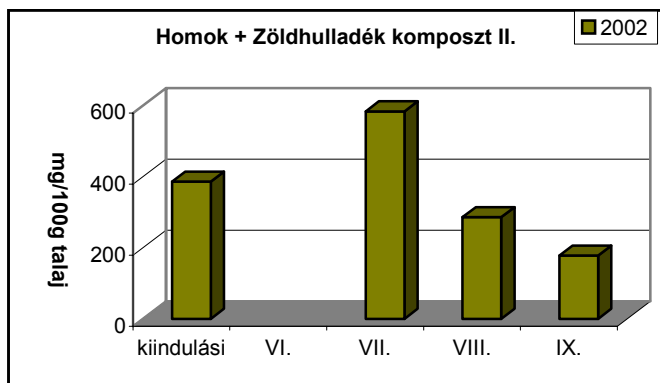
Földkeverék/közeg	K ₂ O -tartalom (mg/100g talaj)					SZD 95%
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	
Vegasca	204	151	175	126	109	<i>33,1</i>
Zöldhulladék komposzt I.	460	551	619	640	565	<i>187,6</i>
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	386	-	584	286	178	<i>98,1</i>
Fenyőkéreg	305	292	261	230	207	<i>46,1</i>
Felláp tőzeg	504	251	266	219	147	<i>50,6</i>
Síkláp tőzeg	484	222	248	191	138	<i>53,9</i>
Bentonitos tőzeg	372	169	196	152	135	<i>34,6</i>
Síkláp-felláp tőzeg	497	257	282	185	157	<i>50,6</i>
SZD 95%	<i>42,6</i>	<i>72,3</i>	<i>71,9</i>	<i>98,5</i>	<i>107,3</i>	



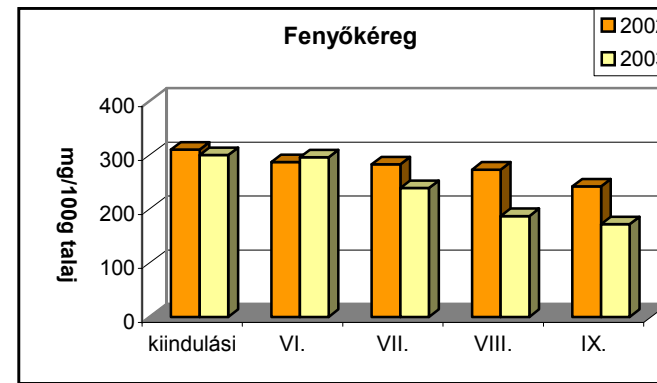
31. Ábra. A K₂O- tartalom alakulása a Vegascánál



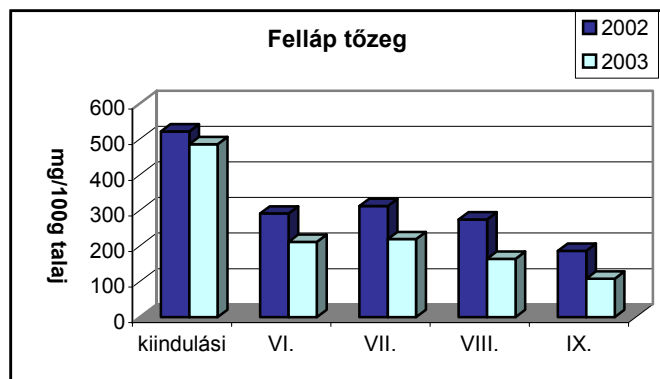
32. Ábra. A K₂O- tartalom alakulása a zöldhulladék komposzt I.-nél



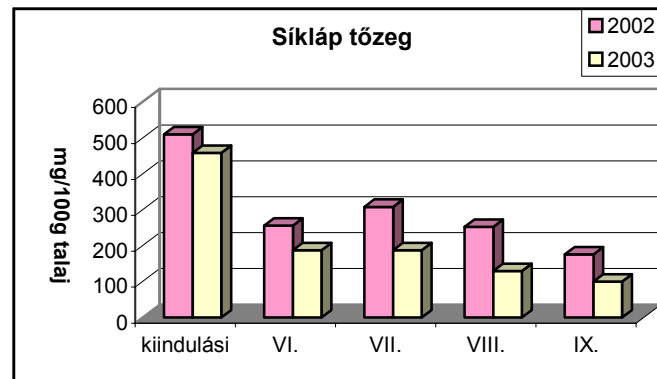
33. Ábra. A K₂O- tartalom alakulása a homok és a zöldhulladék komposzt II. keverékénél



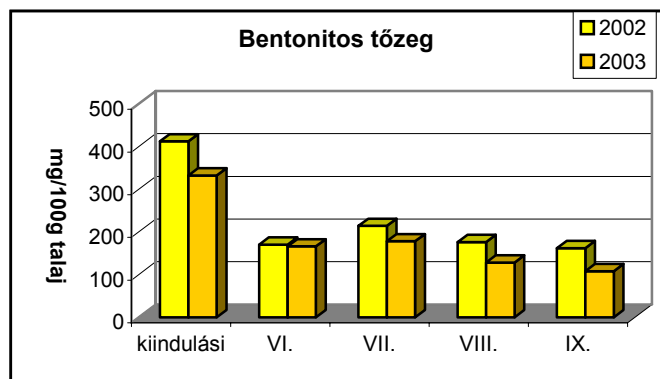
34. Ábra. A K₂O- tartalom alakulása a fenyőkéregnél



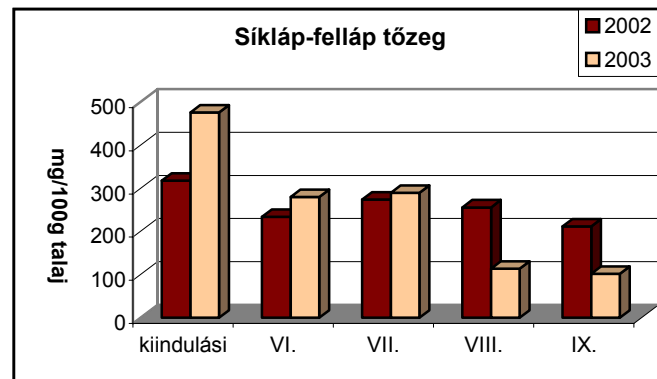
35. Ábra. A K_2O - tartalom alakulása a felláp tőzegnél



36. Ábra. A K_2O - tartalom alakulása a síkláp tőzegnél



37. Ábra. A K_2O - tartalom alakulása a bentonitos tőzegnél



38. Ábra. A K_2O - tartalom alakulása a síkláp-felláp tőzeg keverékénél

A foszfortartalmat vizsgálva jól látható, hogy a legmagasabb foszfortartalmat mindkét évben a zöldhulladék komposzt I.-ben mértem (2002-ben 720 mg/100g talaj, 2003-ban 640 mg/100g talaj). Ezután következtek az indító műtrágyával is ellátott tőzeges anyagok, amelyekben mindkét évben 500mg/100g talaj körüli értékeket mértem. A vizsgált anyagok közül legalacsonyabb kiindulási foszfortartalommal rendelkezett a Vegasca (2002-ben 200 mg/100g talaj, 2003-ban 180 mg/100g talaj). Ugyanakkor nagyon jó foszforellátottságot mutatott a fenyőkéreg (2002-ben 415 mg/100g talaj, 2003-ban 375 mg/100g talaj) és a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. is (2002-ben 300 mg/100g talaj).

A vegetációs periódus folyamán a tőzeges anyagok foszfortartalma mindkét évben úgy változott, hogy az első hónap elteltével jelentős mértékben 40-50%-kal csökkent a ezen közegek foszfortartalma. Ezután júniustól augusztusig folyamatosan, de kis mértékben csökkent a talajokban lévő foszformennyiség majd szeptemberre enyhe növekedés volt megfigyelhető. A Vegasca esetében a kiindulási alacsonyabb foszfortartalom júniusra kis mértékben, 10-20%-kal csökkent mindkét évben. Ezt követően a tenyészidőszak végéig kisebb mértékű ingadozásokat mutatott, ezek a változások azonban 2003-ban nem voltak szignifikánsak, 2002-ben pedig júniustól júliusig illetve augusztustól szeptemberig jelentett szignifikáns mértékű csökkenést a foszfortartalomban. A zöldhulladék komposzt I-nél mindkét évben júniusra csökkent az oldható foszfor mennyisége, ezt követően viszont folyamatosan nőtt illetve magas szinten maradt a foszfortartalom. A folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. szignifikánsan alacsonyabb kiindulási foszfortartalommal rendelkezett mint a zöldhulladék komposzt I., ennél a komposztféleségnél szignifikáns mértékben júliusra csökkent az oldható foszfor mennyisége majd a tenyészidőszak végéig kis mértékben folyamatosan nőtt a foszfortartalom. A fenyőkéregnél mindkét évben enyhe ütemben, fokozatosan csökkent a foszfortartalom augusztusig, 2002-ben szeptemberre a foszfortartalom változásában szignifikáns növekedést mértem, míg 2003-ban a foszfortartalom augusztustól szeptemberig stagnált. (26.-27. Táblázat, 39-46. Ábra).

26. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-P₂O₅ tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2002.)

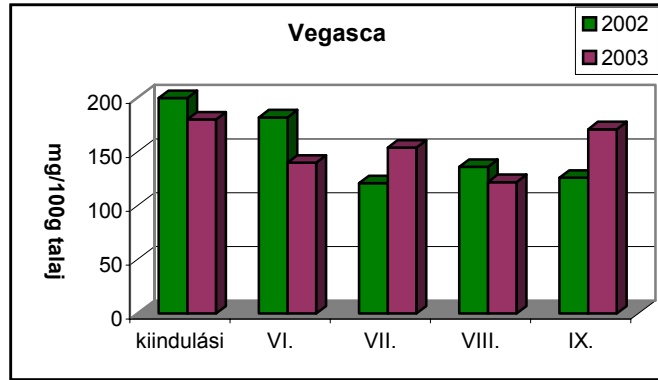
Földkeverék/közeg	P ₂ O ₅ -tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	200	182	121	136	126	54,2
Zöldhulladék komposzt I.	<u>720</u>	640	786	550	<u>790</u>	110,4
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>300</u>	-	168	187	206	26,6
Fenyőkéreg	<u>415</u>	385	310	254	266	58,3
Felláp tőzeg	530	273	260	210	280	47,7
Síkláp tőzeg	470	340	320	270	319	29,6
Bentonitos tőzeg	460	240	260	252	273	53,9
Síkláp-felláp tőzeg	560	285	270	320	390	54,9
SZD 95%	36,7	51,1	46,6	77,7	68,5	

27. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-P₂O₅ tartalmának alakulása a tenyészidőszak alatt (2003.)

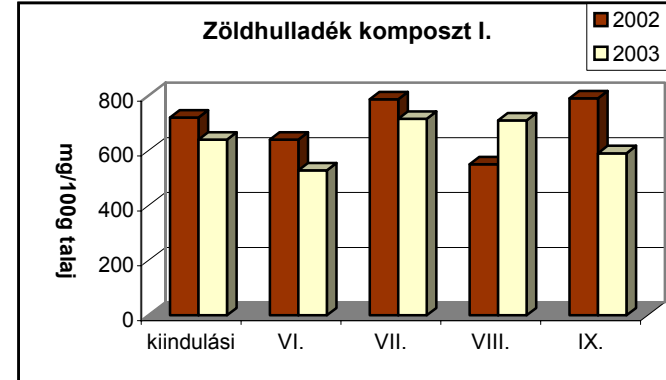
Földkeverék/közeg	P ₂ O ₅ -tartalom (mg/100g talaj)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	180	140	154	122	171	32,8
Zöldhulladék komposzt I.	<u>640</u>	528	715	710	<u>590</u>	43,9
Fenyőkéreg	<u>375</u>	330	260	210	210	52,9
Felláp tőzeg	510	280	272	260	320	42,6
Síkláp tőzeg	480	270	270	260	325	48,8
Bentonitos tőzeg	420	210	205	205	220	20,6
Síkláp-felláp tőzeg	520	300	285	260	285	38,5
SZD 95%	50,8	55,1	25,8	47,6	28,7	

28. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek AL-P₂O₅ tartalmának alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002-2003.)

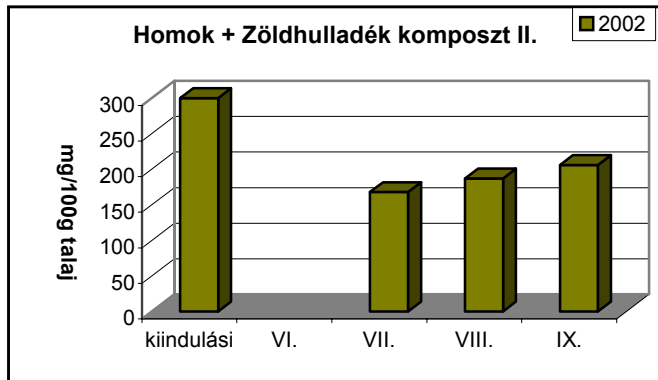
Földkeverék/közeg	P ₂ O ₅ -tartalom (mg/100g talaj)					SZD 95%
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	
Vegasca	<u>190</u>	<u>161</u>	<u>138</u>	<u>129</u>	<u>149</u>	33,2
Zöldhulladék komposzt I.	<u>680</u>	<u>584</u>	<u>751</u>	<u>630</u>	<u>690</u>	89,6
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>300</u>	-	<u>168</u>	<u>187</u>	<u>206</u>	26,6
Fenyőkéreg	<u>395</u>	<u>358</u>	<u>285</u>	<u>232</u>	<u>238</u>	43,9
Felláp tőzeg	<u>520</u>	<u>277</u>	<u>266</u>	<u>235</u>	<u>300</u>	32,8
Síkláp tőzeg	<u>475</u>	<u>305</u>	<u>295</u>	<u>265</u>	<u>321</u>	32,9
Bentonitos tőzeg	<u>440</u>	<u>225</u>	<u>233</u>	<u>229</u>	<u>247</u>	35,6
Síkláp-felláp tőzeg	<u>540</u>	<u>293</u>	<u>278</u>	<u>290</u>	<u>338</u>	60,3
SZD 95%	36,1	32,3	34,7	57,8	61,3	



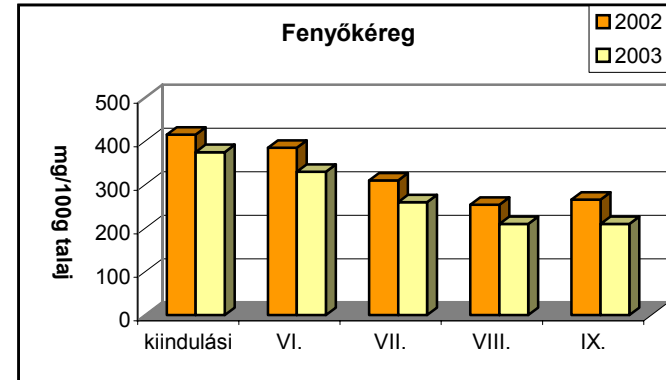
39. Ábra. A P_2O_5 - tartalom alakulása a Vegascánál



