

DEBRECENI EGYETEM

**HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

Témavezető:

Dr. Sárvári Mihály

egyetemi tanár

**A VETÉSIDŐ SZEREPE A HIBRIDSPECIFIKUS
KUKORICATERMESZTÉSI TECHNOLÓGIÁK
FEJLESZTÉSÉBEN**

Készítette:

Bene Enikő

doktorjelölt

Debrecen

2015

A VETÉSIDŐ SZEREPE A HIBRIDSPECIFIKUS KUKORICATERMESZTÉSI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSÉBEN

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a Növénytermesztési és Kertészeti tudományágban

Írta: Bene Enikő okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és
Élelmiszertudományok doktori iskolája
(Fenntartható Növénytermesztés programja) keretében

Témavezető: Dr. Sárvári Mihály CSc

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: **Dr. Pepó Péter DSc**

tagok: **Dr. Veres Szilvia PhD**

Dr. Tóth Zoltán PhD

A doktori szigorlat időpontja: 2015. március 27.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
Dr. Árendás Tamás	PhD	_____
Dr. Csajbók József	PhD	_____

A bírálóbizottság:

	név	fokozat	aláírás
elnök:	Dr. Pepó Péter	DSc	_____
tagok:	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
titkár:	_____	_____	_____

Az értekezés védésének időpontja: 20... ..

TARTALOM

BEVEZETÉS.....	4
1. CÉLKITŰZÉSEK.....	7
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
2.1. A kukoricatermesztés hatékonyságát meghatározó tényezők	9
2.1.1. A környezeti és technológiai tényezők jelentősége.....	9
2.1.2. A klímaváltozás kukoricatermesztésre gyakorolt hatása.....	10
2.1.3. A biológiai alapok szerepe a kukoricatermesztésben.....	13
2.2. A vetésidő hatása a kukorica egyes élettani jellemzőire és produktivitására.....	14
2.2.1. A kukorica vetésidejének szerepe a vetéstől a kelésig eltelt idő hosszára és a növénymagasság változására.....	17
2.2.2. A kukorica vetésidejének hatása a fiziológiai érés hosszára és a betakaríthatóság idejére	18
2.2.3. A vetésidő és a termésmennyiség közötti kapcsolat	19
2.3. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változása a hibridtől és a vetésidőtől függően	21
2.4. A kukorica termésképző elemei, kapcsolatuk a vetésidővel	23
2.5. A kukorica hibridek főbb minőségi paraméterei és az azokat befolyásoló tényezők	25
2.6. A fotoszintézis és a levélterület termésképzésben betöltött szerepe	27
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	30
3.1. Kísérleti körülmények.....	30
3.1.1. A kísérleti terület talajadottsága	30
3.2. A kísérleti évek időjárása	31
3.2.1. A 2012. év időjárása.....	31
3.2.2. A 2013. év időjárása.....	32
3.2.3. A 2014. év időjárása.....	34
3.3. A kísérletben alkalmazott agrotechnika	35
3.4. A vizsgálat célkitűzései, a kísérlet kiértékelésének módszere	37
3.4.1. Növekedési mutatók	37
3.4.2. Termésvizsgálatok.....	39
4. EREDMÉNYEK	40
4.1. A vetésidő és az évjárat szerepe a kukorica hibridek fenológiai tulajdonságainak alakulásában	40

4.1.1. A vetésidő és a klimatikus viszonyok hatása a vetéstől a kelésig eltelt idő hosszára	40
4.1.2. A vetésidő szerepe a kukorica virágzási idejének alakulásában	42
4.1.3. A vetésidő és az évjárat hatása a kukorica növénymagasságára	43
4.2. Az évjárat és a vetésidő szerepe a kukorica hibridek egyes fiziológiai mutatóira	47
4.2.1. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2012. tenyészévben	47
4.2.2. A kukorica hibridek fotoszintézis aktivitása a 2012. tenyészévben	49
4.2.3. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2013. tenyészévben	50
4.2.4. A kukorica hibridek fotoszintézis aktivitása a 2013. tenyészévben	51
4.2.5. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2014. tenyészévben	52
4.2.6. A kukorica hibridek fotoszintetikus kapacitásának (Ph.C.) változása a vetésidők függvényében 2014-ben	53
4.2.7. A levélterület-index (LAI) és a fotoszintézis aktivitás összefüggés vizsgálata	55
4.2.8. A kumulált asszimilációs terület (KAT), a levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) alakulása	56
4.3. Az évjárat, a genotípus és a vetésidő hatása a kukorica hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változására	58
4.3.1. A vetésidő hatása a szemtermésre 2012-ben	59
4.3.2. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2012-ben	61
4.3.3. A vetésidő hatása a szemtermésre 2013-ban	63
4.3.4. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2013-ban	65
4.3.5. A vetésidő hatása a szemtermésre 2014-ben	67
4.3.6. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2014-ben	69
4.3.7. A vetésidő hatása a termésre és a betakarításkori szemnedvességre	70
4.4. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája a vetésidő kísérletben	73
4.6. A vetésidő hatása a kukorica termésképző elemeinek változására	77
4.6.1. A 2012. vizsgálati év eredményei	77
4.6.2. A 2013. vizsgálati év eredményei	80
4.6.3. A 2014. vizsgálati év eredményei	82
4.6.4. A három vizsgálati év morzsolási arányának és ezerszemtömegének összehasonlítása	84

4.7. A vetésidő hatása a kukorica hibridek minőségi paramétereinek változására	86
4.7.1. A 2012. év beltartalmi eredményeinek alakulása.....	86
4.7.2. A 2013. év beltartalmi eredményeinek alakulása.....	88
4.7.3. A 2014. év beltartalmi eredményeinek alakulása.....	90
4.7.4. A három vizsgálati év beltartalmi paramétereinek összehasonlítása	93
4.8. A vetésidő, a hibrid és az évjárat kukorica termésmennyiségét befolyásoló hatásának értékelése	95
4.9. A szárítási költséggel korrigált árbevétel alakulása a vetésidő függvényében ...	97
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	101
6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	105
7. A GYAKORLATNAK ÁTADHATÓ EREDMÉNYEK	106
8. ÖSSZEFOGLALÁS.....	107
9. SUMMARY	110
IRODALOMJEGYZÉK	113
ÁBRÁK JEGYZÉKE	128
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	131
MELLÉKLETEK.....	133
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	144
PUBLIKÁCIÓS LISTA	145
NYILATKOZAT	149

BEVEZETÉS

A Föld népessége mára meghaladta a 7 milliárd főt, ugyanakkor a legújabb előrejelzések szerint 2050-re meghaladja a 9 milliárdot, amely az élelmiszer fogyasztás rohamos növekedését vonja maga után. Ez a nagymértékű emelkedés a mezőgazdasági termelésben való előrelépéssel lenne ellensúlyozható. Az élelmiszerszükségletet a reformtáplálkozás, a bioenergia, azon belül a bioüzemanyagok előállításának növekedése mind jelentősen fogják befolyásolni. A fosszilis energiahordozók, mint a kőolaj és a földgáz véges mennyiségben állnak rendelkezésre, amelyből adódóan a napjainkban egyre nagyobb mértékben előtérbe kerülő alternatív energiaforrások előállítása várhatóan növekedni fog, ami többek között a szántóföldi növények (kukorica, napraforgó, repce, cukornád) nagyobb mértékű ipari felhasználását is magával vonja. Az energiaárak folyamatos emelkedése a termesztési költségek nagymértékű növekedéséhez vezet, ezáltal a mezőgazdasági ágazat versenyképessége tovább romlik.

