

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A VETÉSIDŐ SZEREPE A HIBRIDSPECIFIKUS
KUKORICATERMESZTÉSI TECHNOLOGIÁK FEJLESZTÉSÉBEN**

Készítette:

Bene Enikő

doktorjelölt

Témavezető:

Dr. Sárvári Mihály

egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok

Doktori Iskola

Debrecen, 2015

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

A kukoricatermesztésben a termesztési tényezőkön belül a biológiai alapoknak kiemelkedő jelentősége van. A termőképesség a hibridválasztás egyik legfontosabb kritériuma. Napjainkban a kukorica hibridek genetikai termőképessége a 31-32 t ha⁻¹-t is eléri. A jelenlegi időjárási anomáliákból adódóan a kukorica terméspotenciáljának jobb kihasználásához a termesztéstechnológiai elemek összhangja szükséges. A kukoricatermesztés versenyképességét a termésingadozás nagymértékben befolyásolja. A globális felmelegedés következtében az elmúlt 30 év 64%-a volt aszályos, amely kedvezőtlen hatások csökkentésére a növény igényeinek megfelelő, a termesztés körülményeihez igazodó, és az ökológiai szélsőségeket mérséklő, korszerű agrotechnikát célszerű alkalmazni. Mindezek mellett az alkalmazott vetéstechnológia is kiemelt szerepet kell, hogy kapjon. A klímaváltozás következtében egyre nagyobb a jelentősége a kukorica korai, március végi-április eleji vetésének, amikor a talaj felső rétegében a vetőmag csírázásához még kellő talajnedvesség áll rendelkezésre. A talajnedvesség mellett a vetés idejét meghatározó fő tényező a talajhőmérséklet, amely a globális felmelegedés következtében főleg Magyarország középső- és déli részén, talajtípustól függően már április elején eléri, illetve meg is haladhatja a 10°C-ot. Korábbi vetésidővel korábban fog bekövetkezni a fiziológiai érés és ezáltal jelentősen csökken a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, így növelve a termesztés hatékonyságát. Ezzel ellentétben a késői vetésidő fokozza a szemnedvesség-tartalmat, aszályos évben csökkenti az ezerszemtömeget, illetve a termésmennyiséget. Ezen okok teszik indokolttá, hogy az agrotechnikai tényezőkön belül nagy hangsúlyt fektessünk a vetésidő megválasztására.

Az előzőekben felsorolt szempontok alapján kutatásom célkitűzései az alábbiak voltak:

- A különböző genetikai adottságú és eltérő tenyészidejű kukorica hibridek optimális vetésidő intervallumának meghatározása. A vetésidő, termés és termésbiztonság közötti összefüggések megállapítása.
- Egyes abiotikus tényezők termést befolyásoló hatásának jellemzése.
- A vetésidőnek a kelésre, növénymagasságra, hím- és nővirágzásra gyakorolt hatásának számszerűsítése.

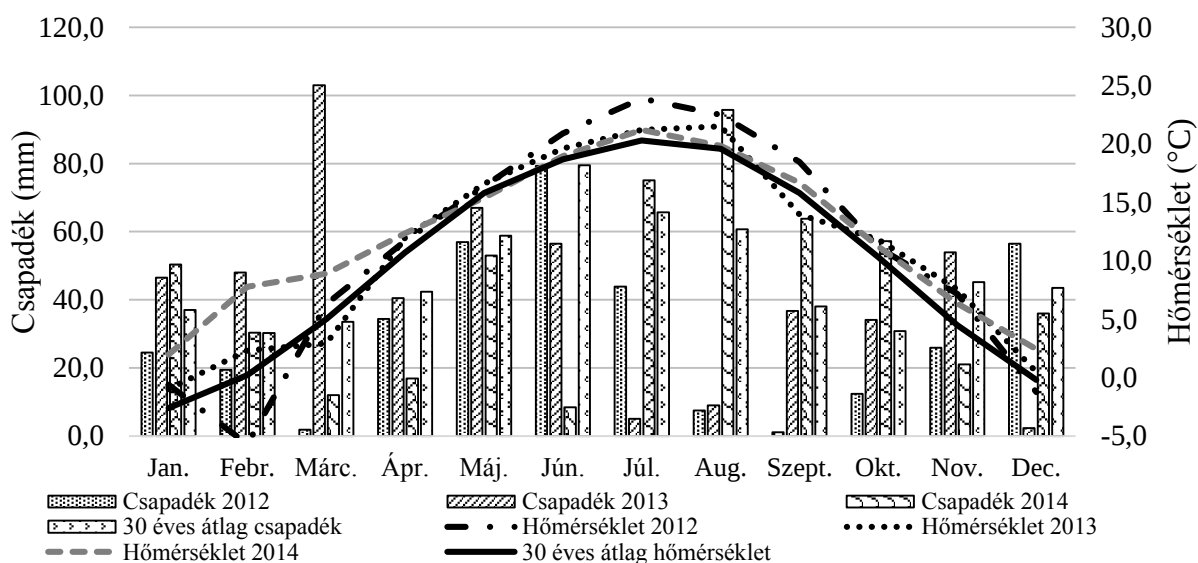
- A vetésidő és a szemtermés vízleadás dinamikája közötti kapcsolat meghatározása az érés időszakában.
- A termésképző elemek vetésidőtől függő változásának elemzése, a kölcsönhatások feltárása.
- A kukorica hibridek levélterület (LAI) nagyságának és fotoszintézis hatásának meghatározása a termés alakulására a vetésidő aspektusából.
- A vetésidő, a termés mennyiség, a termesztés hatékonysága és a termés minősége közötti összefüggések elemzése, számszerűsítése.
- A termesztési tényezők hatásának bemutatása a termés mennyiség alakulására a varianciakomponensek felosztása révén.

