

Széles Adrienn PhD

**A PRECÍZIÓS MEZŐGAZDASÁGI TECHNOLOGIÁK
ALKALMAZÁSA A KUKORICA TERMÉSSINGADOZÁS
MÉRSÉKLÉSÉRE**

c. AKADÉMIAI DOKTORI ÉRTEKEZÉSÉRŐL

A Világon a legnagyobb tömegben előállított szemes gabona a kukorica. A termőterülete és a termésátlaga folyamatosan nő, így az össztermés is dinamikusan gyarapszik. A Világtermés 20 év alatt a 600 millió tonnáról 1200 millió tonnára nőtt. Magyarország nyitott gazdaság, ez kukorica vonatkozásában azt jelenti, hogy a belső árakat nem a hazai termésátlag, és nem a hazai termelési költségek határozzák meg, hanem a főbb árutőzsdéken kialakult árak. Ott pedig olyan országok kukorica tételeivel kell versenyezni, ahol a termésátlag 10 t/ha fölött van (pl. USA, Franciaország), vagy ahol a termelési költségek lényegesen alacsonyabbak a hazainál (pl. Dél Amerika, Ukrajna). A globális klímaváltozás ugyanakkor kedvezőtlenül érinti hazánkat, a csapadék mennyisége csökken, a hőmérséklet nő. Részletes meteorológiai elemzés nélkül jól példázza a helyzet nehézségét, hogy a gazdák elfordultak a kukoricától, 2 év alatt 1/3-dal csökkent a hazai vetésterület. Igen kevés gazda tudja a nagyobb termésátlagok elérésével biztosítani a jövedelmezőséget, mert a kukorica terület kevesebb, mint 1 %-a öntözött. Öntözés nélkül kukoricatermesztést választó, vagy a vetésváltás miatt kukorica termesztésre kényszerült gazdák a költségeik csökkentésével próbálnak legalább null szaldós eredményt elérni. Pedig a kukorica „*cash crop*”, olyan növény, ami a jövedelmet hivatott biztosítani egy gazdaságban. Látható, hogy kukorica termesztésünk bajban van. Nincs egy termelési tényező – az öntözést nem számítva –

ami kivezetne ebből a helyzetből. Egyszerre minden tényezőt vizsgálat tárgyává kell tenni, hogy megtaláljuk a kiutat, ha egyáltalán van kiút.

Számos kutatás folyt, tanulmány készült már az eltelt időben is a szélsőségesse vált ökológiai viszonyokhoz történő alkalmazkodás lehetőségeiről a növénytermesztés területén, de a probléma megoldása várat magára. Helyes célkitűzés a legfontosabb termesztési tényezők (vetésidő, tápanyag visszapótlás, öntözés, fajta) termésre gyakorolt hatásainak és a tényezők kölcsönhatásainak elemzése.

Ma a megoldást a precíziós növénytermesztés ígéri, mely az input anyagok okszerű használatával költségtakarékosan gazdálkodik, miközben figyelembe veszi a környezet megóvásának szempontjait is. A precíziós növénytermesztés igényli a terület talaj és éghajlati adottságainak pontos ismeretét és a növény fiziológiai állapotának folyamatos elemzése mellett a fejlődő növényállomány aktuális igényének ismeretét.

A jelölt célkitűzése ennek figyelembevételével helyes, tartam kísérletre alapozva hosszú időszoron keresztül elemezni a kukorica termésingadozás természetét. Egyidejűen tanulmányozni a fontos termesztési tényezők szerepét a termés ingadozásban a növény fiziológiai állapotának megfigyelésével. A termés mennyisége mellett vizsgálni a kukorica szemtermés minőségi paramétereit is. Megállapítható, hogy az értekezés témája aktuális, újszerű, tudományos és gazdasági jelentősége Magyarországon, és a hasonló ökológiai feltételek között gazdálkodó más régiókban is kiemelkedő.

