

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A HIBRIDKUKORICA VETŐMAG ELŐÁLLÍTÁS KÖRNYEZETKÍMÉLŐ
TECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE**

Víg Róbert

Témavezető: Prof. dr. Nagy János, Dr. Dobos Attila



DEBRECENI EGYETEM
Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2010

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A szántóföldi növénytermesztés alapvetően a természeti erőforrások (pld.: éghajlat, talaj, vetőmag stb.) hasznosításán alapul, viszont a fejlődés folyamán erőforrásaink kihasználása egyre magasabb szintűvé, bizonyos esetekben káros mértékűvé vált (Szász, 2002).

A földművelés és a növénytermesztés fejlődése során az emberiség a mezőgazdasági tevékenységgel jelentős mértékben befolyásolta a Föld felszínét, a talaj tulajdonságait. Az iparszerű, erősen kemizált, a termőhelyi feltételeket figyelmen kívül hagyó gazdálkodási forma olyan káros folyamatokat indított el a talajban, mely a talajtermékenység csökkenéséhez vezetett (Ángyán *et al.*, 1997; Ruzsányi és Pepó, 1999). Ilyen negatív hatások a termőtalaj pusztulása (erózió, defláció), a szervesanyag-tartalom, a talaj biológiai aktivitásának csökkenése, savanyodás, vizenyősödés, láposodás, szikesedés, a talajszerkezet romlása, porosodás, tömörödés, a talaj szennyeződése (Ángyán és Menyhért, 1988).

A talajhasználat nem vezet szükségszerűen talajkészleteink állapotának romlásához. Az erősödő kedvezőtlen hatások ellenére talajaink minősége, termékenysége megőrizhető, fenntartható (Várallyay, 2001). Talajaink természetes állapotának, termékenységének fenntartása szükségessé teszi az alkalmazkodó vagy fenntartható mezőgazdaság kidolgozását és bevezetését (Ángyán *et al.*, 1997), mely megköveteli, hogy az ökonómiai szempontok mellett vegyük figyelembe az ökológiai szempontokat, a termőhelyi adottságokat, és a környezet lehető legkisebb terhelése mellett valósítsuk meg a gazdaságos termelést (Szász, 1997; Sárvári, 1998; Loch, 1999; Pepó, 2007). A fenntartható fejlődés elveit a tápanyag-gazdálkodásban is érvényesítenünk kell, vagyis a termelési és a környezeti igényeket össze kell hangolnunk, és alkalmaznunk kell a termőhelyi feltételekhez igazodó környezetkímélő tápanyag-utánpótlás elveit (Láng és Csete, 1992).

A magas termésátlagok és a jó minőség eléréséhez szükséges a szerves és szervesetlen tápanyagok felhasználása, viszont az okszerűtlen tápanyag-utánpótlás károsíthatja környezetünket (Szabó, 1999). Az ésszerű műtrágyázás nem környezetszennyező, hiszen csak annyi műtrágyát juttatunk ki, ami adott körülmények között a kultúrnövény zavartalan fejlődéséhez szükséges, minimálisra csökkentve a

műtrágyaveszteséget (Kádár, 1992; Németh, 1995). Környezetvédelmi szempontból fontos, hogy a tápanyag-utánpótlást a kultúrnövény igényeihez, a tápanyagfelvételi dinamikához és a termőhelyi viszonyokhoz igazítsuk (Németh, 2001). A mechanikus trágyázási gyakorlatról át kell térnünk a dinamikusra, melynek alapelemei: a rendelkezésre álló tápelemforrások optimális kihasználása, a tápelemkörforgalom figyelembe vétele, a trágyázás tartamhatásának fokozottabb figyelembe vétele, a trágyázás nem kívánt mellékhatásainak elkerülése (Németh és Várallyay, 1998).

A hajdúszoboszlói kukorica vetőmag-előállítás talajadottságainak, a talajtípusok közötti különbségek és a talajban hosszú idő (40 év) alatt bekövetkezett változások értékelésével, a vetőmag kukoricaállományok heterogenitását kiváltó tényezők, valamint a természetes alapanyagú lombtrágyák termésnövelő hatékonyságának vizsgálatával célom volt az okszerű és fenntartható tápanyag-gazdálkodás elősegítése.

2. A kutatás módszerei

2.1. A talajadottságok értékelésének módszere

A vizsgált, szántóföldi művelési ágba eső terület mérete 580,4 ha volt, amely Hajdúszoboszló délnyugati, valamint északkeleti részén helyezkedett el. A kukorica vetőmag-előállítás területének jellemzése genetikus talajtérképre alapozva térinformatikai eszközökkel történt. Hajdúszoboszló dél-délnyugati részének és északkeleti területének beszkenelt és EOVS (Egységes Országos Vetület) koordinátarendszerbe beforgatott genetikus talajtérképét a Hajdú-Bihar Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága bocsátotta rendelkezésemre, melynek digitalizálását valamint a térinformációs adatbázis kialakítását *ArcGis 9.1* szoftverkörnyezetben végeztem.

A termelési körzetben a kukorica vetőmag-előállítás területének lehatárolását *Trimble GPS Pathfinder ProXH* és *ArcPad 7.0* szoftver alkalmazásával végeztem. A bemért táblák polygonjait illesztettem a termőterület digitalizált genetikus talajtérképéhez, így láthatóvá vált a táblákra jellemző talajtípusok, altípusok, változatok és szelvényfeltárási pontok térbeli elhelyezkedése. Ezen információk figyelembe vételével a mintavételi pontok kijelölése során elsődleges volt minden talajtípus és szelvényfeltárási pont esetében mintavételi pontok felvétele. Összesen 119

talajmintavételi pontot jelöltem ki, ebből 36 pontot az 1964-66-os szelvényfeltárások helyein. Az egyes mintavételi pontokat egyedi kóddal láttam el, ami lehetőséget adott a talajminták mintavételi pontok alapján történő egyedi azonosítására.

A talajmintavétel digitalizált genetikus talajtérképre alapozva, *Trimble GPS Pathfinder ProXH* és *ArcPad 7.0* szoftver alkalmazásával, az előre kijelölt mintavételi pontokon, átlagosan 4 hektáronként, a talaj 0-30 centiméteres rétegében, 2006.05.20 és 2006.06.12 között, *Eikelkamp* típusú kézi talajfúróval történt. A talajmintavételt összesen 2006.09.19 és 2006.10.02 között megismételtem, így 119 mintavételi ponton összesen 238 talajmintát vettem. A talajvizsgálatokat a DE ATC Agrokémiai és Talajtani Tanszéken végezték.

2.2. A talajban hosszú idő alatt bekövetkezett változások vizsgálatának módszere

A kukorica vetőmag-előállító terület talajmintavételi pontjainak kijelölése során 36 mintavételi pontot az 1964-66-os szelvényfeltárások pontjain jelöltem ki. A 2006-os talajmintavétel eredményeit összehasonlítottam az 1964-66-os szelvényfeltárások talajvizsgálati jegyzőkönyvében rögzített eredményekkel, amit a Hajdú-Bihar Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatósága bocsátott rendelkezésemre. A szelvényfeltárások és a 2006-os talajmintavétel is egyedi azonosítóval történtek, így lehetőségem adódott az eredmények páronként történő összehasonlítására, amit *SPSS for Windows 14.0* statisztikai programcsomaggal végeztem. A változók normalitását Kolmogorov-Smirnov teszttel értékeltem, majd a normalitásvizsgálat függvényében az 1966-os és 2006-os talajvizsgálati eredményekben jelentkező szignifikáns különbségeket párosított t-próbával vagy Wilcoxon teszttel határoztam meg. A statisztikai értékelést minden esetben 5 százalékos szignifikancia-szinten végeztem.

2.3. A talajtípusok összehasonlító vizsgálatának módszere

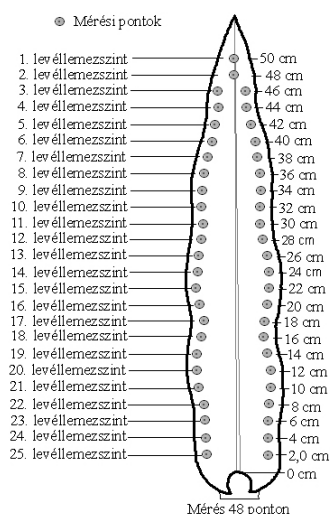
A talajtípusok közötti különbségek értékelése során a talajvizsgálati eredmények átlagértékeit, valamint a különböző kémhatású, kötöttségű, sótartalmú, mész-, humusz-, nitrogén-, foszfor-, kálium- és cinkellátottságú talajfoltok területét és területi arányát hasonlítottam össze.

