

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar
Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet
Intézetvezető: Prof. Dr. Tamás János

ORSZÁGOS FELMÉRÉS NÖVÉNYI TARLÓMARADVÁNYOK
NITROGÉN TARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA AZ IPCC
METODIKA KIEGÉSZÍTÉSE CÉLJÁBÓL

Takács Marianna

Környezetgazdálkodási Agrármérnök Szak

Konzulensek:

Dr. Zsembeli József

tudományos főmunkatárs

Dr. Juhász Csaba

egyetemi docens

Debrecen

2012

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1. TÉMAFELVETÉS	6
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
2.1. Az IPCC.....	8
2.2. Nitrogén a talajban.....	9
2.3. A talaj szervesanyag tartalmának növelése	10
2.3.1. Növényi maradvány gazdálkodás.....	12
2.3.2. Mulcsolás.....	13
2.4. A tápanyagellátás hatása a repce melléktermésére.....	16
2.5. A tápanyagellátás hatása a napraforgó melléktermésére.....	17
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	18
3.1. Mintavételezés	18
3.1.1. Országos mintavételezés	18
3.1.2. Mintavételezés a fajtakísérletekből	19
3.1.3. A növényminták feldolgozása	22
3.2. A tarlómaradvány mennyiségének meghatározása.....	23
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	25
4.1. A repceminták nitrogéntartalma	25
4.1.1. Az országos repceminták nitrogéntartalma	25
4.1.2. A repce hibridek nitrogéntartalma.....	26
4.1.3. Összefüggés a talaj és a repce nitrogéntartalma között.....	27
4.1.4. A repce nitrogéntartalmának országspecifikus értéke.....	28
4.1.5. A repce tarlómaradvány mennyisége és szárazanyag tartalma	30
4.1.6. A repce tarlómaradvány nitrogéntartalma	31
4.2. A napraforgóminták nitrogéntartalma	32
4.2.1. Az országos napraforgóminták nitrogéntartalma	32

4.2.2. A napraforgó hibridek nitrogéntartalma	32
4.2.3. Összefüggés a talaj és a napraforgó nitrogéntartalma között	33
4.2.4. A napraforgó nitrogéntartalmának országspecifikus értéke	35
4.2.5. A napraforgó tarlómaradvány mennyisége és szárazanyag tartalma	36
4.2.6. A napraforgó tarlómaradvány nitrogéntartalma	39
 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	40
 6. ÖSSZEFOGLALÁS	41
 SZAKIRODALOM JEGYZÉK	43
 MELLÉKLETEK.....	47

BEVEZETÉS

A klímaváltozással a Föld országai az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye hatálya alatt 1992 óta próbálnak megküzdeni. Ennek általános szabályait, melyek minden egyéb szabályozástól függetlenül továbbra is érvényesek, egyes országok 1997-ben konkrét vállalásokkal egészítették ki. E vállalásokat az ún. Kiotoi Jegyzőkönyvben fogalmazták meg. A Kiotoi Jegyzőkönyvet ratifikáló országok vállalták, hogy a 2008-2012-es időszakra összességükben 5,2%-kal csökkentik üvegházhatású gáz kibocsátásukat 1990-hez képest. E csökkentés szabályait számos konferencián lezajlott tárgyalások eredményeképpen dolgozták ki. Maga a Kiotoi Jegyzőkönyv 2005-ben lépett hatályba. Fontos tudni, hogy mind a Keretegyezményre, mind a Kiotoi Jegyzőkönyvre vonatkozó szabályok egyik fontos része az, hogy az országoknak évente üvegházhatású gáz leltárt kell benyújtania az ENSZ-hez. Ennek a követelménynek Magyarország is megfelel. A leltárok megtalálhatók a http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php honlapon. A leltárok készítésének módszerét a világ egyik legrangosabb tudományos testülete, a Klímaváltozási Kormányközi Panel (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) dolgozta ki.

Ennek a munkának szerves része a minden évben elkészítendő üvegházhatású gáz leltár (az un. NIR: National Inventory Report) elkészítése, amihez a módszertant az IPCC az un. Good Practice Guidance elnevezésű, Helyes Gyakorlati Útmutatójában adja meg. Ez jelenleg arab, kínai, angol, francia, orosz és spanyol nyelven érhető el. Ebben a számításokhoz szükséges információk találhatóak meg, természetesen meglehetősen uniformizáltan, azaz általánosságban érvényes, előre meghatározott, ún. 'default' értékekre alapozva. Az országspecifikus, az adott ország viszonyait legjobban tükröző eredmények kiszámításához természetesen mért adatokra van szükség.

Az IPCC módszertani útmutatója alapján ki lehet számítani egy országra nézve az összes üvegházhatású gáz kibocsátást és elnyelést, azaz meg lehet határozni azok mérlegét, ezek összessége pedig a leltárt adja. Az egész ország üvegházhatású gáz leltárát az egyes szektorok összesített gázmérlege adja. Ezek a szektorok: Energia, Ipar, Mezőgazdaság, Hulladékgazdálkodás. A mezőgazdasági szektoron belül a különböző ágazatok

gázmérlegeinek összessége adja a mezőgazdasági szektor gázleltárát. Az IPCC módszertana a következő ágazatokat veszi figyelembe:

- a kérődzőkből származó metán emisszió, a szerves trágya használatból származó metán emisszió,
- a szerves trágya használatból származó dinitrogén-oxid emisszió,
- a szavannaégetésből származó metán és dinitrogén-oxid emisszió (ami nyilvánvalóan Magyarországra nézve nem releváns),
- a tarlómaradványok elégetéséből származó metán és dinitrogén-oxid emisszió (aminek kapcsán meg kell jegyezni, hogy Magyarországon a tarlóégetés tilos, csak igen indokolt esetben, külön engedéllyel végezhető, így elvileg szintén nem releváns – sajnos a gyakorlat persze mást mutat
- a művelt talajokból közvetlenül kibocsátott dinitrogén-oxid,
- a műtrágyahasználatból származó dinitrogén-oxid emisszió,
- a rizstermesztésből származó metán emisszió.

A talajok dinitrogén-oxid emissziója az IPCC módszertan szerint úgy számítható ki, hogy összesítjük a műtrágyahasználatból, a szerves trágya használatból, a N-fixáló növények által megkötött és a visszaforgatott növényi maradványokból származó N éves mennyiségét, majd ezeket egy emissziós faktorral korrigáljuk, azaz megkapjuk az ezen forrásokból származó nitrogén emittált mennyiségét. Ehhez kellene elvileg hozzáadni művelésbe vont szerves talajokból emittált nitrogén mennyiségét, azonban hazánkban azok a területek, amelyeken szerves talajok (pl. a láptalajok, tőzeglápok) találhatók ex lege védettek, nem állnak művelés alatt, így ezekkel számolnunk nem kell.

$$N_2O_{\text{direct}} = [(F_{\text{SN}} + F_{\text{AM}} + F_{\text{BN}} + F_{\text{CR}}) * EF_1] (F_{\text{OS}} * EF_2)$$

ahol

N_2O_{direct} = az összes emittált N_2O éves mennyisége

F_{SN} = a műtrágyahasználatból származó N éves mennyisége

F_{AM} = a szerves trágya használatból származó N éves mennyisége

F_{BN} = a N-fixáló növények által megkötött N éves mennyisége

F_{CR} = a visszaforgatott növényi maradványokból származó N éves mennyisége

F_{OS} = a művelésbe vont szerves talajok területe

EF_1 = a N-inputok emissziós faktora (kg N/kg N input)

EF_2 = a szerves talajok emissziós faktora (kg N/kg N input)

A visszaforgatott növényi maradványokból származó N éves mennyiségének meghatározása nyilvánvalóan fontos, hiszen számos növény maradványa, a főtermék betakarítása után a területen marad és gazdagítja a talajt nitrogénben, azaz nitrogén forrásként szerepel. Az így

visszajuttatott N mennyiségét viszont nem szokás mérni, így erről a gazdálkodóknak adata nincs. A nitrogénmérleg kalkulációjához viszont elengedhetetlen tudnunk ezt az adatot.

Napjaink mezőgazdaságának egyik legégetőbb problémája a műtrágyák árának folyamatos emelkedése. Az eredményes és hatékony gazdálkodáshoz ezért elengedhetetlen a tápanyag-visszapótlás alternatív módjainak alkalmazása és meghonosítása. Az egyik legkézenfekvőbb megoldás a tápanyagok egyszerű és olcsó visszapótlására a termelés során keletkező szalma felszeccskázása és talajba dolgozása. A szalma felbálázása és elszállítása drága és időigényes művelet, és emellett rengeteg tápanyagot vonunk el az adott területről. Korábban a szalmakezelés és a tarlómaradványok problémáját égetéssel oldották meg. Ez a tápanyag-visszapótlás szempontjából káros művelet, ma már nem engedélyezett. Egyre gyakrabban találkozunk olyan betakarítógépekkel, amelyek a szalmát rögtön felszeccskázzák és szétszórják a területen. Előnyök:

- A kevesebb menetszám egyértelműen kevesebb gázolaj-és gépimunka-felhasználást jelent, és ráadásul a nyári és őszi munkacsúcs idején időt nyerünk az egyéb műveletek elvégzésére.
- A talaj takarása révén a talaj nem melegszik fel, kisebb a víz kipárolgása, több víz marad vissza a vetendő kultúrnövény csírázásához.
- A visszapótolni kívánt tápanyag egy részét a bedolgozott szalma, ill. szár- és gyökérmaradvány tartalmazza, így azt nem kell drága műtrágyából pótolnunk.

A növényi maradványok talajba dolgozását az is indokolja, hogy a tarló, nád, növényi maradvány, valamint a gyepek égetésére vonatkozó tilalom minden kölcsönös megfeleltetésben érintett földhasználó gazdaságának teljes területére érvényes. A tilalmat csak kivételes esetben oldhatja fel az illetékes növény-egészségügyi- vagy természetvédelmi hatóság.

A hosszútávon fenntartható fejlődés biztosításának alapvető feltétele a természeti erőforrásokkal való takarékos bánásmód, ami a nem megújuló erőforrások kitermelésének mérséklését, a hatékony és takarékos anyag- és energiafelhasználást, valamint a környezet minél kisebb mértékű terhelését kívánja meg. A növényi maradványok és trágyák minél hatékonyabb felhasználását a környezetkímélő gazdálkodási módok támogatásán keresztül a jövőben a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program támogatja (I-2).

1. TÉMAFELVETÉS

A *Bevezetés* fejezetben ismertetett IPCC módszertani útmutatójának a talajok dinitrogén-oxid emissziójának kiszámításához segítséget nyújtó fejezetben szerepel egy táblázat (*1. táblázat*), amelyben az egyes termesztett növények tarlómaradványának nitrogéntartalma van feltüntetve. Amennyiben ismerjük a növényi maradványok mennyiségét és N-tartalmát, akkor azok szorzata megadja a talajba visszajuttatott N mennyiségét. Azonban a területen hagyott növényi maradványok tömegét sem szokták mérni, így ezt egy empirikus s viszonylag állandó érték, a főtermék és a növényi maradvány mennyiségének aránya alapján lehet meghatározni. Tehát ha pl. kukorica növény esettében ez az arány 1:1-hez, azaz 1 tonna főtermékre 1 tonna szár- és levélmaradvány jut.

A növények betakarításkor bizonyos nedvességtartalommal rendelkeznek, azaz nem teljesen szárazak. A nitrogéntartalmi értékek viszont szárazanyagtartalomra vannak megadva, így a növényi maradványok betakarításkori nedvesség-, illetve szárazanyagtartalmát is ismernünk kell. Kukoricánál pl. 14-30%-os nedvességtartalommal, azaz 70-86%-os szárazanyagtartalommal számolunk. Az 1 hektárra jutó száraz növényi maradvány mennyiségét annak nitrogéntartalmával beszorozva tehát megkapjuk az 1 ha terület talajába visszakerülő nitrogén mennyiségét.

Mint látható az útmutatóban szereplő táblázat számos növényre megadja ezeket az értékeket, de a táblázatból hiányoznak két, Magyarországon nagy területen termesztett növény adatai. Ez a két növény a repce és a napraforgó. Ennek kapcsán jelentkezett a feladat, egyben a dolgozatba foglalt kutatómunkám **célkitűzése** is: az IPCC módszertanából hiányzó adatok pótlása, azaz *a repce és napraforgó esetén a tarlómaradvány hányad (a termés és a képződő tarlómaradvány hányadosa), a tarlómaradvány szárazanyag tartalom és a tarlómaradvány N-tartalom Magyarországra jellemző, reprezentatív értékeinek meghatározása*, laboratóriumi mérésekkel, a mérési eredmények feldolgozása.

1. táblázat: Néhány növényi maradvány adatai

Table 4.16 <i>Selected Crop Residue Statistics / Néhány növényi maradvány adatai</i>				
Product Növény(rész)	Residue-Crop Product Ratio /Növényi maradvány:főtermék hányad	Dry Matter Fraction /Száranyag- tartalom (%)	Carbon Fraction/ Széntartalom (%)	Nitrogen Fraction/ Nitrogéntartalom (%)
Wheat/Búza	1,3	82-83	48,53	0,28
Barley/Árpa	1,2	82-88	45,67	0,43,
Maize/Kukorica	1,0	70-86	47,09	0,81
Oats/Zab	1,3	92		0,7
Rye/ Rozs	1,6	90		0,48
Rice/ Rizs	1,4	82-88	41,44	0,67
Millet/Köles	1,4	85-92		0,7
Sorghum/Cirok	1,4	91		1,08
Peas/Borsó	1,5	87		1,42
Beans/Bab	2,1	82-89		
Soybeans/Szója	2,1	84-89		2,3
Potatoes/Burgonya	0,4		42,26	1,1
Feedbeet/Takarmányrépa	0,3		40,72	2,28
Sugarcane tops/ Cukornád teteje		0,32	42,35	0,4
Sugarcane leaves / Cukornád levele		0,83	42,35	0,4
Jerusalem artichoke/Articsóka	0,8			
Peanuts/ Földimogyoró	1,0	86		1,06

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az értekezés témájához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintését a következő szempontok szerint végeztem el:

- Az IPCC szervezetének és tevékenységeinek rövid ismertetésével a dolgozatba foglalt kutatómunka alapvető céljának szervezeti és metodikai hátterét kívántam bemutatni.
- A *nitrogén a talajban* című részben a növényi maradványok nitrogéntartalmának talajba kerülésével annak hatását és a tápanyag utánpótlásban betöltött szerepét kívánom ismertetni.
- A *talaj szervesanyag tartalmának növelése*, azon belül is a *Növényi maradvány gazdálkodás* és a *Mulcsolás* technológiai elemei szorosan kapcsolódnak vizsgálataim tárgyához, a visszaforgatott növényi maradványokból származó nitrogén éves mennyiségének meghatározásához.
- A *tápanyagellátásnak a repce és napraforgó melléktermésére gyakorolt hatásának* rövid áttekintésével a gyakorlatban alkalmazott termesztési technológiák azon elemét tekintem át, amely leginkább befolyásolja az általam vizsgált paramétereket.

