



**A ZÖLDTRÁGYÁZÁS TALAJÁLLAPOTRA
ÉS UTÓVETEMÉNYRE GYAKOROLT
HATÁSAINAK VIZSGÁLATA**

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

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. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEI

Talajaink hosszú ideje nem jutnak elegendő mennyiségű szervesanyaghoz. 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 szükségéstől. 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 termesztetni 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 közti 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 talajállapokra 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 évjáráthatás figyelembevételével megtaláljam a legkedvezőbb hatást nyújtó növényfajt mind fő-, mind másodvetésben.

Kutatómunkám során a zöldtrágyanövények alábbi tényezőkre gyakorolt hatását vizsgáltam:

1. a talajállapokra 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 évjáráthatás függvényében.
4. az utóvetemény hatást, az utóvetemények termésmennyiségét és termésminőségét.
5. a nitrogénműtrágyázás hatását a másodvetésű zöldtrágyanövények fejlődésére.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 A kutatómunka körülményei

2.1.1 A kutatómunka helyszínei

Kísérleteimet 2 helyszínen: Mélykúton és Gödöllő Szárítópusztán végeztem.

A mélykúti kísérletet (É. Sz. 46° 11' 59''; K. H. 19° 22' 56''; tengerszint feletti magasság: 128 m) mészlepedékes csernozjom talajon (calcic chernozem), homogén, síkfekvésű területen állítottam be. A kísérlet talajának fontosabb adatait az *1. táblázat* tartalmazza. A terület átlagos évi középhőmérséklete 10,7 °C, az éves csapadékmennyiség 620 mm.

1. táblázat A mélykút kísérlet fontosabb talajtani adatai

genetikus talajszint	mélység (cm)	pH (H ₂ O)	K _A	humusz (%)	CaCO ₃ (%)	összes N mg/kg	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O 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

Gödöllőn (É. Sz. 47° 34' 33''; K. H. 19° 22' 45''; tengerszint feletti magasság: 230 m) rozsdabarna erdőtalajon (luvic calcic phaeozem), enyhe észak-nyugati lejtésű, erózióra hajlamos területen helyezkedtek el a kísérleti parcellák. A kísérlet talajának fontosabb adatait a *2. táblázat* tartalmazza. A terület átlagos évi középhőmérséklete 9,4 °C, az éves csapadékmennyiség 590 mm.

2. táblázat A gödöllői kísérlet fontosabb talajtani adatai

genetikus talajszintek	mélység (cm)	pH (H ₂ O)	K _A	humusz (%)	CaCO ₃ (%)	Σ só (%)	összes N mg/kg	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-K ₂ O 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

2.1.2 A kísérletek termesztéstechnológiai adatai

A kísérletek elő és utóveteményét, vetés és bedolgozási idejét a 3. táblázat tartalmazza. A kísérletekben vizsgált növényfajokat a 4. táblázat mutatja be.

A területeken az elővetemény betakarítását követően sekélyen tárcsával tarlóhántást végeztünk, amit gyűrűshengerrel zártunk le. Ezt augusztus közepén tárcsa + gyűrűshengerrel tarlóápolás követte. A másodvetést az ápolat 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 ősssel, amit tavasszal vetés előtt 50 kg/ha ammónium-nitrát követett. Másodvetés előtt szintén 50 kg/ha ammónium-nitrátot szórtunk ki.

3. 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

4. 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	csillagfűt ¹	csillagfűt		
bíborhere	bíborhere		tavaszi bükköny + zab		somkóró		
somkóró	somkóró		fehérvirágú csillagfűt				
			bíborhere				
			somkóró				

¹ későn, hiányosan kelt

² júliusi vetés

³ augusztusi vetés

⁴ október közepén a mintavétel előtt elfagyott

2.2 A kutatás módszerei

2.2.1 A talajellenállás mérése

A talaj fizikai állapotának minősítésére valamennyi kezelésben talajellenállás-mérést végeztünk a MOBITECH Bt. Szarvasi penetrométerével. A készülék 50 cm mélységig alkalmas a talaj tömörödöttségének helyszíni megállapítására. A méréseket 50 cm mélységig, 10 cm-enként öt mélységben végeztem vegetációs időszakban 3-4 alkalommal.