Korszerű növénytermesztési technológiák, megfelelő hibridválasztás, a vetésidő szakszerű alkalmazása mind a fenntartható termesztés fontos elemei, amely eszközök alapvető feltételei a ráfordítás csökkentésének és a hatékonyság növelésének. Olyan kukorica fajtákra lesz szükség, amelyek szélsőséges időjárási viszonyok mellett is meg tudják őrizni termésstabilitásukat. A jövőben a fenntartható kukoricatermesztés érdekében a kutatásra és innovációra egyaránt nagy hangsúlyt kell fektetni.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kukorica hibridek vetésidő reakciójára irányuló kísérletet dr. Sárvári Mihály Professzor Úr témavezetésével a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézetének Bemutatókertjében állítottuk be 2012–2014. években, amely évek időjárási adatait az 1. ábra tartalmazza. A kísérletben a három vizsgálati évben egységes NPK műtrágyázást (N 120, P₂O₅ 80, K₂O 110 kg/ha hatóanyag) és az üzemi körülményeknek megfelelő növényápolást, vegyszeres gyomirtást alkalmaztunk. A kísérlet parcellái (15,2 m²) három ismétlésben lettek beállítva.

Kísérletem két fő vizsgált tényezője a kukorica vetésideje és az alkalmazott biológiai alapok voltak. Ezek együttes hatását értékeltük a termésre, terméshozásra és a termesztés hatékonyságára.



1. ábra: A hőmérséklet és csapadék alakulása (Debrecen, 2012-2014)

A kísérleti terület talajadottsága

Debrecenben a kísérleti terület talajtípusa kilúgzott csernozjom, a feltalaj meszet nem tartalmaz, a humuszszint vastagsága 50-70 cm, az altalajvíz 7-9 m mélységben helyezkedik el. A talaj szervesanyag-tartalma 2,6%, amely alapján a kísérlet talaja közepes nitrogén-szolgáltató képességgel rendelkezik. A talaj felső szintje a mészhányból eredően száraz, aszályos évjáratokban cserepesedésre hajlamos. A talaj

kémhatását tekintve, a növények tápanyagfelvételének optimális, gyengén savanyú, illetve semleges közeli a pH. A talaj fizikai féleségét mutató Arany-féle kötöttségi szám alapján a vályog típusba sorolható. A talaj mésztartalmának jellemzőjét a szénsavas mésztartalom adja meg, amely nyomokban található a talajunkban. A kísérlet talajának AL-oldható foszfor- és káliumellátottsága közepes.

A kísérlet során alkalmazott vizsgálati módszerek

A vetésidő és produktivitás közötti összefüggés meghatározása céljából 2012-2014. közötti években 12 eltérő tenyészidejű és nemesítésű kukorica hibridet (1. táblázat) teszteltünk. A hibridek csírázáskori hidegtűrését, a vetési idő és a terméseredmény, valamint a szemnedvesség-tartalom közötti összefüggéseket számszerűsítettük.

1. táblázat: A kísérletben vizsgált kukorica hibridek

2012. év		2013. év		2014. év	
<i>Hibrid neve</i>	<i>FAO szám</i>	<i>Hibrid neve</i>	<i>FAO szám</i>	<i>Hibrid neve</i>	<i>FAO szám</i>
Sarolta	290	Sarolta	290	Sarolta	290
P9578	320	P9578	320	P9578	320
NK Octet	350	NK Octet	350	NK Lucius	330
DKC 4590	350	DKC 4590	350	DKC 4590	350
Kamaria	370	Kamaria	370	Kamaria	370
PR37N01	380	PR37N01	380	PR37N01	380
DA Sonka	390	DA Sonka	390	DA Sonka	390
Szegedi 386	390	Szegedi 386	390	Szegedi 386	390
P9494	390	P9494	390	P9494	390
DKC 4983	410	DKC 4983	410	DKC 4983	410
NK Columbia	450	Miranda	460	Miranda	460
Miranda	460	P0216	490	P0216	490

A három évben a vizsgálat során egyfelől a biológiai alapok évjáratra, vetésidőkre adott válaszreakcióját figyeltük meg. Ez egyrészt jelentette a termőképesség, vízleadás dinamika, betakarításkori szemnedvesség-tartalom vizsgálatát, emellett számos egyéb paraméter került elemzésre. Fenológiai felvételezéseket végeztünk, ahol a növénymagasságot, valamint a hím- és nővirágzás idejét mértük. A nettó fotoszintézis aktivitás, a levélterület-index (LAI), a termésképző

elemek, illetve beltartalmi paraméterek vetésidőnkénti változásának feltárása révén nagymennyiségű adat állt rendelkezésünkre, amely lehetőséget adott arra, hogy mindezen tényezők közötti interakció számszerűsíthető legyen.

Célunk számos egyéb vizsgálat elvégzése mellett annak megállapítása is volt, hogy a vetésidő miképpen befolyásolta a kukorica hibridek levélterületének alakulását és fotoszintézisének aktivitását, valamint ezek a tényezők milyen hatással vannak a termésképződésre, a termés alakulására. A kísérletben négy hibrid levélterületének és fotoszintézisének változását vizsgáltunk, minden évben egységesen a P9578, a DKC 4590, a Kamaria és a Da Sonka hibrideknél. A levélterület-index nagyságát mindhárom évben négy-négy alkalommal vizsgáltuk. A levélterület-index értékeiből két mérési időpont között a Levélterület tartósság (LAD) növekedési mutatót számoltuk ki *Berzsenyi* (2000) alapján, valamint dr. Pepó Péter Professzor Úr által kidolgozott produktivitás mutatót (PM) és kumulált asszimilációs területet (KAT).

Két évben négy-négy alkalommal mértük a fotoszintézis aktivitását (2012; 2013. években), egy évben pedig a relatív klorofill tartalmat (2014. évben). A mérések alkalmával a cső feletti levél fotoszintézisét mértük két levélen, levelenként hat mérést végezve. A levelek relatív klorofill koncentrációjának meghatározását csak 2014-ben végeztük el, amely eredményeket a szintén dr. Pepó Péter Professzor Úr által kidolgozott fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) mutató alapján számoltunk át.

A fiziológiai érést követően hetente vizsgáltuk a hibridek vízleadás dinamikáját. Az érésdinamikai vizsgálatot a P9578, a DKC 4590, a Kamaria, a DA Sonka, a Szegedi 386 és a DKC 4983 hibrideknél végeztük el.

A minőségi tulajdonságok közül a nyersfehérje-, a nyersolaj- és a keményítő-tartalmakat elemeztük a három vetésidőben. Továbbá betakarítást követően meghatároztuk a termésképző elemek alakulását, úgymint a csőhosszúságot, a szemsorok számát, az egy sorban lévő szemek számát, az ezerszemtömeget és a morzsolási arányt.