2.1. Az IPCC

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testületet húsz évvel ezelőtt, 1988-ban alapította meg a Meteorológiai Világszervezet (WMO) és az ENSZ Környezeti Programja (UNEP). A testület „háttérében” kutatók ezrei dolgoznak, jelentéseiket azonban politikai döntéshozók – kormánydelegációk - fogadják el. Az IPCC azzal a feladattal alakult meg, hogy átfogóan értékelje az emberi tevékenységek hatását a Föld éghajlati rendszerére, tudományosan megalapozott becsléseket adjon az éghajlat további várható globális változására, felmérje a társadalmi-gazdasági és környezeti következményeket, valamint feltárja és elemezze azokat a lehetőségeket, amelyek megfelelő alkalmazásával egyrészt csökkenthetők a földi éghajlatra gyakorolt veszélyes emberi hatások, másrészt mérsékelhetők az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményei.

Ezen belül cél az emberi tevékenységek „mellékhatásaként” az üvegházhatású gázok – mindenekelőtt a szén-dioxid – légköri kibocsátásainak korlátozása, csökkentése, s emellett e gázok légkörből való kikerülésének fokozottabb elősegítése. A testület azt is vizsgálja, hogyan lehet felkészülni a környezeti körülményekben várhatóan bekövetkező változásokra, csökkenteni azok káros hatásait, illetve felkészülni az alkalmazkodásra.

A Testület keretében három munkacsoportban folyik a tudományos megfigyelések és a kutatási eredmények összesítése, értékelése:

- az első munkacsoport az éghajlati rendszerrel összefüggő megfigyelési adatokkal, az eddigi változások nyomon követésével, elemzésével, a hosszabb távon várható változások becslésével foglalkozik;
- a második munkacsoport a globális éghajlatváltozás globális és térségi környezeti hatásaival szembeni érzékenységet, a változások társadalmi-gazdasági és környezeti hatásait, illetve a hatásokra való felkészülés lehetőségeit vizsgálja;
- a harmadik munkacsoport a globális változást kiváltó tényezőknek, mérséklésük illetve csökkentésük lehetséges módjainak, eszközeinek szenteli figyelmét.

A Testület 2007-ben fogadta el Negyedik Értékelő Jelentését. Ebből kiderül: minden eddiginél egyértelműbb, hogy komolyan számolni kell a nagymértékű változásokkal, ezek súlyos következményeivel, s ezek csak úgy kerülhetők el, ha a társadalmak hathatós lépéseket tesznek az üvegházhatású gázok globális kibocsátásainak csökkentésére, valamint a már elkerülhetetlen látszó, de még kezelhető mértékű változásokra való felkészülésre.

A Norvég Nobel Bizottság 2007-ben a Nobel-békedíjat két egyenlő részben megosztva az Éghajlatváltozási Kormányközi Testületnek (IPCC) ítélte oda, azért az erőfeszítésért, amit az ember okozta éghajlatváltozásra vonatkozó nagyobb tudás létrehozása és elterjesztése, valamint az e változás megakadályozására szolgáló intézkedések megalapozása érdekében fejtettek ki (I3.).

2.2. Nitrogén a talajban

A szántóföldi növénytermesztés során a kiadott nitrogén mennyiségének –környezeti feltételektől függően- 20-90 %-át (átlagosan 30-60%-át) hasznosítják a termesztett növények

az első évben. A betakarítást követően ennek a felvett mennyiségnek egy része – gabonaféléknél például a növényi gyökerekben lévő mennyiséget is számolva, közel egynegyede – a növényi maradványokkal visszajut a talajba és ott elbomlik. A műtrágyáknak a növények által az első évben nem hasznosított része lekötődik a talajban, illetve veszteségként távozik a rendszerből. Ezek miatt hasznosulási és átalakulási folyamatok miatt szükséges egy-egy terület, mezőgazdasági tábla hosszabb időszakot átölelő N-forgalmát ellenőrizni. Ennek jó módszere, az egyszerűsített nitrogénmérleg számítás (NÉMETH, 1996.).

Az összes N-tartalom a különböző növényi termékek egyik legfontosabb minőségi mutatója, mivel értékekből megfelelő szorzó faktorral kiszámítható a nyers-fehérje tartalom, továbbá becsülhető az aminosav tartalom is (LÁSZTITY, 1981.).

A nitrogénműtrágya – szükséglet meghatározása során célszerű figyelembe venni a talajban lévő oldható szerves N-frakció mennyiségét, ugyanis ez a frakció könnyen mineralizálható, ezért mennyisége és összetétele jelentős mértékben befolyásolja a talaj N-szolgáltató képességét (LAZÁNYI és LOCH, 2006.; BERTÁNÉ et al., 2010).

A tápanyagpótlás gyakorlata üzemenként, sőt táblánként eltérő. A növények trágyaigényét ugyanis számos termőhely tényező befolyásolja, mint a talajok tápelem készlete, szerkezete, humusztartalma, vízgazdálkodása. Meghatározó az egyes növények tápanyagfeltáró, illetve tápanyag hasznosító képessége is (KÁDÁR, 1993).

2.3. A talaj szervesanyag tartalmának növelése

A szerves anyag a talaj értékes alkotórészeként kedvezően befolyásolja a tápanyag-, a víz és a hőforgalmat, növeli a talaj tápanyagtartalmát, közvetlenül hat a növények nitrogénellátására, energiát szolgáltat a mikrobiológiai folyamatokhoz, befolyásolja a talaj szerkezetét, annak tartósságát, valamint a művelhetőséget. A talaj szénkészletének megőrzése, valamint növelése ezért talaj- és környezetvédelmi célokat egyaránt szolgál. A teljesen vagy részben talajfelszínen hagyott növényi maradványok lassítják a szén körforgását, mert kevesebb mikroorganizmus számára elérhető, lassabban bomlik le, stabilabb humuszvegyületeket hoz létre, és kevesebb CO₂-ot bocsát ki az atmoszférába. A talajba forgatott növényi maradványok

felgyorsítják a szén körforgását, a növényi maradvánnyal egyben levegőt is forgatva a talajba, ahol több mikroorganizmus végzi lebontását, kevesebb humuszvegyület keletkezik, és nagyobb mennyiségű széndioxid kerül a légkörbe (I-1).

Az istállótrágya és a növényi maradványok a talajtermékenység megőrzésének fontos tényezői. Jelentőségük nem csökkent az intenzív gazdálkodásban és szerepük alapvető maradt a talaj humusztartalmának fenntartásában, illetve pótlásában. A század első felében szinte egyedüli tápelemforrássul is szolgáltak. A '70-es, '80-as években talajaink összes N- és P – forgalmának közel felét évente a talajba jutó és lebomló szerves anyagban találjuk. (FEKETE 1992).

A talajvédelmi törekvések erősödésével még inkább szükségszerűvé vált a minimális művelési rendszerek továbbfejlesztése. A fejlesztés eredményeként Észak-Amerikában az 1960-as, 1970-es évek fordulójától, Európában az 1970-es évek közepétől kezdődően az ún. talajvédő művelés (conservation tillage) irányzata alakult ki (BIRKÁS, 1993), amely számos változatban jelent meg, némely változatnak még egységesen használt magyar neve sincs (residue management, mulching, fallowing, tarping, stb.).

BIRKÁS (1993) szerint „*talajvédő rendszereknek azok minősülnek, amelyek eredménye a legalább 30%-os tartómaradvány- borítottság, természetes vetés után és a talaj felszínén*”. Ezen definíció alapján a talajvédő rendszerek eleme az elővetemény növényi maradványainak (tarlómaradvány) megfelelő kezelése (residue management). A magyarországi gyakorlat, de még a kutatás sem rendelkezik hosszú távú tapasztalatokkal a tarlómaradványoknak (mulcs) a talaj tulajdonságaira gyakorolt hatásait illetően, de elsősorban az 1980-as években számos külföldi tanulmány jelent meg e témában.

A talajvédő és környezetkímélő talajművelési rendszerek kialakítása feltételezi számos fejlett alrendszer meglétét. Ilyen például a hely-specifikus művelés, amely magában foglalja a növény termesztést, a tarlómaradvány gazdálkodást, a tápanyag gazdálkodást és az integrált növény védelmet (BARTALOS-LAL-NÉMETH,1995; NEMÉNYI et. al, 2001).

2.3.1. Növényi maradvány gazdálkodás

A tarlómaradványok – a szerves trágyák szűkössége s a korlátozott alkalmazása miatt - jelenleg a talajok legfontosabb utánpótlási forrásai. Nem okszerű a talajok minőségét, klímával szembeni érzékenységét befolyásoló szerves anyagot ipari célra, energianyerésre használni (BIRKÁS, 2010).

GYÖRFFY 1965, DEBRECZENI 1978, 1987, SARKADI 1979 és CSATHÓ 1994 szerint a napraforgó és kukorica melléktermése teljes mértékben a talajon marad és leszántásra kerül. A melléktermésben található a föld feletti növény N- és P-készletének 20 %-a.

A tarlómaradvány szervesanyag utánpótlási forrás, értékes anyag. Ha sok a szalma, akkor is törekedni kell az egyenletes terítésre és a csomók nélküli talajba keverésre. (BIRKÁS, 2006). A tarlómaradványok , a kímélő műveléssel összhangban, a talaj takarására is felhasználhatók a nedvességveszteség csökkentésére, talaj kedvező biológiai tevékenységének előmozdítására és fenntartására, művelhetőség javítására.

FEKETE (1992) szerint a megtermelt melléktermék egyre nagyobb hányada marad a táblán. Talajaink szervesanyag-gazdálkodása nem romlott, hanem javult az intenzív műtrágyázásra való áttéréssel. Megháromszorozódott a gyökér-és tarlómaradványok mennyisége a növekvő termésekkel. A mellékterméseket nem tüzeljük el, mint a század első felében a fátlan Alföldön és az ország számos más vidékén, így a talajba kerülnek. A legnagyobb tömegű szervesanyag-forrást a leszántott melléktermékek és a gyökér-tarló maradványok jelentették 5-10 t/ha/év mennyiségben.

A talaj védelme érdekében ésszerű tarlómaradvány-gazdálkodásra kell törekedni. Ahhoz, hogy az aratást követően egészséges tarlómaradványokkal takarhassák a talajt (mulcs), a növényvédelem feladatai is kiszélesednek. Mulcshagyásra veszélyes kórokozóktól mentes tarlómaradványok használhatók fel biztonságosan (BIRKÁS, 2006).

Az okszerű szervesanyag gazdálkodás a tarlómaradványokat nem a művelést, növényvédelmet nehezítő, hanem a talajok szervesanyag utánpótlási forrását jelentő

tényezőként minősíti. A reciklikálás eredményét a maradványok mennyisége, fajlagos nitrogéntartalma és a humuszosodás befolyásolja (BIRKÁS, 2006).

A talajok szerves anyagát elsődlegesen a termesztett növények gyökér-és tarlómaradványa, továbbá a takarmányozásra, almozásra vagy ipari felhasználásra nem került, a talajba közvetlenül visszajuttatott szalma, kukoricaszár, a többi növények szármaradványa gazdagítja. A hazai szántóföldi növények gyökérzetének, tarlómaradványainak évi tömege 4 millió tonnára becsülhető (KOVÁTS és ANTAL, 1992).

A talajtakaráskor tekintetbe kell venni a gyakorlat ellentmondásos hozzáállását (NYÍRI 1997, BIRKÁS 2002), különösen a növényvédelmi vonatkozásait illetően. A vegyszeres növényvédelem elterjedése előtt, amikor a vetésváltás is legfeljebb esetenként teljesült, csak a művelés korlátozó hatására támaszkodhatott a gazdálkodó. A növényi maradványok talajba forgatását, vagy eltávolítását a kártevők és a kórokozók terjedésének akadályozásával indokolták (BIRKÁS és GYURICZA, 2004).

A mellékterméknek tekintett szalma, szár és gyökérzet tömege és minősége szerint vehető számításba, mint a talaj szervesanyagának utánpótlási forrása (BIRKÁS 2006).

2.3.2. Mulcsolás

A szerves takaróréteg alkalmazása (mulching), a növényi maradványok területen hagyása (residue management), illetve a talajtakarás (a talaj felszínének befedése valamilyen, általában növényi eredetű anyaggal) Magyarországon a gyakorlatban nem elterjedt eljárások, de nem nevezhetők új keletűnek. A földműveléssel foglalkozó szakemberek és tudósok már régen felismerték a laza szerkezetű felső talajréteg a talaj nedvesség-, hő- és levegőforgalmára gyakorolt pozitív hatását. Jó példa erre a KEMENESY (1964) megfogalmazása „*a tudományosan mulch-nak nevezett, talajjal kevert szervesanyag-takaróréteg*” szerepéről. Ez a réteg szerinte azért szükséges, hogy utat nyisson a csapadék befogadására, a talaj fokozatos felnyirkosítására, továbbá azért, hogy lefékezhesse a talajnedvesség elpárolgását.

Hasonló pozitív hatással számolhatunk a lucerna és az istállótrágya talajba keverésével is (KEMENESY, 1972). Ha a megfelelően lebomlott lucernát, illetve érett istállótrágyát sekélyen, igen kötött talajviszonyok mellett csak egészen felületesen, bekeverjük a talaj felső rétegébe, akkor egy olyan szerves takaróréteget (mulcsot) kapunk, amely növeli a feltalaj szerkezetességét, megszünteti a cserepesedést és „*a zsenge növényt tápanyaggal és megfelelő életfeltételekkel bőven ellátja*”. Ezen eljárás eszközeként – az akkori szűkös eszközválaszték mellett – a kormánylemezeitől megfosztott ekét tartotta a legalkalmasabbnak.

DULEY (1959) hangsúlyozza szerves takaróréteg azon követelményét, miszerint megfelelő mennyiségű tarlómaradvány legyen a felszínen. A sok maradvány akadályozza a talaj művelését és gátolja a talajban végbemenő biológiai folyamatokat. A kevés viszont nem nyújt elegendő védelmet, és nem segíti elő a jó vízgazdálkodást. A szerző véleménye szerint 1,7-2,3 t/ha növényi maradvány felszínen hagyása biztosítja az optimális védelmet.

Napjainkban is számos talajművelési rendszerben alkalmazott gyakorlat a növényi maradványoknak a területen hagyása, illetve bedolgozása az eróziós és deflációs károk csökkentése érdekében. A növényi maradványok a talajfelszín egy részét borítva növelhetik vagy csökkenthetik a szoláris radiáció elnyelt, illetve visszasugárzott részét, de mindenképpen növelik a hő- és páramozgással szembeni ellenállást. Ezek a hatások a talaj energia mérlegét befolyásolják, csökkentik a párolgást, növelik a talaj diszponibilis vízkészletét, és alacsonyabb talajhőmérsékletet tartanak fenn (HORTON et. al., 1994). Természetesen mindezek a hatások bizonyítottan jelentős szereppel bírnak a növények fejlődésére (SWAN et. al. 1987; BERRY és MALLETT, 1989; ABRECHT és BRISTOW, 1990; COX et. al. 1990; KASPAR et. al., 1990; FORTIN, 1993).