A statisztikai értékelés során Kolmogorov-Smirnov teszttel vizsgáltam az összehasonlítható változók normalitását. A talajok közötti különbségek statisztikai értékelése a nem normál eloszlású talajparaméterekre nem paraméteres próbával (Kruskal-Wallis H teszt), a normál eloszlású talajtulajdonságokra paraméteres próbával (Duncan teszt és t-próba) történt. A talajtípusok közötti különbségek értékelésére az azonos varianciájú talajparaméterekre vonatkozóan a Duncan tesztet, a nem azonos varianciájú változók esetében t-próbát alkalmaztam. A statisztikai értékelést 228 talajminta vizsgálati eredményei alapján, 5 százalékos szignifikanciaszinten végeztem.

2.4. A SPAD-mérés megbízhatóságának vizsgálati módszere

A vetőmag kukoricaállomány heterogenitásának, valamint a természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysági vizsgálata során SPAD-érték (SPAD-index) méréseket is végeztem Minolta SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) készülékkel, ezért 2006-ban vizsgáltam a mérés megbízhatóságát és pontosságát is.

A klorofill levéllemezen belüli megoszlását 29 db, a földfeletti 6-7. nódusból eredő, 54-56 centiméteres levélen vizsgáltam, beltenyésztett növényállományban, a címerhányás után. A levéllemezen 2 centiméterenként 48 mérési pontot jelöltem ki (1. ábra), majd a mért SPAD-indexeket mérési pontonként adatbázisban rögzítettem.

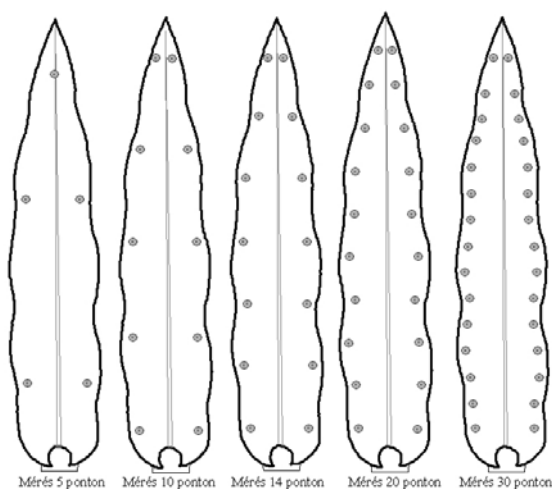


1. ábra. A SPAD-érték megoszlásának vizsgálatára kijelölt mérési pontok

Az eredmények értékelését *SPSS for Windows 14.0* statisztikai programcsomaggal végeztem. A vizsgált leveleken mért értékeket mérési pontonként átlagoltam, és értékeltem a klorofill levéllemez hosszában történő eloszlását.

A 48 pontos mérések eredményei alapján variancia-átlag grafikonon ábrázoltam a SPAD-értékeket, majd az átlagos SPAD-értékek és a varianciák közötti összefüggést regresszió-analízissel értékeltem.

A klorofill levéllemez hosszában történő eloszlásának figyelembe vételével 5, 10, 14, 20 és 30 mérési pontból álló mérési módszereket határoztam meg. Az 5 pontos mérés esetében a levéllemez alsó harmadában kettő, a levéllemez felső harmadában pedig három mérési pontot jelöltem ki. A 10, 14, 20 és 30 pontos mérések esetében a levéllemez alapi részének jobb és bal oldalán jelöltem ki az első két mérési pontot, a többi mérési pontot pedig a levéllemez jobb és bal oldalán a levéllemez hosszában arányosan osztottam el (2. ábra).



2. ábra. A mérési pontok elhelyezkedése a levéllemezen az 5, 10, 14, 20 és 30 pontos mérési módszerekben

A 48 pontos mérések eredményeiből levelenként 30 ismétlésben válogattam le SPAD-értékeket az 5, 10, 14, 20 és 30 pontos mérési módszereknek megfelelően. Az 5 pontos mérés esetében a levélsúcson kijelölt mérési ponthoz az 1. és 2. levéllemez szinten mért értékek, a levél felső harmadában kijelölt két mérési ponthoz a 9., 10. és 11. levéllemezszinten mért értékek, a levél alsó harmadában kijelölt mérési pontokhoz a 21., 22. és 23. levéllemezszinten mért értékek közül véletlenszerűen válogattam le

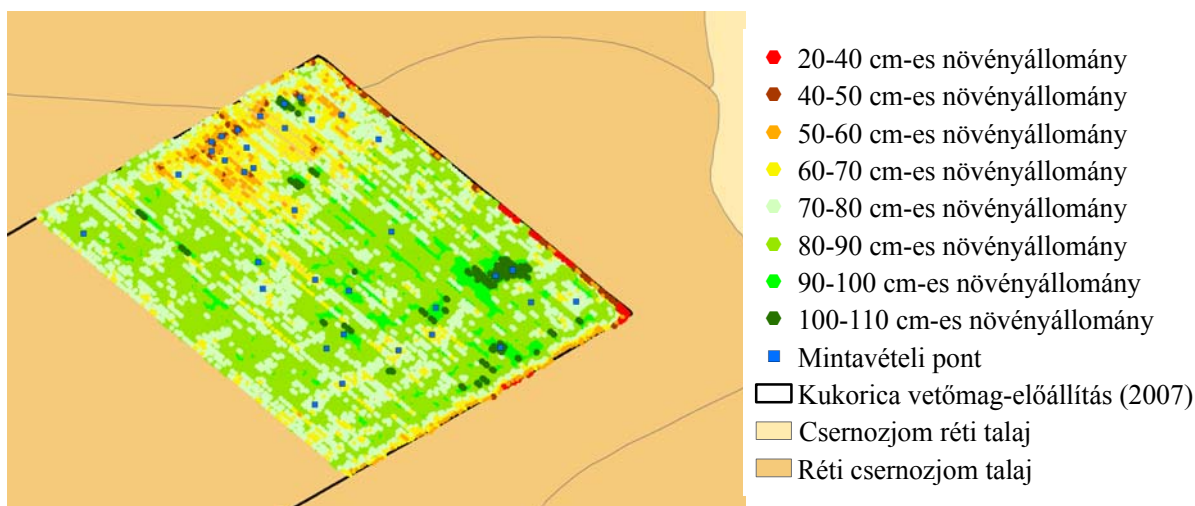
adatokat. A 10, 14, 20 és 30 pontos mérési módszerek esetében is levéllemezsintenként történt a SPAD-értékek leválogatása. A különböző mérési módszerekkel leválogatott adatok alapján meghatároztam a levelek átlagos SPAD-értékét, valamint a variancia komponensek felbontásával a levélen belüli és a levelek közötti szórást. Regresszió-analízissel értékeltem a mintavételi pontok számának összefüggését az átlagos SPAD-értékkel, a levélen belüli szórással és a levelek közötti szórással. A levelek közötti különbségek kimutatására alkalmas módszer meghatározása variancia analízissel (ANOVA) történt. A 30 ismételtsben leválogatott adatok alapján, minden ismételtsben variancia analízissel vizsgáltam a levelek közötti különbségeket és meghatároztam az F-próbastatisztika értékét. A 30 ismételtsben meghatározott F-értékek átlaga alapján értékeltem, hogy az adott mérési módszer milyen biztonsággal alkalmas a levelek közötti különbségek kimutatására.

2.5. A vetőmag kukoricaállományban jelentkező heterogenitás értékelésének módszere

2007-ben a vetőmag kukoricaállomány heterogenitását vizsgáltam Hajdúszoboszló déli termelési körzetében, karbonátos réti csernozjom talajon. A vizsgálatra a rendelkezésre álló táblák közül a növényállomány habitusában legkevésbé egységes, talajtípusában viszont homogén táblát választottam.

