

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
TALAJTANI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

A doktori iskola vezetője:

Dr. Győri Zoltán
MTA doktora

Témavezető:

Dr. Helmeczi Balázs
MTA doktora

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

BIOLÓGIAI AKTIVITÁS VÁLTOZÁSA INTEGRÁLT
ALMAÜLTETVÉNY TALAJÁBAN

Készítette:
Varga Csaba
doktorjelölt

Debrecen
2004

1. Bevezetés, célkitűzés

A talajtakarás (mulcsozás) régen ismert (már a herbicidek megjelenése előtt is elterjedt) talajművelési eljárás, de a módszer előnyös hatásai nálunk még nem eléggé ismertek, így alkalmazásuk is korlátozott. Ismert, hogy a fiatal gyümölcsösökben a talajtakarásnak fontos szerepe van főleg a talaj vízkészletének megőrzésében és a herbicidhasználat nélküli gyommentesség biztosításában. Az eljárásnak talajvédő (kiszáradás, erózió, defláció) tulajdonságán kívül, a kedvező mikroklimatikus viszonyok alakításában játszott szerepe is jól ismert. Így az integrált termesztésben a gyümölcsfasorok gyommentesen tartására ezt a – vegyszerhasználatot mérséklő, környezetkímélő, s az integrált termesztés követelményeinek is eleget tevő – megoldást az utóbbi években hazánkban is alkalmazzák.

A takarásra felhasznált anyagok lehetnek növényi-, állati-, és ipari eredetűek, illetve különböző melléktermékek, amelyek közül a célnak megfelelően választják ki a takarásra használt anyag minőségét és a takarás módját. Ismeretes, hogy a növénytakaró a talaj fizikai és kémiai sajátosságai, valamint mikroorganizmái között több irányú kölcsönhatás áll fenn (KÁTAI, 1992). Ezekben az interakciókban a talaj sajátosságainak meghatározó szerepe van a termesztett növényekre és az ott tevékenykedő mikroorganizmusokra. Ezek többsége közvetlenül vagy közvetve a növényi maradványokból jut energiaforráshoz, amelyek elbomlásának mértéke szoros összefüggést mutat a talajban lejátszódó biológiai folyamatok intenzitásával; ide tartoznak a biokémiai aktivitás értékei, a mikroorganizmusok fiziológiai csoportjainak összetétele és biomasszáik tömege, stb. A talajtakarásnak a talaj életére, a talaj mikroorganizmusaira gyakorolt hatását azonban mindeddig kevesen vizsgálták. Ilyen

adatokkal szinte csak BUBÁN és szerzőtársai (1996/a, 1996/b) közleményeiben találkozunk. Ezirányú próbálkozásainkat elsősorban ez a körülmény indokolta.

A talajok biológiai aktivitásának mérésére az egyes kutatók különböző módszereket tartanak alkalmasnak. JAKAB (1991) a cellulózbontó aktivitást, GAWRONSKA et al. (1991) a talajban termelődött CO₂ mennyiségének mérését használta a biológiai aktivitás mérésére. Ez utóbbi módszert már FEHÉR (1954) sikerrel alkalmazta sivatagi körülmények között is. MELISZEWSKA (1969) a fentiek mellett a fehérjebontás mértékét is alkalmasnak ítélte a talaj termékenységének mérésére.

A talajban az állatok, a növények, főleg pedig a mikroorganizmusok által termelt enzimek vizsgálatának (az ún. „talajenzimológia”-nak) kezdete az elmúlt század első éveibe nyúlik vissza. Teljes kibontakozásnak azonban csak az 1950-es években, HOFMANN (1952) és követőinek tevékenységével indult, akik újabb és újabb kísérletet tettek arra, hogy a talajtermékenység és ezen paraméter szoros összefüggését igazolják. Elmondható ugyan, hogy a talajenzimológia számos adattal járult hozzá a talajbiológiai ismeretek gyarapításához, de mihamar kiderült (SZABÓ, 1955), hogy módszerei nem alkalmasak a talaj termékenységének jellemzésére. Ennek ellenére az elmúlt néhány évtizedben végzett vizsgálatok eredményeként a talajból kimutatott enzimek száma legalább megduplázódott, de szerepük, illetve jelentőségük a talaj termékenységének megítélésében továbbra is erősen vitatott (KOZLOV, 1962; MELISZEWSKA, 1969; HE et al., 1991; WACHENDORF et al., 1992).

Vizsgálatainkat nem azzal a céllal végeztük, hogy annak alapján a talaj termékenységét értékeljük, csupán tájékozódni kívántunk arról, hogy az alkalmazott kísérleti feltételek mellett (számos egyéb paraméterrel együtt) hogyan változik a talajban előforduló néhány (fontosabbak közé tartozó) enzim aktivitása. Úgy véljük, hogy az általunk vizsgált egyéb paraméterekkel együtt (összes baktériumszám, összes gombaszám, néhány fiziológiai csoportba tartozó baktériumok száma, CO₂ produkció, cellulózbontó intenzitás, stb.) az enzimaktivitás mértéke is fontos mutatója lehet a talajtakarás talajéletteni hatásának megítélésében.

2. Anyag és módszer

2.1. A kísérleti hely jellemzése

Talajmikrobiológiai jellegű vizsgálatainkat a T-016471 sz. OTKA pályázat keretében az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht. területén két különböző kísérleti ültetvény talaján, két eltérő időintervallumban végeztük. Az első vizsgálati periódust 1996-1997 évek jelentették. Ekkor a kísérleti területet egy 1994. tavaszán telepített, olyan almaültetvény jelentette, melyben a telepítés egy 22 éve művelt almaültetvény felszámolása után két variációban (a kivágott fák sorába és a volt sorok közé) történt.

A talaj típusa humuszos homok. A laza gyengén savanyú homoknak H_2O -ban mért pH-ja (KCl-ban 5,1); humusztartalma <1%. Az 5,2 ha területen az M.26 alanyú öt almafajtát (Florina, Idared, Jonathán, Summered, Smoothe) 5x2m tenyésztőterületre telepítették. A területre a telepítés előtt 70 t/ha istállótrágyát jutattak ki, amit mélyforgatással dolgoztak a talajba. A kísérlet első évében más tápanyagot nem használtak.

A kísérlet a Florina almafajtával 5 fás parcellákkal (60 m²) hat ismétlésben folyt.