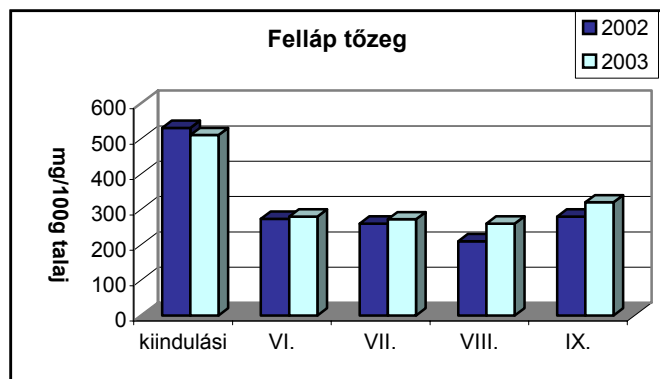
40. Ábra. A P_2O_5 - tartalom alakulása a zöldhulladék komposzt I.-nél



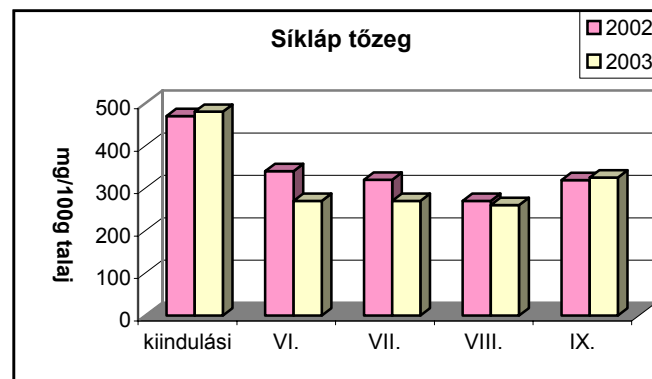
41. Ábra. A P_2O_5 - tartalom alakulása a homok és a zöldhulladék komposzt II. keverékénél



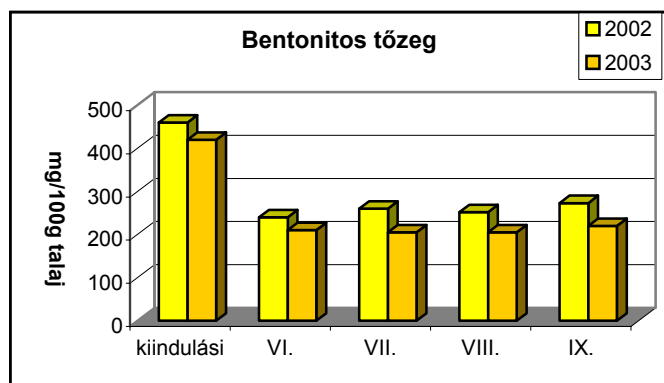
42. Ábra. A P_2O_5 - tartalom alakulása a fenyőkéregnél



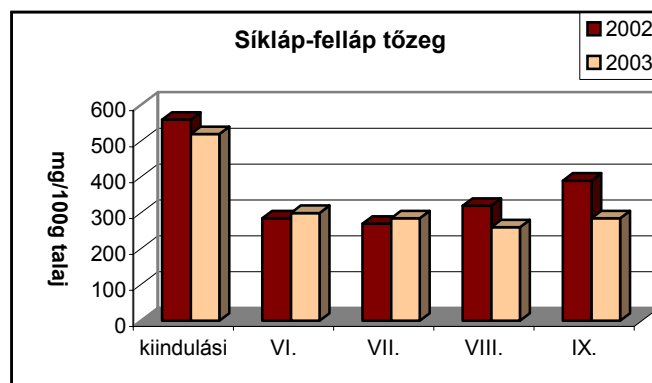
43. Ábra. A P₂O₅- tartalom alakulása a felláp tőzegnél



44. Ábra. A P₂O₅- tartalom alakulása a síkláp tőzegnél



45. Ábra. A P₂O₅- tartalom alakulása a bentonitos tőzegnél



46. Ábra. A P₂O₅- tartalom alakulása a síkláp-felláp tőzeg keverékénél

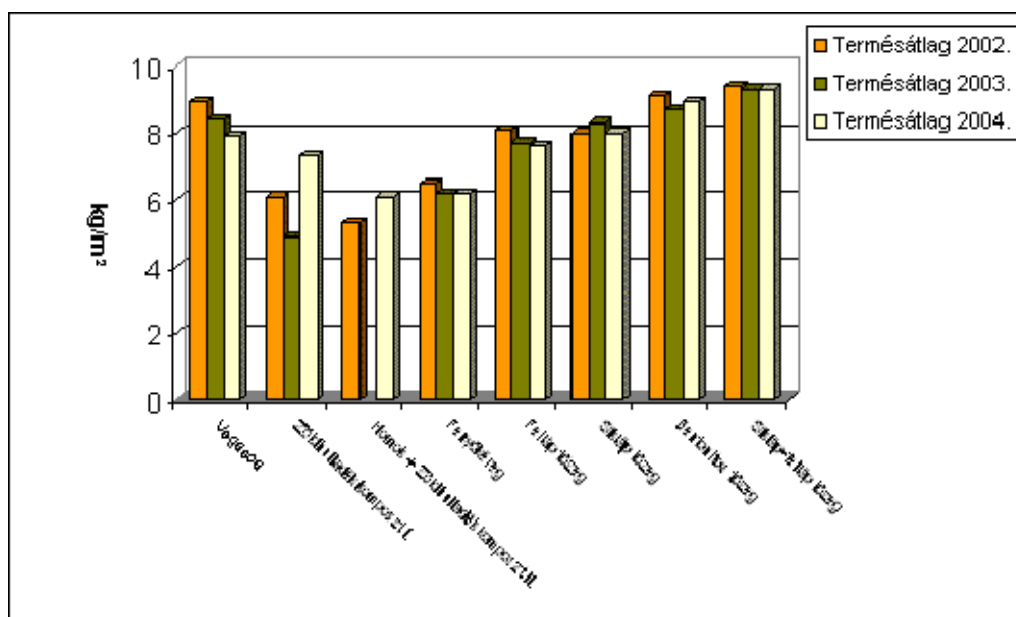
4.4 Terméseredmények

A termésátlagok alakulását vizsgálva jól látható, hogy a legmagasabb termésátlagokat a tőzeges anyagokban és a Vegascában nevelt paprikanövények adták. Az állományban végzett morfológiai megfigyeléseim alapján azt tapasztaltam, hogy a tőzegalapú közegekben nevelt növények adták a legsűrűbb és legerőteljesebb hajtásnövekedést. A legmagasabb termésátlagot mindhárom évben a síkláp-felláp tőzeg keveréken nevelt növények adták (2002-ben $9,4 \text{ kg/m}^2$, 2003-ban $9,3 \text{ kg/m}^2$, 2004-ben $9,3 \text{ kg/m}^2$). Második helyen a bentonitos tőzeg állt (2002-ben $9,1 \text{ kg/m}^2$, 2003-ban $8,7 \text{ kg/m}^2$, 2004-ben $8,9 \text{ kg/m}^2$). A harmadik helyen végzett a termésátlagok tekintetében 2002-ben és 2003-ban a Vegasca (2002-ben $8,9 \text{ kg/m}^2$, 2003-ban $8,4 \text{ kg/m}^2$) 2004-ben pedig a síkláp tőzegen nevelt paprikanövények termésátlagai szerepeltek a harmadik helyen (2004-ben $8,0 \text{ kg/m}^2$). A legalacsonyabb termésátlagokat a komposztokon mértem, 2002-ben a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keveréke ($5,3 \text{ kg/m}^2$), 2003-ban a zöldhulladék komposzt I. ($4,9 \text{ kg/m}^2$), 2004-ben újra a folyami homok és a zöldhulladék komposzt II. keveréke ($6,1 \text{ kg/m}^2$) adta a legalacsonyabb termésátlagot. A fenyőkéreg 2002-ben és 2003-ban valamivel jobban szerepelt a komposztoknál, a fenyőkérgen mért termésátlag (2002-ben $6,5 \text{ kg/m}^2$, 2003-ban és 2004-ben $6,2 \text{ kg/m}^2$) volt. A zöldhulladék komposzt I. 2004-ben szerepelt a termesztésben a legjobban $7,3 \text{ kg/m}^2$ -es termésátlaggal. Az átlagolt termésátlagokat vizsgálva megállapítható, hogy a tőzeges anyagok közül a síkláp-felláp tőzeg keverékén és a bentonitos tőzegben nevelt növényeknél szignifikánsan kevesebb termést adtak a felláp tőzegen és a síkláp tőzegen nevelt növények valamint a Vegasca. Ugyanakkor a felláp tőzegen, a síkláp tőzegen és a Vegascában nevelt növények termésátlagai is statisztikailag igazolhatóan magasabb termésátlagokat adtak mint a fenyőkéregben és a komposztokon nevelt növények (29. Táblázat, 47. Ábra).

A termésátlagok, az átlagos bogyótömeg és a csúcsrothadásos termések százalékos arányának megadásakor az összes termés adatait vettem alapul.

29. Táblázat. A Danubia termésátlagainak alakulása a különböző földkeverékeken és közegeken

Földkeverék/közeg	Termésátlag (kg/m ²)			
	2002.	2003.	2004.	Átlag (2002-2004)
Vegasca	8,9	8,4	7,9	8,4
Zöldhulladék komposzt I.	<u>6,1</u>	<u>4,9</u>	<u>7,3</u>	6,1
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	<u>5,3</u>	-	<u>6,1</u>	5,7
Fenyőkéreg	6,5	6,2	6,2	6,3
Felláp tőzeg	8,1	7,7	7,6	7,8
Síkláp tőzeg	8,0	8,3	8,0	8,1
Bentonitos tőzeg	<u>9,1</u>	8,7	<u>8,9</u>	8,9
Síkláp-felláp tőzeg	<u>9,4</u>	<u>9,3</u>	<u>9,3</u>	9,3
SZD 95%	0,35	0,51	0,56	0,43



47. Ábra. A termésátlagok alakulása kezelésenként

30. Táblázat. A Danubia fajta terméslefutás adatai (2002.)

Földkeverék/közeg	Terméslefutási adatok havonta (kg/m ²)			
	június	július	augusztus	szeptember
Vegasca	<u>2,9</u>	2,4	1,8	1,5
Zöldhulladék komposzt I.	<u>1,9</u>	1,7	1,4	1,1
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	-	2,0	1,8	1,5
Fenyőkéreg	<u>2,1</u>	<u>1,6</u>	1,4	1,4
Felláp tőzeg	<u>2,2</u>	<u>2,5</u>	2,2	1,2
Síkláp tőzeg	<u>2,5</u>	<u>2,7</u>	1,9	0,9
Bentonitos tőzeg	2,7	2,8	2,0	1,6
Síkláp-felláp tőzeg	2,9	2,9	2,1	1,5

31. Táblázat. A Danubia fajta terméslefutás adatai (2003.)

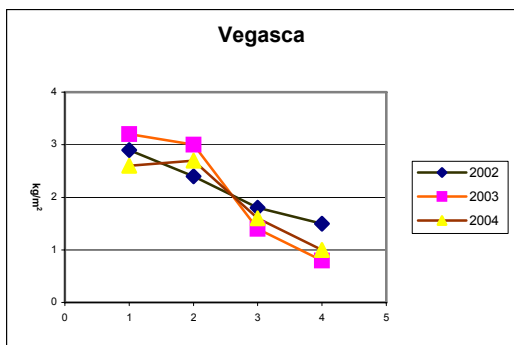
Földkeverék/közeg	Terméslefutási adatok havonta (kg/m ²)			
	június	július	augusztus	szeptember
Vegasca	<u>3,2</u>	3,0	1,4	0,8
Zöldhulladék komposzt I.	<u>2,0</u>	1,6	0,9	0,4
Fenyőkéreg	<u>2,0</u>	<u>1,7</u>	1,4	1,1
Felláp tőzeg	<u>2,1</u>	<u>2,9</u>	1,5	1,2
Síkláp tőzeg	2,6	2,6	2,0	1,6
Bentonitos tőzeg	2,5	2,6	2,0	1,6
Síkláp-felláp tőzeg	<u>2,5</u>	<u>3,0</u>	2,4	1,4

32. Táblázat. A Danubia fajta terméslefutás adatai (2004.)

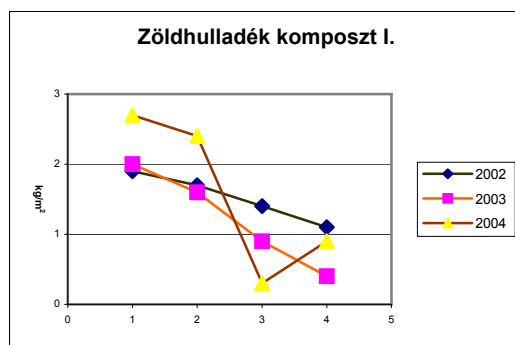
Földkeverék/közeg	Terméslefutási adatok havonta (kg/m ²)			
	június	július	augusztus	szeptember
Vegasca	<u>2,6</u>	2,7	1,6	1,0
Zöldhulladék komposzt I.	<u>2,7</u>	2,4	1,3	0,9
50 % Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	2,2	1,6	1,3	1,0
Fenyőkéreg	<u>2,0</u>	<u>1,8</u>	1,4	1,0
Felláp tőzeg	<u>1,4</u>	<u>3,6</u>	1,1	1,5
Síkláp tőzeg	<u>2,4</u>	<u>2,8</u>	1,5	1,3
Bentonitos tőzeg	<u>1,7</u>	<u>3,9</u>	1,1	2,2
Síkláp-felláp tőzeg	<u>1,8</u>	<u>3,7</u>	2,1	1,6

A legtöbb termést a tenyészidőszak első felében júniusban és júliusban szedhettük a konténerben nevelt növényekről. Mindhárom év elején a Vegaszában nevelt növényekről szedhettük a legtöbb termést (2002-ben 2,9 kg/m², 2003-ban 3,2 kg/m², 2004-ben 2,6 kg/m²),

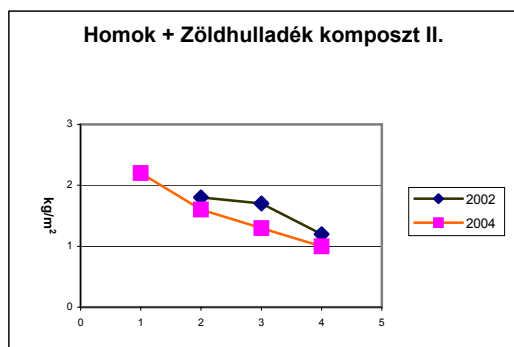
az indítóműtrágyával ellátott tőzeges anyagok a Vegascától kissé lemaradva $2,5 \text{ kg/m}^2$ körüli termésátlagokat adtak 2002-ben és 2003-ban, 2004-ben azonban a síkláp tőzeg kivételével mindegyik anyagnál jelentősen csökkent a havi termésátlag (felláp tőzeg $1,4 \text{ kg/m}^2$, bentonitos tőzeg $1,7 \text{ kg/m}^2$, síkláp-felláp tőzeg keveréke $1,8 \text{ kg/m}^2$). A zöldhulladék komposzt I.-nél igen hullámzóan alakult a korai terméshozás mértéke 2002 és 2004 között $1,9 - 2,7 \text{ kg/m}^2$ -ig. Júliusra az indítóműtrágyával ellátott tőzeges anyagok termésátlagai mindhárom évben növekedést mutattak, a legjelentősebb növekedést 2002 és 2004 között a felláp tőzegnél mértem (2002-ben $2,5 \text{ kg/m}^2$, 2003-ban $2,9 \text{ kg/m}^2$, 2004-ben $3,6 \text{ kg/m}^2$). A kétféle komposztnál a fenyőkéregnél és 2002-ben és 2003-ban a Vegascánál is júliusra mintegy 10-20%-kal visszesett a termésátlag. Ugyanakkor 2004-ben a Vegascánál júniustól júliusig körülbelül 4 %-kal nőtt a havi termésmennyiség. Később augusztusban és szeptemberben a tőzeges anyagokon és a Vegascán nevelt növények termésátlagai folyamatosan és nagymértékben csökkentek. Míg a fenyőkéreg és a komposztok esetében a hónapok közötti különbségeket tekintve kisebb visszaesés, kiegyenlítettebb terméshozás volt tapasztalható. Kivételt jelent ez alól a zöldhulladék komposzt I.-ben mért 2003. évi terméslefutás, mivel itt júliustól augusztusig majdnem a felére esett vissza a terméshozás mértéke (30-32. Táblázat, 48-55. Ábra).