2.2.2. A talajnedvesség-tartalom mérése

A talaj-nedvességtartalmának meghatározása a talajellenállás mérésével egy időben történt. A talajminták nedvességtartalmát szárítószekrényes eljárással, tömegállandóságig történő 105 °C-on történő szárítással, vagy Field Scout TDR 300 talajnedvesség mérővel határoztuk meg.

2.2.3. A növények fenológiai vizsgálata

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

A zöldtrágyanövények biomassa-tömegének méréséhez 0,25 m² 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.

2.2.4. A növények beltartalmi vizsgálata

Az NPK meghatározását 1 g finomra őrölt abszolút száraz mintából tömény kénsavas feltárással, és 30 %-os hidrogénperoxidos hevítéses roncsolással végeztem. Roncsolás után a 100 cm³-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.

2.2.5 Az utóvetemények termésének vizsgálata

Az utóvetemények betakarítása parcellakombájnnal történt. A beltartalmi vizsgálatokat az Instalab 600 NIR (Near Infrared Reflectance Analyzer) infravörös elemző műszerrel végeztem. 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.

2.2.6. A nitrogénműtrágyázás hatásának vizsgálata

2007-ben a júliusi és augusztusi vetésű facéliánál, mustárnál és olajreteknel, 2008-ban facéliánál, mustárnál és olajreteknel 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.

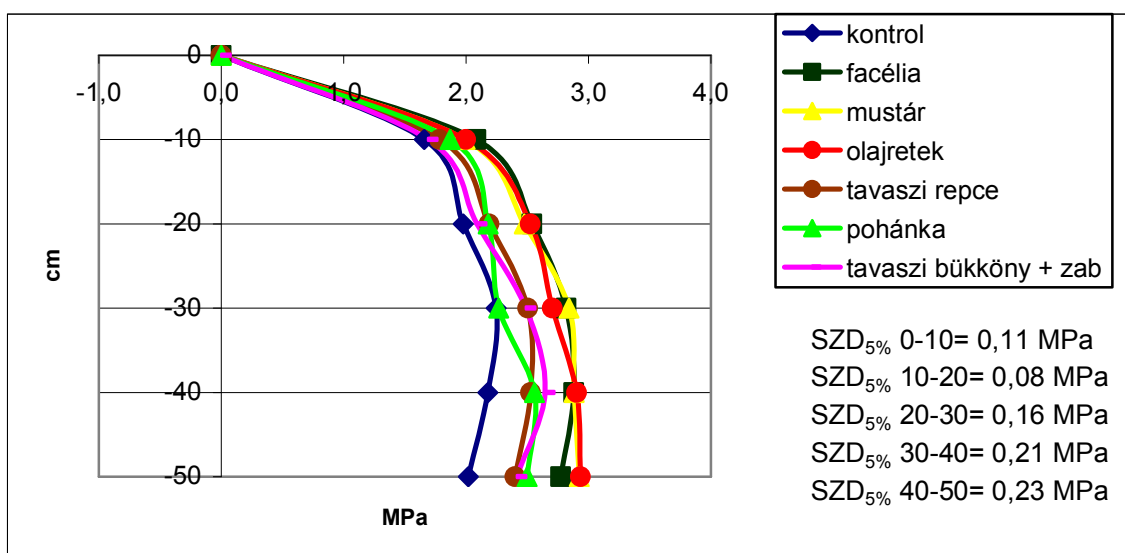
2.3 Statisztikai módszerek

A statisztikai értékelést az EXCEL program segítségével végeztem. Az adatok értékeléséhez egytényezős variancia- és regresszióanalízist alkalmaztam.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A talajellenállás és a talajnedvesség mérés eredményei

A fontosabb zöldtrágyanövények talajellenállásra gyakorolt hatását a Gödöllői fő- és másodvetésű kísérletek átlagában az 1. ábra mutatja 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 (5. táblázat).