AASE és TANAKA (1987) abban látják a szerves takaróréteg jelentőségét, hogy a talaj felszínének hosszabb ideig történő nedvesen tartása különös fontossággal bír a tavaszi időszakban, amikor a nedves felszín közeli talajréteg nélkülözhetetlen a növényi magvak csírázásához. Megállapítják továbbá, hogy mivel a talaj a művelés mélységéig gyorsan kiszáradhat csak a nedvesség pótlásával, a csapadékvíz megőrzésével érhető el a mélyebb talajrétegek beázása.

MAZSAROV (1950) a talajtakarás jelentőségét a kedvezőtlen éghajlati tényezőkkel (eső, aszály, fagy, szél, stb.) szembeni védekezésben látja. A hűvösebb éghajlatú területeken a talajtakarással főként a talaj felmelegedését segítik elő sötét színű takaróanyagok (tőzeg, trágya, vastag karton) felhasználásával, 1 ha-nyi terület betakarásához 3-4 cm-es rétegben 3-5 t szalma vagy trágyahulladék szükséges. A melegebb klímájú területeken a talajtakarás célja a talaj megvédése az erős felmelegedéssel szemben, amely a párolgás révén nagy vízvesztést okoz a talajban. Ezen felül a talajtakarás erősíti a nitrifikálás folyamatát, elnyomja a gyomokat, megvédi a talaj szerkezetét az esők romboló hatásától. A szerző aszályos övezetekben a talajfelszín szalmával, trágyával, trágyahulladékkal, tőzeggel, falevelekkel, száraz talajjal, homokkal, krétával, illetve mésszel történő takarását javasolja. Megemlíti továbbá, hogy a talajfelszín betakarása különböző „antifiltrációs takarókkal” (zsírsavas hártyszerű rétegben alkalmazott kőolaj, kátrány, stb.) nagy jövő elé tekinthet.

A mulcsolásnak, mulcshagyásnak kiemelkedő szerepe van a szárazgazdálkodásban. Nagy talajművelő tudósunk, Gyárfás József, így fogalmazott a múlt század elején: *„Noha a szárazság elleni küzdelem nagyon nehéz, mégis vannak eljárások és eszközök, melyek segítségével földünket óvhatjuk a kiszáradástól”*. A száraz talaj, főleg ha tömör is, nagyon nehezen művelhető. A tömörödött talajállapot ellenszere a lazítás, azonban száraz talaj lazításakor sok nagyméretű rög képződhet. A kultivátoros és a tárcsás művelés minősége szárazabb talajokon is viszonylag jó. Aszályos, száraz idényben még nagyobb jelentősége van a tarlóhántásnak: sekélyen végzett, mulcsot hagyó tarlóhántással csökkenthető a talaj nedvességtartalmának vesztesége. A felszínen hagyott szigetelő réteg (mulcs) árnyékoló hatású, növeli a napsugárzás visszaverődését, „hűti” a talajt. Nagyon fontos a tarlóhántással megbolygatott talaj lezárása! A felszín közeli porhanyós talajréteg a lehető legtöbb növényi maradvány területen hagyásával biztosíthatja a szárazgazdálkodás két fő céljának elérését: a talaj további nedvességvesztésének csökkentését és vízbefogadó képességének fenntartását. Száraz talajon csak fokozatosan növeljük a művelés mélységét a tarlóhántástól egészen az alapművelésig. Így csökkenthetjük a rögösség mértékét és a területen hagyott növényi maradványokat is bekeverhetjük a talajba (BIRKÁS, 2006).

2.4. A tápanyagellátás hatása a repce melléktermésére

Az őszi káposztarepce, csak úgy, mint a többi növény, növényi maradványainak mennyiségét és minőségét számos tényező befolyásolja. Nyilvánvalóan a fajta, a tőszám olyan jellemzők, amelyek alapvetően hatással vannak mind a termés, mind a melléktermékek (szalma+becő melléktermés) mennyiségére. A legtöbb irodalmi adat azonban a tápanyag ellátásnak a termésre és ezzel összefüggésben a melléktermésre gyakorolt hatásáról áll rendelkezésünkre. A tápanyag kínálat befolyásolja a tőszámot, a növényenkénti elágazások és a becők számát, a becőnkénti magszámot (KÁDÁR és KASTORI, 2003).

Az időjárás is befolyásoló tényező, pl. aszály idején kényszerérés következik be, a vegetatív részek mobilizálható tápelem készlete nem juthat a magba. A melléktermés: mag aránya tággá válik, ez az arány akár 6-8-szoros is lehet (KÁDÁR et. al., 2001; NÉMETH, 1988; NÉMETH és KARAMÁN, 1986). Hűvösebb, csapadékosabb tájakon (pl. óceáni éghajlaton) a szalma+becő melléktermés tömege általában nem haladja meg a mag tömegének 2-3szorosát (COOKE, 1981; ANDERSON et. al., 1958).

Mindezek alapján megállapítható, hogy mind a tápanyagellátásnak, mind az évjárathatásnak jelentős szerepe van nemcsak a főtermés, de a melléktermés mennyiségének kialakításában is.

A repce tápanyagigénye viszonylag nagy, ezért nagy termésre csak megfelelő mennyiségű, könnyen felvehető tápanyag esetében számíthatunk. A múltban a repce alá rendszeresen istállótrágyáztak. Előnybe helyezték a juhhodályok trágyáját, hogy a tápanyagok gyorsabb feltáródása, a repce jó tápanyagellátása biztosítva legyen (CSERHÁTI, 1905). Manapság a repce tápanyagigényét műtrágyával elégítjük ki. A repce fajlagos tápanyagigénye: N 55, P₂O₅ 35, K₂O 43 kg/ha. Átlagos műtrágyaigénye az országos termésátlag és a talajadottságok figyelembevételével N 50-110, P 70-80, K 80-100 kg/ha.

A műtrágya kijuttatásának idejére és tömegére – a N kivételével – a hivatalos szaktanácsadásban elfogadott elvek az irányadók. A repce őszi megerősödésének szükségessége miatt 30 kg/ha N ősszel kiadható (MÁTHÉ, 1992).

2.5. A tápanyagellátás hatása a napraforgó melléktermésére

Éppúgy, mint a repce esetében, a napraforgónál is jelentős szerepe van a tápanyagellátásnak, a növényi maradványok mennyiségének kialakításában.

A napraforgó jól fejlett gyökérrendszerével, intenzív tápanyagfeltáró és alkalmazkodóképességével a tápanyagok jelentős részét - a talajok közepes tápanyagellátottsága esetén - képes felvenni. A napraforgó fajlagos tápanyagigénye (kg/t főtermés és a hozzá tartozó melléktermék NPK- tartalma): N 41, P_2O_5 30, K_2O 70, CaO 24, MgO 12 kg/t. Az országos átlagban elért 2 t/ha kaszatterméshez az átlagos műtrágyaigény: N 30-80, P 40-120, K 80-140 kg/ha (ANTAL, 1996).

A nitrogén alapvető szükséglet a napraforgó vegetatív növekedéséhez, valamint a generatív szakaszban a megfelelő mennyiségben képződött vegetatív sink tegye lehetővé a nagy kaszattermés kialakulását. A nitrogénnek a termésre gyakorolt kedvező hatása azonban csak a többi makro-és mezoelem felvétele esetén érvényesülhet.

Az intenzív nitrogénfelvétel június közepén-végén kezdődik a vegetatív részek (levél, szár) erőteljes növekedésével. Ez az intenzív felvétel a virágzás-termékenyülés idején tovább folytatódik. A kaszattelítődés és érés idején a felvett és felvételre kerülő nitrogén jelentős része az erőteljesen fejlődő kaszattermésben halmozódik fel (PEPÓ, 2005).

A különböző talajokon, azok tápanyag-ellátottságától, valamint az elérhető termésszinttől stb. függően a műtrágyaadagok az átlagos adagtól jelentősen eltérhetnek. A szükségesnél több nitrogén csökkenti a kaszat olajtartalmát, növeli a gombás betegségekre való fogékonyságot és ezáltal csökkenti a termést. A foszfor fontos szerepet tölt be a zsírsavak szintézisében és szállításában, valamint a lipidek anyagcseréjében. Hiánya negatívan hat a fitintartalmú kaszatok kialakulására és a kaszatok teltségére. A kálium optimális adagja a napraforgónak a szárazsággal szembeni ellenállóságát növeli, s a gombás és baktériumos betegségek kártételét mérsékelheti (ANTAL, 1996).

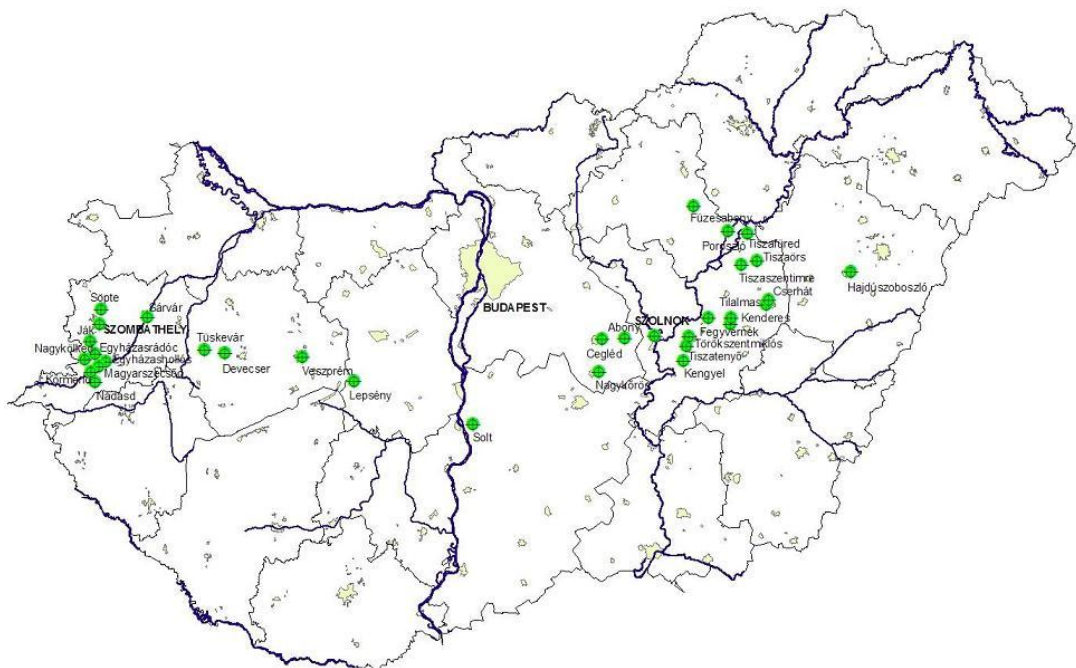
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Mintavételezés

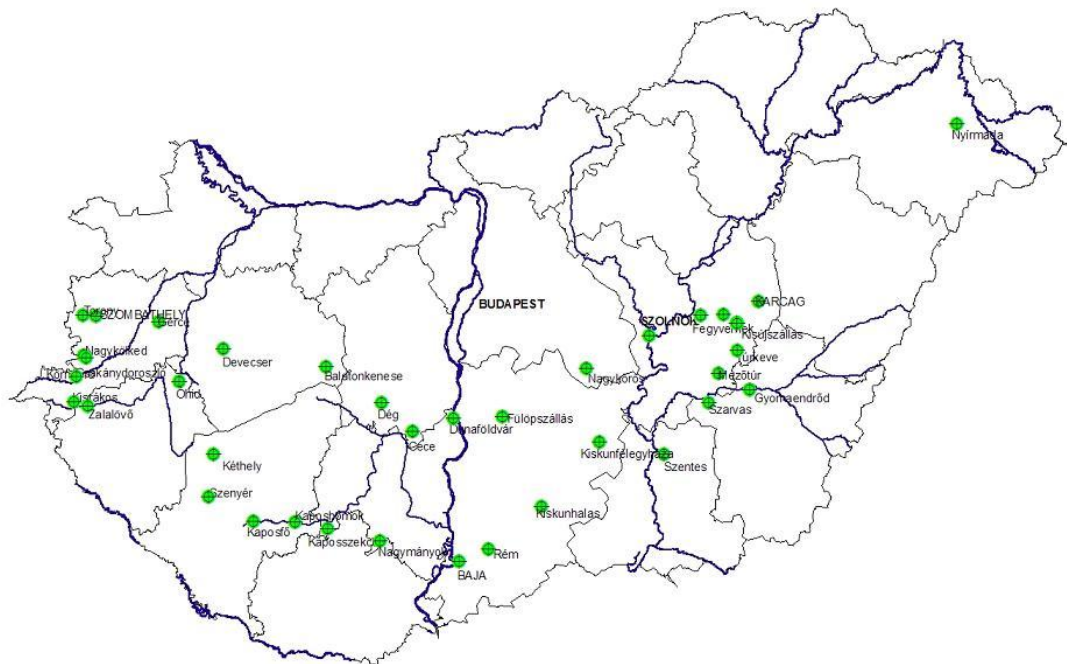
A dolgozatba foglalt kutatási projekt elvégzése érdekében egy egész Magyarországot reprezentáló mintavétel volt szükséges repce és napraforgó állományokból. A mintavételezés a repce érése előtt júniusban, míg a napraforgó esetében augusztus végén került sor. Összesen 126 növény- és mintegy 70 talajmintát gyűjtöttünk be. Két megközelítést alkalmaztunk: egyrészt két alkalommal, az országot körbejárva különböző régiókban gyűjtöttünk növény- és talajmintákat, másrészt repce és napraforgó fajtakísérleteket mintáztunk meg.

3.1.1. Országos mintavételezés

Minden megmintázott repce és napraforgó táblán az adott mintavételi terület GPS koordinátáit rögzítettem a beazonosításhoz. A mintavételi helyek elhelyezkedését az 1-2. ábrák mutatják, míg azok GPS koordinátáit és a mintavételi időket az 1-2. sz. melléletek tartalmazzák.



1. ábra: A repceminták mintavételezési helyei



2. ábra: A napraforgóminták mintavételezési helyei

3.1.2. Mintavételezés a fajtakísérletekből

Az egyes nagy előállító, illetve forgalmazó mezőgazdasági cégek által fenntartott fajtakísérletekben köztermesztésben lévő és új hibrideket is tesztelnek. Vizsgálatukkal az volt a célom, hogy megállapítsam, van-e különbség az azonos környezeti és agrotechnikai tényezők és körülmények mellett termesztett hibridek nitrogéntartalma között. A növéymintákkal egy időben talajmintát is vettünk.