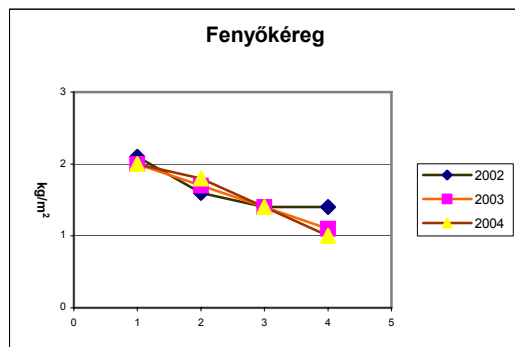
48. Ábra. A Vegascán mért terméslefutás



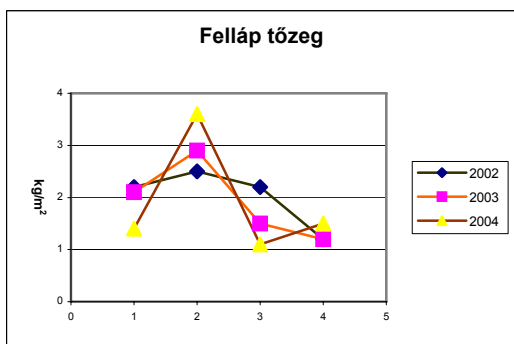
49. Ábra. A zöldhulladék kompozst I-n mért terméslefutás



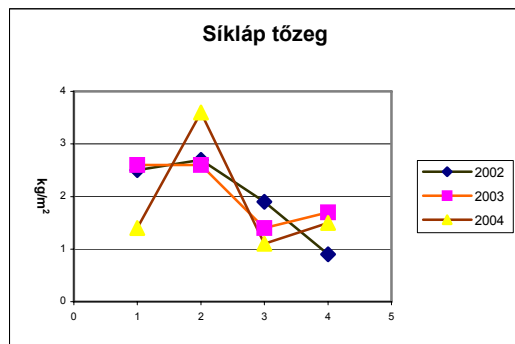
50. Ábra. A homok és zöldhulladék kompozst II. keverékén mért terméslefutás



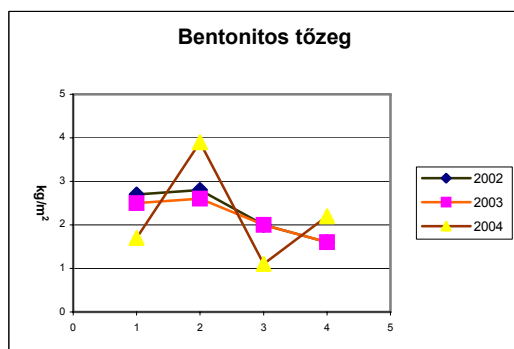
51. Ábra. A fenyőkérgen mért terméslefutás



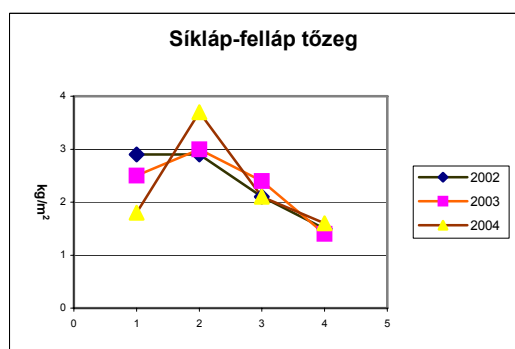
52. Ábra. A felláp tőzegen mért terméslefutás



53. Ábra. A síkláp tőzegen mért terméslefutás



54. Ábra. A bentonitos tőzegen mért terméslefutás

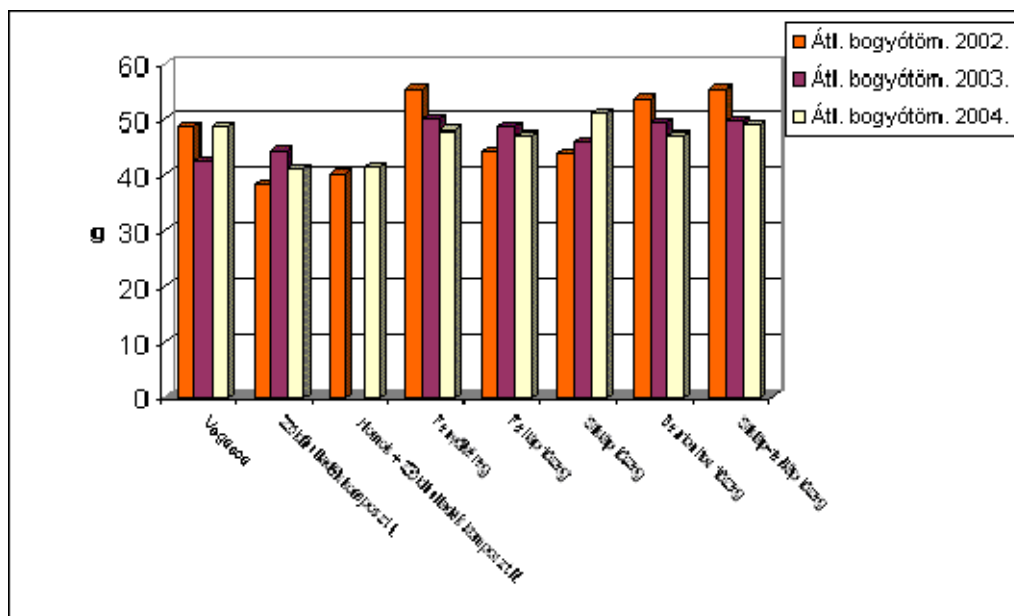


55. Ábra. A síkláp-felláp tőzegen mért terméslefutás

A legdarabosabb terméseket 2002-ben a síkláp-felláp tőzeg keverékeken (55,6 g), és a fenyőkérgen (55,6 g) nevelt növényekről szedtem. 2003-ban szintén a fenyőkérgen (50,2 g) nevelt paprikák voltak a legdarabosabbak, míg 2004-ben a síkláp tőzegben (51,0 g) nevelt paprikák átlagos bogyótömege volt a legmagasabb. A legalacsonyabb átlagos bogyótömegeket 2002-ben a zöldhulladék komposzt I.-en (38,1 g), 2003-ban a Vegascán (42,4 g), míg 2004-ben újra a zöldhulladék komposzt I.-en (41,0 g) mértem. Az átlagolt bogyótömegeket vizsgálva megállapítható, hogy legjobb két eredményt a síkláp-felláp tőzeg keveréke (51,5 g) és a fenyőkéreg (51,3 g) adták, a két eredmény között statisztikailag szignifikáns különbség nem volt, termésátlag tekintetében azonban a fenyőkéreg jóval elmaradt a síkláp-felláp tőzeg keveréktől. Átlagban a harmadik legdarabosabb termést szolgáltató közeg a bentonitos tőzeg volt (50,1 g), ez a közeg termésátlagok tekintetében szintén az élmezőnyben volt. A másik két tőzegalapú közeg és a Vegasca átlagos bogyótömege alacsonyabb volt, de statisztikailag szignifikáns különbség csak a felláp tőzeg (46,7 g) és a Vegasca (46,5 g) esetében volt kimutatható. A zöldhulladék komposzt I. (41,2 g) és a folyami homokkal kevert zöldhulladék komposzt II. (40,9 g) átlagos bogyótömegei szintén statisztikailag szignifikáns elmaradást jelentettek a többi közeggel szemben (33. Táblázat, 56. Ábra). Az állományban a termesztés időszaka alatt végzett egyéni megfigyeléseim alapján azt tapasztaltam, hogy a komposztokon nevelt növények rövidebb fő- és oldalhajtásokat hoztak.

33. Táblázat. A Danubia átlagos bogyótömegének alakulása a különböző földkeverékeken és közegeken

Földkeverék/közeg	Átlagos bogyótömeg (g)			
	2002.	2003.	2004.	Átlag (2002-2004)
Vegasca	48,5	42,4	48,6	46,5
Zöldhulladék komposzt I.	<u>38,1</u>	44,5	<u>41,0</u>	41,2
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	40,2	-	<u>41,6</u>	40,9
Fenyőkéreg	<u>55,6</u>	<u>50,2</u>	48,1	51,3
Felláp tőzeg	44,3	48,5	47,3	46,7
Síkláp tőzeg	44,1	46,2	<u>51,0</u>	47,1
Bentonitos tőzeg	53,8	49,4	47,1	50,1
Síkláp-felláp tőzeg	<u>55,6</u>	49,8	49,1	51,5
SZD 95%	3,36	4,39	3,31	3,01

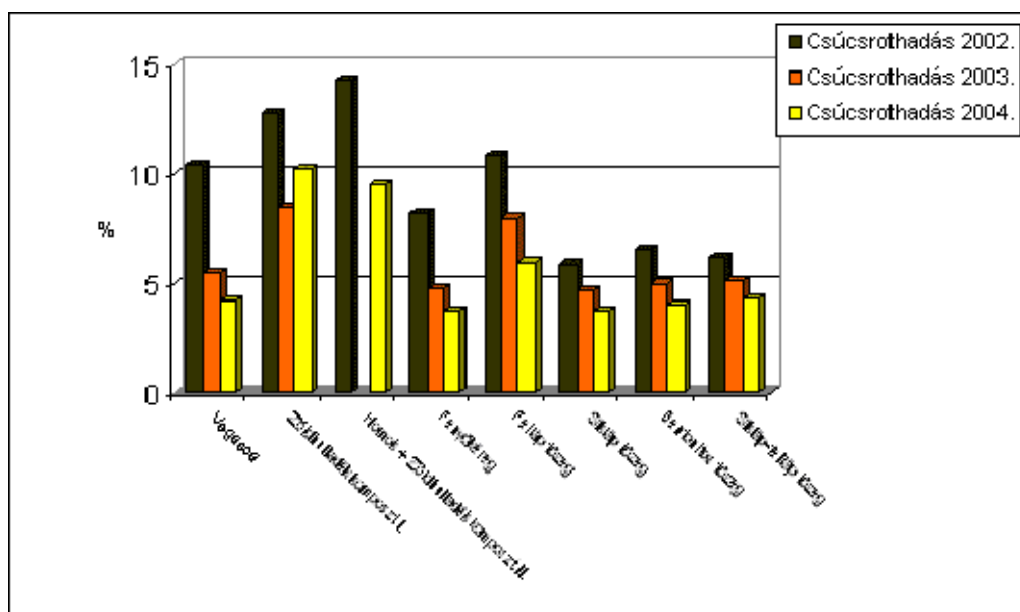


56. Ábra. Az átlagos bogyótömeg alakulása kezelésenként

A csúcsrothadásos termékek részarányát vizsgálva azt állapítottam meg, hogy 2002-ben a síkláp tőzegen (5,9 %), 2003-ban a síkláp tőzegen (4,7 %) és a fenyőkérgen (4,8 %), míg 2004-ben ugyancsak a síkláp tőzegen (3,8 %) és a fenyőkérgen (3,8 %) nevelt növények adták a legkevesebb csúcsrothadásos termést. A tőzeges anyagok között mindhárom évben a felláp tőzegen nevelt növényekről szedtem a legtöbb csúcsrothadásos paprikát (2002-ben 10,9 %, 2003-ban 8,0 %, 2004-ben 6,0%). A legtöbb Ca-hiányos termést mindhárom évben a kétféle komposztban nevelt paprika növényekről szedtem, itt a minőségi hibás termékek részaránya igen magas volt, több esetben meghaladta a 10%-ot. Az átlagolt adatok alapján elmondható, hogy statisztikailag legjobban a síkláp tőzeg szerepelt, ezt követően viszont az összes többi közeg szignifikánsan magasabb arányban hozott csúcsrothadásos terméseket (34. Táblázat, 57. Ábra).

34. Táblázat. A Danubia csúcsrothadásos terméseinek százalékos aránya a különböző földkeverékeken és közegeken

Földkeverék/közeg	Csúcsrothadás (%)			
	2002.	2003.	2004.	Átlag (2002-2004)
Vegasca	<u>10,4</u>	5,5	4,2	6,7
Zöldhulladék komposzt I.	<u>12,8</u>	<u>8,5</u>	<u>10,2</u>	10,5
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	<u>14,3</u>	-	<u>9,5</u>	11,9
Fenyőkéreg	8,2	4,8	3,8	5,6
Felláp tőzeg	<u>10,9</u>	<u>8,0</u>	6,0	8,3
Síkláp tőzeg	5,9	4,7	3,8	4,8
Bentonitos tőzeg	6,6	5,0	4,0	5,2
Síkláp-felláp tőzeg	6,2	5,1	4,3	5,2
SZD 95%	1,45	0,53	1,24	1,56



57. Ábra. A csúcsrothadásos termések százalékos aránya az összes terméshez képest



9. kép Csúcsrothadás tünete a Danubia termésén

5. KÖVETKEZTETÉSEK

1. A kísérlet eredményei bizonyították, hogy igen lényeges szempont a termesztésben a termesztett növény igényeinek megfelelő tulajdonságokkal rendelkező közeg biztosítása. A kísérleti közegek kémhatása és a termésátlagok alakulása között összefüggést tapasztaltam. Az eredményekből jól látható, hogy a növény számára nem megfelelő pH-tartományban alacsonyabb termésátlagokkal lehetett számolni, mivel megváltozott az egyes tápelemek oldékonysága és ezen keresztül pedig a tápelemek felvehetősége. A legmagasabb termésátlagot ($9,3 \text{ kg/m}^2$) a hajtatott paprika számára optimális $6,5 \text{ pH}$ -val rendelkező síkláp-felláp tőzeg keveréken mértem. Míg a paprika kémhatás igényétől legnagyobb eltérést mutató zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékén ($8,1 \text{ pH}$) nevelt növények adták a legkisebb, $5,7 \text{ kg/m}^2$ -es termésátlagot.
2. A termesztési ciklus során két bázikus közegnél a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékén valamint a Vegascánál szignifikánsan csökkent a pH-érték. Ez a pH-érték csökkenés ugyanakkor a tápanyagok felvehetősége szempontjából pozitív hatású volt, mivel a megváltozott kémhatás értékek jobban közelítenek a növény számára optimális pH-tartomány felé.
3. A tőzeges anyagok között szignifikánsan nem volt kimutatható a bentonitos tőzeg bentonittartalmának pufferoló, a talaj savanyodását tompító hatása. Ez azzal magyarázható, hogy a savanyú kémhatású bentonit felületén már jelentős a protonmegkötődés vagyis kevés azon kicserélhető kationok mennyisége, amelyek savterhelés hatására protonokra cserélődnének. Vagyis savas tartományban kicsi, lúgos tartományban viszont nagy a bentonit pufferképessége. Korábban ugyanerre a megállapításra jutott az ásványi talajalkotók pufferoló hatásának vizsgálatai közben Csoma és Forró (2002).
4. A humuszminőséget jelző legmagasabb Q értékeket a kétféle komposztban mértem, bár a szervesanyagtartalmuk alacsonyabb volt, mint a fenyőkéregé és a legtöbb tőzeges anyagé, a humuszstabilitási koefficiens (K) értéke még így is a komposztokban volt a legmagasabb. A humuszanyagok környezetvédelmi szerepének

ismeretében ez azt jelenti, hogy ezek a közegek figyelemreméltó adszorpciós- és pufferképességgel rendelkeznek, így használatukkal hatásosan növelhető a termesztés biztonsága valamint a közegek szerkezetének stabilitása. A humuszállapotról vonatkozó eredményeim azt is alátámasztják, hogy a kísérletben felhasznált komposztok a komposzt előállítás technológiai szabályainak betartásával készültek. Az egyik legfontosabb szabály, a megfelelő ideig tartó érlelés. Az érlelés szakaszában ugyanis tovább folytatódik a szervesanyagok humifikálódása illetve a már kialakult humuszanyagok kondenzációja és stabilizációja (Alexa & Dér, 1998). A legtöbb komposzt előállítási technológia tartalmazza az érlelési fázist, ilyenkor bomlik le a legtöbb fitotoxikus vegyület, ezek a vegyületek vannak gátló hatással a növények fejlődésére (Chen & Inbar, 1993).