Közvetlen a telepítés során a területen az alábbi kezeléseket alkalmazták. A 120 cm széles facsikokat feketefóliával, fenyőkéreg zúzalékkal, istállótrágyával és szalmával takarták. A takarásos kezelések összehasonlíthatósága céljából kontrollként kapával művelt kezelt facsikokat létesítettek.

A második vizsgálati periódus 2000-2001-ig tartott, és a vizsgálatokat egy 1997. tavaszán (április 14-16.) telepített almaültetvény talajából vett mintákon végeztük.

A kísérleti terület talajtípusa humuszos homok, amelynek a kísérlet kezdetén 0-20 cm-es rétegben H_2O -ban mért pH-ja 5,77 (KCl-ben: 4,95) és humusztartalma 1,08 %. A területre a telepítés előtt 70 t/ha istállótrágyát juttattak ki, amit mélyforgatással dolgoztak a talajba. Az 5,2 ha területen MM 106 és M 26 alanyú angol Cider almafajtákat telepítettek 5x3 m-es tenyésztőterületre öt ismétlésben 5-5 fával. A telepítés során a területen 14 kezelést (14 almafajtát párhuzamosan 28 sorban) alkalmaztak. A kísérletbe két fajtát vontunk be, a Brown's Apple-t és a Dabinett-et. A 120 cm széles

facsikokat feketefóliával és agroszövettel takarták, ún. kontrollként takaratlanul hagyták.

2.2. Az alkalmazott kezelések és a mintavételi időpontok

Vizsgálati periódus: 1996-1997

| Kezelések száma | A kezelés módja | Vizsgálatok |
|-----------------|--|--|
| 1. | <i>Kontroll (kapált)</i> | <i>Talajnedvesség, cellulózbontó aktivitás, összes baktériumszám, gombaszám, aerob cellulózbontók száma.</i> |
| 2. | <i>Szalma 11kg/fa</i> | |
| 3. | <i>Feketefólia 2,4m²/fa</i> | |
| 4. | <i>Istállótrágya 35kg/fa</i> | |
| 5. | <i>Fenyőkéreg zúzalék 80kg/fa</i> | |

Vizsgálati periódus: 2000-2001

| Kezelések száma | A kezelés módja | Almafajta | Vizsgálatok |
|-----------------|--------------------------|----------------------|--|
| 1. | <i>Kontroll (kapált)</i> | <i>Brown's Apple</i> | <i>Talajnedvesség, cellulózbontó aktivitás, széndioxid termelés, enzimaktivitás, összes baktérium és, gombaszám, aerob cellulóz-,és fehérjebontók valamint nitrogénkötők száma</i> |
| 2. | <i>Agroszövet</i> | | |
| 3. | <i>Feketefólia</i> | | |
| 4. | <i>Kontroll (kapált)</i> | <i>Dabinett</i> | |
| 5. | <i>Agroszövet</i> | | |
| 6. | <i>Feketefólia</i> | | |

| Paraméter | Mintavételi időpontok | | | | |
|--|---|---|--|---|----------|
| | 1996 | 1997 | 2000 | 2001 | Ismétlés |
| Talaj- nedvesség | május 25 július 27 szept. 25 nov. 22 | május 15 július 16 szept. 18 nov. 20 | március22 május 11 július 13 szept. 12 nov. 14 | március19 május 15 július 12 szept. 11 nov.14 | 3 |
| Tényleges cellulóz-bontó aktivitás* | május 25 július 27 szept.25 nov. 22 | május 15 július 16 szept. 18 nov. 20 | május 11 július 13 szept. 12 nov. 14 | május 15 július 12 szept. 11 nov.14 | 9 |
| Potenciális cellulóz-bontó aktivitás | május 25 szept. 25 | május 15 szept. 18 | május 11 szept. 12 | május 15 szept. 11 | 3 |
| Szén-dioxid termelés | Nem vizsgáltuk | | március22 május 11 július 13 szept. 12 | március19 május 15 július 12 szept. 11 | 3 |
| Enzim- aktivitások | Nem vizsgáltuk | | március22 május 11 július 13 szept. 12 nov. 14 | március19 május 15 július 12 szept. 11 nov.14 | 3 |
| Mikroba- számok | május 25 július 27 szept. 25 nov. 22 | május 15 július 16 szept. 18 nov. 20 | március22 május 11 július 13 szept. 12 | március19 május 15 július12 szept. 11 | 3 |

*A tesztek 1996. március 20-án, 1997. március 17-én, 2000. március 22-én és 2001. március 19-én helyeztük a talajba.

2.3. A fizikai, kémiai és mikrobiológiai vizsgálatok módszerei

2.3.1. A mikrobiológiai szempontból fontos néhány talajfizikai és -kémiai paraméter vizsgálata

A talajtani vizsgálatokat BÚZÁS (1988) talajvizsgáló módszertan szerint végeztük. A talaj nedvességtartalmának vizsgálata egyrészt a helyszínen hordozható elektronikus talajszonda segítségével történt, másrészt a laboratóriumban a

hagyományos szárítoszekrényes eljárással 105 °C-on végeztük. Az elektronikus talajszonda egyrészt a talajellenállást, másrészt a nedvesség tömegszázalékát méri 10 cm-enként, szükség esetén 80 cm mélységig. A mérések általában 60 cm mélységig, a talajszinten is 10 cm-enként történtek. A talaj kötöttségét Arany szerint határoztuk meg, a tápanyagvizsgálatokat ICP-OES készülékkel végeztük.

2.3.2. A cellulózbontás aktivitás vizsgálata szabadföldi (természetes) viszonyok között

A vizsgálatokat apróbb módosításoktól eltekintve az Unger-féle cellulózteszt eljárás (UNGER, 1968) szerint végeztük az alábbiak szerint.

Ritka szövésű szintetikus anyagból (mintázat nélküli nylon függönyanyagból) 8x16cm méterű zacskókat varrtunk nyloncérnával. A zacskókba 5g, előzőleg 105°C-on tömegállandóságig szárított vattát vagy (másik változatban) 3g aprított kukoricaszárat - levelet mértünk be. A bemért anyagokat a zacskókban egyenletesen elosztottuk, majd levarrtuk.