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

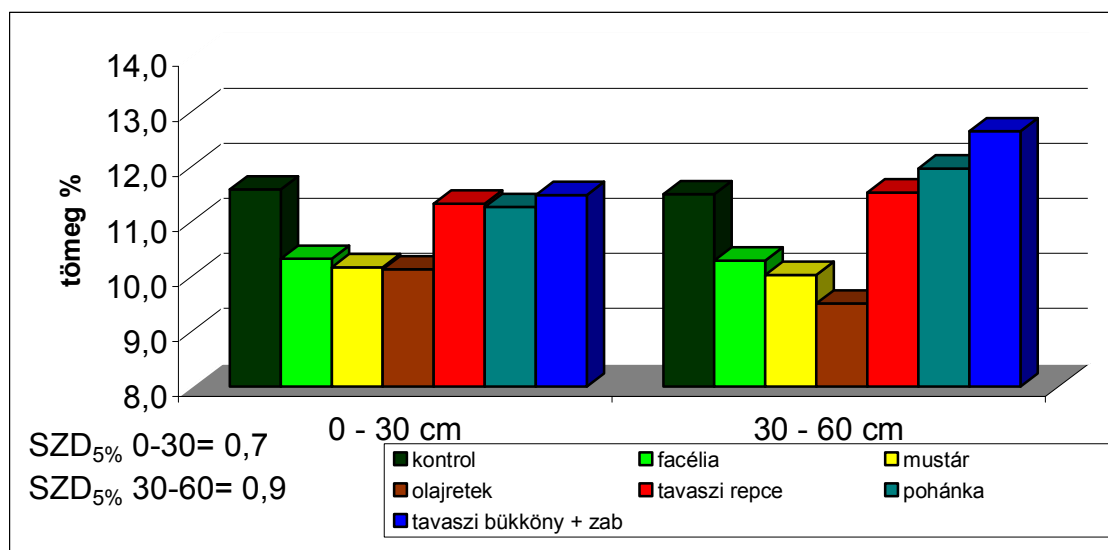
5. táblázat A zöldtrágyanövények átlagos talajellenállás értéke (MPa) 7 kísérlet átlaga alapján (Gödöllő, 2005-2008)

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%

5. táblázat folytatása

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%

A fontosabb zöldtrágyanövények talajnedvességre gyakorolt hatását a Gödöllői fő- és másodvetésű kísérletek átlagában a 2. ábra mutatja 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 kontrol. A tavaszi repce, a pohánka és a kontrol között nem volt kimutatható a különbség. A teljes 0-60 cm-es rétegben a kísérletek átlagában a facélia 10,7 %-kal, a mustár 12,5 %-kal, az olajretek 14,9 %-kal, a tavaszi repce 1,0 %-kal volt szárazabb, mint a kontrol (6. táblázat).



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

6. 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%

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 talajállapottal rendelkeztek bedolgozáskor, mint a vetetlen kontrol, ez a különbség azonban néhány hónap elteltével megszűnt.

3.2.2. A biomassa és az NPK tartalom vizsgálata

A zöldtrágyanövények zöldtömeg, száraztömeg, N, P₂O₅ és K₂O 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 szakirodalomban meghatározott minimum 10 t/ha zöldtömeget. A 8 kísérlet összevont adatait a 7. táblázat tartalmazza.

7. 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 ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (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 olajretekétől az összetevők átlagának felett meg. A zabos bükköny keverék a kísérletek átlagában 32,7 t/ha zöldtömeget adott. A pillangósok átlagosan 20-25 t/ha zöldtömeeggel rendelkeztek. Az átlaghozam alapján a pohánka biomasszája volt a legkevesebb 19,8 t/ha.

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.

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 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.

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.

A hektáronkénti feltárt átlagos kálium mennyiségénél, a foszforra jellemző tendencia jelentkezett. 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.

3.2.3. A szárazanyag-tömeg és az évjárathatás összefüggései

A zöldtrágyázás sikerességét különösen másodvetésben a szakirodalmi források a vegetáció alatt hullott csapadéktól teszik függővé. 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 legszorosabb összefüggést a hidrotermikus koefficiens adta.