5. A vizsgált közegek közül magas szervesanyagtartalmat, de alacsony humuszstabilitást mértem a fenyőkéregnél. A nyersebb humuszanyagok kevesebb felvehető nitrogént tartalmaznak, a fenyőkéregben mért alacsony ásványi- és könnyen felvehető nitrogéntartalom (41 mg/100g talaj) kisebb termésátlagokat (6,3 kg/m²) is eredményezett. Bár a hosszabb távú termesztésben értékes lehet viszonylag magas (825 mg/100g talaj) összes nitrogéntartalma. A talajvizsgálati eredmények azt igazolják, hogy a fenyőkéreg tápanyagtároló képessége is alacsony, ezért a fenyőkéregben történő termesztés csak folyamatos tápoldatozás mellett képzelhető el. Az alacsony tápanyagtároló képesség következtében előnyös a naponta végzett tápoldatozás. Khaled (1993) paradicsom teszt növényel végzett kísérletei során megállapította, hogy a fenyőkéreg csak kellően humifikált állapotban, folyamatos tápoldatozás mellett ad megfelelő terméseredményeket.
6. A vizsgálati eredmények alapján látható, hogy talajtanilag különböző tulajdonságúak a felláp- és a síkláp tőzegek. A humuszminőséget vizsgálva látható, hogy (a Vegascához hasonló) 1,1-es Q értéket mértem a síkláp tőzegekben, ez azt jelenti hogy ebben a közegben a jó minőségű, stabil humuszanyagok voltak túlsúlyban. Ezzel szemben a felláp tőzegekben mért Q érték 0,8 volt, ez az érték jelezte, hogy képződési körülményeinél fogva a felláp tőzegekre a kevésbé humifikált, nyersebb humuszanyagok jelenléte a jellemző. A termesztésben legjobban a két tőzeg keveréke szerepelt (síkláp-felláp tőzeg 9,3 kg/m²), ahogyan erre már korábban is rámutatott Hargitai (1979). Megállapítása szerint a földkeverékekben előnyös többféle tőzeg

keverékének a használata, mivel különböző C/N arányaik révén ezek a keverékek egyenletes és magas fokú tápanyagellátást tesznek lehetővé. A felláp tőzeg és síkláp tőzeg keveréke egyesítette magában a kétféle típusú tőzeg előnyös tulajdonságait. Vagyis a síkláp tőzegen humifikált szervesanyagait, amelyek magasabb nitrogéntartalmat valamint jobb adszorpciós- és pufferképességet biztosítanak és a felláp tőzegen stabil, rostos és rugalmas szerkezetét, amelyek megfelelő víz-levegő arányt biztosítanak végig a termesztés időszakában. Mivel a tőzegalapú anyagok (különösen a felláp tőzeg) felvehető tápanyagtartalma alacsony, a kívánatos termésátlagok elérése érdekében ezeknél a közegeknél is folyamatos tápoldatozásra van szükség.

7. A kísérleti munka során megállapítottam, hogy a kísérleti közegek humifikálódottságának növekedésével párhuzamosan csökkent a könnyen lehasadó nitrogén százalékos mennyisége az összes nitrogéntartalomhoz képest. Kiindulási állapotban a humifikáltabb síkláptőzegen hidrolizálható nitrogéntartalma az összes nitrogéntartalomhoz képest 7,7 % volt, míg ugyanez az arány a felláp tőzegen 24,7 %. A kísérletben vizsgált egyéb humifikáltabb közegeknél is alacsony volt a hidrolizálható nitrogéntartalom aránya, a Vegascánál 6,4 %, a zöldhulladék komposzt I.-nél 5,5 %, a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékénél pedig 9,8 %. Ez azzal magyarázható, hogy humifikálódás közben a nitrogén nagyobb része épül be a tartós és stabil szerkezetű humuszanyagokba. Míg a nyers szervesanyagokban lévő nitrogén nagyobb része gyengébb szerves kötésben fordul elő (Hargitai, 1978).
8. A kiindulási állapotot vizsgálva szignifikáns különbség volt a tőzeges anyagok valamint a Vegasca, a komposztok és a fenyőkéreg hidrolizált nitrogéntartalma között. Az indító műtrágyázásnak köszönhetően ásványi és könnyen felvehető nitrogénben leggazdagabbak a tőzeges anyagok voltak. Ezzel párhuzamosan a tőzeges anyagokon nevelt növények adták a legmagasabb termésátlagokat (síkláp-felláp tőzeg 9,3 kg/m², bentonitos tőzeg 8,9 kg/m², Vegasca 8,4 kg/m²). A Vegasca, a komposztok és a fenyőkéreg mintegy 50-75 %-kal kevesebb könnyen felvehető nitrogént tartalmaztak a kiindulási állapotban. A szerves eredetű közegek közül a mineralizációs folyamatok intenzitása a komposztoknál volt a legnagyobb, ezeknél a közegeknél a könnyen felvehető nitrogéntartalom emelkedése volt mérhető. A fenyőkéregnél és a Vegascánál a hidrolizált nitrogéntartalom csak nagyon lassan csökkent a tenyészidőszak folyamán.

Mindamellet a növény jelentős nitrogén mennyiséget vett fel a talajból a fejlődéséhez és a tápoldatban lévő nitrogén is tápanyagutánpótlást jelentett, a folyamatos mineralizáció következtében nem merült ki ezen közegek nitrogén tápelem tartalma. A tőzeges anyagoknál megfigyelhető volt a kezdeti magas hidrolizálható nitrogéntartalom gyors csökkenése, amit a mineralizációs folyamatok intenzitása nem tudott követni. A tőzeges keverékek közül a legintenzívebb mineralizáció a síkláp tőzegen zajlott. A tőzeges anyagok gyors tápanyagvesztését igazolja, hogy amíg a fellépő tőzeges keverék hidrolizált nitrogéntartalma a kiindulási állapottól szeptemberig mintegy 70%-kal csökkent, a zöldhulladék komposzt I.-nél ez az arány 30%-os, a fenyőkéregnél pedig 20%-os.

9. A mineralizációs folyamatok intenzitását jól mutatják a növények számára legkönnyebben és leggyorsabban hasznosítható nitrogén-forma, a $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyiségének változásai. A kezdeti nagy $\text{NO}_3\text{-N}$ fogyasztás után a fenyőkéregnél már júliustól emelkedés volt kimutatható a $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalomban, de júniustól a zöldhulladék komposzt I.-ben mért $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége is némileg emelkedett.

10. A kiindulási káliumtartalom adatai alapján elmondható, hogy a kísérleti közegek mindegyike igen magas káliumtartalommal rendelkezett. Az indítóműtrágyával feltöltött tőzeges anyagok az indítóműtrágya adagolása után rendelkeztek nagyságrendileg akkora káliumtartalommal mint a komposztok műtrágya adagolás nélkül. A komposztoknak rendszerint magas a káliumtartalma, mivel a növényi hamuelemek 42%-át a kálium adja (Balázs, 2000). A fenyőkéreg káliumtartalma is magas volt, 50%-kal meghaladta a Vegascaét. A termesztés időtartama alatt legnagyobb mértékben és leggyorsabban az indítóműtrágyával feltöltött tőzeges anyagok káliumtartalma csökkent. Ezt követte a Vegasca, ahol lassabban közel 50%-kal csökkent a közegekben lévő kálium mennyisége a kiindulási állapothoz képest. Míg legnagyobb mértékben a komposztok illetve a fenyőkéreg őrizték meg fellehető káliumtartalmukat, a komposztoknál a tenyésztési időszak alatt a káliumtartalom emelkedése is kimutatható volt. Mindez azzal magyarázható, hogy a komposztok és a fenyőkéreg kálium tartalékai a mineralizációnak kedvező körülményeket biztosító környezetben gyorsabban ásványosodáson mentek keresztül. A tőzeges anyagokban a mineralizációs folyamatok hatása kevésbé volt érzékelhető. A vizsgálati eredményeim

alapján igazolódott, hogy a fenyőkéreg és főként a komposztok a földkeverékek lassú hatású és tartós kálium-forrásaiként jöhetnek számításba.

11. Mivel a kálium szerves anyagokba alig épül be, nagy mobilitású tápelemként többnyire ionos formában van jelen a növényben és a talaj kolloidokon. Túlzott mértékű jelenléte esetén a passzív felvétellel mozgó kalcium és magnézium felvehetőségét gátolja (Slezák et al., 2002). A kísérletben is kimutatható volt ez az antagonisztikus hatás, a legtöbb csúcsrothadós paprikát ugyanis a komposztokon nevelt növényekről és a tőzegalapú anyagok közül a felláp tőzegen nevelt növények adták. A kísérleti eredmények alapján megállapítható volt, hogy a zöldhulladék komposzt I.-ben mért kiindulási 460mg/100g talaj illetve a zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keverékében mért 386 mg/100g talaj értékű káliumtartalom jelenléte hozzájárult a csúcsrothadós termések százalékos arányának szignifikáns növekedéséhez (zöldhulladék komposzt I. 10,5 %, zöldhulladék komposzt II. és a folyami homok keveréke 11,9 %).
12. A komposztok és a fenyőkéreg a kálium mellett igen jó foszfor-ellátottsággal is rendelkeztek. Itt is megállapítottam, hogy a műtrágya bekeverés nélkül alkalmazott komposztok és fenyőkéreg foszfortartalma csak enyhe ütemben csökkent a tenyészidőszak alatt (sőt a komposztoknál a termesztési periódus második felében nőtt is a felvehető foszfortartalom). A tőzeges anyagoknál nagyobb mértékben csökkent a foszfortartalom augusztusig majd szeptemberre a kisebb növényi felvétel miatt megnőtt. A humifikáltabb tőzeget tartalmazó Vegascában és a síkláp tőzegen viszont intenzívebb mineralizáció zajlott és nagyobb volt a rendelkezésre álló szerves foszfor tartalék.
13. A magas szervesanyagtartalmú közegek és talajok nagyobb sóterhelést tudnak közömbösíteni mint a természetes állapotú talajok (Horinka, 1997.). Ugyanakkor a közegek magas sótartalma gátolja a termesztett növények fejlődését és rontja a termésminőséget. Terbe (1977) szerint a paprikánál a közegek és földkeverékek túlzottan magas sótartalma csúcsrothadást és termés aprósodást vált ki. A kísérletben vizsgált közegek közül legmagasabb sótartalmat a komposztokban mértem, itt a sótartalom mértéke közepesen magas volt. A sók okozta károsító hatás azonban kismértékben ugyan, de kimutatható volt a komposztban nevelt növényeken. Így

jelentkezett tünetként a hajtáshossz csökkenés, a termések átlagos bogyótömegének csökkenése (zöldhulladék komposzt I. 41,2 g, zöldhulladék komposzt II. és folyami homok keveréke 40,9 g), az alacsonyabb mértékű korai terméskötés és a Ca-hiányos termések százalékos arányának növekedése. Hasonló megállapításokra jutott korábban Slezák (2001) különböző fehér termésű paprikafajták sótűrésének vizsgálata során.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kertészeti termesztésben elérhető termésátlagokat és az előállított termés minőségét egyértelműen meghatározza az alkalmazott termesztőközeg illetve földkeverék minősége valamint a növények tápanyag-ellátottsága.

Az izolált (ún. talaj nélküli) termesztési rendszerek termesztőközegeiként a tőzegalapú, mesterséges ipari földkeverékek használata terjedt el hazánkban az 1960-as évektől. A tőzegalapú keverékek felhasználásával megszűnt a növényházak eredeti talajának állapotromlása ugyanakkor az intenzív termesztési rendszerek terméseredményei ugrásszerűen megnöttek, mivel a mesterségesen előállított talajok tulajdonságaikat speciálisan egy-egy növénycsoport illetve növényfaj igényeihez igazították.

Az iparilag gyártott földkeverékek fő alapanyaga mindmáig a tőzeg, sajátos fizikai és kémiai tulajdonságai révén ugyanis ez az anyag az eddig ismert egyik legideálisabb termesztőközeg. Az intenzív bányászati tevékenység következtében azonban a világ tőzégkészletei jelentősen megcsappantak, környezetvédelmi okokból pedig a tőzégbányászat feltételei is tovább szigorodtak.

A tőzeg megújuló nyersanyag, újraképződésének folyamata azonban rendkívül lassú. Ezért az utóbbi évtizedekben megkezdődött a kutatás olyan anyagok után, amelyek a tőzegekhez hasonló előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek és alkalmasak lennének a tőzeg termesztőközeggé történő kiváltására részben vagy egészben. Erre a célra elsődlegesen a mezőgazdaságban, a háztartásokban valamint az élelmiszeripar illetve az erdészet területén nagy tömegben keletkező, olcsón rendelkezésre álló és biológiailag lebomló melléktermékek jöhetnek számításba.