A kész tesz zacskókat alumíniumlapocskára vésett számplombával jelöltük meg. A zacskókat a kistűk gyökérnyakától mért 30 cm távolságra (és a kezelésnél mindig ugyanazon oldalra) ásó segítségével 15 cm mélyen helyeztük a talajba egységesen azonos mélységbe, mivel a bontás intenzitását a talajmélység erőteljesen befolyásolja.

A módszer eredeti leírása szerint egy-egy kísérleti variánsban általában 8-12 tesz zacskót alkalmaznak. Mi a vizsgálatok során kezelésenként következetesen 9-9 zacskót helyeztünk el, és a lerakás alkalmával jegyzőkönyvben rögzítettük, hogy milyen számú fa közelében milyen számokkal jelzett zacskók kerültek. A zacskók helyét kis pálcikákkal (apróbb jelzőkarókkal) jelöltük.

A hosszabb tenyészidejű almafákra tekintettel a 8 hónap utáni felszedési időt választottuk, azzal a módosítással, hogy a lerakott tesz zacskókat kéthavonta szedtük fel. A szakaszos felszedéssel a cellulózbontás aktivitásának dinamikáját kívántuk nyomon követni, vagyis azt, hogy a talajban elhelyezett

cellulóznak mely időpontban bomlik le kisebb, illetve nagyobb hányada, mely időpontban aktívabbak a talaj mikrobái.

A talajból kiemelt zacskókat mielőbb légszáraz állapotba hoztuk. Ennek érdekében a laboratóriumba szállítás után a zacskók felületére tapadt talajt kiméletesen eltávolítottuk és szárítás céljából szellős helyiségben tálcára raktuk.

A lebomlott cellulóz mennyiségének meghatározása igen hosszadalmas procedúrával jár, amit csak vázlatosan ismertetünk:

- *A tesz zacskók főzése 1%-os sósavoldatban.* Ennek célja a mikroorganizmusok által megtámadott, depolimerizálódott cellulóz eltávolítása.

- *Öblítés, mosás.* A cellulózesztekről a sósavat leöntöttük és ezután előbb 70-80°C-os, majd hideg csapvízzel és végül desztillált vízzel mostuk, majd légszárazra szárítottuk.

A visszamaradt cellulóz mérését több lépcsőben végeztük. A légszáraz zacskókból a maradék cellulózt pergamenpapírra vittük és csipesszel a *növényi gyökereket eltávolítottuk*, majd 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, exsikkátorban hűtöttük, mértük és súlyát jegyzőkönyvben rögzítettük.

A tégelyekben lévő anyagot 600 °C-on 3 órán át izzítottuk. Ezután a tégelyben lévő hamura 10 %-os (NH₄)₂CO₃ oldatot pipettáztunk, majd 105 °C-os szárítószekrénybe helyeztük, exsikkátorban hűtöttük és táramérleggel 0.01g pontossággal mértük.

A maradék cellulóz mennyiségének kiszámítása: a 105 °C-on való szárítás után mért súlyból (tömegből) levontuk a hamu regenerálása után mért tömeget. Az elbomlott cellulóz mennyiségét a bevitt és a visszamaradt cellulózt mennyisége alapján határozzuk meg.

2.3.3. A cellulózbontó aktivitás vizsgálata laboratóriumi(mesterséges) körülmények között

A vizsgálatokkal az volt a célunk, hogy a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit a szabadföldi vizsgálatok eredményeivel összehasonlítsuk. Ennek érdekében (SZEGLI, 1979) által leírt laboratóriumi módszerrel vizsgáltuk laboratóriumi körülmények

között a cellulózbontó aktivitást a már ismertetett kezelések talajából.

A mintákat a talaj felső 20 cm-es rétegéből vettük - az átlagminta vételének szabályai szerint - minden kezelés - és ismétlésből 5-5 helyről. A részmintákat alapos összekeverés és laboratóriumba szállítás után mielőbb légszárazra szárítottuk, közben a növényi részeket (gyökér- esetleg szár- és levélmaradványokat) belőle eltávolítottuk. A légszáraz mintákat talajdarálóban porrá őröltük, ami egyben a leghatékonyabb homogenizálást is jelentette (SCHUMACHER et al. 1990).

A tömegállandóra szárított és analitikai mérlegen lemért három db azonos méretű (4x7.5cm) szűrőpapírcsíkot (amelynek együttes tömege 1g körüli volt) ritkaszövésű szintetikus anyagból készült szövetzacskóba (mintanélküli nylon függőnyanyagot használtunk) varrtunk műanyag cérnával. A légszárazra szárított, őrölt talajból 100 g-ot porcelántégelybe mértünk és mint az előbb a maximális vízkapacitás 60%-ának megfelelő vízzel nedvesítettünk át. Ezután a talaj felét Petri-csészébe helyeztük, majd a felületére vitt szűrőpapírt tartalmazó zacskót a talaj másik felével lefedtük. A módszer eredeti leírása 28 °C-on 2-4 hetes inkubációs időt tartalmaz. Mi az első mérési sorozatnál három hetes inkubációs időt választottunk. Tekintettel arra, hogy az egyes kezelések között a cellulózbontó aktivitást illetően csak kis különbségeket tapasztaltunk a további kísérleti sorozatban 8 hetes inkubációs idővel dolgoztunk.

Az inkubációs idő letelte után visszamaradó cellulóz mennyiségét a 2.3.2.szerint határoztuk meg.

2.3.4. A talaj szén-dioxid termelésének meghatározása

Vizsgálataink során a talajban termelődött CO₂ mennyiségének mérését - 5 napos inkubáció után - laboratóriumban Witkamp szerint (1966 cit. SZEGI, 1979) végeztük kezelésenként három ismétlésben.

A módszer szerint 100 g növényi maradványoktól megtisztított, eredeti nedvességtartalmú talajt mérünk légmentesen zárható üvegedénybe, és a talaj mellé bepárló csészébe NaOH-ot

helyezünk. Az inkubációs idő letelte után a bepárló csészét az üvegből kivesszük és annak tartalmát először fenolftalein, majd színátmenet után metilnarancs indikátor jelenlétében HCl-al titráljuk. A CO₂ mennyiségét úgy kapjuk, hogy a két titrálás során fogyott mérőoldat különbségét szorozzuk a NaOH és a HCl faktorával, valamint 2,2-del.