A növényállomány heterogenitásának vizsgálatát beltenyésztett kukorica anyavonalon, nullapás vetésben végeztem egy 10,4 hektáros, alaptrágyázott ($160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) mintaterületen. Az állományban véletlenszerűen lemértem 100 növény magasságát, és a mérési eredmények alapján 8 magassági kategóriát jelöltem ki: 20-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm, 60-70 cm, 70-80 cm, 80-90 cm, 90-100 cm, 100-110 cm. A helyszíni méréseket kétsoronként végeztem. A növényállomány magasságát mérőrúddal mérve meghatároztam, hogy az adott mérési ponton a növényállomány melyik magasság-kategóriába esik, a mérés helyének koordináta pontjait pedig *Trimble GPS Pathfinder ProXH* és *ArcPad 7.0* szoftver alkalmazásával rögzítettem. A növénymagasság mérését a címerezést követően, a megmaradt felső két levél metszéspontjáig, 2007.07.16 és 2007.07.20 között, 12633 mérési ponton végeztem. A mérési pontok átlagos területe $8,2 \text{ m}^2$ volt.

A különböző növénymagassággal jellemezhető állományfoltok területi lehatárolása és a mintavételi pontok kijelölése *ArcGis 9.1* szoftverkörnyezetben történt. Alacsony területi kiterjedéséből adódóan a 20-40 cm magasságú állományfoltokat összevontam a 40-50 centiméteres állományrészekkel. A mérési eredmények alapján minden növénymagasság-kategóriában 4-8 mintavételi pontot jelöltem ki (összesen 35) (3. ábra).



3. ábra. A növénymagasság változása a mintaterületen

Mintavételi pontonként mértem a levelek SPAD-értékét, termés-, levél- és talajmintát vettem.

A SPAD-indexet (SPAD-érték) 2007.07.27-én (címerhányás után), Minolta SPAD-502 készülékkel, mintavételi pontonként 10 növényen, a legfejlettebb levélen, levelenként 10 ponton mértem. A SPAD-mérést a levéllemez hosszában arányosan elosztva, a levéllemez jobb és bal oldalán öt-öt ponton végeztem.

A termés- és levélmintavétel (cső alatti levelek) 2007.08.29-én és 2007.08.30-án, mintavételi pontonként 10 növényen, a talajmintavétel 2007.09.25-én 0-30 és 30-60 cm mélységben, *Eikelkamp* típusú kézfűróval történt. Összesen 350 termésmintát, 350 levélmintát és 70 talajmintát vettem.

A levélanalízist és a talajvizsgálatokat DE ATC Agrokémiai és Talajtani Tanszékén végezték.

A növényenkénti szemszám ($\text{db} \cdot \text{tő}^{-1}$) és a SPAD-érték, a termés ($\text{g} \cdot \text{tő}^{-1}$) és a SPAD-index közötti összefüggéseket regresszió-analízissel vizsgáltam. A regressziós

egyenletek alapján a SPAD-értékből kiindulva növénymagasság-kategóriánként becsültem az átlagos szemszámot és a termést, majd a becsült értékeket a mért értékekhez viszonyítva meghatároztam a becslés pontosságát.

A terméseredményekben jelentkező heterogenitásáért felelős tényezőket főkomponens-analízissel kerestem. Vizsgáltam a kukoricaszemek száma ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$) és a felvett tápelemek, a termés ($\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$) és a felvett tápelemek, a levelekben mért tápelemek arányai és a növényenkénti szemszám, a termés és a tápelemarányok, a talajvizsgálati eredmények és a szemszám, valamint a termés és a talajvizsgálati eredmények közötti összefüggéseket.

A felvett nitrogén és a SPAD-index közötti összefüggést regresszió-analízissel értékeltem. A regressziós egyenlet alapján a SPAD-értékből kiindulva növénymagasság-kategóriánként becsültem a levelek átlagos nitrogéntartalmát, majd a becsült értékeket a mért értékekhez viszonyítva meghatároztam a becslés pontosságát. A nitrogénfelvétel és a SPAD-index heterogenitásáért felelős talajtényezőket főkomponens-analízissel kerestem. A statisztikai értékelések 5 százalékos szignifikancia-szinten történtek.

2.6. A természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysági vizsgálatának módszere

A természetes alapú lombtrágyák hatékonyságának vizsgálatát három egymás után következő évben (2006, 2007, 2008) végeztem Hajdúszoboszló déli termelési körzetében.

A vizsgált táblák talaja az Arany-féle kötöttség alapján (45-46) az agyagos vályog fizikai talajféleségbe tartozott, gyengén lúgos kémhatású ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 8,1-8,3$), gyengén meszes ($\text{CaCO}_3 = 1,6-3,0 \text{ m/m}\%$), kis sótartalmú (Vízoldható összes só = $0,013 \text{ m/m}\%$), megfelelő humusztartalmú ($2,92-3,12 \text{ m/m}\%$), közepes nitrogéntartalmú (Összes nitrogén = $1701-1814 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), gyenge cinktartalmú volt (KCl-EDTA Zn = $1,07-1,62 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Foszforban és káliumban a 2006-os és 2007-es kísérleti terület közepesen ($\text{AL-P}_2\text{O}_5 = 161-169 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{K}_2\text{O} = 286-287 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), a 2008-as vizsgálati terület gyengén ellátottnak ($\text{AL-P}_2\text{O}_5 = 84 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\text{K}_2\text{O} = 218 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) minősült (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérleti területek talajvizsgálati eredményeinek átlagértékei

Vizsgált talajparaméterek	Vizsgálati terület		
	2006	2007	2008
Arany-féle kötöttség	46	45	45
pH _(H₂O)	8,3	8,2	8,1
CaCO ₃ (m/m%)	3,0	2,2	1,6
Vízoldható összes só (m/m%)	0,013	0,013	0,013
Humusz (m/m%)	3,01	3,12	2,92
Összes nitrogén (mg·kg ⁻¹)	1750	1814	1701
AL-P ₂ O ₅ (mg·kg ⁻¹)	161	169	84
AL-K ₂ O (mg·kg ⁻¹)	287	286	218
KCl-EDTA Zn (mg·kg ⁻¹)	1,45	1,62	1,07

A vizsgálatokat mind a három évben alaptrágyázott, vetőmag kukoricaállományban, nullapás vetésben végeztem. Az elővetemény minden esetben vetőmag-kukorica volt.

A vetést (április vége - május eleje) nullapás rendszerben végezték, az anyasorok esetében Monosem, az apasorok esetében Optima típusú vetőgéppel.

Alaptrágyaként 130-160 kg·ha⁻¹ nitrogén, 80-85 kg·ha⁻¹ foszfor és 70-80 kg·ha⁻¹ kálium került kijuttatásra. A foszfor, a kálium és a nitrogén 10-15 százalékát komplex műtrágya formájában ősssel, a nitrogén 85-90 százalékát tavasszal, közvetlenül a magágykészítés előtt adták ki.

A kezelt és kezeletlen területeket 12 m szélességűre (16 anyasor) terveztem, a mintavételi pontokat pedig négy ismétlésben jelöltem ki *ArcGis 9.1* szoftverkörnyezetben. A vizsgálatokat Natur Plasma, cinkkel dúsított Natur Plasma, Natur Vita és Amalgerol Prémium készítményekkel végeztem.

Vizsgált készítmények:

- Natur Plasma (*Chlorella algasűrítőanyag tápelemekkel dúsítva*)
- Natur Vita (*Chlorella algasűrítőanyag porított változata*)
- Amalgerol Prémium (*növényi illóolajok, ásványi olajok, alginát, mannitol, laminarin, algakivonat, makro- és mikroelemek*)

2006-ban Natur Plasmát alkalmaztam állománykezelésben 2,5 százalékos töménységben (6,4 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹ vízzel). 2007-ben állománykezelést végeztem Natur Plasmával és cinkkel dúsított Natur Plasmával 2,5 százalékos (6,4 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹ vízzel).

vízzel), Amalgerol Prémiummal 1,0 százalékos töménységben ($2,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $250 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vízzel) és a Natur Vita $250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ dózisával ($250 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vízzel). Tarlókezelésben Amalgerol Prémiumot 2,0 százalékos ($6,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $300 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vízzel) és Natur Plasmát 3,2 százalékos töménységben ($10 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $300 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vízzel) juttattam ki. 2008-ban a Natur Plasma 2,5 százalékos ($6,4 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $250 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vízzel), az Amalgerol Prémium 1,0 százalékos ($2,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $250 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) és a Natur Vita $250 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ dózisát alkalmaztam állománykezelésben.