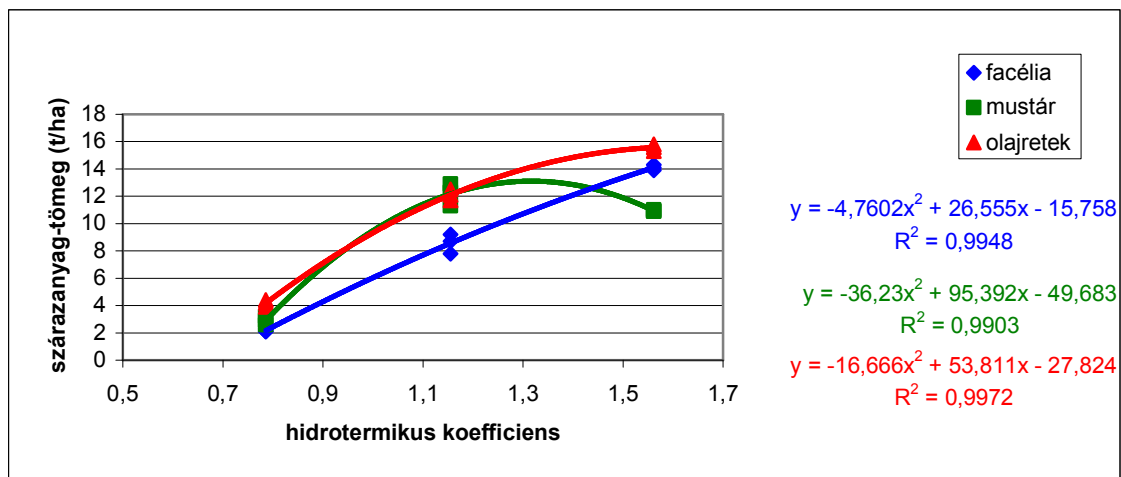
Minden növény csaknem minden fejlődési fázisának van egy optimális hő- és vízellátottsági viszonyszáma. A növényi produkció optimális csapadék és hő arány esetén a hidrotermikus indextől parabolikusan függ. Meghatározása a következő:

$$HTC = P * 10 / T^{\circ}$$

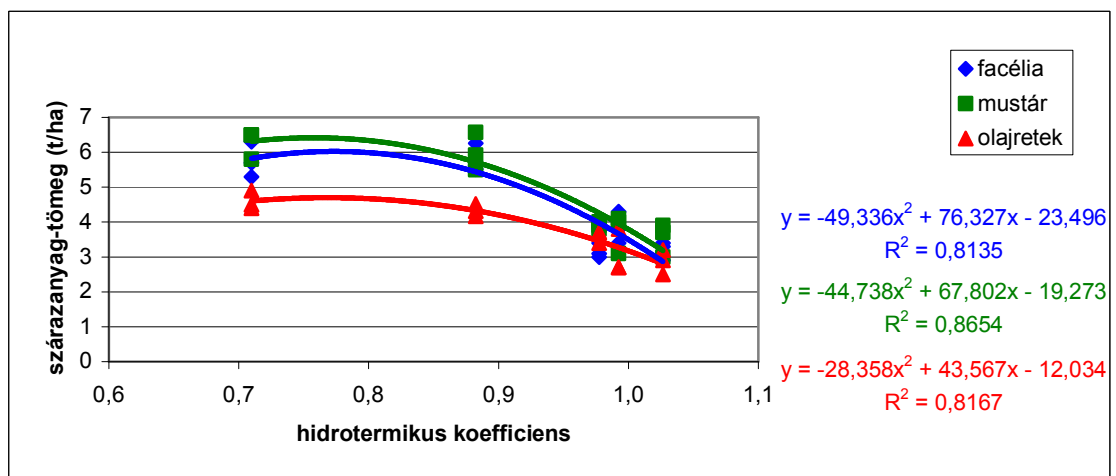
P – tenyészidőszak csapadékmennyisége (mm)

T^o - teljes hőösszeg (°C)

A fő- és másodvetésű facélia, mustár és olajretek szárazanyag-tömege és hidrotermikus koeficiense közötti összefüggéseket a 3. és 4. ábrák tartalmazzák. Fővetésben igen szoros összefüggés volt megfigyelhető. Másodvetésben is szoros összefüggést, mindhárom növénynél 0,8 feletti R² értéket tapasztaltam.



