A zöldtrágyázás talajállapotra és utóveteményre gyakorolt hatásainak vizsgálata

Doktori értekezés

Mikó Péter

Gödöllő

2009

A doktori iskola megnevezése:
Növénytudományi Doktori Iskola

Tudományága:
Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője:
Dr. Heszky László
Intézetigazgató, egyetemi tanár, akadémikus
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Genetika és Biotechnológiai Intézet

Témavezető:
Dr. Gyuricza Csaba
Egyetemi docens, PhD
SZIE Növénytermesztési Intézet

.....	.....
Az iskolavezető jóváhagyása	A témavezető jóváhagyása

1. BEVEZETÉS 3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS 5
2.1. A témához kapcsolódó fontosabb szakkifejezések ismertetése 5
2.2. Korai irodalmi források 7
2.3. A zöldtrágyanövények hatása a talajállapotra és az utóveteményre 10
2.3.1. Kedvező hatás 11
2.3.2. Semleges, vagy bizonytalan hatás 17
2.3.3. Kedvezőtlen hatás 18
2.4. A zöldtrágyázás, az istállótrágyázás és a műtrágyázás hatásainak összehasonlítása 21
2.5. A zöldtrágyanövények szerepe a növényvédelemben 28
2.6. A zöldtrágyázás ökonómiai értékelése 32
2.7. A fontosabb zöldtrágyanövények ismertetése 35
2.8. A témához kapcsolódó szakirodalom összegző értékelése 39
3. ANYAG ÉS MÓDSZER 41
3.1. A kutatás céljai 41
3.2. A kísérleti helyszínek jellemzői 42
3.2.1. Mélykút 42
3.2.1.1. Földrajzi fekvés 42
3.2.1.2. Éghajlati viszonyok 42
3.2.1.3. Talajjellemzők 43
3.2.2. Gödöllő 44
3.2.2.1. Földrajzi fekvés 44
3.2.2.2. Éghajlati viszonyok 44
3.2.2.3. Talajjellemzők 46
3.3. A kísérletek kezelései, termesztéstechnológiai adatai 48
3.4. A kutatás módszerei és eszközei 51
3.4.1. A talajellenállás mérése 51
3.4.2. A talajnedvesség-tartalom mérése 52
3.4.3. A növények fenológiai vizsgálata 54
3.4.4. A növények beltartalmi vizsgálata 54
3.4.5. Az utóvetemények termésének vizsgálata 55
3.4.6. A nitrogénműtrágyázás hatásának vizsgálata 55
3.4.7. Statisztikai módszerek 55

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK 57
4.1. A talajellenállás és a talajnedvesség mérés eredményei 57
4.2. Fenológiai vizsgálatok 69
4.2.1. A gyomelnyomó képesség vizsgálata 69
4.2.2. A gyökérhosszúság és a gyökértömeg vizsgálata 70
4.3. A biomassza és az NPK tartalom vizsgálata 72
4.4. A szárazanyag-tömeg és az évjárathatás összefüggései 77
4.5. Az utóvetemény hatás vizsgálata 84
4.6. A műtrágyázás és biomassza összefüggései 86
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK 89
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK 91
7. ÖSSZEFOGLALÁS 95
8. SUMMARY 97
9. IRODALOMJEGYZÉK 99
10. MELLÉKLETEK 123
11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS 161

1. BEVEZETÉS

Talajaink hosszú ideje nem jutnak elegendő mennyiségű szervestrágyához. A szervesanyag-hiány hosszú távon a talajszerkezet romlásához, termékenységének kimerüléséhez vezet. Fenntartható növénytermesztés azonban csak megkímélt szerkezetű és jó tápanyag-ellátottságú talajon valósítható meg. Csak így csökkenthetők a mind gyakoribb időjárási szélsőségek okozta termésingadozások, biztosítható a nemzetgazdaság számára szükséges élelmiszer, takarmány és ipari alapanyag.

Az állatállomány alacsony létszáma miatt a közeljövőben nem várható, hogy nagyobb mennyiségű istállótrágya álljon rendelkezésre. A műtrágya-felhasználás mértéke is elmarad a szükségestől. Az épülő biomassza erőművek egy része alapanyag-ellátásukat búzaszalma és kukoricaszár felhasználásával kívánják biztosítani, tovább csökkentve a táblán maradó szervesanyagok és tápelemek mennyiségét. Ha a jelenlegi tendencia folytatódik, néhány évtized múlva a biztonságos növénytermesztés kerül veszélybe. A felsorolt okok miatt szükséges a szervesanyag-tartalom növelésének más eszközeit is alkalmazni. Erre lehetőséget nyújt a fő- és másodvetésű zöldtrágyázás.

Bár az Európai Unió jelenleg felfüggesztette a kötelező területpihentetést, így a fővetésű zöldtrágyázás jelentősége is csökkent; de mint lehetőséget nem szabad feledni. A másodvetés adta lehetőségeket sajnálatosan nem használjuk ki. Az Agrárgazdasági Kutatóintézet adatai szerint 2008-ban a korán lekerülő elővetemények után rendelkezésre álló vetésterület 1 százalékán sem (14.568 ha) vetettek zöldtrágyanövényeket, pedig a potenciális terület több mint 1,5 millió hektár.

A Helyes Gazdálkodási Gyakorlat előírja, hogy a vetésszerkezet minimum 20 százalékán, azaz legalább ötévente egyszer, pillangós vagy zöldtakarmány növényt kell termeszteni a vetésváltásban, beleértve a másodvetést is**.** Az előírásnak a másodvetésű pillangós és nem pillangós zöldtrágyanövények is megfelelnek, így a környezettudatos szemlélet előtérbe kerülésével, és az ellenőrzés szigorításával várható a vetésterület jelentős növekedése.

Jóllehet a zöldtrágyázásnak vannak hagyományai Magyarországon, és korábban számos hazai kutató foglalkozott ezzel a témával, sajnos az elmúlt évtizedekben csak elvétve jelentek meg hazai tudományos közlemények. Ezzel szemben Nyugat-Európában, Amerikában és Ázsia egyes részein napjainkban is igen széleskörű mind a kutatás mind a gyakorlati hasznosítás. Mivel a korábbi hazai kísérleti eredmények főként a nyírségi és Duna-Tisza közi homoktalajokra vonatkoznak, a külföldi

megfigyelések pedig nem minden esetben adaptálhatók a hazai viszonyokra, szükséges a zöldtrágyázás lehetőségeinek szélesebb, több talajtípusra és térségre kiterjedő vizsgálata, a klímaváltozásból adódó hatások figyelembevételével.

Kutatásaim során a fő- és másodvetésű zöldtrágyanövények talajállapotra és utóveteményre gyakorolt hatását tanulmányoztam. Vizsgálataimban kitértem a talajellenállás, a talajnedvesség, a biomassza, az NPK tartalom és az utóvetemény termésparamétereinek meghatározására. Foglalkoztam a zöldtrágyanövények kevésbé ismert termesztési céljával is – mint például a gyomok elleni védekezés eszközei – illetve termesztésük kritikus pontjaival, alkalmazásuk lehetőségeivel. Dolgozatom céljai közt szerepelt, hogy kedvezőtlen termőhelyi körülmények között az évjárathatás figyelembevételével megtaláljam a legkedvezőbb hatást nyújtó növényfajt mind fő-, mind másodvetésben.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A témához kapcsolódó fontosabb szakkifejezések ismertetése

Zöldtrágya növénynek a még el nem halt, zöld, lédús, cukorban, keményítőben, fehérjében és nitrogénben gazdag növényeket tekintjük, amelyeket trágyázási céllal fejlődésük vegetatív szakaszában a talajba dolgozunk (LINKH 1908, GYÁRFÁS 1916, 1929b, 1953, WESTSIK 1933, SURÁNYI 1951, 1952, KAHNT 1986, KISMÁNYOKY 2005, TÓTH 2006). „Az őszi vetésű mustárt, amely tavaszra már elhalt, a definíció értelmében ősszel még zöldtrágyának lehetett volna elfogadni, tavasszal viszont már nem tekinthetjük annak.” (KAHNT 1986). Ebben az esetben a mustár télen és kora tavasszal jelentős talajvédő szerepet is betöltött, tehát köztes védőnövényként is tekinthetünk rá, de tavasszal a leroskadt mustármulcs definíció szerint már a szalmatrágyákhoz áll a legközelebb.

Köztes védőnövény, ha a haszonnövény után a talaj kulturállapotának megőrzése céljából arra alkalmas növényfajt vetnek (SURÁNYI 1952). A védőnövény felveszi a kimosódó tápanyagokat, főleg a nitrogént, és azt megtartja az utóvetemény számára (BRELAND 1995, ALLISON et al. 1998a, 1998b, THORUP-KRISTENSEN et al. 2003). Emellett javítja a talajállapotot, enyhíti a talajtömörödést, csökkenti az eróziós és a deflációs károkat (SMITH et al. 1987, MULLER et al. 1989, UNGER és VIGIL 1998). A köztes védőnövény számos országban, főleg Nyugat-európai országokban, illetve Észak-Amerikában fontos szerepet tölt be a vetésforgóban (RASMUSEN és ANDERSEN 1994, LARSON et al. 1998, HENDERSON 1989, HALL és HARTWIG 1989). A klimatikus és talaj adottságok nagymértékben meghatározzák a termesztési célt. A csapadékosabb Nyugat-európai országokban a tápanyagok kimosódásának megakadályozása a fő cél, míg az USA-ban a no-tillage rendszerekben a talaj szerkezetének javítása az elsődleges.

Már COLUMELLA (62) felismerte, hogy a takarmánynövények betakarítása után visszamaradt gyökérzet trágyaértékkel bír. **Gyökértrágya növényeknél** az elsődleges cél a nagy gyökértömeg fejlesztése. Ezek a növények mélyrehatoló gyökérzetükkel elősegítik az altalaj átlazítását. A gyökér képezte járatokkal javul a talaj kapilláris vízemelő-képessége. Az elkorhadó gyökér- és tarlómaradványok növelik a talaj szervesanyag tartalmát. Gyökértrágya szerepe a napraforgónak, a lucernának, a

csillagfürtnek és a fehérvirágú somkórónak van (WESTSIK 1944, 1951, 1965, KEMENESY 1959a, ANTAL 1986).

Zöld növényi maradványok, mint például a leveles répafej talajba dolgozva szintén zöldtrágyának tekinthető (KAHNT 1986, KÉSMÁRKI és PETRÓCZKI 2003a, 2003b).

A **zöldugar** a talajtermékenység javításának, vagy fenntartásának oly módja, egy vagy több évig tartó talajfedettséggel, amely során kultúrnövények magkeverékével vetik be a területet (SZANYI 1989, ANTAL 2000d, KISMÁNYOKY 2002, KÉSMÁRKI és PETRÓCZKI 2004, 150/2004 FVM RENDELET 2§ d), TÓTH 2006).

Az árvakelés is lehet zöldtrágya, ha azt a gyomnövények maghozása előtt a talajba dolgozzák. Értékes árvakelést ad a borsó, a repce és a kalászosok (VÁRADI SZABÓ 1915, GYÁRFÁS 1929b, ANTAL 1986, 1993, SZANYI 1989, KISMÁNYOKY 2005).

Bár GYÁRFÁS (1929b) még azt írta: *„Gyom vagy tarlómaradványok aláforgatása nem esik a zöldtrágyázás fogalma alá.”*. 1953-ban már árnyaltabban fogalmaz: *„Pergéstől, gaztól kizöldült tarlónak buktatását, rosszul sikerült vetésnek kiszántását, tarlómaradványoknak vagy gyomnak leszántását a szaktudomány nem minősíti zöldtrágyázásnak, noha többé-kevésbé hasonlóan hatnak.”*. Egyes **gyomnövények** talajtakaró, talajvédő szereppel rendelkezhetnek, így például a tyúkhúr a szőlőben jelentős pozitív hatással bír (SIMON 1984).

A zöldtrágyanövény termeszthető főnövényként, illetve a kettőstermesztés valamely módszerével is. A **kettőstermesztés** során egy vegetációs időben két növényt termesztenek a területen. A **tarló**, vagy **másodvetésnél**, a főnövény betakarítása után kerül sor a második növény vetésére. A **takarónövényes** zöldtrágyatermesztésnél a két növény egyszerre van jelen. A módszerek közül az alá-, a rá- és a keverékvetés ismert. Az **alávetés** során a tavaszi kalászossal együtt kétmenetben, míg a **keverékvetésnél** egy menetben történik a vetés. **Rávetésnél** a már bokrosodott őszi kalászosba tavasszal vetik el a zöldtrágyanövényt. (GYÁRFÁS 1916, 1929b, 1953, SURÁNYI 1951, 1952, KAHNT 1986, GYURICZA 2001, 2006)

2.2. Korai irodalmi források

A mai ismeretanyagunk jelentős része már a korai civilizációk alatt is az emberek rendelkezésére állt, alkalmazták ezeket a növénytermesztési, földművelési praktikákat, amelyek az akkori világ legfejlettebb mezőgazdaságát jelentették. A túlnépesedés támasztotta igények szükségessé tették a hozamok növelését, és ehhez elengedhetetlen volt a trágyázás szélesebb körben való elterjesztése (KÁDÁR 1997). A zöldtrágyázás eljárását is ismerték, és széles körben alkalmazták a talajtermékenység fokozására.

A görög szerzők közül az i.e. 4. században élt XENOPHÓN Oeconomicus (A gazdálkodásról), illetve THEOPHRASZTOSZ Historia Plantarum (A növények története) című műveikben már említést tettek a zöldtrágyázásról (MORRIS 1994, ISAGER és SKYDSGAARD 1995, CHESWORTH 2008).

CATO a trágyázást kiemelten fontosnak tartotta, mert mint azt az i.e. II. században korszakalkotó De Agri Cultura (A földművelésről) című művének LXX. fejezetében írta: *„Mit jelent a földet jól megművelni? Jól, szántani. És másodszor? Szántani. Hát harmadszor? Trágyázni.”* Véleménye szerint a földet a csillagfürt, a bab és a bükköny trágyázza. A gyökerestől, tépve betakarított csicseriborsót, görögszénát, keserűbükkönyt, viszont termőföld-gyengítő növénynek tartotta.

VARRO az i. e. I. században kiadott Rerum Rusticarum Libri Tries (A mezőgazdaságról) könyvében leírja, hogy egyes növényeket nem a pillanatnyi haszon kedvéért kell termeszteni, hanem a következő évi utóveteményre gondolva. Azzal, hogy ezeket a növényeket, vagy szalmájukat visszahagyják, jelentősen javítják a talajt. A módszert különösen a sovány, tápanyagban szegény talajokon javasolta. A növényeket igényeiknek megfelelő talajtípuson kell termeszteni, meg kell vizsgálni, hogy: *„melyik helyen minek a vetése a legelőnyösebb… Nem helyes sem az, ha zsíros földbe vetik valamennyit, sem az, ha sovány földbe semmit sem vetnek belőlük.”* Sovány talajon a kevés nedvességet igénylő hüvelyesek termesztését tartotta célszerűnek.

VERGILIUS i.e. I. században írt Georgica című munkájának első könyvében szintén a hüvelyes elővetemények pozitív hatásáról tett említést:

„… vess azután aranyos gabonát oda második évben,
honnan előbb szedtél csörgő-hüvelyű buja borsót,
majd a kacsos bükköny vagy a farkasbab töredékeny,

erdőként susogó, keserű sűrűjét szüretelted."

PLINIUS az I. században a Naturalis Historia (A természet históriája) című könyvében írta, hogy számos szervestrágyát ismer, azonban: *„Az összes módszer között egy sem hasznosabb annál, ha a csillagfürtvetést, mielőtt hüvelyeit kihozná, alászántják vagy kétágú kapával alákapálják, vagy a csillagfürtkötegeket a fák vagy szőlő gyökereihez körben a földbe ássák."* Alkalmazása a legjobb minőségű trágyát is fölöslegessé tette.

PLINIUS leírja, hogy a lóbabot is előszeretettel vetették zöldtrágyának, mert: *„A talajt, amibe vetették trágyázás helyett is termékenyíti,…amikor virágozni kezd, beszántják a talajba."*. A bükkönyt is igénytelen talajgazdagító növénynek tartja, amely az összes növény közül a legjobb szárazságtűréssel rendelkezik, és jól tűri az árnyékot is.

PLINIUS felismerte, hogy zöldtrágyázásra a legalkalmasabb időpont a virágzás körüli talajba juttatás. Alkalmazását szántón és szőlőben egyaránt tanácsolta.

COLUMELLA 62-ben a De Re Rustica (A mezőgazdaságról) című könyvében írta: *„ A föld tehát nem a kimerülés miatt - ahogyan sokan gondolták - és nem az öregségtől, hanem a mi tunyaságunk miatt lesz irántunk kevésbé jóindulatú. Több lehet a termés, ha a földet gyakoribb, megfelelő időben történő, célszerű trágyázással feljavítjuk."*. A csillagfürtöt jó gyomelnyomónak tartotta: *„ennek a növénynek annyira nem árt a gyom, hogy a gazokat maga öli ki."*. Ha a csillagfürtöt és a takarmánybükkönyt zölden vágják le *„azonnal forgassa le az eke, hogy amit a sarló meghagyott - még mielőtt kiszáradna - az ekevas szántsa fel és forgassa alá. Ez ugyanis olyan, mint a trágya. Ha a takarmány levágása után, annak visszamaradt gyökerei kiszáradnak, elveszik a talajtól az összes nedvességet, és megfosztják termőerejétől."*.

COLUMELLA a bab, a borsó és a csicseriborsó termesztését nem javasolta, mert *„ártanak a földnek"*. Kiemelten ajánlotta viszont a lucerna termesztését, mert *„ezt egyszer kell elvetni, és azután tíz éven keresztül évente négyszer, néha hatszor levágni, ez trágyázza a földet…"*.

A Római Birodalom bukása után a megritkult lakosság elegendő földet tudott művelésbe vonni. A mezőgazdaság trágyaéhsége csak a XVI. századtól indult növekedésnek (KÁDÁR 1997). Többek között ezzel is magyarázható, hogy hosszú ideig nem maradt fenn írásos emlék a zöldtrágyázás alkalmazásáról. Az első publikációk a XIX. századból valók.

PETHE (1805) Pallérozott mezei gazdaság című művében a lóherét, babot, borsót, lencsét, ledneket, pohánkát, a kölest, illetve minden más növényt alkalmasnak tart zöldtrágyázásra *„melyek a' földet nem tsak termékennyé teszik, hanem a' dudvának nagyobb részitől meg is tisztíttják az által, hogy azokat elnyomván oda rohasztják, hogy váljanak a' hasznos tzéllal elvetendő plánták eledelekké. - Legyen a' neve zöldségtrágya. Ez a' trágya az, a' melyet én a Magyarnak - másnak nem annyira, mint a' Magyar országi Mezei gazdának -, még pedig mindenek felett annak, a' ki kevés erővel sok földet, nagy gazdaságot kíván legkönnyebben pallérozni, minden trágyázásmód felett javasolhatok, 's ez által javasolok".*

PETHE felhívja a figyelmet arra, hogy a lóherét őszi kalászossal együtt kell elvetni, a gabona betakarítása után abban az évben egyszer, következő évben kétszer háromszor kaszálni, majd zöldtrágyaként aláforgatni. Lednek esetében a tiszta, vagy a borsóval, a lencsével, a csicseriborsóval, a zabbal és az árpával történő keverékvetést egyaránt elfogadottnak tartja. Zöldtrágyának az egész is leszántható, de saját tapasztalatai alapján inkább azt javasolja, hogy egyszer legyen megkaszálva, mert jó minőségű szénát ad, és csak a sarjú legyen aláforgatva. Pohánkát másodvetésben, főleg rozs után tartja célszerűnek elvetni, majd ősszel tavaszi alá beforgatni. A szántást megkönnyítette, ha a növényeket először lehengerezték, és csak utána forgatták alá. *„Az egész trágyázás tsak a' mag' árába kerül: mert szántani a' nélkűl is kellene."* A zöldtrágyanövények talajba dolgozását virágzásuk környékén javasolta.

PETHE a kölest fővetésben, másodvetésben és árvakelésként is jó zöldtrágyanövénynek tartotta. Szintén értékesnek ítélte meg a zab árvakelését.

Bár a tápanyag-feltáródás, hasznosulás részletei és az azokhoz kötődő kémiai, biológiai folyamatok még nem ismertek, PETHE igen találóan fogalmazza meg ezek hátterét. *„A' zöldségtrágya' tehettségét theoretice is ki lehet hozni abból, hogy mikor eleven kövér plántát szántuk le: akkor a' plántatápláló eledelekkel együtt, még pedig egymáshoz mérséklett természeti szerrel adjuk vissza a' földnek, hogy az azokat, az eltemetett plántákból kiszabadítván, más plántákkal közölje, mellyek azokat kívánva várják. Az eleven, sőt az elhervadt plántával is eltemettetik az abban való föld, lúgsó, savany, szenítő, vizitő, 's fojtó is, és több tsipptsupp még nem igen esmeretes eledelek, mellyek a' plántában feltaláltatnak."*.

NAGYVÁTHY (1821) a zöldugar fontosságát hangsúlyozta: *„Ha a' föld már megszakadozott v. termékenysége tsak nem egészen kifogyott, azt 1. Feltserélik, az az: a' szántóföldeket rétnek, és a' réteket szántóföldekké változtatják: mert azt tapasztalták,*

hogy egyedül a' fűtermesztés adja azt a' földnek vissza, a' mi a'bból kiapadt…Minthogy a' szénafűveket termett szántóföldeket őszivel, és minden trágyázás nélkűl egy szántás után bé lehet vetni: sok robot meg kimélődik, az az minden őszi egy holdnál két eke, és legalább minden egy holdnál 10 trágya hordó szekér.".

A zöldtrágyázással a XIX század második felében és a XX. század elején is számos külföldi és magyar szerző foglalkozott, csak az 1891 és 1944 között hetente megjelenő Köztelekben közel száz publikáció jelent meg a témában. Ezek a cikkek azonban már tudományos szempontból vizsgálják az eljárást, feltüntetve a terméstöbbletet, és kiemelve az esetleges hátrányokat is, így ezen szerzők eredményeit a dolgozatom következő fejezeteiben ismertetem.

2.3. A zöldtrágyanövények hatása a talajállapotra és az utóveteményre

Ha egy adott zöldtrágyanövény hatását kívánjuk elbírálni, számos tényezőt kell figyelembe venni. Ugyanazon növényfajnál egy adott paramétert vizsgálva is különböző – gyakran egymásnak ellentmondó – eredményeket kaphatunk.

A pillangósok nitrogéngyűjtését jelentősen befolyásolják a környezeti feltételek. A krotalária (*Crotalaria juncea* L.) a nitrogénigényének 27-39 %-át (RAMOS et al. 2001), 72-81%-át (LADHA et al. 1996), illetve 91%-át (SENERATNE és RATNASINGHE 1995), fedezte a légkörből eltérő ökológiai viszonyok mellett.

WESTSIK (1923, 1927, 1932) tapasztalatai szerint az 1906 és 1926 közötti 21 év tarlóvetéseiből 8 év jól sikerült, 4 év mérsékelt eredményeket hozott, 9 év pedig nem járt sikerrel. Csillagfürt másodvetésre 5 nyárból 3-at alkalmasnak tart, ebből 2 évben jó, és egy évben közepes terméssel számolva. CSAPÓ (1895) a csillagfürt termesztését szintén csak csapadékos évjáratban tartja elképzelhetőnek.

Ha több szempontot is vizsgálunk a hatás megítélése még nehezebb. Nem mindig mutatható ki szignifikáns hatás, néha pedig egyenesen csökken az utóvetemény termésmennyisége és -minősége. A hatás több tényezőtől függ, a talajtípus, az éghajlat, az évjárat, a vetésidő, a zöldtrágyanövény és az utóvetemény egyaránt befolyásoló szereppel bír.

A vöröshere előnye, hogy véd az eróziótól, csökkenti az optimális magágy kialakításához szükséges menetszámot, elősegíti a talaj szervesanyag-gyarapodását,

akár 15 %-kal is növeli a kukorica várható termését (BURKET et al. 1997, JONES et al. 1998, MUTCH és MARTIN. 1998). Hátránya, hogy gyenge a kezdeti fejlődése, drága a vetőmagja, nehéz kiszámítani az általa gyűjtött nitrogén mennyiségét, a trágyaértéke széles határok között mozoghat (MUTCH és MARTIN 1998, VYN et al. 1999). Ezért hatásának elbírálása csak az adott termőhelyi paraméterek ismeretében lehetséges.

KAHNT (1986) szerint a zöldtrágyanövénynek az utóveteményre gyakorolt hatása az alábbi tényezőktől függ:

1. a zöldtrágyanövény és az utóvetemény fajától,
2. a hátrahagyott C/N aránytól,
3. a felhasznált, és a növényben jelen lévő víz mennyiségétől,
4. az oldható hatóanyagok mennyiségétől,
5. a jelenlévő növekedésserkentő, -gátló anyagok mennyiségétől,
6. a zöldtrágyanövény elfásodottságának mértékétől,
7. a biomassza tömegétől,
8. a zöldtömeg N tartalmától,
9. a vegetációs időtől,
10. a gyökértömegtől, annak eloszlásától,
11. a zöldtrágyanövény nematódákra gyakorolt hatásától,
12. a bedolgozás minőségétől, a teljes talajműveléstől,
13. a bedolgozás és a vetés közben eltelt időtől,
14. az esetleges egyéb tápanyag-ellátottságtól.

SNAPP et al. (2005) részletesen elemezték a különböző növényeket, előny, hátrány, ráfordítás szempontjából. Véleményük alapján, ha csak a szervesanyag növelés a cél a legnagyobb biomasszát adó gabonaféléket érdemes vetni, de ha több szempont is motivál, akkor pillangós és gabona, illetve káposztaféle és gabona keverékét kell választani.

2.3.1. Kedvező hatás

CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887), CSERHÁTI (1892), CSAPÓ (1895), BITTERA (1924, 1935) és GYÁRFÁS (1929b, 1953) szerint a zöldtrágyanövények mélyre hatoló gyökérzete a felszín közelébe hozza a tápanyagokat, ez kiegészül még a pillangósok nitrogéngyűjtésével is. A nitrogén ellátáson kívül a zöldtrágyázás kedvező

hatással van a talaj állapotára, és segít a nedvességmegőrzésben is. A zöldtrágyázás hatására az utóvetemény aszálytűrése is nő, mert a talaj minőségi paraméterei is javulnak. Az alászántott zöld növényi részek bomlása során keletkező savak a talajszemcsék mállását, a kolloidokban kötött tápanyagok feltáródását is elősegítik. Emellett megakadályozzák a tápanyagok kimosódását, növelik az utóvetemény termésmennyiségét és -minőségét, elnyomják a gyomnövényeket, megkötik a homokot, védenek a deflációtól.

AJTAY (1957) megállapította, hogy bár zöldtrágyanövények esetenként jelentős mennyiségű vizet használnak fel hosszútávon kiegyenlítődnek a zöldtrágyanövények nagyobb vízfelhasználásából eredő esetleges pillanatnyi aszálykárok, és 25 év átlagában a zöldtrágyázott parcellák többet teremtek, az ide vetett növények jobb aszálytűréssel rendelkeztek.

KOBUS et al. (1987) kimutatta, hogy a növényi maradványok a leromlott lösztalajon javították a talaj biológiai aktivitását, növelték a cellulózbontó mikrobák számát, így a termésre is pozitív hatást fejtettek ki. KARA és PENEZOGLU (2000) mérései alapján a zöldtrágyázás hatására szignifikánsan nőtt a CO_2 termelés és a dehidrogenáz aktivitás. NAGY (2002c, 2002d, 2002e), illetve NAGY és SEIWERTH (2005) felhívja a figyelmet, hogy a zöldtrágyanövények gyökérzetének már életük során is nagy hatásuk van a talaj szerkezetére, annak biológiai aktivitására. Emellett erózió- és deflációcsökkentő szerepet is ellátnak. ZHANG és FANG (2007) a talajminőség javítás legjobb módjának tartja a szerves, illetve zöldtrágyázással kiegészített mélyebb (40 cm) talajművelést.

A kedvező hatás nem mindig jelentkezik az első évben. FISHLER et al. (1999) korai és kései vetésidejű krotalaria (*Crotalaria ochroleuca* G. Don.) után az első évben mind a babnál, mind a kukoricánál terméscsökkenést mértek, a második évben viszont termésnövekedést tapasztaltak. A kukorica 39%-kal, a bab 23%-kal többet termett. FISHLER et al. magyarázata szerint a nagymennyiségű szervesanyag első évben hátráltatta az utóvetemény fejlődését, és a pozitív hatás csak a második vegetáció során érvényesült.

A pillangósok által gyűjtött nitrogén jelentős, akár 118-269 kg/ha is lehet (GRIFFIN és HESTERMAN 1991, CREAMER et al. 1996, HONEYCUTT et al. 1996, STIVERS-YOUNG és TUCKER 1999). CHERR et al. (2006b) bizonyították, hogy pillangós zöldtrágyanövények után alig, vagy egyáltalán nem kellett műtrágyát kijuttatni a csemegekukorica alá. MCVAY (1989) beszámolt róla, hogy a szöszös

bükköny (123 kg/ha N), illetve a bíborhere (99 kg/ha N) ciroknál teljes mértékben, kukoricánál 2/3 részben biztosította annak nitrogén szükségletét. WAGGER (1989a, 1989b) azt tapasztalta, hogy a bíborhere 34-38 %-ban (41-45 kg), a szöszös bükköny 31-35 %-ban (38-43 kg) fedezte az utóvetemény nitrogénszükségletét. ROBERTS et al. (1998) vizsgálatai szerint a szöszös bükköny után 16-26 százalékkal kevesebb nitrogént kellett kijuttatni a kukorica alá. KREYBIG (1955) számításai alapján a pillangós zöldtrágyázás 22-30 t/ha zöldtömeget szolgáltat, amiben 40-80 kg nitrogén van. Ez 200-400 kg pétisóval egyenértékű.

SAINJU et al. (2000) azt tapasztalta, hogy megfelelő évjáratban a szöszös bükköny által biztosított nitrogén felvehetősége alig maradt el a 90 kg/ha, illetve a 180 kg/ha nitrogénműtrágya felvehetőségétől.

A sesbaniában (*Sesbania aculeta* L.) lévő nitrogén AULAKH et al. (2001) szerint segítette a szélsőségesen eltolódott C:N arány (64:1, illetve 94:1) helyreállítását, illetve növelte a kijuttatott karbamid hatékonyságát is. MANDAL et al. (2003) kimutatták, hogy két sesbania faj (*Sesbania rostrata* Bremek & Oberm., *Sesbania aculeata* Wild. Poir) és a mungóbab (*Vigna radiata* L.) zöldtrágyanövények jelentősen növelték a talaj szervesanyag-tartalmát és fokozták a rizs növekedését. LADHA et al. (2000) vizsgálataik alapján azolla (*Azolla microphylla* Kaulf.) és sesbania (*Sesbania rostrata* Bremek & Oberm.) után 57-64 kg gyűjtött nitrogén maradt hátra a rizs számára.

CSERHÁTI (1897) felhívja a figyelmet arra, hogy a nem pillangós növények (például a mustár és a csibehúr) jóllehet csak a talaj humusztartalmát növelik, de mivel a pillangósoknál gyorsabb fejlődésűek, ha rövid vegetációs periódus áll rendelkezésre, célszerűbb ezeket választani. Már CSERHÁTI felismerte az áttelelő zöldtrágyanövények köztes védőnövény funkcióját: *„ gyökereikkel összeszedik a talajban fölvehető alakban lévő nitrogént, s így meggátolják azt, hogy ezen nitrogént a téli nedvesség a mélyebb rétegekbe mossa.”*.

A köztes védőnövénynek gyakran vetett rozs megvédi a talajt az eróziótól, már 1 hónap után 30%-kal nagyobb védelmet nyújt a fedetlen kontrollal szemben. Elősegíti a talajaggregátumok képződését, és javítja a talaj vízfelvevő, vízbefogadó képességét, növeli a talaj stabilitását (BURKET et al. 1997, CREMER et al. 1997, KINYANGI et al. 2001, STIVERS-YOUNG 1998, ANDRASKI és BUNDY (2005)). Rozs pillangóssal, vagy káposztafélével keverékben vetve nemcsak az eróziós károkat csökkentette, hanem a nitrogén veszteséget is (GALLANDT et al. 1998, NYIRANEZA

2003, SANCHEZ et al. 2001). SCHOMBERG et al. (2006) kísérletében is a legnagyobb biomasszát a rozs adta. A gyapot termését is leginkább a rozs fokozta.

A zöldtrágyanövényekben lévő nitrogén könnyen hozzáférhető az utóvetemény számára. STUTE és POSNER (1995) szöszös bükkönnyel és vörösherével végzett kísérletei során arra az eredményre jutott, hogy a növények nitrogéntartalmának fele a talajba juttatás után négy héttel már feltáródott, és a kukorica fejlődéséhez biztosította a nitrogént. Tíz héttel a talajba juttatás után a nitrogén jelentős része (mintegy 80%-a) felszabadult, így a kukorica jelentős nitrogénforráshoz jutott a pillangósoktól. THÖNNISSEN et al. (2000a) is a pillangósok (szója és indigó *(Indigofera tinctoria)*) gyors bomlásáról számolt be 5 hét múlva biomasszájuk 30-70 %-a elbomlott. A nitrogén 2/3-a 2-6. hét között felszabadult, de a maradék 1/3 is hozzáférhetővé vált 5-8. hét közötti időintervallumban. Az utóvetemény paradicsom betakarításakor a zöldtrágyanövények által biztosított nitrogén 30-60 %-a volt a talajban megtalálható, többnyire huminsavak formájában. THÖNNISSEN et al. (2000b) tápanyagban szegény talajon egyértelműen pozitív hatást tudott kimutatni, tápanyagban gazdag talajon a terméstöbblet viszont csekély volt.

CHERR et al. (2006b) bizonyította, hogy a 12,2 t/ha száraztömeget és 172 kg/ha nitrogént 14 hét alatt elérő krotalaria nitrogéntartalmának (*Crotalaria juncea* L.) 4 héttel a vegetáció megszakítása után már 45-58 %-a feltáródott.

COLLINS et al. (2007) részletesen vizsgálta a barna mustár nitrogén felvételét és annak feltáródását az utóvetemény burgonya számára. A kísérletekhez ^{15}N izotópot használt. A hektáronként kijuttatott 56 kg nitrogén 34-51%-át vette fel a zöldtrágyanövény, 4,6-7,5 t biomasszát adva. A teljes nitrogén tartalma 92-142 kg volt. A nitrogén 29 %-át, tehát mintegy 30-40 kg-ot az utóvetemény burgonya felvette a vegetációja alatt.

AULAKH és PASRICHA (1998) szerint a tehénborsó gyorsan, már 45-50 nap alatt 62-86 kg nitrogént gyűjtött hektáronként.

A csillagfürt kedvező tulajdonságait már a római szerzők (CATO, VERGILIUS COLUMELLA) is felismerték. PFEIFFER (1909) is a fehérvirágú csillagfürtöt találta a legalkalmasabb zöldtrágyanövénynek.

FRIED (1928) a csillagfürtöt fővetésben termesztette, de sávokban takarmánytököt vetett. A csillagfürtöt június elején dolgozta be, még mielőtt a tök intenzív növekedésnek indult volna. Ezzel a módszerrel a fővetésű zöldtrágyázás mellett is lehetősége nyílt fővetésű növény termesztésére.

WESTSIK (1928b) megfigyelte, hogy a fehérvirágú csillagfürt zöldtrágya jelentősen növelte a burgonya termését. BITTERA (1935) a csillagfürt nagy előnyének tartotta, hogy a talaj nehezen oldható foszfortartalmát is képes hasznosítani.

AJTAY (1959) csillagfürt után 8 év átlagában háromszoros burgonyatermést mért a kontrolhoz képest. A csillagfürt vetését csak augusztus közepéig javasolta, utána már inkább a szöszös bükköny vetését tartotta célszerűnek.

Mivel a szöszös bükköny áttelelő zöldtrágyanövény, gyakran alkalmazzák köztes védőnövényként is. DECKER et al. (1994), CLARK et al. (1994), KUO et al. (1997), MUELLER és THORUP-KRISTENSEN (2001) a szöszös bükkönyt találták a leghatékonyabb nitrogéngyűjtőnek, ez a növény növelte leginkább a talaj nitrogéntartalmát, fokozta legjobban az utóvetemény termését. DECKER et al. (1994) szerint a szöszös bükköny 205 kg/ha, az őszi borsó 180 kg/ha a bíborhere pedig 170 kg/ha nitrogént tartalmazott. THORUP-KRISTENSEN (2001) mérései alapján a szöszös bükköny 149 kg/ha, az alexandriai here és a bíborhere átlagosan 60-100 kg/ha nitrogént tartalmazott. CHERR et al. (2006b) szerint a a szöszös bükkönyben 51 kg/ha nitrogén volt.

SAINJU és SINGH (1997) tapasztalatai alapján a szöszös bükkönyben 150-200 kg/ha, SWEENEY és MOYER (2004) szerint 135 kg/ha, SCHOMBERG et al. (2006) szerint 80 kg/ha gyorsan feltáródó nitrogén volt. KRANTZ és CHANDLER (1954) tapasztalatai alapján viszont pozitív hatása kukorica monokultúra után még három év múlva is jelentkezett.

BROWN et al. (1993) kimutatta, hogy a szöszös bükköny fejlődése során csak kevés vizet használt fel, a hátrahagyott nitrogénjének eredményeként a kukorica szignifikánsan nagyobb termést adott mind konvencionális, mind no-tillage művelésmód esetében is. WILSON és HARGROVE (1986) bíborhere esetében is azt tapasztalta, hogy a művelésmód nem befolyásolta a nitrogén feltáródását.

BILALIS et al. (2009) kísérlete azt mutatta, hogy a vöröshere és a szöszös bükköny egyaránt szignifikánsan növelte a dohány termését és beltartalmi mutatóit.

ASTIER et al. (2006) eredményei szerint a takarmány bükköny nem csak a kukorica termésére volt hatással, hanem fokozta annak nitrogén és foszfor felvehető képességét is. CAVIGELLI és THIEN (2003) beszámolt róla, hogy más pillangósok (lucerna, vöröshere sárgavirágú somkóró) is fokozták az utóvetemény foszforfelvételét.

SAINJU et al. (2007) azt tapasztalta, hogy bár a legtöbb nitrogént a bükköny tartalmazta, de magasabb nitrogéndózis mellett már nem volt képes az összes kijutatott

nitrogént felvenni. A rozs hatékonyan felvette a nitrogént, viszont nehezen és lassan adta le. A nitrogénkimosódás megakadályozására és a tápanyagok utóvetemény számára optimális biztosítására a két növény keveréke bizonyult a legjobbnak.

TEJADA et al. (2007) vizsgálatai szerint a vöröshere, a repce és a két növény keveréke is jelentősen növelte az utóvetemény kukorica termésparamétereit a kontrolhoz képest.

BAUER és ROOF (2004) rozs, bíborhere, illetve a kettő keverékének hatását vizsgálták a gyapot termésparamétereire. A bíborhere után tapasztalták a legnagyobb és legjobb minőségű termést. DACHLER és KÖCHL (2003) kimutatták a vöröshere és a perzsahere termésnövelő hatását. WIVSTAD (1998) bizonyította, hogy a sárgavirágú somkóró 8, 14 és 20 hetes korában bedolgozva is több nitrogént tárt fel, mint a hasonló korú vöröshere. Az utóvetemény tavaszi búza is somkóró után adott nagyobb termést. VÁRADI SZABÓ (1915) az árvakelésű borsó után jelentős terméstöbbletet mért. SCHNEIDEWIND (1915) szerint a borsó-, lóbab- és bükkönykeverék jelentősen fokozta a burgonyatermést.

A kisebb föld feletti tömeg nem feltétlenül jelent rosszabb tápértéket. GYÁRFÁS (1961) tapasztalatai alapján a komlóslucerna jóllehet kisebb földfeletti tömeget adott, mint a hüvelyesek, nagy gyökértömegével mégis velük megegyező mennyiségű N-t gyűjtött. Gyökérzete nem hatolt mélyre, de a talaj felső rétegét dúsan behálózta.

A nem pillangós zöldtrágyanövények kedvező hatása is jelentős, esetenként megközelítheti, vagy akár meg is haladhatja a pillangósokét. KEMENESY (1959a) azt tapasztalta, hogy a tavaszi repce másodvetése dúsan behálózta a talajt, nitrogén-, és foszfortartalma pedig megközelítette a pillangósok beltartalmi értékeit. JAHN-DEESBACH (1965) az olajretket az egyik legjobb burgonya elővetményének tartotta. Jelentős mértékben javult a talaj tápanyag-szolgáltató képessége is.

GYŐRFFY (1958) eredményei szerint a napraforgó adta a legnagyobb zöldtömeget (23,2 t/ha), utána közel azonos biomasszával a szegletes lednek (15,9 t/ha) és a somkóró (15,5 t/ha) következett, míg a borsó csak 8,5 t/ha biomasszát ért el.

MIHÁLYFALVY (1959, 1960a, 1960b, 1962a, 1962b) is hasonlókat tapasztalt. Bár a zöldtrágyának termesztett másodvetésű napraforgó vízigénye meghaladta a legvízigényesebbnek tartott vöröshere vízigényét is, öntözött körülmények között hét év átlagában a napraforgó zöldtrágya a borsófélék, a fehér mustár és az egyéves somkóró zöldtömegének négyszeresét adta. A nagy biomasszájú napraforgó zöldtrágya mellé

jelentős mennyiségű nitrogént juttattak ki, megakadályozva a pentozán hatás kialakulását. Termesztése jelentősen növelte a búza a kukorica és a rizs terméseit.

BELÁK (1953) beszámolt róla, hogy barna erdőtalajon a tarlónapraforgó jelentős talajlazító hatást fejtett ki, így növelte a takarmányrépa utóvetemény termését.

WESTSIK (1956) 1950-ben barna vályogtalajon 12 parcellás kísérletben hasonlította össze a napraforgó és a csillagfürt zöldtrágyázási paramétereit másodvetésben. Bár a csillagfürt kisebb biomasszát ért el és nagyobb mértékben növelte az utóvetemény termését, mint a különböző sortávra vetett tarlónapraforgó, a napraforgó után is terméstöbbletet mért.

2.3.2. Semleges, vagy bizonytalan hatás

A zöldtrágyázás hatását több környezeti tényező együttesen alakítja ki, így a kísérletek egy része nem várt eredményeket is hozhat. Bár az esetek többségében az eredményekben statisztikailag igazolható az eltérés, előfordul, hogy nem mutatható ki szignifikáns különbség.

RICHARDS et al. (1996) mustár és olajretek után tavasz árpánál, ALLISON et al. (1998a, 1998b) facélia, mustár és olajretek után cukorrépánál, DACHLER és KÖCHL (2003) tavaszi repce után őszi búzánál, KÄNKÄNEN és ERIKSSON (2007) vörös és fehérhere után tavaszi árpánál, CAVIGELLI és THIEN (2003) csillagfürt, őszi borsó, szöszös bükköny, őszi búza után ciroknál nem tudott statisztikailag igazolható különbségeket kimutatni.

POPAY et al. (1993) azt tapasztalták, hogy a csillagfürt, a lóbab, a takarmánybükköny, a fehér mustár, a repce, az olajretek, a bab és az angolperje zöldtrágyanövények után a borsó és a búza termésmennyisége nem volt összefüggésben sem a zöldtrágyanövények biomassza-mennyiségével, sem azok gyomosságával.

KARA és PENEZOGLU (2000) eredményei alapján a zöldtrágyázás nem befolyásolta a talaj szervesanyag-tartalmát.

ODHIAMBO és BOMKE (2004) mérései szerint az őszi búza, az őszi árpa és a rozs köztes védőnövényeknek sekély gyökérzetük miatt a 20-40 és a 40-60 cm talajréteg nedvességtartalmára már nem volt szignifikáns hatásuk.

SARKADI (1962) hangsúlyozta, hogy bár a hazai szakemberek többsége hatékony termésnövelő eljárásnak tartja a műtrágyával kiegészített tarlónapraforgó

zöldtrágyaként történő termesztését, kevés a megbízható kísérleti adat, így kérdéses az eljárás jövedelmezősége is.

2.3.3. Kedvezőtlen hatás

Több paraméter is okozhatja a zöldtrágyázás kedvezőtlen hatását. SZABÓ (1986) szerint szervestrágyázással jelentősen beavatkozunk a talajéletbe. Olyan anyagforgalmi változások indulhatnak be, amelyek átmenetileg akár csökkenthetik is a talajtermékenységet.

ROSZIK (1993) azt tapasztalta, hogy a zöldtrágyanövények elvonhatják a tápanyagot és a vizet, akadályozhatják a talaj-előkészítést. GYÁRFÁS (1929b, 1953) megfigyelései szerint az esetenkénti túl nagy zöldtömeg is okozhat gondot a jelentős vízfelhasználása miatt.

WESTSIK (1936) és BALLENEGGER et al. (1936) eredményei alapján a frissen bedolgozott zöldtrágya az utóvetemények hiányos kelését és lassú kezdeti fejlődését okozta, ezért javasolják 4-6 hetet várni a bedolgozás és a vetés között. DEGREGORIO (1995), BURKET et al. (1997), STIVERS-YOUNG és TUCKER (1999), és LABARTA et al. (2002) tapasztalatai szerint a zöldtrágyázás hátráltatta az utóvetemény vetését.

KISMÁNYOKY (1993) felhívta a figyelmet arra, hogy a másodvetésnél szélsőséges éghajlati viszonyok között – elsősorban a csapadékhiány miatt – a zöldtömeg mennyisége rendkívül bizonytalan. Ez a tény nagymértékben akadályozza alkalmazásának nagyobb arányú elterjedését. A haszon sokszor azért is korlátozott, mert magas járulékos költségekkel jár a zöldtrágyanövények vetése. (POSNER et al. 1995, STIVERS-YOUNG és TUCKER 1999, ABAWI és WIDMER 2000, LABARTA et al. 2002).

SCHNEIDEWIND (1915) megfigyelte, hogy a fehér mustár után a burgonya kevesebbet termett, mint a kontrol. Ezért nem javasolta zöldtrágyanövényként való felhasználását. KOLBAI (1931a) szerint is inkább pillangóst kell vetni.

RASMUSSEN és ANDERSEN (1994) Dániában láp talajon végzett kísérletei alapján fehér mustár után csökkenő búzatermésről, illetve takarmányrépa esetében kisebb állománysűrűségről és kisebb szárazanyag-tartalomról számolt be.

Több szerző is beszámolt a tarlónapraforgó kedvezőtlen hatásairól. WESTSIK (1956, 1960a) kísérletében homoktalajon napraforgó után a kontrolhoz képest első évben a burgonya, második évben a rozs kevesebbet termett. Véleménye szerint laza homoktalajon műtrágya-kiegészítés nélkül a napraforgó nem képes a terméseket fokozni. WESTSIK (1956, 1957) a tarlónapraforgót mulcsként meghagyva és csak tavasszal alászántva, műtrágya-kiegészítés nélkül szintén az utóvetemény terméscsökkenését eredményezte.

GYŐRFFY (1958) búzatarlón vetett másodvetésű napraforgó zöldtrágya után mind búzánál, mind kukoricánál terméscsökkenést tapasztalt jó termékenységű középkötött vályogtalajon. Búzánál két év átlagában 27 % volt a terméscsökkenés. A napraforgó terméscsökkentő hatása még nitrogén kiegészítés mellett is jelentkezett. KÜKEDI (1958a, 1958b) azt tapasztalta, hogy a tarlónapraforgó jelentősen kiszárította a talajt, utána a búza gyakran vontatottan kelt.

