

OPPONENSI VÉLEMÉNY

Prof. Dr. Kakuszi-Széles Adrienn

„A precíziós mezőgazdasági technológiák alkalmazása a kukorica termésingadozás mérséklésére” c.

MTA doktori értekezéséről

Prof. Dr. Kakuszi-Széles Adrienn egyetemi tanár, a Debreceni Egyetem Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kara Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézetének intézetvezetője „*A precíziós mezőgazdasági technológiák alkalmazása a kukorica termésingadozás mérséklésére*” címmel készítette el az MTA doktora cím elnyerésére irányuló disszertációját és téziszűzetét. Az intézet Földhasznosítási Tanszékén a kutatási tevékenység a Debreceni Egyetem látóképi kísérleti telepén található szabadföldi kisparcellás kísérleteken alapul, melyek közül az elsőt 1983-ban állították be. A földhasznosítási kutatócsoportban a termésminőség és termésstabilitás növelése, és a potenciális termőképesség mind teljesebb realizálása érdekében a kukoricatermesztés fejlesztését megalapozó kutatásokat végeznek.

Prof. Dr. Kakuszi-Széles Adrienn és munkatársai közel 20 éve vizsgálják a legjelentősebb szántóföldi növényeink közé tartozó kukorica termesztéstechnológiáját, különös tekintettel a tápanyag-ellátás hatékonyságára és a különféle ökológiai, környezetvédelmi aspektusokra. Együttműködésben más kutatókkal olyan modern technikákat alkalmaz, mint a távérzékelés (pl. drónos multispektrális képalkotás) a kukorica állományok elemzésére. Kutatásai a Debreceni Egyetem Látóképi Kísérleti Telepén alföldi mészlepedékes csernozjom talajon 2007-ben beállított „Vetésidő kísérleten”, illetve a 2011-ben beállított „Nitrogén alap- és fejtrágyázási kísérleten” alapulnak. Munkatársaival korán felismerték, hogy a globális klímaváltozás régióinkban is jelentkező lokális hatásai jelentős módon befolyásolják a primer szántóföldi produkciós rendszerek dinamikai egyensúlyát, kapacitását, teljesítményét, illetve a növénytermesztés – közte a kukoricatermesztés – hatékonyságát. A növénytermesztési folyamatban alkalmazott agrotechnikai eljárások, beavatkozások (pl. a kijuttatott növényi tápanyagok) csak akkor érhetnek el kedvező hatékonyságot, ha megfelelő tudományos háttérismeretekkel rendelkezünk a változások ok-okozati összefüggéseinek vonatkozásában, a beavatkozások hatásmechanizmusaival kapcsolatban. A jelölt és munkatársai külön figyelmet fordítanak az eltérő genotípusú kukoricahibridek tesztelésére a termés hozam, termésminőség és környezeti stressztűrés tekintetében.

Vizsgálataik aktualitását, fontosságát mi sem bizonyítja jobban, mint az elmúlt évtizedekben a régióinkban is megtapasztalt folyamatos felmelegedés és főként az Alföldön rendszeresen kialakuló csapadékhiány, illetve a termőtalajban tapasztalható, kritikussá vált vízhiány. Az elmúlt 10-15 év termésátlagait megvizsgálva is egyértelművé vált már, hogy a klímaváltozás okozta aszályok és

időjárási szélsőségek a kukorica hozamának fő meghatározói, amelyek gyakran okozták a terméshozamok nagy ingadozását az évek során. Mindez egyértelmű hatást gyakorol a kukorica termőterületeinek csökkenésére hazánkban. A szántóföldi precíziós eszközrendszerrel (növény- és talajszenzorok, pilóta nélküli légi járművek) végzett mérések, megfigyelések segítségével nyomon követhető a növény- és a talajállapot. Az így nyert valós idejű adatokkal gyorsan és pontosan meg lehet határozni, hogy mikor kell öntözni, műtrágyázni, továbbá mennyi legyen a kijuttatandó öntözővíz-, műtrágya- és növényvédő szer mennyisége.