Az utóbbi években a rizs vetésterületét megelőzve, a búza után a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény a kukorica. Az egész világon való elterjedését jó alkalmazkodóképességének köszönheti. Az 1960-2000 közötti években világviszonylatban a vetésterület lassú, egyenletes növekedése volt megfigyelhető. E folyamatos emelkedésnek köszönhetően az 1960-as években már 109,2 millió hektár volt a kukorica vetésterületének nagysága, az 1990-es évekre elérte a 136,9 millió hektárt, a termésátlaga pedig a $4,1 \text{ t ha}^{-1}$ -t. A 2000-es éveket követően egy intenzívebb fejlődés eredményeként napjainkra 185,1 millió hektáron termesztanak kukoricát, a termésátlag pedig meghaladja az $5,5 \text{ t ha}^{-1}$ -t. A termelés élvonalában Kína, USA, Brazília és India áll. A vetésterület 38,8%-át, valamint a termelés 56,2%-át Kína és az USA adja. FAO adatok alapján az összes termés mennyisége 2013-ban meghaladta a 1,0 milliárd tonnát. A világ termőterületének 5,3%-át és a termelés 6,5%-át az EU tagállamok teszik ki, Magyarország részesedése 0,7% körül alakul (1. táblázat).

A kukorica szerepe hangsúlyos az ételmezés szempontjából, hiszen ez a termés jelenti a fejlődő országok számára a megélhetést és a táplálkozást egyaránt. Ezen országokban a termelékenység növekedésével párhuzamosan a kereslet is növekszik, ami az állati eredetű élelmiszerek iránti nagyobb igénynek köszönhető. Másrészt emelkedő tendenciát mutat az egyre szélesebb körben elterjedő alternatív üzemanyag, a bioetanol és a biodízel előállítása is. A legnagyobb bioetanol termelő ország az USA,

amely kukoricára alapozza az előállítást, aminek jelentős része GMO kukorica. A GMO-növények vetésterülete 1996 és 2014 között több mint százszorosára emelkedett, 1,7 millió hektárról 181,5 millió hektárra nőtt. Az Egyesült Államok továbbra is az első helyen áll 73,1 millió hektáros GMO vetésterületével. Jelentős a GM-kukorica termesztése Braziliában, Argentínában és Kanadában is. Az Európai Unióban 2013-as adatok alapján öt tagállam szerepe kiemelkedő a génmódosított növények termesztésének területén, ahol összesen 143,0 ezer hektáron található Bt-kukorica, amely országok közül Spanyolország áll az első helyen 131,5 ezer hektáros vetésterületével. Kisebb területen Portugáliában, Csehországban, Szlovákiában, Romániában engedélyezett a GM kukorica termesztése (James 2014), Németország és Franciaország viszont felhagyott a GMO növények termesztésével.

1. táblázat: A világ fontosabb kukoricatermő országai

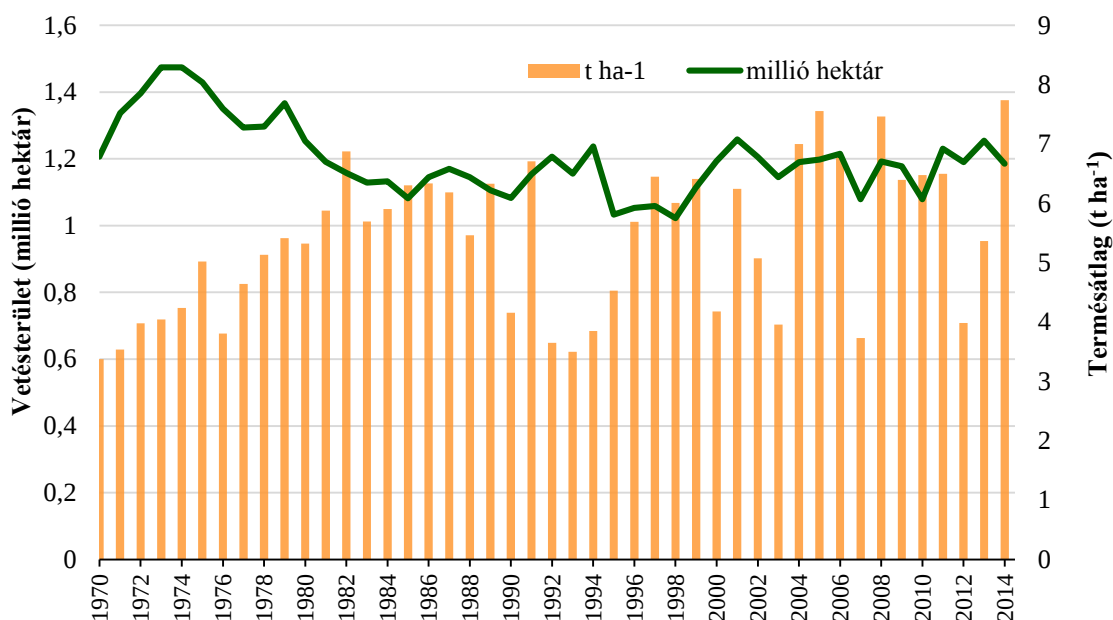
Országok	Vetésterület	Megoszlás	Összes termés	Megoszlás	Termésátlag
	ezer ha	%	ezer t	%	t ha ⁻¹
Kína	36 339	19,6	218 624	21,5	6,0
USA	35 478	19,2	353 699	34,7	10,0
Brazília	15 280	8,3	80 273	7,9	5,3
India	9 500	5,1	23 290	2,3	2,5
Mexikó	7 096	3,8	22 664	2,2	3,2
Argentína	4 864	2,6	32 119	3,2	6,6
Ukrajna	4 826	2,6	30 949	3,0	6,4
Indonézia	3 821	2,1	18 511	1,8	4,8
Románia	2 523	1,4	11 348	1,1	4,5
Franciaország	1 850	1,0	15 053	1,5	8,1
Kanada	1 480	0,8	14 194	1,4	9,6
Magyarország	1 254	0,7	6 725	0,7	5,4
Olaszország	908	0,5	7 900	0,8	8,7
EU-27	9784	5,3	66 525	6,5	6,8
Világ	185 121	100,0	1 018 111	100,0	5,5

Forrás: Saját szerkesztés FAO adatok alapján, 2013

A magyar mezőgazdaság legjelentősebb ágazata a gabonatermesztés, mivel az agroökológiai adottságunk a gabonatermesztésnek felel meg leginkább. Az 1950-es években bekövetkezett fajtaváltásnak köszönhetően az addig használt szabadelvírázású fajtákat a nagyobb termőképességű fajtahibridek, majd 1963-tól a beltenyésztéses hibrid kukoricák váltották fel. Utóbbiak 20-30%-kal nagyobb terméseredmény elérésére képesek, mint a szabadelvírázású fajták.