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



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

3.2.4. Az utóvetemény hatás vizsgálata

Az utóvetemény hatás vizsgálatára 5 kísérletben került sor (8. 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.

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

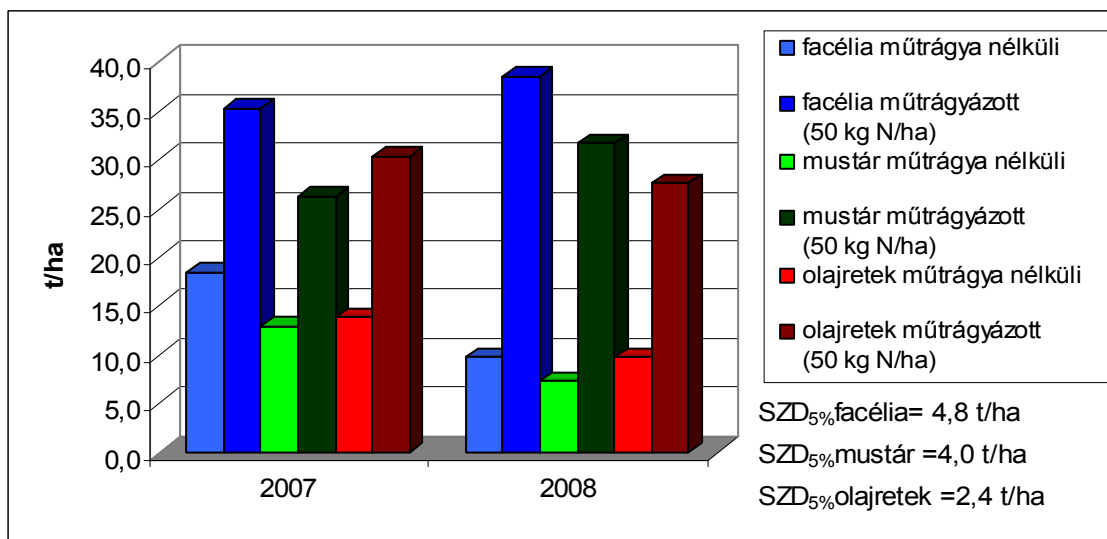
kísérlet	utóvetemény		
	növényfaj	termés-mennyiség	termésminőség
Mélykút 2005 másodvetés	zab	nsz*	SZD5% = 0,2 %
Gödöllő 2005 fővetés	őszi búza	nsz	nsz
Gödöllő 2005 másodvetés	tavaszi árpa	nsz	nsz
Gödöllő 2006 fővetés	kukorica	nsz	nsz
Gödöllő 2006 másodvetés	kukorica	nsz	nsz

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. A legmagasabb fehérjetartalom a pillangósok után jelentkezett.

3.2.5 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 (5. ábra, 9-10. táblázat).



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

9. 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%

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

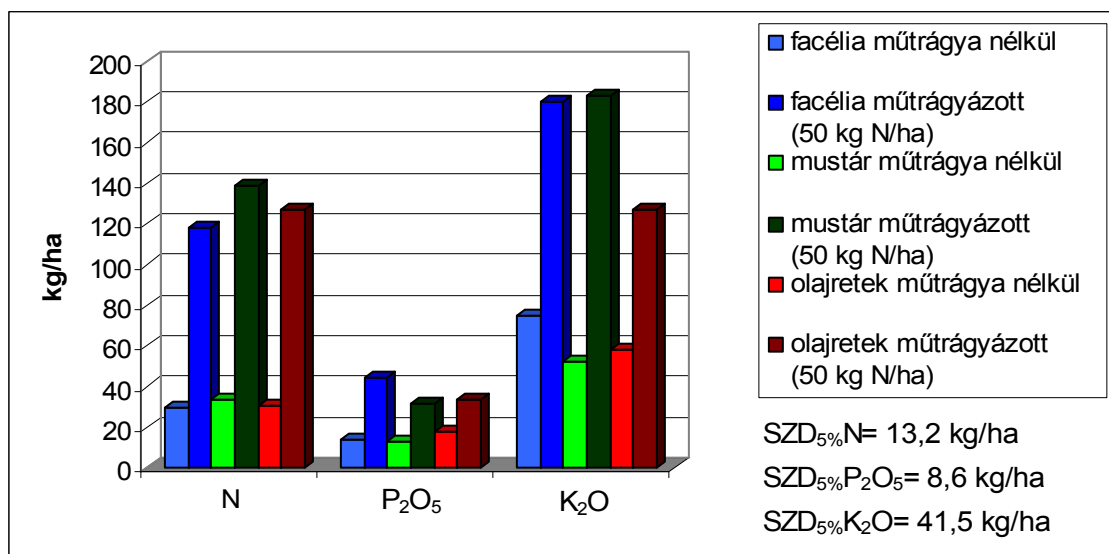
növény	2007		2008		átlag	
	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés	zöldtömeg növekedés	száraztömeg növekedés
facélia	336,1	26,2	575,8	37,4	455,9	31,8
mustár	268,5	38,9	487,3	48,1	377,9	43,5
olajretek	329,8	23,1	356,1	30,2	342,9	26,6