BAUER (1973) is hasonló eredményekről számolt be. Az elvénülten bedolgozott napraforgó után mind rozsban (virágzás kezdetén alászántva), mind kukoricában (teljes virágzásban alászántva) terméscsökkenés jelentkezett. A korábban, bimbózás kezdetén bedolgozott napraforgó is csak akkor volt gazdaságos, ha a nitrogénműtrágyát a napraforgó bedolgozásához közeli időpontban juttatták ki. A szerző szerint csak az agrotechnika szigorú betartásával javasolható a napraforgó zöldtrágyának, ellenkező esetben jelentős veszteségeket okozhat. KEMENESY (1959b) eredményei szerint csak a 30 cm magasságú napraforgó növelte az utóvetemény termését, későbbi fenofázisban bedolgozva terméscsökkenést okozott.

Több irodalmi forrás is megemlíti, hogy a köztes védőnövénynek, illetve zöldtrágyának vetett őszi kalászosok többek között a pentozán hatás miatt csökkentették az utóvetemény termését. ANTAL (1964) azt tapasztalta, hogy a rozs tisztán csak úgy volt alkalmas zöldtrágyának, ha a bedolgozást követően jelentős mennyiségű nitrogént juttattak ki. WAGGER (1989a, 1989b) eredményei szerint rozs köztesnövény után 1984-ben 25 % (30 kg), 1985-ben 18 % (21 kg) plusz nitrogénigény jelentkezett. CLARK et al. (1994), CLARK et al. (1997a, 1997b), VAUGHAN és EVANYLO (1998) kimutatta, hogy a később bedolgozott rozs hiába tartalmazott kétszer több nitrogént, mint amelyiket korán dolgozták be, mégis sokkal rosszabb C:N arányt hagyott hátra.

SAINJU et al. (1998) kimutatta, hogy a rozs a bíborherénél és a szöszös bükkönynél sokkal hatékonyabban és nagyobb mélységből veszi fel a talajból a

nitrogént, így fejlődése gyorsabb, és nagyobb biomasszát eredményez. A felhasznált nagymennyiségű nitrogénnek, illetve a felépített nagy biomasszának a kialakuló pentozán hatás miatt az utóvetemény szempontjából káros hatása volt.

ODHIAMBO és BOMKE (2004) őszi búza, őszi árpa és rozs köztes védőnövények hatását vizsgálva kedvezőtlen talaj C:N arányt tapasztaltak.

DECKER et al. (1994) vizsgálatai szerint a köztes védőnövény őszi búzában 40 kg/ha nitrogén volt. A kukorica a búza után kisebb termést adott, mint a kontrolon. KUO et al. (1997), BURKET et al. (1997), STIVERS-YOUNG és TUCKER (1999) is azt tapasztalták, hogy rozs után csökkent a nitrogén mennyisége a talajban, illetve az utóvetemény kezdeti fejlődése során a rozs által felvett nitrogén még nem volt hozzáférhető.

Esetenként pillangós zöldtrágyanövények után is tapasztaltak terméscsökkenést. KERPELY (1895) beszámolt róla, hogy a másodvetésű csillagfürt után termesztett zab a kontrol területhez képest kisebb termést adott. A jelenséget azzal magyarázta, hogy a jobb nitrogénellátottság a zab bujább fejlődését vonta magával, így érését hátráltatta, és a fellépő hőségben kényszerérés következett be. HUNTINGTON et al. (1985) azt tapasztalta, hogy direktvetésnél, ha a lezúzott növény a talajfelszínen marad, feltáródása jóval lassúbb. A teljes feltáródás csak a tenyészidő második felére ment végbe. Mivel kezdetben csekély volt a nitrogén feltáródás mértéke, csak 45 kg nitrogén-hatóanyag - a bükköny nitrogénjének 29 %-a - tárodott fel, ez a lassabb feltáródás visszavetette a kukorica kezdeti fejlődését.

FISHLER et al. (1999) korai és kései vetésidejű krotalaria (*Crotalaria ochroleuca* G. Don.) után két éven keresztül vizsgálták a kukorica és a bab terméseredményeit. Első évben a korai vetésű krotalaria után a kukorica 40%-kal, a bab 45%-kal, kései vetésű után a kukorica 22%-kal, a bab 14%-kal termett kevesebbet.

CAVIGELLI és THIEN (2003) eredményei szerint a csillagfürt zöldtrágya kedvezőtlen hatással volt a cirok foszforfelvételére.

KÄNKÄNEN és ERIKSSON (2007) azt tapasztalta, hogy komlós lucerna esetében csekély mértékben nőtt a nitrogénkimosódás mértéke.

2.4. A zöldtrágyázás, az istállótrágyázás és a műtrágyázás hatásainak összehasonlítása

Már NAGYVÁTHY (1821) is írta, hogy: *„A' májjas fekete darabos trágya az agyagos földekben tovább termékenyít: a' homokból, ha eső nem jár, mindent kiéget."*. BITTERA (1924) szerint: *„A zöldtrágyázás hatása szelíd, egyenletes és tartós. Ezért közvetlenül utána még olyan növényeket is termeszthetünk, amelyek az istállótrágya használatát megsínylik."* WESTSIK (1955a) a két trágyaféleség összehasonlítását az alábbi, szállóigévé vált mondatában foglalta össze: *„Homokon az istállótrágya hevít, a zöldtrágya üdít."*.

CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887) a zöldtrágyázás hatását egy, legfeljebb két évre tette. GYŐRFFY (1958) a pillangós zöldtrágyák termésnövelő hatását két évig tudta kimutatni. WESTSIK (1928b), KRANTZ és CHANDLER (1954) szerint a zöldtrágyázás hatása 3 évre terjed ki. BITTERA (1924, 1935) kimutatta, hogy a műtrágyázással kiegészített zöldtrágyázás hatása 2-3 évig tart. KISS (1956, 1961) a tarlónapraforgó zöldtrágya virágzáskor 85-170 kg/ha pétisóval történt ellátása után hatását homoktalajon 2-3 évre, kötött talajon 3-4 évre becsülte.

SCHULTZ-LUPITZ (1890, 1891, 1892) németországi homoktalajokon csillagfürttel végzett kísérleteiben istállótrágyázás után 14,6 tonna, csillagfürttel végzett zöldtrágyázás után 23,4 tonna volt a betakarított burgonya hektáronkénti termése.

CSERHÁTI (1922) és BITTERA (1924, 1935) azt tapasztalták, hogy sovány homoktalajon a termőképesség fokozásának legbiztosabb módja a zöldtrágyázás. Olcsóbb, mint a műtrágya, és alkalmazása is kevésbé kockázatos. FRIED (1928) bizonyította, hogy a zöldtrágyázott rozs termésében felülmúlta az istállótrágyázott területekét. KÓNYA (1961) gödöllői homoktalajon végzett kísérletében a 350 kg/ha pétisóval kiegészített tarlónapraforgó után a kukorica 20 %-kal többet termet, mint a 35 t/ha istállótrágya-adag után.

WESTSIK (1934, 1944, 1951a, 1951c, 1951d, 1954a, 1954b, 1955a, 1955b, 1958, 1960b, 1965) és LAZÁNYI (1994) nyírségi savanyú homoktalajon 15 különböző vetésforgó hosszú távú összehasonlítását végezték el. A vizsgált vetésforgók az alábbiak voltak:

1. vetésforgó parlagoltatással
2. vetésforgó fővetésű csillagfürt zöldtrágyázással
3. vetésforgó fővetésű csillagfürt gyökértrágyázással
4. vetésforgó szalmatrágyázással
5. vetésforgó pétisóval erjesztett szalmatrágyával + műtrágyázással
6. vetésforgó vízzel erjesztett szalmatrágyázással + műtrágyázással
7. vetésforgó vízzel erjesztett szalmatrágyázással
8. vetésforgó gyökér- és tarló-zöldtrágyázással
9. vetésforgó takarmánytermesztéssel
10. vetésforgó kettős takarmánytermesztéssel
11. vetésforgó istálló- és műtrágyázással
12. vetésforgó takarmánytermesztéssel és zöldtrágyázással
13. vetésforgó tarlózöldtrágya (maradvány) tavaszi leszántásával + PK kiegészítés
14. vetésforgó tarlózöldtrágya őszi leszántásával
15. vetésforgó tarlózöldtrágya (maradvány) tavaszi leszántásával

A részletes 30 évet átölelő vizsgálatsorozat alapján WESTSIK megállapította: *„legolcsóbb szervestrágya a zöldtrágyanövény, ha termesztése több évi átlagban legalább közepesen sikerül.”*. Az istállótrágya után kisebb volt a termésnövekedés, esetenként terméscsökkenés állt elő, míg zöldtrágyázást a homok mindig meghálálta. Az istállótrágyázás csak jelentős műtrágya-kiegészítéssel tudta felvenni a versenyt a zöldtrágyázással: *„Az 1931-től 1960-ig terjedő időszak minden évben a zöldtrágyás vetésforgók tiszta jövedelme volt a legnagyobb. ...a fővetésű zöldtrágyákat laza homoktalajokon leghelyesebb és a legjövedelmezőbb rozs alá adni. Viszont a tarlózöldtrágyák a legjobb hatást a burgonyaterméseknél fejtik ki.”*. WESTSIK (1923, 1927, 1932) szerint gyengébb termőképességű talajokon a zöldtrágyázás a zöldtrágyanövény alá kijutatott műtrágya-kiegészítéssel teljes mértékben képes az istállótrágyázás kiváltására. Legcélszerűbbnek a vegyes szervestrágyázást tartotta (WESTSIK 1955b): *„legjobbnak bizonyult, ha a vegyes szervestrágyázáson alapuló vetésforgók 6-8 szakaszból állnak. Ezek közül évente egy szakasz részesüljön tisztán istállótrágyázásban és egy szakasz pedig tisztán zöldtrágyázásban.”*

TRANGER (1967) az összes mikroorganizmus számát, a talaj szacharáz és foszfatáz enzimaktivitását vizsgálva megállapította, hogy a biológiai aktivitás az istállótrágyázott parcellákon volt a legnagyobb, azonban homoktalajon nem kívánatos a

sok mikroorganizmus, mert a nagy bomlási aktivitás miatt sok szervesanyag és tápanyag is kárba vész, így a zöldtrágyázás kedvezőbb hatással bír. KEMENESY (1972) felhívja a figyelmet arra, hogy a zöldtrágyázásnál a gyökérmaradványok szerepe kimagasló, mert homogénen behálózzák a talajt, és így nagyobb felületen biztosítják a mikrobák ellátását, mint az istállótrágya.

GYÁRFÁS (1929a) hangsúlyozta, hogy nem csak a laza szerkezetű homoktalajok, hanem kötött, tömörödésre hajlamos, vagy szikes talajok is javíthatók zöldtrágyázással. Több kísérletben több éven keresztül hasonlította össze a különböző szervestrágyák termésnövelő hatását. Mészben szegény, kötött talajon a kontrol 0,73 t/ha rozst termett, a 20 t mésziszapot kapott terület 0,56 t/ha rozst, míg a 20 t mésziszap + fehér somkóró zöldtrágyanövény után 1,62 t/ha volt a rozs termése. A bíborhere és az egy és kétéves somkóró hatását két éven át vizsgálta (*1. táblázat*). A bíborhere alig adott zöldtömeget, közepes zöldtömeget nyújtott az egyéves somkóró, és nagy zöldtömeget a kétéves somkóró. A cukorrépánál (*2. táblázat*) is a kétéves somkóró, míg őszi búzánál (*3. táblázat*) a napraforgó zöldtrágya biztosította a legnagyobb termést.

1. táblázat A különböző trágyaféleségek hatása az utóvetemény burgonya és zab termésére (GYÁRFÁS, 1929a)

Kezelés	1. év burgonya (t/ha)	2. év zab (t/ha)
kontrol	12,62	0,31
20 t mésziszap	14,99	1,08
20 t mésziszap + bíborhere	15,10	1,48
20 t mésziszap + 1 éves somkóró	16,56	2,12
20 t mésziszap + 2 éves somkóró	17,85	2,57

2. táblázat A különböző trágyaféleségek hatása az utóvetemény cukorrépa termésére (GYÁRFÁS, 1929a)

kezelés	cukorrépa (t/ha)
kontrol	31,57
2 éves somkóró	35,77
friss istállótrágya + 100 kg szuperfoszfát + 50 kg 40 % KCl + 50 kg csilei salétrom	33,68
friss istállótrágya + 100 kg szuperfoszfát + 50 kg 40 % KCl + 50 kg csilei salétrom + somkóró zöldtrágya	44,10

3. táblázat A különböző trágyaféleségek hatása az utóvetemény búza termésére (GYÁRFÁS, 1929a)

kezelés	búza (t/ha)
26 t/ha mészíszap	2,78
52 t/ha mészíszap	2,90
szeges borsós zöld ugar	2,57
somkóró zöldtrágya	2,90
napraforgó zöldtrágya	2,17

SCHULTZ-LUPITZ (1890, 1891, 1892) kizárólag a Liebig-féle minimumtörvénnyel (LIEBIG 1862) magyarázta, hogy pillangós elővetemény után a kálium és foszforműtrágyák jobban érvényesültek, a növény nagyobb termést adott. GYÁRFÁS (1953) szerint bár az istállótrágya és a zöldtrágya beltartalmi paraméterei hasonlóak (*4. táblázat*), és a zöldtrágyában valamivel kevesebb a foszforsav, mint az istállótrágyában, az a növények számára mégis könnyebben felvehető. Hasonló megállapítást tett KEMENESY (1959b) is.

4. táblázat Az istálló- és zöldtrágya beltartalmi paramétereinek alakulása (GYÁRFÁS, 1953)

trágya	víz (%)	nitrogén (%)	foszforsav (%)	kálium (%)
istállótrágya	75	0,5	0,25	0,6
zöldtrágya	82	0,4-0,7	0,1-0,2	0,3-0,7

TIESDALE és NELSON (1966) a könnyebb foszforfelvételt az elbomlás alatti fokozatos foszfor-felszabadulással, a lokalizált elhelyezéssel, a felvehetőséget fenntartó szervessavak jelenlétével és bizonyos komplex ionok képződésével magyarázta.

SIGMOND (1905) azt tapasztalta, hogy kedvező viszonyok között az istállótrágya nitrogéntartalma a zöldtrágyáéval egyenértékű, kedvezőtlen viszonyok között viszont a zöldtrágya nagyságrendekkel felülmúlhatja az istállótrágya hatását. Ezért *„az istállótrágya-termelést csak addig fokozzuk míg ez gazdaságos, az ezen felül szükséges nitrogéntrágyát pedig lehetőleg zöldtrágyával pótoljuk.”*.

Kedvezőtlen termőhelyi körülmények között, homoktalajon vitathatatlan a zöldtrágyázás előnye, ezt valamennyi szerző kiemelte, de kedvezőbb termőhelyi körülmények között már nem ilyen egyszerű a helyzet. GYÁRFÁS (1929b) szerint: *„A zöldtrágyázás elsősorban külterjes viszonyok közé, a szántóföldi termelés lehetőségének*

mintegy mesgyéjén álló silány homok- és kavicsos talaj feljavítására való. Itt fejti ki a zöldtrágyázás a legnagyobb hatást: a gyenge terméseket megkétszerezi, megháromszorozza. A jobb, a kötöttebb talajokon már kisebb a zöldtrágyázás jelentősége.”. Emellett kiemeli, hogy: *„Sovány, műtrágyával el nem látott talajon a zöldtrágyanövény nagy tömeget nem adhat.”*. LÖNHARDNÉ és KISMÁNYOKY (1993) eredményei alapján a búzaszalma + zöldtrágya 1991-ben kevésbé, 1992-ben jobban növelte az utóvetemény kukorica egyedi levélterületét, mint az istállótrágya.

CSERHÁTI (1892, 1897) véleménye szerint azokban a gazdaságokban, ahol nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű és minőségű istállótrágya – „*talajaink istállótrágyát csak 6-8 évente kapnak*” (CSERHÁTI 1922) – a nitrogénműtrágyák drága ára miatt egyedüli megoldásként a zöldtrágyázást javasolja a talajok jó *„trágyaerőbe”* hozásához. A zöldtrágyanövényekből származó nitrogén lassabban tárodik fel és férhető hozzá a növények számára, mint a műtrágyákból származó, így a hosszabb, elnyújtott hatás miatt a zöldtrágyázott parcellák aszálytűrése jobb, mint a műtrágyázottaké. CSERHÁTI részletesen említi a lehetséges hátrányokat is. A pillangósok kezdeti fejlődéséhez éppúgy szükséges a nitrogén, mint bármely nem pillangós növény esetében, a csak később beinduló nitrogéngyűjtés miatt, így a zöldtrágyázás sem megvalósítható nitrogénkijuttatás nélkül. Zöldtrágyázással csak a talaj nitrogén és humusztartalma növelhető, foszfor és kálium hiányában *„a termés silány marad”*, így gondoskodni kell ezeknek az elemeknek a pótlásáról is: *„…a zöldtrágya egymagában nemcsak hogy nem elég, hanem annyiban veszedelmes is, mert a talaj nagyobb mérvü kihasználását mozdítja elő, s így annak kizsarolására vezet… ha egyrészt a talaj két fontos alkotórészét gyarapítja is, másrészt a szintén nagyon fontos ásványi anyagok kizsarolását s ennek folytán a talaj kiélést mozdítja elő…tehát csak az esetben lesz megfelelő trágyaféle, ha az ásványi anyagokról gondoskodunk…csak ott van helye, ahol a gazdasági viszonyok nem engedik meg, hogy annyi istállótrágyát termeljünk, mint amennyire a gazdaságnak szüksége volna.”*.

FÖRSTER (1893) és EHRENPFORDT (1962, 1963) szerint sem elegendő önmagában a zöldtrágyázás. A sikeres növénytermesztéshez elengedhetetlennek tartották a kiegészítő mész-, káli- és foszfortrágyázást. CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887) sem tartotta a zöldtrágyát az istállótrágyával egyenértékűnek. BERNÁTSKY (1943) megfogalmazásában a zöldtrágyának is alkalmas növények feletetve jobban érvényesülnek, mint zöldtrágyaként, *„a zöldtrágyázásnak inkább csak átmeneti, kisegítő szerepe van s így a talajerőfenntartás mindenkori alapja az istállótrágyázás marad”*.

BITTERA (1928) is hasonlóan vélekedett: *„a zöldtrágyázás fő előnyének azt tartjuk, hogy felkarolásával a homoktalajú gazdaságokban is fokozható az állattartás.”*.

BAUER (1961, 1969) vizsgálatai alapján a nitrogén műtrágyával kiegészített napraforgó zöldtrágya bizonyos mértékben kiválthatja az istállótrágyát. 4 év átlagában jobb eredményeket kaptak, ha a N-t a napraforgó vetésekor és alászántásakor juttatták ki, mintha az utóvetemény kukorica kapta volna azt.

ANTAL (1959) azt tapasztalta, hogy szöszös bükköny zöldtrágya után jelentősen nőtt valamennyi termesztett növény termése. A rozs, amely trágyázatlanul 0,8-1,2 t/ha termést adott, szöszös bükkönyös rozs, illetve 26 t/ha istállótrágya után egyaránt 2,2-2,4 t/ha termést produkált. Kukoricánál a 1,4 t-ról 2,8 t/ha-ra, illetve 2,4-2,8 t/ha-ra nőttek a terméseredmények. Burgonyában a kontrol 5,2-6,0 t/ha termésével szemben 10,4-13,0 t/ha, illetve 12,1-15,6 t/ha terméseket értek el. A szöszös bükkönyös rozs felvette a versenyt az istállótrágyázással.

PFEIFFER (1909) számításai alapján a csillagfürt zöldtrágya 20-24 t/ha istállótrágyának felel meg. KISS (1956, 1961) és ANTAL (1964) számításai alapján a zöldtrágyázás megfelelő műtrágya kiegészítéssel egyenértékű 26 t/ha istállótrágyával. A zöldtrágya műtrágya-kiegészítéssel jobbnak bizonyult, mint az istállótrágya. Műtrágya nélkül azonban nem fejtett ki megfelelő hatást.

ANTAL (1973) a vizsgálatokat tovább folytatva 1959-től 1967-ig homoktalajon végzett trágyázási kísérletei során arra az eredményre jutott, hogy a műtrágya-kiegészítés nélkül a zöldtrágyázás nem növelte a termést, az istállótrágyázás viszont közel 20%-kal. A kijuttatott NPK a második évben jobban hatott, így nagyobb volt a termésfokozó hatása is, mint az első évben. Azonos műtrágyadózisok mellett az istállótrágyázott parcellák 90%-kal, a zöldtrágyázottak 48%-kal teremtek többet a csak műtrágyát kapott kontroltól. A rozs zöldtrágya leszántásakor kijuttatott NPK-t az utóvetemény jobban tudta hasznosítani, mintha azt a rozs alá juttatták ki.

LEHNE és SCHÖSSLER (1966) homoktalajon végzett 9 éves kísérletei során azt tapasztalta, hogy az istállótrágya a termést közvetlenül kisebb, a talaj humusztartalmát nagyobb mértékben növelte. A műtrágya, illetve a műtrágyával kiegészített zöldtrágya viszont elsősorban a termést növelte, a humusztartalom növekedéséhez csak csekély mértékben járult hozzá. A műtrágyával kiegészített zöldtrágya csak kevéssel múlta felül a csak műtrágyás kezelést.

AULAKH et al. (2000) viszont bagolyborsóval (Vigna unguiculata) és sesbániával (Sesbania aculeata) folytatott kísérletei során megállapította, hogy 20 t/ha

zöldtrágyahozam 60 kg/ha nitrogén-kiegészítéssel mindkét zöldtrágyanövény esetében megduplázta a rizs termését a kontrolhoz képest, és 6 %-kal többet termett a csak 120 kg/ha nitrogén-hatóanyagot kapott parcelláknál. Őszi búza esetében szintén dupla termést, illetve 25 % terméstöbbletet tapasztalt.

TÓTH et al. (1983) vizsgálatai szerint az egyoldalú nitrogén műtrágyázás jelentősen lecsökkentette a talaj-mikroorganizmusok mennyiségét és fajszámát. MISUSZTYIN (1992) hangsúlyozta, hogy a nitrogén műtrágyázással a talaj mikrobákat is tápláljuk. SZEGI (1979) a talajban élő mikroorganizmusok jelentős része műtrágyafogyasztó, úgy mint a termesztett növények. A műtrágya-felhasználásuk elérheti a kijuttatott műtrágya 50 %-át is. Az általuk felvett nitrogén a növények számára ideiglenesen hozzáférhetetlenné válik, azonban ezekkel a folyamatokkal jelentősen csökkentik a tápanyagveszteséget.

BOLTON et al. (1985) különböző trágyázási módokat vizsgálva azt tapasztalta, hogy a zöldtrágyázás két-háromszorosára növelte a talaj szerves és szervetlen nitrogénjét használó baktériumok számát, és jelentősen fokozta több enzim működését is.

MÜLLER (1991) és KÁTAI (1992, 1999) is arra az eredményre jutott, hogy a talajmikrobák számát és a talajban lejátszódó mikrobiális folyamatokat a szerves és műtrágya együttes alkalmazása serkenti a legnagyobb mértékben. A műtrágya önmagában való alkalmazása alacsonyabb értékekkel jár. A műtrágya kis és közepes dózisokban még serkentően hatott, nagy dózisok alkalmazásakor viszont a mikrobiológiai paraméterek már nem növekedtek tovább, sőt csökkenő tendenciára is felfigyeltek.

BALLENEGGER et al. (1936) tapasztalatai szerint, ha a zöldtrágyára leforgatása előtt kis mennyiségű istállótrágyát szórunk, leforgatás után az istállótrágyában lévő baktériumok a zöldtrágyanövény bomlását is elősegítik, illetve meggyorsítják.

BELÁK (1959) beszámolt róla, hogy a növényi sorrend jelentősen befolyásolta a terméseket, mert: *„Az azonos mennyiségű műtrágyák a jobb talajszerkezetet visszahagyó elővetemények után jobban érvényesülnek, mint gabona után…az azonos mennyiségű műtrágyák termésfokozó hatása a gabonáknál és takarmányoknál jobb, mint a kapásnövényeknél.”*.

KISMÁNYOKY et al. (1993) istállótrágyát, szalma és zöldtrágyát, illetve szervestrágyát nem kapott parcellákon a cellulózbomlás aktivitását vizsgálták

különböző nitrogéndózisok mellett. Eredményeik alapján a legkevesebb cellulóz a szervestrágyát nem kapott területen bomlott le. Az istállótrágya, illetve a szalma + zöldtrágya között nem volt jelentős eltérés a cellulózbontás tekintetében. A nitrogénadag növekvő mennyisége a tenyészidő elején az istállótrágyánál növelte, a szalma + zöldtrágyánál csökkentette a cellulóz bomlását. A tenyészidő végén a különböző nitrogénadagok az istállótrágyánál, illetve a szalma + zöldtrágyánál nem befolyásolták a lebomlott cellulóz mennyiségét, szemben a szervestrágyát nem kapott területtel, ahol csökkentették.

Bár az irodalmi források eltérően ítélik meg a zöldtrágyázás, az istállótrágyázás és a műtrágyázás kapcsolatát, megfelelő helyen és módon alkalmazva a zöldtrágyázás jelentős terméstöbbletet biztosíthat, amely esetenkénti istálló- és műtrágyázással, illetve a három trágyázásmód együttes alkalmazásával tovább fokozható.

2.5. A zöldtrágyanövények szerepe a növényvédelemben

Egyes zöldtrágyanövényeknek a biológiai növényvédelemben is komoly szerep jut, és nem csak a biogazdálkodásban – ahol a kémiai szerek tilalma miatt ez az egyetlen megoldás – hanem a konvencionális kertészeti és szántóföldi növénytermesztésben is.

KAHNT (1986) hangsúlyozta, hogy a zöldtrágyázással ugyanazt a hatást kell elérni, mint egy egészséges vetésforgóval, azaz az altalaj lazítását, a gyomok irtását és a károsítók visszaszorítását.

CHERR et al. (2006a) összegzésében leírta, hogy bár nagyságrendekkel növekedett a zöldtrágyanövényekkel végzett kísérletek száma az elmúlt 15 évben, sajnos legtöbbször csak a biomasszát és a nitrogéntartalmat vizsgálták, pedig ennél sokkal részletesebb ökológiai, biológiai és talajtani vizsgálatokra lenne szükség.

A keresztesvirágú növények jelentős fonálféreggyérítő-hatással rendelkeznek. A nematódagyérítő hatásukat mind főnövényként, mind zöldtrágyanövényként termesztve kifejtik (JOHNSON et al. 1967, LEWIS és PAPAVIZAS, 1971, TIPPMANN 1971, MOJTAHEDI et al. 1991, 1993, NAGY 2002e, 2005a). Így ott, ahol nincs lehetőség a keresztesvirágúak főnövényként való termesztésére, másodvetésű zöldtrágyának vetve is elérhető a kívánt hatás.

A keresztesvirágúak nematicid hatása keverékekben is jól érvényesül GALLANDT et al. 1998, NYIRANEZA 2003, SANCHEZ et al. 2001). A helyes vetésforgó és a zöldtrágyázás együttes alkalmazásával a nematódák száma szignifikánsan csökkenthető, és a gazdasági kárküszöb alá szorítható (DUDDINGTON és DUTHOIT 1960, DUDDINGTON et al. 1961, CHIKAOKA et al. 1982, KAHNT 1986, SCHLANG et al. 1988, DICKSON és HEWLETT 1989). NAGY (2005b) szerint a nematódarezisztens mustár- és olajretekfajták a fonálférgek teljes fejlődési ciklusát blokkolják, így képesek fonálféregmentes talajt biztosítani az utóvetemény cukorrépa, burgonya és gyökérzöldségek számára. INDERJIT (2004) kimutatta, hogy a cukorrépa legveszélyesebb károsítója a *Heterodera schachtii* ellen hatékony megoldás a facélia, mustár vagy olajretek zöldtrágyázás.

A természetes eredetű nematicidek közül a bársonyvirág fajait (*Tagetes patula, T. erecta*) vizsgálták részletesen. Mivel a hatóanyag mesterséges előállítása drága, a növény hajtatásbeli sávos termesztése pedig bőrizgató hatása miatt nehezen kivitelezhető, ezért a fonálféreg-gyérítő zöldtrágyanövények a jövőben is fokozott jelentőséggel bírnak (BUDAI et al. 2005).

A facélia is kiemelt nematicid hatással rendelkezik (WIDMER és ABAWI 1998, VIAENE és ABAWI 1998, BINNYEI 2000, HORVÁTH 2001a, NAGY 2002a, 2002e, 2005a. INDERJIT 2004). BUDAI et al. (2005) facélia után sárgarépánál a fonálféreg-gyérítő hatás következtében a kontrolhoz képest 121 % (7,6 cm; 16,8 cm) gyökérhossz növekedést tapasztaltak.

JOHNSON és MOTSINGER (1990), valamint GARDNER és CASWELL-CHEN (1993, 1994) kiemelik, hogy a facélián, a fehér mustáron, az olajretken, a repcén kívül a pohánkának is van fonálféreg gyérítő hatása. A szántóföldi és kertészeti növénytermesztésben egyaránt nagy gondot okozó *Heterodera* és *Meloidogyne* fajok eredményesen gyéríthetők velük.

KRATOCHVIL et al. (2004) köztes védőnövénynek vetett szudánifű után is szignifikánsan kevesebb nematódát tudott kimutatni az erősen fertőzött talajból. TIESDALE és NELSON (1966) a krotalária a bükköny és a zab fonálféreg-gyérítő hatásáról számolt be.

A zöldtrágyanövények a hasznos szervezetek élőhelyeként is szolgálnak. AXELSEN és KRISTENSEN (2000) rozsban, takarmányrepcében és szöszös bükkönyben jelentős mennyiségű Collenbollát talált. A hasznos ugróvillásoknak jó

élőhelyet biztosítottak az áttelelő zöldtrágyanövények, legnagyobb egyedszámban a takarmányrepcében fordultak elő.

RÄMERT et al. (2000) a szöszös bükköny lebontásában tavasszal szignifikáns különbséget mértek a földigilisztával gazdagon ellátott, és a földigilisztákat nem tartalmazó talaj között. A szervesanyag segítette a giliszták élettevékenységét, a giliszták pedig gyorsították a növényi maradványok bomlását. Nyáron, szárazabb talajviszonyok mellett a különbség statisztikailag már nem volt igazolható.

A zöldtrágyakeverékek jótékony hatással vannak a talaj mikrobiológiai aktivitására is. (GALLANDT et al. 1998, NYIRANEZA 2003, SANCHEZ et al. 2001).

BUDAI et al. (2004, 2005) mérései szerint a facélia, a mustár és az olajretek jelentős mértékű 50-70 % cserebogárpajor mortalitást mutatott a vetetlen kontrolhoz képest. A lárvapusztulás magyarázata, hogy a növények gyökerei biológiailag aktív vegyületeket választanak ki. Ezek elsősorban izotiocianátok, amelyek hidrolizálnak, majd gázosodnak a talajban. A ciántartalmú vegyületek erőteljesen pusztítják a talajban található károsítókat, az állati kártevőket és a kórokozókat is.

A vegyületeket a külföldi szakirodalom biofumigant-oknak nevezi. Az összefoglaló név számos vegyületet takar. (KIRKEGAARD és SARWAR 1998, SARWAR és KIRKEGAARD 1998, SARWAR et al. 1998. BENDING és LINCOLN 1999, GIMSING és KIRKEGAARD 2006).

A zöldtrágyanövények a talajban lévő hasznos és káros gombák fejlődésére is hatnak. GROSSMANN (1976) azt tapasztalta, hogy az olajretek, a szegletes lednek és a fehérhere bedolgozás után serkentette a szártörőbetegség *(Mollisia yallundae / Pseudocercosporella herpotrichoides)* konídiumainak csírázását.

MIELKE (1973) kísérletében a szeradella, vöröshere és fehérhere keveréke csökkentette a torsgomba *(Gaeumannomyces graminis var. tritici)* kártételét.

KAHNT (1986) azt tapasztalta, hogy a borsó fuzáriumos szártőrothadását és hervadását (*Fusarium oxysporum f.sp. pisi, F. solani f.sp. pisi*), illetve a len szártörés és szárbarnulása (*Polyspora lini*) és a fertőző hervadása (*Fusarium oxysporum f. sp. lini*) mérsékelhető fehér libatop, tyúkhúr és pásztortáska vetésével.

A lucerna és szöszös bükköny után a burgonyánál 50 %-kal csökkent a *Rhizoktonia solani* fertőzés. A zöldtrágyanövények vetésforgóba illesztésével más kártevők és korokozók életciklusa is megszakítható (GRIFFIN és HESTERMAN 1991, HONEYCUTT et al. 1996, CREAMER et al. 1996, STIVERS-YOUNG és TUCKER 1999).

SARWAR et al. (1998) az izotiocianátok hatását in vitro körülmények között vizsgálta *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici, Rhizoctonia solani, Fusarium graminearum, Bipolaris sorokiniana* és *Pythium irregulare* gombafajokra. A vizsgálatok alapján a vegyületek valamennyi gombafaj növekedésére hatással voltak. A *Gaeumannomyces* volt a legérzékenyebb, a *Rhizoctonia* és a *Fusarium* mérsékelten érzékenynek bizonyult, a *Bipolaris* és *Pythium* pedig kis érzékenységet mutatott.

A zöldtrágyanövényeknek azonban nem csak kórokozó-gyérítő hatásuk ismert. Bizonyos polifág kórokozók megjelenhetnek és szaporodhatnak a zöldtrágyanövényeken is, fokozva ezzel a károkat (TIESDALE és NELSON 1966, POSNER et al. 1995, STIVERS-YOUNG és TUCKER 1999, ABAWI és WIDMER 2000, LABARTA et al. 2002, ROSZIK 2003).

KOIKE et al. (1996) megfigyelte, hogy a *Sclerotinia minor* polifág kórokozóként fertőzte a szöszös bükkönyt, a facéliát, az olajretket és az őszi borsót is. A lóbab viszont alig (1 % alatt) fertőződött, és a lóbabot követően az utóvetemény salátában is jelentősen csökkent a fertőzött salátanövények száma.

A zöldtrágyanövények gyomelnyomó hatását számos hazai és külföldi szerző vizsgálta. CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887), KEMENESY (1972), SÁGI (1984) és KAHNT (1986) beszámolt róla, hogy a zöldtrágyanövények jelentős árnyékoló és ebből adódóan gyomelnyomó hatással bírnak. A vizsgálatok szerint jó gyomelnyomó hatással rendelkezik a facélia, az olajretek, a pohánka (NEURBURG és SÁRKÖZY, 1993), a tehénborsó (MUSTAFA és POTTY, 2001) és a szöszös bükköny (SAINJU és SINGH, 1997). BUDAI et al. (2005) a parlagfű egyedszáma 70-80 %-kal alacsonyabb volt a jól beállt olajretek állományban, mint a ritka táblaszélen.

BLACKSHAW et al. (2001) eredményei alapján a sárgavirágú somkóró zöldtrágya visszaszorította a gyermekláncfüvet és a mezei csorbókát, de eredményesen gátolta a sebforrasztó zsombor és a fedélrozsnok csírázását, növekedését is.

ROSS et al. (2001) azt tapasztalta, hogy a gyomok a tápanyagban szegény talajon intenzívebben fejlődtek, és jobban elnyomták a hereféléket, mint a tápanyagban jól ellátott talajon.

NÉMETH et al. (2003) 1997. és 1999. kísérleteiben a mustár és az olajretek bizonyult a legjobb gyomelnyomónak, bár a legnagyobb zöldtömeget a csillagfürt és a pohánka biztosította. Az eredmények szerint elsősorban a mustár, de részben az olajretek is jelentősen gátolta a gyomnövények kelését és fejlődését, allelopatikus

hatásuk még a ritkább állományban is jól érvényesült. A következő évi őszi búzára egyik kezelésnek sem volt statisztikailag kimutatható utóhatása.

ROSZIK (2003) véleménye szerint, a zöldtrágyanövények magjai elfekhetnek a talajban, és később csírázva már gyomnövényként jelentkezhetnek. CSERHÁTI (1897) tapasztalatai alapján az évelő zöldtrágyanövények bedolgozása is fegyelmet érdemel, mert a somkóró *„alászántása után a gyökereinek egy része nem pusztul el, tehát könnyen elgyomosíthatja az utána következő növényt.”*.

A keresztesvirágúak jelentős gyomelnyomó hatással rendelkeznek, bizonyos herbicidekre azonban fokozottan érzékenyek. Különösen a mustár érzékeny a szermaradványokra, ezért is használják jelzőnövénynek a talajban lévő vegyszermaradványok biológiai vizsgálatához. Ha az előveteményben (pl. őszi búza) hosszabb hatástartalmú herbicideket alkalmaztak, mindenképp előzze meg próbavetés, szermaradvány vizsgálat a vetést, hiszen csak néhány hónap telik el a vegyszer kijuttatása és a másodvetés között, és a talajbolygatás is minimális. Mivel a növény gyorsan csírázik és fejlődik, ez a vizsgálat néhány nap alatt házilag is kivitelezhető. Ha fennáll a vegyszerhatás esélye, akkor csak olyan növények vethetők, amelyeknél minimális a kockázat (NÉMETH 1999, KÉSMÁRKI és KUROLI 2002a, 2002b, NÉMETH és BLASKÓ 2005).

2.6. A zöldtrágyázás ökonómiai értékelése

A jó zöldtrágyanövény legfontosabb tulajdonságai közé tartozik a gyors fejlődés, a nagy biomassza és az olcsón beszerezhető vetőmag (CSAPÓ 1893, BITTERA 1924, 1935, GYÁRFÁS 1929b, 1953, KEMENESY 1959a, 1962).

CSERHÁTI és KOSUTÁNY (1887), ANTAL 1973, DEGREGORIO (1995) és LABARTA et al. (2002) felhívta a figyelmet arra, hogy a pillangós zöldtrágyanövények felhasználásának nagy akadálya a drága vetőmagjuk. KEMENESY (1959a, 1959b, 1962) és BAUER (1973) ezért inkább az olcsóbb napraforgót javasolta tarlózöldtrágyázásra. CSERHÁTI (1892) szerint viszont: *„ezen növények segélyével aránylag olcsón szerezhetjük meg a nitrogénfogyasztó növények számára a növények egyik legfontosabb, a talajban rendszerint csak csekély mennyiségben meglévő, a trágyapiaczon valamennyi tápanyag között legdrágábban beszerezhető növényi táplálékot - a nitrogént.”* GYÁRFÁS (1929b, 1953) is úgy tartotta, hogy a pillangósok

nitrogéngyűjtésükkel kompenzálják a drágább vetőmagjukat, ezért zöldtrágyázás céljára a leggazdaságosabb növények.

FÖRSTER (1893) és GYÁRFÁS (1929b, 1953) zöldtrágyanövények főnövényként való termesztését nem javasolta – mert egyébként nagyon megdrágult az alkalmazásuk – csak másodvetésként, vagy bokrosodó kalászosokba történő rávetést tartotta gazdaságosnak. KERPELY (1895), WESTSIK (1923, 1927, 1932) és GYÁRFÁS (1929b, 1953) tapasztalatai alapján a másodvetés azonban csak átlagos és csapadékos évjáratban volt sikeres, aszályos nyáron nem. Szintén nem mindig vezetett eredményre, a rozsra történt tavaszi rávetés sem (KERPELY 1895, GYÁRFÁS 1929b, 1953, KOLBAI 1931b, 1931c).

GYŐRFFY (1958) az ötvenes években ökonómiai elemzéseket végezve megállapította, hogy gazdaságosabb volt a szükséges nitrogén kijuttatása pétisó formájában, mint pillangós zöldtrágyanövényként.

A bedolgozás idejének megválasztásában is eltérően vélekedtek a különböző szerzők. CSERHÁTI (1897) megfogalmazásában: *„Még könnyebb az alászántás, ha a zöldtrágyát dér vagy gyenge fagy érte, ekkor magától is erősen összeesik; ez a zöldtrágya hatását éppen nem csökkenti, sőt azt tapasztalták, hogy ha a fagyot ki nem bíró növényeket is nem őszszel, hanem csak tavasszal szántanák alá, amikor természetesen még könnyebben fog az menni: az eredmény éppenséggel nem lesz csekélyebb, mintha őszszel frissibe szántják azt alá.”*. KREYBIG (1955) is a tavaszi vetésű utóvetemények alá a zöldtrágyanövények tavaszi bedolgozást javasolja. Ezzel szemben HOFFMAN (1921) kimutatta, hogy a télen mulcsként a felszínen maradt zöldtrágya tavaszra jelentősen vesztett tömegéből és nitrogéntartalmából, ezért a zöldtrágyanövények őszi talajba forgatását javasolta. AJTAY (1959) a csillagfürt bedolgozásának optimális idejét novemberre tette, kivéve a futóhomokokat, ahol csak tavasszal tartotta célszerűnek.

GYÁRFÁS (1933) eredményei alapján a tavasszal alászántott zöldtrágya után a hatás intenzívebb, de rövidebb ideig tartó lesz, mint az ősszel aláforgatott esetében, ezért homoktalajokon is az őszi bedolgozást javasolta. Bár GYÁRFÁS (1929b, 1953) azt tapasztalta, hogy Magyarországon az őszi alászántás a célszerűbb, megemlíti, hogy amerikai tapasztalatok szerint a somkóró tavasszal alászántva kevésbé hajtott ki, mint ősszel beforgatva. Leírja, hogy németországi eredmények szintén a tavaszi beforgatást tartották jobbnak, mert minél közelebb tették a burgonya ültetéséhez a zöldtrágya alászántását, annál jobb eredményt értek el vele.

BALLENEGGER et al. (1936) eredményei alapján is legjobb a zöldtrágyákat késő ősszel leforgatni, hogy a késő őszi és téli nedvesség biztosítsa a bomlási folyamatok zavartalanságát. A tavaszi alászántást minden esetben kerülni kell.

KÉSMÁRKI és PETRÓCZKI (2003a) tapasztalatai alapján, a zöldtrágyázás során cél – legfeljebb 70-90 nap alatt – a legalább 10 t/ha zöldtömeg elérése. A gazdaságosság nagyban függ attól, hogy ez másodvetésben elérhető-e. A költségcsökkentés miatt javasolják az utántermesztett, saját előállítású vetőmagot. A zöldtrágyázást elsősorban a csak növénytermesztő gazdaságokban, a III., IV., V. és VI. szántóföldi termőhelyeken tartják célszerűnek.

NAGY (2002c, 2002d, 2002e), illetve NAGY és SEIWERTH (2005) hangsúlyozta, hogy napjainkban Magyarországon a zöldtrágyázás méltatlanul alacsony szinten áll, pedig költségei nem érik el az istállótrágyázás teljes költségének 20 %-át.

A LAJTAMAG MEZŐGAZDASÁGI KFT (2009) árajánlatában a zöldtrágyanövények vetőmagjának hektárköltsége 5 - 6.000 Ft között mozog (mustár 20. 000 Ft/100 kg + ÁFA, olajretek 25. 000 Ft/100 kg + ÁFA, facélia 55. 000 Ft/100 kg + ÁFA).

GYURICZA 2008. számításai alapján egy hektár olajretek vetése, illetve a növényállomány talajba dolgozása nem kerül többe, mint a tarlóápolás és az utóvetemény plusz műtrágyaköltsége (*5. táblázat*) (GYURICZA és MIKÓ 2008a, 2008b).

5. táblázat A zöldtrágyázás költsége (GYURICZA és MIKÓ, 2008a, 2008b)

1. változat (Ft)		2. változat (Ft)	
grubber + vetés egy menetben	8.000	nehéztárcsázás	5.000
		vetés	5.000
vetőmagköltség	4.000	vetőmagköltség	4.000
bedolgozás	6.000	bedolgozás	6.000
Összesen	**18.000**	**összesen**	**20.000**

Az Agrárgazdasági Kutatóintézet (2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009) statisztikája alapján a másodvetésű zöldtrágyanövények vetésterülete az elmúlt években a *6. táblázatban* közölteknek megfelelően alakult.

6. táblázat Másodvetésű zöldtrágyanövények vetésterülete Magyarországon (AKI statisztika, 2004-2009)

2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.814 ha*	4.553 ha*	19.078 ha*	33.167 ha*	14.568 ha*	16.315 ha*

* az értékek a tervezett vetésterületet tartalmazzák, a megvalósult vetésről nem készült felmérés

A zöldtrágyázás területnövekedésének egyik oka az azóta többször módosított 150/2004 FVM RENDELET (A Nemzeti Vidékfejlesztési Terv alapján a központi költségvetés, valamint az Európai Mezőgazdasági Orientációs és Garancia Alap Garancia Részlege társfinanszírozásában megvalósuló agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes szabályairól), amely több célprogramon belül a „Helyes Gazdálkodási Gyakorlat" részeként előírta, hogy a vetésszerkezet minimum 20 százalékán azaz legalább ötévente egyszer pillangós vagy zöldtakarmány növényt kell termeszteni a vetésváltásban, beleértve a másodvetést is**.** Az előírásnak a másodvetésű pillangós és nem pillangós zöldtrágyanövények is megfelelnek.

2.7. A fontosabb zöldtrágyanövények ismertetése

A **facélia** (*Phacelia tanacecifolia* Benth.), vagy másik ismert nevén mézontófű Észak-Amerikából, Kaliforniából származik. A növény a méhvirágfélék *(Hydrophyllaceae)* családba tartozik. Jó alkalmazkodóképességének köszönhetően valamennyi talajtípuson megél. Nappalhosszúsággal szemben közömbös növényként bármikor vethető, zöldtrágyaként az elővetemény betakarításától egészen augusztus végéig kerülhet a földbe. Fonálféreg-gyérítő hatása révén különösen cukorrépának, burgonyának, kertészeti kultúráknak kedvező elővetemény, de valamennyi utóvetemény pozitívan reagál rá. A talajállapotra gyakorolt hatása olyan jelentős, hogy Nyugat-Európa több országában is a nagy termeltetési rendszerek a cukorrépa kötelező elővetményeként írják elő.

Zöldtrágyának hektáronként 5 millió csírával (10-12 kg) 2-3 cm mélyre, gabona sortávra vetik. Kezdeti fejlődése lassú, ilyenkor érzékeny a gyomosodásra, a későbbiekben az állomány záródása után jó gyomelnyomó. Virágzása kezdetére a vetésidőtől függően a vetéstől számított 8-10. héten kezdődik. Hosszan virágzik, akár 6-8 héten keresztül is. Ilyenkor jelentkezik másik fő tulajdonsága a kiváló nektártermelő

képessége. Irodalmi adatok alapján a növény 300-800 kg mézet szolgáltat hektáronként, 6-10 méhcsalád gyűjtési lehetőségét biztosítva heteken keresztül. Virágzáskori zöldtömege 25-30 t/ha. Kisebb -4 – -5 ^{o}C-os fagyokat még elvisel. Még a virágzás végén is jól aprítható, könnyen talajba dolgozható. Az állomány nagyságától függően esetenként szükség lehet szárzúzásra is, de az esetek többségében közvetlenül tárcsával is a talajba dolgozható (BITTERA 1923, BINNYEI 2000, ANTAL 2000d, HORVÁTH 2001a, NAGY 2001, 2002a, 2003b, 2005b, SCHMIDT 2005, SCHMIDT et al. 2005).

A **fehér mustár** *(Sinapis alba* L.*)* a Földközi-tenger medencéjében őshonos. Régóta termesztett növény. Sumér, görög, római szerzők műveiben számtalan helyen olvashatunk róla, és a Biblia is többször említi különböző hasonlatokban, példabeszédekben. A fehér mustár a keresztesvirágúak *(Brassicaceae)* családjába tartozik. Rövid tenyészidejű (105-135 nap), hosszúnappalos növény, fejlődésének iránya nagyban függ a nappalhossztól. Tavaszi és nyári vetésben generatív, késő nyáron vetve vegetatív típusú marad.