Hazánkban a szántóterület 62,7%-án (2,7 millió ha) gabonaféléket termesztenek, ebből a kukoricatermesztés 40,7-44,4%-ot tesz ki. A kukoricatermesztés intenzívvé

válása az 1970-es évektől vette kezdetét. A termelési rendszerek, egyre korszerűbb technológiák bevezetésével a termésátlagok jelentősen növekedtek. Átütő eredményt hozott a herbicidek széleskörű alkalmazása, a nagyobb mennyiségű műtrágya használat, a műszaki-, technikai háttér, valamint a szakértelem jelentős növekedése. Legkiegyenlítettebb volt a termelés az 1980-as években, ekkor a termésátlag $5,9 \text{ t ha}^{-1}$ körül alakult. Az elmúlt két évtizedben a kukorica termésátlagának ingadozása a 60,0%-ot is meghaladta, vetésterülete 1,1-1,2 millió hektáron állandósult (1. ábra). Rekord nagyságú kukoricatermés került betakarításra 2005-ben és 2014-ben, mindkét évben a $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ -t meghaladta a termésátlag, ami elsősorban a kedvezőbb évjáratnak volt köszönhető.



1. ábra: A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon

Forrás: Saját szerkesztés KSH adatok alapján

1. CÉLKITŰZÉSEK

A termesztési tényezőkön belül a biológiai alapoknak kiemelkedő jelentősége van. A termőképesség a hibridválasztás egyik legfontosabb kritériuma. A kukorica hibridek genetikai termőképessége a 31-32 t ha⁻¹-t is eléri. Az eltérő tulajdonságú hibridek az ökológiai és agrotechnikai tényezőkre különböző módokon reagálnak. A jelenlegi időjárási anomáliákból adódóan a kukorica terméspotenciáljának jobb kihasználásához a termesztéstechnológiai elemek összhangja szükséges. Napjainkban nagyszámú korszerű kukorica hibrid van köztermesztésben, melyek száma folyamatosan újabb és újabb rendkívül jó értékmérő tulajdonságokkal rendelkező hibridek megjelenésével bővül, amelyek egy részénél jó Cold-teszt értékükből adódóan a keléskori hőküszöb érték már csak 8 °C.

A kukoricatermesztés versenyképességét a termésingadozás nagymértékben befolyásolja. Az évi középhőmérséklet emelkedése, – amely az elmúlt száz évben 1 °C-kal növekedett – valamint a csapadék kedvezőtlen időbeni eloszlása a termésátlagok alakulásában mind csökkentő hatású tényezők. 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. Ezáltal a vetést is hamarabb lehet kezdeni ezeken a területeken.

A rövidebb tenyészidejű hibrideknek szélesebb az optimális vetésidő intervalluma, korábbi vetésidővel az előrehozott fenológiai állapotból kifolyólag elkerülhető, hogy a virágzás ciklusa vízhiányos, légköri aszályos időszakra essen, ezáltal a megtermékenyülés és a szentelítődés szakasza is kedvezőbb időre esik. Nagyobb jelentőségű, hogy 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 tenyésztési 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 termésmennyiség 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 hibridekre 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. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukoricatermesztés hatékonyságát meghatározó tényezők

2.1.1. A környezeti és technológiai tényezők jelentősége

A kukorica Magyarország egyik legfontosabb termesztett növénye. A hozamokat elsősorban az adott év időjárása határozza meg. Termésbiztonságának növelése érdekében a klimatikus tényezőket módosítani nem tudjuk, viszont mérsékelni lehet az időjárás okozta kedvezőtlen hatásokat a termőhelyhez igazodó hibridválasztással és a szakszerű, a növény igényeit kielégítő hibridspecifikus agrotechnika alkalmazásával (Pepó 2006). A hazai kukoricatermesztés agronómiai hatékonyságának növelése érdekében olyan korszerű agrotechnikát szükséges alkalmazni, amely biztosítja a növény igényeit, mérsékli, tompítja a hazánkra jellemző ökológiai szélsőségek hatásait (Pepó 2010). A növénytermesztő szakember a biológiai alapokat és az agrotechnikai elemeket tudatosan irányíthatja, az agroökológiai feltételekhez jórészt a termesztéstechnológia célszerű adaptációjával csak alkalmazkodni tudunk, részben azonban aktívan is befolyásolhatjuk (tápanyag-visszapótlás, öntözés, talajművelés, vetésváltás stb.) (Pepó 2001, 2007a). Az ökológiai viszonyokhoz kiválasztott korszerű hibridek termesztésénél fontos, hogy intenzitásuknak megfelelő legyen a ráfordítás színvonala, továbbá a harmonikus NPK műtrágyázás és a hatékony növényvédelem biztosítása (Sárvári *et al.* 2006, Sárvári és Boros 2009). Látóképi tartamkísérlet eredményei is azt bizonyítják, hogy akkor a legnagyobb a termésnövekedés, ha a legfontosabb növénytermesztési tényezők mindegyike optimumban van (Nagy 2010). Az agrotechnikai elemek hatása a talaj-növény rendszerben komplex módon érvényesül (Németh 2006).

A kukorica ipari célú felhasználásának növekedése, a bioetanol gyártásba való bevonása, az élelmiszerként és takarmányként való felhasználása mellett, magas energiatartalma révén, mint megújuló erőforrás került a figyelem középpontjába (Sárvári 2012). A kukorica nagy produktivitású, de az agroökológiai és agrotechnikai feltételekre érzékeny növény (Pepó *et al.* 2006), a hazai kukoricatermesztés versenyképességét azonban erősen korlátozhatja az alacsony termésátlag mellett a jelentős termésingadozás (Pepó 2010). Az erőteljes termésingadozás mérséklése szakszerűbb termeléssel valósítható meg, ami ugyanúgy jelenti az adott üzemi körülmények és termőhelyi adottságok melletti tudatos hibridválasztást, mint a

megfelelően alkalmazott agrotechnikát. Ha megtaláljuk az egyensúlyt e tényezők között, nemcsak a költségeket lehet optimalizálni, hanem csökken a termés kiesés kockázata, nő a termésbiztonság, a termésstabilitás (Molnár 2009a).

A termesztői munka eredményességét az időjárás mellett az ember által végzett termesztési műveletek minősége is meghatározza. A termesztési műveletekkel az embertől független tényezők kedvezőtlen hatását megszüntetni nem tudjuk, azoknak csak kisebb-nagyobb mérséklésére van lehetőségünk (Széll és Makra 2012). A termőképesség ismerete mellett a hibridek alkalmazkodóképessége is fontos tulajdonság, hiszen a hibridek nagy termőképességét csak jó termőhelyeken, kedvező időjárási feltételekkel és intenzív termesztéstechnológiával lehet kihasználni. Közepes és gyengébb termőhelyeken, kevésbé intenzív termesztéstechnológia esetén a hibridek alkalmazkodóképességére is fontos tulajdonságként kell tekintenünk (Széll és Makra 2013).