Az állománykezelés két időpontban, 5-8 leveles állapotban és a címerhányás előtt egy-másfél héttel, Berthoud Boxer 3000-es permetezőgéppel történt.

A tarlókezelésekre 2006.10.15-én került sor Berthoud Boxer 3000-es permetezőgéppel, kukoricatarlón. A kezelést szárzúzás és tárcsázás előzte meg, ezt követően a készítmények kijuttatása közvetlenül a talajfelületre történt, amit sekély (5-10 cm) tárcsás bedolgozás követett. A tarlókezelés hatását 2007-ben vetőmag kukoricaállományban értékeltem.

2008-ban állománykezelésben a lombtrágyák kombinációinak hatékonyságát is vizsgáltam. Kombinált kezelésben 2008.06.09-én Amalgerol Prémium ($5,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), 2008.07.07-én és 2008.07.21-én Natur Plasma ($5,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) került kijuttatásra.

A hatékonyság értékeléséhez mintavételi pontonként 10 töről, kezelésenként 40 db termésmintát vettem. Csövenként meghatároztam a kukoricaszemek számát, valamint a légszáraz minták tömegét.

2008-ban a kezelésekből SPAD-méréseket is végeztem Minolta SPAD-502 mérőkészülékkel. A méréseket mintavételi pontonként 10 növényen, a 6-7. levélen, a levéllemez hosszában arányosan elosztva, a levéllemez jobb és bal oldalán öt-öt ponton mértem. A méréseket három alkalommal végeztem el, az első kezelés előtt (2008.06.05), a két kezelés között (2008.07.11) és a második kezelés után (2008.08.06).

A kukoricaszemek száma ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$), a terméseredmények és a SPAD-mérés eredményeinek értékelése során Kolmogorov-Smirnov tesztel ellenőriztem az adatok eloszlásának normalitását, valamint a kezelések szemszám-, termés- és SPAD-varianciájának azonosságát. A normalitásvizsgálat minden esetben normál eloszlást igazolt, ezért a középértékek összehasonlítására paraméteres próbát választottam. A

középértékek szimultán összehasonlítását Duncan teszttel végeztem, majd a nem azonos varianciájú kezelések esetében kapott szignifikancia-eredmények valódiságát t-próbával ellenőriztem.

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

3.1. A kukorica vetőmag-előállítás területének talajadottsága

A kukorica vetőmag-előállítás területének legnagyobb részét (67,3%) a gyengén lúgos kémhatású talajok adták, de magas (18,1%) volt a gyengén savanyú területek aránya is. A vizsgált terület teljes egésze kis sótartalmúnak, 98,5 százaléka pedig igen gyenge és gyenge mésztartalmúnak bizonyult. A hajdúszoboszlói talajok többsége humuszban megfelelően és jól ellátottnak (70,1%), nitrogénben közepesen (100%), cinkben gyengén (96,5%) ellátottnak minősült. A foszfor- és káliumellátottság változatos volt, gyengén, közepesen, megfelelően, jól és igen jól ellátott területek is előfordultak. Legnagyobb területi arányt (AL-P₂O₅: 50,4%; AL-K₂O: 55,4%) a megfelelő és a közepes ellátottságú talajok képviseltek.

A kukorica vetőmag-előállítás szempontjából kedvező az I. termőhelyi kategóriába tartozó talajok (98,1%) és a csernozjom talajok (87,5%) magas aránya. Kedvezőtlen a gyengén savanyú (18,1%), a gyenge mésztartalmú (98,5%) és a gyenge tápanyag-ellátottságú talajok magas aránya.

3.2. A talajban hosszú idő alatt bekövetkezett változások

A 2006-os talajmintavétel eredményeit összehasonlítottam az 1964-66-os szelvényfeltárások talajvizsgálati jegyzőkönyvében rögzített értékekkel.

A két vizsgálati ciklus között a pH_(H₂O) és a mésztartalom tekintetében a Wilcoxon teszt azonosságot, a humusz-, vízdoldható összes só-, össznitrogén-, AL-oldható foszfor- és káliumtartalom esetében a párosított t-próba szignifikáns különbséget igazolt. 40 év alatt statisztikailag igazolható mértékben csökkent a humusztartalom (0,99 m/m%), a vízdoldható összes sótartalom (0,034 m/m%) és az összes nitrogén mennyisége (551 mg·kg⁻¹), valamint szignifikáns mértékben növekedett a AL-P₂O₅- (112 mg·kg⁻¹) és a AL-K₂O-tartalom (92 mg·kg⁻¹).

Az eredmények a területen végzett gazdálkodás humuszfogyasztó jellegét és annak negatív hatását (humusztartalom csökkenése), valamint a '70-es években végzett feltöltő foszfor- és káliumtrágyázás sikerességét igazolták.

3.3. A kukorica vetőmag-előállítás területét jellemző főbb talajtípusok összehasonlító értékelése

A csernozjom réti talaj teljes területe az agyagos vályog fizikai talajféleségbe tartozott, míg a másik két talaj esetében vályog területek is előfordultak, a réti csernozjom talajon 3,0%, a mészlepedékes csernozjom talajon 36,4% területi gyakorisággal.

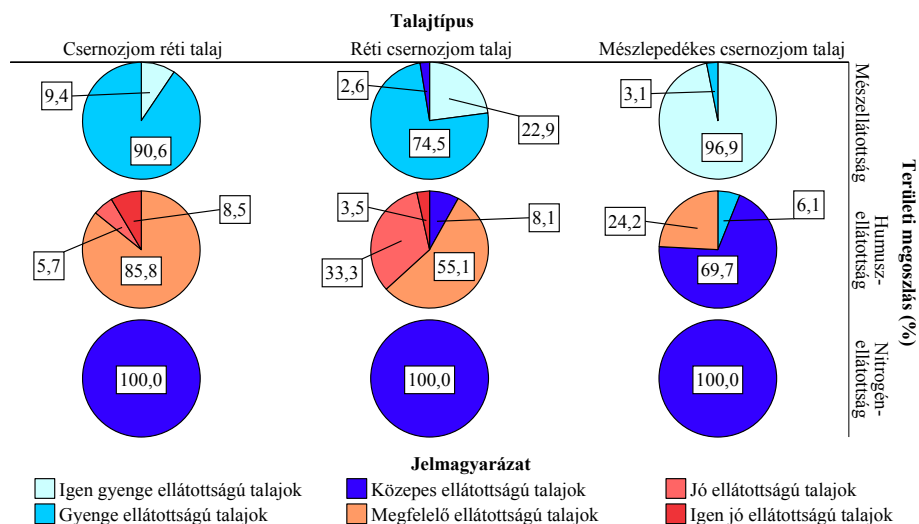
A csernozjom réti talaj területén vett talajminták $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ -ja a gyengén lúgos tartományba esett, míg a réti csernozjom és a mészlepedékes csernozjom talaj esetében gyengén savanyú (2,8% és 54,6%) és semleges területeket (4,7% és 33,3%) is azonosítottam.

A vizsgált talajok vízdoldható összes sótartalma egyik esetben sem haladta meg a kis sótartalmú talajokra jellemző sómennyiség alsó határát (0,1%), valamint alacsony volt a vizsgált talajok mésztartalma is. A legnagyobb területi arányban a mészlepedékes csernozjom talajon az igen gyenge (96,9%), a csernozjom réti és a réti csernozjom talajon a gyenge (90,6% és 74,5%) mésztartalmú területek fordultak elő.