2.3.5. A talajenzimek aktivitásának vizsgálata

A fontosabb talajenzimek közül a foszfatáz aktivitását KRÁMER-ERDEI (1959) szerint a dinátrium-fenil-foszfátból felszabaduló fenol, az ureáz aktivitását KUPREVICS-SCSERBAKOVA (1966) szerint kidolgozott és KEMPERS (19) által módosított, a karbamidból felszabaduló ammónia mennyiségének spektrofotometriás mérése alapján végeztük. A kataláz aktivitását KUPREVICS-SCSERBAKOVA (1956) szerint a hidrogén-peroxid bomlásából felszabaduló oxigén kalcimetriás mérése, a szacharázét (invertáz) FRANKENBERGER és JOHANSON (1983/a) szerint Bertrand-féle cukormeghatározás alapján vizsgáltuk. A talaj dehidrogenáz aktivitását MERSI-SH (1991) szerint a maradék jodo-nitro-tetrazolium-formazán spektrofotometriás mérésével határoztuk meg kezelésként három ismétlésben.

2.3.6. A különböző fiziológiai csoportba tartozó baktériumok kvantitatív meghatározása

A talajminták összbaktérium-számát húsleves-agaron lemezöntéssel, a cellulózbontó, nitrogénkötő és fehérjebontó baktériumok mennyiségét speciális folyékony táptalajon POCHON és TARDIEUX (1972), a mikroszkopikus gombák mennyiségét UBRIZSY és VÖRÖS (1968) szerint pepton-glükóz-agaron lemezöntéssel határoztuk meg. A kapott eredményeket abszolút száraz talajra számítottuk át. A vizsgálatokat kezelésként három ismétlésben végeztük.

2.3.7. Az eredmények statisztikai értékelése

A vizsgált paramétereket variancia analízissel értékeltük. A varianciák homogenitását Kolmogorov-féle egymintás próbával ellenőriztük. A talaj nedvességtartalma és a talaj tényleges cellulózbontó aktivitása, a talaj nedvességtartalma és szén-dioxid termelése, a talaj nedvességtartalma és az enzimaktivitások, az egyes enzimek aktivitása, a fehérjebontó és a nitrogénkötő baktériumok száma, valamint a fehérjebontó baktériumok száma és a talaj ureáz aktivitása között korreláció számítást végeztünk. A talaj tényleges cellulózbontó aktivitása és a cellulózbontó baktériumok száma között összefüggést regresszió számítással vizsgáltuk (KEMÉNY és DEÁK, 2000; LUKÁCS, 1996). A számítógépes statisztikai vizsgálatokat Microsoft Excel és SPSS alkalmazásokkal végeztük.

3. Eredmények

3.1. A kísérleti terület talajának fizikai és kémiai vizsgálati eredményei

Az első vizsgálati periódusban 1997. végére a kiindulási és a kapás kontroll talajok KCl-os pH-jának, a három időpontban mért értékei, a mérési időpontok sorrendjében növekszik. Ugyanakkor a P_2O_5 és a K_2O tartalom a fenti sorrendben, mint ahogy a humusz % is csökkenő tendenciát mutat. Ha viszont, az egyes takaróanyagok alatti talajok vizsgálati eredményeit hasonlítjuk össze, akkor azt tapasztaljuk, hogy a pH időben mind a négy takaróanyag talajában csökkent, míg a humusz mennyisége (%-a) két esetben (szalma, feketefólia) növekedett, kettőben pedig (istállótrágya, fenyőkéreg zúzalék) csökkent.

A 2001-ben elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a telepítés kori értékekhez képest a kísérlet végére a talajban pH emelkedés, humusz, nitrogén és kálium tartalom csökkenés, valamint cinktartalom növekedés következett be. A többi vizsgált tápelem mennyisége lényegesen nem változott.

Az 1996-1997 között a talaj nedvességtartalma mind a száraz időszakok, mind pedig a kiadósabb csapadékok után mindig nagyobb volt a takart facsikok, mint a kontroll területek talajában. A száraz periódusban a talaj felső 50 cm-es rétegében a fenyőkéreg zúzalékkal, a szalmával, a feketefóliával és az istállótrágyával takart kezelésekben 5-30%-kal volt nagyobb a nedvességtartalom, mint a kapás kontroll talajában.

Még nagyobb különbség tapasztalható az egyes kezelések közötti nedvességtartalomban akkor, ha a mérés egy nappal egy kiadós csapadék (33,6 mm) után történt. Ebben az időpontban (szintén a talaj felső 50 cm-es rétegében) az istállótrágya takarás alatt például 38%-kal volt nagyobb a nedvességtartalom, mint a kapás kontroll talajában.

A 2000-2001 év öt azonos (március, május, július, szeptember, november) hónapjában hullott csapadék mennyisége között lényeges különbség van. A csapadék összege az öt hónapban 2000-ben 218,9; míg 2001-ben 349,3 mm, ami 159,57 % csapadéktöbbletet jelent.

Az egész évi (illetve az I.-IX havi) csapadékmennyiség alapján a 2000. év (340,2 mm) száraz, a 2001. év (587,3 mm) viszont átlagos volt. Az év utolsó három hónapjában 2001-ben hullott 46,5 mm-rel együtt az éves csapadékösszeg 633,8 mm volt. A talajtakarás eredményeként a lehullott és beszivárgott csapadék tovább megmaradt a talajban, mint a kontroll kezelés esetében.

3.2. A mikrobiológiai vizsgálatok eredményei

3.2.1. Szabadföldi (természetes) viszonyok között végzett cellulózbontó aktivitás vizsgálati eredményei

A vizsgálatokat 1996-1997-ben négy, 2000-2001 években két takaróanyag (két almafajta) alatti talajban végeztük. A tesztek márciusi lerakás után minden évben négy alkalommal, kéthónaponként (május, július, szeptember, november) szedtük fel. A negyedik időpontban (8 hónap múlva) felszedett tesztek cellulóztartalmának az istállótrágyával, szalmával és fenyőkéreg zúzalékkal takart parcellák talajában közel 100 %-a bomlott le. A feketefóliával takart talajban ugyanez az arány 80, a kontrollban 65

% volt. A kezelések (a különböző takaróanyagok) cellulózbontó aktivitásra gyakorolt hatása az istállótrágya, szalma, fenyőkéreg zúzalék, feketefólia, kapás kontroll sorrendben csökkent.