A vetésidő kísérletből származó eredmények kiértékelését Sváb (1981) féle kéttényezős varianciaanalízissel, lineáris és parabolikus regresszió analízissel, valamint Pearson-féle korreláció analízissel, Microsoft Office Excel (2013) és SPSS 22.0 programokkal dolgoztuk fel.

3. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

3.1. A vetésidő hatása a kukorica fenológiai tulajdonságainak változására

Kelésidő, virágzás

A vetéstől a kelésig eltelt napok számát a vetésidő és a kelésig uralkodó meteorológiai viszonyok egyaránt meghatározták, azonban fontos, hogy nem elsősorban a vetés ideje az, amiktől függ a kelés ideje. A vetéstechnológia, a termesztés körülményei, az évjárat együtt vannak döntő hatással a kukorica kelésének idejére. A vetésidő és kelésidő közötti interakció a kukorica hibridek termésében meghatározó lehet, ezáltal a genetikai terméspotenciál kihasználásának egyik lehetősége a kelés minőségében rejlik.

A vizsgálati eredmények alapján a vetésidő jelentősége a virágzásban is megmutatkozott. A márciusi vetésidőkben június második felére esett a hím- és nővirágzás, míg a későbbi vetésidőkben 3-4 héttel későbbre tolódott a virágzás ideje.

Növénymagasság

A kukorica hibridek magasságát mind az évjárat, mind a vetésidők jelentősen meghatározták. A mai korszerű hibridek szárszilárdságának köszönhetően a 300 cm közeli magasság sem okozott megdőlést a kísérletben szereplő hibrideknél, amely tulajdonságra való nemesítés a jövőben továbbra is meghatározó lesz.

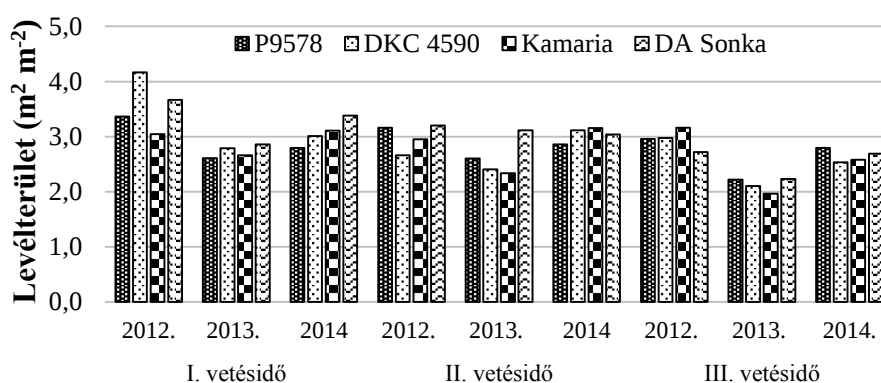
A 2012. és 2013. években a növényt magasság és termés között pozitív irányú, 0,578** és 0,407** értékű volt a korreláció, vagyis SzD_{1%}-os szignifikancia szinten közepesen erős sztochatikus kapcsolat állt fenn. A korrelációs együttható szignifikanciája alapján mindkét esetben a két változó közötti kapcsolat a kezelések hatásának volt köszönhető. A vetésidő hatása egyedül 2014-ben volt meghatározó, a növényt magasság és a vetésidő közötti kapcsolat szorossága 0,539**. A legkiemelkedőbbnek 2012 tekinthető, ugyanis a vetésidők átlagában a Sarolta, a DKC 4590 és a PR37N01 kivételével ebben a vizsgálati évben voltak a legmagasabbak a növények. Ehhez hasonlóan alakult a 2013. vizsgálati év is, 2014-ben viszont jelentősen alacsonyabbak voltak a növények. A legnagyobb különbség a DKC 4590-es hibridnél

volt megállapítható, ahol 2012-höz képest 57,2 cm-rel, 2013-hoz képest 65,0 cm-rel voltak alacsonyabbak a növények.

3.2. A vetésidő és az évjárat hatása a kukorica fiziológiai mutatóinak alakulására

Levélterület-index (LAI)

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a levélterületnek meghatározó szerepe volt az eltérő vetésidőkben. A maximális levélterület értéket a vizsgált hibridek 2012-ben és 2013-ban is zömében az első vetésidőben érték el. Minden esetben a legnagyobb levélterület-indexhez 2012-ben a legmagasabb terméseredmények párosultak, 2013-ban viszont a DKC 4590 hibridnél a legkisebb elért LAI-hoz tartozott a legmagasabb termésátlag, a DA Sonka hibridnél pedig a második vetésidőben mért maximális levélterülethez tartozott a legkisebb termés. A vizsgált hibridek 2014-ben zömében a harmadik vetésidőben érték el a legalacsonyabb levélterület értéket, emellé pedig a legnagyobb terméseredmények párosultak. A maximális levélterület-index viszont szignifikánsan alacsonyabb termésmennyiséget eredményezett (2. ábra).

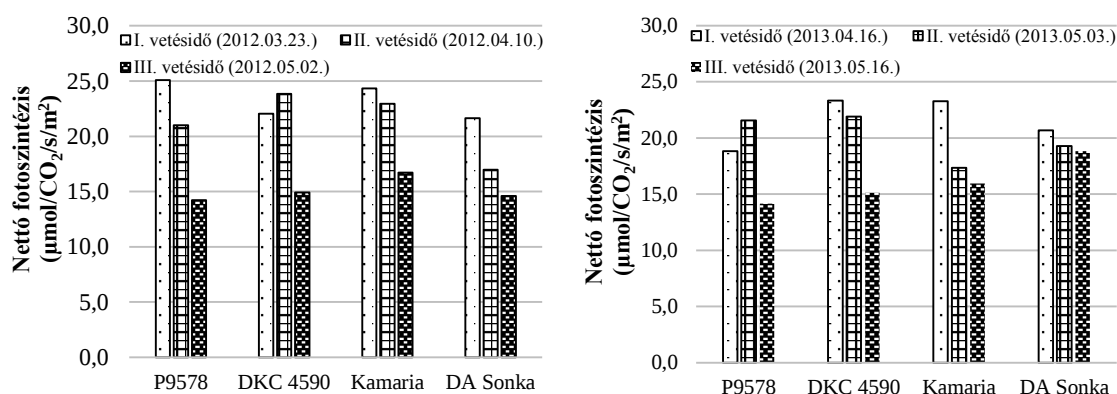


2. ábra: A levélterület-index (LAI) alakulása a vizsgált kukorica hibrideknél az eltérő vetésidőkben (Debrecen, 2012-2014)