Munkám során különböző szervesanyag alapú közegek és földkeverékek vizsgálatát végeztem el több éves kísérletben termesztési és laboratóriumi körülmények között, étkezési paprika (*Capsicum annuum* L., Danubia fajta) teszt növényvel. A talajok között szerepeltek hagyományos tőzegalapú anyagok és olyan közegek, amelyek potenciális tőzégpótlóként jöhetnek szóba. A fenyőkérgyet és a komposztféleségeket azért választottam, mert ezen közegek alapanyagai folyamatosan, nagytömegben rendelkezésre állnak. Ezek a szerves alapanyagok kiaknázatlan erőforrást jelentenek, mivel a mezőgazdaság, az erdészet és az egyéb ipari ágazatok termelő tevékenysége következtében termelődő hulladékanyagok. Termesztőközeggé történő felhasználásukkal kettős célt szolgálnak, megoldják a nagytömegben keletkező szerves eredetű hulladékanyagok elhelyezésének problémáját

ugyanakkor a tőzeg részbeni vagy teljes kiváltásával hozzájárulnak a tőzegterületek védelméhez és az adott régió ökológiai egyensúlyának fenntartásához.

Vizsgálataim során a növényállományban és a természetközégekben lezajló változásokat egyaránt nyomon követtem. Vizsgáltam különböző tőzeges anyagok, kétféle zöldhulladék komposzt és fenyőkéreg étkezési paprika növekedésére és terméshozására gyakorolt hatását, valamint megvizsgáltam az egyes természetközégek talajtani paramétereit, tápanyagdinamikáját és a talajtani paraméterek vegetációs periódus alatt bekövetkező változásait. A kísérleti munka során meghatároztam, hogy a vizsgált közegek a tőzegekhez képest milyen előnyös és hátrányos tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint hogy intenzív termesztési körülmények között a vizsgált közegek hogyan használhatóak fel a leghatékonyabban. Arra kerestem a választ, hogy az általam vizsgált közegek valamelyike alkalmas-e termesztési körülmények között a zöldségajtatásban a tőzeg teljes, illetve részleges kiváltására.

A vizsgált anyagok mindegyike magas szervesanyag-tartalommal rendelkezik, a szervesanyagok minőségét jelző Q értéknél azonban jelentős különbségek voltak. A tőzeges anyagok közül a Vegascánál és a síkláp tőzegnél a jó minőségű humuszanyagok domináltak, ezzel szemben a felláp tőzegekre a kialakulatlanabb szerkezetű humuszanyagok jelenléte volt a jellemző. A termesztésben legjobban a két tőzeg keveréke szerepelt, mivel ez a keverék egyesítette magában a felláp- és síkláp tőzegenél előnyös tulajdonságait. Vagyis a síkláp tőzegenél jelenlévő humifikált szervesanyagok által biztosított magasabb nitrogéntartalmat, jobb adszorpciós- és pufferképességet és a felláp tőzegenél jellemző stabil, rostos és rugalmas szerkezetet, amely megfelelő víz-levegő arányt biztosít a gyökérzet számára végig a termesztés időszakában. A legjobb humuszminőséget a kétféle komposztnál mértem, mindkét anyagban egyértelműen a stabil szerkezetű, jó minőségű humuszanyagok voltak túlsúlyban. A komposztok humuszanyagainak stabilizálódása legnagyobb részben a komposztelőállítás utolsó (érlelési) szakaszában történik. A jó minőségű komposzt előállításának feltétele, hogy az előállítási technológia során az érlelési fázis ne maradjon el és megfelelő ideig tartson. A stabil szerkezetű humuszanyagok javítják a közeg szerkezetét, növelik a szerkezetstabilitást és a víz-és tápanyagmegkötő-képességét, magasabb nitrogéntartalommal rendelkeznek ugyanakkor növelik a közeg pufferképességét a káros hatásokkal szemben.

Magas szervesanyag-tartalommal, de alacsony humuszstabilitással rendelkezett a fenyőkéreg. Ebben az anyagban a nyersebb humuszanyagok domináltak, ennél fogva gyengébb a közeg adszorpciós- és pufferképessége. Mivel a fenyőkéreg eredeti tápanyagtartalma alacsonyabb

mint a komposztoké, a termesztés során pedig kevésbé képes a megkötött tápanyagok tárolására, ezért fenyőkéregben történő termesztés esetén javasolt a gyakoribb tápoldatozás.

A közegek kémhatása tekintetében megállapítottam, hogy leginkább a komposztok és a Vegasca kémhatása tér el a hajtattott paprika által igényelt pH optimumtól. Mivel az optimumtól eltérő kémhatás értékek a tápanyagok oldhatóságát és ezen keresztül a felvehetőségét negatívan befolyásolták, ezért ezeknél alacsonyabb termésátlagokat mértem – főleg a komposztok esetében.

A közegek nitrogén dinamikájában érdekesség hogy, kiindulási állapotban a tőzeges anyagok rendelkeztek a legmagasabb felvehető nitrogéntartalommal, mivel ezek a közegek indítóműtrágya adagolásban részesültek. A Vegasca, a komposztok és a fenyőkéreg 75-80%-kal kevesebb könnyen felvehető nitrogént tartalmaztak. A termesztési periódus során a műtrágyával kezelt közegek nitrogéntartalma a termesztési időszak elején nagymértékben, a fenyőkéregnél és a Vegascánál a nitrogéntartalom sokkal enyhébb mértékben csökkent, a komposztoknál pedig a nitrogéntartalom enyhe emelkedése volt mérhető. Mindez a szerves közegekben zajló intenzív mineralizáció következménye, amelynek mértéke közegekenként és a külső környezeti körülményektől függően változó. Legintenzívebb a legjobb minőségű humuszanyagokkal rendelkező komposztokban. A tápoldat formájában folyamatosan adagolt ásványi nitrogén-formák jelenléte ugyancsak a mineralizációs folyamatok intenzitását fokozták.

A közegek kiindulási káliumtartalmát vizsgálva megállapítható, hogy a komposztok műtrágya adagolás nélkül is több káliumot tartalmaztak mint a tőzeges anyagok, a fenyőkéreg káliumtartalma is megfelelőnek bizonyult. A termesztés ideje alatt – a nitrogénhez hasonlóan – a komposztok és a fenyőkéreg őrizték meg felvehető káliumtartalmuk legnagyobb részét. A mérések alapján azt igazoltuk, hogy a fenyőkéreg és főként a komposztok a földkeverékek lassú hatású és tartós kálium-forrásaiként jöhetnek számításba.

A közegekben jelenlévő magas felvehető káliumtartalom a kalcium felvehetőségét gátolja, a két tápelem között fellépő antagonisztikus hatás miatt. A paprikánál a kalcium hiánya súlyos minőségi problémát okoz, mivel a termések bibepontja felől barnulást indít el (ún. csúcsrothadás), amely a termések értékesíthetőségét meglehetősen rontja. A legtöbb csúcsrothadásos paprikát a káliumban leggazdagabb komposztokon nevelt növények adták illetve a legsavanyúbb (a kalcium oldékonyságát gátló) kémhatású fellépő tőzegekről.

A komposztok és a fenyőkéreg igen jó foszfor-ellátottsággal rendelkeztek. A termesztés ideje alatt a tőzegealapú anyagok foszfortartalma nagyobb mértékben csökkent mint a tőzeget nem tartalmazó anyagoké. A tőzeges anyagok közül is a humifikáltabb állapotú Vegascában és a

síkláp tőzegben intenzívebb mineralizáció zajlott illetve magasabb volt a rendelkezésre álló szerves foszfor tartalék, ennek következtében ezeknél a tőzeges anyagoknál volt a legalacsonyabb a foszforveszteség mértéke.

Kísérleti eredményeim alapján tehát megállapítható, hogy a természetben a többféle összetevőt is tartalmazó tőzegalapú anyagok szerepeltek a legjobban. A kísérletben vizsgált fenyőkéreg nem alkalmazható teljes mértékben a tőzeg kiváltására. A fenyőkérget csak megfelelően humifikált állapotban és darálást követően célszerű alkalmazni, mivel ezek az eljárások javítják a közeg nedvesíthetőségét és adszorpciós képességét. A kísérleti komposztok a technológiai előírásoknak megfelelően készültek, fertőzésmentesek voltak. Magas kémhatásuk és káliumtartalmuk miatt azonban nem minősültek ideális természetközegnek a hajtattott paprika számára. A fenyőkéreg és a komposztok azonban egyaránt jelentős kálium- és foszfortartalékokkal rendelkeztek, amely tulajdonságuk alapján értékes összetevői lehetnek a mesterségesen előállított földkeverékeknek, mivel lassan felszabaduló tápanyagtartalmuk hatékonyan hozzájárul a termesztett növények tápanyag-ellátásához.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÉS JAVASLATOK

Munkám egyik alapvető célja az volt, hogy megvizsgáljam, hogy a kísérletben alkalmazott tőzeget nem tartalmazó, szervesanyag alapú közegek milyen eredménnyel szerepeltek a paprikahajtásban illetve hogy alkalmasak-e intenzív termesztési körülmények között részben vagy egészben a tőzeg kiváltására.

1. A termésátlagokat tekintve a termesztésben a tőzeges anyagok szerepeltek a legjobban, tehát a napjainkban rendelkezésre álló anyagokkal a tőzegen teljes kiváltása nem lehetséges.
2. A legjobb humuszminőséget (Q érték) a kétféle komposztban mértem valamint a humuszstabilitási koefficiens (K) értéke is a komposztokban volt a legmagasabb. A humuszanyagok általános tulajdonságainak és környezetvédelmi szerepének ismeretében megállapítható, hogy a komposztok kedvező humuszállapota nagyon jó adszorpciós- és pufferképességet biztosít ennek a közegnek, vagyis a komposztok használatával hatásosan növelhető a termesztés biztonsága.
3. A síkláp tőzegen a jó minőségű, stabil humuszanyagok, a felláp tőzegen pedig a kevésbé humifikált, nyersebb humuszanyagok jelenléte volt a jellemző.
4. A kísérleti közegek humifikálódottságának növekedésével csökkent a könnyen lehasadó nitrogén százalékos mennyisége az összes nitrogéntartalomhoz képest, ugyanis humifikálódás közben a nitrogén nagyobb része épül be a tartós és stabil szerkezetű humuszanyagokba, míg a nyers szervesanyagokban lévő nitrogén nagyobb része gyengébb szerves kötésben fordul elő.
5. Kiindulási állapotban szignifikáns különbség volt a tőzeges anyagok valamint a Vegasca, a komposztok és a fenyőkéreg hidrolizált nitrogéntartalma között. A tenyésztési időszak alatt a mineralizációs folyamatok intenzitása a komposztoknál volt a legnagyobb, ezeknél a közegeknél a könnyen felvehető nitrogéntartalom emelkedése volt mérhető. A fenyőkéregnél és a Vegascánál a hidrolizált nitrogéntartalom csak kismértékben csökkent a tenyésztési folyamán. A tőzeges anyagoknál a kiindulási magas hidrolizálható nitrogéntartalom gyorsan csökkent, amit a mineralizációs

folyamatok intenzitása nem tudott követni. A tőzeges anyagok közül a legintenzívebb mineralizáció a síkláp tőzegben zajlott.

6. A komposztok magas káliumtartalma, a kálium és a kalcium között fellépő antagonisztikus hatás miatt, a csúcsrothadásos termékek százalékos arányát szignifikánsan növelte.

A gyakorlat számára hasznosítható eredmények

1. A földkeverékekben előnyös az ásványi és szerves talajalkotók keverékének használata, illetve a különböző C/N arányú szerves anyagok keverése. Az ilyen keverékek egyenletes és magas fokú tápanyagellátást tesznek lehetővé valamint magas adszorpciós- és pufferképességgel rendelkeznek. Az ásványi alkotók jelenléte pedig biztosítja a tartós és stabil szerkezetet.
2. A termésátlagok tekintetében szignifikáns különbség volt a tőzeges és a tőzeget nem tartalmazó anyagok között. A komposztokon nevelt növények alacsonyabb termésáhozása magas sótartalmukkal és lúgos kémhatásukkal mutatott összefüggést.
3. A fakérgeket több éves érlelés (komposztálás) után lehet ajánlani termesztőközegként történő felhasználásra, ugyanis az érlelés alatt javul a közeg humuszállapota, adszorpciós- és pufferképessége valamint nedvesíthetősége.

Javaslatok

1. A fenyőkéreg nehezebb nedvesíthetősége és nagyobb vízáteresztőképessége miatt gyakoribb tápoldatozást igényel.
2. A fenyőkéreg termesztőközegként történő elterjedésének térségünkben leginkább ökonómiai akadályai vannak, mivel jelenleg még a tőzeg (3000 – 4000 Ft/m³) jóval olcsóbban elérhető a termesztők számára mint a fenyőkéreg (7000 – 8000 Ft/m³).

3. A komposztok csak a tőzegek részleges kiváltására alkalmasak. A komposztok nem rendelkeznek állandó összetétellel, emiatt minőségük változó, a termesztésben nem lehet előre meghatározni a várható termésátlagokat illetve sokszor hullámzó termésátlagokat eredményeznek. A kertészeti termesztésben a komposztot csak utóérlelés után szabad használni, mert a növényi fejlődést gátló fitotoxikus vegyületek csak az érett komposztokban képesek lebomlani.
4. A komposztok kémhatása a legtöbb zöldségnövény és dísznövény faj által igényelt pH-tartománnyal nem esik egybe, ugyanakkor csak optimális pH-tartományban megfelelő a növény által igényelt tápelemek felvehetőségének aránya és a tápelemek oldhatósága.
5. A komposztokat ásványi anyagokkal keverve javasolom felhasználni. Ellenőrizni kell az ásványi összetevő kémhatását, mivel a magas pH-jú komponens tovább emeli a komposztok egyébként is lúgos kémhatását.

8. SUMMARY

The possible yielding and the quality of the produced vegetables are mainly determined by the characteristics of the applied media or soil mixtures and the nutrient-supplying systems of horticulture.

In Hungary the applying of peat-based soil mixtures have used from the 1960s. As a result of their presence were avoidable the deterioration of soil quality in greenhouses. On the other hand the output of intensive industries have grown largely.

Peats have got specific physical and chemical characteristics therefore it is one of our most ideal growing media up to now. But as a result of the intensive exploitation our peat resources were decreased and the conditions of peat exploitation going to be more restricted in the future.

Peat is a reviving material although the process of its developing is rather slow. Recently some experiments were carried out with the aim of finding natural materials which may substitute for peat fully or partly. Recent ideas are aiming at utilising wastes of agriculture, food-industry, forestry and households as soil mixture components in horticultural production. We examined different organic-originated materials in a vegetable forcing experiment with green pepper (*Capsicum annuum L.*, variety Danubia) test plant. Among the examined media there were peat-based mixtures and peat-free materials.

Among peat-free materials we investigated pine bark and composts because the constituents of these media occur continuously in large amounts and accessible in cheap. These organic materials are unexploited sources of energy which occur as the by-products of agriculture, forestry and other industrial activities. The utilization of these organic wastes provide an efficient and cost-effective method for disposal for these materials. Beside the substituting role of these organic materials, they contribute the environmental protection of peat areas and the sustaining of the ecological balance of the Earth.

During the experiment we investigated the changes occurring in plants and soils, too. We examined the effect of different organic-originated media and soil mixtures on the growth and yielding of green pepper. We investigated the pedological characteristics of each medium and the changes of these parameters during the whole growing period. We determined the advantageous and disadvantageous properties of peat-free media compared to peat-based mixtures. We found the way that peat-free media how applying efficiently in intensive

production. Our main object was to know whether the examined peat-free media are suitable for substituting for peat fully or partly in vegetable forcing.