Tudományos vizsgálatok:

Kakuszi-Széles Adrienn széleskörű vizsgálatokat végzett a fenti témakörökben 2007-2025 között. A Debrecen-Látóképen folyó négyismétléses, véletlenblokk-elrendezésű kisparcellás „vetésidő” tartamkísérletek időjárási viszonyainak értékelését a kísérleti parcellák mellett elhelyezett automata meteorológiai állomás, illetve a közeli repülőtér mérőállomásának levegő- és talajhőmérséklet, valamint csapadék adatai alapján végezte el. Az adatokból különböző agrometeorológiai indexeket (pl. növekedési foknap – GDD, fototermikus egység – PTU, heliotermikus egység – HTU, hidrottermikus egység – HYTU, stb.) számolt. A szántóföldi kísérlet minden évében korai (V1), optimális (V2) és késői (V3) vetést alkalmazott, korai (FAO 290), korai (FAO 350) és középérésű (FAO 420) hazai nemesítésű kukorica hibrideket vonva be ezekbe a kísérleteibe.

A „Nitrogén alap- és fejtrágyázás” tartamkísérletében összesen 26 kukoricahibridet tanulmányozott öntözött és nem öntözött körülmények között, különféle nitrogénformákat (műtrágyaféleségeket) és -dózisokat kijuttatva a talajba. Disszertációjában két éréscsoportba (FAO 300 és FAO 400) tartozó 18 eltérő genotípusú hibridre vonatkozó eredményeit mutatta be. A kukoricanövények tápanyagállapotának, főleg nitrogénellátottságának becslésére, a stresszállapot (aszály, tápanyaghiány) korai felismerésére SPAD (Soil and Plant Analysis Development) mérőrendszert, a levélfelület-index (LAI) gyors és megbízható becslésére SunScan lombkorona-elemző rendszert alkalmazott. Az ún. UAV-NDVI (Unmanned Aerial Vehicle -Normalized Difference Vegetation Index) méréseket visszavert vörös (RED) és közeli infravörös (NIR) érzékelőkkel felszerelt pilóta nélküli drónnal végezték hat fenofázisban (V6, V8, V12, Vn, R1, R3), a SPAD-mérésekkel egyidejűleg. A betakarított kukoricaszemek minőségi paramétereit (keményítő-, fehérje- és olajtartalom) közeli infravörös transzmissziós (NIT) technika elvén működő minőségelemző műszerrel határozták meg.

Dicséretes, hogy a pályázó a legmodernebb technikákat és kísérleti módszereket alkalmazta tudományos vizsgálataihoz. Munkaigényes mérései során rendkívül nagy számú adathoz jutott, melyeket megfelelő biostatistikai módszerekkel – regresszió-analízist, korreláció-analízist, többváltozós varianciaanalízist, lineáris és logaritmikus modellt és függvényt, parabolikus

(kvadratikus) regressziós elemzést alkalmazva – rendszerezte és elemezte. A kukorica fenofázisait továbbfejlesztett számítógépes szimulációs modellel elemezte.

A disszertáció felépítése, formai és szakmai észrevételek:

Tudományos eredményeit összegző, a nyilvános védésre benyújtott *akadémiai doktori értekezés* összesen 134 oldalon 48 ábrát, 24 táblázatot és 583 szakirodalmi hivatkozást tartalmaz. Mindez arányos és elfogadható, a dolgozat *struktúrája, felépítése, áttekinthetősége* jó, követi a konvenciókat. Az ábrák és táblázatok címeit külön is kigyűjtötte, feltüntette a dolgozat végén, mindez tovább segíti a dolgozat áttekintését. A dolgozatban sok rövidítést (pl. SPAD, NDVI, LAI, GDD, PTU, HTU, HYTU) alkalmaz. Annak ellenére, hogy ezek nagy része a szakmai berkekben jól ismert, hiányoltam a disszertáció elején egy rövidítésjegyzéket, mely a dolgozat olvasását, az adatok értelmezését gördülékenyebbé tette volna.