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, olajreteknel 2,8-szorosára növelte a zöldtömeget. Két év átlagában a hozamnövekedés facéliánál és mustárnál 2,9; 3,2-szeres, olajreteknel 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 olajreteknel 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. Olajreteknel a zöldtömeg-növekedés két év átlagában 342,9 kg, ez 23,6 kg szárazanyagot tartalmazott.

Az egy hektáron feltárt NPK mennyiségénél hasonló tendencia jelentkezett (6. ábra, 11-12. táblázat,).



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

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

növény	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
facélia	393%	314%	240%
mustár	409%	246%	352%
olajretek	410%	189%	219%

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

növény	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
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, olajreteknel 1,9-szeresére nőtt. A hektáronkénti káliumtartalom facéliánál 2,4-szeresére, mustárnál 3,5-szörösére, olajreteknel 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, nitrogénkiegészítés nélkül azonban ilyen gyenge adottságú termőhelyen nem volt elérhető az elégséges biomassza.

4. 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 termésmenvelő 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 évjáráthatás ismeretében jól modellezhető a várható biomassa.

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 biomassa és NPK tartalom növekedést biztosít. Nitrogén-kiegészítés nélkül gyenge adottságú termőhelyen nem érhető el az elégséges biomassa.

5. 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 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 évjáráthatástól függően 5-15 % között alakult a teljes biomassa százalékában. Kivételt csak a somkóró képzett, ahol a teljes biomassa 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 mélyreható gyökérzetet (17,5 cm; 22,2 cm).

Évjáráthatástól 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 biomassa 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 termésmínőségben a fehérjetartalomnál találtam szignifikáns, de 1 % alatti eltéréseket az egyes kezelések között. Gödöllőn egyik utóveteménynél sem volt, sem a termésmennyiségben, sem a termésmínőségben statisztikailag igazolható eltérés, így arra a megállapításra jutottam, hogy egyszeri zöldtrágyázásnak nem igazolható az azonnali termésmnövelő 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, olajreteknel kétszeresére nőtt. A hektáronkénti káliumtartalom facéliánál és olajreteknel 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, nitrogénkiegészítés 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.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

Lektorált idegen nyelvű tudományos cikkek

1. Ujj A., Bencsik K., **Mikó P.** (2004): Soil penetration resistance influenced by rye as a catch crop under semi-arid climate of Hungary. *Buletinul. Universitatii de stiinte agricole si medicina veterinara Seria Agricultura Cluj-Napoca.* 81-86.
2. Bencsik, K., Gyuricza, Cs., **Mikó, P.**, Nagy, L., Földesi, P. (2007): Evaluation of different soil tillage methods regarding soil protection. *Environment and Progress*, 9. 77-80.
3. **Mikó P.**, Gyuricza Cs., Földesi P., Szita B., Bencsik K., Nagy L. (2007): Green manuring plants as main crops under unfavourable field conditions in 2005. *Environment and Progress*, 9. 329-332.