Repce esetében három fajtakísérletből (Füzesabony, Karcag, Tiszaszentimre) vettünk mintákat. A megmintázott és vizsgált repce hibridek listáját a 3. táblázat tartalmazza.

Napraforgó esetében két fajtakísérletből (Karcag-Cserhát és Debrecen-Látókép) vettünk mintákat. A megmintázott és vizsgált napraforgó hibridek listáját a 4. táblázat tartalmazza. A Pioneer nem adta a meg a vizsgált hibridek nevét.

3. táblázat: A vizsgált repce hibridek a fajtakísérletekben

	Mintavételi hely	Előállító/ Forgalmazó	Hibrid neve/jele
1.	Füzesabony	Monsanto	MON-Explant
2.	Füzesabony	Monsanto	MON-DK Exquisite
3.	Füzesabony	Monsanto	MON-DK Exwill
4.	Füzesabony	Monsanto	MON-Exotic
5.	Füzesabony	Pioneer	PR-D03
6.	Füzesabony	Pioneer	PR-D04
7.	Füzesabony	Pioneer	PR-D05
8.	Füzesabony	Pioneer	PR-D06
9.	Füzesabony	Pioneer	PR-W14
10.	Füzesabony	Pioneer	PR-W20
11.	Füzesabony	Pioneer	PR-W29
12.	Füzesabony	Pioneer	PR-W30
13.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Aviator
14.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Bold
15.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Formula
16.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Morse
17.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Petrol
18.	Füzesabony	Syngenta	SYN-Tores
19.	Karcag-Tilalmas	Pioneer	PR-46W30
20.	Karcag-Tilalmas	Pioneer	PR-46W20
21.	Karcag-Tilalmas	Pioneer	PR-46W14
22.	Karcag-Tilalmas	Pioneer	PR-45D03
23.	Tiszaszentimre	Martonvásár	MV-Betty
24.	Tiszaszentimre	Martonvásár	MV-Liprima
25.	Tiszaszentimre	Martonvásár	MV-Hornet
26.	Tiszaszentimre	Martonvásár	MV-Sitro
27.	Tiszaszentimre	Agroszemek	AGRSZ-Chalki
28.	Tiszaszentimre	Agroszemek	AGRSZ-Facti
29.	Tiszaszentimre	Agroszemek	AGRSZ-Nodari
30.	Tiszaszentimre	Agroszemek	AGRSZ-Tripti
31.	Tiszaszentimre	Agroszemek	AGRSZ-Intense

4. táblázat: A vizsgált napraforgó hibridek a fajtakísérletekben

	Mintavételi hely	Előállító/Forgalmazó	Hibrid neve/jele
1.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-1
2.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-2
3.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-3
4.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-4
5.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-5
6.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-6
7.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-7
8.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-8
9.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-9
10.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-10
11.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-11
12.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-12
13.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-13
14.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-14
15.	Karcag-Cserhát	Pioneer	PR-15
16.	Karcag-Cserhát	Euralis	ES-Florimis
17.	Karcag-Cserhát	Euralis	ES-Amis
18.	Karcag-Cserhát	Euralis	ES-1089
19.	Karcag-Cserhát	Euralis	ES-Balistic
20.	Karcag-Cserhát	Euralis	ES-Tektonic
21.	Debrecen-Látókép	Pioneer	PR-63E82
22.	Debrecen-Látókép	Pioneer	PR-64D82
23.	Debrecen-Látókép	Pioneer	PR-64HE39
24.	Debrecen-Látókép	Pioneer	PR-64H42
25.	Debrecen-Látókép	Euralis	ES-Balistic
26.	Debrecen-Látókép	Syngenta	NK-Brio
27.	Debrecen-Látókép	Syngenta	NK-Ferti
28.	Debrecen-Látókép	Syngenta	NK-Kondi
29.	Debrecen-Látókép	Syngenta	NK-Neoma
30.	Debrecen-Látókép	Syngenta	Tutti

3.1.3. A növényminták feldolgozása

A repce esetében minden mintavételi helyen 3-5 egész növényt gyűjtöttünk be, azokat feldaraboltam, így kevert mintát kaptam. A napraforgó esetében az egész növények szállítása nehézségekbe ütközött volna a nagy mintaszám miatt, ezért minden mintavételi helyen 3 napraforgó növény szárának felső negyedét és a tányér egy darabját gyűjtöttük be. Mivel feltételeztem, hogy az egész növényben nem egyenletes a nitrogéntartalom eloszlása, külön mintákat vettünk egész növényekből is, annak megállapítására, hogy az általunk megmintázott részek (felső szárnegyed és tányér) a növényi összes nitrogéntartalom hány százalékát reprezentálják. Vizsgálataim alapján ez a hányad 51%-ra tehető (5. táblázat).

5. táblázat: A nitrogén eloszlása a napraforgó növény részeiben

Növényi rész	Nitrogén tartalom (g/100g)	Részarány (%)
tányér	0,90	25,86
szár 4. negyede (felső rész)	0,90	25,86
szár 3. negyede	0,84	24,14
szár 2. negyede	0,56	16,09
szár 1. negyede (alsó rész)	0,28	8,05
Összesen	3,48	100

Ennek megállapítása után a felső szárnegyedből és a tányérből származó minták laborvizsgálati eredményeit ennek megfelelően súlyoztam, azaz azok 51%-át vettem számításba az egész növény nitrogéntartalmának jellemzéséhez. A kevert mintákat megszárítottuk, s tovább aprítottuk egy elektromos aprítógéppel (3. ábra).



3. ábra: A növényminták aprítása

A légszáraz, aprított növénymintákat a DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézetének akkreditált laboratóriumába adtam le, ahol azok százalékos nitrogéntartalmát határozták meg az MSZ-08-1783-6:1983 sz. szabvány szerint.

Minden mintavételi hely talaját is megmintáztuk, azaz kb. 1 kilogrammnyi mintát gyűjtöttünk be és szintén a DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézetének akkreditált laboratóriumába adtam le, ahol azok NO_3 -nitrogéntartalmát KCl-os kivonatból kolorimetriásan határozták meg.

3.2. A tarlómaradvány mennyiségének meghatározása

A tarlómaradvány mennyiségét a főtermék:melléktermék arányokból határoztam meg. Bár a szántóföldön maradó növényi maradványok mennyisége függ a fajtától és az évjáráthatástól is, jó közelítéssel meghatározható a szem:szalma arány a repce és a szem:szár, illetve a szem:tányér arány a napraforgó esetében. Ezekre az értékekre irodalmi adatok állnak rendelkezésre (FOGARASSY, 2001; GRAEF és VELLUGHT, 1994).

Az irodalmi adatoknak megfelelően a repce esetében 1:2 szem:szalma aránnyal, míg napraforgó esetében 1:2 szem:szár, illetve 1:1 szem:tányér aránnyal számoltam.

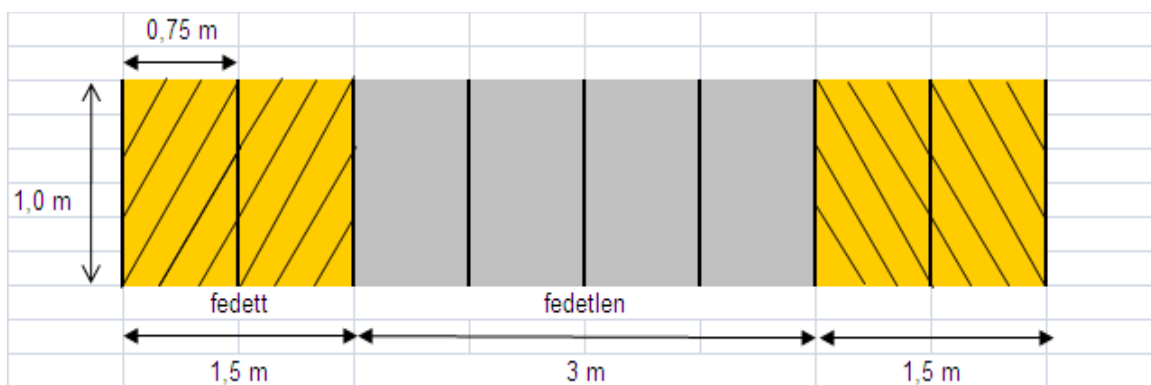
Mindkét növény szemtermés nagyságának becsléséhez a Központi Statisztikai Hivatal az utolsó 10 évre vonatkozó (2001-2010) Statisztikai Évkönyveinek mezőgazdasági fejezetében közölt termésátlag adatokat vettem figyelembe.

Esettanulmány jelleggel saját méréseket is végeztem a napraforgó tarlómaradvány mennyiségének meghatározása érdekében. Egy napraforgóval bevetett kísérleti parcellán (DE AGTC KIT Karcagi Kutató Intézete, H-1 parcella) a növény betakarítása után közvetlenül kijelöltünk egy mintateret, amelyről begyűjtöttük az azon maradt növényi maradványokat (4. ábra).



4. ábra: A napraforgó tarlómaradvány begyűjtése a mintaterületről

A mintaterület lehatárolásakor figyelembe vettük azt, hogy a kombájn munkaszélessége 6 sort ölel fel (6x75 cm), és 2 sorköz szélességben szórja le a felszecskaázott növényi maradványokat. Ennek megfelelően kb. a terület harmadát borítja tarlómaradvány a betakarítás után (5. ábra). A kijelölt mintaterületről összegyűjtött növényi maradvány tömegét megmértem.



5. ábra: A napraforgó tarlómaradvány mennyiségi meghatározásához kijelölt mintaterület adatai

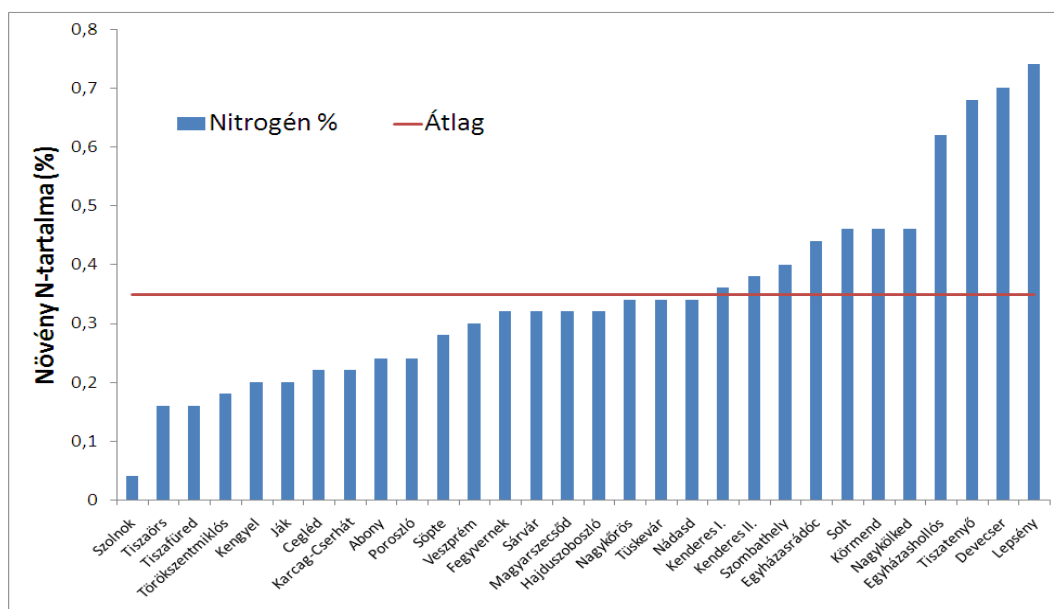
4. EREDMÉNYEK

4.1. A repceminták nitrogéntartalma

Első megközelítésben a begyűjtött, összesen 61 repceminta nitrogéntartalmát két csoportban értékeltem, egyrészt az országos mintavétele során begyűjtötteket, másrészt a fajtakísérletekből származó mintákat külön. Mindkét esetben a N-tartalom értékeket sorba rendeztem és azokból átlagot számoltam.

4.1.1. Az országos minták nitrogéntartalma

A 6. ábrán az országos mintavételezéskor begyűjtött repceminták nitrogéntartalmi értékeit és azok átlagát mutatom be. A növény nitrogéntartalma és a termesztési hely földrajzi elhelyezkedése között nincs összefüggés. Az értékek 0,04 és 0,74% közé esnek, az egyszerű számtani átlaguk 0,35%, szórásuk pedig 0,17%. Ez utóbbi érték meglehetősen nagynek tekinthető.

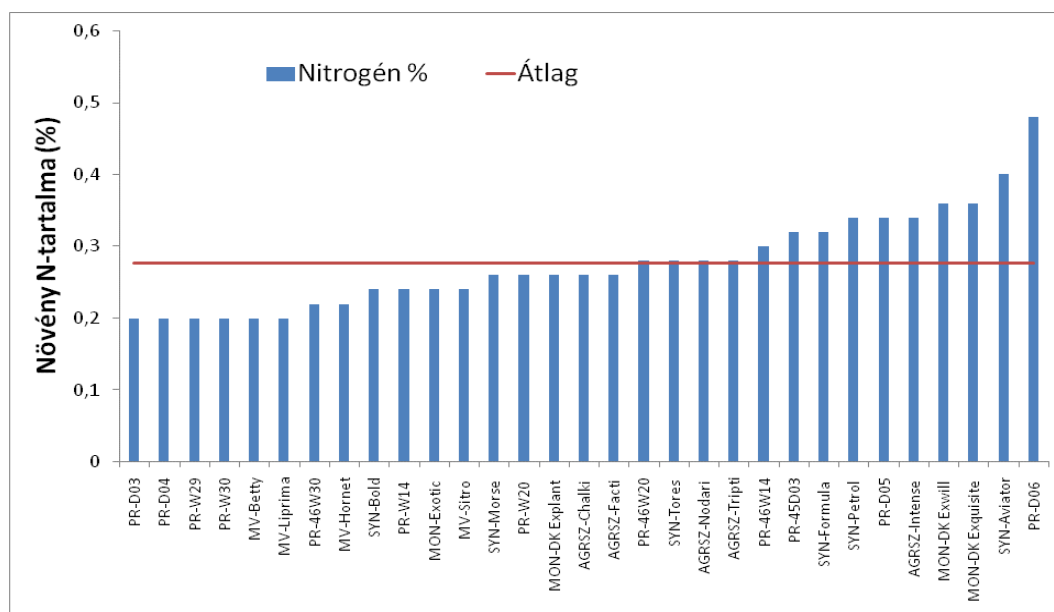


6. ábra: Az országos mintavételi helyek repcemintáinak N-tartalma

4.1.2. A repce hibridek nitrogéntartalma

A 7. ábrán a három fajtakísérleti területről begyűjtött repceminták nitrogéntartalmi értékeit és azok átlagát mutatom be. Az értékek 0,2 és 0,48% közé esnek, az egyszerű számtani átlaguk 0,28%, szórásuk 0,067.