Fotoszintézis aktivitás

A nettó fotoszintetikus aktivitás elemzése során 2012-ben a vetésidők késésének szervesanyag-termelést csökkentő hatása jól látható volt (3. ábra). A hibridek fotoszintézise csökkent a vetésidők kitolódásával. A P9578 hibrid legnagyobb

fotoszintetikus aktivitása az első vetésidőben volt megfigyelhető, amihez a legnagyobb terméseredmény tartozott. A DKC 4590 fotoszintézise a második vetésidőben volt a legintenzívebb, a maximális termést viszont az első vetésidőben kaptuk. A DA Sonka hibrid fotoszintézisére és termésére is csökkentő hatással volt a vetésidők kitolódása, így mind a legnagyobb fotoszintézist, mind a legnagyobb termést az első vetésidőben érte el. A növények szervesanyag produktivitását 2013-ban szintén csökkentette a vetésidők későbbre tolódása. A Kamaria és a DA Sonka hibrideknél a legintenzívebb fotoszintézishez a legnagyobb terméseredmény csak az első vetésidőben volt hozzárendelhető. A P9578 hibridnek a második vetésidőben volt a legnagyobb a CO₂ termelése, azonban ekkor a legkisebb termést adta. A DKC 4590 hibridnél pedig a harmadik vetésidőbeni maximális terméshez a legkisebb fotoszintézis tartozott.



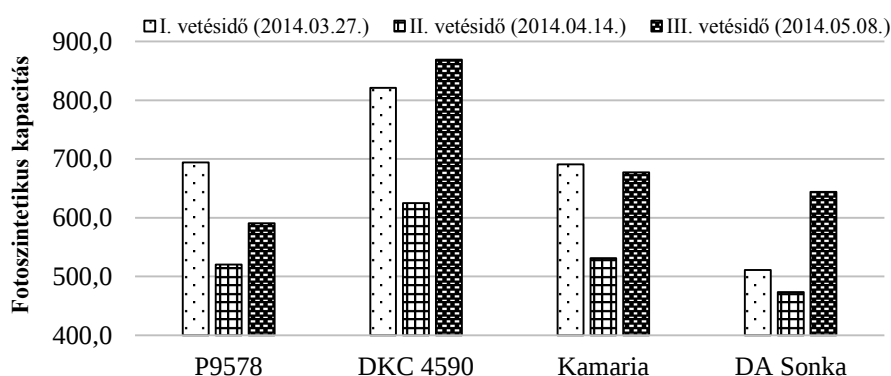
3. ábra: A hibridek fotoszintézisének alakulása a különböző vetésidőkben
(Debrecen, 2012-2013)

Fotoszintetikus kapacitás (Ph.C)

A fotoszintetikus kapacitás vizsgálata során 2014-ben nagyon szembetűnő volt a harmadik vetésidőben a legfiatalabb növények kimagaslóan nagy teljesítménye (4. ábra), ami az eltérő érésidőkkel magyarázható. A korábban vetett növények érése hamarabb indult meg, mint a késői vetésű állományoknak. Egy megkésett vetésidőben az érés időszaka is elhúzódik, ezáltal a CO₂ megkötése is élénkebb ugyanabban az időszakban a korábbi vetésidőkhöz képest. A DKC 4590 a vetésidőt legjobban toleráló

hibrid volt, hiszen a négy vizsgált hibrid közül minden vetésidőben a legmagasabb Ph.C. értékek mellé a legmagasabb terméseredmények párosultak.

A fotoszintetikus kapacitás a terméseredményekhez hasonló tendenciát követett, ami azt is bizonyítja, hogy 2014-ben a szervesanyag felhalmozódás által a fotoszintézisnek nagy szerepe volt a termésképzésben. A fotoszintetikus kapacitás és a termés közötti összefüggést lineáris regresszió analízissel is megvizsgáltuk. A két tényező közötti kapcsolat igen szoros volt ($R^2=0,8593$).



4. ábra: A fotoszintetikus kapacitás alakulása a különböző vetésidőkben
(Debrecen, 2014)

Kumulált asszimilációs terület (KAT), levélterület tartósság (LAD), produktivitás mutató (PM)

A kumulált asszimiláció terület (KAT) eredményeit a különböző időpontokban mért LAI értékek összeszorzásával kaptam. A kumulált asszimilációs terület 2012-ben lényegesen nagyobb volt, mint a 2014. kísérleti évben. A Pearson-féle korreláció alapján 2012-ben szoros, pozitív, szignifikáns kapcsolat ($r=0,721^{**}$) volt a KAT és a termés mennyisége között.

Az aktív fotoszintetizáló területet a növények 2012-ben tartották fent a legtovább. A levélterület tartósság (LAD) a 2012. évben közepesen szorosan korrelált a terméssel ($r=0,673^{*}$), ugyanis a hosszabb ideig fenntartott levélzet nagyobb szárazanyag-produkcióra képes.

A produktivitás mutató (PM) vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy 2013-ban és 2014-ben erős kapcsolat állt fenn a termés mennyiségével ($r=0,763^{**}$; $r=0,918^{**}$).

Minden évben rendkívül szoros összefüggés volt megállapítható a kumulált asszimilációs terület (KAT) és a levélterület tartósság (LAD) között (2012-ben $r=0,982^{**}$; 2013-ban $r=0,972^{**}$; 2014-ben $r=0,917^{**}$). Emellett 2013-ban és 2014-ben a korrelációanalízis során közepes, illetve erős sztochatikus kapcsolatot figyelhetünk meg a kumulált asszimilációs terület és a produktivitás mutató (PM), valamint a levélterület tartósság és a produktivitás mutató között is. Negatív, közepes erősségű volt az összefüggés 2013-ban a kumulált asszimilációs terület és a produktivitás mutató ($r=-0,601^{*}$), a levélterület tartósság és a produktivitás mutató ($r=-0,727^{**}$) között. Szintén negatív, de erős kapcsolat volt a KAT és a PM ($r=-0,830^{**}$), valamint a LAD és a PM között ($r=-0,880^{**}$) 2014-ben.