1996-ban az istállótrágya hatása májusban, szeptemberben és novemberben szignifikánsan, júliusban nem szignifikánsan volt jobb, mint a második legjobb szalmáé. A harmadik legkedvezőbb eredményt minden hónapban szignifikánsan a fenyőkéreg zúzalék adta. A kontroll talajban májusban és júliusban magasabb, szeptemberben és novemberben alacsonyabb aktivitást mértünk, mint a feketefóliával takartban, ahol a júliusi különbség nem szignifikáns.

A cellulóz lebomlásának dinamikáját vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy - mindig az előző mintavételi időponthoz képest mérve - a fenyőkéreg zúzalékkal takart talajban bomlott le a legegyszerűsebben a cellulóz. Ezt követte az istállótrágya és a szalma, majd a feketefólia, és a kontroll. A varianciaanalízisből az is kiderül, hogy a dinamikában bekövetkezett különbségek mind a négy mintavételi időpontban szignifikánsak voltak az egyes takaróanyagokra nézve. Májusban és szeptemberben az istállótrágya, júliusban a szalma, novemberben a feketefólia takarás volt szignifikánsan a legeredményesebb.

1997-ben a tesztek valamennyi felszedési időpontjában a feketefólia, az istállótrágya és a szalmatakarás alatt magasabb volt a cellulózbontó aktivitás, mint a kontroll illetve a feketefóliával takart talajban (kivéve az utolsó, novemberi felszedést). A fenyőkéreg zúzalékkal és az istállótrágyával fedett talajban a cellulózbontó aktivitás mindvégig közel azonos volt. A kísérlet végére a kontroll talajban bomlott le a legkevesebb cellulóz 80%, míg a többi kezelésben az összes cellulóz elbomlott. Érdekes, hogy bár a feketefólia alatt is lebomlott az összes szubsztrát, mégis csak a novemberi felszedéskor előzte meg a kontroll talajban mért értékeket. A május és július hónapban mért különbségek szignifikánsak. Szeptemberben az istállótrágya és a fenyőkéreg zúzalék, valamint a szalma és a kontroll hatása között nem volt szignifikáns az eltérés. Novemberben a kontroll volt szignifikánsan a legalacsonyabb hatású, a többi takaróanyag azonos hatása mellett. A lebomlás dinamikája az előző évitől eltérően a kontroll esetében volt a legegyszerűsebb. Az első három vizsgálati időpontban ugyanolyan arányú volt a bomlás. A dinamika a fenyőkéreg

zúzalékkal, istállótrágyával és a szalmával takart talajban egymáshoz hasonló volt; májusban bomlott a legtöbb és szeptemberben a legkevesebb. A feketefólia takarás esetében a legtöbb cellulóz szeptemberben, a legkevesebb júliusban bomlott. A májusban és szeptemberben valamennyi mért különbség szignifikáns. Júliusban a kontroll, a fenyőkéreg zúzalék és az istállótrágya, novemberben a szalma, a fenyőkéreg zúzalék és az istállótrágya hatása közötti eltérés nem volt szignifikáns.

2000-ben az első mintavétel alkalmával a feketefólia, a többi mintavétel alkalmával az agroszövet talajában mértük a legmagasabb cellulózbontó aktivitást. A kontroll mindig a legalacsonyabb értéket mutatta. A cellulózbontás dinamikája a következőképpen alakult. Az első mintavétel során a feketefólia, a második, harmadik, negyedik mintavételkor az agroszövettel takart talajban bomlott az előző mintavételhez mérten a legtöbb cellulóz. A fenti különbségek szignifikánsak, de találunk olyan kezeléseket melyek között csak nem szignifikáns eltérés mutatható ki.

2001 májusban, júliusban, szeptemberben és novemberben szignifikánsan a agroszövettel takart talajban bomlott a legtöbb cellulóz. A kontroll kezelésben alacsonyabb volt a cellulózbontó aktivitás, mint a feketefóliával vagy az agroszövet fóliával takartban. A cellulózbomlás dinamikájára jellemző, hogy májusban, szeptemberben és novemberben az agroszövettel, júliusban a feketefóliával takart talajban, volt a legmagasabb az előző mintavételhez viszonyított bomlás mértéke. A legalacsonyabb értékeket májusban a feketefólia, júliusban, szeptemberben és novemberben a kontroll kezelés adta. A legmagasabbnak és a legalacsonyabbnak mért értékek is szignifikánsan különböznek többi a takaróanyag alatt mért dinamikai értéktől.

Megvizsgáltuk a talajnedvesség és a cellulózbontó aktivitás közötti kapcsolatot, és azt az eredményt kaptuk, hogy közöttük közepesen erős ($r=0,643$) korreláció van.

3.2.2. Laboratóriumi (mesterséges) körülmények között végzett cellulózbontó aktivitás vizsgálati eredményei

Az első (1.) vizsgálat beállítása mind a tavaszi, mind az őszi minták esetén a beszállítást követően, míg a második (2.) vizsgálat

a tavaszi mintáknál három, az őszi mintáknál hat hónap után történt.

1996-ban a tavaszi minták első vizsgálata alkalmával egy kivételével (fenyőkéreg zúzalék) a bontás mértéke a kontroll alatt maradt. A fenyőkéreg zúzalékkal takart talaj cellulózbontó aktivitása is csak 20%-kal haladta meg a kontroll talajét. A kontroll és a feketefólia hatása közötti különbség nem volt szignifikáns. A tavaszi minta 2. vizsgálatának eredményei az 1. vizsgálathoz képest jelentős különbségeket mutatnak. Itt már a fenyőkéreg zúzalékkal takart talaj cellulózbontó aktivitása 59, az istállótrágyával takarté 33, míg a szalmaé csak 10, a feketefóliáé pedig mindössze 8%-kal haladta meg a kontroll talaj cellulózbontó aktivitását. Az utóbbi három között nem volt szignifikáns az eltérés.