All of the examined media had high organic matter content, but there were significant differences between the value of Q, Q expresses the quality of humic substances. Among peat-based mixtures stable humic substances dominated in Vegasca and low moor peats. Against it raw humic substances were typical of high moor peats. The mixture of high moor peat and low moor peat gave the highest yields because this mixture united itself the advantageous characteristics of the two types of peats. This mixture possessed higher nitrogen content, excellent adsorption- and buffer capacity although its structure was stable and fibrous providing the appropriate water and oxygen ratio for the roots during the growing. The values of Q were the highest at the two types of composts, the stable humic substances dominated in these media, too. In case of composts the stabilization of humic substances occur in the period of curing. During the manufacturing processes of composts the curing period cannot be omitted and it have to take appropriate term. The stable and good-quality humic substances improve the structure and the water- and nutrient adsorption capacity of media or soil mixtures. Pine bark had high organic matter content but the quality of humic substances were low. Because the dominance of raw humic materials this medium had lower adsorption- and buffer capacity. As a result of it we suggest the adding of nutrient solution more intensively during the growing.

We found that the pH values of Vegasca and composts differed considerably from the optimal pH-demand of forced green pepper. In these media the pH values influenced the solubility and availability of nutrients negatively therefore the yielding of these media were lower.

The nutrient dynamics of media were also very interesting. Before planting the peat-based mixtures had the highest hydrolyzable nitrogen content because these mixtures were added fertilizers previously. The hydrolyzable nitrogen content of Vegasca, composts and pine bark were lower with 75-80%. During the growing period the nitrogen content of the media which were added fertilizers reduced rapidly, although the nitrogen content of Vegasca and pine bark reduced just slightly. In case of composts the hydrolyzable nitrogen content increased slightly. These were the consequence of the intensive mineralization processes which occurred in organic media. Mineralization were influenced by media and climatic conditions. According to our results mineralization were the most intensive in media with good-quality humic substances. The adding of nutrient solution also improved the intensity of mineralization processes.

We found that the potassium content of composts were higher than peat-based mixtures although composts were not added fertilizers. Pine bark also had remarkable potassium content. During the growing period composts and pine bark preserved a considerable part of their available potassium content. According to us these materials can have great importance as slow effect potassium sources in soil mixtures.

If the available potassium content of media are extremely high, the availability of calcium is limited because potassium and calcium are antagonists. In case of green pepper the deficiency of calcium causes tiprotting. It is a severe problem because it deteriorates the saleability of fruits. We picked the most tiprotted fruits from those plants which were grown in composts and low moor peat. The pH-value of low moor peat was low and the solubility of calcium also limited when the pH value of soils are low (acid).

Composts and pine bark had appropriate phosphorus content. During the growing period the phosphorus content of peat-based media reduced rapidly than the phosphorus content of peat-free media. Among peat-based media more intensive mineralization proceeded in the more humificated Vegasca and low moor peat. In these mixtures the organic phosphorus sources were larger.

Mellékletek

M 1. Felhasznált irodalom

- Alexa, L., Dér, S. (1998.):** A komposztálás elméleti és gyakorlati alapjai. Bio-Szaktanácsadó Bt.136 p.
- Alexa, L., Füleky, Gy. (2002.):** Nitrogen Transformation Processes Taking Place During the Intensive Phase of Composting. *Agrokémia és Talajtan* 51 (1-2): 157-166.
- Allaire, S. E., Caron, J., Menard, C., Dorais, M. (2005.):** Potential replacement for rockwool as growing substrate for greenhouse tomato. *Canadian Journal of Soil Science* 85 (1): 67-74.
- Allison F. E. (1965.):** Soil Nitrogen In Bartholomew, W.V., Clark, F. E. (eds.) *Agronomy Monogr. No. 10.. American Society of Soil Science Madison* 573-606 p.
- Almássy Gy., Máté F., Zádor Gy. (1977.):** Műtrágyák. Műszaki Könyvkiadó Budapest 229 p.
- Alsanius, B., Jensen, P., Asp, H. (2004.):** Changes in physical properties of coir dust substrates during crop production. *Acta-Horticulturae* 644: 261-268.
- Azam, F., Ashraf M., Asma, L., Sajjad, M. I. (1990.):** Availability of soil and fertilizer nitrogen to wheat (*Triticum aestivum*) following rice straw amendment. *Biol. Fert. Soils* (10): 134-138.
- Balázs, S. (1963):** A fény hatása a paprika fejlődésére (különös tekintettel a hajtatásra). Kandidátusi Értekezés Kézirat Budapest
- Balázs, S. (ed.) (1994.):** Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó Budapest 694 p.
- Balázs, S. (ed.) (2000.):** A zöldség-hajtás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó Budapest 573 p.
- Balogh, I., Tóthné Surányi K. (2000.):** A kálium szerepe és jelentősége a szőlőtermesztésben. Szent István Egyetem Kertészettudományi Karának Kiadványa Budapest 57 p.
- Baudoin, W. O.; Winsor, G. W.; Schwarz, M. (1990.):** Soilless culture for horticultural crop production. *FAO Plant production and protection paper* 101
- Baumann, E. (1977.):** Organische Düngung und Erdwirtschaft bei der industriellenmassigen Production im Gartenbau und industrielle Düngestoffproduktion. IGA Ratgeber Section Gartenbau der Humboldt-Universität, Berlin
- Bhattacharyya, P., Chakraborty, A., Chakraborti, K.; Tripathy, S.; Powell, M. A. (2005.):** Chromium uptake by rice and accumulation in soil amended with municipal solid waste compost. *Chemosphere* 60 (10): 1481-1486.

- Bilderback, T. E., Warren, S. L., Owen, J. S., Albano, J. P. (2005.):** Healthy substrates need physicals too. HortTechnology 15 (4): 747-751.
- Black, C. A. (1957.):** Soil Plant Relationships. New York Wiley & Sons Publ. 425 p.
- Bletsos, F. A.; Gantidis, N. D.; Tsialtas, J. T.; Balis, C. (ed.); Lasaridi, K. (ed.); Szmidt, R. A. K. (ed.); Stentiford, E. (ed.); Lopez-Real, J. (2001.):** Heavy metal content of eggplant fruits grown on different levels of sewage sludge. Acta-Horticulturae (549): 153-158.
- Bergman, W. (1979.):** A termesztett növények táplálkozásvizsgálatainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 146 p.
- Bilderback, T. E. (1982.):** Container soils and soilless media. In: Raleigh, N. C. Nursery Crops Production Manual North Carolina State University, Agricultural Extension Service
- Boronkay, G., Forró, E. (2006.):** A termesztett rózsák talaj- és tápanyagigénye. Kertgazdaság 38 (3): 33-41.
- Bremner, J. M. (1965):** Inorganic forms of nitrogen. In: Black, C. A. (ed.): Methods of soil analysis Part 2. Amer. Soc. Agron. Madison Wisconsin p.: 1179-1237.
- Buzás, I. (1987.):** Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 176 p.
- Buzás, I. (szerk.) (1988.):** Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 242 p.
- Calkins, J. B.; Jarvis, B. R.; Swanson, B. T. (1997.):** Compost and rubber tyre chips as peat substitutes in nursery container media: growth effects. Journal of Environmental Horticulture 15 (2): 88-94.
- Campbell, A. G.; Zhang, X.; Tripepi, R. R. (1995.):** Composting and evaluating a pulp and paper sludge for use as a soil amendment/mulch. Compost Science Utilisation 3 (1): 84-95.
- Cantliffe, D. J.; Funes, J.; Jovicich, E.; Paranjpe, A.; Rodriguez, J.; Shaw, N. (2004.):** Media and containers for greenhouse soilless grown cucumbers, melons, peppers and strawberries. Acta-Horticulturae 614 (1): 199-203.
- Carlile, W. R. (2003.):** Changes in Organic Growing Media during Storage. Proceedings of the South Pacific Soilless Culture Conference Palmerston North, New Zealand 10-13 February, 2003.
- Cass, A.; McGrath M. C. (2005.):** Compost benefits and quality for viticultural soils. Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium San Diego, USA June 29-30. 2004. 135-143.

- Catroux, G., Schnitzer, M. (1987):** Chemical, spectroscopic and biological characteristics of the organic matter in particle size fractions separated from an Aquoll. *American Journal of Soil Science Society* (51): 1200-1207.
- Chen, Y.; Inbar, Y. (1993.):** Chemical and spectroscopical analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity. *In : H. A. J. Hoitink and H. M. Kenner (eds.). Science and Engineering of Composting* p. 551-600.
- Chong, C. (2005.):** Experiences with wastes and composts in nursery substrates. *HortTechnology* 15 (4): 739-747.
- Csoma, Z., Forró, E. (2002.):** Ásványi anyagok sav-bázis pufferoló hatásának összehasonlító vizsgálata. *Szent István Napok Nemzetközi Tudományos Tanácskozás Budapest-Gyöngyös* 78-86 p.
- Dickinson, K., Carlile, W. R. (1995):** The storage properties of wood-based peat-free growing media. *Acta Horticulturae* 401: 89.-96.
- Dömsödi, J. (1977):** Lápi eredetű szervesanyag-tartalékaink mezőgazdasági hasznosítása. *Mezőgazdasági Kiadó Budapest* 51-54. p.
- Dunst, G. (1991):** *Kompostierung*. Leopold Stocker Verlag Graz-Stuttgart 214 p.
- Dyal, R. S. (1968.):** Peat resources and activities in the United States. *Proceedings 3rd International Peat Congress Quebec* 20-21. p.
- Erhart, E.; Hartl, W.; Putz, B. (2005.):** Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *European Journal of Agronomy* 23 (3): 305-314.
- Evans, M. R., Konduru, S., Stamps, R. H. (1996.):** Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. *American Society of Horticultural Science* (31):965-967
- Farrell, C. A.; Doyle, G. J. (2003.):** Rehabilitation of industrial cutaway Atlantic blanket bog in County Mayo, North-West Ireland Wetlands. *Ecology and Management* 11(1/2): 21-35.
- Fekete, Z., Hargitai, L., Zsoldos, L. (1964):** *Talajtan és Agrokémia*. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 426 p.
- Fischer, P. (1986.):** Möglichkeiten und Grenzen für den Ersatz von Torf im Gartenbau und zur Bodenverbesserung. *Telma* (16): 221-233.
- Fodor, Z. (1997):** Az intenzív paprikatermesztés tápanyagutánpótlási technológiájának fejlesztési lehetőségei. *Magyarországon Új kertgazdaság* 3 (3): 18-25.
- Forró, E. (1984.):** A Vegasca nitrogén-szolgáltató képességének néhány kérdése. *Szakmérnöki Diplomaterv Budapest*

- Forró, E. (1990.):** Application of peat based soil mixture in intensive vegetable cultivation – Peat use and conservation. Joint Symposium of Commissions II., IV. and VI. of I.P.S., Keszthely, Hungary, September 2-8.
- Forró, E. (1997.):** Fosszilis nitrogénkészletünk, a tőzeg kertészeti hasznosításának és védelmének ellentmondásai. XI. Országos Környezetvédelmi Konferencia Siófok 227-236. p.
- Forró, E. (1998.):** Nitrogen investigations in peat based artificial soils under plastic house. *Agrokémia és Talajtan* 47 (1-4): 245-252
- Forró, E. (1998.):** Szervetlen-szerves komplex rendszerek tapasztalatai a talajerőutánpótlásban. XL. Georgikon Napok Keszthely 244-248. p.
- Forró, E. (1999.):** A termésminőség biztosításának lehetőségei fólia alatti termesztésben mesterséges talajokban és közegekben. – Agrárjövők alapja a minőség XLI. Georgikon Napok Keszthely 419-423. p.
- Forró, E. (2000.):** IHSS – International Humic Substances Society Hungarian Chapter Szeged
- Forró, E. (2004.):** A talajok humuszanyagainak ökológiai szerepe a tápanyagforgalom szabályozásban és a környezetvédelemben. Talajtani Vándorgyűlés Kecskemét 141-145. p.
- Fülek, Gy. (1999.):** Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó Budapest 713 p.
- Golz, A.; Politycka, B. (2002.):** Physico-chemical properties of substrate repeatedly used in sweet pepper growing. *Vegetable Crops Research Bulletin* 54 (1): 105-109.
- Griffith, S. M., Schnitzer, M. (1975):** Analytical characteristics of humic and fulvic acids extracted from tropical volcanic soils. *Soil Science Society of American Proceedings* (39): 861-867.
- Győri, D. (1984.):** A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 253 p.
- Hadas, A.; Portnoy, R. (1997.):** Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal waste compost. *Compost Science Utilization* (5): 48-54.
- Hammond, R. F. (1975.):** The origin, formation and distribution of peatland resources. *In Robinson, D. W. and Lamb, J. G. D. Peat in horticulture Academic press, London* 1-22. p.
- Hargitai, L. (1961):** Humuszanyagok optikai tulajdonságai és nitrogéntartalmuk közötti összefüggés. *A Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia Kiadványai Mezőgazdasági Kiadó*
- Hargitai, L. (1961):** A humuszban lévő nitrogén szerepe a talajok nitrogén-gazdálkodásában. *Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia Kiadványai No. 4. Mezőgazdasági Kiadó Budapest*
- Hargitai, L. (1967.):** Az osli tőzeg részletes jellemzése a kertészeti felhasználás szempontjából. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei* 31: 137-148.

- Hargitai, L. (1970.):** Különböző földnemek és földkeverékek nitrogén szolgáltató képességének meghatározása. Kertészeti Egyetem Közleményei 34: 179-193.
- Hargitai, L.; Nagy, B. (1971.):** Dísznövények talajai és közegei. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 253 p.
- Hargitai, L. (1977.):** A tőzegek nitrogén szolgáltató képességének néhány kérdése. Kertészeti Egyetem Közleményei 41: 157-162.
- Hargitai, L. (1978.):** A nitrogénlehasadás és a humifikáció fokának összefüggése kertészeti tőzegeknél. Kertészeti Egyetem Közleményei 42: 105-107.
- Hargitai, L. (1979.):** A zöldségajtatás földkeverékeinek előállítás és továbbfejlesztési lehetőségei. Kertészeti Egyetem Közleményei 43: 30-35.
- Hargitai, L. (1980.):** Az intenzív tápanyagellátás és a talaj szervesanyag-gazdálkodásának néhány összefüggése. Kertészeti Egyetem Közleményei 44: 59-67.
- Hargitai, L. (1982.):** A hazai tőzegkészlet értékelése kertészeti felhasználás szempontjából. Kertészeti Egyetem Közleményei 46: 221-233.
- Hargitai, L. (1987.):** Az ekvivalens humuszkészlet agrokémiai és környezetvédelmi jelentősége. Kertészeti Egyetem Közleményei Budapest 51: 260-267.
- Hargitai, L. (1989.):** A nitrogén-formák és a humifikáció összefüggése a hazai síkláptőzegekben. Kertészeti Egyetem Közleményei 53: 147-163.
- Hargitainé Tóth Á. (1995):** A Mn és a Cd kémiai formái Ca-bentonit, Ca kaolinit/Mn(ClO₄) és Ca-bentonit/Cd(ClO₄)₂, CdCl₂ rendszerekben. Agrokémia és Talajtan 44 (3-4): 409-418.
- Hargitai, L., Vass, E. (1976.):** A nitrogén növénybeli forgalmának és a nitrogénellátottság néhány alapvető kérdésének vizsgálata kertészeti növényeken. Kertészeti Egyetem Közleményei Budapest 40: 61-72.
- Harig, H. (1971.):** Phosphate. Überdüngung in Gartenbau Zierpflanzenbau 210 p.
- He, Z. L., Alva, A. K., Yan, P., Li, Y. C., Calvert, D. V., Stoffella, P. J., Banks, D. J. (2000.):** Nitrogen mineralization and transformation from composts and biosolids during field incubation in a sandy soil. Soil Science 165 (2): 161-169.
- Horinka, T. (1997):** Tápoldatozás a kertészeti termesztésben. Kemira Kft. Kiadványa Hódmezővásárhely 442 p.
- Imre, Cs. (1997.):** Ha elfogy a tőzeg, jön a farost? Új Kertgazdaság 3 (2): 80-82.
- Jakusné Sári, Sz., Forró E. (2006.):** Composted and natural organic materials as potential peat-substituting media in green pepper growing. International Journal of Horticultural Science 12 (1): 31-35.