Mindazonáltal a vizsgált hibridek nitrogéntartalmában kimutatható különbségeket tapasztaltam. A termőhely és a növény N-tartalma között nem láttam összefüggést, hiszen a legkisebb és a legnagyobb N-tartalmakat is ugyanarról a termőhelyről (Füzesabony) származó minták esetében detektáltam, azaz egyes termőhelyeken belül a szórás nagynak tekinthető: a Karcag-Tilalmason és a Tiszaszentimrén beállított kísérleti területeken a szórás 0,04, míg Füzesabonyban 0,08 volt. Ez arra utal, hogy elsősorban a hibridek jellemzői a meghatározók a N-tartalomban megfigyelhető különbségek kialakulásában. Nem tudtam összefüggést megfigyelni a hibridek származásának (nemesítő, forgalmazó cég) hatását illetően sem. Mind az öt előállító cég hibridjei közt voltak alacsonyabb és magasabb nitrogén tartalmúak is.



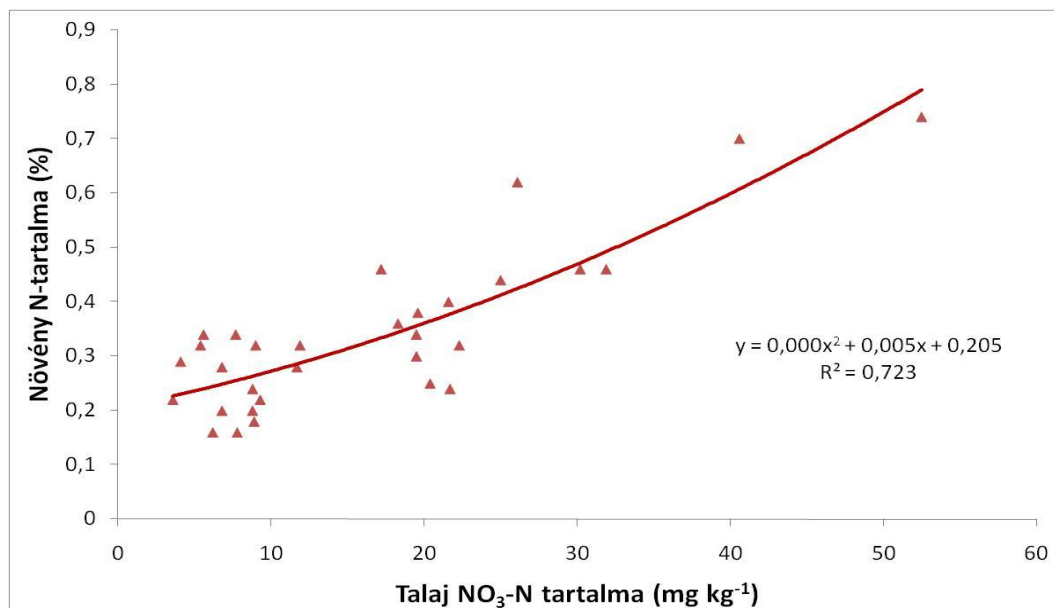
Jelmagyarázat: PR – Pioneer, MV – Martonvásári, MON – Monsanto, SYN – Syngenta, AGRSZ - Agroszemek

7. ábra: A vizsgált repce hibridek N-tartalma

4.1.3. Összefüggés a talaj és a repce nitrogéntartalma között

A repceminták nitrogéntartalmának meghatározása után felmerült a kérdés, hogy vajon melyek azok a tényezők, amelyek befolyásolják ezt a paramétert. Az előzetes eredményekből kiderült, hogy a hibridek között tapasztalható különbség. Nyilvánvaló, hogy a tápanyagellátásnak jelentős szerepe van a növény nitrogéntartalmának mértékében. NÉMETH (1988) szerint a repce elemösszetételét illetően az irodalmi adatokat összehangolva hangsúlyozza, hogy a tenyészidő során több elemben hígulás lép fel a hajtásban. A tavaszi törőzsás, virágzáskori hajtás, illetve a szalma sorrendben a N 4,0-5,8; 2,0-3,0; 0,5-0,8 %-os tartományban változhat. Tavasszal mintegy 100-150 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ készlettel kell rendelkeznie a talajnak, ahhoz, hogy a törőzsás korú hajtás a kívánatos 5% körüli N-tartalmat elérje, amely biztosíthatja a maximális maghozamokat. A N-bőség a fehérjetartalmat növeli az olajtartalom rovására. A repce esetében kielégítő N-ellátottságot a 100 kg/ha körüli N, illetve a 0-60 cm talajréteg 100-150 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ készlete vetés előtt vagy tavasszal (KÁDÁR, 1993).

Mivel minden mintavételi helyen talajmintát is gyűjtöttünk, lehetőségem volt megvizsgálni a talaj és a repce nitrogéntartalma közötti összefüggést. Excel program segítségével ábrázoltam az egyes mintavételi helyeken begyűjtött repceminták százalékos nitrogéntartalmát a mintavételi helyek talajának $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmának függvényében. A kapott pontokra trendvonalat illesztettem. A vizsgált 33 mintát elemezve két esetben a trendtől igen eltérő értéket tapasztaltam, a trendhez képest egy igen alacsony és egy igen magas értéket. Ezeket a további elemzésből kizártam, mivel feltételezhető, hogy valamilyen hibával terhelt vagy a mintavétel, vagy a laboratóriumi analízis. A 31 pontra redukált regresszióanalízis elvégzése után meglehetősen szoros (72,3%) polinomiális (majdnem lineáris) összefüggést tudtam kimutatni a két változó között (8. ábra).



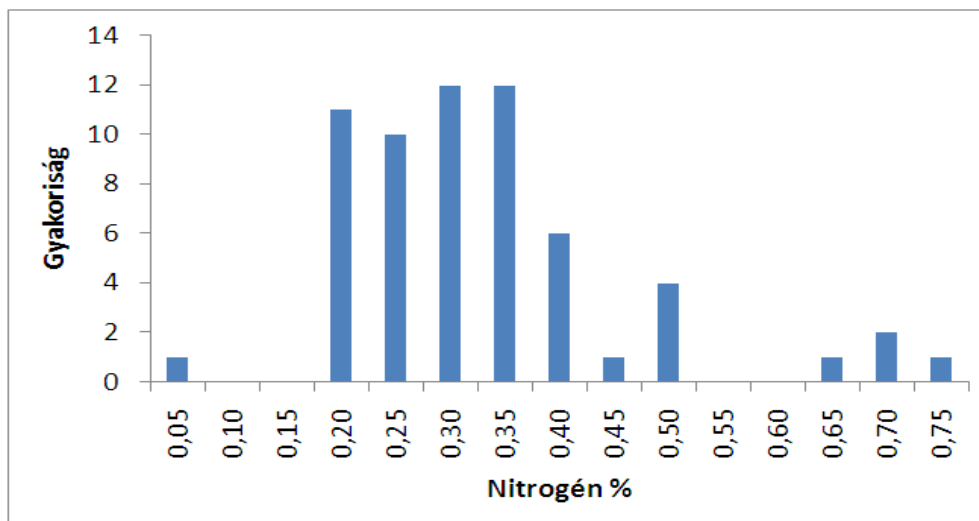
8. ábra: A talaj és a repce N-tartalma közötti összefüggés

Az eredmények ismeretében elmondható tehát, hogy a talaj jobb nitrogén ellátottsága a repcenövény magasabb nitrogéntartalmában manifesztálódik. Mivel a mintavételi helyek talajának N-ellátottságát a természetes talajadottságok és az alkalmazott agrotechnikába foglalt növénytáplálás is befolyásolja, összecsengésben a 6. ábra eredményeivel, nem figyelhető meg regionalitás a talajok és a növények nitrogéntartalmában.

4.1.4. A repce nitrogéntartalmának országspecifikus értéke

Mivel a vizsgálataim alapvető célja a repce tarlómaradvány N-tartalom Magyarországra jellemző, reprezentatív értékének, azaz egyetlen szám meghatározása volt, a vizsgált minták nitrogéntartalmát átlagolnom kellett. Azonban az egyszerű aritmetikai átlag nem biztosít kellő reprezentativitást, mivel a szélsőséges értékek torzítják az eredményt. Ezért ehelyett a leíró statisztikában használatos súlyozott átlagot kalkuláltam a további számításokhoz. A súlyozást a növényminták nitrogéntartalmi értékének előfordulási gyakoriságával végeztem el. Ennek megállapításához a hisztogramok készítésénél használatos osztályközöket (rekesztartományokat) hoztam létre, adott esetben 0,05%-os lépcsőkben. Az adott osztályközökbe eső értékek gyakoriságát hisztogramon ábrázoltam (9. ábra). A hisztogram a növekvő sorrendbe rendezett minta előre kitűzött 0,05%-os változó-tartományaiba eső elemek

számát, oszlopainak szélessége a változó-tartományt, magassága az abszolút gyakoriságot ábrázolja.



9. ábra: A repceminták nitrogéntartalmának hisztogramja

A hisztogramon ábrázolt gyakoriságokat vettem figyelembe a súlyozott átlag kiszámításánál (6. táblázat).

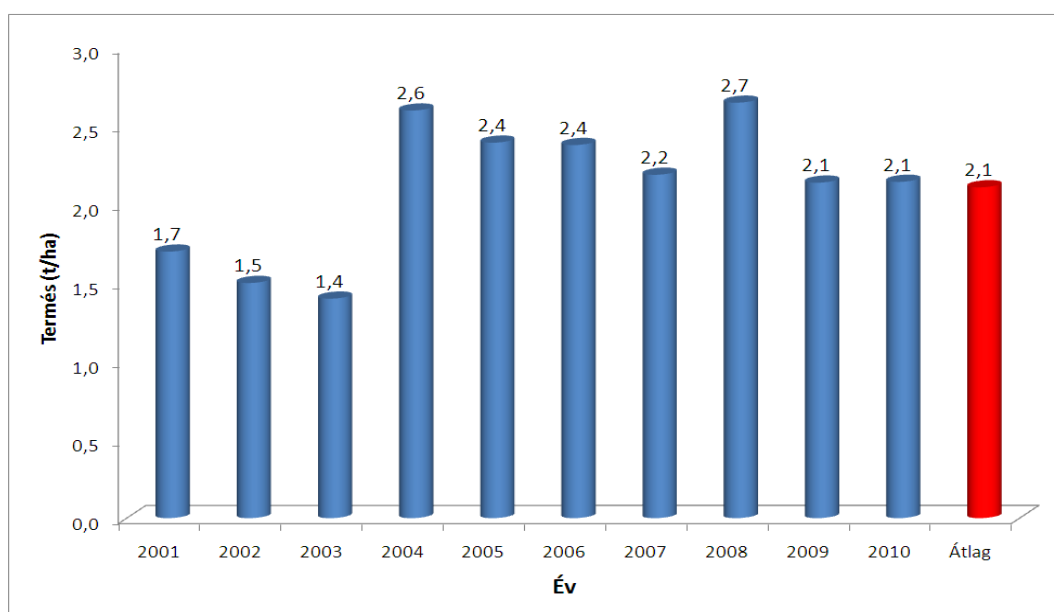
6. táblázat: A repceminták N-tartalmának gyakorisága és súlyozott átlaga

Rekesztartomány (%)	Gyakoriság (db)	Gyakoriság (%)	Súlyozott N%
0,05	1	1,6	0,001
0,10	0	0,0	0,000
0,15	0	0,0	0,000
0,20	11	18,0	0,036
0,25	10	16,4	0,041
0,30	12	19,7	0,059
0,35	12	19,7	0,069
0,40	6	9,8	0,039
0,45	1	1,6	0,007
0,50	4	6,6	0,033
0,55	0	0,0	0,000
0,60	0	0,0	0,000
0,65	1	1,6	0,011
0,70	2	3,3	0,023
0,75	1	1,6	0,012
Összesen	61	100	0,331

A repceminták nitrogéntartalmának az előfordulási gyakoriságok figyelembevételével számított súlyozott átlaga: **0,33%**. Ezt az értéket vettem figyelembe a tarlómaradvány nitrogéntartalmának meghatározása érdekében végzett további számításokkor.

4.1.5. A repce tarlómaradvány mennyisége és szárazanyag tartalma

A repce tarlómaradvány mennyiségét (nedves tömeg) a szem:szalma arány ismeretében (1:2) határoztam meg. A szemtermés nagyságát a Központi Statisztikai Hivatal az utolsó 10 évre vonatkozó (2001-2010) Statisztikai Évkönyveinek mezőgazdasági fejezetében közölt termésátlag adatokat vettem figyelembe, ezek átlagát számoltam ki (*10. ábra*). Ezen megközelítés alapján a repce átlagos szemtermése 2,1 t/ha. Ezt az értéket vettem figyelembe a tarlómaradvány nitrogéntartalmának meghatározása érdekében végzett további számításokkor.



10. ábra: A repce országos termésátlagai 2001-2010

Forrás: KSH

A repce tarlómaradvány szárazanyagtartalmának meghatározásakor azt a technológiai követelményt vettem figyelembe, miszerint a növényt érett állapotban kell betakarítani. Az őszi káposztarepce betakarítása júliusban történik, a vegetációs periódust követően, ami kb. 330 nap. A becők és a szár színe hamvas- vagy szürkésbarna, a magvak barnás-fekete, fekete színűek érett állapotban. A becőket mozgatva a benne lévő magvak zörgő hangot adnak.

Ebben az időpontban a növény nedvességtartalma 20% körül van. Ennek figyelembevételével a repce tarlómaradvány szárazanyag tartalmát **80%**-osnak vettem a további számításokhoz.

A repce tarlómaradvány nedves tömege tehát a termés és a szem:szalma arány ismeretében számítható. A tarlómaradvány száraz tömege pedig a nedves tömeg és a százalékos szárazanyag tartalom szorzataként határozható meg. A repce tarlómaradvány mennyiségi jellemzőit az 7. táblázatban foglaltam össze.

7. táblázat: A repce tarlómaradványának mennyiségi jellemzői

Termés (kg/ha)	Szem:szalma arány	Tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)	Szárazanyag tartalom (%)	Száraz tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)
2.100	1:2	4.200	80	3.360

4.1.6. A repce tarlómaradvány nitrogén tartalma

A repce tarlómaradvány mennyiségének (száraz tömeg) és a 4.1.4. pontban ismertetett országspecifikus százalékos nitrogéntartalom értékének ismeretében számítható a tarlómaradvánnyal az 1 ha területen átlagosan maradó nitrogén mennyisége (8. táblázat).