Zöldtrágyanövénynek vetve vetésideje augusztus, mert a nyár közepén elvetett mustár a hosszú nappalok és a magas hőmérséklet hatására generatív fázisba megy át, kevés zöldtömeget szolgáltatva. A facéliához hasonlóan szintén rendelkezik fonálféreg gyérítő hatással. Gyökere dúsan átszövi, behálózza a talajt, jó talajállapotot biztosítva az utóvetemény számra. Zöldtrágyanövénynek 2 millió csírával (10-15 kg), 2-3 cm mélyre, gabona sortávra vetik. Gyorsan csírázik és fejlődik, egyenletesen borítja a talajt, így kiváló gyomelnyomó. A 6-8. héten már virágzik. Több hetes virágzásából és jó nektártermelő képességéből adódóan méhészeti hasznosítása sem elhanyagolható. Mézhozama 40-50 kg/ha. Másodvetésben az augusztus elején vetett mustárállomány virágzására lehet számítani, az augusztus végén kikelő növények a csökkenő fényviszonyok miatt már nem mennek generatív fázisba. Virágzáskori zöldtömege 30-40 t/ha. Szára virágzás után gyorsan fásodik, ezért talajba juttatására a virágzás vége előtt sort kell keríteni. Kisebb -4 – -5 ^{o}C-os fagyokat elvisel. (GRÁBNER 1915, BITTERA 1923, NYÉKI TAKÁTS 1925, HORVÁTH 2001b, NAGY 2003a, 2003b, ANTAL 1996a, 2000d, 2005a, 2005b, PEPÓ 1996, GYURICZA 2005)

Az **olajretek** [*Raphanus sativus* L. *convar. oleiferus* (Mill.) Metzger] Ázsiából a mai Kína területéről származik. Egyes irodalmi források szerint már a rómaiak is ismerték, de nagyobb mértékben csak a XIX. században terjedt el Európában. Az olajretek a mustárhoz hasonlóan a keresztesvirágúak *(Brassicaceae)* családjába tartozik. Kiváló alkalmazkodó-, jó aszálytűrő képességgel rendelkezik. Karógyökere mélyre

hatol, emellett a ritkább térállású másodvetésben októberre retekformára megvastagodhat, igen jelentős gyökértömeget képviselve. Szára nem fásodik, így könnyen a talajba dolgozható. Hosszúnappalos növényként vetésidejére a mustárnál leírtak érvényesek. Az olajretekre is jellemző a nematódagyérítő hatás.

Zöldtrágyanövénynek hektáronként 2,5 millió csírával (25 kg) gabona sortávra, 2-3 cm mélyre vetik. Gyorsan csírázik és fejlődik, kiváló gyomelnyomó képességgel rendelkezik. Hosszúnappalos körülmények között a vetés utáni 8. héttől kezdve virágzik. Virágzása több héten át tart, a méhek mérsékelten látogatják. Hektáronként 30-50 tonnás zöldtömeget szolgáltat. Kisebb fagyokat -5 – -7 ^{o}C-ig elvisel. (BOUGUSLAWSKI 1965, JAHN-DEESBACH 1965, ANTAL 1973, 1974, 1996a, 2000d, 2005b, ANTAL et al. 1976, KOVÁCS CSOMOR és NAGY 2003a, 2003b)

A **takarmányrepce** (*Brassica napus var. annuus*) a keresztesvirágúak (*Brassicaceae*) családjába tartozik. Géncentruma a Földközi tenger nyugati részére tehető. 15-30 cm hosszú főgyökere sok oldalgyökeret tartalmaz, sűrűn átszövi a talajt. Zöldtrágyanövényként másodvetésben nem fejleszt virágszárat, vegetatív fázisban marad. A középkötött talajokat kedveli. A hűvösebb, mérsékelten meleg időjárás a kedvező számára. Jó alkalmazkodóképességű. Fagytűrése -3 – -5 C^{o}-ig terjed. Zöldtrágyának 2-2,5 millió csírával (12-15 kg/ha) gabona sortávra 1-2 cm mélyre vetik. Zöldtömege 30-40 t/ha. (ANTAL 2000d, NAGY 2002b, 2003b, NYÁRAI HORVÁTH 2005)

A **pohánka**, vagy másik nevén hajdina (*Fagopyrum esculentum* Moench) Kelet-Ázsiából származik, ahol régóta termesztett kultúrnövény. Európában a XV- XVI. századtól ismert. A növény a keserűfűfélék (*Polygonaceae*) családjába tartozik. Sekélyen gyökerező karógyökérzettel rendelkezik, a kötött és gyengén humuszos homoktalajt nem kedveli, közepes alkalmazkodóképességgel rendelkezik. Tenyészideje rövid 10-12 hét. Melegigényes növény, már a legkisebb dérre elfagy. Zöldtrágyanövénynek 2,5-3 millió csírával (50-60 kg) 2-5 cm mélyre, gabona sortávra vetik. Gyorsan csírázik és fejlődik, közepes gyomelnyomó képességgel rendelkezik. A vetés után 5-6 héttel már virágzik. A virágzás 2-3 hétig tart, a méhek mérsékelten látogatják. Méztermése átlagosan 60-100 kg/ha. Nappalsemleges növény. Hektáronként 8-12 t zöldtömeget szolgáltat. (SOMORJAI 1966, RAGASITS 1994, ANTAL 1996b, 2000d, SIMITS 2005, GONDOLA 2009)

A **tavaszi bükköny** (*Vicia sativa* L.) a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozik. Mediterrán eredetű növény, a géncentruma Nyugat-Ázsiába és a Földközi-

tenger vidékére tehető. Gyökérzete vékony mélyrehatoló orsógyökér, amelyet dús oldalgyökerek hálóznak be. Törékeny elfekvő szára sűrűn elágazik, a 80 cm hosszúságot is elérheti. Zöldtrágyanövénynek 2 millió csírával (50-60 kg), gabona sortávra 4-5 cm mélyre vetik. Fagyérzékeny. Zöldtömege 10-15 t/ha. (PUSZTAI 2002a, ANTAL 2000d, KÉSMÁRKI 2005a, 2005b)

A **szöszös bükköny** (*Vicia villosa* Roth) a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozik. A Földközi-tenger vidékén és Ázsiában őshonos, áttelelő egyéves növény. Erős orsó alakú főgyökérzete dúsan elágazik, hosszú oldalgyökereket nevel. Elágazó hajtásrendszere 60-150 cm hosszú. Zöldtrágyának 1,5-2 millió csírával (50-70 kg), gabona sortávra, 4-5 cm mélyre vetik. Támasznövényes vetésnél hektáronként 30-40 kg bükkönyt és 80-120 kg gabonát kell vetni. Tisztán vetve zöldtömege 15-20 t/ha. (GYÁRFÁS 1914, BITTERA 1923, HIDEGHÉTI BITTERA és MANNINGER 1943, ANTAL 1966c, 2000d, 2005c, PUSZTAI 2002b)

A csillagfürt elnevezés nem egy fajt, hanem egy nemzetséget takar. A több mint száz ismert fajból nálunk a fehér, a sárga és a kékvirágú terjedt el, amelyeknek édes és keserű magvú változatai is ismertek. Mészérzékeny, elsősorban a savanyú homoktalajok növényei. A pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartoznak. Géncentrumuk a Földközi-tenger környéke. A **fehérvirágú csillagfürt** (*Lupinus alba* L.) egyéves, 70-140 cm magas erőteljes fejlődésű növény. Zöldtrágyának gabona sortávra 2-3 cm mélyre 500 ezer csírát (100-150 kg) vetnek. Gyomelnyomó képessége közepes. (GYÁRFÁS 1914, BITTERA 1923, HIDEGHÉTI BITTERA és MANNINGER 1943, MALIGIN 1950, ANTAL 1966a, 2000d, IVÁNYI 1994b, BOCZ 1996, KRUPPA 2002, NAGY 2003b, KRUPPA 2005)

A **sárgavirágú csillagfürt** (*Lupinus luteus* L.) egyéves, 50-80 cm magas növény. Szárfejlődése alapján két típusa ismert. Az egyik először levélrózsát fejleszt, majd utána vontatottan nevel több virágszárat nagy levéltömeggel. A másik levélrózsát nem fejleszt, kelés után a hajtása azonnal növekedésnek indul. Zöldtrágyának gabona sortávra 2-3 cm mélyre 600 ezer csírával (80-100 kg) kell vetni. (GYÁRFÁS 1914, BITTERA 1923, HIDEGHÉTI BITTERA és MANNINGER 1943, MALIGIN 1950, ANTAL 1966a, IVÁNYI 1994b, BOCZ 1996, KRUPPA 2002, KRUPPA 2005)

A **kékvirágú (keskenylevelű) csillagfürt** (*Lupinus angustifolius* L.) egyéves, 70-100 cm magasra megnövő növény. Zöldtrágyának gabona sortávra 2-3 cm mélyre 800 ezer csírával (70-100 kg) vetik. (GYÁRFÁS 1914, BITTERA 1923, HIDEGHÉTI

BITTERA és MANNINGER 1943, MALIGIN 1950, ANTAL 1966a, 2000d, BOCZ 1996, KRUPPA 2002, KRUPPA 2005)

A **bíborhere** (*Trifolium incarnatum* L.) a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozik. Géncentruma Spanyolország és Algéria területére tehető. Hosszúnappalos, egyéves áttelelő, mészkedvelő növény. A nitrogénben szegény középkötött és laza talajokat kedveli. Erős orsógyökérrel rendelkezik, amelyből dúsan elágazó oldalgyökerek erednek. A főgyökér hossza 30-40 cm. Szára többesbogas elágazású, vastag, hengeres, 40-60 cm hosszú. Vetését 9 millió csírával (30-35 kg/ha) gabona sortávra 1-2 cm mélyre végzik. Közepes gyomelnyomó képességgel rendelkezik. Zöldtömege 10-15 t/ha. (GYÁRFÁS 1914, BITTERA 1923, PENYIGEI 1966, IVÁNYI 1994a, KÉSMÁRKI 1996, ANTAL 2000d, GÁL 2002, NAGY 2003b, BALÁZS 2005)

A **fehérvirágú somkóró** (*Melilotus albus* L.) a pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozik. Egy-, vagy áttelelő kétéves növény. Magyarországon a kétéves változat az elterjedt. Főgyökere fejlett karógyökér, amely 1,5-2 m mélységig is lehatolhat. Szára 1,5-1,7 m magas, dús oldalhajtásokkal övezett. Első évben csak főszárat növeszt. Vetése 10 millió csírával (20 kg), gabona sortávra 1-2 cm mélyre történik. Kezdeti fejlődése lassú, ekkor gyomelnyomó képessége közepes. Mélyrehatoló gyökérzete miatt jó aszálytűrő, a meszes homoktalajok zöldtrágya és takarmánynövénye. Nagymennyiségű nitrogén megkötésére képes. A kétéves változat csak a második évben virágzik. Hosszan elnyúló virágzási időszakában jó mézelő, 200-300 kg nektárt szolgáltat. Zöldtrágyanövényként vetve nem jut el a generatív fázisig, így méhlegelőként való hasznosítása sem jöhet szóba. Zöldtömege másodvetésként vetve 10-15 t/ha, fővetésként 40-50t/ha. (BITTERA 1923, WESTSIK 1928b, ANTAL 1957, 1966b, 1996c, 2000d, NYÁRAI HORVÁTH 2002, NAGY 2003b, KASSAI 2005).

2.8. A témához kapcsolódó szakirodalom összegző értékelése

A zöldtrágyanövények termesztésével kapcsolatos szakirodalom értékelése során az alábbi következtetések vonhatók le:

- A talaj szervestrágyával történő ellátása kedvező tulajdonságai miatt már a földművelés kezdeteitől kiemelt jelentőséggel bírt.

- Az állatállomány csökkenéséből adódó szervestrágya hiány, illetve az emelkedő műtrágyaárak miatt napjainkban is a tápanyag-gazdálkodás fontos eszköze.
- A talajtömörödés az eróziós és deflációs károk, illetve a tápanyagok kimosódásának fokozódása szükségessé tették a védekezés hatékonyságának fokozását, illetve a károk kialakulásának megelőzését. A zöldtrágyázás a talajállapot fenntartásának, javításának fontos eszköze.
- A biológiai növényvédelemben a károsítók elleni védekezésben is jelentős szerepe van.
- A szakirodalomban eltérően értékelik a zöldtrágyanövények jelentőségét. Bár többségben vannak a kedvező hatásról beszámoló publikációk, de mivel ez több tényező együttes hatásától függ, esetenként nem megfelelő helyen, módon és időben végezve az eljárás semleges, vagy akár kedvezőtlen hatással is bírhat.
- A gazdaságosság tekintetében is eltérően vélekednek a szerzők. Kedvező termőhelyi körülmények között, ott, ahol van elegendő istállótrágya, illetve a műtrágyák olcsón beszerezhetők, a zöldtrágya nem minden esetben versenyképes más trágyázási eljárásokkal, de kiegészítésként ott is szerepe van. Kedvezőtlen termőhelyi, illetve gazdasági környezetben viszont gazdaságosabb az alkalmazása.
- Több növény keveréke általában kedvezőbb hatást biztosít, mintha tisztán vetnénk őket, ezért a megfelelő hatás biztosításához pillangós és nem pillangós keveréke javasolható.
- A másodvetésű zöldtrágyanövények termesztése a csapadékosabb területeken elterjedtebb, de aszályra hajlamos vidékeken is megfelelő agrotechnikával eredményesen termeszthetők.
- Kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre az egyes növényfajok talajállapotra, talajellenállásra és talajnedvességre gyakorolt hatásáról. Csak kis számú publikáció foglalkozik a hasznos szervezetekre gyakorolt hatás vizsgálatával. Szintén kevés szakirodalmi veti össze a képződő biomasszát az évjárathatással és a klimatikus jellemzőkkel.
- Az Európai Unió különböző célprogramjaiban támogatja a zöldtrágyázást, illetve a Helyes Gazdálkodási Gyakorlat részeként javasolja termesztésüket, ennek ellenére vetésterületük még mindig nem éri el a talajvédelmi szempontból kívánatos értéket.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kutatás céljai

A zöldtrágyanövények talajra, illetve utóveteményre gyakorolt hatását tanulmányoztam. Az alábbi paramétereket vizsgáltam:

1. a talajállapotra gyakorolt hatást:
   - a talajellenállás, és a talajnedvesség-tartalom változást az egyes zöldtrágyanövényekkel fedett, illetve a növényállomány nélküli kontrol (feketén tartott ugar fővetésben, illetve hántott tarló másodvetésben) között,
2. a növények borítottságának és fenológiájának változását a vegetáció során:
   - az egyes zöldtrágyanövények fejlődési ütemét és gyomelnyomó képességét,
   - a különböző zöldtrágyanövények hajtás és gyökérhosszúságát.
3. a zöldtrágyanövények létrejövő zöld- és szárazbiomasszáját és hektáronkénti NPK mennyiségét az évjárathatás függvényében.
4. az utóvetemény hatást, az utóvetemények termésmennyiségét és termésminőségét.
5. a nitrogénműtrágyázás hatását a másodvetésű zöldtrágyanövények fejlődésére.

Munkám eredményeit a kitűzött kutatási céloknak megfelelően időrendi sorrendben, hat pontban összefoglalva az Eredmények című fejezetben mutatom be:

- a talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei,
- a fenológiai vizsgálatok eredményei,
- a biomassza és az NPK tartalom vizsgálatok eredményei,
- a szárazanyag-tömeg és az évjárathatás vizsgálatának eredményei,
- az utóvetemény hatás vizsgálatok eredményei,
- a tápanyagellátás hatásának eredményei.

3.2. A kísérleti helyszínek jellemzői

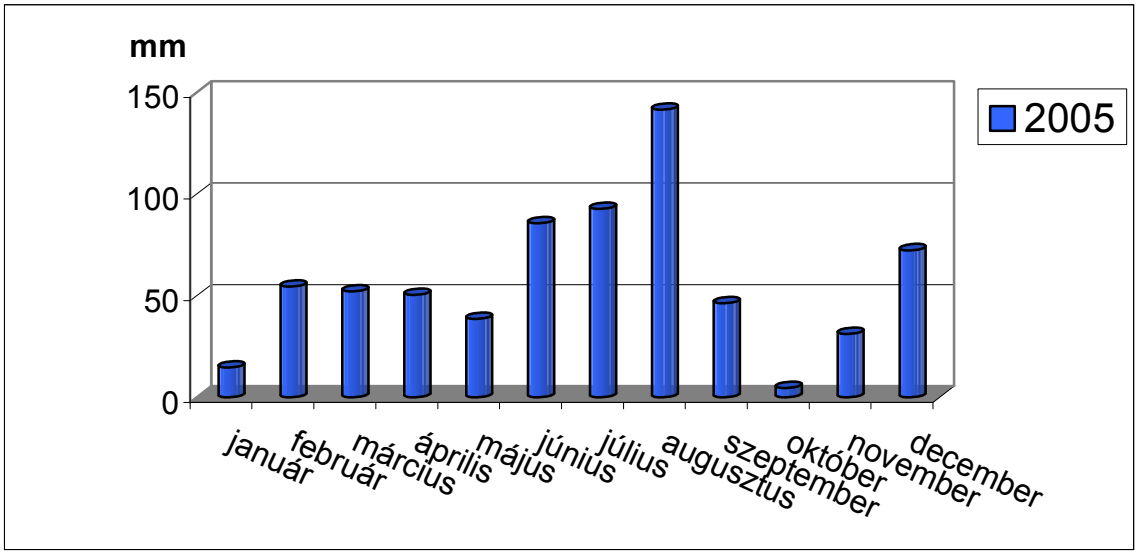
3.2.1. Mélykút

3.2.1.1. Földrajzi fekvés

A mélykúti kísérletet az Észak-bácskai Mélykút város déli részén (É. Sz. 46° 11' 59''; K. H. 19° 22' 56''; tengerszint feletti magasság: 128 m) homogén, síkfekvésű területen állítottam be (GOOGLE EARTH 2009).

3.2.1.2. Éghajlati viszonyok

Az évi középhőmérséklet 10,7 °C, míg a vegetációs időszak átlaghőmérséklete 17,3 °C. A napi középhőmérséklet 196 napon keresztül meghaladja a 10 °C-ot. A csapadék éves és vegetációs időszaki átlaga 620 mm illetve 350 mm. A 2005. csapadékadatokat az *1. ábra* és az *1. melléklet,* a vegetáció fontosabb adatait a *2. melléklet* tartalmazza.



1. ábra Mélykút havi csapadékadatai, 2005 (mm)

Mélykúton 2005 augusztusa csapadékos volt (142 mm), így a zöldtrágyanövények csírázásához és kezdeti fejlődéséhez biztosított volt a csapadék. Az átlagos szeptember után volt elegendő nedvesség a talajban, így a száraz (5 mm) október sem fogta vissza a növényállomány fejlődését.

3.2.1.3. Talajjellemzők

Mélykúton a kísérleti terület talaja mészlepedékes csernozjom (calcic chernozem). A terület a Bácskai löszös síkság kistájon helyezkedik el. A kistáj része a Bácskai síkvidéknek, amely főként lösszel, löszös homokkal, néhol buckás felszínű futóhomokkal fedett hordalékkúp-síkság. A felszín túlnyomórészt hullámos. A löszköpenybe burkolt ÉNy – DK-i csapású, gyakran 5-10 km hosszú, lapos, 50-100 m széles, félig kötött homokbuckák között, vizenyős hosszanti mélyedések húzódnak. A kísérleti tábla talaja a magyarországi genetikus talajosztályozás alapján vályog fizikai féleségű, mély humuszos rétegű, karbonátos (STEFANOVITS 1999a, 1999b, FÜLEKY 1999, SZABÓ 2006).

A talajszelvényben a humuszosodás jelei jól láthatóak, de a talajképződés egyéb jelei csak enyhén jelentkeznek. A humuszos „A" szint vastagsága 60-80 cm, színe világos barna, szerkezete apró morzsás, laza, kémhatása lúgos. A humusztartalom a mélységgel fokozatosan csökken. A 1,5%-ot meghaladó humusztartalom, a mély humuszos réteg és a kialakult közepesen szerkezetes apró morzsás szerkezet a csernozjom dinamika erősödését jelzi. A 80 cm-t meghaladó humuszos réteg vonalszerű élességgel megy át a talajképző kőzetbe (*7. és 8. táblázatok*). Kémhatás lúgos (STEFANOVITS 1999a, 1999b, FÜLEKY 1999, SZABÓ 2006).

A termőhely fontosabb vízgazdálkodási paramétereit a *9. táblázat* tartalmazza.

7. táblázat A mélykúti talajszelvény leírása

Ap szint (0-30 cm)	Sárgás barna (10YR 5/4), száraz, laza, közepesen szerkezetes, apró morzsás szerkezetű, gyökerekkel sűrűn átszőtt, homokos vályog. Gilisztajáratok alig találhatóak. Meszet tartalmaz. Átmenete a következő szintbe fokozatos, egyenes.
A szint (30-60 cm)	Világos sárgás barna (10YR 6/4) friss, enyhén tömött, közepesen szerkezetes, apró morzsás szerkezetű, sok aláforgatott növényi maradvány, vályog. Gilisztajáratok láthatóak. Meszet tartalmaz. Átmenete a következő szintbe éles, hullámos.
B szint (60-80 cm)	Barnás sárga (10YR 6/6), friss, enyhén tömődött, közepesen szerkezetes, apró morzsás, vályog. Meszet tartalmaz. Átmenete a következő szintbe elmosódott, egyenes.

7. táblázat folytatása

C1 szint (80-100 cm)	Barnás sárga (10YR 6/8), friss, enyhén tömődött, szerkezet nélküli, homokos vályog. Meszet tartalmaz. Átmenete a következő szintbe határozott, nyelves.
C2 szint (100-120 cm)	Sárga (10YR 7/8), nyirkos, közepesen tömődött, szerkezet nélküli, homok. Meszet tartalmaz.
C3 szint (120-150 cm)	Barnás sárga (10YR 6/8), nyirkos, enyhén tömődött, szerkezet nélküli, homok. Meszet tartalmaz.

8. táblázat A mélykút kísérlet fontosabb talajtani adatai

genetikus talajszint	mélység (cm)	pH (H_2O)	K_A	humusz (%)	$CaCO_3$ (%)	összes N mg/kg	AL-P_2O_5 mg/kg	AL-K_2O mg/kg
Ap	0-30	7,72	37	1,63	12,23	503,5	634,5	498,4
A	30-60	8,34	44	1,16	15,26	435,9	553,8	386,2
B	60-80	8,07	43	1,03	18,65	585,2	589,8	372,1
C1	80-100	8,94	40	0,41	18,78	202,4	525,7	423,4
C2	100-120	8,98	35	0,37	23,36	242,3	494,4,	286,9
C3	120-150	9,06	35	0,20	20,04	147,5	474,2	297,2

9. táblázat A mélykúti kísérleti tér fontosabb vízgazdálkodási adatai (tömeg %)

HV	DV	VK_{sz}	VK_{min}
10,7	13,4	23,1	28,6

3.2.2. Gödöllő

3.2.2.1. Földrajzi fekvés

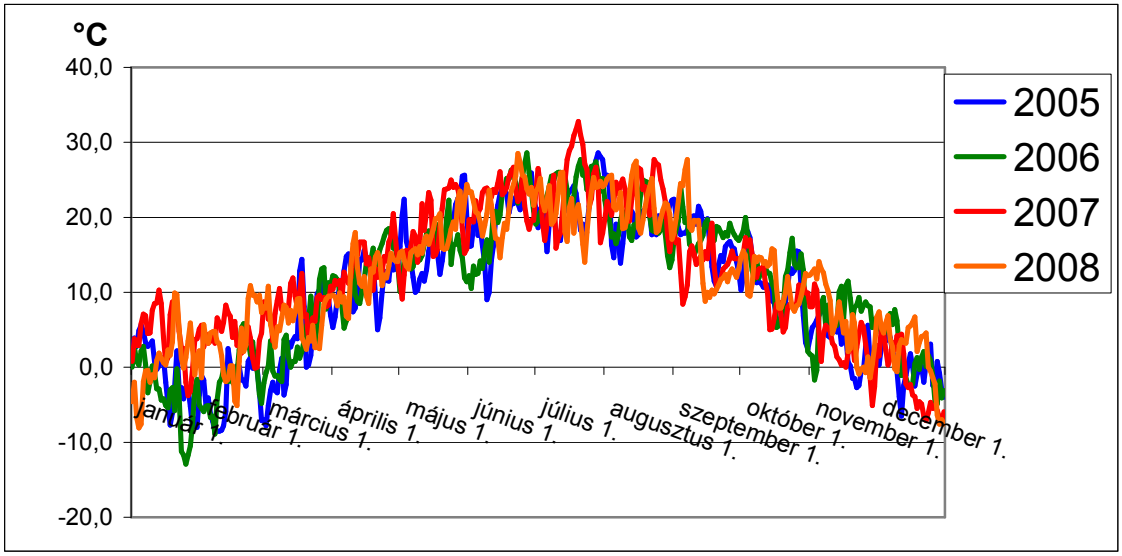
A gödöllői kísérlet a Szent István Egyetem Szárítópusztai Tangazdaságában (É. Sz. 47° 34’ 33’’; K. H. 19° 22’ 45’’; tengerszint feletti magasság: 230 m) került beállításra (GOOGLE EARTH 2009). A kísérleti terület enyhén ÉNy-i lejtésű dombság. A terület heterogén, ezért egyes részein az erózió és a szedimentáció különböző mértékben fordul elő.

3.2.2.2. Éghajlati viszonyok

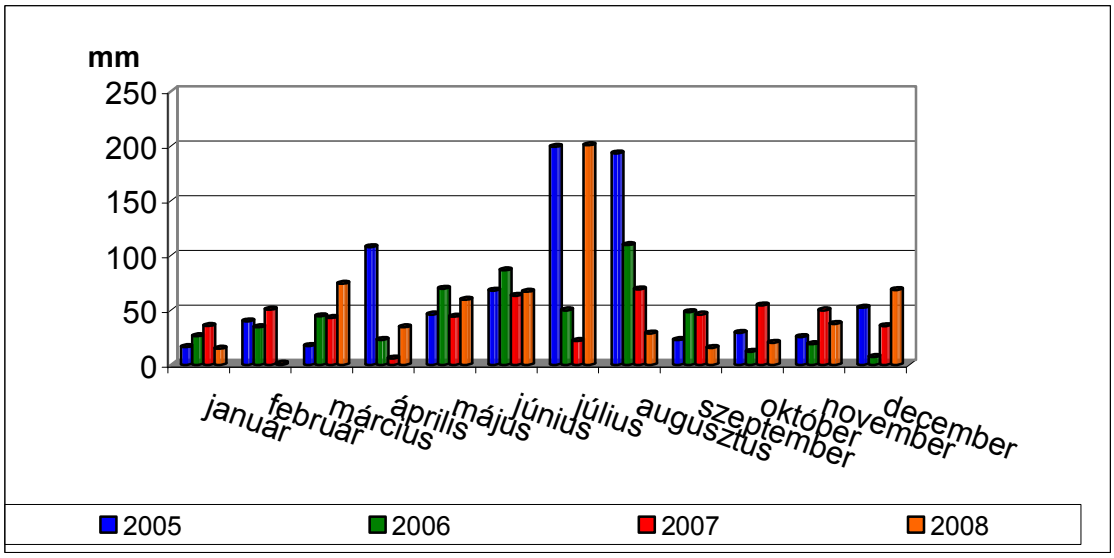
A gödöllői 75 éves meteorológiai adatok átlagát az 3. *melléklet* tartalmazza. Az adatok az egyetem belső területén álló megfigyelő állomástól származnak. Az éves

középhőmérséklet 9,4 °C, az éves csapadékmennyiség 590 mm. Saját megfigyelésünk alapján a Tangazdaság mikroklímája, amint ezt a hely elnevezése (Szárítópuszta) is mutatja évente 60-80 mm-rel szárazabb és valamivel melegebb.

A 2005-2008 évek adatait *a 2. és 3. ábrák* és az *2-3. mellékletek* tartalmazzák.



2. ábra A 2005-2008 évek középhőmérséklete (Gödöllő, °C)



3. ábra A 2005-2008 évek havi csapadékösszegei (Gödöllő, mm)

Gödöllőn 2005 tavasza csapadékos volt (április 108 mm), így a növények kiegyenlítetten fejlődtek. 2005 augusztusában itt is bőséges csapadék hullott (193 mm), a későbbiekben az éves átlagnak megfelelő csapadékviszonyok mellett, nem volt limitáló tényező a víz.

2006 tavasza átlagos volt, 2006 augusztusában viszont hiába hullott 110 mm csapadék a későbbiekben száraz ősz miatt a vízhiány tünetei mutatkoztak a vegetációban.

2007 tavasza aszállyal indult, áprilisban csak 6 mm csapadék hullott, ez a növényállomány vontatott kelését eredményezte. A későbbiekben a havi csapadékadatok az éves átlagnak megfelelően alakultak, így a növények is megfelelően fejlődtek. 2007 ősze az átlag szerint alakult.

2008-ban másodvetésben viszont a száraz augusztus miatt, csak az átlagnál hűvösebb szeptember során indultak csírázásnak, fejlődésnek a zöldtrágyanövények, de az átlagnál melegebb október alatt a hónap végére így is jó zöldtömeget értek el.

3.2.2.3. Talajjellemzők

A terület a Gödöllői-dombság kistájon helyezkedik el Gödöllőn. A dombvidéket sakktáblaszerűen összetöredezett és különböző mértékben kiemelkedett dombsági kipreparált karbonátos felszínek jellemzik. Gödöllő környékén felsőpannoniai homokos-agyagra, illetve folyóvízi üledékekre települt felszínt borító lösz, homok és lejtőagyag közt néhol felszínre bukkan a felsőpannoniai édesvízi mészkő- és márga. A pleisztocénben a terület kiemelkedett és kialakult egy erősen tagolt, néhol meredek lejtőkkel jellemzett dombvidék, ahol a talajerózió és defláció következtében jelentős áthalmozódások mentek végbe. A kísérleti tábla talaja a magyarországi genetikus talajosztályozás alapján főként homokon kialakult rozsdabarna erdőtalaj (luvic calcic phaeozem). A harmadkori homok és márga alapkőzeten kialakult rozsdabarna erdőtalaj altípus a Ramann-féle barna erdőtalaj talajtípusba tartozik. A degradációs folyamatok következtében közepes termőrétegű, gyengén humuszos változat alakult ki. (STEFANOVITS 1999a, 1999b, FÜLEKY 1999, MÁTÉ 2005, SZABÓ 2006). A terület eróziótól veszélyeztetett és a művelés szembotjából fontos, hogy tömörödésre érzékeny.

A talajképző tényezők közül a humuszosodás és a kilúgzás az uralkodó folyamatok. Az agyagosodás, mint jellemző folyamat jelentkezik, az agyagvándorlás, a kovárványképződés és a savanyodás kísérő folyamat lehet. A humuszos „A” szint vastagsága kb. 40 cm, színe barna, szerkezete morzsás, kémhatása gyengén savanyú, semleges vagy gyengén lúgos. A Ramann-féle barnaföldek vízgazdálkodása általában kedvező, vízáteresztő képességük jó, víztartó képességük közepes, s többnyire a

növények számára elegendő hasznosítható vízkészlettel rendelkeznek. A homokon kialakult rozsdabarna erdőtalajok vízgazdálkodási tulajdonságai elmaradnak a barnaföldek kedvező tulajdonságaitól. Termékenységük az alacsonyabb humusztartalom és tápanyag-ellátottság miatt kisebb (STEFANOVITS 1999a, 1999b, FÜLEKY 1999, MÁTÉ 2005, SZABÓ 2006).

Általánosságban elmondható, hogy a barnaföldek tápanyag-ellátottsága jó, nem erodált szelvényeiben mind a nitrogén, mind a foszfor tartalom közepes, és a kálium ellátottság jó. A kísérleti terület fontosabb talajparamétereit a *10-12. táblázatok* tartalmazzák.

10. táblázat A gödöllői talajszelvény leírása

Ap szint (0-25 cm)	Barna (10YR 3/3), friss, laza, gyengén szerkezetes, apró morzsás szerkezetű, gyökerekkel sűrűn átszőtt, homok. Gilisztajáratokban gazdag. Meszet nem tartalmaz. Átmenete a következő szintbe éles, egyenes.
A_2 szint (25-40 cm)	Barna (10YR 3/3), nyirkos, enyhén tömött, gyengén szerkezetes, apró morzsás szerkezetű, gyökerekkel átszőtt, homok. Gilisztajáratok vannak. Meszet nem tartalmaz. Átmenete a felhalmozódási szintbe fokozatos, hullámos.
B szint (40-60 cm)	Vöröses barna (2,5YR 3/6), nyirkos, tömődött, szemcsés szerkezetű, gyökerekkel kevéssé átszőtt, vályog. Az átmenet a következő szintbe fokozatos, hullámos.
BC szint (60-70 cm)	Kevert szín (10YR 3/3 és 10YR 7/4), friss, enyhén tömődött, szerkezet nélküli agyag. Átmenet a következő szintbe fokozatos, zsákos.
C szint (70-100 cm)	Világos sárgás barna (10YR 7/4), száraz, erősen tömődött, szerkezet nélküli, iszapos agyag.

11. táblázat A gödöllői kísérlet fontosabb talajtani adatai

genetikus talajszintek	mélység (cm)	pH (H_2O)	K_A	humusz (%)	$CaCO_3$ (%)	Σ só (%)	összes N mg/kg	AL-P_2O_5 mg/kg	AL-K_2O mg/kg
Ap	0-25	6,76	30	1,32	0,00	0,044	16,8	371,1	184,0
B	40-60	7,08	40	1,04	0,00	0,052	11,9	33,0	112,0
BC	60-70	7,66	61	0,88	0,00	0,060	2,0	123,0	127,1
C	70-100	8,10	60	0,54	5,57	0,075	16,8	107,5	110,8

12. táblázat A mélykúti kísérleti tér fontosabb vízgazdálkodási adatai (tömeg %)

HV	DV	VK_{sz}	VK_{min}
5,2	7,9	12,8	20,3

3.3. A kísérletek kezelései, termesztéstechnológiai adatai

A kíséreltеket Mélykúton 2005-ben másodvetésben, Gödöllőn 2005-ben, 2006-ban, 2007-ben fő- és másodvetésben, 2008-ban másodvetésben állítottuk be. A zöldtrágyanövények elővetemányeit, utóvetemányeit, vetés és bedolgozási idejét a *13. táblázat* tartalmazza.

13. táblázat A kísérletek elő és utónövénye, illetve vetési és bedolgozási ideje

kísérlet	elővetemény	vetésidő	bedolgozás ideje	utóvetemény
Mélykút 2005 másodvetés	mohar	augusztus 6.	október 22.	zab
Gödöllő 2005 fővetés	őszi búza	április 11.	július 7.	őszi búza
Gödöllő 2005 másodvetés	őszi búza	augusztus 13.	október 27.	tavaszi árpa
Gödöllő 2006 fővetés	őszi káposztarepce	április 12.	július 7.	kukorica
Gödöllő 2006 másodvetés	őszi búza	augusztus 21.	október 25.	kukorica
Gödöllő 2007 fővetés	őszi búza	április 17.	június 28.	**
Gödöllő 2007 másodvetés	őszi árpa	július 19.* augusztus 16.*	november 6.	**
Gödöllő 2008 másodvetés	őszi káposztarepce	augusztus 22.	november 5.	**

* két vetésidőt alkalmaztunk

** nem vizsgáltuk az utóvetemény hatást

A területeken az elővetemény betakarítását követően sekélyen tárcsával tarlóhántást végeztünk, amit gyűrűshengerrel zártunk le. Ezt augusztus közepén tárcsa + gyűrűshengerrel tarlóápolás követte. A másodvetést az ápolt tarlóba vetettük el. A fővetésű kísérletek előtt 30 cm mélyen októberben őszi szántást végeztünk, amelyet április elején kombinátoros magágy-készítés követett.

A kísérleteket Gödöllőn 2005-ben fővetésben, és Mélykúton 2005-ben másodvetésben 5x5 méteres latin négyzet elrendezésben végeztük. A többi esetben a vetési és betakarítási munkák megkönnyítése érdekében sávos elrendezést alkalmaztunk. Egy sáv 3 méter széles és 50 méter hosszú volt. Valamennyi kísérlet háromismétléses, véletlen elrendezésű volt.

Fővetésben az elővetemény tarlóhántását őszi mélyszántás, majd tavaszi magágy-készítés követte. Másodvetésben a tarlóhántás, majd az augusztusi magágy-készítés után került sor a vetésre. A fővetés alá 100 kg/ha 10:28 PK műtrágyát juttattunk ki ősszel, amit tavasszal vetés előtt 50 kg/ha ammónium-nitrát követett. Másodvetés előtt szintén 50 kg/ha ammónium-nitrátot szórtunk ki.

A különböző években alkalmazott zöldtrágyanövényeket a *14. táblázat* tartalmazza.

14. táblázat A kísérletekben vizsgált zöldtrágyanövények (Mélykút, 2005; Gödöllő, 2005-2008)

Mélykút	Gödöllő						
2005	2005		2006		2007		2008
másodvetés	fővetés	másodvetés	fővetés	másodvetés	fővetés	másodvetés	másodvetés
facélia	facélia	facélia	facélia	facélia	facélia	facélia[2]	facélia
mustár	mustár	mustár	mustár	mustár	mustár	facélia[3]	mustár
olajretek	olajretek	olajretek	olajretek	olajretek	olajretek	mustár[2]	olajretek
facélia + mustár + olajretek	facélia + mustár + olajretek	facélia + mustár + olajretek	mustár + olajretek	tavaszi repce	tavaszi repce	mustár[3]	pohánka[4]
tavaszi repce	tavaszi repce		pohánka	pohánka	pohánka	olajretek[2]	
pohánka	pohánka		tavaszi bükköny	tavaszi bükköny	tavaszi bükköny	olajretek[3]	
szöszös bükköny + tritikálé	tavaszi bükköny + zab		tavaszi bükköny + facélia	csillagfürt[1]	csillagfürt		
bíborhere	bíborhere		tavaszi bükköny + zab		somkóró		
somkóró	somkóró		fehérvirágú csillagfürt				
			bíborhere				
			somkóró				

[1] későn, hiányosan kelt

[2] júliusi vetés

[3] augusztusi vetés

[4] október közepén a mintavétel előtt elfagyott

A *15. táblázatban* feltüntetett vetőmagadagokat használtuk.

15. táblázat A zöldtrágyanövények vetőmagszükséglete (ANTAL, 2000d)

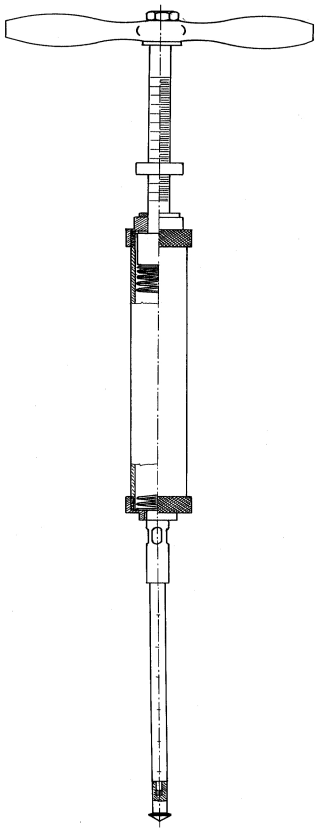
zöldtrágyanövény	hektáronkénti csíraszám (db/ha)	vetőmagszükséglet (kg/ha)
bíborhere	9.000.000	40
facélia	5.000.000	10
facélia + mustár + olajretek	2.000.000 + 800.000 + 800.000	4 + 6 + 8
fehérvirágú csillagfürt	500.000	150
fehérvirágú somkóró	10.000.000	20
mustár	2.000.000	15
mustár + olajretek	1.000.000 + 1.250.000	7,5 + 12,5
olajretek	2.500.000	25
pohánka	2.500.000	50
szöszös bükköny + tritikálé	800.000 + 2.000.000	30 + 80
tavaszi bükköny	2.000.000	50
tavaszi bükköny	3.000.000	75
tavaszi bükköny + facélia	2.000.000 + 2.500.000	50 + 5
tavaszi bükköny + zab	2.000.000 + 1.600.000	50 + 50
tavaszi repce	2.500.000	15

3.4. A kutatás módszerei és eszközei

3.4.1. A talajellenállás mérése

A talaj fizikai állapotának minősítésére valamennyi kezelésben talajellenállás-mérést végeztünk a MOBITECH Bt. Szarvasi penetrométerével (*4. ábra*). A készülék 50 cm mélységig alkalmas a talaj tömörödöttségének helyszíni megállapítására (DARÓCZI és LELKES 1999).

A méréseket 50 cm mélységig, 10 cm-enként öt mélységben végeztük a vegetációs időszakban 3-4 alkalommal. A talajellenállás mérések eredményeit az eredmények fejezetben ismeretem.

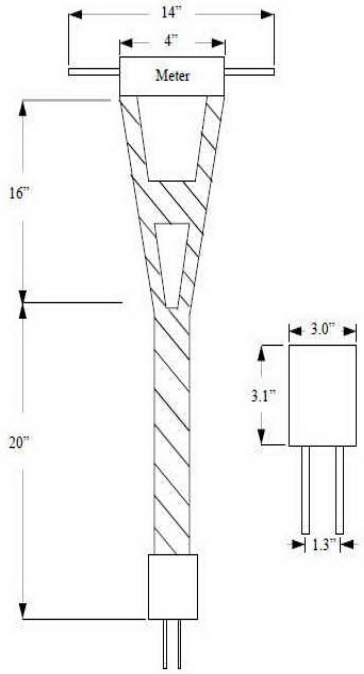


erő: 0 - 150 lbf = 0 -667,2 N
mélység 0 - 50 cm
szondacsúcs alapterület: 1 cm^2
szondacsúcs kúpszög: 60 fok
szonda hosszúság: 50 cm

4. ábra Daróczi-Lelkes féle rugós talajellenállás-mérő

3.4.2. A talajnedvesség-tartalom mérése

A talaj-nedvességtartalmának meghatározása a talajellenállás mérésével egy időben történt. A talajminták nedvességtartalmát szárítószekrényes eljárással, tömegállandóságig történő 105 ^{o}C-on történő szárítással, vagy Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérővel (*5. ábra*) határoztuk meg.



5. ábra Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérő

A FIELD SCOUT TDR 300 talajnedvességet mérő műszer a legegyszerűbben és leggyorsabban elvégezhető TDR elven alapuló mérési eljárás. A talajban a rádiófrekvenciás elektromágneses hullámok terjedési sebességét méri, és ez alapján határozza meg a térfogatszázalékos nedvességtartalmat (FVMMI 2009, SPECTRUM TECHNOLOGIES INC. 2009).

A Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérőt használtuk Mélykúton 2005-ben másodvetésben, Gödöllőn 2005-ben fővetésben, 2006-ban fő és másodvetésben. Mivel a Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérő szondahossza 20 cm, 0-20 és 20-40 cm mélységben történt a talajnedvesség mérése, úgy hogy a talaj felső 20 cm-ének nedvesség-meghatározása után ásóval a felső 20 cm-es réteget eltávolítottuk, és ezután mértük meg a 20-40 cm-es réteg nedvességtartalmát.

A mélyebb talajrétegek nedvesség-meghatározásához talajmintavétel és szárítószekrényes nedvesség-meghatározás 2005-ben másodvetésben, 2007-ben fő és másodvetésben, valamint 2008-ban másodvetésben történt. A szárítószekrényes nedvesség-meghatározáshoz Gödöllőn 2005-ben másodvetésben, 2006-ban fővetésben 90 cm mélységig vettünk mintát 3 mélységből (0-30; 30-60; 60-90 cm), 2007-ben fővetésben és 2008-ban másodvetésben 50 cm mélységig vettünk mintát 5 mélységből (10 cm-enként), míg 2007 őszén 90 cm-ig 7 mélységből (0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 60-90 cm) történt a mintavétel.

3.4.3. A növények fenológiai vizsgálata

A növények kelése után meghatároztam a tőszámot, illetve a fejlődési ütem nyomon követéséhez a vegetáció során több alkalommal is végeztem vizsgálatokat (növénymagasság, gyökérhosszúság).

Gyomfelvételezést, az egyes növények gyomelnyomó képességének vizsgálatát a kelés után 6 héttel végeztem az Újvárosi féle gyomfelvételezési módszer alkalmazásával.

A zöldtrágyanövények biomassza-tömegének méréséhez 0,25 m^2 kvadrát segítségével három ismétlésben vettem mintát. A gyökérhossz és a gyökértömeg méréséhez a gyökerezési mélységig történt a mintavétel.

A hajtás- és gyökértömeget a kiásás, és földmaradványok vízzel való eltávolítása után azonnal mértem. A szárazanyag-tartalom, illetve a nedvességtartalom meghatározása szellős helyen légszárazra előszárítás után szárítószekrényben 60 °C-on történt.

3.4.4. A növények beltartalmi vizsgálata

Az NPK meghatározását 1 g finomra őrölt abszolút száraz mintából tömény kénsavas feltárással, és 30 %-os hidrogénperoxidos hevítéses roncsolással végeztem (CAVELL 1954, SARKADI et al. 1955, HUTTON és NYE 1958, SARKADI és KRÁMER 1961, VARLEY 1966, DEBRECZENINÉ 1991). Roncsolás után a 100 cm^3-re hígított mintákból határoztam meg a N, P és a K tartalmat. A nitrogéntartalom mérésére a Parnass-Wagner vízgőzdesztilláló készüléket használtam.

A foszfor mérésénél a vanadát-molibdát eljárást alkalmaztam. A sárga színű oldat extinkciójának méréséhez spektrofotométert (Spekol 221) használtam.

A kálium meghatározása a foszfor meghatározásnál ismertetett oldatokból és hígítási sor segítségével lángfotométerrel (Jenway PFP 7) történt.

3.4.5. Az utóvetemények termésének vizsgálata

Az utóvetemények betakarítása parcellakombájnnal történt. A beltartalmi vizsgálatokat az Instalab 600 NIR (Near Infrared Reflectance Analyzer) infravörös elemző műszerrel végeztük. A műszer a finomra őrölt mintából az infravörös fény visszaverődése, illetve elnyelődése és a kalibrált értékek alapján határozza meg a minta beltartalmi értékeit egy ezrelékes pontossággal (DICKEY-JOHN 2009).

3.4.6. A nitrogénműtrágyázás hatásának vizsgálata

2007-ben a júliusi és augusztusi vetésű facéliánál, mustárnál és olajreteknél, 2008-ban facéliánál, mustárnál és olajreteknél vizsgáltuk a növények fejlődését, biomasszáját és beltartalmi paramétereit N műtrágyázás nélkül, illetve 50 kg/ha N hatóanyag kijuttatás mellett. 2008-ban a N műtrágyázás hektáronkénti NPK felvehetőségét is vizsgáltuk.

3.4.7. Statisztikai módszerek

A statisztikai értékelést az EXCEL program segítségével végeztem a talajellenállás, a talajnedvesség-tartalom, a zöldtrágyanövények mennyiségi és minőségi paramétereinek, az utóvetemény hatás, és a különböző tápanyagdózisok biomasszára és feltárt NPK mennyiségére gyakorolt hatásának vizsgálatakor. Statisztikai értékelésre egytényezős variancia- és regresszióanalízist alkalmaztam (SVÁB 1959, 1961, 1979, 1981, BARÁTHNÉ et al. 1996). Az eredményeket SVÁB (1981) Biometriai módszerek a kutatásban című könyvében leírtak alapján értékeltem.

Regresszióanalízissel a biomassza és az alábbi környezeti tényezők kapcsolatának szorosságát vizsgáltam: a vegetáció alatt lehullott csapadék, a vegetáció hőösszege, csapadék-hőviszony index, hidrotermikus koefficiens, bioklimatikus index.