A Jelölt a dolgozat 134 számozott oldalán 24 táblázatában, 48 ábráján fejt ki mondanivalóját. Az ábrák, táblázatok informatívak, egyértelműek, segítik a mondanivaló kifejtését. A dolgozat szabatosan, jó stílusban íródott. A dolgozat szerkezeti felépítése logikus, megfelelően tagolt.

Az Irodalmi áttekintés fejezetben Jelölt nagy számú tudományos cikk anyagát dolgozza fel és elemző módon, kritikailag értékeli. A feldolgozás szakszerű, tartalmazza a témával összefüggő legfontosabb tudományos előzményeket, beleértve

a magyar szakirodalmakat és illő aránnyal az „alma mater”-ben született korábbi tanulmányokat.

Jelölt az Anyag és módszer fejezetben részletes leírást ad a kísérletek beállításának körülményeiről. A kísérletek során alkalmazott vizsgálati módszerek korszerűek, megbízhatóak. A választott metodika alkalmas a Bevezetésben megfogalmazott célkitűzések elérésére. Jelölt a dolgozatban 13 év kísérleteinek az eredményeit dolgozta fel.

Az eredmények jelentős része tartam kísérletekből származik, ami lehetővé teszi különböző évjáratok, időjárási anomáliák hatásának elemzését a vizsgált tulajdonságokra. Különösen érdekesek 4.3. fejezetben közölt adatok a környezeti tényezők és a N műtrágyázásnak a kukorica SPAD értékére és a termésére gyakorolt hatásának bemutatása. A 13 éven keresztül folytatott SPAD vizsgálatok nem csak a megfigyelt adatokra, az alkalmazott műtrágya kezelések hatásának értékelésére adnak információt, hanem a SPAD használhatóságára is. Jelölt részletesen ismerteti a különböző kezelésekben, eltérő évjáratban és eltérő fenofázisban kapott eredményeket. Jelölt megállapítja, hogy a V6 stádiumban mért SPAD érték és a termés közötti korreláció laza, ez így vélhetően nem alkalmas a beavatkozás meghatározására. Később a korreláció egyre erősebb lesz, a maximum az R1 stádiumban van, amikor a beavatkozás már elkészt, hiszen száraz művelésben (ez az országos helyzet) az alap N adag 120 kg N/ha adja a maximális termést. Öntözve a SPAD érték is és a termés is nőhet még fejtrágya hatására, de a tartam kísérletben kiadott utolsó fejadag is a V12 stádiumban történt, és az már száraz művelésben inkább termés depressziót okozott. *Kérdésem: Mi lehet a SPAD szerepe a precíziós növénytermesztésben. Mennyiben javítja a várható termés előrejelzést a SPAD és LAI értékek egyidőben történő együttes alkalmazása?*

A kukorica beltartalmi tulajdonságokra vonatkozó adatok (4.3.3, 4.3.4. fejezetek) bár nem látványosak, mert a kukorica ezekre a tulajdonságokra kis genetikai variabilitást mutat, mégis értékesek. Ezek az adatok fontos információk. Pl. Ha egy gazdaság 100 ha-on termel kukoricát és az összes termés „csak” 600 t, akkor 1% fehérje tartalom

többlet 5 t fehérje (15-20 t szója) vásárlástól kíméli meg a gazdaságot, ha saját állat állomány takarmányozására használja a kukoricát. A dolgozatban megfogalmazott összefüggés a két beltartalmi tulajdonság között, valamint a termés és a beltartalom között világos és érthető. A trendtől eltérni látszik a 13. ábrán bemutatott keményítő tartalom és a 16. ábrán bemutatott fehérjetartalom 2023-ban megfigyelt igen alacsony értéke. *Mivel magyarázható ez a trendtől való eltérés?*

Kiváló eredményeket mutat a 4.4.4 Vetésidő hatásának modellezése a kukorica kelésére és virágzására c fejezet. A talajhőmérséklet becslésére illesztett szinusz modell valódi nem lineáris regresszió-analízissel pontosan modellezte a talajhőmérsékletet, ami bemenő adatként szerepelt a Ceres Maize modellben. A 10 °C léghőmérsékleti küszöb helyett használt 6 °C talajhőmérsékleti küszöb sokkal szorosabb korrelációt adott az így számolt GDD és a kelés és virágzás között. A vetés kelés közötti becslés így is szórással terhelt.