Az elmúlt időszakban a hazai talajok fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai jelentősen romlottak, amelyek kedvezőtlenül hatnak nemcsak a kukoricatermesztésre, hanem a szántóföldi növénytermesztés egészére is (Pepó et al. 2002). A kukorica nagy termése és biztonságos termesztése a mélyrétegű, humuszban gazdag, közép-kötött csernozjomokon tervezhető. Ezen kívül alkalmasak még a kukoricatermesztésre a barna erdőtalajok, csernozjom barna erdőtalajok, réti öntés, réti és lápos réti talajok (Bocz 1992).

Az agronómiai szempontok szerint kialakított, rendszerszemléletű kukoricatermesztési modellek lehetőséget adnak az eltérő termőhelyekhez és genotípusokhoz való kedvezőbb adaptációra; a növénytermesztés biológiai, agronómiai és ökonómiai hatékonyságának javítására. Ezekkel megalapozható a nagyobb termésmennyiség, jobb minőség és kedvezőbb termésbiztonság elérése (Pepó és Sárvári 2013).

2.1.2. A klímaváltozás kukoricatermesztésre gyakorolt hatása

A Föld átlaghőmérséklete emelkedik, a szélsőséges időjárási események száma és intenzitása növekszik, amely okozta károk a mezőgazdaságban is megjelennek (Láng 2006). A prognózisok szerint a Kárpát-medence átlaghőmérséklete a jövőben tovább növekszik, amihez a nyári csapadék mennyiségének csökkenése és a téli félév csapadékának növekedése párosul. Nő a hőség- és a forró napok száma, éghajlatunk

naposabbá, szárazabbá válik. A klímaváltozás következtében fokozódik a térség aszályossága, az aszályossági index lényegesen meghaladhatja az elmúlt 25-30 év átlagát, az erősen aszályos évek száma pedig a korábbi időszak két-háromszorosára is emelkedhet (Bartholy 2006, Bartholy et al. 2005; 2007, Pálfi 2007). Nováky (2007) szerint egyszerre nő az árvíz és az aszály fenyegetettség, nő a szélsőséges időjárási események gyakorisága és intenzitása. A 2011 és 2020 közötti időszakban a nyári hónapok csapadék mennyisége 10-30 mm-rel, míg 2031 és 2040 között ez az érték már 40-50 mm-rel is csökkenhet (Gaál 2007). Emiatt a szántóföldi növénytermesztésben mindinkább fontos lesz a csapadékmegőrzés, a talajban tárolt víz megfelelő hasznosítása szárazságtűrő fajták választása révén (Csete 2005). A szélsőségek gyakoriságának fokozódásával a vetés és a betakarítás optimális ideje lerövidül (Késmárki et al. 2005).

Magyarország éghajlatában egyaránt érvényesülnek óceáni, kontinentális és mediterrán hatások, melyek igen változatos tér- és időbeli megoszlású időjárási helyzeteket eredményeznek. Országosan a párolgás általában kevesebb, mint a csapadék mennyisége. Az Alföldön azonban a párolgás mértéke felülmúlja a csapadék mennyiségét (Várallyay és Láng 2001). A szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek (árvíz, belvíz, aszály) valószínűsége, gyakorisága, tartama és intenzitása a jövőben egyaránt növekedni fog, gyakorta ugyanabban az esztendőben, ugyanazon a területen (Várallyay 2010).

Az aszálykár csökkentésének alapfeltétele az, hogy termőhelyenként növény-specifikusan jellemezni lehessen az aszály gyakoriságát és mértékét, továbbá ismerjük a különböző fajták és agrotechnikai beavatkozások kockázatomódosító hatásait (Láng 1993). Célszerű számos biológiai, termelési és technológiai fejlesztést elvégezni, a klimatikus viszonyokhoz jobban alkalmazkodó stressztűrő növényfajták használatával, víztakarékos és talajvédő földművelési módszerek alkalmazásával (Jolánkai és Birkás 2010). Zsigrai (2009) kísérleti eredményei megerősítik azt a tényt, hogy hazánk ökológiai viszonyai között a szántóföldi növények zöme átlagos csapadékú évjáratban adja a legnagyobb termést. Az aszályos évjáratokban jelentős a termés kiesés, amelyek mértéke az átlagos csapadékú évjáratához viszonyítva eléri az 52-67%-ot is. A csapadékos tenyészidő általában alacsonyabb levegő-hőmérséklettel és a talaj pórusterének jelentős víztelítettségével párosul, ami nem elégíti ki a kukorica nagy hő- és levegőigényét, s kivételes években termés kiesést okoz. Ehhez járul hozzá a virágzás alatti hűvös, csapadékos időjárás miatti kedvezőtlen termékenyülés következtében

fellépő hozamcsökkenés. Nagy (2006) szerint kedvező csapadék ellátottságú években akár háromszor-ötször nagyobb terméseredményt lehet elérni, mint aszályos években.

Várallyay (2007) szerint a globális klímaváltozás hatását is figyelembe kell vennünk, ezért az agrotechnikai tényezők mellett különösen fontos az időjárási tényezők hatása a kukorica termésére (Huzsvai és Nagy 2005). Maton et al. (2007) is amellett érvelnek, hogy a klímaváltozás miatt tovább nő az átlaghőmérséklet és évről-évre nagyobb lesz a változékonyság, ami szárazságstressz miatti hozamveszteségeket okoz a kukoricában (Campos et al. 2004). A kukorica gazdaságos termelése érdekében a termelőknek fel kell készülniük az öntözéses termelésre, valamint a talaj vízkészleteinek megóvását segítő agrotechnikai eljárások alkalmazására (Kocsis 2010). Szász (1963) kísérletei bebizonyították, hogy hazánkban a leginkább meghatározó termésszabályozó tényező a vízellátás. A címerhányás és virágzás alatt fellépő vízhiány a szemek számát, a megporzás utáni stressz pedig a szemek tömegét csökkenti, ezáltal nagyfokú hozamcsökkenést okozva (Shaw 1977), amely termésűcsökkenés akár 40-50% is lehet (Claassen és Shaw 1970). Az érés előrehaladtával viszont a növények vízigénye jelentősen csökken, ebben a periódusban már a hőmérséklet szerepe hangsúlyosabb (Berényi 1958).