- Jenkinson, D. S., Ladd, J. N. (1981.):** Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil Biochemistry* (5): 415-471. Marcel Dekker, New York USA
- Kappel, N.; Jakusné Sári Sz.; Forró, E. (2003.):** Talajtani és agrokémiai talajtulajdonságok időbeli változásainak vizsgálata kertészeti földkeverékekben. *Kertgazdaság* 35. (4): 13-21.
- Kappel N., Tóth K., Irinyi B., Sári Sz. (2003.):** Foszforellátás és talajszerkezet hatása a paprika tálcás palántanevelésében. „Szántóföldi növények tápanyagellátása” III. Növénytermesztési Tudományos Nap (Proceedings) Magyar Tudományos Akadémia, Budapest 391-395 p.
- Kappel, N., Terbe, I., (2005.):** Effect of physical properties of horticultural substrates on pepper transplant development. *International Journal of Horticultural Science* 11 (4) 75-78.
- Kádár, I. (1992.):** A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete Budapest 398 p.
- Khaled, K. A. (1993.):** Különböző földkeverékekben hajtattott paradicsom teljesítményének vizsgálata. Kandidátusi Értekezés Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Zöldségtermesztési Intézete Budapest 121 p.
- Konduru, S., Evans, M. R., Stamps, R. H. (1999.):** Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. *American Journal of Horticultural Science* 34: 88-90.
- Kononova, M. M. (1966):** Soil organic matter. Pergamon Press Oxford 554 p.
- Kovács, A. (1994.):** Új közeg a talaj nélküli paradicsom hajtásában. *Hajtás Korai Termesztés* 25 (3): 3-8.
- Kuntze, H., Roeschmann, G., Schwerdtfeger, G. (1988):** Bodenkunde. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 398 p.
- Lloyd, J. E.; Herms, D. A.; Stinner, B. R.; Hoitink, H. A. J. (2002.):** Comparing composted yard trimmings and ground wood as mulches. *BioCycle* 43 (9): 52-55.
- Lokesha, R., Mahishi, D. M., Shivashankar, G. (1988.):** Studies on use of coconut coir dust as a rooting media. *Current Research Univ. Agr. Sci. Bangalore* 17: 157-158.
- Loll, M. J., Bollag, J. M. (1983.):** Protein transformation in soil. *Agronomy* 36: 351-382.
- Markovic, V., Djurovka, M., Ilin Z., Lazic, B. (2000.):** Effect of seedling quality on yield and characters of plant and fruits of sweet pepper. *Acta-Horticulturae* 533: 113-119.
- Mátyás, E. (1979.):** A természetes zeolitok és zeolittartalmú közetek földtani-teleptani jellemzése, különös tekintettel azok gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos tulajdonságaira. Felhasználói szimpózium Szerencs

- McConell, D. B.; Shiralipour, A.; Smith, W. H. (1993.):** Compost application improves soil properties. *BioCycle* 34: 61-63.
- McGilloway, R. L., Weaver, R. W., Ming, D. W., Gruener, J. E. (2003.):** Nitrification in a zeoponic substrate. *Plant and Soil* 256 (2): 371-378.
- Mengel, K. (1996.):** Turnover of organic nitrogen in soils and its availability to crops. *Plant and Soil* 181: 83-93.
- Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium (1979):** Tőzegek és tőzegkészítmények fizikai, kémiai és biológiai vizsgálatára vonatkozó ágazati szabvány. MSZ-08 0012/3-79 26 p.
- Montemurro, F.; Maiorana, M.; Convertini, G.; Fornaro, F. (2005.):** Improvement of soil properties and nitrogen utilisation of sunflower by amending municipal solid waste compost. *Agronomy of Sustainable Development* 25 (3): 369-375.
- Morard, P., Silvestre, J. (1996.):** Plant injury due to oxygen deficiency in the root environment of soilless culture: A review. *Plant and Soil* 184: 243-254.
- Nanayakkara, N. H. A. S. Y., Ismail, M. G. M. U., Wijesundara, R. L. C. (2005.):** Characterization and determination of properties of Sri Lankan coconut fibres. *Journal of Natural Fibers* 2 (1): 69-81.
- Nagy, J. (1980.):** Konténeres zöldségtermesztés. *Magyar Mezőgazdaság* 35 (49): 8-9.
- Németh, T. (1996.):** Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete Budapest 382. p.
- Ozores-Hampton, M.; Vavrina, C. S.; Obreza, T. A. (1999.):** Yard trimming-biosolids compost: possible alternative to Sphagnum peat moss in tomato transplant growing. *Compost Science and Utilization* 7 (4): 42-49.
- Patócs, I. (1989.):** A növények táplálkozási zavarai és betegségei. Budapest Agroinform Kiadó 232 p.
- Pedryc, A. (1998.):** A kalciumhiány oka és megszüntetésének lehetőségei. AgrEvo Kft. Kiadványa Budapest 20 p.
- Pisarovic, A., Filipan, T., Tisma, S. (2003.):** Application of zeolite based special substrates in agriculture – ecological and economical justification. *Periodicum Biologorum* 105 (3): 287-293.
- Prasad, M. (1997.):** Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Horticulturae* 450: 21-29.

- Prasad, M., Maher, M. J. (2003.):** Stability of Peat Alternatives and Use of Moderately Decomposed Peat as a Structure Builder in Growing Media. Proceedings of the South Pacific Soilles Culture Conference Palmerston North, New Zealand 10-13 February, 2003.
- Puustjarvi, V.; Robertson, R. A. (1975.):** Physical and chemical propeties of peats. *In Robinson, D. W. and Lamb, J. G. D. Peat in horticulture Academic press, London 23-38. p.*
- Raviv, M. (2005.):** Production of high-quality composts for horticultural purposes: mini-review. *HortTechnology 15 (1): 52-57.*
- Remmers, W. (1989.):** Die Verwendung organischer Sekundar Rohstoffe neue Aufgaben für die Torf und Humusforschung. *Telma 19: 101-111.*
- Riga, P., Alava, S., Uson, A., Blanco, F., Garbisu, C., Aizpurua, A., Tejero, T., Larrea, A. (2003.):** Evaluation of recycled rockwool as a component of peat-based mixtures for geranium (*Pelargonium peltatum L.*) production. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology 78 (2): 213-218.*
- Roe, N. E.; Stoffella, P. J.; Graetz, D. (1997.):** Composts from various municipal soild waste feedstocks affect vegetable crops I. Emergence and seedling growth. *Journal of American Society of Horticultural Science 122 (3): 427-432.*
- Salvador, E. D., Haugen, L. E., Gislerod, H. R. (2005.):** Compressed coir as substrate in ornamental plants growng – Part I. Physical analysis. *Acta Horticulturae 683: 215-222.*
- Savvas, D., Passan, H. (2002.):** Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo Publications Athens, Greece p.: 85.
- Savvas, D., Samantouros, K., Paralemos, D., Vlachakos, G., Stamatakis, M., Vassilatos, C. (2004.):** Yield and nutrient status in the root environment of tomatoes (*Lycoperiscon esculentum*) grown on chemically active and inactive inorganic substrates. *Acta.Horticulturae 644: 377-383.*
- Scheffer, P., Schachtschabel, F. (1988):** Lehrbuch der Bodenkunde 12. Auflage Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 235 p.
- Schmidt, G. (ed.) (2002.):** Növényházi dísznövények termesztése. Mezőgazda Kiadó Budapest 672 p.
- Schnitzer, M., Spiteller, M. (1986.):** The chemistry of the „unknown” soil nitrogen. 13th Conference of International Soil Science Society, Hamburg, Germany 473-474 p.
- Sharma, J., Graves, W. R. (2005.):** Propagation of *Rhamnus alnifolia* and *Rhamnus lanceolata* by seeds and cuttings. *Journal of Environmental Horticulture 23 (2): 86-90.*
- Sims, J. T. (1995.):** Organic wastes as alternative nitrogen sources. *In Nitrogen Fertilization in the Environment P. E. Bacon (ed.) Marcel Dekker, New York 295-325 p.*

- Slezák, K. (2001.):** Fehér termésű paprika sótűrése. Doktori (PhD) értekezés
- Slezák, K., Kappel, N., Tóth, K., Terbe, I. (2002):** A nitrogén- és káliumtrágyázás, valamint a termésminőség összefüggése a zöldségtermesztésben. *Kertgazdaság* 34(1): 18-23.
- Solti, G. (2000.):** Talajjavítás és tápanyagutánpótlás az ökológazdálkodásban. Mezőgazda Kiadó Budapest
- Somos, A., Tarjányi, F., Tarjányiné Sovány, Zs. (1965.):** A paprika növekedésének és fejlődésének változása a kálium hatására. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei Mezőgazdasági Kiadó* 29: 7-17. p.
- Somos, A., Kórodi, L., Túri, I. (1980.):** Zöldségajtatás. Mezőgazdasági Kiadó Budapest
- Somos, A. (1983.):** Zöldségtermesztés. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 556 p.
- Sramek, F.; Dubsy, M. (1997.):** Substitution of peat in growing media. *Acta-Pruhoniciana* (64): 247-257.
- Stefanovits, P. (1992.):** Talajtan. Budapest Mezőgazda Kiadó 68-74. p. 380 p.
- Stefanovits, P., Filep Gy., Füleky, Gy. (1999):** Talajtan. Mezőgazda Kiadó Budapest 470 p.
- Stevenson, F. J. (1982.):** Humus Chemistry – Genesis, composition, reactions. A Wiley-Interscience Publication 512 p.
- Stoffella, P. J.; Li, Y.; Roe, N. E.; Ozores-Hampton, M.; Graetz, D. A. (1997.):** Utilization of organic waste compost in vegetable crop production systems. p. 252-269. *In Managing Soil Fertility for Intensive Vegetable Production System in Asia R. A. Morris (ed.). Asian Vegetable Research and Development Center Taipei ROC*
- Székely, P. (1979):** Ökológia. Natura Kiadó 177 p.
- Takahashi, S.; Uenosono, S.; Ono, S. (2003.):** Short- and long-term effects of rice straw application on nitrogen uptake by crops and nitrogen mineralization under flooded and upland conditions. *Plant and Soil* 251 (2): 291-301.
- Tate, R. L. (1987):** Soil Organic Matter Biological and ecological effects. John Wiley & Sons Inc. Chichester 291 p.
- Terbe, I. (1977.):** A paprika tápanyaghiány- és mérgezési tünetei. *Hajtatás, korai termesztés* 8(3) 12-13.
- Terbe, I. (1997.):** Szaporítóföldek és tápkockaföldek. *Új Kertgazdaság* 3 (2): 74-79.
- Terbe, I. (1997.):** Fólia alatti zöldségtermesztés. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Budapest 73 p.
- Terbe, I., Slezák, K., Szlávik, Sz. (1999.):** Effect of potassium fertilization on the yield and the quality of vegetable crops. *Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Közleményei* 58: 87-95.

- Thicke, F. E., Russelle, M. P., Heterman, O. P., Sheaffer, C. C. (1993.):** Soil nitrogen mineralization indexes and corn response in crop rotations. *Soil Science* 156: 322-335.
- Thongjoo, C., Miyagawa, S., Kawakubo, N. (2005.):** Effects of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. *Plant Production Science* 8 (4): 475-481.
- Túri, I. (1993.):** Zöldségajtatás. Mezőgazda Kiadó Budapest 419 p.
- Vass, E. (1974.):** A tápanyag-utánpótlás vizsgálata földkeverékekben. *Kertészeti Egyetem Közleményei* 38: 409-414.
- Vass, E. (1978.):** Nitrogéndinamikai vizsgálatok krizantémnál. *Kertészeti Egyetem Közleményei* 42:119-122.
- Vass, E. (1989.):** Nitrogénműtrágyák hatása a tőzegtalajok nitrogéntartalmára inkubációs kísérlet mellett. *Kertészeti Egyetem Közleményei* 52: 179-190.
- Zaharia, A. (2004.):** Researches regarding the multiplying of Sedum gender plants. *Buletinul Universitatii de Stiinte Agricole si Medicina Veterinara Cluj Napoca Seria Horticultura* 61: 64-69.
- Zaman, M.; Matsushima, M.; Chang, S. X.; Inubushi, K.; Nguyen, L.; Goto, S.; Kaneko, F.; Yoneyama, T. (2004.):** Nitrogen mineralization, N₂O production and soil microbiological properties as affected by long-term applications of sewage sludge compost. *Biology and Fertility of Soils* 40 (2): 101-109.
- Zatykó, L., Márkus, F. (2006.):** Étkezési és fűszerpaprika termesztése. Mezőgazda Kiadó Budapest 242 p.
- Whinam, J.; Hope, G. S.; Clarkson, B. R.; Buxton, R. P.; Alspach, P. A; Adam, P. (2003.):** Sphagnum in peatlands of Australasia: their distribution, utilisation and management. *Wetlands Ecology and Management* 11(1/2): 37-49.
- Wong, M. H.; Chu L. M. (1985.):** The responses of edible crops treated with extracts of refuse compost of different ages. *Agricultural Wastes* 14: 63-74.

M 2. A vizsgálati adatok részeredményei

35. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyészedőszak alatt (2002.)

Földkeverék/közeg	pH _{H₂O}					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	7,6	7,8	7,1	7,0	6,9	0,29
Zöldhulladék komposzt I.	7,4	7,3	7,2	7,2	7,1	0,37
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	8,0	-	7,5	7,7	7,7	0,35
Fenyőkéreg	6,6	6,7	6,7	6,6	6,7	0,25
Felláp tőzeg	5,3	5,3	5,4	5,2	5,4	0,23
Síkláp tőzeg	6,8	6,5	6,6	6,5	6,4	0,27
Bentonitos tőzeg	6,4	6,4	6,5	6,3	6,7	0,28
Síkláp-felláp tőzeg	6,4	6,5	6,3	6,3	6,3	0,28
SZD 95%	0,28	0,25	0,33	0,27	0,27	

36. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyészedőszak alatt (2003.)