Az őszi minták 1. és 2. vizsgálatának eredményei között lényeges különbség nincs. Már az első vizsgálatnál is valamennyi kezelésben több cellulóz bomlott le, mint a kontrollban. Igaz, az istállótrágyával takart talaj cellulózbontó aktivitása csak 1 %-kal, fenyőkéreg zúzaléké viszont 100%-kal meghaladta a kontrollét. A szalma és a fenyőkéreg zúzalék hatása a kontrolltól és egymástól is szignifikánsan különbözött. A 2. vizsgálat során nagyobb szignifikáns különbség alakult ki a kontroll és a takaróanyagok között. A kontroll és az istállótrágya hatása között (35%), és a legnagyobb aktivitást nem a fenyőkéreg zúzalék (210%), hanem a szalmatakarás (220%) eredményezte. Ez utóbbi nem volt szignifikáns.

1997-ben a tavaszi minták első vizsgálata alkalmával egy kivételével (fenyőkéreg zúzalék) a bontás mértéke szignifikánsan a kontroll alatt maradt. A fenyőkéreg zúzalékkal takart talaj cellulózbontó aktivitása szignifikánsan 17%-kal haladta meg a kontroll talajét. A tavaszi minta 2. vizsgálatának eredményei az 1. vizsgálathoz képest jelentős különbségeket mutatnak. Itt már a fenyőkéreg zúzalékkal takart talaj cellulózbontó aktivitása 65, az istállótrágyával takarté 25%-kal szignifikánsan haladta meg a kontroll talaj cellulózbontó aktivitását. A 2. vizsgálatnál a feketefóliával és szalmával takart kezelések szignifikánsan nem tértek el a kontroll értékétől. Az őszi minták 1. és 2. vizsgálat eredményei között lényeges különbség van. Az első vizsgálatnál is csak az istállótrágyával takart talaj cellulózbontó aktivitása maradt pár %-kal, de nem szignifikánsan a kontrollé alatt. A szalmával

takart talaj cellulózbontó aktivitása 62%-kal, a fenyőkéreg zúzalékkal takart talajé pedig 110%-kal szignifikánsan meghaladta a kontrollét. A 2. vizsgálat során viszont már valamennyi kezelés talajában mért cellulózbontó aktivitás szignifikánsan meghaladta a kontroll talajét. A fenyőkéreg zúzalék és a szalmatarakás alól származó talajmintában ekkor több mint 200%-os aktivitást mértünk, vagyis kétszeresen haladta meg a kontroll talajban kapott értékeket.

A 2000-ben végzett tavaszi 1.vizsgálat szerint a feketefólia takarás alatt a kontrolltól 8 %-kal alacsonyabb, illetve azzal megegyező aktivitást mértünk és az agroszövet alatti aktivitás is csak 2-4%-kal nem szignifikánsan haladta meg a kontrollt. A 2. vizsgálat alkalmával már mindkét takaróanyag jobban szerepelt. A feketefólia alatt a kontrollal megegyező, illetve attól 9%-kal, az agroszövet alatt 12-18%-kal magasabb aktivitást mértünk. a kontrolltól mért eltérések szignifikánsnak bizonyultak.

Az ősszel mindkét vizsgálat és takaróanyag kedvezőbb hatású volt a kontrolltól, és magasabb értékeket adott, mint a tavaszi. Az 1. vizsgálatkor a feketefólia alatt 4-11, az agroszövet alatt 22-30%-kal bomlott több cellulóz, mint a kontroll alatt.

A 2. vizsgálat során a feketefólia esetében 30-41, az agroszövet esetében 70-85%-kal mértünk magasabb aktivitást, mint a kontrollnál. Ekkor valamennyi eltérés szignifikáns volt.

2001-ben az első és második tavaszi vizsgálat idején a kontroll talajban szignifikánsan magasabb volt a cellulózbontó aktivitás, mint a takart talajban. Ősszel pedig csak a 2. vizsgálat során volt minden esetben a kontroll szignifikánsan legalacsonyabb.

3.3.3. A talaj laboratóriumi körülmények között mért szén-dioxid termelésének eredményei

2000-ben a kontroll és az agroszövet fólia kezelés alatti talaj szén-dioxid termelése tavasztól őszig töretlenül növekedett, a feketefóliával takart talajban viszont májusban egy megtorpanás következett be. Március kivételével a kontroll talaj termelte a legtöbb szén-dioxidot. 2000 márciusában a feketefóliával takart talajban keletkezett a legtöbb szén-dioxid, bár ez csak nem

szignifikánsan különbözött a kontroll talajban mért értéktől. Március, július és szeptember hónapokban a kontroll talaj CO₂ termelése szignifikánsan felülmúlta a takart talajét. A két takaróanyag hatása között márciusban és júliusban a feketefólia, májusban az agroszövet fólia javára volt szignifikánsan magasabb a CO₂ termelés.

2001-ben a kontroll talaj szén-dioxid termelése tendenciájában az előző évihez hasonlóan alakult. Ezzel szemben az agroszövet alatti talaj szén-dioxid termelése július, a feketefólia alatti május és július hónapban is csökkent. A legtöbb szén-dioxid vagy a kontroll vagy a feketefólia alatt termelődött. 2001-ben teljesen más képet kaptunk a takaróanyagok havonta mért hatásáról, mint a megelőző évben. Ekkor márciusban és májusban a feketefólia, júliusban és szeptemberben a kontroll talaj adta a szignifikánsan legmagasabb értékeket. Az agroszövet fólia alatt termelődött CO₂ mennyisége márciusban, júliusban és szeptemberben szignifikánsan alacsonyabb, májusban nem szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll talajban mért. A két takaróanyag közül ebben az évben minden hónapban – igaz júliusban csak nem szignifikánsan – a feketefólia alatt termelődött a legtöbb szén-dioxid.

A CO₂ termelés dinamikáját vizsgálva megállapíthatjuk, hogy mindkét vizsgált évben, és a két év átlagában is márciusban termelődött szignifikánsan a legkevesebb és májusban a legtöbb CO₂ a kezelések átlagában. Ez alól csak 2001 szeptemberi csúcsa a kivétel, de ez nem mutat szignifikáns különbséget a május havival szemben.

A különböző takaróanyagok alatti talajban az egy év alatt termelődött CO₂ mennyiségre vonatkozó adatok statisztikai elemzése azt mutatja, hogy a feketefólia szignifikánsan növelte a talaj CO₂ termelését a többi kezeléshez képest, mely utóbbiak között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható.

A talaj nedvességtartalma és CO₂ termelése között gyenge ($r=0,412$) korrelációt tapasztaltunk.