A csapadék-hőviszony indexszel (I_h) együttesen kifejezhető a hatásos hőösszeg és a vegetáció alatti csapadék mennyisége (KLAGES 2007, SMITH 2008). Meghatározása a következő:

$$I_h = X * P * 10^{-5}$$

X – hatásos hőösszeg (°C)

P – tenyészidőszak csapadékmennyisége (mm)

A hidrotermikus koefficiens (HTC) a vegetáció alatt hullott csapadék és a teljes hőösszeg hatását fejezi ki. Ha a hányados értéke 0,7 alatti száraz, ha 0,7-1 közötti átlagos, ha 1 feletti nedves évjáratról van szó (DIRSÉ 2001, KINDERIENÉ 2006, BELYAK et al. 2007). Minden növény csaknem minden fejlődési fázisának van egy optimális hő- és vízellátottsági viszonyszáma. A növényi produkció optimális csapadék és hő arány esetén a hidrotermikus indextől parabolikusan függ. Meghatározása a következő:

$$HTC = P * 10 / T^o$$

P – tenyészidőszak csapadékmennyisége (mm)

T^o - teljes hőösszeg (°C)

A Constantinescu-féle bioklimatikus index (I_{bcl}) a teljes hőösszegének, a tényleges napfénytartamának, a tenyészidőszak csapadékmennyiségének és a tenyészidőszak hosszának együttes hatását adja (CONSTANTINESCU 1964, 1967). Meghatározása a következő:

$$I_{bcl} = T^o * I_e / P / N / 10$$

T^o – teljes hőösszeg (°C)

I_e – tényleges napfénytartam (h)

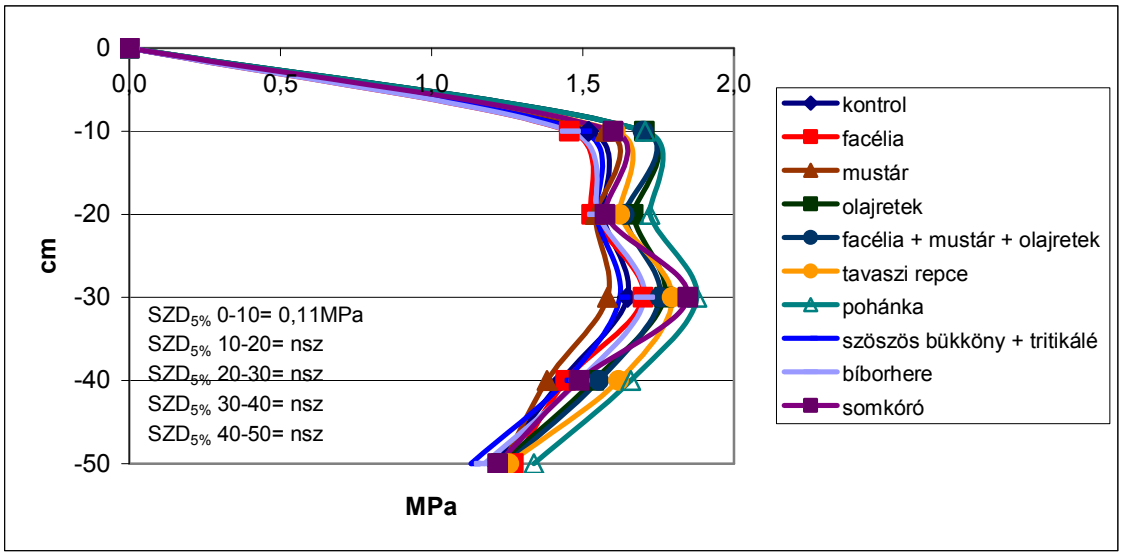
P – tenyészidőszak csapadékmennyisége (mm)

N – tenyészidőszak hossza (nap)

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

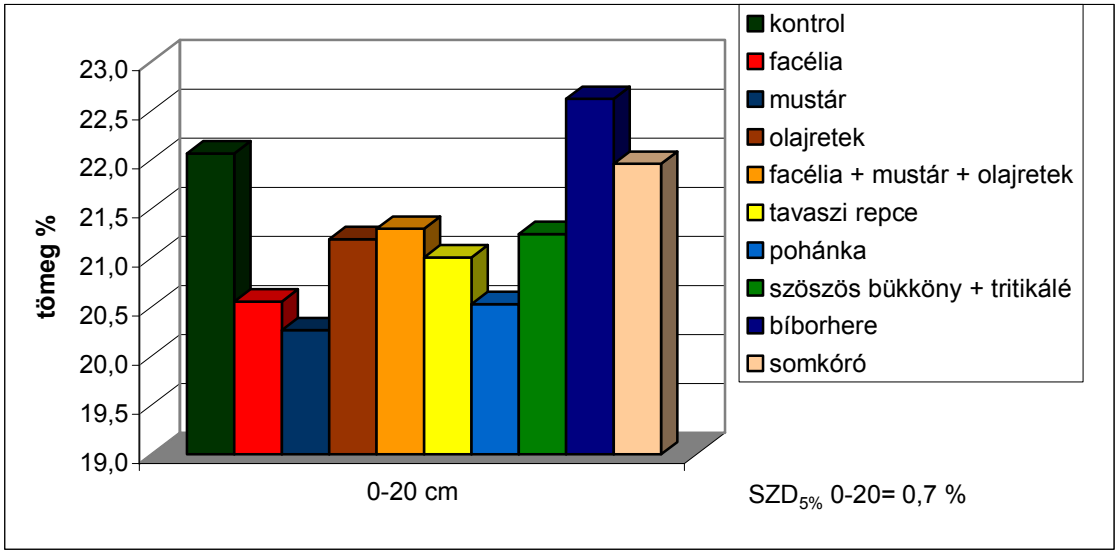
4.1. A talajellenállás és a talajnedvesség mérés eredményei

Mélykúton 2005-ben, másodvetésnél csak a 0-10 cm rétegben találtam szignifikáns különbséget az egyes kezelések között, bár az eltérés nem volt jelentős *(6. ábra, 4. melléklet)*.



6. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Mélykút, 2005)

Az olajreteknél, a facélia-mustár-olajretek keveréknél és a pohánkánál volt szignifikánsan tömörebb a talaj, mint a kontrol. A többi mélységben az F próbastatisztika alapján nem volt igazolható különbség. A talajellenállás egyik növénynél sem érte el a károsnak tartott 3,0-3,5 MPa értéket. A talajnedvességnél a vizsgált 0-20 cm rétegben a bíborhere és a somkóró kivételével – amelyeknél nem volt igazolható statisztikai különbség – a talaj valamennyi növénynél szignifikánsan szárazabb volt, mint a kontrol (*7. ábra, 5. melléklet*).



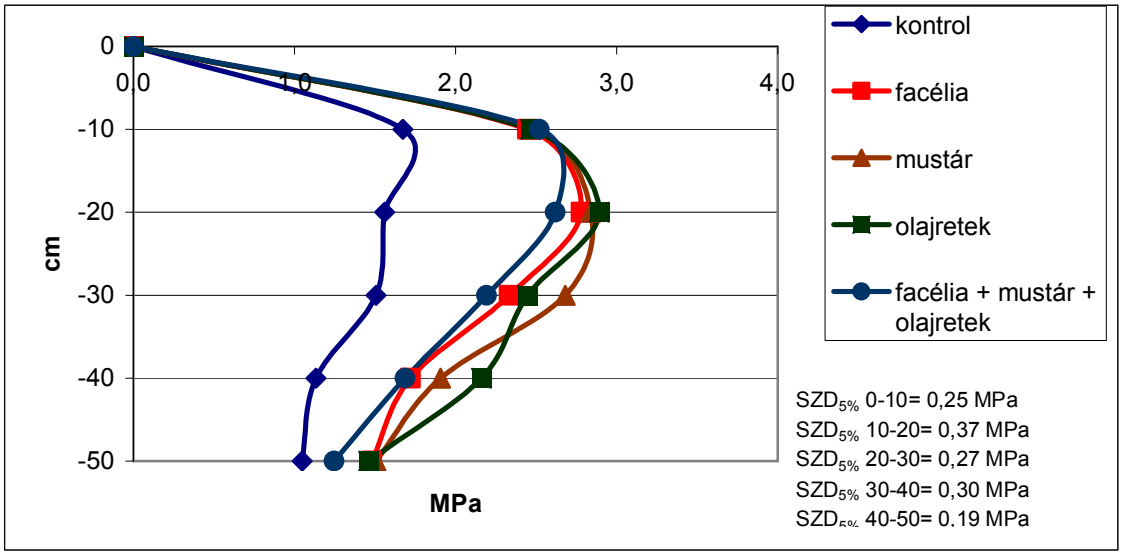
7. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) (Mélykút, 2005)

Gödöllőn 2005-ben fővetésben az F próbastatisztika alapján a talajellenállás értékeinél egyik mélységben sem (0-30; 30-60; 60-90 cm) volt igazolható a különbség. A bedolgozás után ősszel megismételt mérés, valamint az utóvetemény őszi búzában 2006 tavaszán végzett mérések sem mutattak szignifikáns különbséget az egyes kezelések között. A talajnedvességnél sem volt igazolható statisztikai különbség. A növények bedolgozása után ősszel és a következő év tavaszán végzett vizsgálatok eredményeiben sem igazolható különbség az F próba alapján.

Gödöllőn 2005-ben másodvetésben az esős nyár utáni száraz őszön a talajellenállásnál valamennyi mélységben statisztikailag igazolható eltérést tapasztaltam. A növényállománnyal fedett parcellák minden esetben tömörebb talajállapotot mutattak, mint a kontrol. Bár a növények gyökere nem hatolt mélyre (facélia 11,5 cm, mustár 15,0 cm, olajretek 18,1 cm, a facélia-mustár-olajretek keverékben pedig 6,4 cm; 11,1 cm; 15,1 cm) a talajellenállásra gyakorolt kedvezőtlen hatás a 40-50 cm rétegben is kimutatható volt (*8. ábra, 6-10 mellékletek*). Bár a növényállománnyal borított parcellák átlag 58 százalékkal voltak tömörebbek, mint a kontrol, a talajellenállás egyik növénynél sem haladta meg a már károsnak tartott 3,0-3,5 MPa-t.

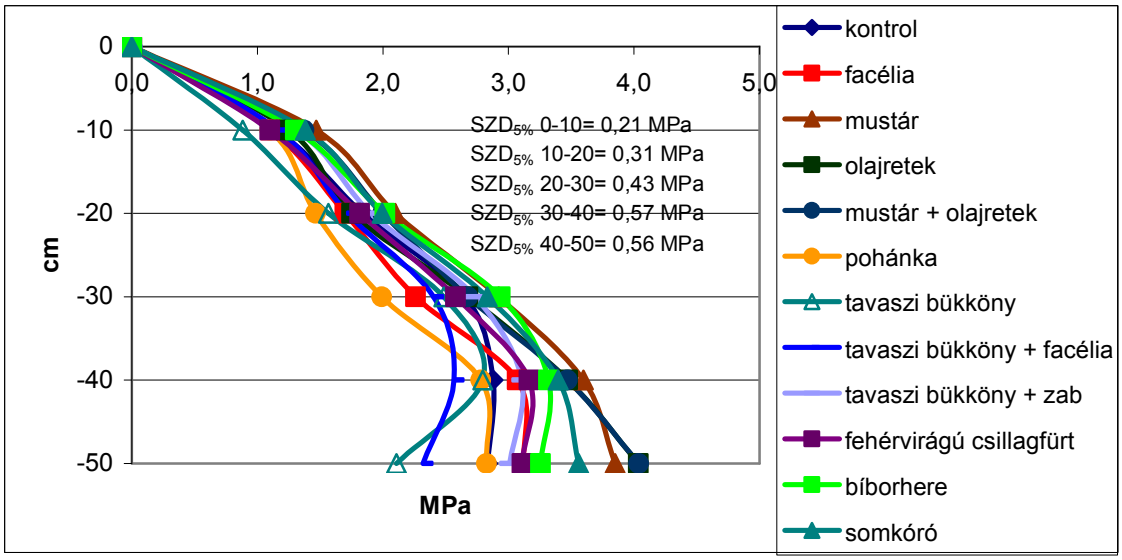
Tavaszra a különbség megszűnt, a kezelések között az F próba alapján egyik mélységben sem volt igazolható különbség. A talajnedvességnél a vegetáció alatt az F próba alapján egyik rétegben sem (0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm) volt különbség. Az

őszi bedolgozás után tavasszal végzett mérés eredményében sem volt az F próbastatisztika szerint igazolható különbség.



8. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2005)

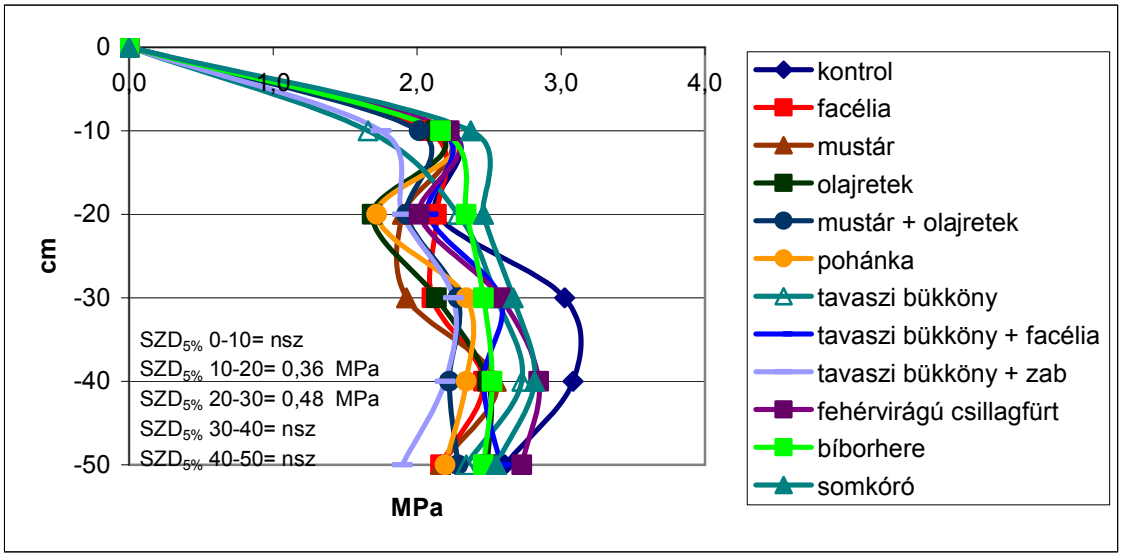
Gödöllőn 2006-ban fővetésben minden mélységben igazolható volt a statisztikai eltérés (*9. ábra, 11-15. mellékletek*).



9. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2006)

Ahol volt szignifikáns különbség a kontrol és a növényállomány között, ott a kontrol alatt volt a kisebb talajellenállás, a tavaszi bükköny 0-10 cm és 40-50 cm, valamint a pohánka 10-20 cm és 20-30 cm mélységben mért értékei kivételével.

Feltételezhetően a két növény sekély gyökérzetéből adódóan adott kedvezőbb eredményeket. A többi kezelésnél a művelt réteg alatti 30-40 és 40-50 cm mélységben a talajellenállás értéke elérte, sőt egyes esetekben meghaladta a már károsnak tartott 3,0-3,5 MPa-t. A nyári bedolgozás után ősszel végzett talajellenállás mérés eredményei alapján a 10-20 és 20-30 cm rétegben a növényállomány után kedvezőbb értékek adódtak (*10. ábra, 16-17. mellékletek*). A többi rétegben nem volt igazolható az eltérés. Csak a kontrol talajellenállása közelítette meg a művelés alatti talajrétegekben a már kritikusnak tartott 3,0-3,5 MPa-t. A 10-20 cm rétegben az olajretek és a pohánka után, a 20-30 cm rétegben a facélia, mustár, olajretek, mustár + olajretek, pohánka, tavaszi bükköny + zab és a bíborhere után alakult ki statisztikailag igazolhatóan kedvezőbb talajállapot.



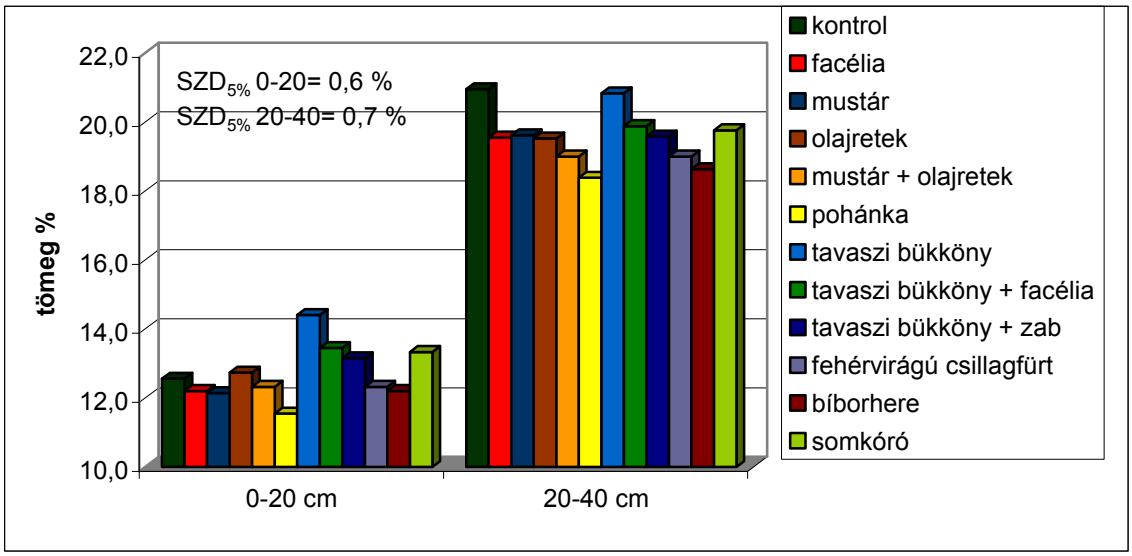
10. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra bedolgozásuk után 3 hónappal (MPa) (Gödöllő, 2006)

Bedolgozás után 3 hónappal valamennyi növény kedvezőbb talajellenállási értéket mutatott a 0-50 cm-es teljes réteget tekintve, mint a kontrol (*16. táblázat*). Bedolgozáskor a nagy és dús gyökérzetet adó növények után volt a legtömörebb a talaj a kontrolhoz viszonyítva, viszont bedolgozás után 3 hónappal ezek a növények után vált legkedvezőbbé a talajállapot.

16. táblázat A talajellenállás értéke a kontrol százalékában a bedolgozáskor és a bedolgozás után 3 hónappal (0-50 cm) (Gödöllő, 2006 fővetés)

kezelés	a talajellenállás értéke bedolgozáskor a kontrol százalékában	a talajellenállás értéke bedolgozás után 3 hónappal a kontrol százalékában
kontrol	100,0%	100,0%
facélia	99,1%	83,7%
mustár	122,6%	81,9%
olajretek	116,1%	83,7%
mustár + olajretek	119,3%	82,1%
pohánka	89,4%	82,8%
tavaszi bükköny	86,6%	88,4%
tavaszi bükköny + facélia	89,5%	90,7%
tavaszi bükköny + zab	106,2%	76,4%
fehérvirágú csillagfürt	103,6%	94,8%
bíborhere	112,9%	91,4%
somkóró	115,8%	98,4%

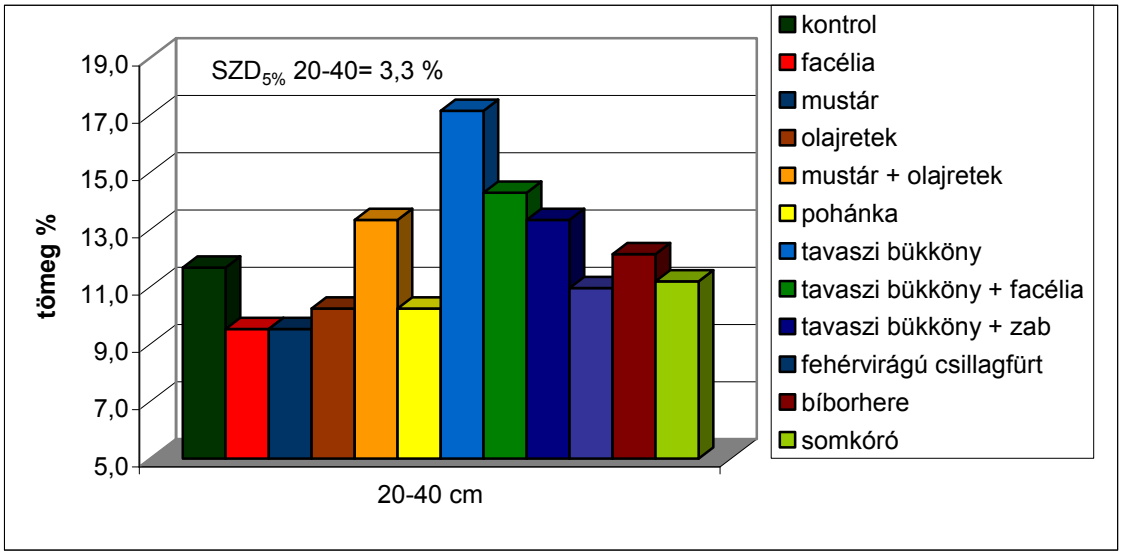
A talajnedvesség mérésnél (*11. ábra, 18-19. mellékletek*) a 0-20 cm rétegben a pohánka alatt a talaj szárazabb, a tavaszi bükköny, tavaszi bükköny + facélia, tavaszi bükköny + zab és a somkóró alatti talaj nedvesebb volt, mint a kontrol. A 20-40 cm rétegben a tavaszi bükköny kivételével minden növény szignifikánsan szárazabb talajállapotot eredményezett, mint a kontrol.



11. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) (Gödöllő, 2006)

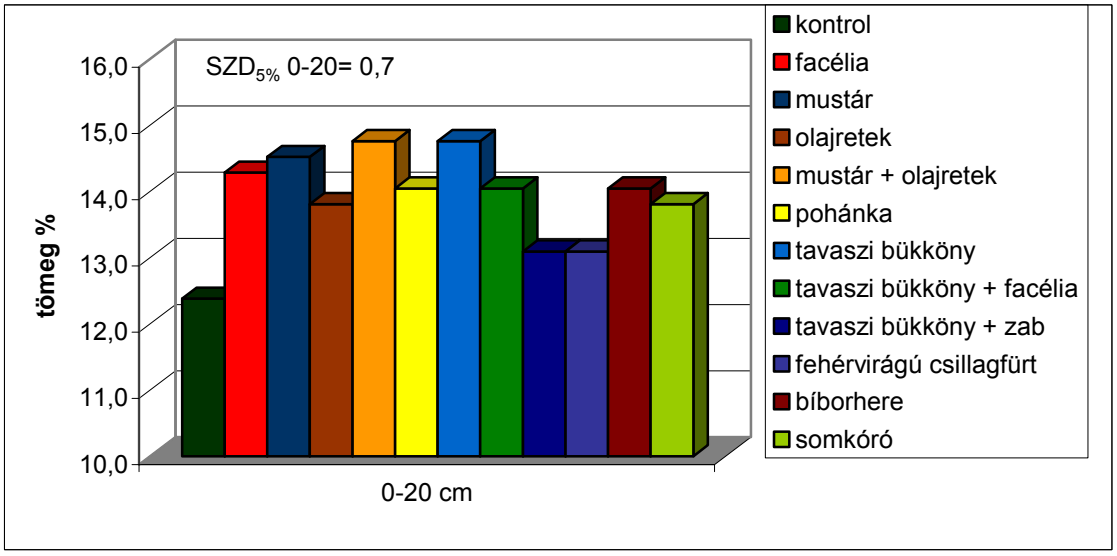
Nyáron bedolgozás után a felső rétegben statisztikailag nem volt igazolható különbség, a mélyebb rétegben is csak a bükkönynél volt nedvesebb a kontrolnál

(*12. ábra, 20. melléklet*) a tavaszi sekélyebb gyökérzetből eredő kisebb nedvesség-felhasználás miatt.



12. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) bedolgozásuk után 1 hónappal (Gödöllő, 2006)

Őszre a mélyebb (20-40 cm-es) talajrétegben eltűnt a különbség, viszont a 0-20 cm rétegben a mulcsborítottság és az elbomló zöldtrágyanövények hatására minden parcella több nedvességet tartalmazott a felső 20 cm talajrétegben, mint a kontrol (*13. ábra, 21. melléklet*).



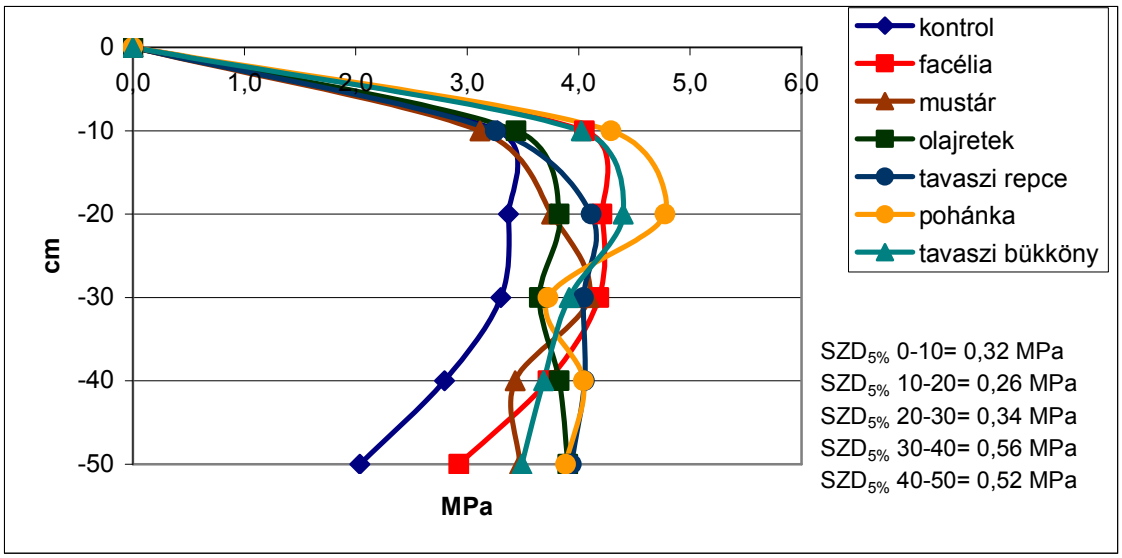
13. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) bedolgozásuk után 3 hónappal (Gödöllő, 2006)

A teljes 0-40 cm-es talajréteget elemezve jól nyomon követhető az a folyamat, amely során a talajállapot kedvezőbbé válik a zöldtrágyázás hatására (*17. táblázat*). Bedolgozás után 3 hónappal minden zöldtrágyázott parcella több nedvességet tartalmazott, mint a kontrol.

17. táblázat A talajnedvesség értéke a kontrol százalékában a bedolgozáskor, a bedolgozás után 1 és 3 hónappal (0-50 cm) (Gödöllő, 2006 fővetés)

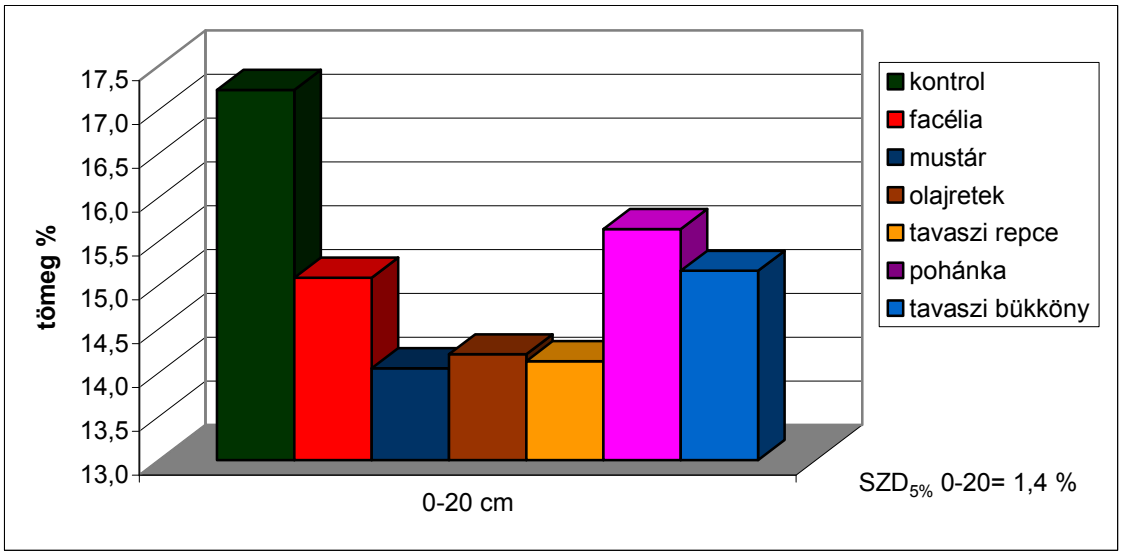
kezelés	a talajnedvesség értéke bedolgozáskor a kontrol százalékában	a talajnedvesség értéke bedolgozás után 1 hónappal a kontrol százalékában	a talajnedvesség értéke bedolgozás után 3 hónappal a kontrol százalékában
kontrol	100,0%	100,0%	100,0%
facélia	94,7%	91,0%	107,1%
mustár	94,8%	83,8%	108,6%
olajretek	96,3%	88,8%	104,8%
mustár + olajretek	93,5%	110,8%	110,2%
pohánka	89,3%	87,6%	106,4%
tavaszi bükköny	105,2%	134,3%	109,3%
tavaszi bükköny + facélia	99,5%	108,3%	106,4%
tavaszi bükköny + zab	97,7%	108,4%	101,0%
fehérvirágú csillagfürt	93,5%	101,0%	103,8%
bíborhere	92,0%	104,1%	106,4%
somkóró	98,8%	100,7%	103,9%

Gödöllőn 2006-ban másodvetésben a 0-10 cm rétegben a facélia, a pohánka, és a tavaszi bükköny, az összes többi rétegben valamennyi növény szignifikánsan tömörebb talajállapotot adott, mint a kontrol (*14. ábra, 22-26. mellékletek*). A 30 cm-es művelt rétegben minden kezelés, a művelt réteg alatt a kontrol kivételével minden kezelés károsan tömör talajt eredményezett.



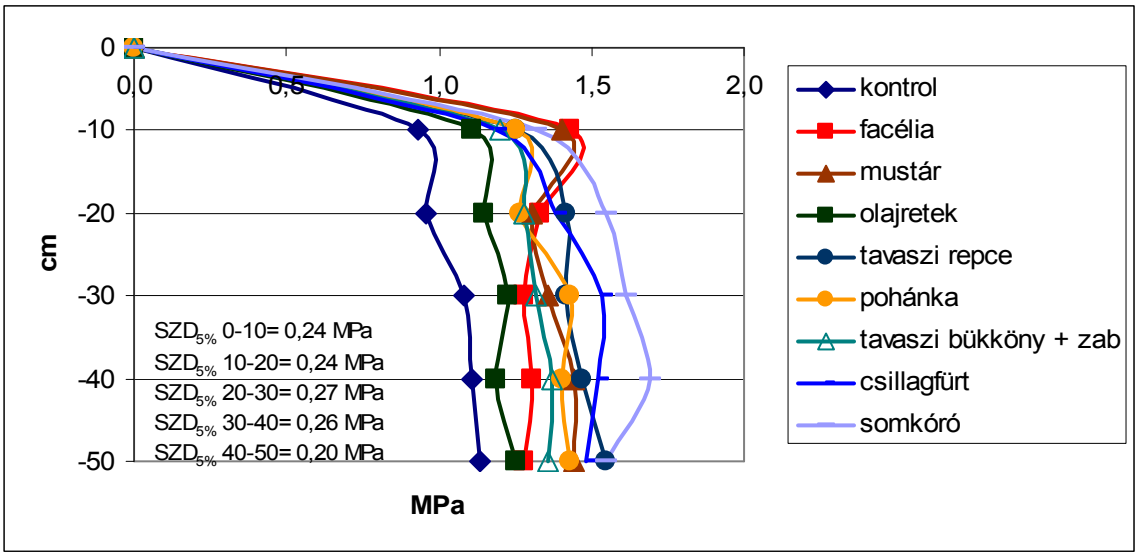
14. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2006)

A talajnedvesség a 0-20 cm rétegben szignifikánsan minden kezelésben kisebb volt, mint a kontrol (*15. ábra, 27. melléklet*), a 20-40 cm rétegben az F próba alapján nem volt igazolható a különbség.



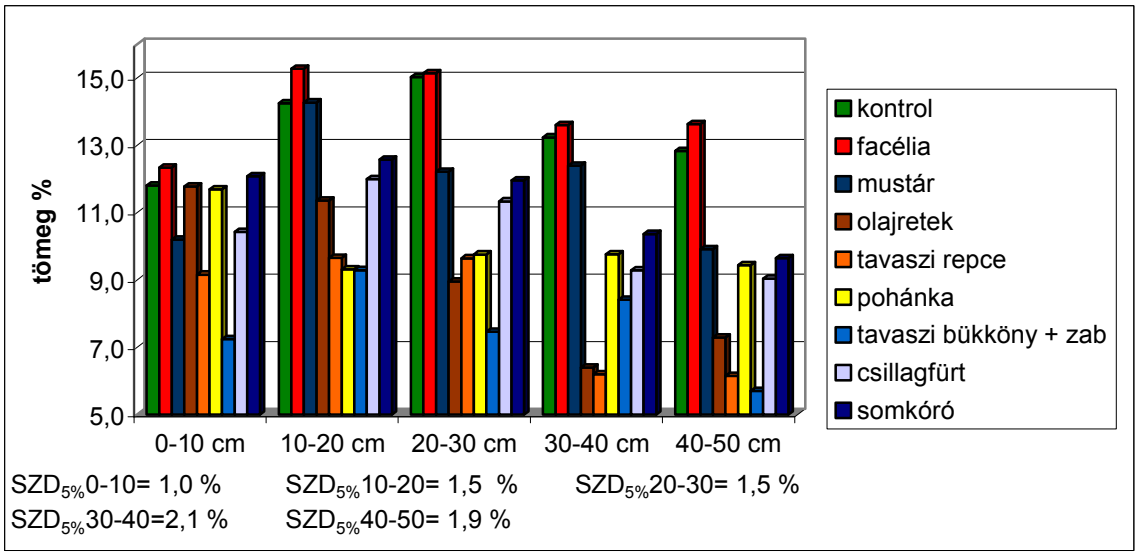
15. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) (Gödöllő, 2006)

Gödöllőn 2007-ben fővetésben az olajretek kivételével minden kezelésnél szignifikánsan tömörebb volt a talaj, mint a kontrol, bár egyik növénynél sem közelítette meg a káros 3,0-3,5 MPa-t (*16. ábra, 28-32. mellékletek*).



16. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2007)

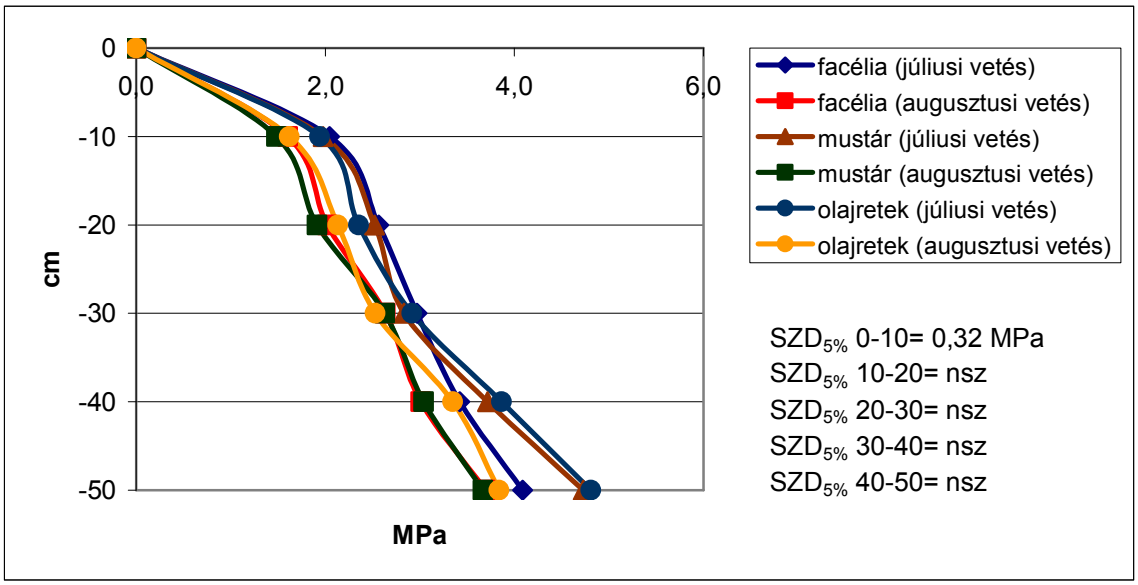
A talajnedvességnél a 0-10 cm rétegben a mustár, a tavaszi repce, a tavaszi bükköny és a csillagfürt alatti talaj szignifikánsan szárazabb volt, mint a kontrol (*17. ábra*, *33. melléklet*). A többi mélységben a facélia, illetve a 10-20 cm és 30-40 cm rétegben a mustár kivételével minden növényállomány statisztikailag igazolhatóan szintén szárazabb talajállapotot adott, mint a kontrol (*34-37. mellékletek*).



17. ábra A fővetésű zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) (Gödöllő, 2007)

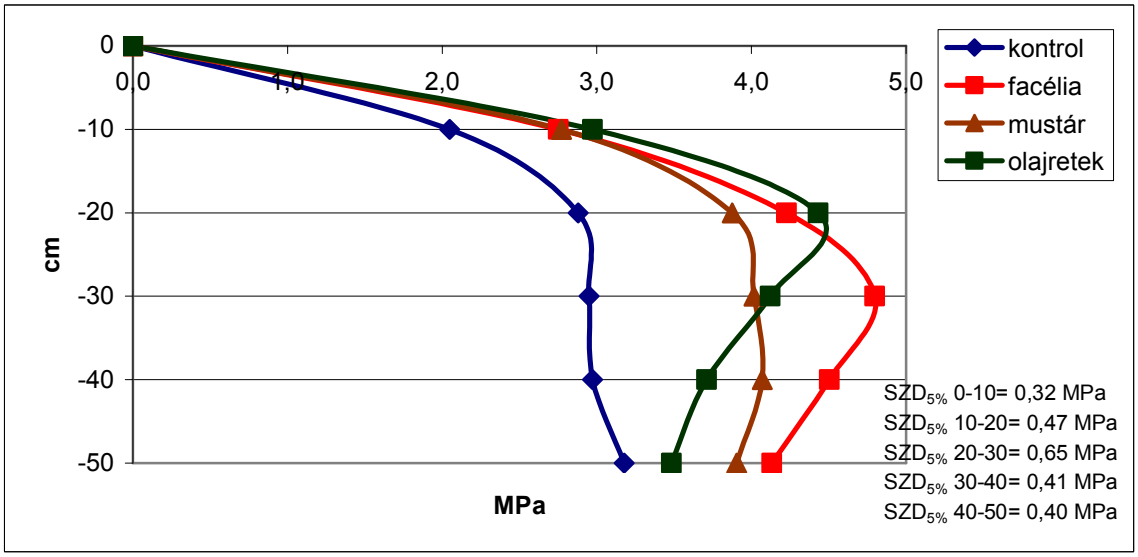
Gödöllőn 2007-ben másodvetésben a talajellenállásnál csak a talaj felső 0-10 cm rétegében igazolható a statisztikailag az eltérés (*18. ábra, 38. melléklet*). A korábbi vetés után tömörebb volt a talaj minden növénynél, mint a későbbi vetésidő esetében.

A talajnedvességnél az F próba alapján nem volt igazolható az eltérés. A növények fajtól és vetésidőtől függetlenül közel azonos talajállapotot hagytak hátra. A művelt réteg alatt minden kezelés káros 3,0-3,5 MPa-t meghaladó értéket mutatott.



18. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2007)

Gödöllőn 2008-ban másodvetésben minden parcella talaja minden mélységben szignifikánsan tömörebb volt a kontrolnál az olajretek kivételével, amelynél a 40-50 cm mélységben már nem volt statisztikai eltérés a kontrolhoz képest (19. *ábra, 39-43. mellékletek*). 10 cm-nél mélyebben a kontrol kivételével minden kezelés elérte és meghaladta a károsnak tartott 3,0-3,5 MPa-t.

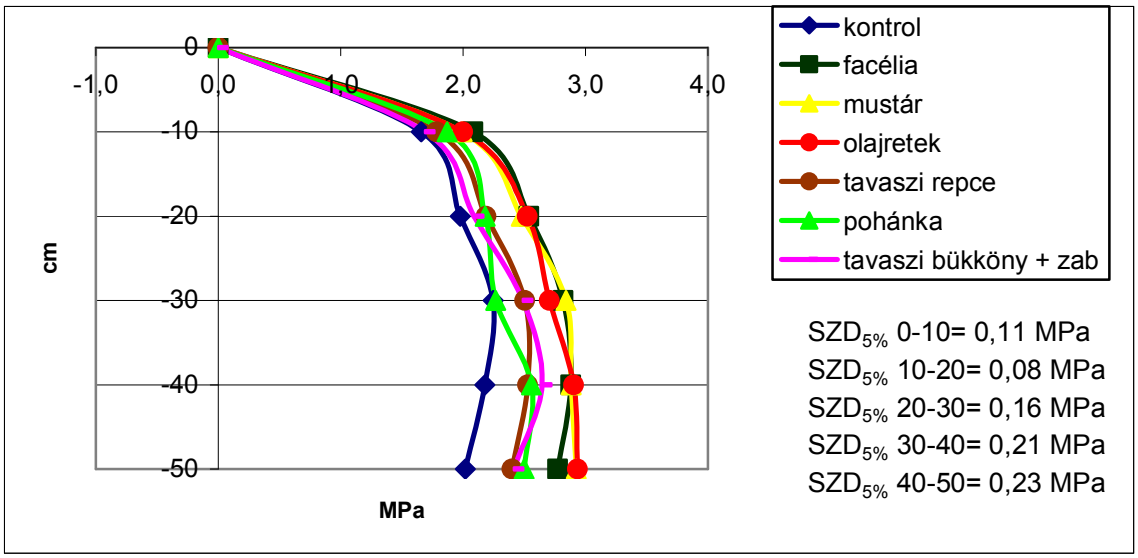


19. ábra A másodvetésű zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) (Gödöllő, 2008)

A fontosabb zöldtrágyanövények talajellenállásra gyakorolt hatását a Gödöllői fő- és másodvetésű kísérletek átlagában a *20. ábra* és *a 44-48. mellékletek* mutatják be. A 0-10 cm-es rétegben a zabos bükköny, és a 20-30 cm-es rétegben a pohánka kivételével valamennyi kezelés statisztikailag igazolhatóan tömörebb volt, mint a kontrol. A kontrol és a zöldtrágyanövényekkel borított parcellák talajellenállási értéke közötti különbség a mélyebb rétegekben nagyobb volt, mint a felszín közelében. A teljes 50 cm-es talajréteget alapul véve a zöldtrágyanövények alatt 12,4-30,2 %-kal volt tömörebb a talaj, mint a kontrol esetében. A talajellenállás értéke, és eltérése a kontrolhoz képest is nagyobb volt a mélyebb rétegekben, mint a felszín közelében (*18. táblázat*).

18. táblázat A zöldtrágyanövények átlagos talajellenállás értéke (MPa) 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

talajellenállás (MPa)	kontrol	facélia	mustár	olajretek	tavaszi repce	pohánka	tavaszi bükköny + zab
0 – 10 cm	1,7	2,1	2,0	2,0	1,8	1,9	1,7
a kontrol százalékában	100,0%	125,5%	120,0%	120,5%	107,5%	112,8%	101,8%
10 – 20 cm	2,0	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,1
a kontrol százalékában	100,0%	128,4%	125,3%	127,8%	110,8%	110,3%	105,8%
20 – 30 cm	2,2	2,8	2,8	2,7	2,5	2,3	2,5
a kontrol százalékában	100,0%	125,5%	126,6%	120,5%	111,6%	101,0%	110,8%
30 – 40 cm	2,2	2,9	2,9	2,9	2,5	2,6	2,6
a kontrol százalékában	100,0%	132,4%	132,4%	133,4%	116,1%	117,6%	121,5%
40 – 50 cm	2,0	2,8	2,9	2,9	2,4	2,5	2,4
a kontrol százalékában	100,0%	137,4%	144,9%	145,4%	119,0%	123,9%	119,7%
0-50 cm átlag	2,0	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3
a kontrol százalékában	100,0%	129,9%	130,2%	129,7%	113,2%	112,9%	112,4%

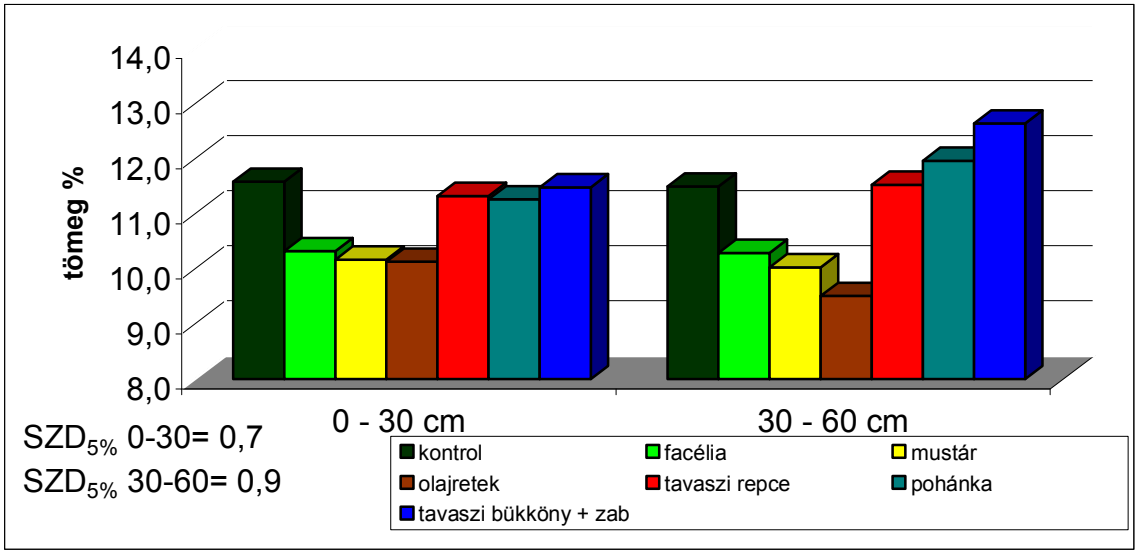


20. ábra A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

A fontosabb zöldtrágyanövények talajnedvességre gyakorolt hatását a Gödöllői fő- és másodvetésű kísérletek átlagában a *21. ábra* és *a 49-50. mellékletek* mutatják be. A 7 kísérlet átlagában a 0-30 cm-es rétegben a facélia, a mustár és az olajretek talaja szignifikánsan szárazabb volt, mint a kontrol. A tavaszi repce, a pohánka és a zabos bükköny között nem volt igazolható a statisztikai különbség. A 30-60 cm-es rétegben a facélia, a mustár, az olajretek és a zabos bükköny keverék talaja volt statisztikailag igazolhatóan szárazabb, mint a kontrolé. A tavaszi repce, a pohánka és a kontrol között nem volt kimutatható a különbség. A teljes 0-60 cm-es rétegben a 7 kísérlet átlagában a facélia 10,7 %-kal, a mustár 12,5 %-kal, az olajretek 14,9 %-kal, a tavaszi repce 1,0 %-kal szárazabb talajt eredményezett, mint a kontrol (*19. táblázat*).

19. táblázat A zöldtrágyanövények átlagos talajnedvesség értéke (tömeg %) 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

talajnedvesség (tömeg %)	kontrol	facélia	mustár	olajretek	tavaszi repce	pohánka	tavaszi bükköny + zab
0 – 30 cm	11,6	10,3	10,2	10,1	11,3	11,3	11,5
a kontrol százalékában	100,0%	89,1%	87,8%	87,5%	97,8%	97,3%	99,1%
30 – 60 cm	11,5	10,3	10,0	9,5	11,5	12,0	12,6
a kontrol százalékában	100,0%	89,5%	87,2%	82,7%	100,3%	104,1%	110,0%
0-60 cm átlag	8,0	7,2	7,0	6,8	7,9	8,1	8,4
a kontrol százalékában	100,0%	89,3%	87,5%	85,2%	99,0%	100,5%	104,3%



21. ábra A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

A talajellenállás értéke szorosan függ az évjárathatástól és a termőhelyi körülményektől. Ezért a zöldtrágyanövényekkel borított parcellák talajellenállás értékei széles értékek között mozogtak a különböző kísérletekben, azonban az esetek többségében statisztikailag igazolhatóan tömörebb talajállapotot eredményeztek bedolgozáskor, a kontrol parcellákhoz képest.