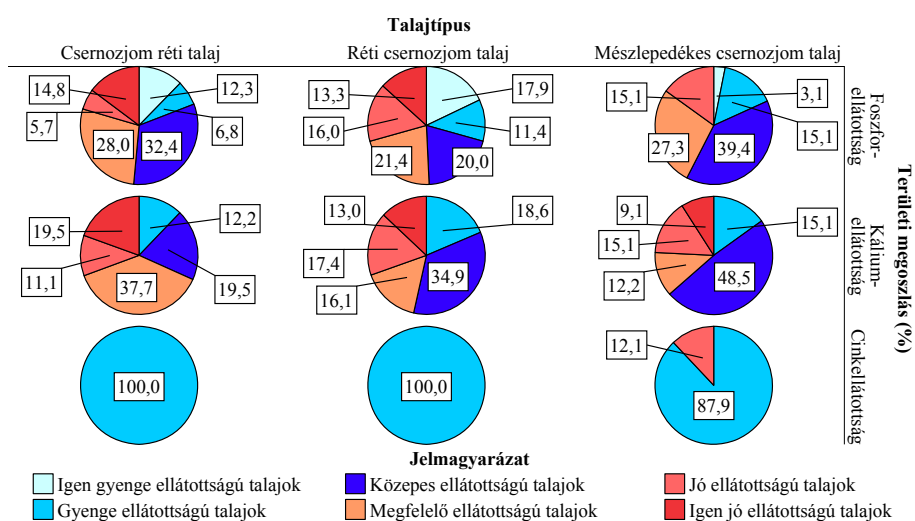
A humusszal megfelelően ellátott talajok aránya a csernozjom réti talajon volt a legnagyobb (85,8%), a réti csernozjom talajon kisebb (55,1%) és a mészlepedékes csernozjom talajon a legkisebb (24,2%). A mészlepedékes csernozjom területek többsége (69,7%) a közepes humuszellátottsági kategóriába esett, valamint a három talajtípus nitrogénellátottsága a teljes területet tekintve a közepes volt (4. ábra).

A foszfortartalmat tekintve a legnagyobb területi arányt mindhárom talajon a közepes és a megfelelő ellátottsági kategória képviselte. A két ellátottsági kategória területi gyakorisága a mészlepedékes csernozjom talajon 66,7%, a csernozjom réti talajon 60,4%, a réti csernozjom talajon 41,4% volt. Az igen gyenge és gyenge foszfortartalmú területek aránya a réti csernozjom talajon (29,3%) meghaladta, a csernozjom réti talajon (19,1%) és a mészlepedékes csernozjom talajon (18,2%) meghatározott területi gyakoriságokat. A jó és igen jó foszforellátottságú talajok

területi aránya a réti csernozjom talajon volt a legnagyobb (29,3%), a csernozjom réti talajon kisebb (20,5%) és a mészlepedékes csernozjom talajon a legkisebb (15,1%) (5. ábra).



4. ábra. A különböző mész-, humusz- és nitrogéntartalmú talajok területi megoszlása (%) a talajtípusokon belül



5. ábra. A különböző foszfor-, kálium- és cinktartalmú talajok területi megoszlása (%) a talajtípusokon belül

A foszforhoz hasonlóan a káliumellátottság is nagy változatosságot mutatott mindhárom talaj esetében, viszont a foszforral ellentétben káliummal igen gyengén ellátott területek egyik talajtípuson sem fordultak elő. A közepes és a megfelelő káliumtartalmú területek aránya mindhárom talajon meghaladta az 50 százalékot, a

mészlepedékes csernozjom talajon 10,7 százalékkal, a csernozjom réti talajon 7,2 százalékkal, a réti csernozjom talajon 1,0 százalékkal. A gyenge káliumellátottságú talajok területi gyakorisága a réti csernozjom talajon (18,6%) meghaladta a mészlepedékes csernozjom talajra (15,1%) és a csernozjom réti talajra (12,2%) jellemző területi arányokat. A jó és igen jó káliumtartalmú talajok tekintetében a csernozjom réti és a réti csernozjom talajra közel hasonló (30,6% és 30,4%), a mészlepedékes csernozjom talajra alacsonyabb (24,2%) területi gyakoriságot számoltam.

A csernozjom réti talaj és a réti csernozjom talaj teljes területe cinkben gyengén ellátottnak minősült, ezzel ellentétben a mészlepedékes csernozjom talaj területének 12,1 százaléka jó cinkellátottságot mutatott (5. ábra).

A Duncan teszt a vizsgált talajok sótartalmában nem mutatott statisztikailag igazolható különbségeket. A mészlepedékes csernozjom talaj cinktartalma szignifikánsan magasabbnak bizonyult a réti csernozjom és a csernozjom réti talaj esetében mért értékekhez viszonyítva, viszont nem volt statisztikai értelemben vett különbség a réti csernozjom és a csernozjom réti talaj cinktartalmában.

A t-próba szignifikancia-eredményei alapján nem adódott igazolható különbség a csernozjom réti és a réti csernozjom talaj humusz-, AL-P₂O₅- és összes nitrogén tartalmában, a AL-K₂O-tartalom pedig mindhárom talajtípuson azonosnak bizonyult.

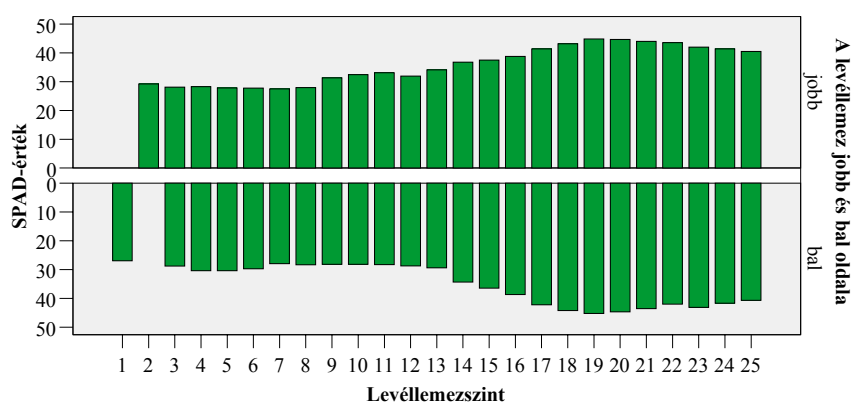
A pH_(H₂O) tekintetében a t-próba minden talajtípus között szignifikánsan különbségeket igazolt. A csernozjom réti talaj pH_(H₂O)-ja 0,2-el magasabb volt mint a réti csernozjom és 1,3-el magasabb mint a mészlepedékes csernozjom talaj esetében. A réti csernozjom és a mészlepedékes csernozjom talaj pH_(H₂O)-ja közötti különbség 1,1 volt. Szignifikáns különbség adódott a csernozjom réti és a mészlepedékes csernozjom talaj humusz- (0,55 m/m%), AL-P₂O₅- (45 mg·kg⁻¹) és összes nitrogén tartalmában (320 mg·kg⁻¹), továbbá statisztikailag igazolható különbség jelentkezett a réti csernozjom és a mészlepedékes csernozjom talaj humusz- (0,57 m/m%), AL-P₂O₅- (30 mg·kg⁻¹) és összes nitrogén tartalmában (331 mg·kg⁻¹).

A talajtípusok között jelentkező szignifikáns különbségek igazolják, hogy a talajadottságok értékelése során a vizsgálatokat talajtípusokra lebontva szükséges végezni, ugyanis a vizsgálati terület egységes értékelése során elfedjük azokat a

különbségeket, melyek a kukorica vetőmag-előállítás hatékonyságát befolyásolják, de talajtípusonként változnak, ezért a talajmintavételt talajtípusonként, genetikusan talajtérképre alapozva, előre kijelölt és ismert koordinátájú mintavételi pontokon szükséges elvégezni.

3.4. A SPAD-mérés megbízhatósági vizsgálata

A kukoricalevél SPAD-értéke a levéllemez alapi részétől (41-42 SPAD-érték) indulva növekedett a levélalaptól mért 10-16 centiméteres távolságig (44-45 SPAD-érték), ezt követően pedig csökkent a levéllemez csúcsáig (27-29 SPAD-érték) (6. ábra).



6. ábra. A SPAD-értékek változása a levéllemez hosszában

A klorofill levéllemez hosszában történő eloszlásának figyelembe vételével 5, 10, 14, 20 és 30 mérési pontból álló mérési módszereket határoztam meg. Az 5 pontos mérés esetében a levéllemez alsó harmadában kettő, a levéllemez felső harmadában pedig három mérési pontot jelöltem ki. A 10, 14, 20 és 30 pontos mérések esetében a levéllemez alapi részének jobb és bal oldalán jelöltem ki az első két mérési pontot, a többi mérési pontot pedig a levéllemez jobb és bal oldalán a levéllemez hosszában arányosan osztottam el.

A 48 pontos mérések eredményeiből levelenként 30 ismétlésben válogattam le SPAD-értékeket az 5, 10, 14, 20 és 30 pontos mérési módszereknek megfelelően.