3.3.4. A talaj enzimaktivitásának vizsgálati eredményei

A foszfatáz enzim aktivitása 2000-ben az agroszövet, kontroll, feketefólia, 2001-ben agroszövet, feketefólia, kontroll sorrendben csökkent. A kontrolltól csak az agroszövet mutatott szignifikáns eltérést.

A szacharáz, ureáz, kataláz, dehidrogenáz enzimek aktivitása mindkét vizsgálati évben az agroszövet, feketefólia, kontroll csökkenő sorrendet követte. Szignifikáns különbség csak az agroszövet és a kontroll kezelések értékei között voltak kimutathatók.

Minden vizsgált enzim aktivitása a második, csapadékosabb évben mutatott magasabb értékeket, és mindkét éven belül jelentős szezonális változást figyelhetők meg.

Összefüggés-vizsgálatot végeztünk a talaj nedvességtartalma és enzimaktivitása, valamint a különböző enzimek aktivitása között. A talajnedvesség a foszfatáz ($r=0,426$), szacharáz ($r=0,480$), és ureáz enzim ($r=0,396$) aktivitásával gyengén, a kataláz ($r=0,518$ az 1 perces és $r=0,556$ a kétperces) és dehidrogenáz ($r=0,559$) enzimével közepesen erős korrelációt mutatott. Az ureáz és szacharáz ($r=0,863-0,920$), az ureáz és kataláz ($r=0,809-0,845$), a kataláz és dehidrogenáz ($r=0,594-0,652$), a szacharáz és kataláz ($r=0,777-0,784$), az ureáz és dehidrogenáz ($r=0,762-0,817$), valamint a szacharáz és dehidrogenáz ($r=0,651-0,792$) aktivitása között egyaránt szoros pozitív korrelációt tapasztaltunk.

3.3.5. Különböző fiziológiai csoportba tartozó mikroorganizmusok kvantitatív meghatározásának eredményei

1996-ban az istállótrágyával takart talajokban a baktériumok (és gombák) száma a vizsgálat mind a négy időpontjában (május, július, szeptember, november) magasabb volt, mint a többi kezelésben és a kontrollban. A sorrendben második helyen a fenyőkéreg zúzalék alatti talaj mikrobaszáma következett. A takaró anyagok közül utolsó helyen a feketefólia volt, amely alatt a talaj mikrobaszáma alig haladta meg a kontroll talaj mikrobaszámát.

Ha az adatokat részletesebben elemezzük, akkor az is megfigyelhető, hogy a cellulózbontással közvetlen kapcsolatban lévő cellulózbontó baktériumok és mikroszkopikus gombák száma is (és minden esetben) az istállótrágyával takart talajokban volt a legnagyobb. A fenyőkéreg zúzalékkal takart talajban a cellulózbontók száma a második, a szalmával takart pedig a harmadik helyen volt.

Az 1997.évi eredmények az előző évihez hasonló tendenciát mutatnak. Az istállótrágyával takart talajok mikrobaszámának elsőbbsége nem kérdőjelezhető meg. A feketefóliával takart talajok baktériumszáma pedig több esetben a kontrolltól is elmarad.

A cellulózbontó baktériumok száma 1997-ben a négy vizsgálati időpont (V.,VII.,IX., XI. hó) átlagában (mint 1996-ban is) az istállótrágya, fenyőkéreg zúzalék, szalma, feketefólia és kontroll csökkenési sorrendet követte.

1996-1997 átlagában az összes baktériumszám a következő sorrendben nőtt: feketefólia, szalma, kontroll, fenyőkéreg zúzalék, istállótrágya.

A mikroszkopikus gombaszám a kontroll, feketefólia, fenyőkéreg zúzalék, szalma, istállótrágya sorrendben nőtt. A fenyőkéreg zúzalék, szalma, istállótrágya hatása közötti különbség egymáshoz és a kontrollhoz képest is szignifikáns volt.

Ugyancsak szignifikánsan különbözött a fenyőkéreg zúzalék és istállótrágya hatása egymástól és a kontrolltól. A szalma és a fenyőkéreg zúzalék hatása között viszont nem volt szignifikáns eltérés.

2000-2001 években a szezonalitást mutató összes baktériumszám az agroszövettel takart talajban volt a legmagasabb, és a kontroll talajban a legalacsonyabb.

A mikroszkopikus gombaszám, a cellulózbontók, nitrogénkötők és fehérjebontók száma szintén az agroszövettel takart talajban voltak a legmagasabbak. Ezt követte a feketefólia takarás és végül a kontroll kezelés talajában találtuk a legalacsonyabb mikrobaszámot az összes gomba és a vizsgált fiziológiai csoportok tekintetében egyaránt. A varianciaanalízis során kiderült, hogy csak az agroszövet takarás és a kontroll kezelés értékei között van szignifikáns különbség.

A fehérjebontó és nitrogénkötő baktériumok száma közötti összefüggéseket korrelációs számításokkal vizsgáltuk, és az eredmények közepes ($r=0,504$) erősségű kapcsolatot mutatnak.

Ugyancsak vizsgáltuk a fehérjebontó baktériumok száma és a talaj ureáz aktivitása közötti összefüggést is, melynek során erős ($r=0,91$) korrelációt tapasztaltunk.

Szintén szoros összefüggés volt megfigyelhető mind a négy vizsgálati évben ($r=0,899$; $r=0,904$; $r=0,951$; $r=0,968$) a cellulózbontó baktériumok száma és a talaj tényleges cellulózbontó aktivitása között is.

3.3.6. A gyümölcsfák növekedése és termőrész képződése a talajtakarási kezelések területén

Az előzőekben láttuk, hogy a különböző takaróanyagok (szalma, feketefólia, istállótrágya és fenyőkéreg zúzalék) különböző mértékben ugyan, de kedvező hatással voltak a cellulózbontó aktivitásra, illetve a különböző fiziológiai csoportba tartozó baktériumok és a mikroszkopikus gombák változására.

Így nem lehet közömbös az sem, hogy ezek a takaróanyagok hogyan befolyásolják a fiatal fák növekedését, fejlődését.