3.3. A vetésidő és az évjárat hatása a kukorica termésmennyiségének alakulására

A vetésidő és a termés, illetve a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti összefüggés három év kísérleti eredményeit értékelve megállapíthatjuk, hogy a különböző években eltérőek voltak az időjárási tényezők.

A vetésidő és a termés közötti gyenge, negatív irányú statisztikai kapcsolat ($r=-0,394^{**}$ és $r=-0,298^{**}$) 2012-ben és 2013-ban is bizonyítja, hogy a vetésidők kitolódásával csökkent a termés mennyisége. A kedvező csapadék ellátottságú 2014-ben viszont a vetésidők nem okoztak nagy különbségeket a terméseredmények között.

A betakarításkori szemnedvesség-tartalom és vetésidő közötti igen szoros összefüggés azonban beigazolódott. A vetésidő későbbre tolódásával jelentős, akár 10% feletti eltérés is lehet egy korábbi vetésidő szemnedvesség-tartalmához viszonyítva. A vizsgált tényezők között 2012-ben közepes, 2013-ban és 2014-ben erős sztochatikus kapcsolat állt fent.

A vetésidő és a kukorica hibridek termése közötti összefüggést jelentős mértékben befolyásolta a tenyészidőben lehullott csapadék mennyisége és annak eloszlása a három évben. A vetésidők közötti különbségek 2012-ben mind a termés,

mind a betakarításkori szemnedvesség tekintetében szignifikánsak voltak. Emellett a hibridek közötti teljesítményben jelentős különbségek mutatkoztak meg.

A csapadékos és hűvös márciusi idő miatt 2013-ban a vetést nem lehetett időben elvégezni. Az ezt követő csapadékhiány végig meghatározó volt a tenyészidőszak folyamán.

Szélsőséges év volt 2014 is, ami azonban nem az aszályos nyári hónapok formájában jelentkezett, hanem a kedvezőtlen csapadékeloszlásban. A betakarítás 2-3 héttel is későbbre tolódott az alacsonyabb tenyészidőbeni hőösszeg és a csapadékos augusztus, szeptember miatt.

Az évjárat termésbefolyásoló hatását jól kifejezi az elért termésmaximumok és a betakarításkori szemnedvesség-tartalmak alakulása is (2. táblázat). A legnagyobb termést 2012-ben és 2013-ban is zömében az első vetésidőben érték el a hibridek, míg 2014-ben hat hibrid az első, 3-3 hibrid a második és a harmadik vetésidőben.

2. táblázat: A vetésidők és a kukorica hibridek termésmaximuma, valamint betakarításkori szemnedvesség-tartalma közötti összefüggés (Debrecen, 2012-2014)

Érés csoport	Maximális termés (t ha ⁻¹)	Maximális terméshez tartozó vetésidő	Betakarításkori szemnedvesség- tartalom (%)
2012. vizsgálati év			
FAO 290-350	12,4	március 23.	11,0
FAO 370-390	12,7	március 23.	11,1
FAO 410-460	11,6	március 23.	12,7
SzD _{5%} Hibrid	0,5		0,6
2013. vizsgálati év			
FAO 290-350	11,5	május 16.	29,5
FAO 370-390	12,7	április 16.	13,9
FAO 410-490	12,2	május 3.	17,7
SzD _{5%} Hibrid	0,6		1,3
2014. vizsgálati év			
FAO 290-350	13,2	május 8.	26,2
FAO 370-390	12,0	május 8.	23,8
FAO 410-490	13,0	március 27.	17,1
SzD _{5%} Hibrid	0,7		1,3

A korábbi vetésidők esetén lényegesen alacsonyabb volt a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, ahol a megkésett vetésidőkhöz viszonyítva eredményeink alapján akár 10-15%-kal is csökkenthető a szemek betakarításkori víztartalma.

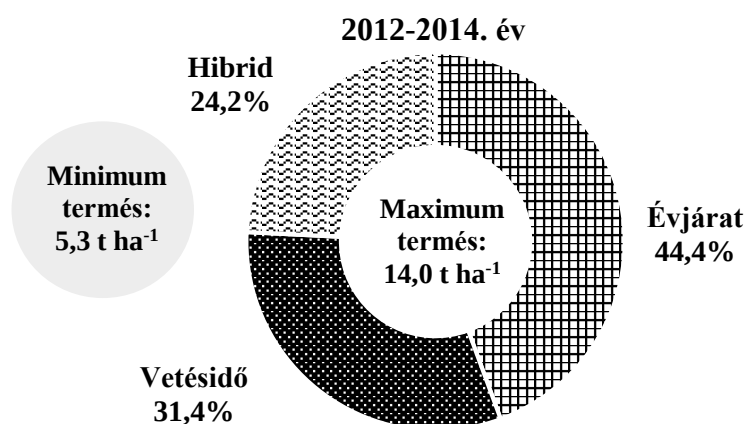
A kukorica hektáronkénti termesztési költsége jelenleg is igen magas (220-260 ezer Ft/ha), amit főleg a kemikáliák és a fosszilis energiák árának növekedése okoz. Ezért törekedni kell, hogy minél kisebb legyen a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, ezáltal minél kisebb legyen a szárítási költség, hiszen kedvezőtlen esetben ez elérheti vagy meg is haladhatja a termesztési költség 30-35%-át.

A 2012. aszályos év következtében a kísérletben kedvező hatással volt, hogy az érés időszaka vízhiányos periódusra esett, ami a kukorica természetes vízleadását segítette elő. Emiatt egyik vetésidőben sem volt szükség szárításra, ami jelentős költségmegtakarítást jelentett.

A 2013-2014. évben a kukorica hibridek költségvizsgálata során az eredmények jól alátámasztják a megkésett vetésidő szárítási költség növelő hatását. Az optimálisnál későbbi vetésidő magasabb betakarításkori szemnedvessége egyes hibrideknél 143-148 ezer Ft hektáronkénti többletköltséget jelentett a korai vetésidőhöz viszonyítva.

Az alkalmazott agrotechnikai tényezők, úgymint a hibrid és a vetésidő termést befolyásoló hatásának értékelésére a varianciakomponensek felosztása révén nyílt lehetőségünk. Ez alapján meg tudtuk határozni, hogy adott évben az egyes tényezők mekkora részben járultak hozzá a termésnövekedéshez. A számításnál az elért minimum termést vettük alapul, majd a vizsgált tényezőkkel együttesen elért termésnövekedést osztottuk fel a tényezők között.