Regresszió-analízissel értékeltem a mintavételi pontok számának összefüggését az átlagos SPAD-értékkel, a levélen belüli szórással és a levelek közötti szórással. A mérési pontok száma és az átlagos SPAD-index között gyenge ($R = 0,279$), a mérési pontok száma és a levelek belső szórása között erős ($R = 0,765$), a mérési pontok

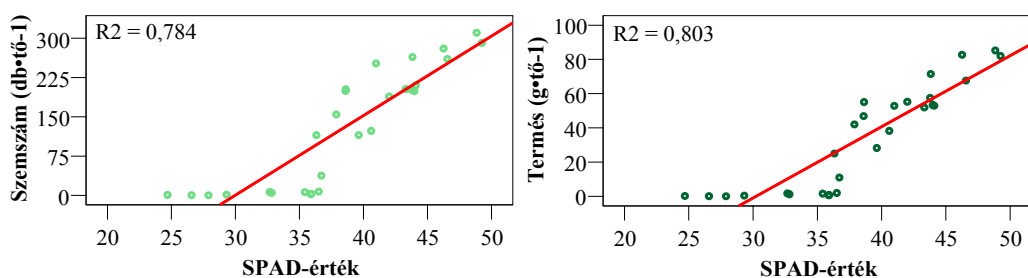
száma és a levelek közötti szórások között ($R = 0,570$) közepes összefüggést állapítottam meg.

A levelek közötti különbségek kimutatására alkalmas módszer meghatározása variancia analízissel (ANOVA) történt. A 30 ismételtsben leválogatott adatok alapján, minden ismételtsben variancia analízissel vizsgáltam a levelek közötti különbségeket és meghatároztam az F-próbastatisztika értékét. A 30 ismételtsben meghatározott F-értékek átlaga alapján értékeltem, hogy az adott mérési módszer milyen biztonsággal alkalmas a levelek közötti különbségek kimutatására. A levelek közötti különbségek biztonságos kimutatása csak egynél nagyobb F-érték mellett lehetséges, valamint minél nagyobb az F-próbastatisztika, annál nagyobb valószínűséggel mutathatóak ki kisebb különbségek is. Az 5 pontos mérési módszer esetében az F-érték egynél kisebb, ezért a levelek közötti különbségek kimutathatósága bizonytalan. Az F-próbastatisztika a 10 pontos szisztematikus mérés esetében már egynél nagyobb értéket adott, vagyis a levelek átlagos SPAD-értékében jelentkező különbségek nagy biztonsággal történő kimutatásához legalább 10 ponton szükséges SPAD-mérést végezni. Ez abban az esetben igaz, ha a levelek közötti különbségek kimutatása során a levélen belül mért értékeket hasonlítjuk össze. A levelek közötti különbségek kimutatása történhet a levelek átlagos SPAD-indexe alapján is. Ebben az esetben elegendő öt ponton mérni a levelek SPAD-indexét, ugyanis a mérési pontok száma az átlagos SPAD-értéket kevésbé befolyásolja.

3.5. A vetőmag kukoricaállomány heterogenitásának értékelése

A mintaterületen legnagyobb arányban a 80-90 cm (37,9%) és a 70-80 cm magasságú (28,6%) állományfoltok, legkisebb gyakorisággal a 20-40 cm (0,3%) és a 40-50 cm (0,8%) növénymagasság-kategóriák fordultak elő. Alacsony volt a 100-110 centiméteres (1,1%) és az 50-60 centiméteres (3,4%) növényállományok területi gyakorisága. Közel hasonlóan alakult a 90-100 cm (14,3%) és a 60-70 cm (13,6%) magassággal jellemezhető állományrészek területi kiterjedése.

A vetőmag kukoricaállomány heterogenitásának vizsgálata során megállapítottam, hogy szoros összefüggés van a SPAD-index és a növényenkénti szemszám ($\text{db} \cdot \text{t}^{-1}$) ($R = 0,885$), a SPAD-érték és a termés ($\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$) között ($R = 0,896$) (7. ábra).



7. ábra. A SPAD-érték összefüggése a növényenkénti szemszámmal ($\text{db} \cdot \text{tő}^{-1}$) és a terméssel ($\text{g} \cdot \text{tő}^{-1}$)

A regressziós egyenletek alapján a SPAD-indexből kiindulva növénymagasság-kategóriánként becsültem az átlagos szemszámot ($\text{db} \cdot \text{tő}^{-1}$) és termést ($\text{g} \cdot \text{tő}^{-1}$), majd a becsült értékeket viszonyítva a mért értékekhez meghatároztam a becslés pontosságát. A kukoricaszemek száma és a termés becslése a 90 cm alatti növényállományokban pontatlannak (60-87% és 59-89%), a 90 centiméternél magasabb növényállományokban pontosnak (92-94% és 94-97%) bizonyult. A SPAD-mérés eredményeire alapozva becsülhető a termés, viszont a becslés pontossága nagymértékben függ a növényi kondíciótól. A heterogén állományokban drasztikusan változik a növényi kondíció, ezért a SPAD-értékre alapozott termésbecslés csak a homogén állományokban lehet pontos.

A regresszió-analízis szoros összefüggést ($R^2 = 0,668$) igazolt a SPAD-index és a levelek nitrogéntartalma között is. A regressziós egyenlet alapján végzett nitrogéntartalom becslése minden növénymagasság-kategóriában pontos (89,4-99,6%) volt, vagyis a becslés pontosságát a növényi kondíció nem befolyásolta.

A vetőmag kukoricaállomány heterogenitását kiváltó tényezőket főkomponens-analízissel kerestem. A főkomponens súlyok alapján megállapítottam, hogy a növényenkénti szemszám ($\text{db} \cdot \text{tő}^{-1}$) (0,909), a levelek nitrogéntartalma (0,839) és a levelek cinktartalma (0,818) között szoros összefüggés adódott. A kálium gyenge (0,314), a többi felvett tápelem pedig igen gyenge (0,034-0,131) összefüggést mutatott a szemszámmal, a nitrogéntartalommal és a cinktartalommal. A $\text{g} \cdot \text{tő}^{-1}$ értékben kifejezett termés (0,913) szintén a levelek nitrogéntartalmával (0,852) és cinktartalmával (0,804) adott szoros összefüggést, amit a kálium gyenge (0,319) a többi tápelem pedig igen gyenge (0,035-0,139) mértékben befolyásolt (2. táblázat).

2. táblázat. A növényenkénti szemszám ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$) és a termés ($\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$) összefüggése a felvett tápelemekkel

A vizsgált változók	Főkomponensek	
	1	2
N%	0,839	0,852
P%	-0,054	-0,053
K%	0,314	0,319
Mg%	0,113	0,118
Ca%	0,034	0,035
Cu $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	0,131	0,139
Zn ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,818	0,804
Szemszám ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$)	0,909	-
Termés ($\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$)	-	0,913

A terméseredményeket a felvett tápelemek aránya is befolyásolta. A főkomponens súlyok alapján a szemszám ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$) (0,836) a P/Zn (-0,875), a N/Cu (0,753) és a N/P (0,716) arányokkal erős, a K/P aránnyal (0,601) közepes, a P/Cu aránnyal gyenge (-0,365), a többi vizsgált tápelemaránnal igen gyenge (0,009-0,233) összefüggést adott. A $\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$ értékben kifejezett termés (0,831) szintén a P/Zn (-0,866), a N/Cu (0,752) és a N/P (0,716) arányokkal mutatott erős, a K/P (0,611) aránnyal közepes, a P/Cu aránnyal gyenge (-0,365), a többi tápelemaránnal igen gyenge (0,001-0,226) összefüggést.

A növényenkénti szemszám, a termés és a talajvizsgálati eredmények közötti összefüggések értékelése során igazolódott, hogy terméseredményekben jelentkező heterogenitást a talaj cinktartalmában és a szerves nitrogénformák mennyiségében jelentkező heterogenitása okozta. Főkomponens-analízist alkalmazva a szemszám (0,900) mellett magas főkomponens súllyal szerepelt a talaj 0-30 centiméteres rétegének cinktartalma (0,870) és a szerves nitrogénformák mennyisége (0,830). A kálium (0,399) és a $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ (-0,470) gyenge, a többi tápelem pedig igen gyenge (0,022-0,125) összefüggést mutatott a kukoricaszemek számával ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$). A talaj 30-60 centiméteres rétegében vizsgált talajparaméterek közül szintén a cink (0,868) és a szerves nitrogénformák (0,813) adtak szoros összefüggést a tövenkénti szemszámmal (0,869). Az összefüggésrendszer a szerves nitrogénformák gyenge (0,325), a többi talajparaméter igen gyenge (0,120-0,290) mértékben befolyásolta.