A talajnedvesség értéke szintén erősen évjárat és termőhely függő. Bár nem minden kísérletben volt szignifikáns különbség a kezelések között, ha igen, többségében a zöldtrágyanövényekkel borított parcellák bizonyultak szárazabbnak.

Különösen szárazabb években – adott termőhelyi körülmények között – a zöldtrágyanövények kedvezőtlenebb, tömörebb és szárazabb talajállapotot eredményeztek bedolgozáskor, mint a vetetlen kontrol, ez a különbség azonban néhány hónap elteltével megszűnt.

4.2. Fenológiai vizsgálatok

4.2.1. A gyomelnyomó képesség vizsgálata

A különböző zöldtrágyanövények gyomelnyomó képessége vetésidőtől és évjárattól függetlenül valamennyi kísérletben hasonlóan alakult (*51. melléklet*).

Gödöllő Szárítópusztán a Cirsium arvense foltszerű elterjedését kivéve évelő gyomnövények nem fordulnak elő, ezért a kísérletekben csak T-s gyomnövények kelését figyeltem meg. Mélykúton évelő gyomnövények nem voltak, csak magról kelők.

A vetetlen kontrolon a táblára és az adott időszakra jellemző valamennyi gyomfaj megjelent. Gyomborítottsága a kísérletek felében 100 % volt, 8 kísérlet átlagában 68,1 %-os gyomborítottsággal rendelkezett.

A facélia gyengébb kezdeti fejlődése ellenére jó gyomelnyomó képességgel rendelkezett. Sűrű állományából adódóan fejlődése későbbi szakaszában hatékonyan gátolta meg a gyomnövények kelését és fejlődését. Átlag gyomborítottsága 4,1 % volt.

A mustár, az olajretek, illetve a facélia-mustár-olajretek és a mustár-olajretek keverék kiváló gyomelnyomó képességgel rendelkezett, állományuk valamennyi kísérletben teljesen gyommentes volt. A mustár és olajretek kiváló kompetíciós képessége a keverékekben is jelentkezett, esetenként a facélia fejlődését is gátolták.

A tavaszi bükköny tisztán telepítve jó – átlagos gyomborítottsága 6,7 % volt – keverékben vetve kiváló gyomelnyomó képességgel bírt. Keverékekben a támasznövénnyel együtt 100 %-ban elnyomták a gyomnövényeket.

A tavaszi repce gyomelnyomó képessége is jó volt. Az átlagos gyomborítottsága 4,0 % volt.

A pohánka szintén jó gyomelnyomó képességgel rendelkezett, átlagos gyomborítottsága 12,2 % volt.

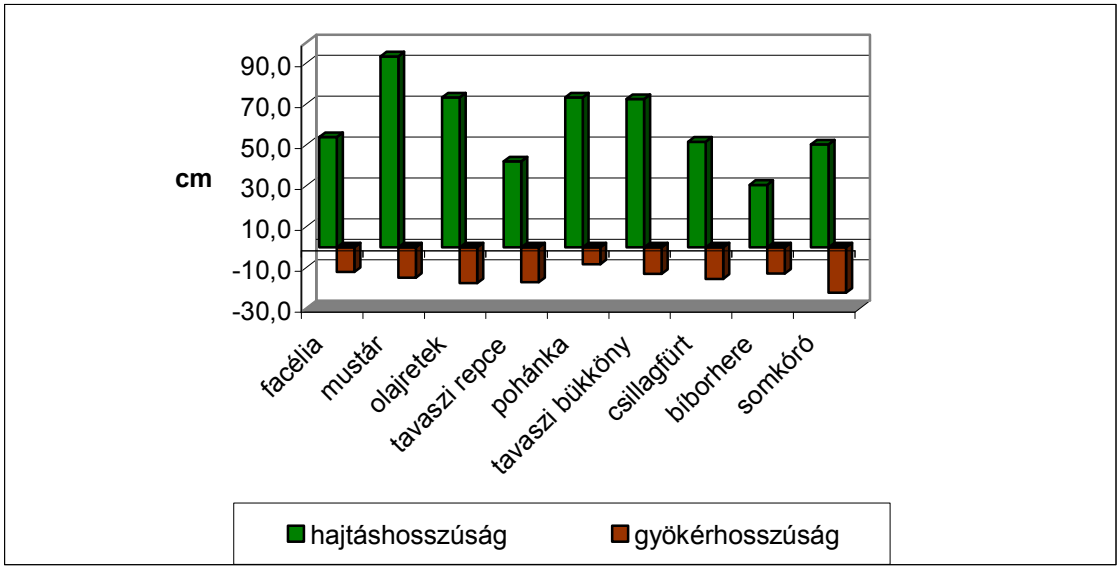
A csillagfürt, a bíborhere és a somkóró viszont lassabb kezdeti fejlődése miatt csak közepes gyomelnyomó képességgel bírt.

A csillagfürt a kísérletek átlagában 18,7 %, a somkóró 14,0 % gyomot tartalmazott.

A bíborhere volt valamennyi növény közül a leggyomosabb. A gyomborítottság átlagos értéke 21,7 % volt, de több kísérletben is meghaladta a 30 %-ot.

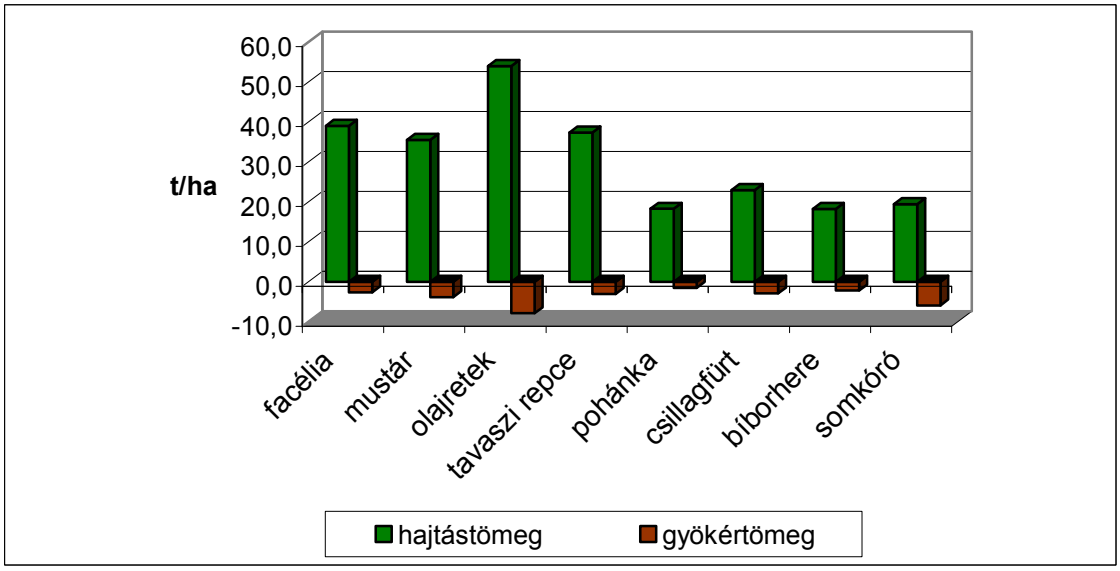
4.2.2. A gyökérhosszúság és a gyökértömeg vizsgálata

A zöldtrágyanövények átlagos gyökérhosszúságát a *22. ábra* mutatja be. A gyökérhosszúság évjárathatástól és vetésidőtől függetlenül hasonló értékeket mutatott. A rövid vegetációs periódus miatt egyik növény gyökérzete sem hatolt a művelt réteg alá. A leghosszabb gyökérzetet a somkóró fejlesztette, átlag 22,2 cm-t, de az olajretek, a tavaszi repce és a csillagfürt átlagos gyökerezési mélysége is meghaladta a 15 cm-t.



22. ábra A zöldtrágyanövények átlagos hajtás- és gyökérhosszúsága (cm) (Gödöllő, 2005-2008)

A gyökérzet tömege – növényfajtól függően – a teljes biomasszának esetenként csak csekély részét tette ki (*23. ábra*). A 8 kísérlet átlaga alapján a legkisebb átlagos gyökértömeg aránya a facéliának, 7,3 %, legnagyobb a somkórónak, 43,7 % volt (*20. táblázat*). Az átlagos gyökértömeg a legtöbb növénynél a teljes biomassza 10-15 százalékát tette ki.



23. ábra A zöldtrágyanövények átlagos hajtás- és gyökértömege (t/ha) (Gödöllő, 2005-2008)

20. táblázat A zöldtrágyanövények átlagos gyökértömege az átlagos teljes biomassza százalékában (%) (Gödöllő, 2005-2008)

növény	facélia	mustár	olajretek	tavaszi repce	pohánka	csillagfürt	bíborhere	somkóró
gyökértömeg a teljes biomassza százalékában	7,3 %	12,1 %	17,1 %	8,8 %	9,1 %	14,6 %	13,6 %	43,7 %

4.3. A biomassza és az NPK tartalom vizsgálata

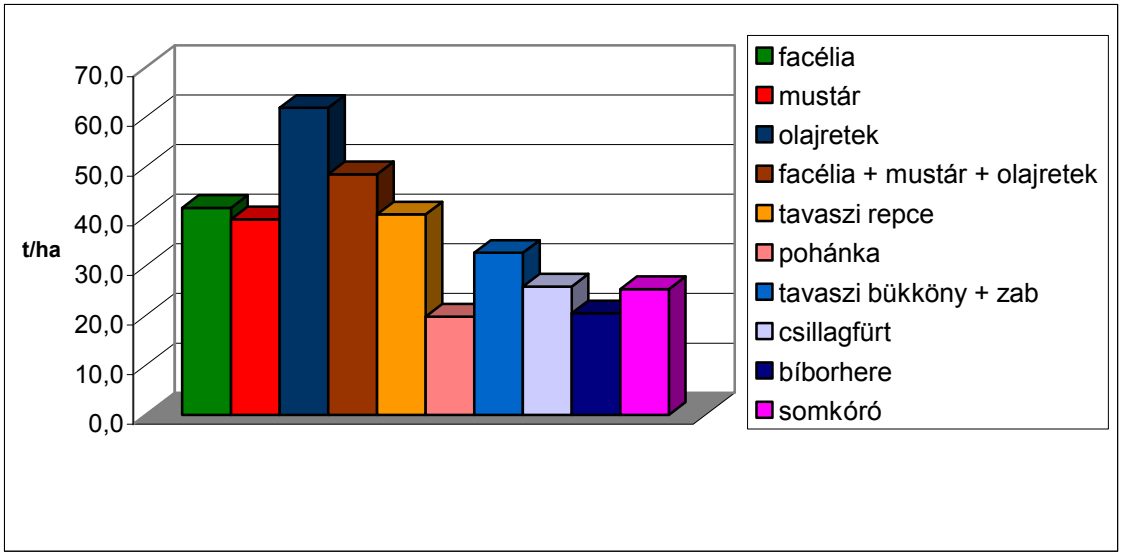
A zöldtrágyanövények zöldtömeg, száraztömeg, N, P_2O_5 és K_2O értékeit az *52-59.* mellékletek tartalmazzák. Évjárathatástól függően a biomasszában, és a feltárt tápanyagok mennyiségében is jelentős volt az eltérés. Azonban még a leggyengébb, 2007. évi fővetésű kísérletben is minden növény elérte a KÉSMÁRKI és PETRÓCZKI (2003a) által meghatározott minimum 10 t/ha zöldtömeget. A 8 kísérlet összevont adatait a *21. táblázat* tartalmazza.

21. táblázat A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege és felvett NPK mennyisége értékei 8 kísérlet átlaga alapján (t/ha, kg/ha)
(Mélykút 2005, Gödöllő 2005-2008)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	41,7 (11,9-65,9)*	6,5 (2,2-14,1)	156,2 (30-346)	84,4 (15-174)	233,7 (43-375)
mustár	39,4 (11,9-86,0)	7,2 (2,2-11,5)	208,3 (30-361)	79,1 (15-128)	215,0 (43-308)
olajretek	61,9 (24,0-150,6)	7,9 (4,2-15,6)	214,9 (60-325)	104,7 (34-168)	292,6 (83-509)
facélia + mustár + olajretek	48,5 (33,4-50,7)	7,5 (3,4-12,0)	173,9 (97-319)	82,2 (46-139)	217,1 (157-292)
tavaszi repce	40,4 (25,7-69,7)	6,3 (3,5-9,7)	172,1 (65-297)	58,8 (27-103)	180,3 (85-305)
pohánka	19,8 (10,6-31,7)	4,6 (2,1-7,5)	96,3 (49-149)	50,9 (22-95)	99,5 (48-175)
tavaszi bükköny + zab	32,7 (11,8-54,5)	8,9 (3,1-14,4)	299,8 (51-727)	81,4 (22-151)	239,8 (57-463)
csillagfürt	25,8 (17,8-33,9)	6,7 (3,0-10,4)	255,1 (105-406)	48,2 (19-77)	130,5 (65-196)
bíborhere	20,5 (12,9-31,3)	3,5 (2,6-6,5)	104,0 (63-189)	32,6 (25-59)	95,7 (70-176)
somkóró	25,3 (13,2-36,7)	4,8 (2,2-6,7)	183,8 (83-335)	46,4 (16-75)	113,8 (47-176)

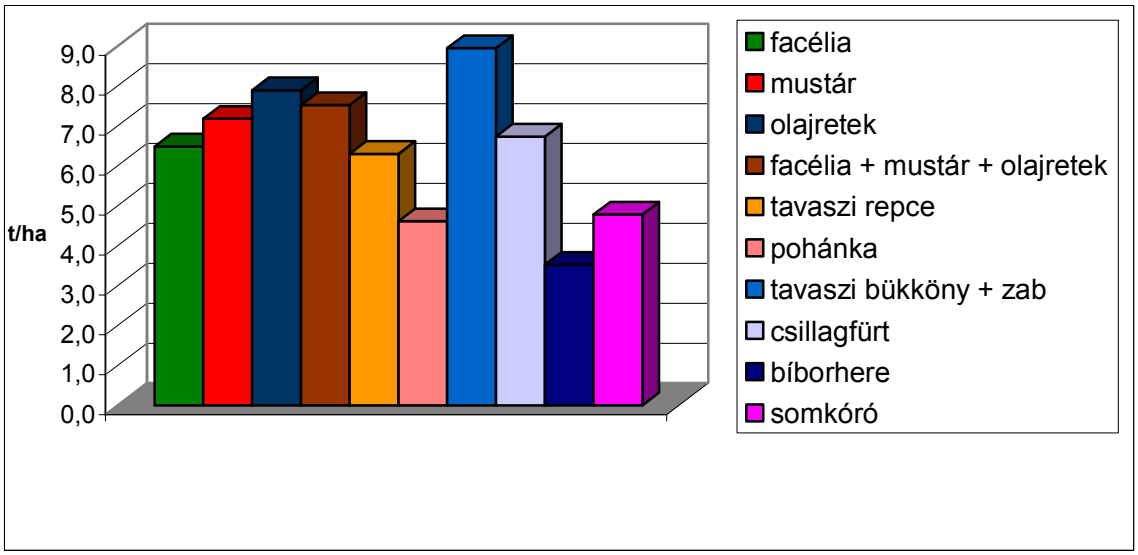
* a zárójelben a minimum és maximum értékek szerepelnek

A kísérletek átlagában a legnagyobb zöldtömeget 61,9 t/ha-t az olajretek érte el. A facélia, a mustár és a tavaszi repce egyaránt nagy és közel azonos (41,7 t/ha; 39,4 t/ha; 40,4 t/ha) zöldbiomasszát hozott létre. A facélia-mustár-olajretek keverék zöldtömege (48,5 t/ha) elmaradt a csak tisztavetésű olajretektől az összetevők átlagának felelt meg. A zabos bükköny keverék a kísérletek átlagában 32,7 t/ha zöldtömeget adott. A pillangósok átlagosan 20-25 t/ha zöldtömeggel rendelkeztek. Az átlaghozam alapján a pohánka biomasszája volt a legkevesebb 19,8 t/ha (*24. ábra*).



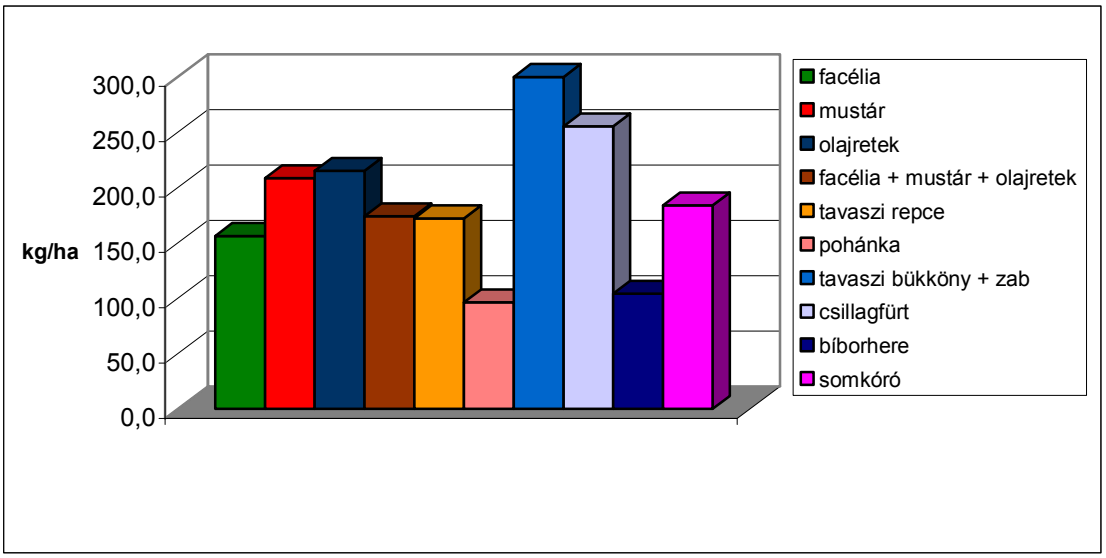
24. ábra A zöldtrágyanövények átlagos zöldtömege (t/ha)
(Gödöllő, 2005-2008)

A legnagyobb átlagos hektáronkénti szárazanyag-tömeget a zabos bükköny érte el. Bár a biomasszája elmaradt a keresztesvirágúaktól, a zab nagyobb szárazanyag-tartalma miatt, hektáronként a legnagyobb száraztömeget ez a keverék adta. Az olajretek, a mustár és a facélia-mustár-olajretek keverék a kísérletek átlagában 7 t/ha feletti szárazanyagot hozott létre. A facélia, a tavaszi repce és a csillagfürt 6 t/ha feletti, a somkóró és a pohánka közel 5 t/ha-os átlagos szárazanyag-tömege is kiemelkedőnek tekinthető. A legkisebb átlagos szárazanyag-tömeget 3,5 t/ha-t a bíborhere érte el (*25. ábra*).



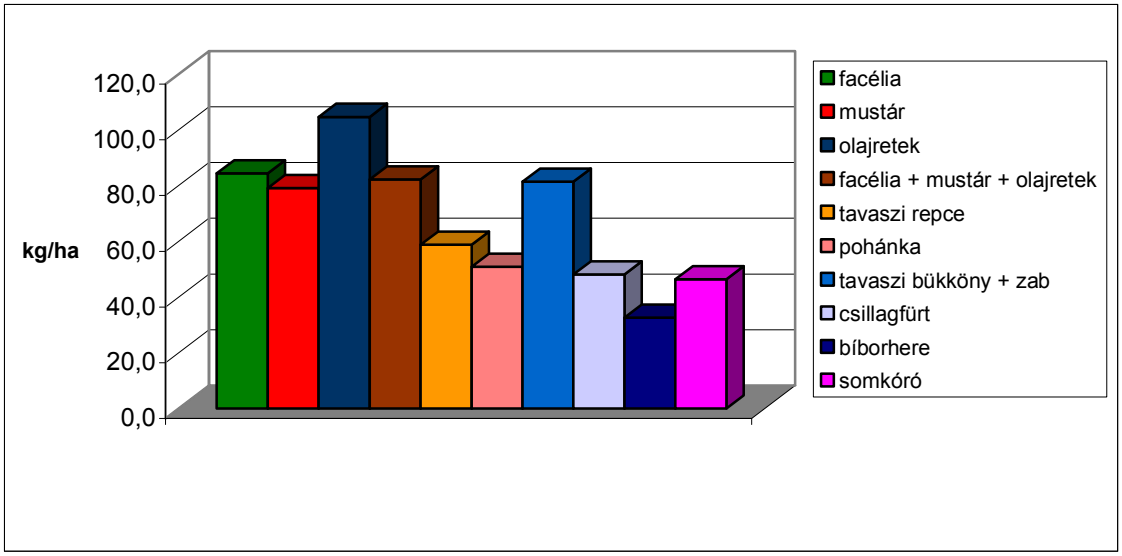
25. ábra A zöldtrágyanövények átlagos szárazanyag-tömege (t/ha)
(Gödöllő, 2005-2008)

Figyelemre méltó a zöldtrágyanövények által feltárt tápanyagok mennyisége. A kísérletek átlaga alapján hektárra vetítve a legtöbb nitrogént a zabos bükköny (299,8 kg/ha) és a csillagfürt (255,1 kg/ha) tartalmazta. A mustár és az olajretek a kísérletek átlagában több mint 200 kg/ha N-t tárt fel. A facélia-mustár-olajretek keverék, a tavaszi repce és a somkóró bedolgozásuk után közel azonos 172-183 kg/ha N-t hagyott hátra. A kis nitrogéntartalmú pohánka, illetve a kedvezőtlen termőhelyi körülmények között kis biomasszát, így hektárra vetítve kevés nitrogént tartalmazó bíborhere is átlagosan 100 kg/ha nitrogén hatóanyagot tartalmazott (*26. ábra*).



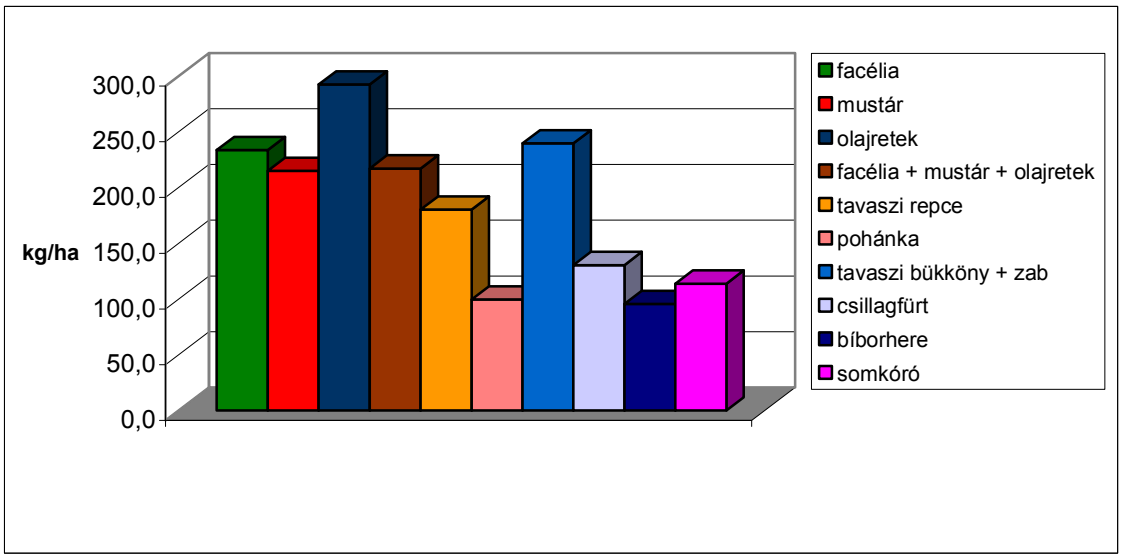
26. ábra A zöldtrágyanövények átlagos felvett N mennyisége (kg/ha)
(Gödöllő, 2005-2008)

A kísérletek átlaga alapján a legtöbb foszfort, 104,7 kg/ha-t az olajretek tárta fel. A facélia, a mustár, a facélia-mustár-olajretek keverék és a zabos bükköny egyaránt 80 kg/ha körüli P_2O_5-ot tartalmazott. A tavaszi repce bedolgozása után átlagosan 58,8 kg/ha P_2O_5-tel javította az utóvetemény foszforellátottságát. A pohánka, a csillagfürt és a somkóró által átlagosan feltárt foszfor mennyisége közel azonos 50,9; 48,2 és 46,4 kg/ha volt. Úgy, mint a nitrogénnél, itt is a bíborhere bírt a legkevesebb hektáronkénti P_2O_5 tartalommal, amely legkisebb hektáronkénti szárazanyag-tömegével magyarázható (*27. ábra*).



27. ábra A zöldtrágyanövények átlagos felvett P_2O_5 mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2005-2008)

A hektáronkénti feltárt átlagos kálium mennyiségénél, a foszforra jellemző tendencia jelentkezett (*28. ábra*). A legtöbb káliumot átlagosan 292,6 kg/ha-t az olajretek tárta fel. A facélia, a mustár, a facélia-mustár-olajretek keverék és a zabos bükköny egyaránt több mint 200 kg/ha káliummal látta el a talajt. A tavaszi repce a kísérletek átlagában 180,3 kg/ha K_2O-t tartalmazott. A csillagfürt és a somkóró átlagosan 130,5 és 113,8 kg/ha káliumot hagyott hátra bedolgozásuk után. A pohánka és a bíborhere tárta fel átlagosan a legkevesebb káliumot, 99,5 és 95,7 kg/ha-t.



28. ábra A zöldtrágyanövények átlagos felvett K_2O mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2005-2008)

A biomassza és a feltárt hektáronkénti NPK mennyiségénél is 2 növény adott kisebb hozamokat: a pohánka és a bíborhere. Ennek oka, hogy a pohánka igen gyors

fejlődésű, vetés után 5-6 héttel már virágzik. Ha e rövid időszak alatt nem hullik kellő mennyiségű csapadék, csak kis biomassza jön létre. Emellett a növény igen fagyérzékeny, már 0 °C-nál teljesen elfagy, így vegetációja átlagos évjáratokban október közepén véget ér. A bíborhere a szárítópusztai kedvezőtlen termőhelyen szintén nem volt képes a többi zöldtrágyanövényhez hasonló értékeket produkálni.

A zöldtrágyanövények átlagos szárazanyag-tartalma és átlagos NPK tartalma közötti korreláció mértékét a *22. táblázat* tartalmazza. Az átlagos szárazanyag-tömeg és az NPK tartalom között közepes korreláció áll fenn. A hektáronként feltárt nitrogén és foszfor, valamint nitrogén és kálium mennyisége között nincs összefüggés, az egy hektáron feltárt kálium és foszfor mennyisége viszont igen szoros korrelációt mutat (R^2=0,9438).

22. táblázat A zöldtrágyanövények átlagos szárazanyag-tartalma valamint átlagos NPK tartalma közötti összefüggés mértéke (Gödöllő, 2005-2008)

vizsgált tényezők	R^2	egyenlet
szárazanyag-tömeg – N	0,658	y = 30,579x - 8,9574
szárazanyag-tömeg – P_2O_5	0,6794	y = 11,251x - 5,0255
szárazanyag-tömeg – K_2O	0,7787	y = 35,157x - 48,193
N – P_2O_5	0,1024	y = 0,1546x + 38,039
N – K_2O	0,2611	y = 0,5601x + 77,369
K_2O – P_2O_5	0,9438	y = 2,9411x - 14,87

4.4. A szárazanyag-tömeg és az évjárathatás összefüggései

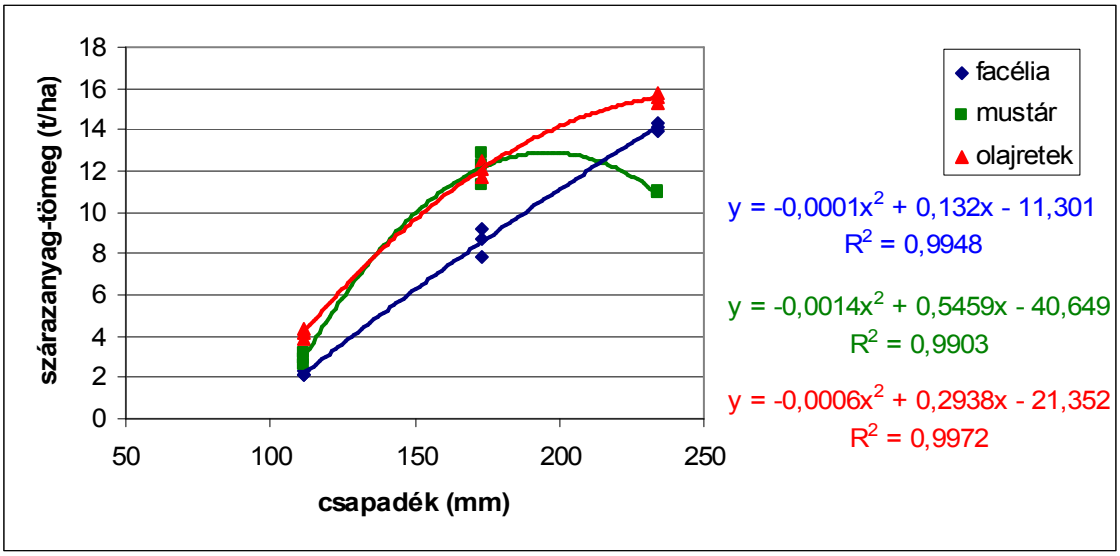
A zöldtrágyázás sikerességét különösen másodvetésben a szakirodalmi források a vegetáció alatt hullott csapadéktól teszik függővé (KERPELY 1895, WESTSIK 1923, 1927, 1932, GYÁRFÁS 1929b, 1953). Mivel a környezeti tényezők közül a szántóföldi növénytermesztésnél a csapadék a leginkább limitáló tényező, mind fő- mind másodvetésben megvizsgáltam a zöldtrágyanövények hektáronkénti szárazanyag-hozama és a vegetáció alatt hullott csapadék és hőösszeg közötti összefüggéseket (a kísérletek tenyészidejének fontosabb adatait a *2. melléklet* tartalmazza).

A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és a vegetáció alatt hullott csapadék összefüggéseit a *29. és 30. ábrák* tartalmazzák. Mind fővetésben, mind másodvetésben szoros korreláció állt fenn a szárazanyag-tömeg és a

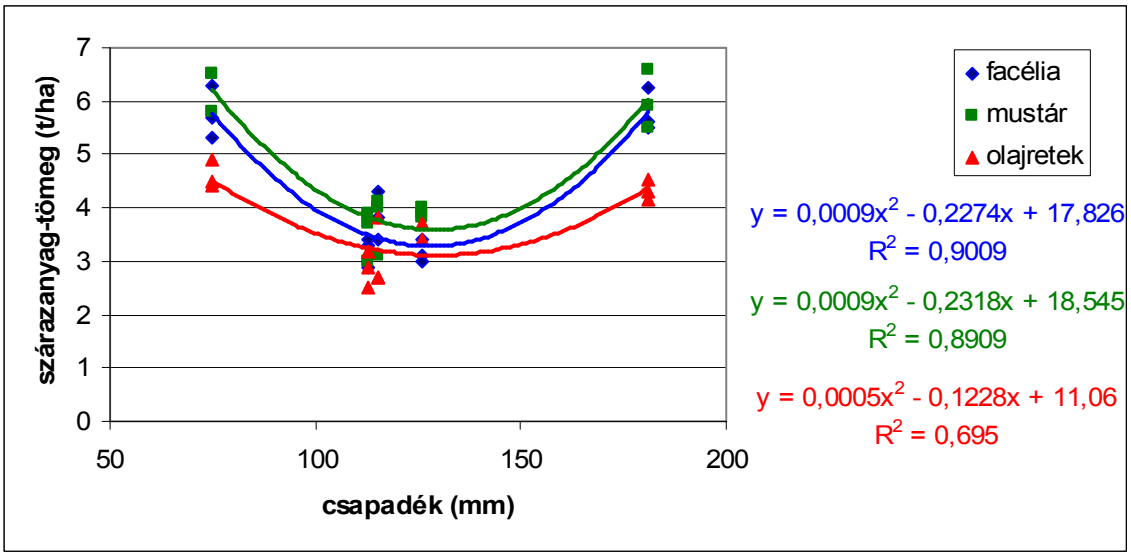
vegetáció alatt hullott csapadék mennyisége között. A három növény hasonló tendenciát mutatott.

Fővetésben a csapadék egyértelműen termésnövelő tényezőnek bizonyult.

Másodvetésben viszont nem csak a csapadékösszegtől függött a szárazanyag-hozam. Ez a kisebb R^2 értékből és a függvény parabolaalakjából is látszik. A 2005., 2006. augusztusi vetésidejű és a 2008. évek hasonló tendenciát mutattak. A 2006. év, valamint a 2007. júliusi vetésű növényállomány viszont eltért a másik három évtől. 2006-ban a vegetáció alatt csak 75 mm csapadék hullott, mégis nagy szárazanyag-tömeg jött létre. Ennek oka, hogy az ősz az átlagnál melegebb és kiegyenlítettebb hőmérsékletű volt, így elősegítette a zöldtrágyanövények fejlődését. A 2007. júliusi vetésidőnél pedig a többi kísérlettől 1 hónappal hosszabb vegetáció miatt lett több az összcsapadék mennyisége. A több csapadék és a hosszabb vegetációs idő együttesen eredményezte a nagyobb hozamokat.



29. ábra A fővetésben a vegetáció alatt hullott csapadék és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2007)

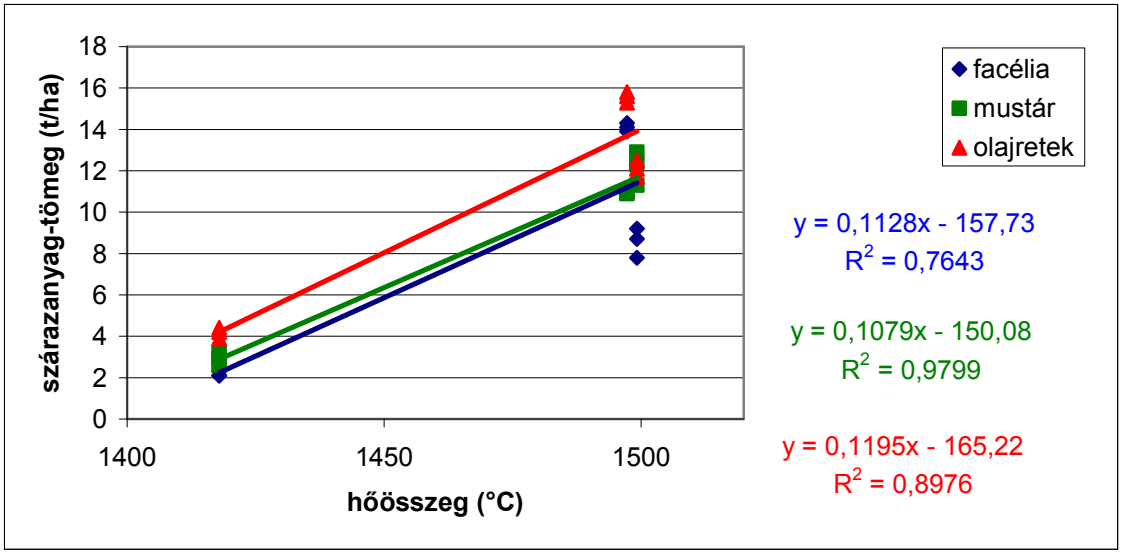


30. ábra A másodvetésben a vegetáció alatt hullott csapadék és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2008)

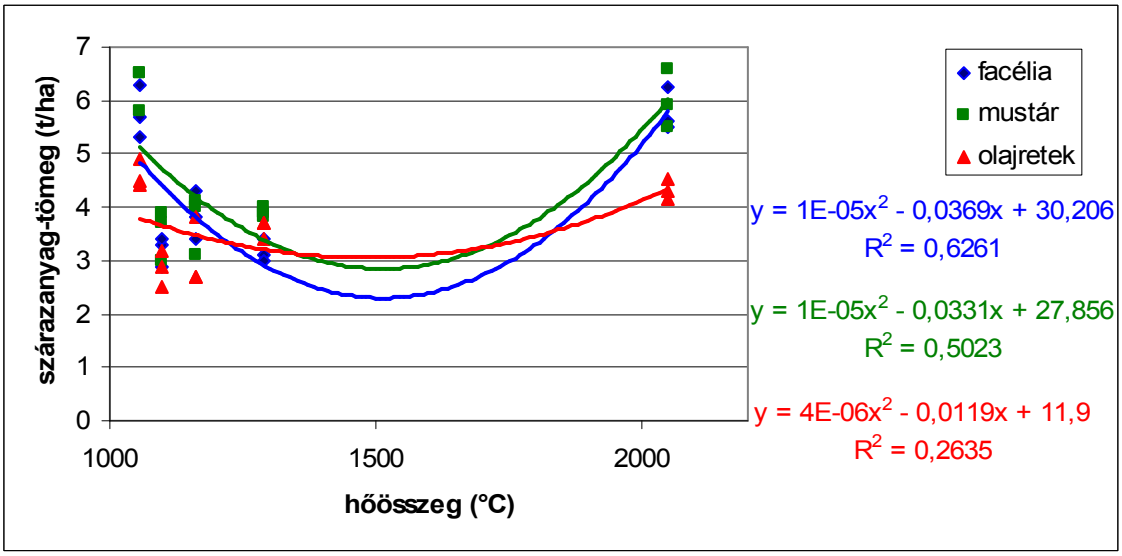
A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és a vegetáció alatti hőösszeg összefüggéseit a 31. *és 32. ábrák* tartalmazzák.

A szárazanyag-tömeg és a vegetáció alatti hőösszeg összefüggéseit vizsgálva, fővetésnél bár kisebb R^2 érték mellett, de a csapadékösszegnél megfigyelt tendenciákat tapasztaltam. A nagyobb és egyenletesebb eloszlású hőmennyiség nagyobb biomasszát eredményezett.

Másodvetésben csak gyenge összefüggést találtam a hőösszeg és a szárazanyag-hozam között a facélia és a mustár növényeknél, míg olajreteknél nem volt kimutatható összefüggés. Az ábrán kiugró értékként szerepel a 2007. júliusi vetésidejű állomány. Bár itt a vegetációs idő a többi kísérlettől 1 hónappal hosszabb volt, és ebből adódóan 59-94 %-kal nagyobb volt a hőösszeg is, csak alig nagyobb biomassza keletkezett, mint a többi évben.



31. ábra A fővetés vegetáció alatti hőösszege és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2007)



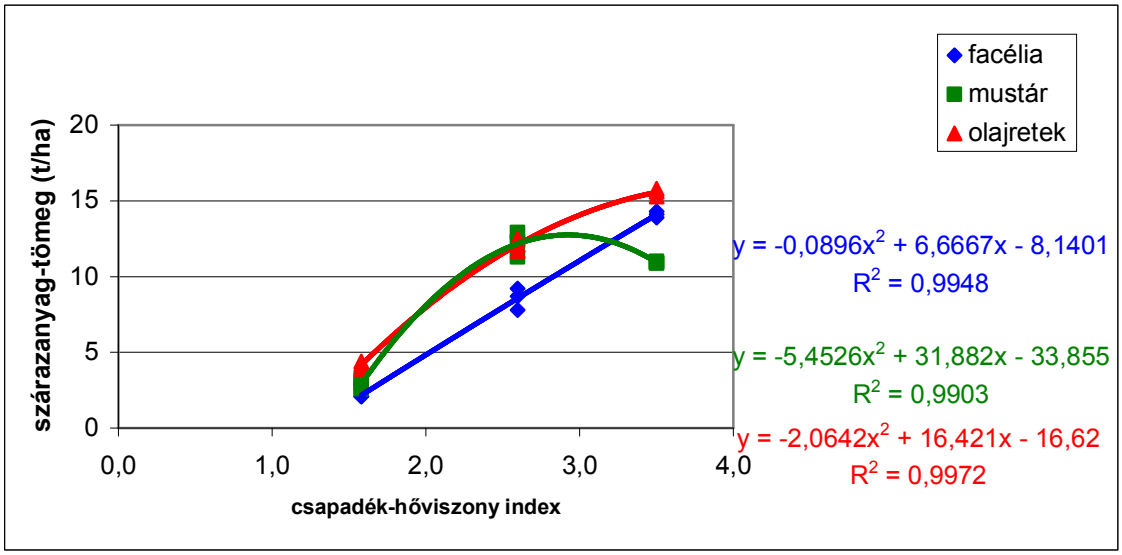
32. ábra A másodvetés vegetáció alatti hőösszege és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2008)

Mivel mind a csapadékösszeg, mind a hőösszeg hatással volt a képződő szárazanyag-tömegre a két tényező együttes hatását is értékeltem a csapadék-hőviszony, illetve a hidrotermikus koefficiens segítségével. A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és csapadék-hőviszony indexe közötti összefüggéseket a *33. és 34. ábrák* tartalmazzák.

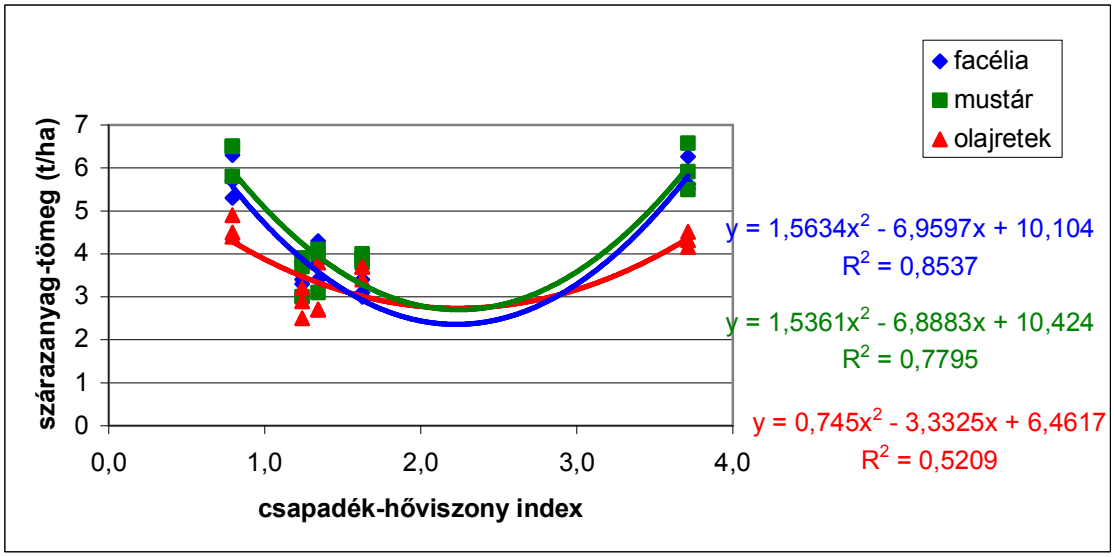
Fővetésben az összefüggés a igen szoros volt. A nagyobb csapadék és hőösszeg termésnövelő tendenciaként jelentkezett.

Másodvetésben az olajretek kivételével szoros összefüggés volt a vizsgált tényezők között.. A 2007. júliusi vetésű kísérlet magasabb hőösszegéből és vegetáció

alatt lehullott csapadékmennyiségéből adódóan 3,7-es indexszámot adott, míg a 2006. évi átlagos vetésidejű, szárazabb évjárat csak 0,8-at. Ennek ellenére mindkét évben közel azonos szárazanyag-tömeg jött létre. A 2006. évi kísérletből jól látszik, hogy az augusztus 21-i vetésidő mellett, és az átlagosnál szárazabb időjárás ellenére is nagy biomassza jöhet létre. Mivel a korreláció gyengébb, mint fővetésnél, valószínűleg a két paraméteren kívül más tényezők is hatással voltak a magasabb biomassza létrejöttében.



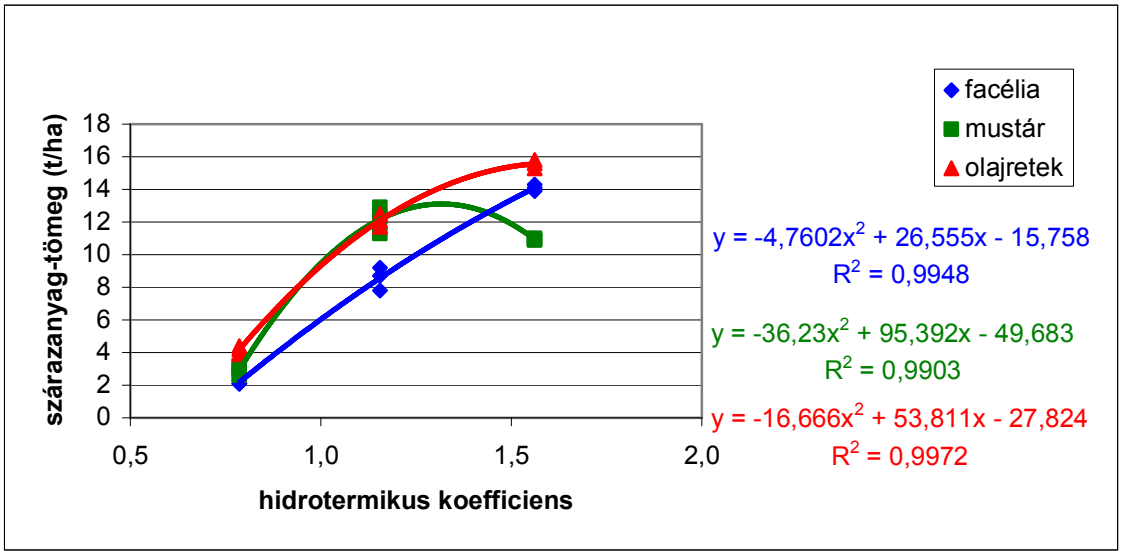
33. ábra A fővetés csapadék-hőviszony indexe és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2007)



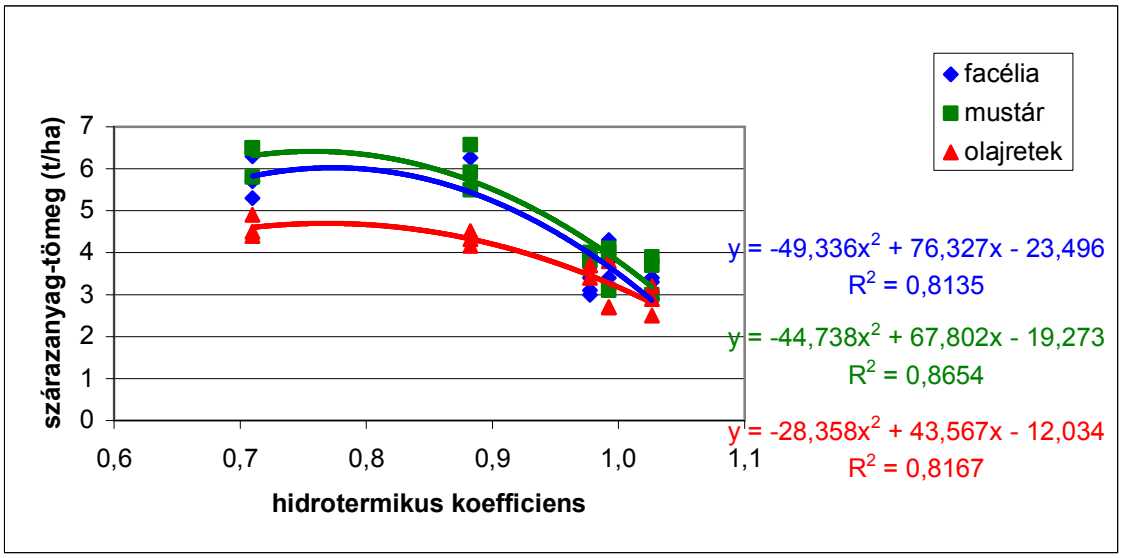
34. ábra A másodvetés csapadék-hőviszony indexe és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2008)

A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és hidrotermikus koefficiense közötti összefüggéseket a *35. és 36. ábrák* tartalmazzák. A hidrotermikus koefficiensnél kimutatott összefüggések a csapadék-hőviszony indexnél ismertetettek szerint alakultak. Fővetésben igen szoros összefüggés volt megfigyelhető.