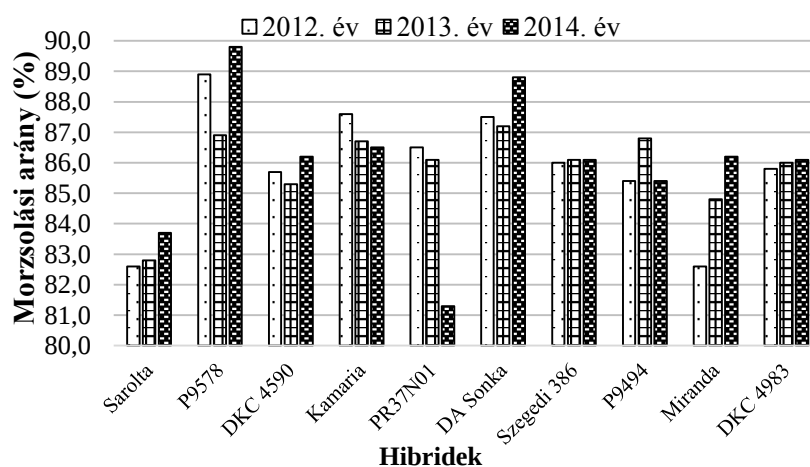
A három év együttes értékelése során a hibrid és a vetésidő mellett az évjárat hatását is figyelembe lehetett venni. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a három év rendkívül szélsőséges időjárása döntő jelentőségű volt a kukorica termésmennyiségének alakulására. Az évek átlagában az évjárat 44,4%-ban ($3,9 \text{ t ha}^{-1}$), a vetésidő 31,4%-ban ($2,7 \text{ t ha}^{-1}$) és a hibrid 24,2%-ban ($2,1 \text{ t ha}^{-1}$) módosította a kukorica terméseredményét (5. ábra).



5. ábra: A vetésidő, a hibrid és az évjárat szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2012-2014)

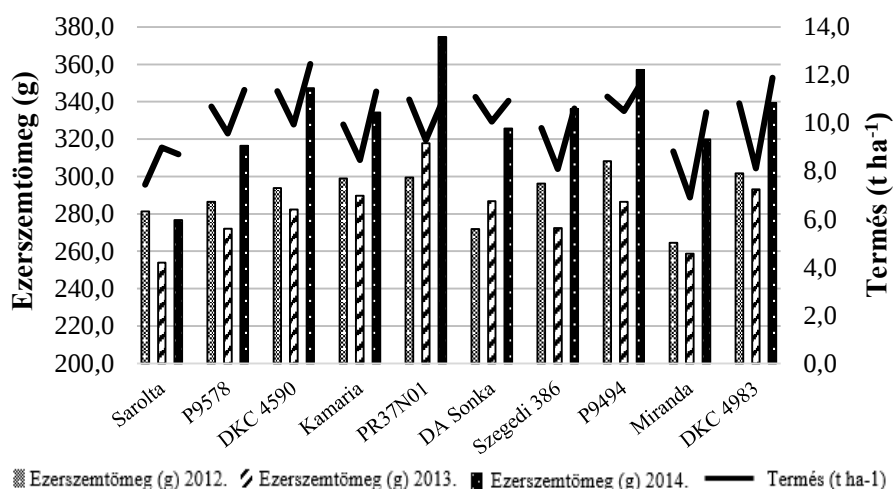
3.5. A vetésidő és az évjárat hatása a vizsgált kukorica hibridek termésképző elemeinek változására

A hibridek közül a P9578, a DA Sonka és a Kamaria kiemelkedő morzsolási aránnyal rendelkeztek. A P9578 számára minden év kedvezőnek bizonyult. Rendkívül jó szem-csutka arányát 2012-ben (88,9%) és 2014-ben (89,8%) is bizonyította. Még a kedvezőtlen 2013-ban is a DA Sonka (87,2%) mellett a legnagyobb mért érték ezen hibridhez tartozott (86,9%). A leggyengébb teljesítményt a Sarolta hibridnél figyelhettük meg (82,6-83,7%), 2014-ben pedig a PR37N01 hibrid morzsolási aránya, mindössze 81,3% volt (6. ábra).



6. ábra: A morzsolási arány változása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)

A Sarolta hibrid kivételével minden hibrid 2014-ben érte el a legnagyobb ezerszemtömeget. A maximális értékeket a DKC 4590 (347,2 g), a PR37N01 (374,6 g) és a P9494 (357,1 g) hibrideknél kaptuk. A 7. ábrán látható, hogy a terméseredményekkel legtöbbször megegyezően alakult az ezerszemtömeg nagysága, ami alátámasztja a két tényező közötti összefüggést (2012-ben $r=0,4269^{**}$; 2013-ban $r=0,383^{**}$; 2014-ben $r=0,493^{**}$).



7. ábra: Az ezerszemtömeg változása a vetésidők átlagában a vizsgált három évben (Debrecen, 2012-2014.)

3.6. A vetésidő és az évjárat hatása a beltartalmi paraméterek alakulására

A keményítőtartalom tekintetében a DKC 4590 a három évben stabil eredményeket hozott (73,4-73,6%). A többi hibrid számára a 2013. év volt a legkedvezőbb, ahol a Kamaria (74,2%), a PR37N01 (73,8%), a Sarolta és a DA Sonka (73,7%) voltak kiemelkedőek. A szemtermés keményítőtartalma a P9494 hibridnél (73,2%) volt a legkisebb. Az aszályos 2012-ben a DKC 4590 (73,6%), a kedvező feltételeket nyújtó 2014-ben pedig a Kamaria (73,5%) teljesítettek a legjobban.

Az olajhozamban már kisebb különbségek voltak a vizsgált 2012-2014. évek között. Hasonló adatokat kaptunk 2013-ban és 2014-ben, 2012-ben viszont nagyobb mértékű volt az eltérés. A vizsgálat során minden évben a Szegedi 386 hibrid mutatta a

legkedvezőbb paramétereket, mely hibridnél 2012-ben 3,7%, 2013-ban és 2014-ben 4,6% körüli olajtartalmakat realizáltunk.