Földkeverék/közeg	pH _{H₂O}					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	7,3	7,4	7,1	6,9	7,0	0,27
Zöldhulladék komposzt I.	7,3	7,2	7,1	7,1	7,0	0,38
Fenyőkéreg	6,5	6,3	6,6	6,4	6,3	0,28
Felláp tőzeg	5,5	5,8	5,6	5,6	5,7	0,38
Síkláp tőzeg	6,7	6,5	6,6	6,7	6,7	0,30
Bentonitos tőzeg	6,3	6,0	6,2	6,2	6,5	0,26
Síkláp-felláp tőzeg	6,5	6,0	6,2	6,2	6,6	0,34
SZD 95%	0,26	0,39	0,21	0,36	0,29	

37. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyészidőszak alatt (2004.)

Földkeverék/közeg	pH _{H₂O}					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	7,3	7,6	7,0	6,9	6,9	0,45
Zöldhulladék komposzt I.	7,3	7,3	7,2	7,1	7,1	0,26
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	8,2	7,8	7,4	7,5	7,6	0,32
Fenyőkéreg	6,6	6,6	6,6	6,5	6,4	0,35
Felláp tőzeg	5,1	5,7	5,2	5,1	5,7	0,32
Síkláp tőzeg	6,8	6,4	6,6	6,6	6,7	0,28
Bentonitos tőzeg	6,4	6,1	6,2	6,3	6,5	0,16
Síkláp-felláp tőzeg	6,5	6,4	6,3	6,4	6,3	0,21
SZD 95%	0,24	0,47	0,21	0,28	0,18	

38. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyészidőszak alatt (2002.)

Földkeverék/közeg	pH _{KCl}					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	6,9	7,0	6,9	6,6	6,7	0,29
Zöldhulladék komposzt I.	7,2	7,1	7,1	7,1	6,9	0,22
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	7,7	-	7,4	7,4	7,5	0,34
Fenyőkéreg	6,5	6,5	6,5	6,5	6,3	0,26
Felláp tőzeg	5,2	5,1	5,2	5,1	5,3	0,32
Síkláp tőzeg	6,5	6,4	6,3	6,4	6,3	0,19
Bentonitos tőzeg	6,1	6,3	6,4	6,2	6,4	0,25
Síkláp-felláp tőzeg	6,0	6,2	6,1	6,2	6,2	0,36
SZD 95%	0,33	0,24	0,28	0,23	0,26	

39. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyésztidőszak alatt (2003.)

Földkeverék/közeg	pHKCl					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	6,8	6,8	6,8	6,7	6,5	0,31
Zöldhulladék komposzt I.	7,0	7,0	7,0	6,9	6,9	0,17
Fenyőkéreg	6,4	6,1	6,4	6,3	6,2	0,28
Felláp tőzeg	5,4	5,6	5,4	5,5	5,4	0,27
Síkláp tőzeg	6,5	6,4	6,4	6,5	6,6	0,15
Bentonitos tőzeg	6,0	5,9	6,1	6,1	6,3	0,09
Síkláp-felláp tőzeg	6,1	5,9	6,0	6,1	6,4	0,24
SZD 95%	0,19	0,28	0,18	0,18	0,24	

40. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek kémhatás értékeinek alakulása a tenyésztidőszak alatt (2004.)

Földkeverék/közeg	pHKCl					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	7,0	6,9	6,8	6,6	6,6	0,23
Zöldhulladék komposzt I.	<u>7,0</u>	<u>7,1</u>	<u>7,1</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	0,26
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	7,6	7,5	7,3	7,3	7,5	0,27
Fenyőkéreg	6,4	6,5	6,4	6,1	6,3	0,24
Felláp tőzeg	5,0	5,4	5,0	5,0	5,3	0,33
Síkláp tőzeg	6,4	6,3	6,4	6,5	6,6	0,23
Bentonitos tőzeg	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	0,30
Síkláp-felláp tőzeg	6,1	6,2	6,1	6,2	6,2	0,15
SZD 95%	0,24	0,29	0,19	0,20	0,29	

41. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek elektromos vezetőképességének alakulása a tenyésztidőszak alatt (2002.)

Földkeverék/közeg	Elektromos vezetőképesség (EC) (mS/cm)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	2,4	2,3	1,7	1,9	2,0	0,27
Zöldhulladék komposzt I.	4,5	5,4	4,2	4,5	4,8	0,78
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	2,7	-	3,6	3,4	3,4	0,47
Fenyőkéreg	0,7	1,0	1,0	1,3	1,2	0,33
Felláp tőzeg	1,5	1,7	1,4	1,1	1,2	0,26
Síkláp tőzeg	2,4	2,0	1,6	1,5	2,1	0,25
Bentonitos tőzeg	1,4	1,7	1,5	1,5	1,6	0,09
Síkláp-felláp tőzeg	1,9	1,8	1,6	1,4	1,5	0,28
SZD 95%	0,32	0,41	0,46	0,35	0,33	

42. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek elektromos vezetőképességének alakulása a tenyésztidőszak alatt (2003.)

Földkeverék/közeg	Elektromos vezetőképesség (EC) (mS/cm)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	2,0	1,7	1,2	1,3	1,5	0,39
Zöldhulladék komposzt I.	2,9	3,2	2,3	3,8	4,0	0,91
Fenyőkéreg	0,6	0,9	1,1	1,1	0,9	0,16
Felláp tőzeg	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	0,17
Síkláp tőzeg	2,0	1,7	1,4	1,2	1,9	0,27
Bentonitos tőzeg	1,0	1,4	1,0	1,2	1,3	0,25
Síkláp-felláp tőzeg	1,5	1,5	0,9	0,9	1,2	0,27
SZD 95%	0,29	0,35	0,25	0,27	0,72	

43. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek elektromos vezetőképességének alakulása a tenyészidőszak alatt (2004.)

Földkeverék/közeg	Elektromos vezetőképesség (EC) (mS/cm)					
	kiindulási	június	július	augusztus	szeptember	SZD 95%
Vegasca	1,9	1,7	1,3	1,9	2,2	0,28
Zöldhulladék komposzt I.	3,1	4,0	5,2	4,0	4,4	1,16
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	3,1	3,8	3,4	3,4	3,2	0,59
Fenyőkéreg	0,6	0,7	1,2	1,2	1,2	0,23
Felláp tőzeg	1,2	1,4	0,9	0,8	1,3	0,29
Síkláp tőzeg	1,9	2,0	1,2	2,1	1,7	0,20
Bentonitos tőzeg	1,2	1,4	1,7	1,5	1,9	0,13
Síkláp-felláp tőzeg	1,7	1,5	1,4	1,6	1,5	0,35
SZD 95%	0,44	0,75	0,35	0,33	0,45	

44. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző adatok (2002.)

Földkeverék/közeg	Szervesanyag-tartalom (H%)	Humuszstabilitási szám (Q)	Humuszstabilitási koefficiens (K)
Vegasca	44	1,4	0,033
Zöldhulladék komposzt I.	44	7,1	0,161
50% Zöldhulladék komposzt II.+ 50% homok	32	7,7	0,240
Fenyőkéreg	65	0,4	0,007
Felláp tőzeg	76	0,9	0,011
Síkláp tőzeg	78	1,3	0,016
Bentonitos tőzeg	56	0,8	0,013
Síkláp-felláp tőzeg	78	1,1	0,013
SZD 95%	<i>3,95</i>	<i>0,81</i>	<i>0,02</i>

45. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző adatok (2003.)

Földkeverék/közeg	Szervesanyag-tartalom (H%)	Humuszstabilitási szám (Q)	Humuszstabilitási koefficiens (K)
Vegasca	32	1,2	0,038
Zöldhulladék komposzt I.	44	4,4	0,099
Fenyőkéreg	75	0,6	0,007
Felláp tőzeg	84	0,9	0,010
Síkláp tőzeg	72	1,1	0,015
Bentonitos tőzeg	57	0,7	0,012
Síkláp-felláp tőzeg	76	0,9	0,011
SZD 95%	<i>3,57</i>	<i>0,65</i>	<i>0,015</i>

46. Táblázat. A vizsgált földkeverékek és közegek humuszállapotát jellemző adatok (2004.)

Földkeverék/közeg	Szervesanyag-tartalom (H%)	Humuszstabilitási szám (Q)	Humuszstabilitási koefficiens (K)
Vegasca	34	1,0	0,029
Zöldhulladék komposzt I.	41	8,0	0,194
50% Zöldhulladék komposzt II. + 50% homok	31	3,5	0,104
Fenyőkéreg	76	0,5	0,006
Felláp tőzeg	77	0,6	0,024
Síkláp tőzeg	68	0,9	0,013
Bentonitos tőzeg	49	0,7	0,013
Síkláp-felláp tőzeg	74	0,8	0,010
SZD 95%	<i>3,04</i>	<i>0,59</i>	<i>0,023</i>

M 3. Az értekezés témakörében megjelent közlemények

Jakusné Sári Szilvia publikációs jegyzéke

Folyóiratcikkek	
Nem IF-es folyóiratcikk	
1. Sári Sz. , Kappel N., Sipos B. Z., Forró E. (2003): The effect of soil coverage on the soil quality. International Journal of Horticultural Science Agroinform Publishing House 9(1):77-80.	4
2. Kappel N., Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2003): Talajtani és agrokémiai talajtulajdonságok időbeli változásainak vizsgálata kertészeti földkeverékekben. Kertgazdaság 35(4):13-21.	4
3. Jakusné Sári Sz. (2004): Pedological and agrochemical investigations on media using in vegetable forcing. International Journal of Horticultural Science Agroinform Publishing House 10(1):119-122.	4
4. Forró E., Kappel N., Sári Sz. (2004): A fekete fóliás talajtakarás hatása a talaj szervesanyag állapotára és nitrogénforgalmára. Kertgazdaság 36(3):33-38.	4
5. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2006): Composted and natural organic materials as potential peat-substituting media in green pepper growing. International Journal of Horticultural Science Agroinform Publishing House 12(1):31-35.	4
6. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2007): Szerves eredetű tőzegpótló közegek alkalmazása a paprikahajtásban. Kertgazdaság 39(2):14-20.	4
7. Sz. Jakusné Sári , E. Forró (2007): Characterization of peat-free organic media in pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) production. Vegetable Research Crops Bulletin, Research Institute of Vegetable Crops, Lengyelország, Skierniewice (in press)	4
8. Sz. Jakusné Sári , E. Forró (2007): Relationships between humification and productivity in peat-based and peat-free growing media. Horticultural Science, Czech Academy of Agricultural Sciences, Csehország, Prága (in press)	4
Egyéb értékelhető cikk	
1. Forró E., Kappel N., Sári Sz. (2003): Anaerob viszonyok hatása a talaj szervesanyag és nitrogénforgalmára. Hajtás korai termesztés 34(1):21-24.	2
2. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2007): Szervesanyag alapú tőzeghelyettesítő közegek a zöldség-hajtásban. Zöldségtermesztés 38(2):27-30.	2
3. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2007): Növényi eredetű komposztok hasznosítása növényházi termesztésben. Biohulladék 2(3):17-19.	2

Konferencia kiadványok	
Magyar nyelvű (full paper)	
1. Sári Sz. , Forró E. (2001): Talajtulajdonságok változása talajtakarás hatására. Erdei Ferenc Emlékkülés Tudományos Konferencia Kecskeméti kertészeti Főiskola 2001. augusztus 30. Kecskemét 166-171.	3
2. Kappel N., Tóth K., Irinyi B., Sári Sz. (2003): Foszforellátás és talajszerkezet hatása a paprika tálcás palántanevelésében. MTA Növénytermesztési Bizottság III. Növénytermesztési Tudományos Nap (Proceedings) Budapest 391-395.	3
3. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2004): Komposztált és nyers szervesanyagok vizsgálata növényházi termesztésben. Talajtani Vándorgyűlés Kecskemét 2004. augusztus 24-26. 215-222.	3
Magyar nyelvű (abstract)	
1. Kappel N., Tóth K., Forró E., Sári Sz. (2002): Zöldségpalánták nevelésére alkalmas földkeverékek legfontosabb fizikai paraméterei. 'JUTEKO 2002' Tessedik Sámuel Jubileumi Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Tudományos Napok Szarvas 2002. augusztus 29-30. 240-241.	1
2. Sári Sz. , Kappel N., Forró E. (2002): Tőzegpótló anyagok vizsgálata fólia alatti paprikatermesztésben. 'Stabilitás és Intézményrendszer az Agrárgazdaságban' Tudományos Napok XLIV. Georgikon Napok Keszthely 2002. szeptember 26-27. 53.	1
3. Jakusné Sári Sz. , Kappel N., Tóth K., Forró E. (2003): Tőzeghelyettesítő termesztési közegek alkalmazása. Lippay-Ormos-Vass Tudományos Ülésszak Természeti erőforrások Szekció Budapest 2003. november 6-7. 598.	1
4. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2003): Termesztési közegek alkalmazása növényházi termesztésben. Lippay-Ormos-Vass Tudományos Ülésszak Természeti erőforrások Szekció Budapest 2003. november 6-7. 596.	1
5. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2005): Fenyőkéreg és komposztok termesztőközegként való alkalmazása paprikahajtásban Lippay-Ormos-Vass Tudományos Ülésszak Zöldség-Gomba Szekció Budapest 2005. október 19-21. 346.	1
6. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2007): Paprikahajtás különböző termesztési közegeken. Lippay-Ormos-Vass Tudományos Ülésszak Zöldség-Gomba Szekció Budapest 2007. november 7-8. (in press)	1

Nemzetközi konferencia (full paper)	
1. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2004): Organic matters as substrates in horticultural growing. International Conference on Horticultural Post-graduate (PhD.) Study System and Conditions in Europe Csehország, Lednice 2004. november 16-19. ISBN 80-7157-801-0	5
Nemzetközi konferencia (abstract)	
1. Jakusné Sári Sz. , Forró E. (2005): Organic-originated artificial soils in horticultural cultivation. XL. Croatian Symposium on Agriculture Horvátország, Opatija 15-18. February 343-344.	2

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Forró Editnek, azért hogy doktoranduszi éveim alatt munkámat végig és fáradhatatlanul figyelemmel kísérte, hasznos tanácsaival és szakmai útmutatásával segítette doktori dolgozatom elkészítését.

Szeretném megköszönni munkahelyemnek, a halásztelki Bocskai István Református Szakközépiskolának, hogy gyakorlókertjében helyet biztosított a paprikahajtatói kísérletek beállításához és anyagi segítséggel támogatta a kísérlethez szükséges anyagok és eszközök beszerzését.

Köszönöm a Talajtan- és Vízgazdálkodás Tanszék technikai munkatársának, Takács Gyöngyinek a laboratóriumi vizsgálatok során nyújtott segítségét.

Köszönöm a Syngenta Seeds Kft-nek, amiért három éven keresztül rendelkezésünkre bocsátotta díjmentesen a Danubia étkezési paprikafajta szaporítóanyagát.

Köszönet a tőzeges földkeverékekért a Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék Soroksári Kísérleti Üzemének.

Köszönet a Vegasca földkeverékért a Soproni Florasca Talajerőgazdálkodási Vállalatnak, a komposztokért Benke Sándornak, a turai Kistérségi Komposztálóüzem vezetőjének és Domaföldi Zsoltnak, a tárnoki Kistérségi Komposztálóüzem vezetőjének.

Köszönöm az Universol tápoldatozó műtrágyákat a Scotts Kft-nek.

Köszönet családtagjaimnak, amiért segítségükkel és kitartásukkal elkészülhetett doktori munkám.