A szemszámhoz hasonlóan a $\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$ értékben kifejezett termés (0,883) a talaj felső 30 centiméteres rétegének talajvizsgálati eredményei közül a cinktartalommal (0,872) és a

szerves nitrogénformák mennyiségével (0,820) szoros, a káliummal (0,391) és a $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ -val (-0,478) gyenge, a többi tápelemmel pedig igen gyenge (0,010-0,141) összefüggést adott. A talaj 30-60 centiméteres rétegében vizsgált talajparaméterek közül szintén a cink (0,877) és szerves nitrogénformák (0,817) mutattak szoros összefüggést a terméssel (0,835), amit a többi vizsgált talajparaméter gyenge (0,129-0,291) mértékben befolyásolt (3. táblázat).

A heterogenitás-vizsgálatok igazolták, hogy a kukorica-vetőmag előállítás hatékonyságát alapvetően a talajok alacsony cink- és szerves nitrogén tartalma, kis mértékben pedig a foszfor és a kálium aránytalan felvétele korlátozta.

3. táblázat. A növényenkénti szemszám ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$) és a termés ($\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$) összefüggése a talajvizsgálati eredményekkel

Talajmélység (cm)	0-30		30-60	
	Főkomponensek		Főkomponensek	
A vizsgált változók	1	2	1	2
$\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$	-0,470	-0,478	-0,290	-0,291
Szervetlen nitrogénformák ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	-0,022	-0,047	0,325	0,287
Szerves nitrogénformák ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,830	0,820	0,813	0,817
AL-oldható foszfor ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,125	0,141	-0,120	-0,129
AL-oldható kálium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,399	0,391	0,139	0,153
Magnézium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,043	0,043	-0,264	-0,269
Kalcium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,031	0,035	-0,149	-0,162
Réz ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	-0,024	-0,010	0,141	0,163
Cink ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	0,870	0,872	0,868	0,877
Szemszám ($\text{db}\cdot\text{tő}^{-1}$)	0,900	-	0,869	-
Termés ($\text{g}\cdot\text{tő}^{-1}$)	-	0,883	-	0,835

A főkomponens-analízis szoros összefüggést igazolt a levelek nitrogéntartalma (0,811), a SPAD-index (0,913), valamint a talaj 0-30 centiméteres rétegének cinktartalma (0,898) és a szerves nitrogénformák mennyisége (0,752) között, amit kis mértékben a $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ (-0,353) és a talaj káliumtartalma (0,324) is befolyásolt. A talaj 30-60 centiméteres rétegében vizsgált talajparaméterek közül a cinktartalom erős (0,725), a szerves nitrogénformák mennyisége közepes (0,508) összefüggést adott a felvett nitrogénnel (0,919) és a SPAD-értékkel (0,922) (4. táblázat).

4. táblázat. A SPAD-érték, a levelek nitrogénellátottsága és a 30-60 centiméteres talajréteg talajvizsgálati eredményei közötti összefüggések

A vizsgált változók	Talajmélység (cm)	
	0-30	30-60
pH _(H₂O)	-0,353	-0,258
Szervetlen nitrogénformák (mg·kg ⁻¹)	0,087	-0,042
Szerves nitrogénformák (mg·kg ⁻¹)	0,752	0,508
AL-oldható foszfor (mg·kg ⁻¹)	0,087	-0,152
AL-oldható kálium (mg·kg ⁻¹)	0,324	0,132
Magnézium (g·kg ⁻¹)	-0,010	-0,106
Kalcium (g·kg ⁻¹)	0,061	-0,067
Réz (mg·kg ⁻¹)	-0,030	0,151
Cink (mg·kg ⁻¹)	0,898	0,725
A levelek nitrogéntartalma (g·100g ⁻¹)	0,811	0,919
SPAD-érték	0,913	0,922

A levelek nitrogéntartalmában és a SPAD-értékben jelentkező variabilitásért a talaj cinktartalmában és a szerves nitrogénformák mennyiségében jelentkező heterogenitás volt felelős. A vizsgálati eredmények egyértelműen igazolták, hogy a cinkhiányos területeken a SPAD-indexben a levelek nitrogénellátottságán keresztül a cinkhiány is kifejeződik, ezért a SPAD-értéken alapuló nitrogénhiány és a műtrágyadózisok kalkulálása során figyelembe kell venni a cinkhiány SPAD-index befolyásoló hatását is.

3.6. Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága

2006-ban Natur Plasmát alkalmaztam állománykezelésben 2,5 százalékos töménységben (6,4 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹ vízzel). Az állománykezelés eredményeként a kontrolhoz viszonyított javulás a szemszámban átlagosan 59 db·tő⁻¹, a termésben 14,2 g·tő⁻¹ (0,9 t·ha⁻¹) volt. A kontrol és a kezelt állomány közötti különbség szignifikánsnak bizonyult.

2007-ben állománykezelést végeztem Natur Plasmával és cinkkel dúsított Natur Plasmával 2,5 százalékos (6,4 l·ha⁻¹, 250l vízzel), Amalgerol Prémiummal 1,0 százalékos töménységben (2,5 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹ vízzel) és a Natur Vita 250 g·ha⁻¹ dózisával (250 l·ha⁻¹ vízzel). Tarlókezelésben Amalgerol Prémiumot 2,0 százalékos (6,0 l·ha⁻¹, 300 l·ha⁻¹ vízzel) és Natur Plasmát 3,2 százalékos töménységben (10 l·ha⁻¹,

300 l·ha⁻¹ vízzel) juttattam ki. A terméseredmények statisztikai értékelése során a különböző természetes alapanyagú lombtrágyák (Natur Plasma, Amalgerol Prémium) termésnövelő hatása a tarlókezelésben nem igazolódott. Az 5-8 leveles állapotban és a címerhányás előtt kijuttatott lombtrágyák (Natur Plasma, cinkkel dúsított Natur Plasma, Natur Vita, Amalgerol Prémium) 41-84 db·tő⁻¹ javulást eredményeztek a szemszámban, 5,4-11,9 g·tő⁻¹ (0,3-0,7 t·ha⁻¹) növekedést a termésben. A kontrol és az állománykezelések közötti különbségek szignifikánsnak bizonyultak.

2008-ban a Natur Plasma 2,5 százalékos (6,4 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹ vízzel), az Amalgerol Prémium 1,0 százalékos (2,5 l·ha⁻¹, 250 l·ha⁻¹) és a Natur Vita 250 g·ha⁻¹ dózisát alkalmaztam állománykezelésben. Kombinált kezelésben 2008.06.09-én Amalgerol Prémium (5,0 l·ha⁻¹), 2008.07.07-én és 2008.07.21-én Natur Plasma (5,0 l·ha⁻¹) került kijuttatásra. A 2008-as év eredményei alapján a vizsgált készítmények a kontrollhoz képest 2,6-5,5 SPAD-érték növekedést, 9-39 db·tő⁻¹ értékkel nagyobb szemszámot és 8,1-11,3 g·tő⁻¹ (0,5-0,7 t·ha⁻¹) terméstöbbletet eredményeztek. A kontrol és az állománykezelések közötti különbségek szignifikánsnak bizonyultak.

A pollenszórás időszakának (július) átlagos 14 órás relatív légköri nedvessége 2006-ban 46%, 2007-ben 44%, 2008-ban 59% volt. A legkisebb mért érték 26-35%, a legnagyobb mért érték 78-93% között változott. A júliusi hónapban a 45% alatti relatív nedvességű napok száma 2006-ban és 2007-ben volt a legnagyobb (19-21 nap), vagyis a növényenkénti szemszámot tekintve a 2006-os és 2007-es év kedvezőtlenebb volt, mint a 2008-as. A szemszámban és a termésben jelentkezett eredményekből következik, hogy a vizsgált készítmények állománykezelésben 5-8 leveles állapotban és a címerhányás előtt egy-másfél héttel kijuttatva a csapadékhiány és légköri aszály terméscsökkentő hatását kompenzálni képesek.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

- A talajgenetikai rendszerben egymáshoz közel álló talajtípusok között is lehetnek olyan talajtani különbségek, melyek a tápanyag-utánpótlás módját befolyásolják, ezért a műtrágyázási szaktanácsot célszerű a táblán belül előforduló talajtípusokra lebontva meghatározni.