Lektorált magyar nyelvű tudományos cikkek

4. **Mikó P.**, Gyuricza Cs. (2007): Fővetésű zöldtrágyanövények tápanyagfeltáró-képességének vizsgálata. *Acta Agronomica Ovariensis* 49 (2) 513-518.
5. Gyuricza Cs., **Mikó P.**, Nagy L., Földesi P., Ujj A. (2007): Másodvetésű zöldtrágyanövények termesztése kedvezőtlen termőhelyen. *Acta Agronomica Ovariensis* 49 (2) 287-292.
6. Szita B., Gyuricza Cs., **Mikó P.**, Nagy L., Földesi P., Ujj A. (2007): Talajvizsgálatra alapozott növénytaplálás hatásának vizsgálata környezetkímélő talajművelési rendszerekben. *Acta Agronomica Ovariensis* 49 (2) 545-550.

Magyar nyelvű könyvrészlet

7. **Mikó P.** (2005): Maghozó pannonbükköny in: Antal J. *Növénytermesztés tan 2.* Mezőgazda Kiadó. Budapest. 457-460.

Külföldi konferencia poceedings

8. **Mikó P.**, Földesi P., Bencsik K., Gyuricza Cs. (2005): The impact of green manuring on soil fertility. *Cereal Research Communications*, 33. 1. 117-120.

9. Gyuricza Cs., **Mikó P.**, Földesi P., Ujj A., Kalmár T. (2006): Investigation of green manuring plants as secondary crop improvinf unfavourable field conditions to efficient food production. *Cereal Research Communications*, 34. 1. 191-194.
10. **Mikó P.**, Gyuricza Cs., Földesi P. (2006): Investigation of green manuring plants as main crops unfavourable field conditions. *Cereal Research Communications*, 34. 1. 247-250.
11. **Mikó P.**, Gyuricza Cs., Fenyvesi L., Földesi P., Szita B. (2007): Investigation of green manuring plants under unfavourable field conditions. *Cereal Research Communications*, 35. 2. 785-788.
12. **Mikó P.**, Gyuricza Cs., Földesi P. (2008): Effects of green manure plants on soil moisture content and soil penetration resistance. *Cereal Research Communications*, 36. 1. 107-110.
13. Gyuricza, Cs., **Mikó, P.**, Ujj, A., Nagy, L., Kovács, G.P. 2009. Soil-Plant Interactions with Production of Green Manure Plants under unfavourable Field Conditions. *Cereal Research Communications*. 37. 1. 439-442.

Hazai konferencia poceedings

14. **Mikó P.** (2005): A zöldtrágyázás hatása a talajtermékenységre. *MTA Agrár-Műszaki Bizottság. 29. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás* Gödöllő. Kiadvány 2. kötet (Szerk.: Tóth L., Vinczeffyné Jeney K.) ISBN 963-611-4315 11-14.
15. **Mikó P.**, Gyuricza Cs., Földesi P. (2006): Fővetési zöldtrágyanövények vizsgálata kedvezőtlen termőhelyi adottságok között. *Tavaszi Szél Konferencia*. Kaposvár. ISBN 963-229-773-3 22-25.

Népszerűsítő tudományos cikk

16. **Mikó P.**, Gyuricza Cs. (2006): Talajvédelem és a termékenység fokozása zöldtrágyázással I. *Agro Napló*. 10. 3. 11-12.
17. Gyuricza Cs., **Mikó P.** (2006): Talajvédelem és a termékenység fokozása zöldtrágyázással II. *Agro Napló*. 10. 6-7. 23-24.

18. Gyuricza Cs., **Mikó P.** (2008): Talajjavító másodvetések. *Magyar Gazda Európában.* június B1.5 1-8.
19. Gyuricza Cs., **Mikó P.** (2008): Talajjavító másodvetések. Nem csak költsége van! *Haszon Agrár.* 2. 4. július-augusztus. 28-30.
20. **Mikó P.** (2008): A talajtömörödés okai és megszüntetésének agrotechnikai módszerei. *Agro Napló.* 12. 7. 57-58.

Tanulmány

21. Gyuricza Cs., **Mikó P.** (2005): Zöldtrágyanövények termesztése fő- és másodvetésben homokos vályog talajon. Gödöllő