Az erőteljesebb növekedést demonstrálja, hogy például a törzskörméret (cm) a különböző takaróanyagokkal történt kezelések fájánál 5,7-22,8%-kal, az átlagos hajtáshosszúság (cm) pedig maximálisan 28,2%-kal haladták meg a kapás kontroll fájánál mért értékeket. Ezekről a különbségekről azonban minden részletesebb elemzés és összefüggés vizsgálatok nélkül is megállapítható, hogy nem mutatnak szoros összefüggést a vizsgált talajbiológiai paraméterekkel (cellulózbontó aktivitás, illetve a különböző fiziológiai csoportba tartozó baktériumok és a mikroszkopikus gombák mennyisége, CO_2 ternelés, enzimaktivitások) Ennek alapján úgy ítéltük meg, hogy összefüggés-vizsgálatok végzése nem indokolt.

4. Új és újszerű tudományos eredmények

A talajtakarás a takaróanyagtól és az öntözéstől függően eltérő mértékben, de segítette a talaj nedvességtartalmának megőrzésében.

A cellulózbontó aktivitás a különböző talajtakaró anyagok alatti talajokban a kontrollhoz képest növekedett. A növekedés mértéke egyes takaróanyagok esetében szignifikáns volt. A talaj nedvességtartalma és cellulózbontó aktivitás között közepes pozitív korrelációt találtunk.

A talaj szén-dioxid termelése havonta és összességében is a fekete fólia takarás alatt mutatta a szignifikánsan legmagasabb értéket. Az agroszövetnek a kontrollhoz képest kedvező vagy kedvezőtlen hatása szintén szignifikáns volt. A talaj nedvességtartalma és szén-dioxid termelése között csak gyenge pozitív kapcsolatot találtunk.

Valamennyi enzimaktivitás tekintetében az agroszövettel való takarás eredményezte a szignifikánsan legmagasabb értéket. A fekete fóliával takart talajnak csak a szacharáz, a kataláz és dehidrogenáz aktivitása volt magasabb, mint a kontrollé, de szignifikanciát itt sem mindig találtunk. Vizsgáltuk az enzimaktivitásnak a talajnedvességgel összefüggő voltát, melynek során a foszfátáz, szacharáz és ureáz esetében gyenge, a kataláz és a dehidrogenáz esetében közepes pozitív korrelációt tapasztaltunk a két tényező között. Az általunk vizsgált talajenzimek egymásra gyakorolt hatásának kapcsán megfigyeltük, hogy a kataláz-dehidrogenáz, és a szacharáz-dehidrogenáz aktivitások között közepes, az ureáz-szacharáz, ureáz-kataláz, szacharáz-kataláz és ureáz-dehidrogenáz aktivitások között szoros pozitív a kapcsolat.

Az összes baktérium, a mikroszkópikus gombák, az aerob cellulózbontók, az aerob fehérjebontók és a nitrogénkötők a takart talajokban takaróanyagtól függően szignifikánsan vagy nem szignifikánsan magasabb volt, mint a takaratlan kontroll talajban. A fehérjebontó és nitrogénkötők száma között közepes, a fehérjebontók száma és az ureáz aktivitás, valamint a tényleges cellulózbontó aktivitás és a cellulózbontók száma között szoros pozitív korrelációt figyeltünk meg.

A talajtakarás kedvező hatással volt a fák növekedésére, fejlődésére (hajtásnövekedés, törzskörméret), azonban ezen paraméterek és a takaróanyagok között szignifikáns kapcsolatot nem találtunk.

5. A gyakorlatban alkalmazható eredmények

A talajtakaró anyagok alkalmazása kedvező a talaj vízkészletének megőrzése szempontjából, mely elsősorban a fiatal fák számára fontos.

A takaróanyagok alkalmazása serkentette a talaj biológiai aktivitását, és általában a fák növekedésére, fejlődése is jobb volt a takart parcellákban, mint a takaratlanban.

A különböző talajtakaró anyagok alkalmazásával a herbicidek használata kiváltható, ami anyagi megtakarítást és környezetvédelmet is jelent.

Az általunk vizsgált talajbiológiai paraméterek alapján az alkalmazott takaróanyagok a gyakorlat számára istállótrágya, fenyőkéreg zúzalék, szalma, feketefólia sorrendben javasolhatók, azonban ha csak mesterséges takaróanyag használatára van lehetőségünk, akkor az agroszövetet érdemes előnyben részesíteni a fekete fóliával szemben.

Az értekezés témakörében megjelent publikációk

Varga, Cs.(1999): Cellulóz bontó aktivitás változása herbicidtakarékos gyümölcsösben. Diplomadolgozat, Debrecen.

Varga, Cs.(2000): Különböző takaróanyagok hatása a talaj cellulóz bontó aktivitására laboratóriumi körülmények között. VI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely. (megjelent CD-n)

Varga, Cs.(2000): Különböző takaróanyagok hatása a talaj cellulóz bontó aktivitására. Tavasz szél 2000-Fiatal magyar tudományos kutatók és doktoranduszok IV. világtalálkozója. Gödöllő. Absztrakt 73.p.

Varga, Cs.(2003): Talajtakaró anyagok hatása homoktalaj cellulóz bontó aktivitására. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. 12: 15-21.p.

Varga, Cs.(2003): Talajtakaró anyagok hatása a talajlégzésre homoktalajon. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. 12: 21-26.p.

Varga, Cs.(2003): A szén-dioxid termelés és a cellulóz bontó aktivitás változása talajtakarás hatására. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. 10: 198-202.p.

Varga, Cs.-Helmeczi, B. (2003): A talajtakarás hatása néhány enzim aktivitására integrált gyümölcsös talajában. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. (megjelenés alatt)

Helmeczi, B.-Varga, Cs. (2003): A talajtakarás hatása a mikroorganizmusok kvantitatív változására integrált gyümölcsstermesztési technológia esetén. Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. (megjelenés alatt)

Varga, Cs (2003): Fóliatakarás hatása a talaj cellulózbontó aktivitására és szén-dioxid termelésére. Magyar Tudomány Napja, Nyíregyháza.

Varga, Cs-Helmecki, B.-Bubán, T (2003): Effect of black polyethylene mulching on cellulose decomposition of sand soil. Scientific Journ. of Rzeszow Univ. (megjelenés alatt)

Varga, Cs.-Bubán, T.- Piskolczi, M. (2004): Efect of organic mulches on the quantity of microorganisms in soil of apple plantation. Workshop on Orchard Management in Sustainable Fruit Production. Skierniewice, Poland 21-23 April. Absztakt 50.p.