Másodvetésben is szoros összefüggést, mindhárom növénynél 0,8 feletti R^2 értéket tapasztaltam.



35. ábra A fővetés hidrotermikus koefficiense és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2007)



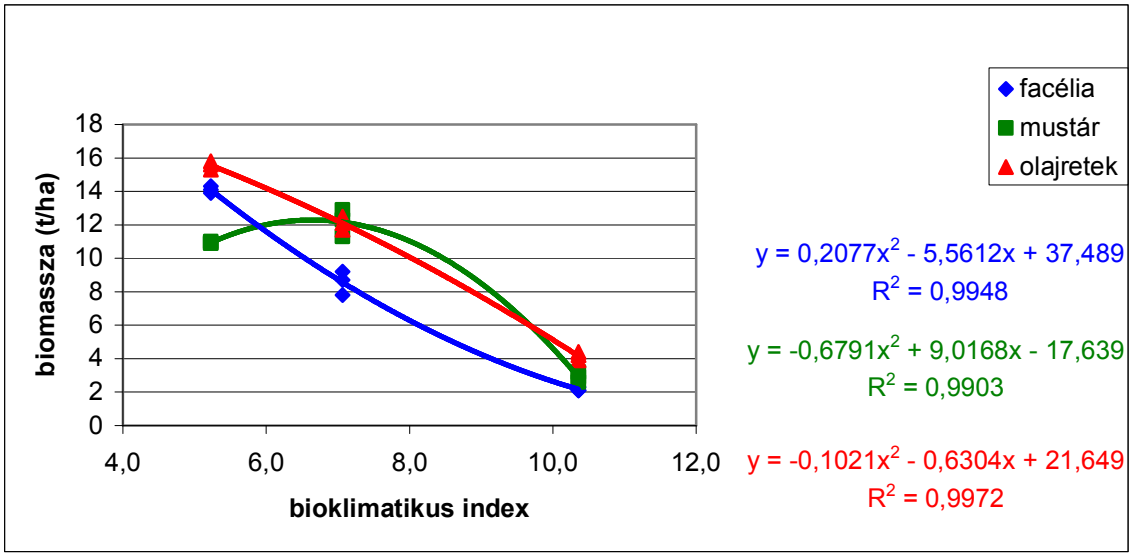
36. ábra A másodvetés hidrotermikus koefficiense és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2008)

Egy növényállomány produktumára a hőösszegen és a csapadékmennyiségen kívül a tényleges napfénytartam is hatással van, és a vegetációs idő hossza komoly

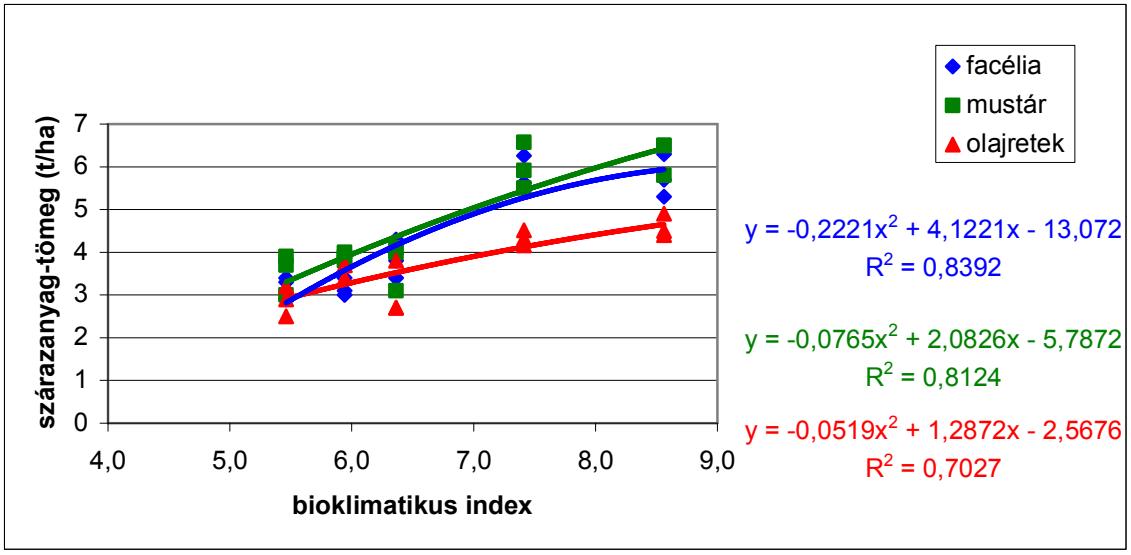
befolyásoló szereppel bír, így ezt a négy tényezőt közösen ábrázoltam a Constantinescu-féle bioklimatikus indexszel. A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és bioklimatikus indexe közötti összefüggéseket a *37. és 38. ábrák* tartalmazzák.

Fővetésben a bioklimatikus indexnél a nagyobb értékszám igen szoros korreláció mellett kisebb növényi produktummal járt együtt. Ennek oka, hogy a csapadékmennyiség kivételével a többi tényező közel azonos volt. Az index kiszámításánál a csapadékmennyiség a nevezőben helyezkedik el, így a csapadékosabb években létrejövő nagyobb szárazanyag-tömeghez kisebb értékszám tartozik.

Másodvetésben szoros korreláció mellett a nagyobb 7,4-8,6-os indexszámhoz tartozott a nagyobb növényi produktum. A 2007. júliusi vetésidejű kísérlet 7,4-es indexszámát a hosszabb vegetációs idő nagy hőösszege eredményezte, míg a 2006. évi 8,6-os indexszám a vegetációs időszak kisebb csapadékmennyisége miatt alakult ki.



37. ábra A fővetés bioklimatikus indexe és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2007)



38. ábra A másodvetés bioklimatikus indexe és a szárazanyag-tömeg összefüggései (Gödöllő, 2005-2008)

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző zöldtrágyanövények fővetésben, illetve másodvetésben teljesen eltérően reagálnak a hasonló környezeti paraméterekre. Vetésidőn belül viszont a tendencia hasonló, a nappalsemleges facélia, illetve a hosszúnappalos mustár és olajretek között.

Másodvetésnél a csapadék abszolút mennyiségénél fontosabb annak időbeli eloszlása. Megfelelő időben hullott kisebb mennyiségű csapadék is eredményezhet nagy tömeget.

Az alkalmazott indexek mindegyikénél szoros összefüggés volt kimutatható a szárazanyag-tömeg és a vizsgált tényezők között. A hidrotermikus koefficiens adta a legszorosabb korrelációt, ezzel az indexszel lehetett a legjobban modellezni a várható hozamokat.

A nagyobb biomasszát adott termőhelyi körülmények között fővetésben a korábbi, míg másodvetésben az augusztusi vetés adta.

4.5. Az utóvetemény hatás vizsgálata

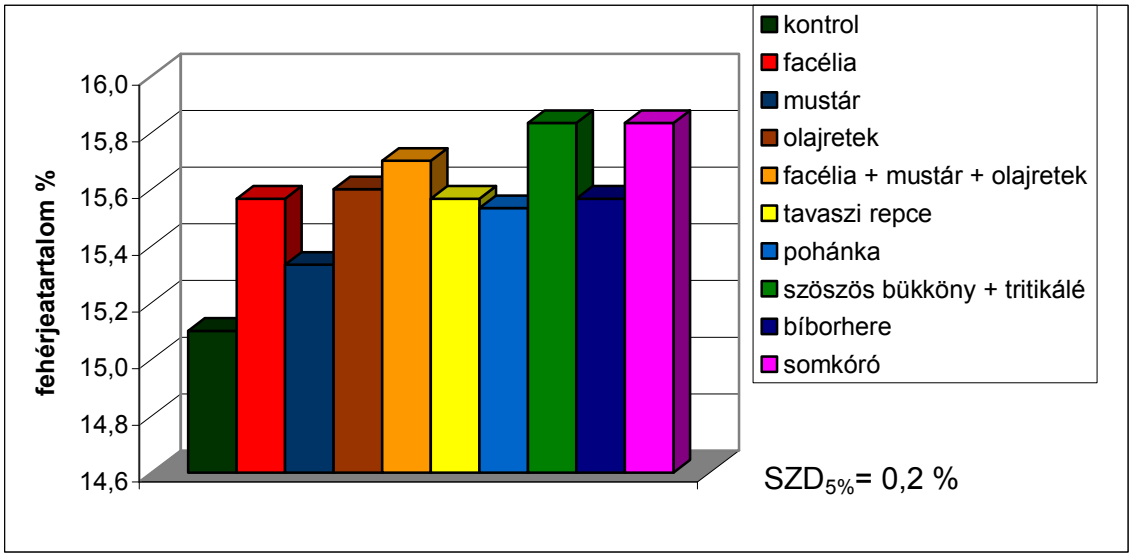
Az utóvetemény hatás vizsgálatára 5 kísérletben került sor (*23. táblázat*). A termésmennyiségnél egyik kísérletben sem volt statisztikai különbség a parcellák között. A termésminőségnél Mélykúton statisztikailag igazolható volt a különbség a zab utónövény fehérjetartalmában az egyes kezelések között. Gödöllőn egyik kísérletben sem találtam szignifikáns különbséget.

23. táblázat A zöldtrágyázási kísérletek utóveteményei és az utóvetemények terméseredményei (Mélykút, 2006; Gödöllő, 2006, 2007)

kísérlet	utóvetemény		
	növényfaj	termés-mennyiség	termésminőség
Mélykút 2005 másodvetés	zab	nsz*	SZD5% = 0,2 %
Gödöllő 2005 fővetés	őszi búza	nsz	nsz
Gödöllő 2005 másodvetés	tavaszi árpa	nsz	nsz
Gödöllő 2006 fővetés	kukorica	nsz	nsz
Gödöllő 2006 másodvetés	kukorica	nsz	nsz

nsz* - nem szignifikáns

A mélykúti másodvetésű zöldtrágyázási kísérlet után vetett zab fehérjetartalma, bár a különbségek egy százalék alattiak voltak, minden zöldtrágyás kezelés után szignifikánsan magasabb volt, mint a kontrol után (*39. ábra, 60. melléklet*). A legmagasabb fehérjetartalom a pillangósok után jelentkezett.



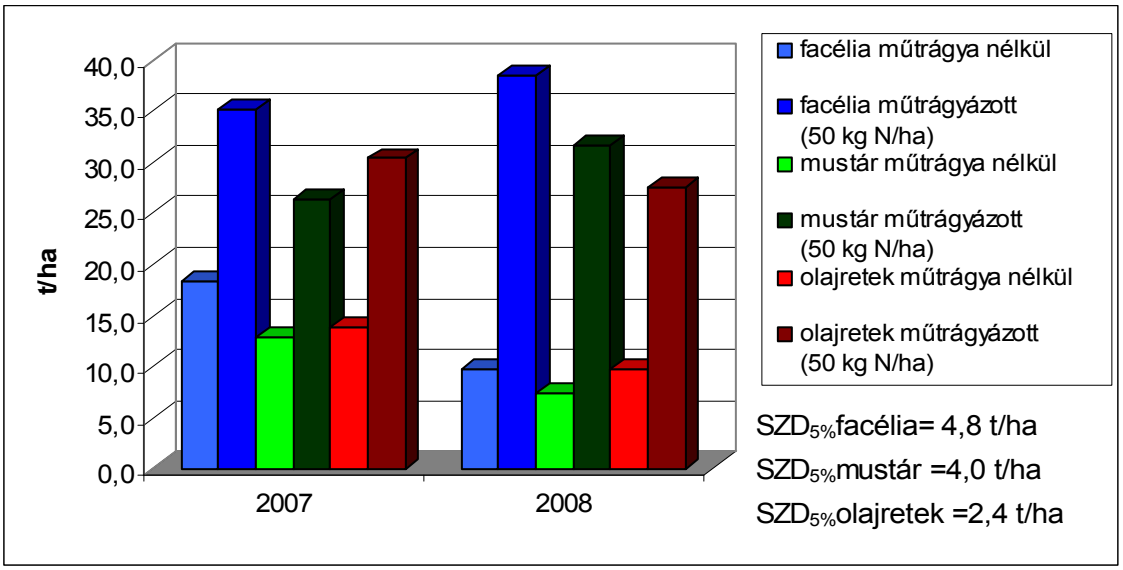
39. ábra A zab utónövény fehérjetartalma (%) a mélykúti 2005 évi másodvetésű zöldtrágyázási kísérlet után (Mélykút, 2006)

A négy gödöllői kísérletnél nem, a mélykútinál csak részben sikerült igazolni a zöldtrágyázás utóveteményre gyakorolt pozitív hatását. Ennek oka, hogy a pillangósok kivételével – ahol N gyűjtés is történik – a zöldtrágyanövények csak feltárják és az utóvetemény számára könnyebben felvehető formába átalakítják a tápanyagokat. Mélykúton a jó minőségű talaj elfedte a különbségeket, Gödöllőn pedig a gyenge termőhelyi adottságú kísérleti téren, a kedvezőtlen körülmények miatt nem érvényesült a termésnövelő hatás. Mivel zöldtrágyázásnál csak a tápanyagok átalakulása zajlik,

plusz tápanyagbevitel nem, a termésnövelő hatás egyszeri zöldtrágyázásnál kevésbé jelentkezik, mint más trágyázási módoknál.

4.6. A műtrágyázás és biomassza összefüggései

A műtrágyában nem részesült parcellák mind 2007-ben, mind 2008-ban jóval kisebb növénytömeget adtak. Nitrogén-kiegészítés nélkül minden kezelésnél az erős pentozán hatás miatt, csökkent fejlődést, sárga, legyengült növényeket figyeltem meg. A biomasszában igen jelentős eltérések voltak a tápanyagkezelések között (*40. ábra, 24-25. táblázat, 61. melléklet*).



40. ábra A különböző tápanyagdózisok hatása a zöldtrágyanövények zöldtömegére (t/ha) (Gödöllő, 2007-2008)

24. táblázat A biomassza változása 50 kg/ha N hatására, a műtrágyát nem kapott kezeléshez képest (%) (Gödöllő, 2007-2008)

növény	2007		2008		átlag	
	zöldtömeg	száraztömeg	zöldtömeg	száraztömeg	zöldtömeg	száraztömeg
facélia	191%	141%	395%	242%	293%	192%
mustár	204%	165%	433%	310%	319%	237%
olajretek	219%	141%	282%	212%	251%	177%

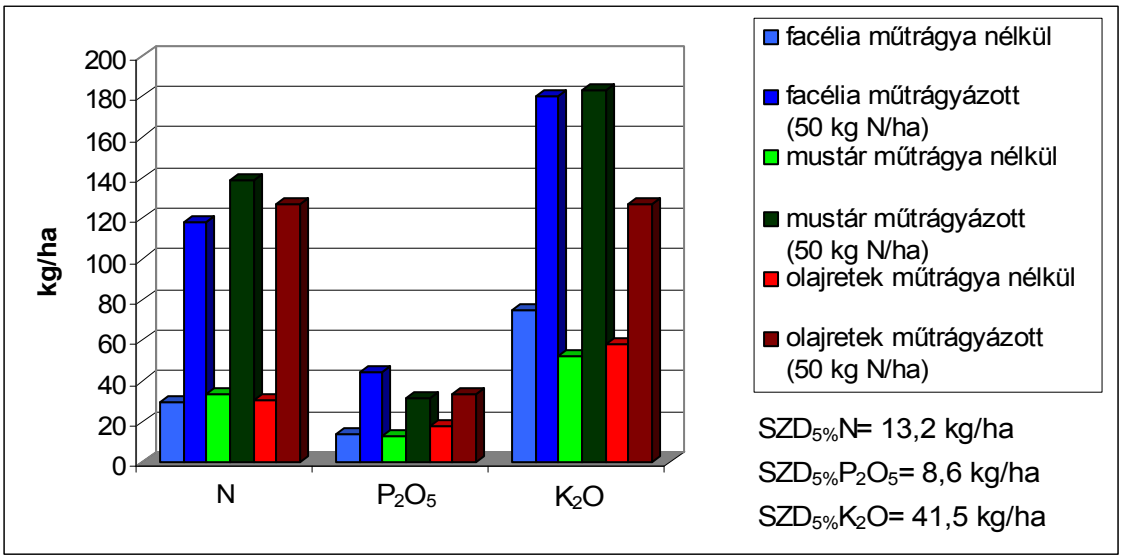
25. táblázat 1 kg plusz N fajlagos biomassza-növelő hatása (kg/ha) (Gödöllő, 2007-2008)

növény	2007		2008		átlag	
	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés
facélia	336,1	26,2	575,8	37,4	455,9	31,8
mustár	268,5	38,9	487,3	48,1	377,9	43,5
olajretek	329,8	23,1	356,1	30,2	342,9	26,6

A N hatására mindkét évben mindhárom növénynél közel azonos 25-35 t/ha körüli biomassza alakult ki, nitrogén nélkül viszont heterogén állományt kaptunk. 2007-ben a zöldtömeg alig haladta meg, 2008-ban pedig alulmúlta a szakirodalomban elvárt hozamként előírt 10 t/ha-t. A kisadagú nitrogénműtrágyázás 2007-ben minden növénynél 1,9-2,2-szeresére, 2008-ban facéliánál 4,0-szeresére, mustárnál 4,3-szorosára, olajreteknél 2,8-szorosára növelte a zöldtömeget. Két év átlagában a hozamnövekedés facéliánál és mustárnál 2,9; 3,2-szeres, olajreteknél 2,5-szörös volt. A száraztömegnél 2007-ben 1,4-1,7-szeres növekedés volt megfigyelhető mindhárom növénynél. 2008-ban a facélia szárazanyag-tömegét 2,4-szeresére, a mustárét 3,1-szeresére, míg az olajretekét 2,1-szeresére növelte a nitrogén kiegészítés. A két év átlagában facéliánál 1,9-szeres, mustárnál 2,4-szeres, míg olajreteknél 1,8-szoros volt a hozamnövekedés.

1 kg plusz N hatására a facélia két év átlagában 455,9 kg zöldtömeget hozott létre, amely 31,8 kg szárazanyagnak felelt meg. A mustár zöldtömeg-növekedése két év átlagában 377,9 kg, amely 43,5 kg szárazanyagot jelentett. Olajreteknél a zöldtömeg-növekedés két év átlagában 342,9 kg, ez 23,6 kg szárazanyagot tartalmazott.

Az egy hektáron feltárt NPK mennyiségénél hasonló tendencia jelentkezett (*41. ábra, 26-27. táblázat, 62. melléklet*).



41. ábra A különböző tápanyagdózisok hatása a zöldtrágyanövények felvett NPK mennyiségére (kg/ha) (Gödöllő, 2008)

26. táblázat Az NPK mennyiségének változása 50 kg/ha N hatására, a műtrágyát nem kapott kezeléshez képest (%) (Gödöllő, 2008)

növény	N	P_2O_5	K_2O
facélia	393%	314%	240%
mustár	409%	246%	352%
olajretek	410%	189%	219%

27. táblázat 1 kg plusz N fajlagos NPK növelő hatása (kg/ha) (Gödöllő, 2008)

növény	N	P_2O_5	K_2O
facélia	1,8	0,6	2,1
mustár	2,1	0,4	2,6
olajretek	1,9	0,3	1,4

Nitrogén műtrágyázás hatására mindhárom növénynél 3,9-4,1-szeresére nőtt a hektáronként felvett nitrogéntartalom. A nitrogén hatóanyag elősegítette a foszfor és a kálium felvételét is. A foszfor hektáronkénti felvehetősége facéliánál 3,1-szeresére, mustárnál 2,5-szörösére, olajreteknél 1,9-szeresére nőtt. A hektáronkénti káliumtartalom facéliánál 2,4-szeresére, mustárnál 3,5-szörösére, olajreteknél 2,2-szeresére nőtt.

1 kg plusz N hatására a facélia 1,8 kg nitrogént, 0,6 kg foszfort és 2,1 kg káliumot tárt fel. Mustárnál a hozamnövekedés 2,1 kg nitrogén, 0,4 kg foszfor és 2,6 kg kálium volt. Olajretek esetében 1,9 kg nitrogén, 0,3 kg foszfor és 1,4 kg kálium többletet eredményezett minden egyes nitrogénműtrágya kilogramm.

Kis mennyiségű 50 kg/ha nitrogén hatóanyag kijuttatásával stabil zöldhozamot, és jelentős felvett NPK mennyiséget adott mindhárom vizsgált növény, nitrogén-kiegészítés nélkül azonban ilyen gyenge adottságú termőhelyen nem volt elérhető az elégséges biomassza.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A zöldtrágyanövények talajállapotra gyakorolt hatása különösen szárazabb évjáratok esetén kedvezőtlen. A 12,4-30,2 százalékkal nagyobb talajellenállás miatt a növényekkel borított parcellák művelése nehezebb, mint a vetetlen kontrolé.

2. A zöldtrágyanövények bedolgozásakor fennálló tömörebb talajállapot a bedolgozás után 3 hónap elteltével megszűnik, sőt a feltáródásnak köszönhetően igazolhatóan kedvezőbb – 1,6-18,1 %-kal kisebb talajellenállás, 1,0-9,3 %-kal nagyobb talajnedvesség – lesz a vetetlen kontrolhoz képest.

3. Kedvezőtlen termőhelyi körülmények között az egyszeri zöldtrágyázásnak, a képződő nagymennyiségű 30-60 t/ha zöldbiomassza ellenére nincs termésnövelő hatása, pozitív hatás csak többszöri alkalmazásával érhető el.

4. A fő- és másodvetésű zöldtrágyanövényekre eltérően hatnak a hasonló környezeti paraméterek. A szárazanyag-tömeg szoros korrelációt mutat a csapadék-hőviszony, és a bioklimatikus indexszel, illetve a hidrotermikus koefficienssel. Az évjárathatás ismeretében jól modellezhető a várható biomassza.

5. Kis mennyiségű – 50 kg/ha nitrogéntrágyázás – másodvetésű zöldtrágyanövények esetében jelentősen elősegíti azok fejlődését, nagymértékben 1,9-4,0-szeresére növeli produktumukat. 1 kg plusz nitrogén jelentős fajlagos biomassza és NPK tartalom növekedést biztosít. Nitrogén-kiegészítés nélkül gyenge adottságú termőhelyen nem érhető el az elégséges biomassza.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az értekezés alapjául szolgáló vizsgálatokat 2005-ben Mélykúton mezőségi talajon (calcic chernozem), illetve a Szent István Egyetem Növénytermesztési Tanüzemében Gödöllő Szárítópusztán, gyenge adottságú termőhelyen, rozsdabarna erdőtalajon (luvic calcic phaeozem), 2005-2008 között végeztem. A megállapításokat, következtetéseket és javaslatokat az általam elvégzett vizsgálatok alapján vontam le.

A növényállománnyal borított parcellák talajának ellenállása statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a vetetlen kontrol. A teljes 50 cm-es réteget alapul véve, a zöldtrágyanövények alatt 12,4-30,2 %-kal volt tömörebb a talaj, mint a kontrol esetében. A talajellenállás értéke, és eltérése a kontrolhoz képest is nagyobb volt a mélyebb rétegekben, mint a felszín közelében. Ez a hatás szárazabb évjáratokban fokozottan jelentkezett. Szignifikáns különbségek a növényfajok között is voltak, de a kontrolhoz viszonyítva kisebb mértékben. A nagyobb talajellenállás érték a bedolgozás után 2-3 hónap elteltével megszűnt, kifejezetten érvényesült a zöldtrágyázás pozitív hatása, és kedvezőbbé vált a talajállapot. A nagy és dús gyökérzetet adó növények után volt bedolgozáskor a legtömörebb a talaj a kontrol százalékában, viszont bedolgozás után 3 hónappal ezen növények után vált legkedvezőbbé a talajállapot.

A talaj nedvességtartalmában, ha volt statisztikailag igazolható különbség, a növényállomány nagyobb nedvesség-felhasználásából adódóan általában szárazabb volt, mint a kontrol, de ez a kedvezőtlen hatás bedolgozás után 2-3 hónappal szintén megszűnt, a zöldtrágyanövények után nedvesebb talajállapot alakult ki. A talajellenállás és talajnedvesség értékeit figyelembe véve adott termőhelyen zöldtrágyázásra mindegyik növényfajt alkalmasnak találtam. Mivel a talajra gyakorolt jótékony hatás csak bedolgozás után néhány hónappal jelentkezik, másodvetésű zöldtrágyanövény után csak tavaszi vetésű növény termesztését javaslom. Így a tápanyagok feltáródása lezajlik, és elkerülhető a szakirodalom által is említett bedolgozás után azonnali vetéskor fellépő kedvezőtlen hatás (GYÁRFÁS 1929b, 1953, WESTSIK 1936, BALLENEGGER et al. 1936, ROSZIK 1993, DEGREGORIO 1995, BURKET et al. 1997, STIVERS-YOUNG és TUCKER 1999, LABARTA et al. 2002).

A gyomelnyomó képességnél a szakirodalomban leírt tendenciák érvényesültek (NÉMET et al. 2003, BUDAI et al. 2005). A keresztes virágúak kiváló gyomelnyomó képességgel rendelkeztek, a facélia, a bükköny és a pohánka kompetíciós

képessége is jónak bizonyult. A somkóró és a bíborhere azonban lassabb kezdeti fejlődésük következtében vegetációjuk elején nem tudta kellő mértékben visszaszorítani a gyomokat. A gödöllői kedvezőtlen termőhelyi körülmények között különösen a bíborhere fejlődött gyengén, jóllehet a kívánatosnak tartott 10 t/ha zöldtömeget (KÉSMÁRKI és PETRÓCZKI 2003a) ez a növény is elérte. Bíborherénél a gyomborítottság átlagos értéke 21,7 % volt, de több kísérletben is meghaladta a 30 %-ot. A gyomelnyomó képességet kiemelve adott termőhelyi körülmények között zöldtrágyázásra a bíborherét kivéve valamennyi növényfajt alkalmasnak találtam.

Amennyiben a zöldtrágyázás mellett a méhek és hasznos szervezetek tápanyagforrásának biztosítása is cél, a facélia és a mustár termesztését javaslom.

Az átlagos gyökértömeg fajtól és évjárathatástól függően 5-15 % között alakult a teljes biomassza százalékában. Kivételt csak a somkóró képzett, ahol a teljes biomassza 43,7 %-át is kitette a gyökérzet. A vizsgált növényfajok közül a somkóró és az olajretek adott nagy tömegű (7,9 t/ha; 5,9 t/ha) és mélyrehatoló gyökérzetet (17,5 cm; 22,2 cm).

Évjárathatástól függően a biomasszában és így a feltárt tápanyagok mennyiségében is jelentős volt az eltérés. A legnagyobb átlagos zöldtömeget 61,9 t/ha-t az olajretek érte el. A facélia, a mustár és a tavaszi repce egyaránt nagy és közel azonos 40 t/ha körüli biomasszát hozott létre. A pillangósoknak, a keresztesvirágúaknak és a facéliának volt a legmagasabb a hektárra vetített nitrogéntartalma. A feltárt nitrogén átlagosan 150-200 kg volt hektáronként. Foszforból és káliumból a keresztesvirágúak, a facélia és a tavaszi bükköny tárt fel legtöbb tápanyagot. Foszforból 60-80 kg/ha, káliumból 150-200 kg/ha volt az átlagos tápanyagtartalom. Az átlagos szárazanyag-tömeg és az NPK tartalom között közepes korreláció állt fenn. A hektáronkénti biomassza és a beltartalmi paraméterek közös figyelembevételével a keresztesvirágúakat, a facéliát és a tavaszi bükkönyt találtam adott termőhelyi körülmények között a legmegfelelőbb zöldtrágyanövénynek.

Mélykúton az utóvetemény hatást vizsgálva a zab utóvetemény termésmennyiségben nem, csak a termésminőségben a fehérjetartalomnál találtam szignifikáns, de 1 % alatti eltéréseket az egyes kezelések között. Gödöllőn egyik utóveteménynél sem volt, sem a termésmennyiségben, sem a termésminőségben statisztikailag igazolható eltérés, így arra a megállapításra jutottam, hogy egyszeri zöldtrágyázásnak nem igazolható az azonnali termésnövelő hatása. Természetesen a zöldtrágyázás hatására pozitív talajfizikai és talajkémiai folyamatok indulnak el, így

többszöri alkalmazásával elősegítheti a talajállapot javítását. Több tényező együttes vizsgálatával azonban megállapítható, hogy egyszeri alkalmazása is előnyös.

Kis adagú (50 kg/ha) nitrogén hatóanyag a vizsgált években mindegyik növénynél jelentős mértékben elősegítette a biomassza és a beltartalmi paraméterek növekedését, míg ennek hiányában a pentozán hatástól szenvedő növényállományt kaptunk. Nitrogén műtrágyázás hatására mindhárom növénynél négyszeresére nőtt a hektáronkénti nitrogéntartalom. A nitrogén hatóanyag elősegítette a foszfor és a kálium felvételét is. A foszfor hektáronkénti felvehetősége facéliánál háromszorosára, mustárnál két és félszeresére, olajreteknél kétszeresére nőtt. A hektáronkénti káliumtartalom facéliánál és olajreteknél kétszeresére, mustárnál három és félszeresére nőtt.

Kis mennyiségű 50 kg/ha nitrogén hatóanyag kijuttatásával stabil zöldhozamot, és jelentős felvett NPK mennyiséget adott mindhárom vizsgált növény, nitrogén-kiegészítés nélkül azonban adott gyenge adottságú termőhelyen nem volt elérhető az elégséges biomassza. A kapott eredmények alapján lehetőség szerint minden esetben, de a kalászosok szalmájának helyben hagyásakor feltétlenül javasolható a nitrogénműtrágyázás.

A csapadék-hőviszony index, a hidrotermikus koefficiens és a bioklimatikus index, illetve a hozam összevetésével megállapítható, hogy szoros összefüggés áll fenn a vizsgált paraméterek között. Így adott klimatikus tényezők ismeretében mind fővetésben, mind másodvetésben jól modellezhető a várható eredmény. Fővetésnél a minél előbbi vetésidő javasolható, míg másodvetés esetében a későbbi, augusztusi vetés adja a nagyobb hozamokat.

Az eredmények alapján a bíborhere kivételével – bár a szakirodalomban meghatározott minimumfeltételeket ez a növény is teljesítette – valamennyi vizsgált növény alkalmas volt zöldtrágyázásra, azonban az elsődleges termesztési céltól függően más-más növényfaj mutatkozott a legjobbnak.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az alkalmazott agrotechnikával jelentősen befolyásoljuk a talaj fizikai és biológiai folyamatait. Ha a termőterületet nem megfelelő módon és időben műveljük, a vetésforgót nem szakszerűen állítjuk össze, a talajszerkezet leromlik, és veszélybe kerül a növénytermesztés biztonsága. Magyarországon a vetésterület 70 százalékán egyszikű növényeket termesztünk, a teljes vetésterület 75 százalékán pedig mindössze négy növény osztozik. Emellett az alacsony állatállományból adódóan talajaink kevés szervestrágyához jutnak, és a műtrágya-felhasználás magas ára miatt, szintén nem éri el a kívánt szintet. Ehhez járul még, hogy a megtermett teljes biomasszát gyakran elhordják a területről. Ezen hatások együttesen a talajok szerkezetromlásához, tápanyagtartalmuk kimerüléséhez vezetnek.

A zöldtrágyázással lehetőség nyílik a talajok szervesanyag-tartalmának növelésére, és a biodiverzitás fokozására. Ahhoz, hogy a zöldtrágyanövény betölthesse feladatát, pontosan ismerni kell a termesztésével járó előnyöket és kockázatokat is.

Az irodalmi áttekintés során összehasonlítottam a zöldtrágyázás kedvező és kedvezőtlen hatásait, jelentőségét az ökológiai növényvédelemben, illetve ökonómiai összefüggéseit más trágyázásmódokkal kapcsolatban. Mivel szakirodalmi források a csapadékot jelölik meg a termesztés sikerességét leginkább befolyásoló tényezőként, részletesen vizsgáltam a klimatikus tényezők és a képződő fő- és másodvetésű biomassza kapcsolatát.

Következtetéseimet és javaslataimat 8 kísérlet – 3 fővetés és 5 másodvetés – együttes értékelése alapján tettem meg.

A talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok alapján a zöldtrágyanövények bedolgozásukkor általában tömörebb és szárazabb talajt hagytak hátra, mint a vetetlen kontrol. Ez a hatás nem mindig jelentkezett, de az eltérés különösen szárazabb évjáratokban jelentős. A kedvezőtlen hatás a bedolgozást követően 2-3 hónap múlva megszűnt, és a feltáródási, beéredési folyamatok révén a kontrolhoz képest kedvezőbb talajállapot alakult ki.

A gyomok fejlődését különösen a keresztesvirágú növényfajok szorították vissza. A mustáron és az olajreteken kívül a facélia és a tavaszi bükköny adott nagy biomasszát, tartalmazott hektárra vetítve jelentős NPK-t. Bár nagymennyiségű

biomassza képződött, ez a vizsgált utónövények terméseredményeit a gödöllői kedvezőtlen termőhelyi körülmények között nem növelte.

A másodvetésben alkalmazott kis adagú nitrogénműtrágyázás hatására jelentős mértékben nőtt a zöldtömeg és a feltárt NPK mennyisége.

A klimatikus tényezők és a képződő szervesanyag között mind fő- mind másodvetésben szoros összefüggést találtam, az évjárathatás ismeretében jól modellezhető a képződő biomassza. A vizsgált indexek közül a hidrotermikus koefficiens adta a legszorosabb korrelációt, ezzel az indexszel lehetett a legjobban modellezni a várható hozamokat.

Bár a vizsgált paraméterek az egyes növényfajoknál eltérően alakultak, a bíborhere kivételével valamennyi vizsgált növény alkalmas volt zöldtrágyázásra, betöltötte talajvédő és szervesanyag kímélő funkcióját. A vizsgált tényezők súlyozásától, illetve az elsődleges hasznosítási céltól függően azonban más-más növényfaj mutatkozott a legjobbnak.

8. SUMMARY

The physical and biological properties of soil are significantly influenced by the applied agrotechnique. Due to inappropriate crop sequence, method and timing of tillage, the soil structure deteriorates and safe crop production is endangered. In Hungary, on 70 % of the sowing area monocotyledonous crops are grown and 75 % of the total sowing area is covered by 4 crops altogether. Due to the low number of livestock, soils are manured rarely and moreover, the rate of fertilization does not reach the desired level as a consequence of high prices. It is important to note that the total biomass is often removed from the field. These effects result in deterioration of soil structure and nutrient deficiency.

Green manuring provides possibility to increase the organic matter content of soils, as well as to enhance biodiversity. In order to fulfil the function of green manure, we need to become familiar with all the advantages and disadvantages of green manure cultivation.

During literature studies, the favourable and unfavourable effects of green manuring, its importance in ecological plant protection, as well as the economical correlations with other manure methods were compared. As literature references consider the precipitation to be the most influencing factor regarding successful crop production, the relationship of climatic factors and produced first- and secondcrop biomass has been investigated in detail. My conclusions and recommendations are made on the basis of the evaluation of 8 experiments – 3 first- and 5 secondcrops.

On the basis of soil penetration and soil humidity measurements, at the time of incorporation of green manure plants into the soil, more compacted and drier soil condition was found. This effect was not experienced in all cases, but the difference was significant mostly in drier periods compared to control. The unfavourable effect was ended 2-3 months after the incorporation, and due to decomposing and mellowing processes, more favourable soil condition was established compared to control.

The development of weeds was retarded mostly by cruciferous plants. Beyond cruciferous plants, phacelia and spring vetch produced high amount of biomass and contained significant amount of NPK/ha. Although high amount of biomass was produced, the yields of following crops were not affected in Gödöllő under unfavourable habitat circumstances.

Due to low amount of N fertilizer applied in the secondcrop, the amount of green mass and decomposed NPK has increased significantly.

Between climatic factors and produced organic matter, regarding both first- and secondcrops, close relationship was found. The produced biomass can be modelled well, if the year effect is known. Out of the investigated indexes the hidrotermic coefficient gave the closest correlation, the expected yields could be best modelled with this index.

Although the investigated parameters were different in certain species, apart from crimson clover all of the investigated plant species were suitable for green manuring by fulfilling its soil- and organic matter protection functions. Depending on the weighing of investigated parameters and primary utilization purposes, different species were proved to be the most suitable in different cases.

9. IRODALOMJEGYZÉK

150/2004 FVM rendelet. http://gtr2.uw.hu/150per2004.htm Letöltve 2009. február 17.

Abawi, G. S., Widmer, T. L. 2000. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. Applied Soil Ecology. 15. 37-47.

Ajtay Ö. 1957. A homok javítása és hasznosítása. Magyar Mezőgazdaság. 12. 12-13. 10-11.

Ajtay Ö. 1959. A csillagfürt zöldtrágyázás agrotechnikája. Magyar Mezőgazdaság. 14. 6. 8.

AKI 2004. Nyári mezőgazdasági munka (2004. augusztus 10.) http://www.akii.hu/gazdel/_frames.htm Megtekintve 2009. február 17.

AKI 2005. Nyári mezőgazdasági munka (2005. augusztus 9.) http://www.akii.hu/gazdel/_frames.htm Megtekintve 2009. február 17.

AKI 2006. Nyári mezőgazdasági munka (2006. augusztus 7.) http://www.akii.hu/gazdel/_frames.htm Megtekintve 2009. február 17.

AKI 2007. Tájékoztató jelentés a nyári mezőgazdasági munkákról (2007. augusztus 9-i jelentések alapján) http://www.aki.gov.hu/ekpolc/index.php Letöltve 2009. február 17.

AKI 2008. Tájékoztató jelentés a nyári mezőgazdasági munkákról (2008. augusztus 7-i operatív jelentések alapján) http://www.aki.gov.hu/ekpolc/index.php Letöltve 2009. február 17.

AKI 2009. Tájékoztató jelentés a nyári mezőgazdasági munkákról (2009. augusztus 10-i operatív jelentések alapján). AKI. Budapest.

Allison, M. F., Armstrong M. J., Jaggard, K. W., Todd, A. D. 1998a. Integration of nitrate cover crops into sugarbeet (Beta vulgaris) rotations. I. Management and effectiveness of nitrate cover crops. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 130. 53-60.

Allison, M. F., Armstrong M. J., Jaggard, K. W., Todd, A. D. 1998b. Integration of nitrate cover crops into sugarbeet (Beta vulgaris) rotations. II. Effect of cover crops on growth, yield and N requirement of sugarbeet. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 130. 61-67.

Andraski, T. W., Bundy, L. G. 2005. Cover crop effects on corn yield response to nitrogen on an irrigated sandy soil. Agronomy Journal. 97. 1239-1244.

Antal J, Jenei E., Szántó I.-né 1976. Az olajretek (Raphanus sativus var. Oliferus) agrotechnikájának kidolgozása. Növénytermelés. 25. 4. 375-382.

Antal J. 1957. Az áttelelő fehérvirágú somkóró termesztése. Magyar Mezőgazdaság. 12. 23. 10.

Antal J. 1959. Zöldtrágyázás szöszösbükkönnyel a Duna-Tisza közén. Magyar Mezőgazdaság. 14. 6. 7-8.

Antal J. 1964. Zöldtrágyázás alföldi homokon. Magyar Mezőgazdaság. 19. 47. 6-7.

Antal J. 1966a. Csillagfürt In: Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 178-182.

Antal J. 1966b. Somkóró. In: Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.189-191.

Antal J. 1966c. Szöszös bükköny. In: Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 200-201.

Antal J. 1973. Növénytermesztési módszerek gyengén humuszos karbonátos homokon. Doktori értekezés. Szeged.

Antal J. 1974. Új fehérjenövényünk az olajretek. Magyar Mezőgazdaság. 29. 3. 17.

Antal J. 1986. Előszó a magyar nyelvű kiadáshoz. In: Kahnt, G. 1986. Zöldtrágyázás. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Antal J. 1993. A zöldtrágyázás szerepe a talajtermékenység fenntartásában. Agrofórum. 4. 2. 4-10.

Antal J. 1996a. Másodvetésre alkalmas növények. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 1996b. Pohánka. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 1996c. Fehérvirágú somkóró. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 2000d. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 2005a. Fehér mustár In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 2005b. Olajretek. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Antal J. 2005c. Maghozó szöszös bükköny. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Aulakh, M. S., Khera, T. S., Doran, J. W., Bronson, K. F. 2001. Managing crop residue with green manure, urea, and tillage in rice-wheat rotation. Soil Science Society of America Journal. 65. 820-827.

Aulakh, M. S., Khera, T. S., Doran, J. W., Singh, K, Singh, B. 2000. Yields and nitrogen dynamics in rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. Soil Science Society of America Journal. 64. 1867-1876.

Aulakh, M. S., Pasricha, N. S. 1998. The effect of green manuring and fertiliter N application on enhancing crop productivity in mustard-rice rotation in semi-arid subtropical regions. European Journal of Agronomy. 8. 51-58.

Axelsen, J. A., Kristensen, K. T. 2000. Collembola and mites in plots fertilised with different types of green manure. Pedobiologia. 44. 556-566.

Balázs J. 2005. Bíborhere. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Ballenegger R., Bittera M., Csiky J., Dicenty D., Halács Á., Villax Ö., Zucker F. 1936. A talaj termőerejének fenntartásáról és a műtrágyázásról. Az Országos Mezőgazdasági Kamara Talajtani és Műtrágyázási Osztályának Kiadványai. 8. szám. Budapest.

Baráth Cs-né, Ittzés A., Ugrósdy Gy. 1996. Biometria. Mezőgazda Kiadó. Budapest

Bauer F. 1961. Másodvetésű zöldtrágyázás a Duna-Tisza közi homoktalajokon. Magyar Mezőgazdaság. 16. 28. 7.

Bauer F. 1969. Tarlónapraforgó zöldtrágyázási előkísérlet Duna-Tisza közi lepelhomok talajon. Növénytermelés. 18. 4. 79-86.

Bauer F. 1973. Tarlónapraforgó zöldtrágyázási kísérletek vetésforgóban Duna-Tisza közi lepelhomok talajon. Növénytermelés. 22. 2. 157-172

Bauer, P. J., Roof, M. E. 2004. Nitrogen, aldicarb, and cover crop effects on cotton yield and fiber properties. Agronomy Journal. 96. 369-376.

Belák S. 1953. Kettőstermesztési kísérletek. Agrártudomány. 5. 6. 165-169.

Belák S. 1959. A vetésforgó összeállításának irányelvei. Agrártudomány. 11. 3. 27.

Belyak, V. B., Semenova E. F., Fadeeva, T. M 2007. Ecoproduction Potential of Intermediate Flax. Plant Industry. 33. 5. 300-303.

Bending, G. D., Lincoln, S. D. 1999. Characterisation of volatie sulphur-containing compunds produced during decomposition of *Brassiva juncea* tissues in soil. Soil Biology and Biochemistry. 31. 695-703.

Bernátsky K. 1943. A talaj termőerejének fenntartása és fokozása. Rádiós gazdasági előadások. A Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium kiadása. 14. 7. 1-8.

Bilalis, D., Karkans, A., Efthimiadou, A., Konstantas, A., Triantafyllidis, V. 2009. Effects of irrigation system and green manure on yield and nicotine content of Virginia (flue-cured) Organic tobacco (Nicotiana tabaccum) under Mediterranean conditions. Industrial crops and products. Megjelenés alatt.

Binnyei A. 2000. A közönséges mézontófű (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) magtermesztési technológiája. Mag kutatás, termesztés, kereskedelem. 14. 2. 23-26.

Bittera M. 1923. Növénytermesztéstan. I. rész Különleges növénytermesztéstan. „Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest.

Bittera M. 1924. Szerves trágyák. Az istállótrágya, zöldtrágya és a komposzt. Gazdasági Tanácsadó. 23. szám. Atheneum Irodalmi és Nyomdaipari Rt. Budapest.

Bittera M. 1928. Növénytermesztéstan. I. rész Általános növénytermesztéstan. „Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest.

Bittera M. 1935. A talajerő fenntartása a mezőgazdasági válság idején. Magyaróvár.

Blackshaw, R. E., Moyer, J. R., Doram, R. C., Boswell, A. L. 2001 Yellow sweetclover, green manure, and its residues effectively suppress weeds during fallow. Weed Science. 49. 3. 406-413.

Bocz E. 1996. Csillagfürt. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Bolton, H., Elliott, L. F., Papendick, R. I., Bezdicek, D. F. 1985. Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. Soil Biology and Biochemistry. 17. 3. 297-302.

Bouguslawski E. 1965. Ölrettich. In: Handbuch der Pflanzenernahrung und Düngung. Düngung der Kulturpflanzen. Springer Verlag. Wien-New York. 708-716.

Breland, T. A. 1995. Ryegrass and white clover undersown in small grains at three N levels and four tillage treatments: effects on soil mineral nitrogen. Soil Use and Managemant. 11. 4. 163-167.

Brown, R.E., Varvel, G.E., Shapiro C. A. 1993. Residual effects of interseeded hairy vetch on soil nitrate-nitrogen levels. Soil Science Society of America Journal. 57. 121-124.

Budai Cs, Márton L. Nádassy M. 2004. Vizsgálatok zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepének tisztázására. 50. Növényvédelmi tudományos napok. (Szerk.: Kuroli G., Balázs K., Szemessy Á.) Reprint Kft. Budapest. 36.

Budai Cs, Márton L. Nádassy M. 2005. Zöldtrágyaféleségek növényvédelmi szerepéről. Kertészet és Szőlészet. 45. 8-9.

Burket, J. Z., Hemphill, D. D., Dick, R. P. 1997. Winter cover crops and nitrogen management in sweet corn and broccoli rotations. HortScience 32. 664-668.

Cato, M. P. i. e. II. sz. De Agri Cultura (A földművelésről). Akadémiai Kiadó. Budapest. 1966.

Cavell, A. J. 1954. A rapid method for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant materials. Journal of the Science of Food and Agriculture. 5. 195-200.

Cavigelli, M. A., Thien, S. J. 2003. Phosphorus bioavilability following incorporation of green manure crops. Soil Science Society of America Journal67. 1186-1194.

Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., McSorley, R. 2006a. Green manure approaches to crop production: A synthesis. Agronpmy Journal. 98. 302-319.

Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., McSorley, R. 2006b. Green manure as nitrogen source for sweet corn in warm-temperate environment. Agronomy Journal. 98. 1173-1180.

Chesworth W. 2008. Encyclopedia of Soil Science. http://books.google.com/books?id=EOYYM0-DAGQC&printsec=frontcover&dq=encyclopedia+of+soil&hl=hu Megtekintve 2009. február 3.

Chikaoka, I., Onbayash, N. P., Suina, S. 1982. The effect of green manure, marigold, groundnut, sorghum and watermelon on the population dynamics of Pratylenchus penetrans and Meloidogyne incognita. Japanese Journal Nematology. 11. 19-23.

Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J. 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. Agronomy. Journal. 86. 1065-1070.

Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J., McIntosh, M. S. 1997a. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: I. Cover crop and corn nitrogen. Agronomy Journal. 89. 427-434.

Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J., McIntosh, M. S. 1997b. Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: II. Soil moisture and corn yield. Agronomy Journal. 89. 434-441.

Collins, H. P., Delgado, J. A., Alva, A. K., Follett, R. F. 2007. Use of nitrogen-15 isotopic techniques to estimate nitrogen cycling from a mustard cover crop to potatos. Agronomy Journal. 99. 27-35.