8. táblázat: A repce tarlómaradványának nitrogéntartalma

Száraz tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)	Növényi N-tartalom (%)	Tarlómaradvány N-tartalma (kg/ha)
3.360	0,33	11,09

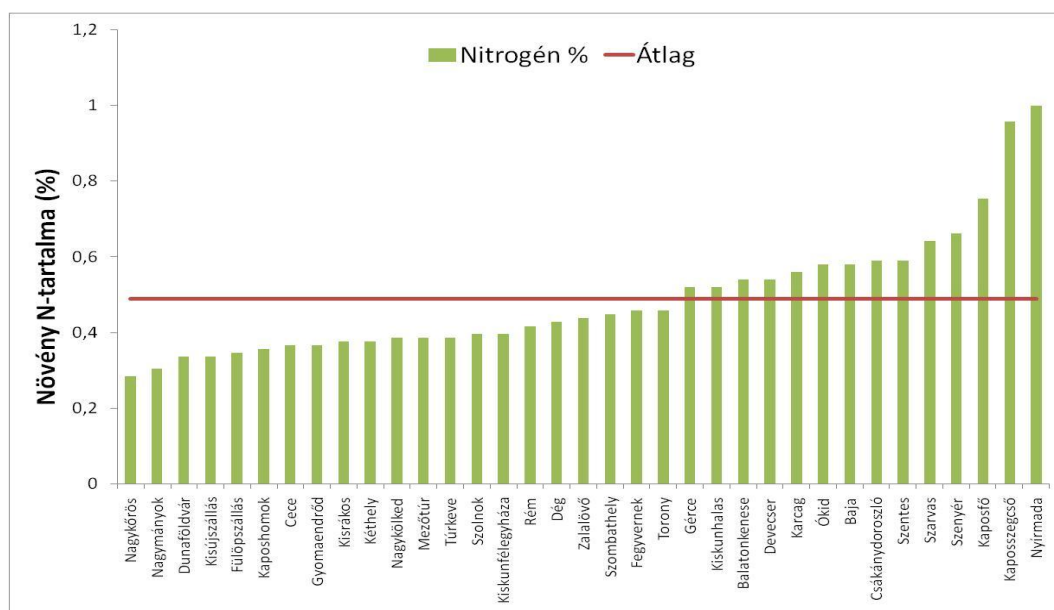
Számításaim alapján az őszi káposztarepce tarlómaradvány nitrogén tartalmának Magyarországra jellemző, reprezentatív értéke **11,09 kg/ha**.

4.2. A napraforgóminták nitrogéntartalma

A repcéhez hasonlóan az összesen 65 napraforgóminta nitrogéntartalmát két csoportban értékeltem, egyrészt az országos mintavétele során begyűjtötteket, másrészt a fajtakísérletekből származó mintákat külön. Mindkét esetben a N-tartalom értékeket sorba rendeztem és azokból átlagot számoltam.

4.2.1. Az országos minták nitrogéntartalma

A 11. ábrán az országos mintavételezéskor begyűjtött napraforgóminták nitrogéntartalmi értékeit és azok átlagát mutatom be. Éppúgy, mint a repce esetében, a napraforgó növény nitrogéntartalma és a termesztési hely földrajzi elhelyezkedése között sincs összefüggés. Az értékek 0,29 és 1% közé esnek, az egyszerű számtani átlaguk 0,49%, szórásuk pedig 0,17%, amely utóbbi, érdekes módon, megegyezik a repcemintáknál számított szórás értékével.



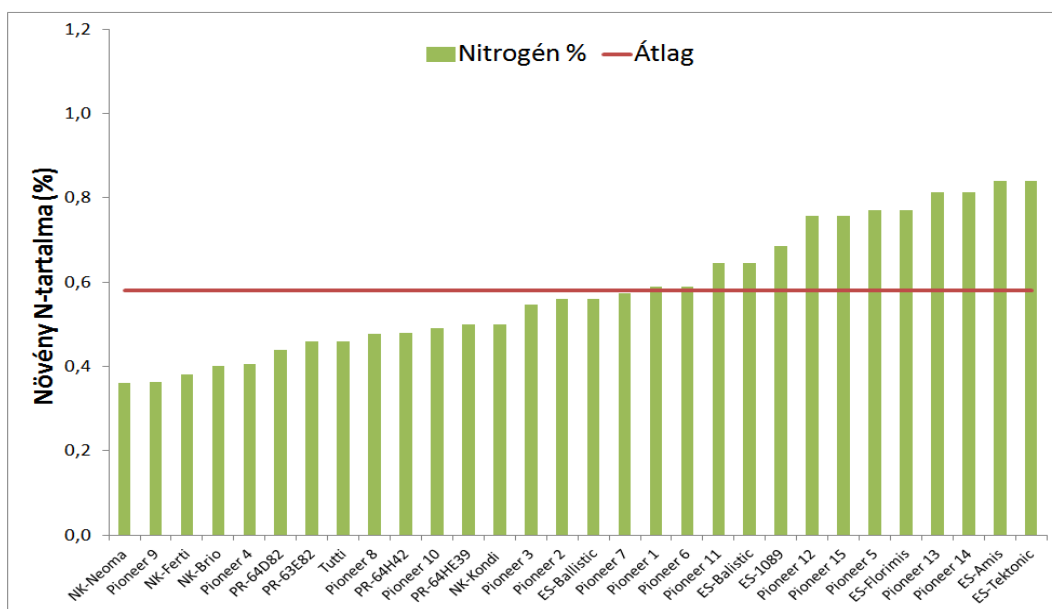
11. ábra: Az országos mintavételi helyek napraforgómintáinak N-tartalma

4.2.2. A napraforgó hibridek nitrogéntartalma

A 12. ábrán a Karcag-Cserháton, illetve a Debrecen-Látóképen beállított fajtakísérletekből területről begyűjtött napraforgóminták nitrogéntartalmi értékeit és azok átlagát mutatom be. A

kísérletben szereplők hibridek közül 19 *Pioneer*-, 6 *Euralis* és 5 *NK* hibridet vizsgáltam. A nitrogéntartalom értékek 0,36 és 0,84% közé esnek, az egyszerű számtani átlaguk 0,65%, szórásuk 0,15%.

Éppúgy, mint a repce esetében, a vizsgált napraforgó hibridek nitrogéntartalmában is jelentős kimutatható különbségeket tapasztaltam. Ez, tekintettel az azonos termesztési körülményekre, „fajtajellegre” utal, bár az összefüggés szignifikanciáját nagyobb számú vizsgálattal lehetne csak igazolni. Érdekes, hogy az *Euralis* hibridek majdnem mindegyike (1 kivételével) átlag feletti nitrogéntartalommal bírtak.



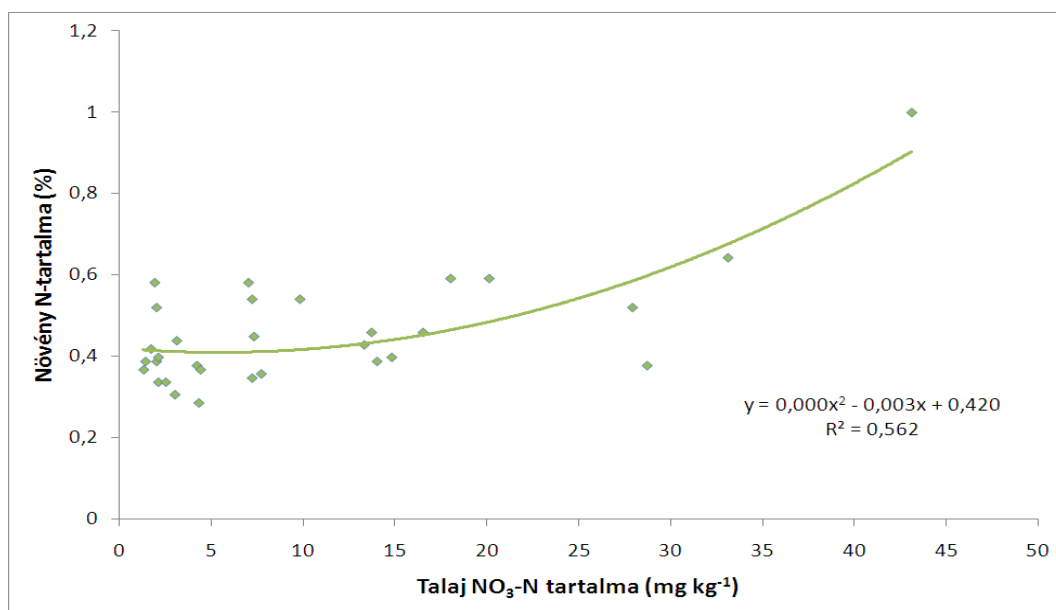
12. ábra: A vizsgált napraforgó hibridek N-tartalma

4.2.3. Összefüggés a talaj és a napraforgó nitrogéntartalma között

Hasonlóan a repcemintákhoz a napraforgó esetében is megvizsgáltam a talaj és a növény nitrogéntartalma közötti összefüggést. KÁDÁR (1993) szerint az 1 tonna napraforgó kaszattermés létrejöttéhez a hozzátartozó tányér és szárral együtt átlagosan 40 kg nitrogén szükséges. Amennyiben 3 t/ha kaszattermással számolunk, az NPK-igény az alábbi lesz:

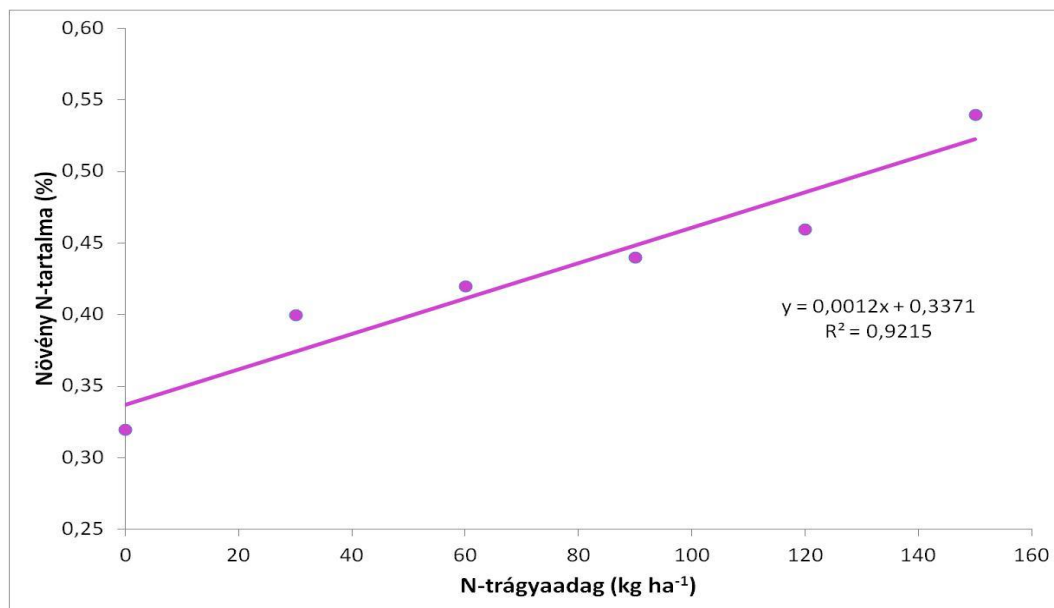
N 120 kg, P₂O₅ 60 kg és K₂O 210 kg.

A trendtől nagymértékben elütő, szélsőséges értékeket, összesen hármat ebben az esetben is kizártam a további elemzésből, így ekkor is 31 pontra vizsgáltam az összefüggést. A regresszióanalízis elvégzése után ebben az esetben is polinomiális összefüggést tudtam kimutatni a két változó között (13. ábra), az R^2 értéke 0,56-ra adódott. Az eredmények ismeretében a repce esetében tett megállapítások (4.1.3. pont) itt is érvényesek.



13. ábra: A talaj és a napraforgó N-tartalma közötti összefüggés

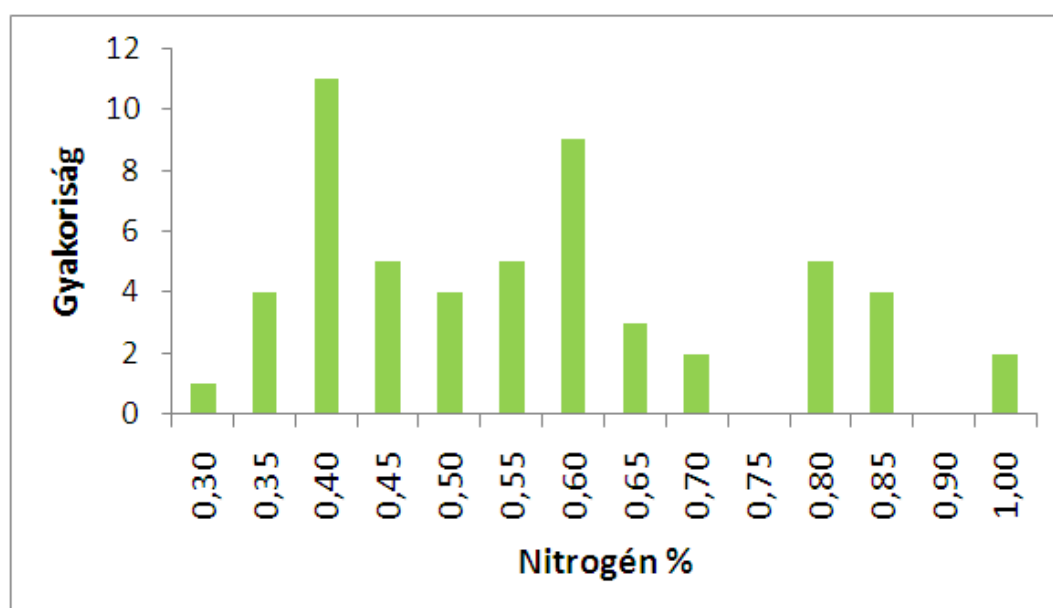
A talaj és a növény N-tartalma közötti összefüggéshez közlök még egy adalékot. A DE AGTC látóképi kísérleti telepén folyó kísérletek egyikében a N-műtrágyázás hatását vizsgálják. Lehetőségem volt ott is megmintázni azt a tartamkísérletet, amelyben a különböző trágyaadagoknak a termésre gyakorolt hatását vizsgálják. 6 kezelést alkalmaznak: 5 trágyázási szinten 30, 60, 90, 120 és 150 kg/ha hatóanyagtartalmú N-műtrágyát juttatnak ki, míg a kontroll parcella nem kap műtrágyát. A grafikonon jól látható az igen szoros (R^2 0,92) összefüggés a trágyaadag és a növény, jelen esetben az NK-Brio hibrid napraforgó N-tartalma között. Ez az eredmény arra engedhetne következtetni, hogy a N-trágyaadagok ismeretében kalkulálható az azokon termesztett növények maradványaival visszakerülő nitrogén mennyiségére, azonban a talajok N-tartalma a gyakorlatban nem olyan stabil, mint egy műtrágyázási tartamkísérletben.