Pepó (2001) vizsgálatai szerint a száraz, aszályos évjárat, valamint a monokultúrás termesztés együttes hatására 4,8-5,9 t ha⁻¹-ral csökkent a kukorica termése. A monokultúrában termesztett kukorica esetén igen szoros összefüggés van a tenyészidőben hullott csapadék mennyisége és a termés között, valamint ha a nyári hónapok aszályosak, akkor a téli félév csapadéka és a termés közötti kapcsolat a meghatározó (Csajbók 2000). A kukoricatermesztés szempontjából kritikus június és július hónapok együttes csapadékának 10 mm-rel történő növekedése megközelítően 0,3 t ha⁻¹ hozamnövekedést eredményezhet (Holló 2009). Pap et al. (2010a) szerint a májusi csapadék mennyiségének és a május havi hasznos hőmennyiségnek a hányadosa nagy biztonsággal meghatározza az adott év várható termésszintjét a kukoricatermesztésben. Pepó et al. (2005) kísérleti eredményei alapján az áprilisi átlagos csapadékmennyiség kedvező vetést, kelést, kezdeti fejlődést tesz lehetővé. A száraz, hűvös május viszont átmenetileg gátolja a kukorica fejlődését.

Előrejelzések szerint egyre gyakoribbá válnak a száraz nyarak, a csapadékos tavasz és az ősz. Ezen időjárási viszonyok különösen hatással lesznek az egyes agrotechnikai műveletekre, különösen az öntözésre és a vetésre, aminek következtében a kukorica vetésének ideje módosul (Döll 2002).

2.1.3. A biológiai alapok szerepe a kukoricatermesztésben

A fajtakiválasztás szempontjai változtak az elmúlt évtizedekben. Továbbra is érvényes a termésmennyiség, a gyors vízleadás, a jó szárszilárdság, a betegség-ellenállóság fontossága, de az elmúlt néhány év időjárási anomáliái ráirányították a figyelmet a termés stabilitására, melynek fontos faktora a szárazságtűrés és alkalmazkodóképesség (Kiss 2010). A hibridek kiválasztásánál körültekintőnek kell lennünk, hogy akármilyen évjárat is következzen, elfogadható termést realizáljunk (Nagy és Huzsvai 2005). A gyakorlati tapasztalatok a kísérleti eredmények alapján tett megállapításokat megerősítve bizonyítják, hogy jelenünkben nem elegendő arra gondolni, hogy kukorica növényfajt termesztünk, hanem az eltérő genotípusú hibridek termesztéstechnológia igényét kell kielégítenünk (Széll és Makra 2012). Az utóbbi évek terméscsökkenését döntő mértékben nem a termesztési-, hanem a kedvezőtlen klimatikus tényezők, az aszályos évjáratok növekedése okozták (Sárvári és Szabó 1998).

A tenyésztési hosszúsága a fajták egyik legfontosabb tulajdonsága. A termőtájnak legmegfelelőbb tenézsídejű hibrideket kell kiválasztani, melyek megfelelő termésmennyiséggel és a lehető legkisebb termésmegingadozással termesztethetők (Nagy 2007). Hegyi et al. (2008) 96 kukorica hibrid hektáronkénti terméseredményét és minőségi paramétereit vizsgálták 2006-ban és az aszályos 2007-ben Martonvásáron és Szarvason. 2006-ban rekord terméseredményeket értek el mind a martonvásári ($11,6 \text{ t ha}^{-1}$), mind a szarvasi ($12,2 \text{ t ha}^{-1}$) kísérletben. A csapadékszegény 2007-ben viszont jóval alacsonyabb terméseredmények születtek. Nagy és Megyes (2009) legnagyobb termést a középerősű hibridekkel érték el, azonban a termésmegingadozás is ebben a csoportban volt a legnagyobb, és itt változott leginkább az évenkénti árbevétel és a jövedelmezőség. A legkisebb termésmegingadozást az igen korai érésű (FAO 200-299) hibridek mutatták, azonban e csoport termése több mint egy tonnával maradt alatta a korai, illetve középerősű hibridek hozamának. A kutatási eredményeket és a gyakorlati tapasztalatokat figyelembe véve, hazai körülmények között a FAO 300-as éréscsoport hibridjei biztosítják az egyenletesen legnagyobb jövedelmet (Nagy és Huzsvai 2005). Szieberth és Széll (1998) szerint Magyarországon a FAO 240-nél rövidebb és a FAO 500-nál hosszabb tenézsídejű hibrideket nem lehet a gazdaságilag indokolt mértékű kockázati határokon belül termesztetni.

A kukoricatermesztés intenzívebbé válásával, az újabb korszerű hibridek köztermesztésbe vonásával jelentősen megváltozott a hibridek tenyészterület igénye, illetve tőszám-sűrítetősége, valamint az agrotechnikával szemben mutatott igényességük is jelentősen nőtt (Sárvári 1994). A kukoricatermesztésben a hibrid 25%-ban járul hozzá a termés növekedéséhez a fajtákhoz képest (Bocz 1981). Győrffy (1976) 15 év átlagában vizsgálta, hogy mekkora az egyes növénytermesztési tényezők súlya a termésnövekedésben. Eredményei alapján a fajta 26%-ban járult hozzá a nagyobb termés eléréséhez. Berzsenyi és Győrffy (1995) 35 éves tartamkísérleti eredményeik alapján a genotípus jelentőségét már 30%-ban határozták meg.

Széll és Makhajda (2000) szerint a kukorica hibridek termőképessége akkor érvényesülhet, ha azokat a termőhelynek megfelelő tőszámmal termesztjük. 10000 tő ha⁻¹ csökkenés 10-13% terméskiesést okoz.

A kukoricatermesztésben olyan hibridspecifikus technológiát kell alkalmazni, amely a vetésidőt a többi termesztési tényezővel összhangban, megfelelően adaptálja a termesztett hibridre, figyelembe véve a hibrid egyedi genotípusából adódó érzékenységet is (Sárvári et al. 2002). A vetésidő meghatározó hatással van a hibridek tenyészidejére és a növekedés dinamikájára. Az optimális vetésidő kedvezően hat az előzőekre, azonban ez fajtától függően eltérően alakul (Pásztor 1958). Léteznek a vetés időpontjával szemben érzékeny és kevésbé érzékeny hibridek. Különbség mutatkozik a tenyészidő vonatkozásában is, ugyanis a rövid tenyészidejű hibridek többnyire kevésbé érzékenyek a késői vetésre (Rácz et al. 2005). Vannak hibridek, amelyek a korai hőmennyiség meglétére kifejezetten érzékenyek és erős termésdepresszióval reagálnak a komfortzónájuktól eltérő vetésidőben történő vetésekre (Kiss 2012b).

A modern kukoricatermesztés technológiai kulcseleme a korszerű biológiai alapok használata. A kukoricanemesítésben a fő irányok továbbra is a terméspotenciál növelése, a hatékony vízleadás, az agronómiai értékek maradnak (Sárvári et al. 2011b).