Columella L. I. M. 62. A mezőgazdaságról (De Re Rustica). Lectum Kiadó. Szeged. 2005.

Constantinescu, G. 1964, Détermination de la valeur de l'indice bioclimatique de la vigne pour les principaux vignobles de R. P. Roumaine. Revue Roumaine de Biologie. Série de Botanique. 9. 1.

Constantinescu, G. 1967. – Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages. Bulletin de l'OIV. 441. 1179-1205.

Creamer, N. G., Bennett, M. A., Stinner, B. R. 1997. Evaluation of cover crop mixtures for use in vegetable production systems. HortScience. 32. 866-870.

Csapó L. 1893. Új tapasztalat a zöldtrágyázás terén. Köztelek. 3. 32. 648-649.

Csapó L. 1895. Zöldtrágyázási czélokra mely növények a legajánlatosabbak? Köztelek. 5. 7. 149.

Cserháti S. 1892. A zöldtrágyázás. Mezőgazdasági Szemle. 10. 8. 354-360.

Cserháti S. 1894. A mustár nitrogéngyűjtése. Köztelek. 4. 24. 409.

Cserháti S. 1897. Ujabb tapasztalatok a trágyázás köréből. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.

Cserháti S. 1922. Általános és különleges növénytermelés. Eggenberg-féle Könyvkereskedés. Budapest.

Cserháti S., Kosutány T. 1887. A trágyázás alapelvei. Országos Gazdasági Egyesület Könykiadó Vállalata. Budapest.

Dachler, M., Köchl, A. 2003. Effects of long-term crop rotations, preceding crops, N-fertilization and crop residue incorporation on yield and protein content of winter wheat and following spring barley. Die Bodenkultur. 54. 1. 23-24.

Daróczi S., Lelkes J. 1999. A szarvasi PENETRONIK talajvizsgáló nyomószonda alkalmazása. Gyakorlati Agroforum. 10. 7. 16–18.

Debreczeni B.-né. 1991. Agrokémiai gyakorlatok. Egyetemi jegyzet. Keszthely.

Decker, A. M., Clark, A. J., Meisinger, J. J., Mulford F.R, McIntosh, M. S. 1994. Legume cover crop contributions to no-tillage corn production systems. Agronomy Journal. 86. 126-135.

DeGregorio, R. 1995. Bigflower vetch and rye versus rye alone as a cover crop for no-till sweet corn. Journal of Sustainable Agriculture. 5. 7-18.

Dickey-John. 2009. http://www.dickey-john.com/_media/an_ga_Instalab600SeriesAnalyzer_literature.pdf Letöltve 2009. február 12.

Dickson, D. W., Hewlett, T. E. 1989. Effect of bahiagrass and nematicides on Meloidogyne arenaria on peanut. Journal of Nematology. 21. 671-676.

Dirsė, A. 2001. The humidity of vegetation periods of agricultural crops. Agricultural Sciences. 51-56.

Duddington, C. L., Duthoit, C. M. G. 1960. Green manuring and cereal root eelworm. Plant Pathology. 9. 1. 7-9.

Duddington, C. L., Everard, C. O. R., Duttoit, C. M. G. 1961. Effect of green manuring and a predacious fungus on cereal root eelworm in oats. Plant Pathology. 10. 108-109.

Fischler, M., Worthmann, C. S., Feil, B. 1999. Crotalaria (C. ochroleuca G. Don.) as a green manure in maize-bean cropping systems in Ugand. Field Crops Research. 61. 97-107.

Förster L. 1893. Adat a zöldtrágyázás gyakorlatához. Köztelek. 3. 78. 424.

Fried S. 1928. Takarmánytök termesztése zöldtrágyázással. Köztelek. 38. 81. 1676.

Füleky Gy. 1999. Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

FVMMI 2009. http://www.fvmmi.hu/mu_szer.php?id=144&det=1 Megtekintve 2009. február 11.

Gál I. 2002. Bíborhere (*Trifolium incarnatum* L.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 27-45.

Gallandt, E. R., Liebman, M., Corson, S., Porter, G. A., Ullrich, S. D. 1998. Effects of pest and soil management systems on weed dynamic potatoes. Weed Science. 46. 238-248.

Gardner, J., Caswell-Chen, E. P. 1993. Penetration, development and reproduction of *Heterodera schachtii* on *Fagopyrum esculentum, Phacelia tanacetifolia, Raphanus sativus, Sinapis alba* and *Brassica oleracea*. Journal of Nematology. 25. 695-702.

Gardner, J., Caswell-Chen, E. P. 1994. *Raphanus sativus, Sinapis alba* and *Fagopyrum esculentum* as hosts to *Meloidogyne incognita, Meloidogyne javanica,* and *Plasmodiophora brassicae.* Journal of Nematology. 26. 756-760.

Gimsing, A. L., Kirkegaard, J. A. 2006. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of *Brassica* biofumigants. Soil Biology and Biochemistry. 38. 2255-2264.

Gondola I., Gocs L., Nagy L. 2009. Alternatív lehetőségek a szántóföldi növénytermesztésben. Agrofórum. 20. 2. 13-21.

Google Earth. 2009. http://earth.google.com/download-earth.html Letöltve: 2009. február 12.

Grábner E. 1915. A fehérmustár termelése. Köztelek. 25. 17. 588.

Griffin, T. S., Hesterman, O. B. 1991. Potato response to legume and fertilizer nitrogen sources. Agronomy Journal. 83. 1004-1012.

Grossmann, F. 1976. Gründüngung als Pflanzenschutzmassnahme. Zeitung für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 74. 144.

Gyárfás J. 1914. A homok pillangósvirágú takarmánynövényei. A „Mosonvármegye" Könyvnyomdája. Magyaróvár.

Gyárfás J. 1916. A zöldtrágyázás. A „Mosonvármegye" könyvnyomdája Magyaróvárott. Mosonmagyaróvár.

Gyárfás J. 1929a. Talajjavítás zöldtrágyával. Köztelek. 39. 102-103. 2130.

Gyárfás J. 1929b. A zöldtrágya és alkalmazása. „Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest.

Gyárfás J. 1933. Mikor jobb alászántani a tarlóba vetett zöldtrágya-növényt, ősszel-e vagy tavasszal? Köztelek. 43. 15-16. 124.

Gyárfás J. 1953. A zöldtrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Gyárfás J. 1961. A komlóslucerna mint takarmány- és zöldtrágyanövény. Növénytermelés. 10. 2. 129-132.

Győrffy B. 1958. A zöldtrágyák használatáról. Agrártudomány. 10. 6. 9-15.

Gyurica Cs. 2001. A szántóföldi talajhasználat alapjai. Akaprint Nyomdaipari Kft. Budapest.

Gyuricza Cs. 2005. Mustár. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Gyuricza Cs. 2006. Vetésforgó, vetésváltás. In: Birkás M. Földművelés s földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Gyuricza Cs. Mikó P. (2008a): Talajjavító másodvetések. Magyar Gazda Európában. június B1.5 1-8.

Gyuricza Cs. Mikó P. (2008b): Talajjavító másodvetések. Nem csak költsége van! Haszon Agrár. 2. 4. 28-30.

Hall, J. K., Hartwig, N. K. 1989. Triazine herbicide fate in a no-tillage corn (Zea mays L.)-crownvetch (Coronilla varia L.) living mulch system. Agriculture, Ecosystems and Environment. 30. 281-293.

Henderson, C. W. L. 1989. Lupins as a biological plough: evidence for and effects on wheat growth and yield. Australian Journal of Experimental Agriculture. 29. 99-102.

Hideghéti Bittera M., Manninger G. A. 1943. Gazdasági növények termesztése. Kökösi Orbók P. kiadása. Debrecen.

Hoffmann, H. 1921. In: Gyárfás J. 1933. Mikor jobb alászántani a tarlóba vetett zöldtrágya-növényt, ősszel-e vagy tavasszal? Köztelek. 43. 15-16. 124.

Honeycutt, C. W., Clapham, W. M., Leach, S. S.. 1996. Crop rotation and nitrogen fertilization effects on growth, yield and disease incidence in potato. American Potato Journal. 73. 45-61.

Horváth Z. 2001a. A mézontófű (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 94-116.

Horváth Z. 2001b. A mustár (*Sinapis alba* L.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 94-116.

Huntington, T.G., Grove, J.H., Frye, W.W. 1985. Release and recovery of nitrogen from winter annual cover crops in no-till corn production. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 16. 193-211.

Hutton, R. G., Nye, P. H. 1958. The Rapid determination of the major nutrient elements in plants. Journal of the Science of Food and Agriculture. 9. 7-13.

Inderjit R. 2004. Weed Biology and Management. http://books.google.com/books?id=GnneH_D2rTEC&printsec=frontcover&dq=weed+biology&hl=hu Megtekintve 2009. január 4.

Isager, S., Skydsgaard, J. E. 1995. Ancient Greek Agriculture: An Intorduction. http://books.google.hu/books?id=Wf3jpwKu7uQC&printsec=frontcover&dq=ancient+greek+agriculture Megtekintve 2008. december 28.

Iványi K. 1994a. Bíborhere. In: Iványi K., Kismányoky T., Ragasits I. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Iványi K. 1994b. Csillagfürt. In: Iványi K., Kismányoky T., Ragasits I. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Jahn-Desbach, W. 1965. Aufgaben und Probleme der Gründüngung im modernen Ackerbau. Boden und Pflanze. 12. Ruhr-Stickstoff Aktiengesellschaft. Bochum. 27-58.

Johnson, A. W., Motsinger, R. E. 1990. Effects of planting date, small grain crop destruction, faloww and soil temperature ont he management of *Meloidogyne incognita.* Journal of Nematology. 22. 348-355.

Johnson, L. F., Chambers, A. Y., Reed, H. E. 1967. Reduction of rootknot of tomatodes with crop residues amendment in field experiments. Plant Disease Reporter 51, 219-222.

Jones, M. E., Harwood, R. R., Dehne, N. C., Smeenk, J., Parker, E. 1998. Enhancing soil nitrogen mineralization and corn yield with overseeded cover crops. Journal Soil Water Conservation. 53. 245-249.

Kádár I. 1997. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete. Budapest.

Kahnt, G. 1986. Zöldtrágyázás. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Känkänen, H., Eriksson, C. 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. European Journal of Agronomy. 27. 25-34.

Kara, E., Penezoglu, M. 2000. The effect of green manuring on soil organic content and soil biological avctivity. Anadolu. 10. 1. 73-86.

Kassai M. K. 2005. Somkóró. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Kátai J. 1992. Kölcsönhatások a talajtulajdonságok, néhány agrotechnikai eljárás és a mikrobiológiai aktivitás között. Kandidátusi értekezés. Debrecen.

Kátai J. 1999. Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. Agrokémia és Talajtan. 48. 3-4. 348-359.

Kemenesy E. 1959a. Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Kemenesy E. 1959b. A műtrágyázás újabb biológiai irányai. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle. 6. 46-53.

Kemenesy E. 1962. A mezőgazdasági tudomány eredményei a gyakorlatnak. Földművelésügyi Minisztérium Tájékoztatási és Propaganda Osztályának kiadványa. Budapest.

Kemenesy E. 1972. Földművelés, talajerőgazdálkodás. Akadémiai kiadó. Budapest.

Kerpely K. 1895. A zöldtrágyázásról. Köztelek. 5. 103-104. 2055-2056.

Késmárki I. 1996. Bíborhere. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Késmárki I. 2005a. Maghozó tavaszi bükköny. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Késmárki I. 2005b. Zabosbükköny. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Késmárki I., Kuroli G. 2002a. A másodvetések lehetőségei, feltételei a szántóföldi növénytermesztésben I. Agro Napló. 6. 6. 10-12.

Késmárki I., Kuroli G. 2002b. A másodvetések lehetőségei, feltételei a szántóföldi növénytermesztésben II. Agro Napló. 6. 7. 5-9.

Késmárki I., Petróczki F. 2003a. Komposztálás-zöldtrágyázás. Agro Napló. 7. 7. 11-13.

Késmárki I., Petróczki F. 2003b. Szántóföldi melléktermékek és hasznosításuk lehetőségei. Agro Napló. 7. 10. 15-17.

Késmárki I., Petróczki F. 2004. Zöldtrágyázás – zöldugar a talajtermékenység javítására korlátozottan hasznosítható szántóterületeken. Agro Napló. 8. 8. 36-37.

Kinderiené, I. 2006. The effect of conservation farming ont he abundance of eartworms on eroded soils. Zemdirbyste / Agriculture. 93. 4. 96-105.

Kinyangi, J. M., Smucker, A. J. M., Mutch, D.R., Harwood, R. R. 2001. Managing cover crops to recycle nitrogen and protect ground-water. Bulletin E-2763. Michigan State University Extension. East Lansing.

Kirkegaard, J. A., Sarward M. 1998. Biofumigation potential of brassicas I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. Plant and Soil. 201. 71-89.

Kismányoky T. 1993. A zöldtrágya. In: Nyíri L. Földműveléstan. 225-229. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Kismányoky T. 2002. Az ugar. Agronapló. 6. 10. 5-6.

Kismányoky T. 2005. Tápanyagellátás, trágyázás. In: Antal J. Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai, gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Kismányoky T., Németh I., Iváncsicsné Bilinszky A. 1993. A talaj cellulózbuntó aktivitásának vizsgálata trágyázási tartamkísérletben. Növénytermelés. 42. 5. 473-479.

Kiss A., Manczel J. 1965. A statisztika módszettana és alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Kiss B. 1956. A napraforgó mint tarló-zöldtrágya. Magyar mezőgazdaság. 11. 14. 8.

Klages, K. H W. 2007. Ecological Crop Geography. Read Books.

Kobus J., Kurek, E., Czechowska, E., Slomka, A., Kulpa, D. 1987. Effects of organic fertilization ont he biological activity of degraded loess soil. Roczniki Gleboznawcze. 38. 1. 133-141.

Koike, S. T., Smith, R. F., Jackson, L. E., Wyland, L. J., Inman, J. I., Chaney, W. E. 1996. Phacelia, wollypod vetch, and austrian winter pea: three new cover crop hosts of *Sclerotinia minor* in California. The American Phytopathological Society. 12. 80. 1409-1412.

Kolbai K. 1931a. A fehérmustár mint zöldtakarmánynövény. Mezőgazdaság. 8. 127-128.

Kolbai K. 1931b. Őszi zöldtrágyázás bíborherével. Mezőgazdaság. 8. 128.

Kolbai K. 1931c. Tisztán, avagy rozzsal vessük-e a bíborherét? Mezőgazdaság. 8. 128.

Kónya K. 1961. Néhány zöldtrágyanövény jelentősége a talajtermékenység növelésében gödöllői homoktalajon. Doktori értekezés. Gödöllő.

Kovács Csomor, Zs, Nagy Z. 2003. Komoly kihívás az olajretek termesztése. Gyakorlati Agrofórum. 14. 1. 47-49.

Krantz, B.A., Chandler, W. V. 1954. Fertilize corn for higher yields. Bulletin 366. North Carolina Agricultural Experiment Station. Raleigh. Nort Carolina.

Kratochvil, R. J., Sardanelli, S., Everts, K., Gallager, E. 2004. Evaluation of crop rotation and other cultural practices for management of root-knot and lesion nematodes. Agronomy journal. 96. 1419-1428.

Kreybig L. 1955. Trágyázástan. A talajélőlények és növények okszerű táplálásának iránylvei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Kruppa J. 2002. Csillagfürt (*Lupinus sp.* L.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 105-125.

Kruppa J. 2005. Csillagfürt. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Kuo, S., Sainju, U.M., Jellum, E. J. 1997. Winter cover cropping influence on nitrogen in soil. Soil Science Society of America Journal. 61. 1392-1399.

Kükedi E. 1958a. A tarló zöldtrágyázásáról. Magyar Mezőgazdaság. 13. 1. 10-11.

Kükedi E. 1958b. A tarló zöldtrágyázásáról. Magyar Mezőgazdaság. 13. 15-16. 11-12.

Labarta, R., Swinton, S. M., Black, J. R., Snapp, S., Leep, R. 2002. Economic analysis approaches to potato-based integrated crop systems: Issues and methods. Staff Paper 02-32. Department of Agricultural Economics. Michigan State Univercity. East Lansing.

Ladha, J. K., Dawe, D., Ventura, T. S., Singh, U., Ventura, W., Watanabe, I. 2000. Long-term effects of urea and green manure on rice yields and nitrogen balance. Soil Science Society of America Journal. 64. 1993-2001.

Ladha, J. K., Kundu, D. K., Angelo-Van Coppenolle, M. G., Peoples, M. B., Caranagel, V. R., Dart, P. J. 1996. Legume productivity and soil nitrogen dynamics in lowland rice-based cropping systems. Soil Science Society of America Journal. 60. 183–192.

Lajtamag Mezőgazdasági Kft. 2009. http://vetomag.shp.hu/hpc/web.php?a=vetomag&o=g5C0F0igQR. Megtekintve. 2009. február 16.

Larson, J. A., Roberts, R. K., Tyler, D. D., Duck, B. N., Slinsky, S. P. 1998. Stochastic dominance analysis of winter cover crop and nitrogen fertilizer systems for no-tillage corn. Journal of Soil and Water Conservatoin. 53. 3. 285-288.

Lazányi J. 1994. A homokjavító vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Önkormányzati Hivatal Nyomdaüzeme. Nyíregyháza.

Lehne, I., Schössler, H. 1966. Die Wirkung von Stalldung ind Gründüngung auf Ertrag und Humusgehalt eines anlehmigen Sandbodens. Wiss. Z. Karl-Marx-Universität Math.-Naturwiss. Reihe. Leipzig. 15. 1. 31-37.

Lewis, J. A., Papavizas, G. C. 1971. Effect of sulphur-containing volatile compounds and vapors from cabbage decomposition on Apnanomyces euteiches. Phytopathology. 61. 208-214.

Liebig, J. 1862. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig.

Linkh, G. 1908. Bedeutung und Anwendung der Gründüngung. Des Landmanns Winterabende. 84. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart. 1.

Löhnhardné Bory, É., Kismányoky T. 1993. Az istállótrágya és egyéb trágyák hatása a kukorica növekedésére, asszimilációs felületének alakulására és a termésre. Növénytermelés. 42. 4. 339-348.

Maligin. J. N. 1950. A csillagfürt mint zöldtrágya. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Mandal, U. K., Singh, G., Victor, U. S., Sharma, K. L. 2003. Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. European Journal of Agronomy. 19. 225-237.

Máté A. 2005. Növénytermesztési Tanüzem. Tanulmány. Gödöllő.

McVay, K. A., Radcliffe, D. E., Hargrove, W. L. 1989. Winter legume effects on soil propreties and nitrogen fertilisation requirements. Soil Science Society of America Journal. 53. 6. 1856-1862.

Mielke, H. 1973. Beeinflussung des Ophiobolus Befalls in verseuchten Böden durch Gründungungpflanzen. Acker- und Pflanzenbau. 137. 4. 141-249.

Mihályfalvy I. 1959. A talajerő visszapótlásának lehetősége másodvetésű zöldtrágyanövényekkel. Magyar Mezőgazdaság. 14. 14. 7-8.

Mihályfalvy I. 1960a. A másodvetésű zöldtrágyanövények jelentősége az öntözőgazdaságokban. Kísérletügyi Közlemények 54/A. 1. 53-73.

Mihályfalvy I. 1960b. A másodvetésű zöldtrágyanövvények öntözéses agrotechnikájának alapjai. Kandidátusi értekezés. Kisújszállás.

Mihályfalvy I. 1962a. A zöldtrágyának termesztett másodvetésű napraforgó vízigénye. Növénytermelés. 11. 2. 101-108.

Mihályfalvy I. 1962b. Az öntözött talajok zöldtrágyázásának jelentősége. Agrokémia és Talajtan. 11. 257-270.

Misusztyin E. N. 1992. Die Wirkung von Stallmist und Mineraldüngung auf dem Pflanzenerträg und auf die biologische Aktivität des Bodens in einem 31 jährigen Dauerversuchs in Keszthely. Synpozium: Dauerfeldversuche und Nährstoffdynamik. 9-12. juni. Bad Lauchstädt.

Mojtahedi, H., Santo, G. S., Hang, A. N., Wilson, J. H. 1991. Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars in green manure. Journal of Nematology. 23. 170-174.

Mojtahedi, H., Santo, G. S., Wilson, J. H., Hang, A. N. 1993. Managing Meloidogyne chitwoodi on potato with rapeseed as green manure. Plant Disease. 77. 42-46.

Morris, I. 1994. Classical Greece: Ancient Histories and Modern Archaeologies.http://books.google.com/books?id=fnJvha8jzzQC&printsec=frontcover&dq=morris+classical+greece&hl=hu Megtekintve 2009. február 3.

Mueller, T., Thorup-Kristensen, K. 2001. N-fixation of selected green manure plants in an organic crop rotation. Biological Agriculture and Horticulture. 18. 4. 345-363.

Muller, J. C. Denys, D., Morlet, G. Mariotta, A. 1989. Influence of catch crops on mineral nitrate leaching and its subsequent plant use. In: Germon, J. C., Dupain, S. Management systems to reduce impact of nitrates. New York. Elsevier Applied Science. 85-98.

Musthafa, K. Potty, N. N. 2001. Effect of in situ greeen manuring on weeds in rice. Journal of Tropical agriculture. 39. 2. 172-174.

Mutch, D. R., Martin, T. E. 1998. Cover crops. In: Cavigelli, M.A. et al. (ed.) Michigan field crop ecology: Managing biological pro cesses for productivity and environmental quality. Bulletin E-2646. Michigan State University Extension. East Lansing.

Müller G. 1991. Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. Agrokémia és talajtan. 40. 3-4. 263-272.

Nagy Z. 2001. Facéliával a gyomok ellen. Agro Napló. 5. 3. 64.

Nagy Z. 2002a. A facélia többhasznú növénnyé lépett elő. Gyakorlati Agrofórum. 13. 5. 31-34.

Nagy Z. 2002b. Az elfelejtett Emerald takarmányrepce. Gyakorlati Agrofórum. 13. 8. 43-47.

Nagy Z. 2002c. Zöldtrágyázással a fenntartható környezetért (1.). Gyakorlati Agrofórum. 13. 2. 42-48.

Nagy Z. 2002d. Zöldtrágyázással a fenntartható környezetért (2.). Gyakorlati Agrofórum. 13. 3. 45-46.

Nagy Z. 2002e. Zöldtrágyázással a fenntartható környezetért (3.). Gyakorlati Agrofórum. 13. 4. 23-26.

Nagy Z. 2003a. A gyengébb talajok alternatív növénye, a mustár. Gyakorlati Agrofórum. 14. 3. 60-62.

Nagy Z. 2003b. Zöldtrágyázás. Palatia Nyomda és Kiadó Kft. győr.

Nagy Z. 2005a. Zöldtrágyázás. Palatina Nyomda és Kiadó Kft. Győr.

Nagy Z. 2005b. A zöldtrágyázás a „Helyes gazdálkodási gyakorlat” része. MezőHír. 9. 3. 84-85.

Nagy Z., Seiwerth G. 2005. Zöldtrágyázással a talajtermékenység javításáért. Gyakorlati Agrofórum. 16. 8. 32-34.

Nagyváthy J. 1821. Magyar Practicus termesztő. Petróczai Trattner János Tamás betűivel, 's költségével. Pest.

Németh I. 1999. Integrált növényvédelem alapjai. Gyomszabályozás. Egyetemi jegyzet. Gödöllő.

Németh I., Blaskó D. 2005 Gyomszabályozás I-II. és herbicidismeret. Egyetemi jegyzet. Gödöllő.

Németh I., Nagy B., Dorner Z. 2003. A zöldtrágyanövények hatása a gyomosodásra. Növénytermelés. 52. 5. 495-505.

Neurburg W., Sárközy P. 1993. Gyomszabályozás tűzzel vassal. In: Sárközy P., Seléndy Sz. Biogazda 2. Biokultúra Egyesület. 44-55.

Nyárai Horváth F. 2002. Somkóró (*Melilotus albus* Desr.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 227-237.

Nyárai Horváth F. 2005. Tavaszi takarmányrepce. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Nyéki Takáts Zs. 1925. Fehérmustár (Sinapis alba), mint kései zöldtakarmány. Köztelek. 35. 45. 646-647.

Nyiraneza, J. 2003. Nitrogen recovery and nitrogen balance with ^{15}N in potato systems amended with cover crops and manure. M.S. thesis. Michigan State University. East Lansing.

Odhiambo, J. J. O., Bomke, A. A. 2007. Cover crop effects on spring soil water content and the implications for cover crop management in south coastal British Columbia. Agricultural Water Management. 88. 92-98.

Penyigei D. 1966. Bíborhere. In: Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 192-195.

Pepó P. 1996. Fehér mustár. In: Bocz E. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Pethe F. 1805. Pallérozott mezei gazdaság. Sopron.

Pfeiffer J. 1909. A zöldtrágyázás hasznáról, tekintettel különösen a csillagfürtre. Köztelek. 19. 40. 1180-1181.

Plinius, C. S. i. sz. I. sz. A természet históriája (Naturalis Historia). Natura Kiadó. Budapest. 1987.

Popay, A. I., Stiefel, W., Daly, M. 1993. Green manures – benefits for weed control? Proceedings 46. New Zealand Plant Protection Conference. New Zealand. 344-347.

Posgay E. 1957. Zöldtrágyázás napraforgóval. Magyar Mezőgazdaság. 12. 21. 12-24.

Posner, J. L., Casler, M. D., Baldock, J. O. 1995. The Wisconsin integrated cropping systems trial: Combining agroecology with production agronomy. American Journal of Alternative Agriculture. 10. 98-107.

Pusztai P. 2002a. Tavaszi (takarmány) bükköny (*Vicia sativa* L.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 47-54.

Pusztai P. 2002b. Szöszös bükköny (*Vicia villosa* Roth.) In: Radics L. Alternatív növények termesztése II. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 54-60.

Ragasits I. 1994. Pohánka. In: Iványi K., Kismányoky T., Ragasits I. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Rämert, B. Bugg, R. L., Clark, M. S. Werner, M. R. McGuinn, R. P., Poudel, D. D., Berry, A. M. 2000. Influence of Lumbricus terrestris inoculation on green manure disappearance an the decomposer community in a walnut orchard. Soil Biology and Biochemistry. 33. 1509-1516.

Ramos, M. G., Villatoro, M. A. A., Urquiaga, S., Alves, B. J. R., Boddey, R. M. 2001. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using 15N-isotope techniques. Journal of Biotechnology 91. 105–115.

Rasmussen, K. J., Andersen, A. 1994. 13 years experiments with soil tillage and incorporation of straw and catch crop on a marsh soil. Statens Planteavlsforsoeg. Lyngby (Denmark). 13. 22.

Richards, I. R., Wallace, P. A., Turner, I. D. S. 1996. A comparison of six cover crop types in terms of nitrogen uptake and effect on response to nitrogen by a subsequent spring barley crop. Journal of Agricultural Science. Cambridge. 127. 441-449.

Ross, S. M., King, J. R., Izaurralde, R. C., Donovan, J. T. 2001. Weed suppression by seven clover species. Agronomy Journal. 93. 820-827.

Roszik P. 1993. Zöldtrágyázás. In: Sárközy P., Seléndi Sz. Biogazda 1. Az árutermelő biogazdálkodás alapjai. Biokultúra Egyesület. 137-139.

Sági F. 1984. Biológiai növénytermesztés, biológiai rendszerek. Agroinform. Budapest.

Sainju, U. M., Singh, B. P. 1997. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on sail properties, water quality and crop yields. Hortscience. 32. 1. 21-28.

Sainju, U. M., Singh, B. P., Whitehead, W. F., Wang, S. 2007. Accumulation and crop uptake of soil mineral nitrogen as influenced by tillage, cover crops and nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 99. 682-691.

Sainju, U.M., B.P. Singh, and W.F. Whitehead. 1998. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. Agronomy Journal. 90. 511-518.

Sainju, U.M., Singh, B.P., Rahman, S., Reddy, V. R. 2000. Tillage, cover cropping, and nitrogen fertilizer influence tomato yield and nitrogen uptake. HortScience 35. 217-221.

Sanchez, J. E., Willson, T. C., Kizilkaya, K., Parker, E, Harwood, R. R. 2001. Enhancing the mineralizable nitrogen pool through substrate diversity in long term cropping systems. Soil Science Society of America Journal. 65. 1442-1447.

Sarkadi J. 1962. Hozzászólás Mihályfalvy István: Az öntözött talajok zöldtrágyázásának jelentősége c. közleményéhez. Agrokémia és Talajtan. 11. 271-272.

Sarkadi J., Krámer M. 1961. Növényi anyagok és szervestrágyák tápanyagtartalmának vizsgálata. I. Az összes N, P és K meghatározása. Agrokémia és Talajtan. 10. 1. 85-98.

Sarkadi, J., Perczel, I., Belea, G., Latorczai, G., Legey, B. 1955. Szervestrágyák „összes" nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalmának gyors meghatározási módszerei. Agrokémia és Talajtan. 4. 71-80.

Sarwar, M., Kirkegaard, J. A. 1998. Biofumigation potential of brassicas. II. effect of environment and ontogeny on glucosinolate production and implications for screening. Plant and Soil. 201. 91-101.

Sarwar, M., Kirkegaard, J. A., Wong, P. T. W., Desmarchelier, J. M. 1998. Biofumigation potential of brassicas. III. In vitro toxicyty of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. Plant and soil. 201. 103-112.

Schlang, J., Steudel, W., Muller, J. 1988. Infuence of resistant green manure crops on the population dynamics of Heterodera schachtii and its fungal egg parasites. In: Proceedings of European Society of Nematology. 19th International Nematology Symposium. Uppsala. Sweden. 69.

Schmidt R. 2005. Facélia. In: Antal J. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és gumós növények, hüvelyesek, olaj- és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Schmidt R., Kalocsai R., Szakál P. 2005. A mézontófű (Phacélia tanacetifolia) termesztése. Agronapló. 9. 2. 50-53.

Schneidewind, W. 1915. Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Lehrbuch auf der Grundlage wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung. Verlag Paul Parey. Berlin.

Schomberg, H. H., McDaniel, R. G., Mallard, E., Endale, D. M., Fischer, D. S., Cabrera, M. L. 2006. Conservation tillage and cover crop influences on cotton production on a Southeastern U.S. coastal plain soil. Agronomy journal. 98. 1247-1256.

Schultz-Lupitz, A. 1890. Die Kalidüngung auf leichtem Boden. Berlin.

Schultz-Lupitz, A. 1891. Der Zwischen-fruchtban auf leichten Böden. D. DLG Helf 7. Berlin.

Schultz-Lupitz, A. 1892. Die Kalk-Kali-Phosphatdüngung. Drezda.

Seneratne, R., Ratnasinghe, D. S. 1995. Nitrogen fixation and beneficial effects of some grain legumes and green manure crops on rice. Biology and Fertility Soils. 19. 49-54.

Sigmond E. 1903. A zöldtrágya és istállótrágya hatásának összehasonlítása. Köztelek. 13. 6. 92-93.

Simits K. 2005. Pohánka. In: Antal J. Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai, gabonafélék. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Simon D. 1984. Téli-nyári barátunk a tyúkhúr. Kertészet és Szőlészet. 33. 2. 13.

Smith, J. W. 2008. Agricultural Meteorology, the Effect of Weather on Crops. Read Books.

Smith, M. S., Frye, W. W., Varco, J. J. 1987. Legume winter crops. Advanced Soil Science. 7. 95-139.

Snapp, S. S., Swington, S. M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J. R., Leep, R., Nyiraneza, J., O'Neil, K. 2005. Evaluating cover crops for benefits, cost and performance within cropping system niches. Agronomy Journal. 97. 322-332.

Somorjai F. 1966. In: Antal J., Egerszegi S., Penyigei D. Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 148-149.

Spectrum Technologies Inc. 2009. http://www.specmeters.com/Soil_Moisture/TDR_300_Soil_Moisture_Probe.html Megtekintve 2009. február 11.

Stefanovits P. 1999a. Főtipusok, típusok és altípusok In: Stefanovits P., Filep Gy. Füleky Gy. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Stefanovits P. 1999b. A tájak talajviszonyai In: Stefanovits P., Filep Gy. Füleky Gy. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Stivers-Young, L. 1998. Growth, nitrogen accumulation, and weed suppression by fall cover crops following early harvest of vegetables. HortScience 33. 60-63.

Stivers-Young, L. J., Tucker F. A. 1999. Cover cropping practices of vegetables producers in western New York. HortTechnology. 9. 459-465.

Stute J. K., Posner J. L. 1995. Synchrony between legume nitrogen relase and corn demand in the upper Midwest. Agronomy Journal. 87. 1063-1069.

Surányi J. 1951. Kettőstermesztés. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Surányi J. 1952. A szántóföldi kettőstermesztés módszerei és növényei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Sváb J. 1959. Útmutató szántóföldi kísérletek elrendezésére és értékelésére varianciaanalízissel. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Sváb J. 1961. Statisztikai módszerek mezőgazdasági kutatók számára. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Sváb J. 1979. Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Sváb J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Sweeney, D. W., Moyer, J. L. 2004. In-season nitrogen uptake by grain Sorghum following legume green manures in conservation tillage systems. Agronomy Journal. 96. 510-515.

Szabó I. 1986. Az általános talajtan biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest

Szabó L. 2006. A termőföld védelme. Agroinform Kiadó. Budapest.

Szanyi M. 1989. Zöldugar-program az NSZK-ban. Agrárvilág. 2. 5. 21-24.

Szegi J. 1979. Hozzászólás Kádár Imre „Földművelésünk nitrogén, foszfor és kálium mérlege” című előadásához. Agrokémia és Talajtan. 28. 2-4. 549-550.

Tejada, M., Gonzalez, J. L., García-Martínez, A. M., Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology. 99. 1758-1767.

Tiesdale, S. D., Nelson, W. L. 1966. a talaj termékenysége és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest

Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen., L. S. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in teperate zones. Advances in Agronomy. 79. 227-302.

Thönnissen C., Midmore D. J., Ladha, J. K., Holmer, R. J., Schmidhalter, U. 2000a. Tomato crop response to short-duration legume green manures in tropical vegetable systems. Agronomy Journal. 92. 245-253.

Thönnissen C., Midmore D. J., Ladha, J. K., Olk, D. C., Schmidhalter, U. 2000b. Legume decomposition and nitrogen relase when applied as green manures to tropical vegetable production systems. Agronomy journal. 92. 253-260.

Tippmann, K. 1971. Ölretich – eine Pioneer- und Gesundungspflanze. Bauernblatt. Landwirtschafts Kammer Schleswig-Holstein. 30.

Tóth B., Csiszár L., Pázmány L.-né 1983. A nitrogén műtrágya hatása a talajok szervesanyag-transzformációjára. A mezőgazdaság kemizálása Keszthely. II. 37-40.

Tóth Z. 2006. A zöldtrágya. In: Birkás M. Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Tranger B. 1967. Mikrobiologische Untersuchungen mit Gründünger. Die Erhöhung der Fruchtbarkeit der Sandböden. Vortrag der Internationalen Koordinierenden Arbeitstagung in Budapest. 277-283.

Unger, P. E., Vigil, M. F. 1998. Cover crops effects on soil water relationships. Journal of Soil and Water Conservation. 53. 3. 200-207.

Váradi Szabó J. 1915. A zöldtrágyázás. Köztelek. 25. 35. 1263-1264.

Varley, J. A. 1966. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material Analyst. 91. 119-126.

Varro, M. T. i. e. I. sz.. Rerum Rusticarum Libri Tries (A mezőgazdaságról). Akadémiai Kiadó. Budapest. 1971.

Vaughan, J. D., Evanylo, G. K. 1998. Corn response to cover crop species, spring dessication time, and residue management. Agronomy Journal. 90. 536-544. Wilson, P. W. 1957.Ont he sources of nitrogen of vegetacion etc. Bacteriological Review. 21. 4. 215-226.

Vergilius, P. M. i. e. I. sz.. Georgica. Magyar Helikon. Budapest. 1981.

Viaene, N. M., Abawi, G. S. 1998. Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. Plant Disease. 82. 945–952.

Vyn, T. Y., Janovicek, K. J., Miller, M. H., Beauchamp, E. G. 1999. Soil nitrate accumulation and corn response to preceding small grain fertilization and cover crops. Agronomy Journal 91. 17-24.

Wagger, M. G. 1989a. Time of dessication effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. Agronomy Journal. 81.236-241.

Wagger, M. G. 1989b. Cover crop management and nitrogen rate relation to growth and yield of no-till corn. Agronomy Journal. 81. 533-538.

Wagner P. 1892. Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung. I. Theil: Die Stickstoffdüngung der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin.

Westsik 1960b. Az istálló- és zöldtrágya tudományos jelleggű megvilágításban. Magyar Mezőgazdaság. 15. 3. 10-11.

Westsik V. 1923. Zöldtrágyázás a homokföldeken! Köztelek. 33. 49. 549-580.

Westsik V. 1927. Az alföldi futóhomoktalajok okszerű mezőgazdasága. „Pátria“ Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest.

Westsik V. 1928a. Okszerű növénytermelés. Athenaeum Irodalmi és Nyomdai R.-T. Kiadása. Budapest.

Westsik V. 1928b. A fehér somkóró termesztése futóhomokon. Köztelek. 38. 72-73. 1486.

Westsik V. 1932. A tarlózöldtrágyázás. Köztelek. 42. 57-28. 517.

Westsik V. 1934. Jelentés a Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara Nyiregyházi Homokjavító Kisérleti Gazdaságának 1933 évi működéséről. Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara. Debrecen.

Westsik V. 1936. Homoki gazda. „Pátria“ Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság. Budapest.

Westsik V. 1944. Homoki vetésforgók üzemi eredményei. A Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara kezelése alatt álló nyiregyházi homokjavító kisérleti gazdaságban. Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara. Nyíregyháza.

Westsik V. 1951a. Homoki vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Westsik V. 1951b. Laza homoktalajok okszerű művelése. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.

Westsik V. 1951c. Homoktalajok vetésforgói. Önálló zöldtrágyázás vetésforgók savas vegyihatású homoktalajokra. Magyar Mezőgazdaság. 6. 2. 13-14.

Westsik V. 1951d. Homokalajok vetésforgói. Vegyes szerves trágyázáson alapuló vetésforgók savas vegyihatású laza homoktalajokra. Magyar Mezőgazdaság. 6. 3. 11-12.

Westsik V. 1954a. A homoktalajok megjavítása. Homokjavítás főterményű csillagfürttel. Magyar Mezőgazdaság. 9. 22. 4-5.

Westsik V. 1954b. A homoktalajok megjavítása II. Homokjavítás tarlózöldtrágyázással. Magyar Mezőgazdaság. 9. 24. 5-6.

Westsik V. 1955a. Van-e különleges hatása az istálló- és a zöldtrágyának? Agrártudomány. 7. 1. 5-10.

Westsik V. 1955b. A zöldtrágya különleges hatása. Agrártudomány. 7. 5. 193-195.

Westsik V. 1956. A napraforgó mint zöldtrágya. Agrártudomány. 8. 7. 295-298.

Westsik V. 1957. A napraforgó-zöldtrágyázás tanúságai. Agrártudomány. 9. 8. 28-34.

Westsik V. 1958. A zöldtrágyázás kérdéséhez. Agrártudomány. 10. 11. 7-9.

Westsik V. 1960a. Zöldtrágyázási kísérlet csillagfürttel és napraforgóval. Agrártudomány. 12. 11. 4-8.

Westsik V. 1965. Vetésforgókísérletek homoktalajon. A Nyíregyházi Homokkísérleti Gazdaság vetésforgóinak 30 éves eredményei. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Widmer, T. L. Abawi, G. S. 1998. Management of nematodes by the use of cover crops and their incorporation as green manures. In Nematode Pests in Rice-Wheat-Legume Cropping Systems. Proceedings of a Regional Training Course. 1-5. 80-86.

Wilson, D. O., Hargrove, W. L. 1986. Relase of nitrogen crimson clover residue under two tillage systems. Soil Science Society of America Journal. 50. 1251-1254.

Wivstad, M. 1998. Nitrogen mineralization and crop uptake of N from decomposing ^{15}N labelled red cover and yellow sweetclover plant fractions of different age. Plant and Soil. 208. 21-31.

Zhang, M. K., Fang, L. P. 2007. Effect of tillage, fertilizer and green manure cropping on soil quality a tan abandoned brick making site. Soil and Tillage Research. 93. 87-93.

10. MELLÉKLETEK

1. melléklet Mélykút csapadékadatai (mm)
(2005 és 40 éves átlag)

év	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október	november	december	**átlag/összes**
2005	15	55	52	51	39	86	93	142	46	5	31	72	**685**
40 éves átlag	34,5	31,8	30,2	42,7	51,2	77,7	63,2	49,8	44,8	40,0	47,8	50,5	**564,2**

2. melléklet A kísérletek tenyészidejének fontosabb adatai (Mélykút, 2005; Gödöllő, 2005-2008)

kísérleti helyszín	vetésidő	vegetáció hossza (nap)	csapadék (mm)	átlaghőmérséklet (°C)	kumulált hőmérséklet (°C)	tényleges napfénytartam (h)
Mélykút	2005 másodvetés	78	203,0	16,5	1288,3	548
Gödöllő	2005 másodvetés	76	115,4	15,3	1162,9	480
	2006 másodvetés	66	75,0	16,0	1056,8	401
	2007 másodvetés (júliusi vetésidő)	111	181,0	18,5	2051,1	726
	2007 másodvetés (augusztusi vetésidő)	83	126,0	15,5	1289,2	482
	2008 másodvetés	76	112,8	14,5	1098,8	426
	2005 fővetés	88	233,8	17,0	1497,3	718
	2006 fővetés	87	173,2	17,2	1499,2	710
	2007 fővetés	73	111,4	19,4	1417,9	594

3. melléklet Gödöllő meteorológiai adatai (°C, mm)
(2005-2008 és 75 éves átlag)

hónap	2005		2006		2007		2008		75 éves átlag	
	közép-hőmérséklet (°C)	csapadék (mm)	közép-hőmérséklet (°C)	csapadék (mm)	közép-hőmérséklet (°C)	csapadék (mm)	közép-hőmérséklet (°C)	csapadék (mm)	közép-hőmérséklet (°C)	csapadék (mm)
január	-0,9	16,2	-3,6	26,2	4,3	35,6	0,6	14,8	-2,2	35
február	-3,1	39,8	-1,5	34,4	4,2	50,4	3,5	1,0	-0,7	32
március	3,1	17,2	3,8	44,4	8,2	42,8	6,2	74,2	4,4	37
április	11,5	107,6	12,7	22,8	13,7	5,8	11,9	34,4	10,0	46
május	17,1	46,0	15,6	69,6	18,6	44,0	17,5	59,6	15,3	65
június	19,8	67,8	20,1	86,4	22,6	63,2	21,6	66,8	18,4	70
július	21,5	199,4	24,2	49,8	24,1	21,8	21,6	200,8	20,4	54
augusztus	19,6	193,4	19,2	109,6	22,9	69,0	21,9	28,6	19,3	52
szeptember	17,1	22,6	18,1	48,2	14,1	46,0	15,5	82,0	15,2	43
október	10,8	29,2	12,4	12,0	10,5	54,4	11,8	20,2	9,5	53
november	3,2	25,4	6,9	18,8	3,2	49,8	6,1	37,4	3,8	57
december	0,0	52,2	1,3	7,2	-1,7	35,4	2,1	68,4	-0,2	46
átlag/összes	**10,0**	**816,8**	**10,8**	**529,4**	**12,1**	**518,2**	**11,7**	**688,2**	**9,4**	**590**

4. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Mélykút, 2005 másodvetés)*

$SZD_{5\%}$=0,112 MPa	kontrol (1,52)	facélia (1,46)	mustár (1,57)	olajretek (1,70)	facélia + mustár + olajretek (1,70)	tavaszi repce (1,61)	pohánka (1,71)	szöszös bükköny + tritikálé (1,50)	bíborhere (1,46)
facélia (1,46)	-0,06								
mustár (1,57)	0,06	**0,12**							
olajretek (1,70)	**0,19**	**0,25**	**0,13**						
facélia + mustár + olajretek (1,70)	**0,18**	**0,24**	**0,13**	0,00					
tavaszi repce(1,61)	0,09	**0,15**	0,03	-0,10	-0,09				
pohánka (1,71)	**0,19**	**0,25**	**0,13**	0,00	0,01	0,10			
szöszös bükköny + tritikálé (1,50)	-0,02	0,04	-0,08	**-0,21**	**-0,20**	-0,111	**-0,21**		
bíborhere (1,46)	-0,06	0,00	**-0,115**	**-0,24**	**-0,24**	**-0,15**	**-0,25**	-0,04	
somkóró (1,60)	0,08	**0,14**	0,03	-0,10	-0,10	-0,01	-0,106	0,10	**0,14**

* A kezelések után zárójelben az átlagok, a táblázat rácspontjaiban a különbségek – vastagon szedve, ahol szignifikáns a különbség – vannak feltüntetve.