A *dolgozat címe* szabatos, a pályázó tudományos vizsgálatainak irányultságát jól fejezi ki. A dolgozat *szerkesztési módja, stílusa, helyesírása* általában elfogadható, néhány dolgot azonban célszerű lett volna az értekezésben még kijavítani, pontosítani. Az értekezésben (téziszfűzetben) néhány stilisztikai, nyelvtani, mondatszerkezeti és gépelési hiba maradt. A szakmai szóhasználatot illetően nem világos pl., hogy a dolgozat szerzője mikor milyen kontextusban használja a „kukoricaszem” vagy a „kukoricamag” szakkifejezést. A „kukoricaszem” morfológiai / termésrészt jelölő kifejezés. Használata a beltartalmi vizsgálatoknál (keményítő, fehérje, olaj), a fizikai jellemzőknél (ezerszemtömeg, víztartalom), a morfológiai leírásokban, illetve takarmányozási, élelmiszeripari, feldolgozási kontextusban helyénvaló. A „kukoricamag” – szaporítóanyag, vetésre szánt egység, vagyis olyan kukoricaszemet jelent, amely vetésre használható, megfelelő csírázóképesseggel, hivatalosan minősített vetőmagszaporító rendszerből származik, csávázott, fémzárolt, szaporításbiológiai értékkel rendelkező mag. A „kukoricamag” kifejezés tehát akkor helyénvaló, ha azt vetőmagként használják (pl. F1 hibrid vetőmag), vetéstechnológiai leírásokban (ezermagtömeg, vetési norma), csírázási, kelési, tőszámkísérleteknél, fémzárolt vetőmag forgalmazásakor, vagyis amikor a szem magfunkciót tölt be. A „mag” tehát biológiai és agrártechnológiai értelemben a csírázásra alkalmas, szaporítóanyagként használt szem.

Az *irodalmi áttekintés* fejezetben a szerző áttekinti a klímaváltozás kukoricatermesztésre gyakorolt hatásait, illetve a hibridválasztás, vetésidő optimalizálás, öntözés, nitrogénműtrágyázás kölcsönhatásait a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklésében. Külön fejezetben foglalkozik a nitrogén-ellátottság precíziós mezőgazdasági döntéshozatali eszközökkel (SPAD, UAV NDVI és LAI) történő monitorozásával. A dolgozat irodalmi áttekintése jól felépített, alapos, részletes és szerteágazó. Az 583 irodalmi hivatkozás bőséges, kapcsolódik a témához, többségük az elmúlt 20-25 évben született és naprakész, releváns információt tartalmaz. Dicséretes, hogy magyar szerzők

publikációira is hivatkozik a dolgozat szerzője, az összes idézett mű 25,6%-át hazai szerzők jegyzik. A szöveggörnyezetben történő szakirodalmi hivatkozások megfelelnek a formai előírásoknak, a hazai és nemzetközi szokásjognak. Amit azonban egységesen kellett volna használnia, az a folyóiratok nevének vagy teljes vagy rövidítve történő feltüntetése az irodalomjegyzékben. Az irodalmi áttekintésben is visszatérő probléma, hogy bizonyos jól ismert fogalmakat, rövidítéseket (pl. „harvest index”, „NUE”, „V2, V6, V12”) azok első előfordulása esetén nem magyaráz meg, vagy nem tüntet fel egy rövidítésjegyzékben a dolgozat szerzője.

Az *anyagokat és módszereket* bemutató fejezetben kellő tömörséggel mutatja be két tartamkísérleteinek paramétereit, az alkalmazott termesztéstechnológiai eljárásokat, valamint a mért paramétereket és mérési eszközöket. A kísérlet talajának bemutatásakor hogyan érti azt, hogy „közepes tömörséggel lehet jellemezni”? Az 1. ábrán látható a vetésidő-kísérlet elrendezése. Az ábra alapján nem egyértelmű, hogy miként történt a parcellák szélén az ún. „szélhatás” (border effect, edge effect) kiküszöbölése a mintavételek vagy felvételezések esetén, pl. a V2 és V3 parcellák között látható közlekedő úttól(?) jobbra és balra?

Az *Eredmények* c. fejezetben dicséretes, hogy a pályázó saját eredményeit módszeresen összeveti, ütközteti más kutatók korábbi eredményeivel. A disszertációban található táblázatok és ábrák szakmai tartalma, felépítése, külalakja, vizuális felépítése általában jó. Ami nehezíti azok azonnali átlátását, az az egyszerre ábrázolni kívánt sok adat, illetve azok sokszor bonyolult összefüggései. Néhány, pl. a 13. ábrán alig olvasható az x vagy y tengelyen található szöveg. A disszertációban olvasható *következtetések* elfogadhatóak, tudományosan is alátámasztottak.

A disszertáció 6. fejezetének címe „Legfontosabb eredmények”. Itt célszerű lett volna a szerző által újnak tartott tudományos eredményeket egyértelműsíteni, vagyis a téziseit röviden, tömören megfogalmazni, felsorolni.