A Redefinition of Maize Maturity FAO Subnetwork megállapítása is az volt, hogy a tenyészidő meghatározására kidolgozott Heat Unit számítás képletében a 10 °C küszöb hőmérséklet helyett alacsonyabb küszöb (6-8 °C) Európában jobb eredményt ad. Másrészt a becslés legbizonytalanabb szakasza a vetés-kelés intervallum, mert a növekedést, fejlődést a hőmérsékleten kívül egyéb tényezők is jelentősen befolyásolják, pl. a talajnedvesség és a talajfelszín színe.

A 4.5.4. A N műtrágyázás és az öntözés hatása a kukorica szemtermésére (2022) fejezetben Jelölt megállapítása, hogy száraz művelésben az alap 120 kg N/ha biztosította a maximális termést (8,6 t/ha), a fejtrágya kezelések szignifikáns termés csökkenést okoztak. *Kérdésem: lehet ezt javasolni általánosságban a hazai száraz művelésben termesztett kukorica tápanyag ellátására?*

A kísérleti eredmények feldolgozásának, és az eredmények matematikai-statisztikai értékelése magas szintű, az adott vizsgálatokhoz illeszkedik, és segíti a Jelöltet a mértéktartó következtetések levonásában. Jelölt alkotó módon módosítja, illetve

fejleszti a növekedési modelleket. Jelölt gondosan összehasonlítja kapott eredményeit a már korábban felhalmozódott ismeretekkel és helyes következtetéseket von le.

Megítélésem szerint a dolgozat tartalmaz új és hiteles tudományos eredményeket, melyek közül több, a későbbiekben fontos, a precíziós termesztés technológia gyakorlatban is hasznosítható, alkalmazható eredmények lehetnek. A dolgozatban felsorolt alábbi eredményeket elfogadom új tudományos eredménynek:

120 kg/ha N +a V6 fenofázisban további 30 kg/ha kijuttatása (V6150) bizonyult a leghatékonyabb szemtermés növelő kezelésnek mindkét éréscsoportnál

Száraz években optimális műtrágya mennyiségnek az alaptrágyaként kijuttatott 120 kg/ha (A120) bizonyult a maximális termés eléréséhez

A V12 fenofázisban kijuttatott fejtrágyának nem volt megbízható termésnövelő hatása

Az egyes fenológiai szakaszokhoz minden évben közel azonos növekedési foknap (GDD) szükséges. A heliotermikus egység (HTU) és a hidrotermikus egység (HYTU) nagy eltérései (7-12 %) azt bizonyítják, hogy nem alkalmasak a fenológiai fázisok hosszának becsléséhez.

A kukorica kelés és nővirágzás (R1) időpontjának szimulációs modellezésére az 5 cm-es talajréteg hőmérséklete kiválóan alkalmazható

A kidolgozott kombinált SPAD-LAI modell alkalmas a termés előrejelzésére, az összefüggés a VT szakaszban a legszorosabb

Az UAV alapú NDVI értékek a V12 és a Vn fenofázisban volt a legmagasabb, ezért ezekben a szakaszokban ajánlott az NDVI érték használata.

Az öntözés javítja a N műtrágya és az NDVI érték közötti, illetve az NDVI érték és a termés közötti korrelációt.

A termés keményítő tartalma a nem műtrágyázott (A0) kezelésben, míg a fehérje tartalma az alap kezelésben (A120) volt a legnagyobb.

Végezetül nyilatkozom, hogy az értekezést elfogadom Jelölt tudományos munkájának, és javaslom a dolgozat nyilvános vitára tűzését, és sikeres védelem esetén a DSC fokozat odaítélését.

Budapest, 2026. 02.10.

dr. Marton L. Csaba