5. *melléklet* A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 0-20 cm-es mélységben (tömeg %)
(Mélykút, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,71 %	kontrol (22,1)	facélia (20,6)	mustár (20,3)	olajretek (21,2)	facélia + mustár + olajretek (21,3)	tavaszi repce (21,0)	pohánka (20,5)	szöszös bükköny + tritikálé (21,2)	bíborhere (22,6)
facélia (20,6)	**-1,5**								
mustár (20,3)	**-1,8**	-0,3							
olajretek (21,2)	**-0,9**	0,6	**0,9**						
facélia + mustár + olajretek (21,3)	**-0,8**	**0,74**	**1,0**	0,1					
tavaszi repce (21,0)	**-1,1**	0,4	**0,74**	-0,2	-0,3				
pohánka (20,5)	**-1,5**	0,0	0,3	-0,7	-0,8	-0,5			
szöszös bükköny + tritikálé (21,2)	**-0,8**	0,69	**1,0**	0,1	-0,1	0,2	**0,71**		
bíborhere (22,6)	0,6	**2,1**	**2,4**	**1,4**	**1,3**	**1,6**	**2,1**	**1,4**	
somkóró (22,0)	-0,1	**1,4**	**1,7**	**0,8**	0,7	**1,0**	**1,4**	**0,71**	-0,7

6. *melléklet* A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,2 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,4)	mustár (2,5)	olajretek (2,5)
facélia (2,4)	**0,8**			
mustár (2,5)	**0,8**	0,0		
olajretek (2,5)	**0,8**	0,0	0,0	
facélia + mustár + olajretek (2,5)	**0,8**	0,1	0,0	0,1

7. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,4 MPa	kontrol (1,6)	facélia (2,8)	mustár (2,8)	olajretek (2,9)
facélia (2,8)	**1,2**			
mustár (2,8)	**1,3**	0,1		
olajretek (2,9)	**1,3**	0,1	0,1	
facélia + mustár + olajretek (2,6)	**1,1**	-0,2	-0,2	-0,3

8. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,27 MPa	kontrol (1,5)	facélia (2,3)	mustár (2,7)	olajretek (2,4)
facélia (2,3)	**0,8**			
mustár (2,7)	**1,2**	**0,35**		
olajretek (2,4)	**0,9**	0,1	-0,2	
facélia + mustár + olajretek (2,2)	**0,7**	-0,1	**-0,5**	-0,25

9. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 30-40 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,30 MPa	kontrol (1,1)	facélia (1,7)	mustár (1,9)	olajretek (2,2)
facélia (1,7)	**0,6**			
mustár (1,9)	**0,8**	0,2		
olajretek (2,2)	**1,0**	**0,4**	0,25	
facélia + mustár + olajretek (1,7)	**0,6**	0,0	-0,2	**-0,5**

10. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 40-50 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2005 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,19 MPa	kontrol (1,0)	facélia (1,5)	mustár (1,5)	olajretek (1,5Ö
facélia (1,5)	**0,4**			
mustár (1,5)	**0,5**	0,0		
olajretek (1,5)	**0,4**	0,0	0,0	
facélia + mustár + olajretek (1,2)	**0,20**	**-0,23**	**-0,3**	**-0,21**

11. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,205 MPa	kontrol (1,16)	facélia (1,1)	mustár (1,47)	olajretek (1,25)	mustár + olajretek (1,37)	pohánka (1,10)	tavaszi bükköny (0,88)	tavaszi bükköny + facélia (1,17)	tavaszi bükköny + zab (1,31)	fehérvirágú csillagfürt (1,10)	bíborhere (1,30)
facélia (1,1)	-0,05										
mustár (1,47)	**0,31**	**0,36**									
olajretek (1,25)	0,09	0,14	**-0,22**								
mustár + olajretek (1,37)	**0,22**	**0,26**	-0,10	0,12							
pohánka (1,10)	-0,06	-0,01	**-0,37**	-0,15	**-0,27**						
tavaszi bükköny (0,88)	**-0,27**	**-0,22**	**-0,59**	**-0,37**	**-0,49**	**-0,22**					
tavaszi bükköny + facélia (1,17)	0,01	0,06	**-0,30**	-0,08	-0,205	0,07	**0,28**				
tavaszi bükköny + zab (1,31)	0,16	**0,21**	-0,16	0,06	-0,06	**0,21**	**0,43**	0,15			
fehérvirágú csillagfürt (1,10)	-0,06	-0,01	**-0,37**	-0,15	**-0,27**	0,00	**0,22**	-0,07	**-0,21**		
bíborhere (1,30)	0,15	0,196	-0,17	0,05	-0,07	0,203	**0,42**	0,14	-0,01	0,203	
somkóró (1,38)	**0,23**	**0,28**	-0,09	0,13	0,01	**0,28**	**0,50**	**0,22**	0,07	**0,28**	0,08

12. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,31 MPa	kontrol (1,84)	facélia (1,70)	mustár (2,10)	olajretek (1,75)	mustár + olajretek (2,00)	pohánka (1,46)	tavaszi bükköny (1,57)	tavaszi bükköny + facélia (1,72)	tavaszi bükköny + zab (1,90)	fehérvirágú csillagfürt (1,82)	bíborhere (2,02)
facélia (1,70)	-0,14										
mustár (2,10)	0,26	**0,40**									
olajretek (1,75)	-0,09	0,05	**-0,35**								
mustár + olajretek (2,00)	0,16	0,30	-0,10	0,25							
pohánka (1,46)	**-0,37**	-0,24	**-0,63**	-0,29	-0,54						
tavaszi bükköny (1,57)	-0,27	-0,13	**-0,53**	-0,19	**-0,43**	0,10					
tavaszi bükköny + facélia (1,72)	-0,12	0,02	**-0,38**	-0,04	-0,28	0,25	0,15				
tavaszi bükköny + zab (1,90)	0,07	0,20	-0,19	0,15	-0,10	**0,44**	**0,34**	0,19			
fehérvirágú csillagfürt (1,82)	-0,02	0,12	-0,28	0,06	-0,18	**0,35**	0,25	0,10	-0,09		
bíborhere (2,02)	0,18	**0,32**	-0,08	0,27	0,02	**0,55**	**0,45**	0,30	0,11	0,20	
somkóró (1,99)	0,15	0,29	-0,11	0,24	-0,01	**0,53**	**0,43**	0,28	0,09	0,18	-0,02

13. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,434 MPa	kontrol (2,66)	facélia (2,26)	mustár 2,92)	olajretek (2,68)	mustár + olajretek (2,68)	pohánka (1,99)	tavaszi bükköny (2,48)	tavaszi bükköny + facélia (2,40)	tavaszi bükköny + zab (2,73)	fehérvirágú csillagfürt (2,58)	bíborhere (2,94)
facélia (2,26)	-0,40										
mustár 2,92)	0,26	**0,66**									
olajretek (2,68)	0,02	0,42	-0,24								
mustár + olajretek (2,68)	0,02	0,42	-0,24	0,00							
pohánka (1,99)	**-0,67**	-0,27	**-0,93**	**-0,69**	**-0,69**						
tavaszi bükköny (2,48)	-0,17	0,22	**-0,44**	-0,19	-0,19	**0,49**					
tavaszi bükköny + facélia (2,40)	-0,26	0,14	**-0,52**	-0,27	-0,28	0,41	-0,08				
tavaszi bükköny + zab (2,73)	0,07	**0,47**	-0,19	0,06	0,05	**0,74**	0,25	0,33			
fehérvirágú csillagfürt (2,58)	-0,08	0,32	-0,34	-0,10	-0,10	**0,59**	0,09	0,18	-0,16		
bíborhere (2,94)	0,28	**0,68**	0,01	0,26	0,26	**0,95**	**0,45**	0,53	0,20	0,36	
somkóró (2,83)	0,17	**0,57**	-0,09	0,15	0,15	**0,84**	0,35	0,429	0,10	0,25	-0,10

14. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 30-40 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,57 MPa	kontrol (2,88)	facélia (3,07)	mustár (3,60)	olajretek (3,47)	mustár + olajretek (3,47)	pohánka (2,78)	tavaszi bükköny (2,79)	tavaszi bükköny + facélia (2,57)	tavaszi bükköny + zab (3,11)	fehérvirágú csillagfürt (3,17)	bíborhere (3,32)
facélia (3,07)	0,19										
mustár (3,60)	**0,72**	0,53									
olajretek (3,47)	**0,60**	0,40	-0,12								
mustár + olajretek (3,47)	**0,59**	0,40	-0,13	0,00							
pohánka (2,78)	-0,10	-0,29	**-0,82**	**-0,69**	**-0,69**						
tavaszi bükköny (2,79)	-0,08	-0,28	**-0,80**	**-0,68**	**-0,68**	0,01					
tavaszi bükköny + facélia (2,57)	-0,31	-0,50	-1,03	**-0,91**	**-0,90**	-0,21	-0,23				
tavaszi bükköny + zab (3,11)	0,23	0,04	-0,49	-0,37	-0,37	0,33	0,31	0,54			
fehérvirágú csillagfürt (3,17)	0,29	0,10	-0,43	-0,31	-0,31	0,39	0,37	**0,60**	0,06		
bíborhere (3,32)	0,44	0,25	-0,28	-0,15	-0,15	0,54	0,53	**0,75**	0,22	0,16	
somkóró (3,40)	0,52	0,33	-0,20	-0,08	-0,07	**0,62**	**0,60**	**0,83**	0,29	0,23	0,08

15. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 40-50 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,56 MPa	kontrol (2,83)	facélia (3,12)	mustár (3,85)	olajretek (4,04)	mustár + olajretek (4,04)	pohánka (2,83)	tavaszi bükköny (2,11)	tavaszi bükköny + facélia (2,32)	tavaszi bükköny + zab (3,01)	fehérvirágú csillagfürt (3,11)	bíborhere (3,26)
facélia (3,12)	0,29										
mustár (3,85)	**1,01**	**0,72**									
olajretek (4,04)	**1,20**	**0,91**	0,19								
mustár + olajretek (4,04)	**1,20**	**0,91**	0,19	0,00							
pohánka (2,83)	-0,01	-0,30	**-1,02**	**-1,21**	**-1,21**						
tavaszi bükköny (2,11)	**-0,72**	**-1,02**	**-1,74**	**-1,93**	**-1,93**	**-0,72**					
tavaszi bükköny + facélia (2,32)	-0,51	**-0,81**	**-1,53**	**-1,72**	**-1,72**	-0,51	0,21				
tavaszi bükköny + zab (3,01)	0,18	-0,12	**-0,84**	**-1,03**	**-1,03**	0,18	**0,90**	**0,69**			
fehérvirágú csillagfürt (3,11)	0,28	-0,01	**-0,74**	**-0,93**	**-0,93**	0,28	**1,00**	**0,79**	0,10		
bíborhere (3,26)	0,42	0,13	**-0,59**	**-0,78**	**-0,78**	0,43	**1,15**	**0,94**	0,25	0,15	
somkóró (3,56)	**0,72**	0,43	-0,29	-0,48	-0,48	**0,73**	**1,45**	**1,24**	0,55	0,45	0,30

16. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő 2006 fővetés, bedolgozás után 3 hónappal)

$SZD_{5\%}$=0,362 MPa	kontrol (2,1)	facélia (2,1)	mustár (1,9)	olajretek (1,7)	mustár + olajretek (1,9)	pohánka (1,7)	tavaszi bükköny (2,3)	tavaszi bükköny + facélia (2,1)	tavaszi bükköny + zab (1,9)	fehérvirágú csillagfürt (2,0)	bíborhere (2,3)
facélia (2,1)	0,0										
mustár (1,9)	-0,2	-0,2									
olajretek (1,7)	**-0,44**	**-0,44**	-0,2								
mustár + olajretek (1,9)	-0,2	-0,2	0,0	0,2							
pohánka (1,7)	**-0,42**	**-0,42**	-0,2	0,0	-0,2						
tavaszi bükköny (2,3)	0,1	0,1	**0,39**	**0,6**	0,4	**0,6**					
tavaszi bükköny + facélia (2,1)	-0,1	-0,1	0,2	**0,39**	0,1	0,356	-0,2				
tavaszi bükköny + zab (1,9)	-0,2	-0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	**-0,39**	-0,2			
fehérvirágú csillagfürt (2,0)	-0,1	-0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	-0,3	-0,1	0,1		
bíborhere (2,3)	0,2	0,2	**0,44**	**0,7**	**0,42**	**0,6**	0,1	0,3	**0,44**	0,3	
somkóró (2,5)	0,3	0,3	**0,6**	**0,8**	**0,5**	**0,7**	0,2	**0,39**	**0,6**	**0,44**	0,1

17. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő 2006 fővetés, bedolgozás után 3 hónappal)

$SZD_{5\%}$=0,48 MPa	kontrol (3,0)	facélia (2,1)	mustár (1,9)	olajretek (2,1)	mustár + olajretek (2,3)	pohánka (2,3)	tavaszi bükköny (2,6)	tavaszi bükköny + facélia (2,6)	tavaszi bükköny + zab (2,3)	fehérvirágú csillagfürt (2,6)	bíborhere (2,5)
facélia (2,1)	**-0,9**										
mustár (1,9)	**-1,1**	-0,2									
olajretek (2,1)	**-0,9**	0,0	0,2								
mustár + olajretek (2,3)	**-0,7**	0,2	0,4	0,1							
pohánka (2,3)	**-0,7**	0,2	0,4	0,2	0,1						
tavaszi bükköny (2,6)	-0,47	0,4	**0,6**	0,4	0,3	0,2					
tavaszi bükköny + facélia (2,6)	-0,4	0,47	**0,7**	0,4	0,3	0,2	0,0				
tavaszi bükköny + zab (2,3)	**-0,8**	0,1	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,3			
fehérvirágú csillagfürt (2,6)	-0,4	0,47	**0,7**	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,3		
bíborhere (2,5)	**-0,6**	0,4	**0,53**	0,3	0,2	0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	
somkóró (2,7)	-0,4	**0,6**	**0,7**	**0,53**	0,4	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2

18. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 0-20 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,59 %	kontrol (12,6)	facélia (12,2)	mustár (12,1)	olajretek (12,7)	mustár + olajretek (12,3)	pohánka (11,5)	tavaszi bükköny (14,4)	tavaszi bükköny + facélia (13,5)	tavaszi bükköny + zab (13,2)	fehérvirágú csillagfürt (12,3)	bíborhere (12,2)
facélia (12,2)	-0,4										
mustár (12,1)	-0,4	-0,1									
olajretek (12,7)	0,2	0,54	**0,60**								
mustár + olajretek (12,3)	-0,2	0,1	0,2	-0,4							
pohánka (11,5)	**-1,0**	**-0,7**	**-0,60**	**-1,2**	**-0,8**						
tavaszi bükköny (14,4)	**1,8**	**2,2**	**2,3**	**1,7**	**2,1**	**2,9**					
tavaszi bükköny + facélia (13,5)	**0,9**	**1,3**	**1,3**	0,7	**1,1**	**1,9**	**-1,0**				
tavaszi bükköny + zab (13,2)	**0,60**	**1,0**	**1,0**	0,4	**0,8**	**1,6**	**-1,3**	-0,3			
fehérvirágú csillagfürt (12,3)	-0,2	0,1	0,2	-0,4	0,0	**0,8**	**-2,1**	**-1,1**	**-0,8**		
bíborhere (12,2)	-0,4	0,0	0,1	-0,54	-0,1	**0,7**	**-2,2**	**-1,3**	**-1,0**	-0,1	
somkóró (13,3)	**0,8**	**1,1**	**1,2**	**0,60**	**1,0**	**1,8**	**-1,1**	-0,1	0,2	**1,0**	**1,1**

19. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 20-40 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2006 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,67 %	kontrol (21,0)	facélia (19,5)	mustár (19,6)	olajretek (19,5)	mustár + olajretek (19,0)	pohánka (18,4)	tavaszi bükköny (20,8)	tavaszi bükköny + facélia (19,9)	tavaszi bükköny + zab (19,6)	fehérvirágú csillagfürt (19,0)	bíborhere (18,6)
facélia (19,5)	**-1,4**										
mustár (19,6)	**-1,3**	0,1									
olajretek (19,5)	**-1,4**	0,0	-0,1								
mustár + olajretek (19,0)	**-2,0**	-0,5	-0,62	-0,5							
pohánka (18,4)	**-2,6**	**-1,2**	**-1,2**	**-1,1**	-0,62						
tavaszi bükköny (20,8)	-0,1	**1,3**	**1,2**	**1,3**	**1,8**	**2,5**					
tavaszi bükköny + facélia (19,9)	**-1,1**	0,3	0,3	0,4	**0,9**	**1,5**	**-1,0**				
tavaszi bükköny + zab (19,6)	**-1,4**	0,0	0,0	0,1	0,6	**1,2**	**-1,3**	-0,3			
fehérvirágú csillagfürt (19,0)	**-2,0**	-0,5	-0,62	-0,5	0,0	0,62	**-1,8**	**-0,9**	-0,6		
bíborhere (18,6)	**-2,3**	**-0,9**	**-1,0**	**-0,9**	-0,4	0,3	**-2,2**	**-1,3**	**-1,0**	-0,4	
somkóró (19,8)	**-1,2**	0,2	0,1	0,2	**0,8**	**1,4**	**-1,1**	-0,1	0,2	**0,8**	**1,1**

20. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 20-40 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2006 fővetés, bedolgozás után 1 hónappal)

$SZD_{5\%}$=3,3 %	kontrol (11,7)	facélia (9,5)	mustár (9,5)	olajretek (10,2)	mustár + olajretek (13,3)	pohánka (10,2)	tavaszi bükköny (17,1)	tavaszi bükköny + facélia (14,3)	tavaszi bükköny + zab (13,3)	fehérvirágú csillagfürt (11,0)	bíborhere (12,1)
facélia (9,5)	-2,1										
mustár (9,5)	-2,1	0,0									
olajretek (10,2)	-1,4	0,7	0,7								
mustár + olajretek (13,3)	1,7	**3,8**	**3,8**	3,1							
pohánka (10,2)	-1,4	0,7	0,7	0,0	-3,1						
tavaszi bükköny (17,1)	**5,5**	**7,6**	**7,6**	**6,9**	**3,8**	**6,9**					
tavaszi bükköny + facélia (14,3)	2,6	**4,8**	**4,8**	**4,0**	1,0	**4,0**	-2,9				
tavaszi bükköny + zab (13,3)	1,7	**3,8**	**3,8**	3,1	0,0	3,1	**-3,8**	-1,0			
fehérvirágú csillagfürt (11,0)	-0,7	1,4	1,4	0,7	-2,4	0,7	**-6,2**	**-3,3**	-2,4		
bíborhere (12,1)	0,5	2,6	2,6	1,9	-1,2	1,9	**-5,0**	-2,1	-1,2	1,2	
somkóró (11,2)	-0,5	1,7	1,7	1,0	-2,1	1,0	**-6,0**	-3,1	-2,1	0,2	-1,0

21. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 0-20 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő 2006 fővetés, bedolgozás után 3 hónappal)

$SZD_{5\%}$=0,69 %	kontrol (12,4)	facélia (14,3)	mustár (14,5)	olajretek (13,8)	mustár + olajretek (14,8)	pohánka (14,0)	tavaszi bükköny (14,8)	tavaszi bükköny + facélia (14,0)	tavaszi bükköny + zab (13,1)	fehérvirágú csillagfürt (13,1)	bíborhere (14,0)
facélia (14,3)	**1,9**										
mustár (14,5)	**2,1**	0,2									
olajretek (13,8)	**1,4**	-0,5	**-0,71**								
mustár + olajretek (14,8))	**2,4**	0,5	0,2	**1,0**							
pohánka (14,0)	**1,7**	-0,2	-0,5	0,2	**-0,71**						
tavaszi bükköny (14,8)	**2,4**	0,5	0,2	**1,0**	0,0	**0,71**					
tavaszi bükköny + facélia (14,0)	**1,7**	-0,2	-0,5	0,2	**-0,71**	0,0	**-0,71**				
tavaszi bükköny + zab (13,1)	**0,71**	**-1,2**	**-1,4**	**-0,71**	**-1,7**	**-1,0**	**-1,7**	**-1,0**			
fehérvirágú csillagfürt (13,1)	**0,71**	**-1,2**	**-1,4**	**-0,71**	**-1,7**	**-1,0**	**-1,7**	**-1,0**	0,0		
bíborhere (14,0)	**1,7**	-0,2	-0,5	0,2	**-0,71**	0,0	**-0,71**	0,0	**1,0**	**1,0**	
somkóró (13,8)	**1,4**	-0,5	**-0,71**	0,0	**-1,0**	-0,2	**-1,0**	-0,2	**0,71**	**0,71**	-0,2

22. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,32 MPa	kontrol (3,3)	facélia (4,1)	mustár (3,1)	olajretek (3,4)	tavaszi repce (3,3)	pohánka (4,3)
facélia (4,1)	**0,8**					
mustár (3,1)	-0,2	**-0,9**				
olajretek (3,4)	0,2	**-0,6**	**0,33**			
tavaszi repce (3,3)	0,0	**-0,8**	0,1	-0,2		
pohánka (4,3)	**1,0**	0,2	**1,2**	**0,9**	**1,0**	
tavaszi bükköny (4,0)	**0,8**	0,0	**0,9**	**0,6**	**0,8**	-0,27

23. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,26 MPa	kontrol (3,4)	facélia (4,2)	mustár (3,8)	olajretek (3,8)	tavaszi repce (4,1)	pohánka (4,8)
facélia (4,2)	**0,8**					
mustár (3,8)	**0,4**	**-0,5**				
olajretek (3,8)	**0,5**	**-0,4**	0,1			
tavaszi repce (4,1)	**0,7**	-0,1	**0,4**	**0,29**		
pohánka (4,8)	**1,4**	**0,6**	**1,0**	**0,9**	**0,7**	
tavaszi bükköny (4,4)	**1,0**	0,2	**0,6**	**0,6**	**0,29**	**-0,4**

24. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,34 MPa	kontrol (3,3)	facélia (4,2)	mustár (4,1)	olajretek (3,6)	tavaszi repce(4,0)	pohánka (3,7)
facélia (4,2)	**0,9**					
mustár (4,1)	**0,8**	-0,1				
olajretek (3,6)	**0,35**	**-0,5**	**-0,4**			
tavaszi repce(4,0)	**0,7**	-0,1	0,0	**0,4**		
pohánka (3,7)	**0,4**	**-0,5**	**-0,4**	0,1	-0,32	
tavaszi bükköny (3,9)	**0,6**	-0,27	-0,2	0,27	-0,1	0,2

25. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 30-40 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,56 MPa	kontrol (2,8)	facélia (3,7)	mustár (3,4)	olajretek (3,8)	tavaszi repce (4,1)	pohánka (4,0)
facélia (3,7)	**0,9**					
mustár (3,4)	**0,63**	-0,3				
olajretek (3,8)	**1,0**	0,1	0,4			
tavaszi repce (4,1)	**1,3**	0,3	**0,62**	0,2		
pohánka (4,0)	**1,2**	0,3	**0,61**	0,2	0,0	
tavaszi bükköny (3,7)	**0,9**	0,0	0,3	-0,1	-0,4	-0,4

26.melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 40-50 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,52 MPa	kontrol (2,0)	facélia (2,9)	mustár (3,5)	olajretek (3,9)	tavaszi repce (3,9)	pohánka (3,9)
facélia (2,9)	**0,9**					
mustár (3,5)	**1,4**	**0,54**				
olajretek (3,9)	**1,9**	**1,0**	0,4			
tavaszi repce (3,9)	**1,9**	**1,0**	0,46	0,0		
pohánka (3,9)	**1,8**	**1,0**	0,4	0,0	0,0	
tavaszi bükköny (3,5)	**1,5**	**0,6**	0,0	-0,4	-0,4	-0,4

27. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 0-20 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2006 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=1,40 MPa	kontrol (17,2)	facélia (15,1)	mustár (14,0)	olajretek (14,2)	tavaszi repce (14,1)	pohánka (15,6)
facélia (15,1)	**-2,1**					
mustár (14,0)	**-3,2**	-1,0				
olajretek (14,2)	**-3,0**	-0,9	0,2			
tavaszi repce (14,1)	**-3,1**	-1,0	0,1	-0,1		
pohánka (15,6)	**-1,6**	0,6	**1,6**	**1,43**	**1,5**	
tavaszi bükköny (15,2)	**-2,1**	0,1	1,1	1,0	1,0	-0,5

28. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,239 MPa	kontrol (0,93)	facélia (1,43)	mustár (1,40)	olajretek (1,11)	tavaszi repce (1,25)	pohánka (1,25)	tavaszi bükköny + zab (1,20)	csillagfürt (1,19)
facélia (1,43)	**0,49**							
mustár (1,40)	**0,47**	-0,03						
olajretek (1,11)	0,17	**-0,32**	**-0,29**					
tavaszi repce (1,25)	**0,32**	-0,17	-0,15	0,15				
pohánka (1,25)	**0,32**	-0,17	-0,15	0,15	0,00			
tavaszi bükköny + zab (1,20)	**0,27**	-0,23	-0,20	0,09	-0,05	-0,05		
csillagfürt (1,19)	**0,25**	**-0,240**	-0,21	0,08	-0,07	-0,07	-0,01	
somkóró (1,32)	**0,39**	-0,11	-0,08	0,21	0,07	0,07	0,12	0,13

29. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,239 MPa	kontrol (0,96)	facélia (1,33)	mustár (1,31)	olajretek (1,15)	tavaszi repce (1,41)	pohánka (1,27)	tavaszi bükköny + zab (1,28)	csillagfürt (1,39)
facélia (1,33)	**0,37**							
mustár (1,31)	**0,35**	-0,03						
olajretek (1,15)	0,19	-0,19	-0,16					
tavaszi repce (1,41)	**0,45**	0,08	0,11	**0,27**				
pohánka (1,27)	**0,31**	-0,07	-0,04	0,12	-0,15			
tavaszi bükköny + zab (1,28)	**0,32**	-0,05	-0,03	0,13	-0,13	0,01		
csillagfürt (1,39)	**0,43**	0,05	0,08	**0,240**	-0,03	0,12	0,11	
somkóró (1,55)	**0,59**	0,21	**0,240**	**0,40**	0,13	**0,28**	**0,27**	0,16

30. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,27 MPa	kontrol (1,08)	facélia (1,28)	mustár (1,36)	olajretek (1,23)	tavaszi repce (1,41)	pohánka (1,43)	tavaszi bükköny + zab (1,32)	csillagfürt (1,53)
facélia (1,28)	0,20							
mustár (1,36)	**0,28**	0,08						
olajretek (1,23)	0,15	-0,05	-0,13					
tavaszi repce (1,41)	**0,33**	0,13	0,05	0,19				
pohánka (1,43)	**0,35**	0,15	0,07	0,20	0,01			
tavaszi bükköny + zab (1,32)	0,24	0,04	-0,04	0,09	-0,09	-0,11		
csillagfürt (1,53)	**0,45**	0,25	0,17	**0,31**	0,12	0,11	0,21	
somkóró (1,61)	**0,53**	**0,33**	0,25	**0,39**	0,20	0,19	**0,29**	0,08

31. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 30-40 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,26 MPa	kontrol (1,11)	facélia (1,31)	mustár (1,44)	olajretek (1,19)	tavaszi repce (1,47)	pohánka (1,40)	tavaszi bükköny + zab (1,37)	csillagfürt (1,52)
facélia (1,31)	0,20							
mustár (1,44)	**0,33**	0,13						
olajretek (1,19)	0,08	-0,12	-0,25					
tavaszi repce (1,47)	**0,36**	0,16	0,03	**0,28**				
pohánka (1,40)	**0,29**	0,09	-0,04	0,21	-0,07			
tavaszi bükköny + zab (1,37)	**0,27**	0,07	-0,07	0,19	-0,09	-0,03		
csillagfürt (1,52)	**0,41**	0,21	0,08	**0,33**	0,05	0,12	0,15	
somkóró (1,69)	**0,59**	**0,39**	0,25	**0,51**	0,23	**0,29**	**0,32**	0,17

32. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 40-50 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=0,198 MPa	kontrol (1,13)	facélia (1,28)	mustár (1,44)	olajretek (1,25)	tavaszi repce (1,55)	pohánka (1,43)	tavaszi bükköny + zab (1,36)	csillagfürt (1,48)
facélia (1,28)	0,15							
mustár (1,44)	**0,31**	0,16						
olajretek (1,25)	0,12	-0,03	-0,19					
tavaszi repce (1,55)	**0,41**	**0,27**	0,11	**0,29**				
pohánka (1,43)	**0,29**	0,15	-0,01	0,17	-0,12			
tavaszi bükköny + zab (1,36)	**0,23**	0,08	-0,08	0,11	-0,19	-0,07		
csillagfürt (1,48)	**0,35**	**0,200**	0,04	**0,23**	-0,07	0,05	0,12	
somkóró (1,55)	**0,41**	**0,27**	0,11	**0,29**	0,00	0,12	0,19	0,07

33. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 0-10 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=1,05 %	kontrol (11,8)	facélia (12,3)	mustár (10,2)	olajretek (11,8)	tavaszi repce (9,2)	pohánka (11,7)	tavaszi bükköny + zab (7,2)	csillagfürt (10,4)
facélia (12,3)	0,5							
mustár (10,2)	**-1,6**	**-2,1**						
olajretek (11,8)	0,0	-0,6	**1,6**					
tavaszi repce (9,2)	**-2,6**	**-3,2**	-1,04	**-2,6**				
pohánka (11,7)	-0,1	-0,6	**1,5**	-0,1	**2,5**			
tavaszi bükköny + zab (7,2)	**-4,6**	**-5,1**	**-3,0**	**-4,5**	**-1,9**	**-4,4**		
csillagfürt (10,4)	**-1,4**	**-1,9**	0,2	**-1,4**	**1,3**	**-1,3**	**3,2**	
somkóró (12,1)	0,3	-0,3	**1,9**	0,3	**2,9**	0,4	**4,8**	**1,7**

34. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 10-20 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=1,5 %	kontrol (14,2)	facélia (15,3)	mustár (14,3)	olajretek (11,4)	tavaszi repce (9,7)	pohánka (9,3)	tavaszi bükköny + zab (9,3)	csillagfürt (12,0)
facélia (15,3)	1,0							
mustár (14,3)	0,0	-1,0						
olajretek (11,4)	**-2,9**	**-3,9**	**-2,9**					
tavaszi repce (9,7)	**-4,6**	**-5,6**	**-4,6**	**-1,7**				
pohánka (9,3)	**-4,9**	**-6,0**	**-5,0**	**-2,1**	-0,3			
tavaszi bükköny + zab (9,3)	**-5,0**	**-6,0**	**-5,0**	**-2,1**	-0,4	0,0		
csillagfürt (12,0)	**-2,3**	**-3,3**	**-2,3**	0,6	**2,3**	**2,7**	**2,7**	
somkóró (12,6)	**-1,7**	**-2,7**	**-1,7**	1,2	**2,9**	**3,3**	**3,3**	0,6

35. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 20-30 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=1,5 %	kontrol (15,0)	facélia (15,1)	mustár (12,2)	olajretek (8,9)	tavaszi repce (9,6)	pohánka (9,8)	tavaszi bükköny + zab (7,5)	csillagfürt (11,3)
facélia (15,1)	0,1							
mustár (12,2)	**-2,8**	**-2,9**						
olajretek (8,9)	**-6,1**	**-6,2**	**-3,3**					
tavaszi repce (9,6)	**-5,4**	**-5,5**	**-2,6**	0,7				
pohánka (9,8)	**-5,3**	**-5,4**	**-2,5**	0,8	0,1			
tavaszi bükköny + zab (7,5)	**-7,6**	**-7,7**	**-4,8**	**-1,5**	**-2,2**	**-2,3**		
csillagfürt (11,3)	**-3,7**	**-3,8**	-0,9	**2,4**	**1,7**	**1,6**	**3,9**	
somkóró (12,0)	**-3,1**	**-3,2**	-0,3	**3,0**	**2,3**	**2,2**	**4,5**	0,6

36. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 30-40 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=2,1 %	kontrol (13,2)	facélia (13,6)	mustár (12,4)	olajretek (6,4)	tavaszi repce (6,2)	pohánka (9,8)	tavaszi bükköny + zab (8,4)	csillagfürt (9,3)
facélia (13,6)	0,4							
mustár (12,4)	-0,8	-1,2						
olajretek (6,4)	**-6,8**	**-7,2**	**-6,0**					
tavaszi repce (6,2)	**-7,0**	**-7,4**	**-6,2**	-0,2				
pohánka (9,8)	**-3,5**	**-3,8**	**-2,6**	**3,4**	**3,6**			
tavaszi bükköny + zab (8,4)	**-4,8**	**-5,2**	**-4,0**	2,0	**2,2**	-1,3		
csillagfürt (9,3)	**-3,9**	**-4,3**	**-3,1**	**2,9**	**3,1**	-0,5	0,9	
somkóró (10,4)	**-2,9**	**-3,2**	-2,0	**4,0**	**4,2**	0,6	2,0	1,1

37. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre 40-50 cm-es mélységben (tömeg %)
(Gödöllő, 2007 fővetés)

$SZD_{5\%}$=1,9 %	kontrol (12,8)	facélia (13,6)	mustár (9,9)	olajretek (7,3)	tavaszi repce (6,1)	pohánka (9,4)	tavaszi bükköny + zab (5,7)	csillagfürt (9,0)
facélia (13,6)	0,8							
mustár (9,9)	**-2,9**	**-3,7**						
olajretek (7,3)	**-5,5**	**-6,3**	**-2,6**					
tavaszi repce (6,1)	**-6,7**	**-7,5**	**-3,8**	-1,1				
pohánka (9,4)	**-3,4**	**-4,2**	-0,5	**2,2**	**3,3**			
tavaszi bükköny + zab (5,7)	**-7,1**	**-7,9**	**-4,2**	-1,6	-0,4	**-3,7**		
csillagfürt (9,0)	**-3,8**	**-4,6**	-0,9	1,8	**2,9**	-0,4	**3,3**	
somkóró (9,6)	**-3,2**	**-4,0**	-0,3	**2,4**	**3,5**	0,2	**3,9**	0,6

38. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2007 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,316 MPa	facélia júliusi vetés (2,05)	facélia augusztusi vetés (1,60)	mustár júliusi vetés (1,98)	mustár augusztusi vetés (1,49)	olajretek júliusi vetés (1,94)
facélia augusztusi vetés (1,60)	**-0,44**				
mustár júliusi vetés (1,98)	-0,07	**0,37**			
mustár augusztusi vetés (1,49)	**-0,56**	-0,12	**-0,49**		
olajretek júliusi vetés (1,94)	-0,11	**0,33**	-0,04	**0,45**	
olajretek augusztusi vetés (1,61)	**-0,43**	0,02	**-0,36**	0,14	**-0,318**

39. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 0-10 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2008 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,3 MPa	kontrol (2,0)	facélia (2,8)	mustár (2,8)
facélia (2,8)	**0,7**		
mustár (2,8)	**0,7**	0,0	
olajretek (3,0)	**0,9**	0,2	0,2

40. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 10-20 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2008 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,5 MPa	kontrol (2,9)	facélia (4,2)	mustár (3,9)
facélia (4,2)	**1,3**		
mustár (3,9)	**1,0**	-0,4	
olajretek (4,4)	**1,6**	0,2	**0,6**

41. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 20-30 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2008 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,65 MPa	kontrol (2,9)	facélia (4,8)	mustár (4,0)
facélia (4,8)	**1,8**		
mustár (4,0)	**1,1**	**-0,8**	
olajretek (4,1)	**1,2**	**-0,68**	0,1

42. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 30-40 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2008 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,41 MPa	kontrol (2,9)	facélia (4,5)	mustár (4,1)
facélia (4,5)	**1,53**		
mustár (4,1)	**1,10**	**-0,43**	
olajretek (3,7)	**0,74**	**-0,79**	-0,36

43. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra 40-50 cm-es mélységben (MPa)
(Gödöllő, 2008 másodvetés)

$SZD_{5\%}$=0,40 MPa	kontrol (3,2)	facélia (4,1)	mustár (3,9)
facélia (4,1)	**0,96**		
mustár (3,9)	**0,73**	-0,23	
olajretek (3,5)	0,31	**-0,65**	**-0,42**

44. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 0-10 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,11 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,1)	mustár (2,0)	olajretek (2,0)	tavaszi repce (1,8)	pohánka (1,9)
facélia (2,1)	**0,42**					
mustár (2,0)	**0,33**	-0,09				
olajretek (2,0)	**0,34**	-0,08	0,01			
tavaszi repce (1,8)	**0,12**	**-0,30**	**-0,21**	**-0,21**		
pohánka (1,9)	**0,21**	**-0,21**	**-0,12**	**-0,13**	0,09	
tavaszi bükköny + zab (1,7)	0,03	**-0,39**	**-0,30**	**-0,31**	-0,09	**-0,18**

45. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 10-20 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,08 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,1)	mustár (2,0)	olajretek (2,0)	tavaszi repce (1,8)	pohánka (1,9)
facélia (2,1)	**0,56**					
mustár (2,0)	**0,50**	-0,06				
olajretek (2,0)	**0,55**	-0,01	0,05			
tavaszi repce (1,8)	**0,21**	**-0,35**	**-0,29**	**-0,34**		
pohánka (1,9)	**0,20**	**-0,36**	**-0,30**	**-0,35**	-0,01	
tavaszi bükköny + zab (1,7)	**0,11**	**-0,45**	**-0,39**	**-0,43**	**-0,10**	**-0,09**

46. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 20-30 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,16 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,1)	mustár (2,0)	olajretek (2,0)	tavaszi repce (1,8)	pohánka (1,9)
facélia (2,1)	**0,57**					
mustár (2,0)	**0,60**	0,02				
olajretek (2,0)	**0,46**	-0,11	-0,14			
tavaszi repce (1,8)	**0,26**	**-0,31**	**-0,34**	**-0,20**		
pohánka (1,9)	0,02	**-0,55**	**-0,57**	**-0,44**	**-0,24**	
tavaszi bükköny + zab (1,7)	**0,24**	**-0,33**	**-0,35**	**-0,22**	-0,02	**0,22**

47. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 30-40 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,21 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,1)	mustár (2,0)	olajretek (2,0)	tavaszi repce (1,8)	pohánka (1,9)
facélia (2,1)	**0,70**					
mustár (2,0)	**0,71**	0,00				
olajretek (2,0)	**0,73**	0,02	0,02			
tavaszi repce (1,8)	**0,35**	**-0,35**	**-0,36**	**-0,38**		
pohánka (1,9)	**0,38**	**-0,32**	**-0,32**	**-0,34**	0,03	
tavaszi bükköny + zab (1,7)	**0,47**	**-0,24**	**-0,24**	**-0,26**	0,12	0,08

48. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajellenállásra (MPa) 40-50 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,23 MPa	kontrol (1,7)	facélia (2,1)	mustár (2,0)	olajretek (2,0)	tavaszi repce (1,8)	pohánka (1,9)
facélia (2,1)	**0,75**					
mustár (2,0)	**0,91**	0,15				
olajretek (2,0)	**0,92**	0,16	0,01			
tavaszi repce (1,8)	**0,38**	**-0,37**	**-0,52**	**-0,53**		
pohánka (1,9)	**0,48**	**-0,27**	**-0,42**	**-0,44**	0,10	
tavaszi bükköny + zab (1,7)	**0,40**	**-0,36**	**-0,51**	**-0,52**	0,01	-0,08

49. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) 0-30 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,7 %	kontrol (11,6)	facélia (10,3)	mustár (10,2)	olajretek (10,1)	tavaszi repce (11,3)	pohánka (11,3)
facélia (10,3)	**-1,3**					
mustár (10,2)	**-1,4**	-0,2				
olajretek (10,1)	**-1,5**	-0,2	0,0			
tavaszi repce (11,3)	-0,3	**1,0**	**1,2**	**1,2**		
pohánka (11,3)	-0,3	**0,9**	**1,1**	**1,1**	-0,1	
tavaszi bükköny + zab (11,5)	-0,1	**1,2**	**1,3**	**1,4**	0,2	0,2

50. melléklet A zöldtrágyanövények hatása a talajnedvességre (tömeg %) 30-60 cm-es mélységben 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

$SZD_{5\%}$=0,9 %	kontrol (11,6)	facélia (10,3)	mustár (10,2)	olajretek (10,1)	tavaszi repce (11,3)	pohánka (11,3)
facélia (10,3)	**-1,2**					
mustár (10,2)	**-1,5**	-0,3				
olajretek (10,1)	**-2,0**	-0,8	-0,5			
tavaszi repce (11,3)	0,0	**1,2**	**1,5**	**2,0**		
pohánka (11,3)	0,5	**1,7**	**1,9**	**2,5**	0,4	
tavaszi bükköny + zab (11,5)	**1,1**	**2,4**	**2,6**	**3,1**	**1,1**	0,7

51. melléklet A kísérletek gyomfelvételezésének eredménye

növény	Mélykút	Gödöllő							Átlag
	2005 másodvetés	2005 fővetés	2005 másodvetés	2006 fővetés	2006 másodvetés	2007 fővetés	2007 másodvetés	2008 másodvetés	
kontrol	Amare 40% Echcg 20% Galpa 20% Cheal 5% Chehy 5% Ambar 1% Conar 1% Elyre 1% Porol 1% Capbp 1% Datst 1% Digsa 1%, Solni 1%, Steme 1% Hibtr 1%	Ambar 50% Cheal 20% Polla 20% Capbp 10%	Cirar 20% Amare 10% Cheal 10% Galpa 5%, Capbp 5% Verhe 2% Lamam 2% Steme 2%	Echcr 70% Capbp 20% Ambar 10%	Datst 20%	Echcr 40% Cheal 5% Ambar 5% Amare 5% Porol 5%	Ambar 10% Echcr 10% Capbp 10%	Capbp 20% Ambar 10% Cheal 5%	68,1 %
facélia	Amare 5% Ambar 2% Cheal 2% Echcg 1%, Chehy 1% Galpa 1% Setvi 1%	Ambar 2% Cheal 2% Polla 1%	Cirar 2% Galpa 1%	0%	0%	Ambar 10% Echcg 2%	0%	0%	4,1 %
mustár	0%	0%	Cirar 1%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1 %
olajretek	0%	0%	Cirar 1%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1 %
facélia + mustár + olajretek	0%	0%	Cirar 1%	-	-	-	-	-	0,3 %

51. melléklet folytatása

növény	Mélykút	Gödöllő							Átlag
	2005 másodvetés	2005 fővetés	2005 másodvetés	2006 fővetés	2006 másodvetés	2007 fővetés	2007 másodvetés	2008 másodvetés	
mustár + olajretek	-	-	-	0%	-	-	-	-	0 %
tavaszi repce	Amare 5%	Ambar 2% Cheal 2% Polla 2%	-	-	0%	Echcg 5%	-	-	4,0 %
pohánka	Amare 10 % Galpa 5 %	Ambar 10% Cheal 5% Polla 5% Hibtr 2% Capbp 2%	-	Echcg 5 % Capbp 2%	Datst 10%	Echcg 5%	-	-	12,2 %
szöszös bükköny + tritikálé	Amare 5%	-	-	-	-	-	-	-	5,0 %
tavaszi bükköny	-	-	-	0%	Datst 10%	Echcg 10%	-	-	6,7 %
tavaszi bükköny + facélia	-	-	-	0%	-		-	-	0 %
tavaszi bükköny + zab	-	0%	-	0%	-		-		0 %
csillagfürt	-	-	-	Echcg 10% Capbp 2%	Ambar 10% Datst 10%	Echcg 20% Cheal 1% Ambar 1% Amare 1% Porol 1%	-	-	18.7 %
bíborhere	Amare 10% Cheal 5% Chehy 5% Galpa 5%	Ambar 10% Cheal 5% Polla 5% Capbp 5%	-	Echcg 10% Capbp 5%	-	-	-	-	21,7 %
somkóró	Amare 10% Cheal 5% Chehy 2% Galpa 2%	Ambar 10% Polla 1% Capbp 1%	-	Echcg 5 % Capbp 5 %	-	Echcg 10% Cheal 1% Ambar 1% Amare 1% Porol 1%	-	-	14,0 %

52. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Mélykút, 2005 másodvetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	48,9	8,5	174	103	264
mustár	86,0	11,5	261	128	308
olajretek	150,6	15,6	325	168	509
facélia + mustár + olajretek	40,4	5,4	116	60	164
tavaszi repce	69,7	9,7	297	103	305
pohánka	16,8	4,3	61	43	67
szöszös bükköny + tritikálé	37,3	6,1	204	73	180
bíborhere	24,3	3,6	63	36	70
somkóró	20,2	3,8	132	35	65

53. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2005 fővetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	65,9	14,1	346	174	375
mustár	32,4	10,9	361	118	216
olajretek	75,9	15,6	367	185	410
facélia + mustár + olajretek	50,7	12,0	319	139	292
tavaszi repce	32,2	7,1	204	57	181
pohánka	27,1	6,3	149	68	175
tavaszi bükköny + zab	49,4	15,9	727	151	463
bíborhere	12,9	2,6	125	25	70
somkóró	36,7	6,7	335	75	167

54. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2005 másodvetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	37,0	3,9	100	59	200
mustár	27,6	3,8	100	48	157
olajretek	45,1	3,1	104	45	158
facélia + mustár + olajretek	33,4	3,4	97	46	157

55. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2006 fővetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	35,4	8,5	114	83	290
mustár	56,4	12,2	270	97	306
olajretek	73,7	12,1	260	123	391
mustár + olajretek	69,4	9,3	163	83	255
pohánka	31,7	7,5	129	95	160
tavaszi bükköny	34,1	7,9	270	92	233
tavaszi bükköny + facélia	32,5	8,1	213	71	231
tavaszi bükköny + zab	54,5	14,4	304	109	366
csillagfürt	33,9	10,4	406	77	196
bíborhere	24,2	4,3	123	36	147
somkóró	31,3	6,5	186	59	176

56. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2006 másodvetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	64,2	5,8	173	72	230
mustár	48,8	6,3	210	63	247
olajretek	64,8	4,6	175	73	205
tavaszi repce	33,9	5,0	123	49	150
pohánka	10,6	2,1	49	26	48
tavaszi bükköny	13,6	3,4	147	33	80

57. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha) (Gödöllő, 2007 fővetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	11,9	2,2	30	15	43
mustár	11,1	2,9	48	21	55
olajretek	24,0	4,2	60	34	83
tavaszi repce	25,7	3,5	65	27	85
pohánka	12,8	2,9	93	22	48
tavaszi bükköny + zab	11,8	3,1	51	22	57
csillagfürt	17,8	3,0	105	19	65
somkóró	13,2	2,2	83	16	47

58. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege és száraztömege (t/ha)
(Gödöllő, 2007 másodvetés)

kezelés	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)
facélia júliusi vetés	37,3	5,8
facélia augusztusi vetés	33,1	3,1
mustár júliusi vetés	29,4	6,0
mustár augusztusi vetés	23,3	3,9
olajretek júliusi vetés	31,0	4,3
olajretek augusztusi vetés	29,7	3,6

59. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronkénti zöldtömege, száraztömege (t/ha) és felvett NPK mennyisége (kg/ha)
(Gödöllő 2008 másodvetés)

növény	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia	38,5	3,2	118	44	180
mustár	31,7	3,6	139	32	183
olajretek	27,6	2,8	127	34	127

60. melléklet A zab utóvetemény fehérjetartalma (%) a mélykúti 2005-ös másodvetésű zöldtrágyakísérlet után (2006)

$SZD_{5\%}$=0,19 %	kontrol (15,1)	facélia (15,6)	mustár (15,3)	olajretek (15,6)	facélia + mustár + olajretek (15,7)	tavaszi repce (15,6)	pohánka (15,5)	szöszös bükköny + tritikálé (15,8)	bíborhere (15,6)
facélia (15,6)	**0,5**								
mustár (15,3)	**0,23**	**-0,23**							
olajretek (15,6)	**0,5**	0,0	**0,3**						
facélia + mustár + olajretek (15,7)	**0,6**	0,1	**0,4**	0,1					
tavaszi repce (15,6)	**0,5**	0,0	**0,23**	0,0	-0,1				
pohánka (15,5)	**0,4**	0,0	**0,20**	-0,1	-0,17	0,0			
szöszös bükköny + tritikálé (15,8)	**0,7**	**0,3**	**0,5**	**0,23**	0,1	**0,3**	**0,3**		
bíborhere (15,6)	**0,5**	0,0	**0,23**	0,0	-0,1	0,0	0,0	**-0,3**	
somkóró (15,8)	**0,7**	**0,3**	**0,5**	**0,23**	0,1	**0,3**	**0,3**	0,0	**0,3**

61. melléklet A különböző tápanyagdózisok hatása a másodvetésű zöldtrágyanövények biomasszájára (t/ha) (Gödöllő 2007-2008)

kezelés	2007		2008		átlag		$SZD_{5\%}$	
	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)	zöldtömeg (t/ha)	száraztömeg (t/ha)
facélia műtrágyázott (50 kg N/ha)	35,2	4,5	38,5	3,2	36,9	3,8	4,8	1,0
facélia műtrágya nélkül	18,4	3,2	9,7	1,3	14,1	2,2		
mustár műtrágyázott (50 kg N/ha)	26,3	4,9	31,7	3,6	29,0	4,2	4,0	1,0
mustár műtrágya nélkül	12,9	3,0	7,3	1,1	10,1	2,1		
olajretek műtrágyázott (50 kg N/ha)	30,4	4,0	27,6	2,8	29,0	3,4	2,4	0,8
olajretek műtrágya nélkül	13,9	2,8	9,8	1,3	11,8	2,1		

62. melléklet A zöldtrágyanövények hektáronként felvett NPK mennyiségének alakulása a nitrogén fejtrágyázás hatására (kg/ha) (Gödöllő, 2008)

kezelés	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
facélia műtrágyázott (50 kg N/ha)	118	44	180
facélia műtrágya nélkül	30	14	75
mustár műtrágyázott (50 kg N/ha)	139	32	183
mustár műtrágya nélkül	34	13	52
olajretek műtrágyázott (50 kg N/ha)	127	34	127
olajretek műtrágya nélkül	31	18	58

11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki

Dr. Gyuricza Csaba témavezetőmnek, aki kutatómunkámat támogatta, és szakmai tanácsaival, iránymutatásával segítette,

Soltész Andrásnak, aki a kísérletek beállításánál, **Bencsik Katalinnak, Nagy Lászlónak és Kovács Gergőnek**, akik a méréseknél, valamint **Bakos Jánosnénak, Szabó Józsefnénak, Tóthné Csehó Máriának** és **Vejzer Tibornénak**, akik a laboratóriumi vizsgálatok során segítségemre voltak,

Belme Ildikónak, aki az irodalmazás és a könyvtárközi kölcsönzés során segítette munkámat,

Dr. Hajós Lászlónénak és **Dr. Pék Zoltánnak**, akik a statisztikai értékelést segítették,

Dr. Birkás Mártának és **Dr. Simits Katalinnak**, akik a dolgozatom tartalmi és formai hiányosságait javították.