14. ábra: A N-trágyaadag és a napraforgó N-tartalma közötti összefüggés

4.2.4. A napraforgó nitrogéntartalmának országspecifikus értéke

Éppúgy, mint a repce esetében a napraforgóminták nitrogéntartalmi értékeit is elemeztem azok osztályközökbe sorolt előfordulási gyakoriságuk tekintetében. Az adott osztályközökbe eső értékek gyakoriságának hisztogramja a 15. ábrán látható.



15. ábra: A napraforgóminták nitrogéntartalmának hisztogramja

A hisztogramon ábrázolt gyakoriságokat vettem figyelembe a súlyozott átlag kiszámításánál (9. táblázat).

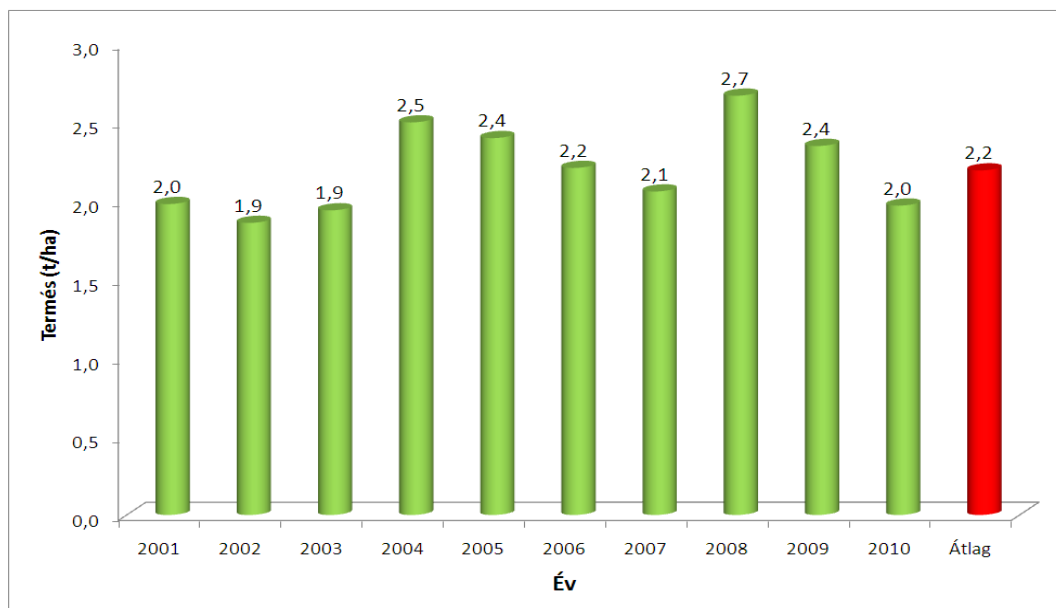
9. táblázat: A napraforgóminták N-tartalmának gyakorisága és súlyozott átlaga

Rekesztartomány (%)	Gyakoriság (db)	Gyakoriság (%)	Súlyozott N%
0,25	0	0,0	0,000
0,30	0	0,0	0,000
0,35	4	7,4	0,026
0,40	11	20,4	0,081
0,45	5	9,3	0,042
0,50	4	7,4	0,037
0,55	5	9,3	0,051
0,60	9	16,7	0,100
0,65	3	5,6	0,036
0,70	2	3,7	0,026
0,75	0	0,0	0,000
0,80	5	9,3	0,074
0,85	4	7,4	0,063
0,90	0	0,0	0,000
0,95	0	0,0	0,000
1,00	2	3,7	0,037
Összesen	61	100	0,573

A napraforgóminták nitrogéntartalmának az előfordulási gyakoriságok figyelembevételével számított súlyozott átlaga: **0,57%**. Ezt az értéket vettem figyelembe a tarlómaradvány nitrogéntartalmának meghatározása érdekében végzett további számításokkor.

4.2.5. A napraforgó tarlómaradvány mennyisége és szárazanyag tartalma

A napraforgó tarlómaradvány mennyiségét (nedves tömeg) a szem:szár (1:2) és a szem:tányér arány ismeretében (1:1) határoztam meg. A szemtermés nagyságát a Központi Statisztikai Hivatal az utolsó 10 évre vonatkozó (2001-2010) Statisztikai Évkönyveinek mezőgazdasági fejezetében közölt termésátlag adatokat vettem figyelembe, ezek átlagát számoltam ki (16. ábra). Ezen megközelítés alapján a napraforgó átlagos szemtermése 2,2 t/ha. Ezt az értéket vettem figyelembe a tarlómaradvány nitrogéntartalmának meghatározása érdekében végzett további számításokkor.



16. ábra: A napraforgó országos termésátlagai 2001-2010

Forrás: KSH

A napraforgótányérokat teljesen érett állapotban kell betakarítani. Becslések szerint, a beérés utolsó két hetében a magvak szárazanyag tartalma 50-100%-kal növekszik. Az érés kezdetét tányér és a szár rész sárga elszíneződése jelzi, amely ezt követően néhány nappal gyorsan barnulni kezd. Színváltás idején a kaszatok vízleadása jelentősen felgyorsul. A betakarítás csak akkor kezdhető meg, ha a kaszatok nedvességtartalma 15-16%-ra csökken, a tányér nedvességtartalma pedig 30% alá. A jelenlegi gyakorlat szerint, a kaszatok 30-32%-os nedvességtartalmának idején kémiai beavatkozással állományszárítást (desszikálást) végeznek. Állományszárításra a *Reglone* és *Harvarde* szerek a leginkább használatosak. Ezek figyelembevételével a napraforgó tarlómaradvány szárazanyag tartalmát **70%-osnak** vettük a további számításokhoz.

A napraforgó tarlómaradvány nedves tömege tehát a kaszattermés és a növényi maradvány aránya (szem:szár arány), illetve a kaszattermés és a tányér aránya (szem:tányér arány) ismeretében számítható. A tarlómaradvány száraz tömegét pedig a nedves tömeg és a százalékos szárazanyag tartalom szorzataként határoztuk meg. A napraforgó tarlómaradvány mennyiségi jellemzőit a 10. táblázatban foglaltam össze.

10. táblázat: A napraforgó tarlómaradványának mennyiségi jellemzői

Termés (kg/ha)	Szem:szár arány	Tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)	Szárazanyag tartalom (%)	Száraz tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)
2.200	1:2	4.400	70	3.080
Termés (kg/ha)	Szem:tányér arány	Tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)	Szárazanyag tartalom (%)	Száraz tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)
2.200	1:1	2.200	70	1.540
Összesen		6.600	70	4.620

A napraforgó tarlómaradvány mennyiségének meghatározására irányuló, saját méréseken alapuló esettanulmányunk eredményétől a fő- és melléktermék arányát figyelembe vevő számítási módszerünk helyességének igazolását vártuk. Természetesen egy ilyen mérésből messzemenő következtetéseket még nem lehet levonni, de tájékoztató adatokat kaphatunk a módszertan helyességét illetően.

Egy napraforgóval bevetett kísérleti parcellán kijelölt 4,5 m²-es mintaterületről begyűjtött és kiszárított növényi maradvány tömegét megmértem: az össztömeg 4,21 kg-ra adódott. Ebből következtetve az 1 ha-ra becsült növényi maradvány tömege 4,678 tonna. Figyelembe véve a terület terméshozamát - ami valamivel az átlag feletti, 2,4 t/ha volt - a mérési eredmények összecsengenek a számítással meghatározott eredményekkel (11. táblázat).

11. táblázat: A napraforgó tarlómaradványának mért és számított mennyisége a mintaterületen

Termés (kg/ha)	Tarlómaradvány számított mennyisége (kg/ha)	Tarlómaradvány mért mennyisége (kg/ha)	Eltérés (%)
2.400	5.040	4.678	7,7

4.2.6. A napraforgó tarlómaradvány nitrogéntartalma

A napraforgó tarlómaradvány mennyiségének (száraz tömeg) és a 4.2.4. pontban ismertetett országspecifikus százalékos nitrogéntartalom értékének ismeretében számítható a tarlómaradvánnyal az 1 ha területen átlagosan maradó nitrogén mennyisége (12. táblázat).

12. táblázat: A napraforgó tarlómaradványának nitrogéntartalma

Száraz tarlómaradvány mennyisége (kg/ha)	Növényi N-tartalom (%)	Tarlómaradvány N-tartalma (kg/ha)
4.620	0,57	26,33

Számításaim alapján a napraforgó tarlómaradvány nitrogén tartalmának Magyarországra jellemző, reprezentatív értéke **26,33 kg/ha**.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Megismerve az IPCC metodikát, az a véleményem alakult ki, hogy az jól használható, hasznos útmutató a mezőgazdasági és földhasználati szektorokban nehezen, vagy nem mérhető paraméterekre alapozott számítások elvégzéséhez, ahogy azt a korábbi tapasztalatok is bizonyították (SZÖLLŐSI et al., 2009, ZSEMBELI et al., 2008). Mindazonáltal nyilvánvaló, hogy az IPCC rendszere bizonyos adatok tekintetében hiányos. A munkám eredményeként kapott, a repce és napraforgó a tarlómaradvány nitrogén tartalmának Magyarországra jellemző, reprezentatív értékei hiánypótlóak metodikai szempontból. Ezen értékek meghatározása után kapott eredményeim alapján javaslom az IPCC *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* című útmutatójának 4., *Agriculture* című fejezetének 4.58. oldalán található 4.16 számú táblázatának kiegészítését a 13. táblázatban közölt adatokkal. A táblázat kiegészítését az általam használt útmutató nyelvének megfelelően angolul adom meg.

13. táblázat: A repce és a napraforgó növényi maradványának jellemzői

Product	Residue/Crop product Ratio kg/kg	Dry Matter Fraction kg DM/kg	Nitrogen Fraction kg N/kg DM
Oilseed rape	2	0.7	0.0033
Sunflower	3	0.8	0.0057

A talaj és a repce, illetve a napraforgó nitrogéntartalma közötti összefüggés vizsgálata során mindkét növény esetében megállapítottam, hogy az irodalmi adatokkal összezsengésben a talaj jobb nitrogén ellátottsága a növény magasabb nitrogéntartalmában manifesztálódik.

Eredményeim gyakorlati vonatkozásai:

- Az eredményes és hatékony gazdálkodáshoz elengedhetetlen a tápanyag-visszapótlás alternatív módjainak alkalmazása, pl. a növényi maradványok felszeccskázása és talajba dolgozása.
- Az így visszapótlott N mennyiségének meghatározása hozzájárulhat a növénytaplálás költségeinek csökkentéséhez, illetve a természeti erőforrásokkal való takarékosabb bánásmódhoz.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A Kiotoi Jegyzőkönyvet ratifikáló országokra vonatkozó szabályok egyik fontos része az, hogy az országoknak évente üvegházhatású gáz leltárt kell benyújtania az ENSZ-hez. A leltárok készítésének módszerét a világ egyik legrangosabb tudományos testülete, a Klímaváltozási Kormányközi Panel (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) dolgozta ki. Ennek a munkának szerves része a minden évben elkészítendő üvegházhatású gáz leltár (az un. NIR: National Inventory Report) elkészítése, amihez a módszertant az IPCC az un. Good Practice Guidance elnevezésű, Helyes Gyakorlati Útmutatójában adja meg. Ebben a számításokhoz szükséges információk találhatóak meg, természetesen meglehetősen uniformizáltan, azaz általánosságban érvényes, előre meghatározott, un. 'default' értékekre alapozva. Az országspecifikus, az adott ország viszonyait legjobban tükröző eredmények kiszámításához természetesen mért adatokra van szükség.

A talajok dinitrogén-oxid emissziója az IPCC módszertan szerint úgy számítható ki, hogy összesítjük a műtrágyahasználatból, a szervesztrágya használatból, a N-fixáló növények által megkötött és a visszaforgatott növényi maradványokból származó N éves mennyiségét, majd ezeket egy emissziós faktorról korrigáljuk, azaz megkapjuk az ezen forrásokból származó nitrogén emittált mennyiségét.

Az IPCC módszertani útmutatójában szerepel egy táblázat, amelyben az egyes termesztett növények talómaradványának nitrogéntartalma van feltüntetve. Amennyiben ismerjük a növényi maradványok mennyiségét és N-tartalmát, akkor azok szorzata megadja a talajba visszajuttatott N mennyiségét. Az útmutatóban szereplő táblázat számos növényre megadja ezeket az értékeket, de a táblázatból hiányoznak két, Magyarországon nagy területen termesztett növény adatai. Ez a két növény a repce és a napraforgó. Ennek kapcsán jelentkezett a feladat, az IPCC módszertanából hiányzó adatok pótlása, azaz *a repce és napraforgó esetén a talómaradvány hányad (a termés és a képződő talómaradvány hányadosa), a talómaradvány szárazanyag tartalom és a talómaradvány N-tartalom Magyarországra jellemző, reprezentatív értékeinek meghatározása, laboratóriumi mérésekkel, a mérési eredmények feldolgozása.*

A kutatási projekt elvégzése érdekében egy egész Magyarországot reprezentáló mintavétel volt szükséges repce és napraforgó állományokból. A mintavételezés a repce érése előtt júniusban, míg a napraforgó esetében augusztus végén került sor. Összesen 126 növény- és mintegy 70 talajmintát gyűjtöttünk be. Két megközelítést alkalmaztunk: egyrészt két alkalommal, az országot körbejárva különböző régiókban gyűjtöttünk növény- és talajmintákat, másrészt repce és napraforgó fajtakísérleteket mintáztunk meg.

Az egyes nagy előállító, illetve forgalmazó mezőgazdasági cégek által fenntartott fajtakísérletekben köztermesztésben lévő és új hibrideket is tesztelnek. Vizsgálatukkal az volt a célom, hogy megállapítsam, van-e különbség az azonos környezeti és agrotechnikai tényezők és körülmények mellett termesztett hibridek nitrogéntartalma között. A növéymintákkal egy időben talajmintát is vettünk. Repce esetében három, napraforgó esetében két fajtakísérletből vettünk mintákat.

A kutatási projekt eredménye a repce és napraforgó tarlómaradvány nitrogén tartalmának Magyarországra jellemző reprezentatív értéke, illetve az IPCC metodika országspecifikus továbbfejlesztése. A repceminták nitrogéntartalmának az előfordulási gyakoriságok figyelembevételével számított súlyozott átlaga: **0,33%** lett, míg a napraforgóminták esetében ez az érték **0,57%-ra** adódott. Számításaim alapján a repce száraz tarlómaradvány mennyisége **3360 kg/ha**, míg napraforgó esetében ez az érték **4620 kg/ha-ra** adódott. A repce tarlómaradvány N-tartalma átlagosan **11,09 kg/ha**, míg napraforgónál ez az érték **26,33 kg/ha**.

Megvizsgáltam a talaj és a repce, illetve a napraforgó nitrogéntartalma közötti összefüggést. Mindkét növény esetében megállapítottam, hogy az irodalmi adatokkal összeecsengésben a talaj jobb nitrogén ellátottsága a növény magasabb nitrogéntartalmában manifesztálódik.