A fehérjetartalom esetén vizsgálva a három évet 2012-ben a Sarolta (10,2%), a Miranda (9,8%) és a Kamaria (9,7%), 2014-ben a Szegedi 386 (10,1%) és szintén a Sarolta (9,7%) emelkedtek ki a vizsgált hibridek közül. Lényegesen alacsonyabb értékeket értek el a hibridek 2013-ban, az évjárat egyedül a DKC 4590 fehérjetartalmára (9,0%) volt jelentős hatással.

Ilyen minimális beltartalmi különbségek esetén a termésfüggő hektáronkénti keményítő-, fehérje- és olajhozamot is célszerű figyelembe venni. A vizsgált hibrideknél az egyes vetésidőkben nagyobb különbségek csak a keményítő-termés értékeiben voltak.

A vetésidők jelentős különbségeket 2012-ben és 2013-ban okoztak a terméseredményekben, így a keményítő hozam is a termés mennyiségének változását követte. A szemtermés keményítő tartalma az első vetésidőben jelentősen meghaladta a másik két vetésidő értékét. A termésmennyiségek között 2014-ben nem voltak nagy különbségek, így a keményítő termés sem tért el lényegesen az egyes vetésidőkben. A hibridek közül 2012-ben és 2013-ban is a DKC 4590 (9,2 és 8,4 t ha⁻¹), a P9494 (9,2 t ha⁻¹ és 9,3 t ha⁻¹), valamint 2014-ben is a DKC 4590 (9,7 t ha⁻¹) keményítő termése bizonyult jelentősnek.

Az elért eredmények alapján megállapítható, hogy a vetéstechnológián belül a vetésidőt is hibridspecifikus módon kell alkalmazni. A genotípus megválasztásán nagyon sok múlhat a jövedelmezőség szempontjából. Az utóbbi évek időjárási szélsőségei miatt még nagyobb hangsúlyt kell fektetni a biológiai alapok megválasztására. Azt, hogy milyen évjárat áll előttünk vetéskor még nem tudjuk, így az ökológiai viszonyoknak megfelelő, legnagyobb termésbiztonságot adó hibrideket kell választani.

4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Kísérleti eredményeink bizonyították, hogy március végi vetésidővel 3-4 héttel is korábban következik be a kukorica hím- és nővirágzása az április végi, májusi vetésidővel szemben, amit a hibrid tenyészideje is befolyásol. A vizsgálati évek talajhőmérséklet adatai alátámasztják, hogy napjainkban a talajhőmérséklet akár már március végén, április elején eléri a kukorica vetésére alkalmas 8-10°C-ot. Az intervallumon belüli korábbi vetés főleg az aszályos 2012. és 2013. években volt jelentős.
2. A korábbi vetésidőkben a hibridek hamarabb érték el a fiziológiai érettséget, hamarabb alakult ki a feketeterég, aminek köszönhetően 10-15%-kal is kisebb szemnedvesség-tartalommal lehetett betakarítani a kukoricát.
3. A kukorica termésképződését a fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) mutatóval jellemeztük, ami szoros összefüggést mutatott a terméssel ($r=0,8593$). Emellett meghatároztuk a kumulált asszimilációs terület (KAT) és produktivitás mutató (PM) értékeit.
4. A vetésidő termésképző elemek (csőhossz, szemsorok száma, egy sorban lévő szemek száma) módosító hatása csekély volt, azokat nem befolyásolta döntően a vetés ideje. Összefüggést csupán az ezerszemtömeg és a termés mennyiségének alakulása között találtunk, a tényezők között minden évben közepesen szoros kapcsolatot állapítottunk meg ($r=0,383-0,493$).
5. Megállapítottuk, hogy a vetésidő kitolódásával a morzsolási arány szignifikánsan csökkent, sokkal kedvezőtlenebbül alakult a március végi vetésidőhöz viszonyítva. A korábbi vetésidőben 3-5%-kal is kedvezőbb volt a szemek súlyaránya.
6. A varianciakomponensek felosztása alapján évente és a három év átlagában a tényezők termésre gyakorolt hatása eltérő volt. Száraz évjáratban a vetésidő (58,1-74,2%), míg kedvező évjáratban az alkalmazott genotípus (78,4%) módosította a termés alakulását.

5. A GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. A klímaváltozáshoz igazodva újra kell gondolni az optimális vetésidő intervallum fogalmát, természetesen a rövidebb tenyészidejű hibrideknek szélesebb az optimális vetésidő intervalluma, de ezt az agrotechnikai tényezőt is termőhely- és hibridspecifikus módon kell alkalmazni.
2. A gyakorlatban az üzemek számára is új ismereteket nyújt a hibridek optimális vetésidő intervallumának tesztelés útján való meghatározása, továbbá a vetésidő-termés-terméshozam és a minőség közötti szoros összefüggés adatai.
3. Eredményeink alapján a gyakorlat számára javasoljuk, hogy adott üzemben belül a vetésterület nagyságától függően lehetőleg több különböző tulajdonságú, eltérő tenyészidejű hibridet használjanak, mert ha csak egy-két egymáshoz hasonló tulajdonságú hibridet termesztene, melyek a környezeti tényezőkre azonosan reagálnak, nagy kockázatot jelenthet.
4. Megkésett vetésidő esetén lehetőleg nem a szemesen szárítva betakarítási módot kell választani.
5. A hibridek vízleadás dinamikájának az ismerete az érés időszakában a betakaríthatóság tervezését is segíti.
6. A klímaváltozás miatti időjárási szélsőségek a vizsgált évek átlagában 44,4%-ban befolyásolták a termés alakulását, a kedvezőtlen hatások mérséklésére alkalmas lehet az agrotechnikai tényezők közötti interakciók harmonizálása.



Nyilvántartási szám: DEENK/205/2015.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bene Enikő

Neptun kód: JJ37DW

Doktori Iskola: Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészlet(ek) (1)

1. **Bene E.**: A kukorica termesztéstechnológiájának fejlesztése a fenntartható növénytermesztésben.
In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei : Prof. Dr. Sárvári Mihály 70 éves.
Szerk.: Pepó Péter, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 233-239, 2014. ISBN:
9789634737414

Idegen nyelvű, hazai könyvrészlet(ek) (1)

2. **Bene, E.**, Krivián, Á., Becze, Z.J.: Effect of agrotechnique on different genetic characteristics maize hybrids for production.
In: The influence of some technological elements over the weath and corn grains quality stored in Bihar and Hajdu Bihar counties. Ed.: Csajbók József, Debreceni Egyetem ATC Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen, 3-7, 2013.