2.2. A vetésidő hatása a kukorica egyes élettani jellemzőire és produktivitására

A vetésidő olyan eleme a termesztéstechnológiának, mely külön ráfordítást nem igényel, mégis alapvetően befolyásolja a gazdálkodás eredményességét. A korábbi vetésidő esetén a kukorica mélyebbre hatoló gyökérzete alkalmassá teszi a nyári aszály átvészelésére, virágzáskor kisebb stressz éri a növényt. A korai vetés kedvezően hat a generatív fejlődésre, kedvezőbb lesz a Harvest-index. Érésig hosszabb tenyészidő áll

rendelkezésre, ami nagyobb termést és kisebb betakarításkori szemnedvességet eredményez. A korábban vetett kukorica jobb elővetemény, mivel korábban lesz betakarítható. Hátrányként lehet viszont említeni, hogy korai vetés esetén az amerikai kukoricabogár lárvái nagyobb számban vannak jelen a területen, így nagyobb lehet a kártétel mértéke (*Rácz et al.* 2005, *Kiss* 2012b). *Gaile* (2012) szerint a vetésidő a kukorica fejlődését a csírázástól a betakarításig szignifikánsan befolyásolja, továbbá hatással van a vegetációs időszak hosszára (*Girardin* 1999). Az eltérő vetésidők a kukorica vizsgált paramétereiben jelentős különbségeket okoznak (*Wailare* 2008; *Saberi* 2014).

Az optimális vetésidő meghatározása nehéz dolog, mivel minden év eltérő. A lég- és talajhőmérsékleten, a talaj vízellátottságán kívül a talaj fizikai állapota, szerkezete, fekvése, tömörödöttsége is döntő. A vetőmag minősége és a genotípus is nagyban befolyásolja a kelés, a korai fejlődés, a differenciálódás, és a virágzás bekövetkezésének idejét és minőségét. Érdekes a termést elemeznünk a különböző vetésidőkben, mivel a tenyészidőszak végén a termés mennyisége és a szemnedvességtartalma a döntő (*Kiss* 2012b). *Anapalli et al.* (2005) szerint megfelelő termés eléréséhez a vetésidő megválasztásánál a tenyészidőszak hosszát és a fejlődés szempontjából kritikus periódusokat is figyelembe kell venni. A késői vetés káros következményei az optimális vetésidőtől eltelt napok függvényében egyre erősödnek. A termésnövekedés és a szemnedvesség növekedés a késői érésű hibrideket súlyosabban érinti, mint a korábbi érésű kukoricákat (*Marton et al.* 2011). *Záborszky* (1998) az optimális időszakon belüli korábbi vetést tartja előnyösnek a vegetatív fejlődési szakasz hűvösebb, csapadékosabb május–június hónapra esése miatt, ami csak egy adott tenyészidejű hibridnél lehet igaz, hiszen a tenyészidő megváltoztatja a címer- és nővirágzás időpontját. *Aldrich* (1970) szintén a korábbi vetést tartja célszerűnek, mivel a növény legintenzívebb fejlődése rövidebb napszakokra esik, ezáltal a növény alacsonyabb lesz, így kisebb a megdőlés veszélye. A csírázás és megtermékenyítés ideje alatt kedvezőbb lesz a növény nedvességellátása, a mélyebbre hatoló gyökérzet elősegíti a növény aszályos periódusainak átvészelését. A jó csírázáskori hidegtűrővel rendelkező hibrideket 10-15 nappal korábban vethetjük (*Sárvári* 2005). Az optimális vetésidő kitavaszkodástól függően április 5. és május 5. közé tehető (*Sárvári* 2014a). A termésbiztonság javulása mellett jelentősen nő a termesztés hatékonysága is, mivel kisebb lesz a szárítási költség (*Sárvári* 2014b). *Varma et al.* (2014) a hibrid kukorica korai és átlagos vetését ajánlják, mert így a növény növekedésére hosszabb idő áll

rendelkezésre, és a generatív fejlődés is kedvezőbb környezeti feltételek között megy végbe.

A vetésidőt megfelelő talajhőmérséklethez és talajnedvességhez kell igazítani, a lehető legjobb vetőágyat kell készíteni, a vetéssel egy időben startertrágyázást is biztosítva és a leghatékonyabb csávázószerrel ellátva a vetőmagot (Kiss 2012a). 1958-1960. között végzett kísérletek igazolják, hogy a produktivitás az időjárással is szorosan összefügg, ami a legkorábbi vetésidőnél a hőhiánnyal, a legkésőbbi vetésidőben pedig a nedvességhiánnyal magyarázható (I'só 1962). Figyelmet kell fordítani a vetés ideje és annak mélysége közötti szoros összefüggésre. Korábbi vetésidőnél az optimális vetésmélység 4-6 cm. Ekkor még elegendő nedvesség áll rendelkezésre a talajban, a talaj hőmérséklete viszont még alig haladta meg a csírázáshoz szükséges optimális hőmérsékletet. Kései vetésnél 8-10 cm mélyre ajánlott vetni a vetőmagot, mivel ekkor már a talaj gyorsabban kiszárad. Kötött, hideg talajokon 4-8 cm mélyen, homoktalajon pedig 10-12 cm mélyen vethetjük a kukoricát. Ha a talaj hőmérséklete elérte a 10-12 °C-ot már megkezdhető a kukorica vetése (I'só és Szalay 1966, Pásztor 1962, Györffy et al. 1965). Máté (2002) szerint a biológiai igény figyelembe vétele alapján a kukorica vetése akkor kezdhető meg, ha a talaj hőmérséklete reggel 7 órakor a vetés mélységében elérte a kukorica csírázási igényének minimumát, a 10 °C-ot. Hamarabb lehet vetni azokat a vetőmagokat, amelyeknek jobb a hidegtűrése, valamint a laza, könnyen felmelegedő talajokban és az ország melegebb tájain is, illetve, ha a kukoricát őszi búza követ. Újabb hazai eredmények alapján a keléskori hőküszöb érték vizsgálata során egyes hibrideknél 4 °C, míg más hibrideknél 6-8 °C-ot állapítottak meg. A fiatalkori hidegtűrés 10 °C-on történő vizsgálata során szignifikánsan különbség volt a különböző genotípusú törzsek között (Marton et al. 1997). A tenyészidőszak hőmérsékleti viszonyai leginkább a címerhányás-érés fenofázisának hosszát befolyásolják. 1 °C hőmérséklet emelkedés akár 10 nappal is megnyújthatja a termesztésre alkalmas időszak hosszát (Varga-Haszonits és Varga 2006).

A korai vetést tartja előnyösnek, emellett 8-10 °C-os vetéskori talajhőmérséklet mellett érvel Cserhádi (1905), Bittera (1922), Grábner (1948), valamint Nagy és Sárvári (2005) is. Grábner (1948) és Láng (1976) a kukorica vetésére az április 15-30. közötti időszakot tartja megfelelőnek. Pap et al. (2009a) kísérleti eredményeik is igazolják azt a feltevést, mely szerint az eddigi gyakorlatot megváltoztatva a kukoricavetést érdemes 1-2 héttel korábbra hozni. A korai vetés közvetett hatással van az energiafelhasználás csökkentésére, így közvetve hozzájárul a szén-dioxid kibocsátás csökkentéséhez. A

klímaváltozásra az adott termőhelyre kidolgozott, rugalmas technológiával lehet kellően felkészülni.