Eredményeim legfőbb gyakorlati vonatkozása, hogy a növényi maradványok felszecsckázása és talajba dolgozása útján így visszapótoltt N mennyiségének meghatározása hozzájárulhat a növénytáplálás költségeinek csökkentéséhez, illetve a természeti erőforrásokkal való takarékosabb bánásmódhoz.

SZAKIRODALOM JEGYZÉK

- AASE, J.K. – TANAKA, D.L.: 1987. Soil water evaporation comparisons among tillage practices in the northern Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:436-440.p.
- ABRECHT, D.G. - BRISTOW, K.L.: 1990. Maize seedling response to the soil environment at varying distances from a mulched soilbare soil boundary. *Soil Tillage Res.* 15:205-216.
- ANDERSSON, G. – OLERED, R., - OLSSON G.: 1958. Zur Nährstoffaufnahme des Winterraps. *Z. Acker-u. Pflanzenbau.* 107. 171-179.p.
- ANTAL J.: 1996. Napraforgó. Tápanyagellátás. In: BOCZ E. Szántóföldi növénytermesztés 634. Mezőgazda Kiadó. Budapest. ISBN: 963 286 081 0.
- BARTALOS T. - LAL, R. - NÉMETH T. :1995. Conservation tillage for sustaining soil and water quality. Ministry for Environment and Regional Policy. AKAPRINT Budapest. (Lal R.: Conservation tillage for sustainable management of soils of Hungary. 22-40.p.
- BERRY, W.A.J. – MALLETT, J.B.: 1989. The effect of removing maize surface residue from the seed-row on seedzone temperature, soil water, and maize development. *S. Afr. J. Plant Soil* 6:108-112.p.
- BERTÁNÉ SZABÓ E. - LOCH J. - ZSIGRAI Gy. – BLASKÓ L.: 2010. Effects of long-term fertilization on the yield of winter wheat and N forms on Luvic Phaeosem soil determined in 0.01 M CaCl₂. *Agrokémia és Talajtan.* 59. 135-144. p.
- BIRKÁS M. - CSÍK L.: 2002. Környezetközpontú talajművelés. In.: BIRKÁS M. Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Kiadó. Budapest. 147.
- BIRKÁS M. - GYURICZA Cs.: 2004. Talajhasználat. Műveléshatás. Talajnedvesség. ISBN: 963 217 523 9.
- BIRKÁS M. (szerk.): 2006. Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. Szent István Egyetem. ISBN: 963 06 0259 8.
- BIRKÁS M.: 1993. Talajművelés. In: Földműveléstan 96. (Szerk.: Nyíri L.). Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- BIRKÁS M.: 2010. Long-term experiments aimed at improving tillage practices. *Acta Agronomica Hungarica*, 58(Suppl.). 75-81 p.
- COOKE, G. W.: 1981. Value of „blueprints” in research and advisory work. In: *Agricultural Yield Potentials in Continental Climates.* 199-207. 16th Colloquium of International Potash Institute . Warsaw.

- COX, W.J. – ZOBEL, R.W. – H.M. van ES – OTIS, D.J.: 1990. Growth, development and yield of maize under three tillage systems in the northeastern U.S.A. *Soil Tillage Res.* 18:295-310.
- CSATHÓ P.: 1994. Magyarországi talajok NPK-mérlegei 1990-ben és 1991-ben. *Növénytermelés.* 43. p.
- CSERHÁTI S.: 1905. *Növénytermelés I. kötet. Általános növénytermelés.* Nitsmann József Nyomdája. Győr.
- DEBRECZENI I.: 1978. Fontosabb szántóföldi növényeink és gyepes területeink nitrogén mérlege. *Növénytermesztés.* 27.p.
- DEBRECZENI I.: 1987. A magyar mezőgazdaság NPK- mérlege. *Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle.* (2-3).
- DULEY, F. L.: 1959. Stubble mulching in the Great Plains. *J. Soil Water Conservation, Des Moines,* 14. 1. 7-11.p.
- FEKETE A.: A tápanyag gazdálkodás hazai helyzetének áttekintése. *Agrárfórum.* III. különszám 3-14. p.
- FOGARASSY Cs.: 2001. *Energianövények a szántóföldön.* SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja. ISBN: 963 9256 47 1. 86-97.p.
- FORTIN, M.C.: 1993. Soil temperature, soil water, and no-till corn development following in-row residue removal. *Agron. J.* 85:571-576.
- GRAEF, M. – VELLGUTH, G.: 1994. Fuel from sugar beet and rape seed oil – mass and energy balances for evaluation. In: *Biomass for Energy and Environment, Agriculture and Industry,* 8th E.C. Conference. Vienna.
- GYÓRFFY B. - I'ZSÓ-BÖLÖNI I.: 1965. *Kukoricatermesztés.* Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- HORTON, R. – KLUITENBERG, G.J. – BRISTOW, K.L.: 1994. Surface crop residue effects on the soil surface energy balance, p. 143-162. (In.: P.W. Unger (ed.) *Managing agricultural residues.* Lewis Publ., Ann Arbor, MI.)
- KÁDÁR I. - NÉMETH T.: 2003. Mikroelemek kilúgzásának vizsgálata szabadföldi terhelés tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 52. 315-330.
- KÁDÁR I.: 1993. Különböző szemléletek a tápanyag-utánpótlás alapelveiről. *Agrokémia és Talajtan.* Tom. 42. No 3-4. 408-420. p.

- KÁDÁR I.: 2001. A repce (*Brassica napus* L.) műtrágyázása vályog csernozjom talajon. I. Növénytermelés. 50. 559-573.p.
- KASPAR, T.C. – ERBACH, D.C. – CRUSE, R.M.: 1990. Corn response to seed-row residue removal. Soil Sci. Soc Am.J. 54:1112-1117.
- KEMENESY E.: 1964. Talajművelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- KEMENESY E.: 1972. Földművelés - Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- LÁSZTITY R.: 1981. Gabonafehérjék. Mezőgazdasági Kiadó
- LAZÁNYI J. - LOCH J. - JÁSZBERÉNYI: 2006. Agrokémia és Talajtan 55. 135-144.p.
- MÁTHÉ A.: 1992. Repce. Tápanyagellátás, vetés. In: BOCZ E. Szántóföldi növénytermesztés 651.p. Mezőgazda Kiadó. Budapest. ISBN: 963 81 6010 1.
- MAZSAROV, P.: 1950. Harc az aszály ellen. Athenaeum Könyvkiadó. Budapest.
- MÉM Tervgazdasági Főosztály: 1990. A különböző növények melléktermék-főtermék aránya. Segédlet a mezőgazdasági termelőségvetkezetek éves üzemtervének elkészítéséhez. 29. p.
- NEMÉNYI M. - PECZE Zs. - STÉPÁN Zs. - KACZ K. - SZAXON A.: 2001. A precíziós növénytermesztés műszaki tapasztalatai. MTA-AMB K+F tanácskozás. Gödöllő. I.kötet 47-51.p.
- NÉMETH T. - KARAMÁN J.: 1986. A N-trágyázás hatása az őszi káposztarepce termésére és tápelemtartalmára. Agrokémia és Talajtan. 35. 95-104. p.
- NÉMETH T.: 1988. Az őszi káposztarepce tápelemfelvétele és trágyázása. Agrokémia és Talajtan. 36-37. 294-312.p.
- NÉMETH T.: 1996. Az őszi káposztarepce tápelem felvétele és trágyázása. Agrokémia és Talajtan 36-37. 294-312.p.
- NÉMETH T.:1996. Talajaink szervesanyagtartalma és N-tartalma, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- NÉMETH T - KOVÁCS G. - KÁDÁR I.: 1988. A nitrát, a szulfát és a vízzoldható sók bemosódásának vizsgálata műtrágyázási tartamkísérletben. Agrokémia és Talajtan. 36-37.p.
- NYIRI L.: 1997. Az aszálykárok mérséklése. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- PEPÓ P. (szerk.): 2005. Olaj- és ipari növények. In: Növénytermesztéstan 2. (Szerk.: ANTAL J.). 235. p. Mezőgazda kiadó, Budapest. ISBN: 978-963-286-440-2.

- RECKE H. - NÉMETH K.: 1985. Relationships between EUF-N fractions, N-uptake and quality of sugar beet in deep loess soils of Southern Lower Saxony. Plant and Soil Vol. 83.p.
- SARKADI J.: 1979. Az intenzív tápanyagellátás hatása a talaj termékenységére. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységére. Ankét 5-35. MTA TAKI, Budapest.
- SWAN, J.B. – SCHNEIDER, E.C. – MONCRIEF, J.F. – PAULSON, W.H. – PETERSON, A.E.: 1987 Estimating corn growth, yield, and grain moisture from air growing degree days and residue cover. Agron. J. 79:53-60.p.
- SZÖLLŐSI N. – KOVÁCS Gy. – BAKTI B. – ZSEMBELI J. – GYURICZA Cs.: 2009. CO₂-emission of the soil on the basis of the comparison of measured and calculated data. Erdei Ferenc V. Tudományos Konferencia. 2009. szeptember 3-4. Kecskemét. 1352-1356.p. ISBN 978-963-7294-79-2 III. kötet.
- ZSEMBELI J. - KOVÁCS Gy. - SZÖLLŐSI N. - GYURICZA Cs.: 2008. Correlations of soil management and carbon stock change in soils. ECOMIT Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Sustainable Farming Systems. November 5–7. 2008 in Piešťany, Slovakia ISBN: 978-80-969603-1-6.

Internetes hivatkozások

- I1.: <http://www.sulinet.hu/tart/fcikk/Kice/0/10335/5>
- I2. :http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladeggazd/hulladeggazdalkodas/hulladeggazdalkodasi_tervek_oht_magyarul.html
- I3.:http://forestpress.hu/jie_hu/index.php?option=com_content&task=view&id=13330&Itemid=225 2010. 05. 23. 21.03.h

MELLÉKLETEK

1. sz. melléklet: A repce mintavételi helyek, azok földrajzi koordinátái és a mintavételek ideje

Sorszám	Dátum	Település	É	K
1	2011.június 27.	Kenderes I.	47,23383	20,69968
2	2011.június 27.	Kenderes II.	47,25106	20,65574
3	2011.június 27.	Fegyvernek	47,24141	20,55217
4	2011.június 27.	Törökszentmiklós	47,19272	20,44785
5	2011.június 27.	Tiszatenyő	47,12106	20,37259
6	2011.június 27.	Kengyel	47,07947	20,33665
7	2011.június 27.	Szolnok	47,15617	20,23391
8	2011.június 27.	Abony	47,20784	20,06835
9	2011.június 27.	Cegléd	47,21674	19,71364
10	2011.június 27.	Nagykőrös	47,01306	19,76856
11	2011.június 27.	Solt	46,79744	19,09771
12	2011.június 27.	Lepsény	46,98407	18,19395
13	2011.június 27.	Veszprém	47,07514	17,90087
14	2011.június 27.	Devecser	47,11687	17,42413
15	2011.június 27.	Tüskevár	47,11778	17,29501
16	2011.június 28.	Sárvár	47,26217	16,87832
17	2011.június 28.	Egyházasköd	47,08545	16,6365
18	2011.június 28.	Egyházashollós	47,06502	16,68423
19	2011.június 28.	Magyarszecsőd	47,0335	16,65101
20	2011.június 28.	Nádasd	46,97812	16,60433
21	2011.június 28.	Körmend	47,0133	16,56817
22	2011.június 28.	Nagykölked	47,06556	16,54566
23	2011.június 28.	Ják	47,15231	16,58002
24	2011.június 28.	Szombathely	47,25044	16,54629
25	2011.június 28.	Söpte	47,28109	16,66288
26	2011.június 29.	Tiszaörs	47,48325	20,81384
27	2011.június 29.	Tiszafüred	47,58714	20,76844
28	2011.június 29.	Poroszló	47,66196	20,58374
29	2011.június 29.	Karcag-Tilalmas	47,37858	20,88583
30	2011.június 29.	Karcag-Cserhát	47,35116	20,84276
31	2011.június 29.	Hajdusoboszló	47,43541	21,4486
32	2011.július. 06.	Füzesabony	47,7509	20,44219
33	2011.július. 06.	Tiszaszentimre	47,46219	20,664854

2. sz. melléklet: A napraforgó mintavételi helyek, azok földrajzi koordinátái és a mintavételek ideje

Sorszám	Dátum	Település	É	K
1	2011.augusztus 24.	Fegyvernek	47,23665	20,53711
2	2011.augusztus 24.	Szolnok	47,14837	20,14779
3	2011.augusztus 24.	Nagykőrös	47,04287	19,83133
4	2011.augusztus 24.	Fülöpszállás	46,83653	19,25211
5	2011.augusztus 24.	Dunaföldvár	46,82074	18,86986
6	2011.augusztus 24.	Cece	46,78707	18,68941
7	2011. augusztus 24.	Dég	46,85033	18,43449
8	2011.augusztus 24.	Balatonkenese	47,05291	18,14075
9	2011.augusztus 24.	Devecser	47,11745	17,42702
10	2011.augusztus 24.	Gérce	47,21333	17,0029
11	2011.augusztus 25.	Szombathely	47,26389	16,53952
12	2011.augusztus 25.	Torony	47,24006	16,5158
13	2011.augusztus 25.	Nagykölked	47,06152	16,55244
14	2011.augusztus 25.	Csákánydoroszló	46,98869	16,52851
15	2011.augusztus 25.	Kisrákos	46,85417	16,50205
16	2011.augusztus 25.	Zalalövő	46,86538	16,59468
17	2011.augusztus 25.	Óhid	46,95306	17,16211
18	2011.augusztus 25.	Kéthely	46,63169	17,40753
19	2011.augusztus 25.	Szenyér	46,45151	17,37299
20	2011.augusztus 25.	Kaposfő	46,35743	17,64332
21	2011.augusztus 25.	Kaposhomok	46,36892	17,92061
22	2011.augusztus 25.	Kaposszekcső	46,3327	18,11404
23	2011.augusztus 25.	Nagymányok	46,29052	18,47873
24	2011.augusztus 26.	Baja	46,18551	19,04313
25	2011.augusztus 26.	Rém	46,23293	19,17707
26	2011.augusztus 26.	Kiskunhalas	46,43357	19,53922
27	2011.augusztus 26.	Kiskunfélegyháza	46,68922	19,86085
28	2011.augusztus 26.	Szentés	46,68803	20,32571
29	2011.augusztus 26.	Szarvas	46,88099	20,62628
30	2011.augusztus 26.	Gyomaendrőd	46,95405	20,7534
31	2011.augusztus 26.	Mezőtúr	47,02736	20,6249
32	2011.augusztus 26.	Túrkeve	47,13757	20,74209
33	2011.augusztus 30.	Kisújszállás	47,23545	20,73437
34	2011.augusztus 30.	Nyírmada	48,04297	22,18654
35	2011.szeptember 1.	Karcag	47,28557	20,88501