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

3. **Bene E.**, Sárvári M.: A levélterület és a fotoszintézis szerepe a kukorica vetésidejének optimalizálásában.
Agrártud. Közl. 64, 5-10, 2015. ISSN: 1587-1282.
4. **Bene E.**, Sárvári M., Futó Z.: A vetéside hatása három eltérő tenyésztési kukoricahibrid mennyiségi és egyes minőségi paramétereire.
Növénytermelés. 63 (4), 5-23, 2014. ISSN: 0546-8191.





5. **Bene E.**: Vetéstechnológiai modellek hatásának vizsgálata eltérő tenyészidejű kukorica hibridek termésképző elemeinek néhány cső, beltartalmi és termésmennyiségi paraméterére.
Agrártud. Közl. 52, 17-23, 2013. ISSN: 1587-1282.

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (5)

6. **Bene E., Bene E.**: A vetésidő hatása a kukorica hibridek termésmennyiségére és minőségére.
In: Újabb kutatási eredmények a növénytudományokban. Szerk.: Sándor Zsolt, Szabó András, DE AGTC MÉK Hankóczy J. Doktori Isk., Debrecen, 79-84, 2013. ISBN: 9786155183409
7. **Bene E.**: A genetikai alapok és a termésképző elemek hatása a kukorica fontosabb beltartalmi paramétereire.
In: Fiatal kutatók az egészséges ételmiszerért : tudományos ülés. Szerk.: Bódi Éva, Fekete István, Kovács Béla, Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola, Debrecen, 167-171, 2013. ISBN: 9789634736011
8. **Bene E.**: A vetésidő hatása a kukoricahibridek produktivására, termésbiztonságára és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom változására csernozjom talajon.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó András, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 3-9, 2012. ISBN: 9786155183171
9. **Bene E.**: A vetésidő hatása az eltérő genetikai tulajdonságú kukorica hibridek produktivására.
In: Talaj - Víz - Növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. Szerk.: Lehocky Éva, MTA ATK TAKI, Budapest, 189-192, 2012. ISBN: 9789638904164
10. **Bene E.**: Abiotikus tényezők hatása a különböző genetikai tulajdonságú kukorica hibridek produktivására.
In: XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum [elektronikus dokumentum]. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, [6], 2012. ISBN: 9789639639454

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (3)

11. **Bene, E.**: Correlation between of the sowing date and yield of maize on chernozem soil, in connection with the leaf area index and photosynthesis.
World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. 17 (8), 2595-2600, 2015. ISSN: 1307-6892.



12. Krivián, Á., **Bene, E.**: Agrotechnical impacts on the performance of maize hybrids of different genetic properties.
Növénytermelés. 62 (Suppl.), 39-42, 2013. ISSN: 0546-8191.
13. Zsembeli, J., **Bene, E.**: Comparison of the water use efficiency of maize and sorghum in lysimeters.
Növénytermelés. 59 (3), 211-214, 2010. ISSN: 0546-8191.

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikk(ek) (13)

14. Sárvári M., **Bene E.**, Kovács P.: A növényminőség és az agrotechnika összefüggései a kukoricatermesztésben.
Értékálló aranykorona. 15 (1), 4-7, 2015. ISSN: 1586-9652.
15. Sárvári M., **Bene E.**: Termésdepresszió ellen : az NPK tápanyag-gazdálkodás helyzete és fejlesztési lehetőségei.
Agrárunió. 16 (2), 38-40, 2015. ISSN: 1589-6846.
16. **Bene E.**: A vetésidő optimalizálása a hibrid specifikus kukoricatermesztésben.
Agro Napló. 19 (2), 72-73, 2015. ISSN: 1417-3255.
17. Sárvári M., **Bene E.**: A biológiai alapok jelentősége, a fajta- és a vetőmagellátás a szántóföldi növénytermesztésben.
Agrárunió. 14 (1), 14-16, 2013. ISSN: 1589-6846.
18. Sárvári M., **Bene E.**: A kukorica betakarítás technológiája és gépei.
Értékálló aranykorona. 12 (8), 24-28, 2012. ISSN: 1586-9652.
19. Sárvári M., **Bene E.**, Krivián Á.: Hibridkukorica vetőmag előállítás technológiai kérdései.
Értékálló aranykorona. 12 (1), 7-10, 2012. ISSN: 1586-9652.
20. Sárvári M., **Bene E.**, Krivián Á.: A kukorica és a napraforgó hatékony tavaszi tápanyagellátása.
Értékálló aranykorona. 12 (2), 10-12, 2012. ISSN: 1586-9652.
21. Sárvári M., **Bene E.**, Krivián Á.: Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére, termésbiztonságára.
Értékálló aranykorona. 12 (7), 17-21, 2012. ISSN: 1586-9652.



22. Sárvári M., **Bene E.**: A kukorica termesztési tényezői.
Magy. Mezőgazd. 67 (18), 18-21, 2012. ISSN: 0025-018X.
23. Sárvári M., **Bene E.**: Termésbiztonság és hatékonyság.
Magy. Mezőgazd. 67 (42), 22-24, 2012. ISSN: 0025-018X.
24. Sárvári M., Krivián Á., **Bene E.**: Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica 2011. évi terméseredményeire.
Agrofórum Extra. 42, 36-39, 2011. ISSN: 1788-7380.
25. Sárvári M., Krivián Á., **Bene E.**: Termesztés és termésbiztonság.
Magy. Mezőgazd. 66 (45), 18-20, 2011. ISSN: 0025-018X.
26. Sárvári M., Krivián Á., **Bene E.**: Génmódosított (GMO) növények termesztése a világon.
Agrárunió. 12 (10-11), 22-24, 2011. ISSN: 1589-6846.

További Közlemények

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

27. **Bene E.**: A vetésidő hatása a különböző genetikai tulajdonságú kukorica hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmára.
In: Tudományos diákköri konferencia, 2011. 2012. tanév őszi félév : Debrecen, 2011. október 20. : meghívó és programfüzet, DE MÉKK, [Debrecen], 17,

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.09.30.