2.2.1. A kukorica vetésidejének szerepe a vetéstől a kelésig eltelt idő hosszára és a növénymagasság változására

Pap et al. (2010b) 10 éves kukorica kísérletben arra keresték a választ, hogy előre meghatározható-e a kukorica számára megfelelő és kevésbé kedvező vetésidő. Kísérletükben a kelési százalékok hatását vizsgálták a termés és betakarításkori szemnedvesség alakulására. A korai vetés termésbiztonsággal, kielégítő termésszinttel és alacsonyabb betakarításkori szemnedvességgel volt jellemezhető a késői vetésekhez képest. A különböző fajták, azonos idejű és módú vetése mellett más és más szántóföldi kelést produkálnak, ami még évente is változó lehet (*Pap et al.* 2009b).

Kovács (1958) a vetésidő hatását vizsgálta a kelés idejére, a növényállomány komplettségére, a virágzás-, érés idejére és a termőképességre. Eredményei alapján legkedvezőbbnek az április 10-14. közötti vetést tartotta, mivel ebben a vetésidőben produkálták a legjobb terméseredményeket a növények. A vetésidő virágzási időpontot befolyásoló hatását hangsúlyozza *Shimono et al.* (2010), ahol a későbbi vetés következtében 27 nappal későbbre esett a virágzás, mint az átlagos vetésidőben. *Pásztor* (1962) 1955-58. között végzett debreceni vetésidő kísérleteinek eredményei szerint az április 13-20. között vetett kukorica hibridek kelési időtartama a hőmérséklettől függően 14-21 nap volt. Az április 20. utáni vetéseknél 8-14 nap telt el a vetés és kelés ideje között.

Pletser (1969) a kukorica kelése, növekedése és a talaj hőmérséklete közötti összefüggést vizsgálta. Megállapította, hogy a mikroklíma változtatásával jelentősen hathatunk a kukorica fejlődésének ütemére, mivel az elvetett kukorica melegebb talajban gyorsabban fejlődik, és ha ez magasabb nedvességtartalommal párosul, még gyorsabbá válik a növekedés folyamata. A kelés és a csíranövény fejlődésének időszakában jelentkező alacsony hőmérséklet a kukorica sárgulását, fiatalkori fejlődésének elhúzódását okozza, ezáltal a kukorica virágzása, terméskötődése és az érés időszaka később következik be (*Keszthelyi* 2005).

Millner és Toor (2007) négy kukorica hibrid kelésidejét vizsgálta különböző vetésidőkben. A hibridek között szignifikáns különbségeket találtak, a későbbi vetésidő pedig csökkentette a vetés és kelés ideje között eltelt napok számát a magasabb

talajhőmérsékletből adódóan. A fajta és a vetésidő is szignifikáns hatással volt a kelési százaléokra *Edalat és Kazemeini* (2014) kísérletében is. *Pap et al.* (2010c) 2008-2009 közötti kísérleti eredményeik alapján rámutattak arra, hogy egyre nagyobb jelentősége van a korai vetésnek és így a téli csapadék jobb hasznosításának. A szántóföldi kelés meghatározza, hogy két fajta termése között szignifikáns különbség adódhat, azonos ráfordítás mellett. Száraz, csapadékszegény tavasz és nyárelő veszélyezteti a növények kelését, amely jelentős termés kiesést okoz.

Beiragi et al. (2011) a kukorica növénymagasságának vizsgálata során a korábbi vetésidőben 202,5 cm szárhosszt, a megkésett vetésidőben viszont lényegesen nagyobb, 244,6 cm-t mértek. A terméseredmények alakulásának viszont a későbbi vetésidő kedvezett (14,6 t ha⁻¹). *Yousafzai et al.* (2004), *Law-Ogbomo és Remison* (2009) vetésidő kísérleteikben szintén különbségeket találtak a kukorica növénymagasságában. *Ali et al.* (2015) 2011-ben Pakisztánban beállított kísérletben figyelték meg, hogy a vetésidő milyen hatással van a kukorica hibridek növénymagasságára. A vizsgálatok alapján a hibridek között nem találtak különbségeket, a vetésidők azonban jelentősen módosították a növények szárhosszát. A korábbi vetésidőben 232,0 cm volt a magasság, míg a későbbi vetésidő 47,0 cm-rel csökkentette az értéket.

2.2.2. A kukorica vetésidejének hatása a fiziológiai érés hosszára és a betakaríthatóság idejére

A különböző vetésidőkben fellépő környezeti hatások a kukorica növekedésére, fejlődésére eltérő befolyással vannak. A kukorica számára az optimális nappali hőmérséklet 25-32 °C, az éjszakai hőmérséklet-tartomány 16,7-23,3 °C között van. Ezen a hőmérsékleten a fotoszintézis intenzitása nagyobb, mint a légzés intenzitása, ami a növény növekedésének fokozásához vezet. Az 5 °C alatti és 32 °C feletti hőmérséklet a kukorica növekedésére káros hatással van (*Akbar et al.* 2008).

Máriás (2013) 2011-2012-ben vizsgálta a kukorica termésének alakulását három vetésidőben. 2011. évi eredményei alapján a kukorica szemtermését erősen befolyásolta a virágzás időpontja, a 2012-es extrém aszályos évben viszont nehéz volt a virágzási időszakok hőségében különbséget tenni, ugyanis minden vetésidő virágzása magas napi hőmérsékleten, kevés csapadék mellett zajlott. Vizsgálata során 2012-ben az április 20-i vetésidő bizonyult optimálisnak a kelés jobb egyenletessége, az állomány nagyobb kiegyenlítettsége miatt. Az utóbbi években gyakori volt, hogy a vízhiányt extrém magas

hőstressz tetézte már a virágzás idején, vagy a szemtelítődés fenofázisában. Ennek is köszönhetően tolódott egyre korábbra a kukorica vetése az elmúlt években, amiben a vetésidőnek, a hibrid érésidejének, koraiságának is szerepe van (*Lehoczki-Krsjak et al.* 2014).

A vetésidő megállapításakor nem elhanyagolható szempont az érésidő, amelynek nagy jelentősége különösen az ország északi és nyugati területein van. Debrecenben végzett kísérleti eredmények szerint a 25 nappal későbbi vetés 5 nappal későbbi érést okozott, az egy hónappal későbbi vetésnél viszont 14 nappal később következett be az érés (*Pásztor* 1962, *I'só* 1962). 2-3 nappal korábbi vetés általában egy nappal korábban megkezdődött érést tesz lehetővé, ami 0,5-0,8%-kal alacsonyabb szemnedvességet eredményez. A május 5-10. után vetett állományok fejlődése gyengébb, rosszabb a Harvest-indexe és lényegesen alacsonyabb a terméseredménye (*Kováts és Sárvári* 1992). *Menyhért* (1985) megállapította, hogy a Harvest-index (HI) a genotípus függvénye, ami a rövidebb tenyészidejű kukorica hibrideknél a korai vetésidőben a nagyobb.