- Hajdúszoboszló térségében az elmúlt 40 évben a növénytermesztés hatékonyságát korlátozó mértékben csökkent a talaj humusztartalma.
- A levéllemez hosszában meghatározott SPAD-érték eloszlás alapján szisztematikus mérési módszert határoztam meg a növényegyedek közötti SPAD-érték különbségek kimutatására.
- A növénymagasság mérésére alapozva módszert dolgoztam ki a növényállomány heterogenitásának vizsgálatára.
- Igazoltam, hogy Hajdúszoboszló térségében a kukorica vetőmag-előállítás hatékonyságát legnagyobb mértékben a talaj cinktartalma és a szerves nitrogénformák mennyisége befolyásolja.
- A levelek átlagos SPAD-értéke, a levelek nitrogéntartalma és a talajvizsgálati eredmények összefüggés-vizsgálatával igazoltam, hogy a cinkhiányos területeken a SPAD-indexben a levelek nitrogénellátottságán keresztül a cinkhiány is kifejeződik.
- Vizsgálati módszert határoztam meg a szabadföldi lombtrágya-kísérletek értékeléséhez, melynek alkalmazásával megállapítottam, hogy a Natur Plasma, Natur Vita és az Amalgerol Prémium lombtrágyák 5-8 leveles állapotban és a címerhányás előtt egy-másfél héttel kijuttatva kedvezően hatnak a vetőmag kukoricaállományok termésére és a növényenkénti szemszámmra. A vizsgált lombtrágyák 5-8 leveles állapotban és a címerhányás előtt egy-másfél héttel kijuttatva a csapadékhiány és a légköri aszály termés csökkentő hatását kompenzálni képesek.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

- Az állományheterogenitás vizsgálatának módszere alkalmas a termést korlátozó talajtényezők azonosítására.
- A vizsgálati területen megkezdődött a cinkhiányos területek javítása.
- A Natur Plasma és a Natur Vita az általam tesztelt technológiával kapott engedélyokiratot.

6. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

- Ángyán J. – Bakonyi G. – Barczy A. – Birkás M. – Bogdányi F. – Böjtös Zs. – Ferencsik I. – Fodor Z. – Grónás V. – Jeney Zs. – Kiss J. – Koczka N. – Kondora C. – Kupi K. – Máté A. – Menyhért Z. – Nagy G. – Nyárai H. F. – Ónodi G. – Podmaniczky L. – Rózsás A. – Szalai T. – Tirczka I. – Varga A.: 1997. Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Ángyán J. – Menyhér Z.: 1988. Integrált alkalmazkodó növénytermesztés. GATE – KSZE, Gödöllő - Szekszárd.
- Kádár I.: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia - Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest.
- Láng I. – Csete L.: 1992. Az alkalmazkodó mezőgazdaság. Agricola Kiadói és Kereskedelmi Kft., Budapest.
- Loch J.: 1999. A környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás elvei. [In: Fülek Gy. (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás.]. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 228-230.
- Németh T.: 1995. Gondolatok a tápanyaggazdálkodásról a fenntartható mezőgazdasági fejlődés tükrében. [In: XXXVII. Georgikon Napok Kiadványa. 1995. szeptember 14-15., I. kötet.]. PANNON ATE, Keszthely, 101-109.
- Németh T.: 2001. A tápanyag-gazdálkodás szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. [In: Kovács F., Kovács, J., Bancerowski, J.-né (szerk.) Lehetőségek az agrártermelés környezetbarát fejlesztésében.]. Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományok Osztálya, Budapest, 106-132.
- Németh T. – Várallyay GY.: 1998. A trágyázás és tápanyag-utánpótlás jelenlegi helyzete és lehetőségei. Agrofórum. 9. 13: 2-4.
- Pepó P.: 2007. A kukorica (*Zea mays* L.) termesztés ökológiai feltételeinek és agrotechnikai elemeinek értékelése. Acta Agronomica Óváriensis. 49. 2/1: 169-175.
- Ruzsányi L. – Pepó P.: 1999. Növénytermesztés és környezet minőségének összefüggései. [In: Ruzsányi L., Pepó P. (szerk.) Növénytermesztés és környezetvédelem.]. Magyar Tudományos Akadémia - Agrártudományi Osztály, Budapest, 10-18.
- Sárvári M.: 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. 47. 2: 213-221.
- Szabó L.: 1999. A tápanyagellátás környezeti vonatkozásai. [In: Fülek Gy. (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás.]. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 675-695.
- Szász G.: 1997. Az éghajlatváltozás és a fenntartható gazdaság kapcsolata a Nagyalföldön. [In: Rakonszai J., Tímár J. (szerk.) Alföldi Tanulmányok 1997 XVI.]. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 35-50.
- Szász G.: 2002. A klimatikus természeti erőforrások hasznosulása a hazai növénytermesztésben. Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis. 9: 101-106.
- Várallyay Gy.: 2001. Szemléletváltozások a magyarországi talajjavítás történetében. Agrokémia és Talajtan. 50. 1-2: 109-136.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN SZÜLETETT PUBLIKÁCIÓK LISTÁJA

Tudományos közlemény magyar nyelvű lektorált folyóiratban:

- Víg R.–Dobos A.*: 2006. Tápanyag-vizsgálati adatok összehasonlító vizsgálata különböző adottságú mintaterületeken. Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis. 22. Különszám: 85–90. HU-ISSN 1587–1282
- Víg R.–Dobos A.–Pongrácz Z.*: 2007. A precíziós tápanyag-utánpótlást megalapozó talajvizsgálatok Hajdúszoboszló térségében. Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis. 26. Különszám: 141–148. HU-ISSN 1587–1282
- Víg R.–Dobos A.–Pongrácz Z.*: 2008. Csernozjom talajok talajvizsgálati eredményeinek összehasonlító statisztikai értékelése. Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis. 30. Különszám: 93–99. HU-ISSN 1587–1282

Tudományos közlemény idegen nyelvű, hazai, lektorált folyóiratban:

- Víg R.–Dobos A.–Pongrácz Z.*: 2008. Comparative examination of meadow and chernozem soils on the Hajdúság loess ridge. Cereal Research Communications. 38. Suppl.: 1887–1890. ISSN 0133–3720
- Dobos A.–Víg R.–Pongrácz Z.*: 2008. Evaluation of the soil examination results of Békés and Hajdúság crop lands. Cereal Research Communications. 38. Suppl.: 1875–1878. ISSN 0133–3720

Magyar nyelvű nem lektorált konferencia kiadvány:

- Dobos A.–Víg R.–Pongrácz Z.*: 2006. Környezetkímélő tápanyag-gazdálkodást megalapozó kutatások a Tiszántúlon. [In: Baranyi B.–Nagy J. (szerk.) Területfejlesztés, Agrárium és Regionalitás Magyarországon.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum és Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja, Debrecen. 315–328. ISBN 963–9052–67–1
- Víg R.–Dobos A.–Pongrácz Z.*: 2006. A talajheterogenitás vizsgálata a hajdúsági löszháton. [In: Nagy J.–Dobos A. (szerk.) Környezetkímélő növénytermesztés - minőségi termelés.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. 186–195. ISBN 978–963–9732–09–4
- Víg R.–Dobos A.–Pongrácz Z.*: 2008. Hajdúsági csernozjom és réti talajok tápanyag-ellátottságának statisztikai értékelése Hajdúszoboszló térségében. [In: Baranyi B.–Nagy J. (szerk.) Regionalitás, területfejlesztés és modernizáció az észak-alföldi régióban.] Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma és Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja, Debrecen. 351–359. ISBN 978–963–9732–24–7
- Dobos A.–Víg R.–Pongrácz Z.*: 2009. A növényállomány heterogenitásának értékelése beltenyésztett kukoricavonalon. [In: Baranyi B.–Nagy J. (szerk.) Tanulmányok az agrár- és a regionális tudományok köréből az Észak-alföldi régióban.] Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma és Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja, Debrecen. 215–226. ISBN 978–963–9899–10–0