A disszertációban *angol nyelvű összefoglalót* nem találtam. A dolgozathoz magyar nyelvű *teziszfüzetet* is csatolt a pályázó. A benne foglaltakra ugyanazok az észrevételeim érvényesek, mint a disszertációra. Összességében a téziszfüzet megfelelő áttekintést nyújt az elvégzett tudományos vizsgálatokról és azok eredményeiről.

Új tudományos eredmények:

Az MTA doktora címre pályázó Prof. Dr. Kakuszi-Széles Adrienn tartamkísérleteinek eredményei alapján 7 megállapítást tett és 10 megfigyelést bizonyított méréseivel.

Megállapította, hogy:

- a kukorica szemtermését, keményítő- és fehérjetartalmát a N-műtrágyázás nagyobb mértékben határozta meg, mint az évjárat;
- a FAO 400 éréscsoport évek közötti szemtermés és keményítőtartalom ingadozása nagyobb, mint a FAO 300 éréscsoporté;

- a kukoricaszemek keményítőtartalma a nem műtrágyázott (A0) kezelésben volt a legnagyobb mindkét éréscsoport esetén;
- a kukoricaszemek fehérjetartalma az alapkezelésben (120 kg N/ha kijuttatása esetén) volt a legnagyobb, és a FAO 300 éréscsoportban nagyobb mértékű százalékos növekedést mutatott, mint a FAO 400 éréscsoportban (a nem műtrágyázott kezeléshez képest);
- a 120 kg/ha nitrogén alaptrágyaként, majd a V6 fenofázisban további 30 kg/ha nitrogén fejtrágyaként történt kijuttatása bizonyult a leghatékonyabb szemtermésnövelő kezelésnek mindkét éréscsoportnál;
- száraz évjáratokban az optimális nitrogén műtrágyamennyiség az alaptrágyaként kijuttatott 120 kg/ha volt a maximális terméshozam eléréséhez;
- a megvizsgált évjáratokban a V12 fenofázisban kijuttatott fejtrágyának nem volt megbízható termésnövelő hatása.

A disszertációt alaposan áttanulmányozva összességében kijelentem, hogy *az értekezés a jelölt önálló munkáján alapszik és megfelel* az MTA doktora tudományos cím elnyeréséhez szükséges szakmai követelményeknek. A disszertációban és téziszűzetben megfogalmazott *valamennyi új tudományos eredményt elfogadom*. Kijelentem továbbá, hogy a téma aktualitása, az alkalmazott módszerek korszerűsége, az új tudományos eredmények és azok rangos folyóiratokban történt publikálása alapján az MTA-hoz benyújtott dolgozat *alkalmas arra*, hogy azt Kakuszi-Széles Adrienn *nyilvános vitán és védésen mutassa be* az MTA doktora tudományos cím elnyerése céljából. Sikeres nyilvános védés esetén messzemenően támogatni fogom az MTA doktora tudományos cím odaítélését.

Kérdések:

1. Figyelembe vette-e a 2023 tavaszán kijuttatott műtrágyák adagjai esetén, hogy a 2022 tavaszán az alap- vagy fejtrágyákkal kijuttatott tápanyagok egy része valószínűleg nem hasznosult, a talajban maradt, azaz a tesztnövényekbe nem került be a 2022-ben kialakult rendkívüli aszály miatt?
2. SPAD méréseinek eredményeit összehasonlította-e, kalibrálta-e oldószeres extrakció után kapott klorofill-a vagy -b koncentrációkkal? Befolyásolhatta-e SPAD-méréseinek értékeit az adott évjáratban a szárazság-stressz hatására kialakult levélvastagodás, szövetszerkezeti, mikroanatómiai változás?
3. Több éves eredményei alapján Ön szerint milyen mennyiségű csapadéknak kell lehullania a tenyészidőszakban ahhoz, hogy a hazai legelterjedtebb kukorica hibridek legalább egy átlagos csőhozamot produkáljanak aszályos évjárat kialakulása esetén?

Nyíregyháza, 2026. február 26.



Prof. Dr. habil. Simon László

a mezőgazdasági tudomány kandidátusa, az MTA doktora, egyetemi tanár
Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet
Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézeti Tanszék