Györgyné (1969) szerint célszerű a vetést a késői érésű fajtákkal kezdeni, és a rövidebb tenyészidejűekkel befejezni. Az április 15-i vetés 4 év átlagában 13-15 nappal korábbi érést eredményezett, az április 25-i vetésű állomány 8-11 nappal ért be korábban a május 15-i vetéshez viszonyítva. A május közepi vetés 8-9% terméskiesést okozott. Késői vetés hatására a szenttömeg és a területegységre vetített szemszám csökken. Ilyen környezeti feltételek mellett a nővirágzás előtt a szárazanyag akkumuláció nagyobb, mint a nővirágzástól az érésig. Ezáltal a késői vetés jelentősen csökkenti a szárazanyag-allokációt a szemtermésbe (*Cirilo és Andrade* 1994). Későbbi vetésidő hatására *Kamara et al.* (2009) kísérleteiben a hím- és a nővirágzás között eltelt napok száma növekedett, a szárazanyag termelés, ezáltal a termés és termésképző elemek nagysága csökkent.

2.2.3. A vetésidő és a termésmennyiség közötti kapcsolat

Aszályos években a terméscsökkenés a késői vetésekben a korai vetésekhez képest elérheti a 30-40%-ot is (*Berzsenyi és Lap* 2001). *Berzsenyi et al.* (2012) a vetésidő-kezelés hatását négy időpontban vizsgálták eltérő tenyészidejű kukorica hibrideknél, ahol szintén száraz években a legnagyobb termést a korai és az optimális vetésidőben (7,1 és 6,9 t ha⁻¹) érték el. 10-20 nappal későbbi vetésidőkben már

szignifikánsan csökkent a termésmennyiség (6,3 és 5,9 t ha⁻¹). Csapadékos években 2,5 t ha⁻¹-ral nagyobb volt a termés, mint száraz években.

I'só (1966) Martonvásáron végzett több éves vetésidő kísérlete alapján az április közepén vetett kukorica átlagosan 7%-os terméstöbbletet ért el a május közepén vetett kukoricához képest. Nagyszámú magyar szakirodalom állapította meg, hogy a kukorica vetését minél korábban kell elvégezni, mivel egy korai vetés jó minőségű vetőmag mellett biztonságosabb és nagyobb termést, korábbi érést tesz lehetővé (*Pethe* 1817, *Balás* 1889, *Cserhádi* 1921). *Berzsenyi és Lap* (2005a, 2005b, 2008) a legmagasabb szemtermést több vizsgálati évben is a korai és optimális vetésidő kezelésben érték el. Az évjáratnak lényeges hatása volt mind a terméshozam, mind a szemnedvességtartalom alakulására.

A vetésidő jelentősen eltérő befolyással volt a termésre *Nagy* (2009) vizsgálatában. Száraz, aszályos évjáratban a termés az optimális vetésidőben volt szignifikánsan a legnagyobb (6,1 t ha⁻¹), kedvező vízellátottságú évjáratban viszont a korai vetés mutatta a nagyobb terméseredményt (8,9 t ha⁻¹). *Palágyi és Kálmán* (1979) kísérleteiben a kései, május 30-i vetés 7-8% szignifikáns terméscsökkenést mutatott, a június 10-i vetés pedig már lényegesen alacsonyabb terméseredményeket produkált. Következtetéseik szerint a különböző genotípusú hibridek a késői vetésre eltérően reagálnak. *El Hallof és Sárvári* (2004) kísérleti eredményei alapján a vizsgálatban szereplő hét hibrid jelentős része a megkésett vetésidőben produkálta a legnagyobb termést, a nyár végi nagy mennyiségű csapadék kedvező hasznosítása révén. *Demba et al.* (2015) 2012-2014. évek között beállított vetésidő kísérlet eredményei szerint a legkisebb terméseredményt akkor kapták, amikor a virágzás időszakában hőstressz érte a növényt és tartósan 35 °C feletti volt a léghőmérséklet. *Sárvári* (2013) többéves kísérleti eredményei alapján a rendkívül aszályos 2007-es évben viszonylag alacsony termésszinten, de a korábbi vetésidővel közel 2,0 t ha⁻¹-ral nagyobb terméseredményeket ért el. 2008-ban szintén a korábbi vetésidővel, de lényegesen magasabb termésszinten kapta a nagyobb termést. Az ismételten aszályos 2012-ben 1-2 hibrid kivételével az első vetésidőben realizált nagyobb termést. *Liu et al.* (2013) több évtizedes kísérleti eredményeik (1981-2007) során az éghajlati anomáliák negatív hatással voltak a kukoricatermesztésre. A korábbi vetésidő 4,0% növekedést okozott a hozamokban a későbbi vetésidőkhöz képest, a kukorica fajták pedig a 27 év során 25,0%-kal nagyobb termés elérésére lettek képesek. *Casini* (2012) szántóföldi körülmények között 2008-2009 közötti években vizsgálta a kukorica agronómiai

tulajdonságainak változását. Jelentős csökkenést tapasztalt a kukorica szemtermésében a különböző vetésidők között. A 15-20 nappal későbbi vetés nagymértékben csökkentette a termésmennyiséget.

2.3. A kukorica betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változása a hibridtől és a vetésidőtől függően

A növekvő energiaárak, az elmúlt évek hőmérsékleti viszonyai miatt a kukorica érésdinamikai vizsgálata továbbra is meghatározó. A fajták sajátos morfológiai adottságai más tulajdonságokkal együtt fontos szerepet töltenek be a termés vízvesztésében az érés során (Marton *et al.* 2004). A kukorica hibridek egyik legfontosabb tulajdonsága a vízleadó képességük az érés időszakában, hiszen a szemtermés szárítása jelentős költséggel jár. Minél hosszabb a tenyészidő, annál nagyobb a betakarításkor mért szemnedvesség és a termelés kockázata. A közép és késői érésű hibridek vízleadása sok esetben már kedvezőtlen klimatikus körülmények között megy végbe, ilyen esetben pedig a nettó jövedelmet a termésmennyiség 35-40%-ban, a szárítási költség 45-55%-ban befolyásolja. Magyarországon a FAO 300-as éréscsoportú hibridek adják a termelők számára a legmagasabb hozamot és a kisebb termésingadozás, mérsékelt szárítási költségek mellett az egyenletesen kedvező jövedelmezőséget (Nagy és Megyes 2009, Nagy 2007). A kukorica tenyészidőtől függően a termékenyülés utáni 55-65. napon éri el a fiziológiai érettséget, kialakul a fekete réteg, amikor is a szem nedvessége általában 30-32%, ezt követően tápanyag-beépülés már nem, csak vízleadás történik. A vízleadás rendszerint a fiziológiai érettséget követően a leggyorsabb, majd lelassul (Kiss 2012a). Dobos (2003) vizsgálataiban bizonyította, hogy a vízleadás sebességét elsősorban a hőmérséklet, a szakasz hosszát a hőmérséklet mellett a csapadékeloszlás és a hibrid tulajdonsága határozza meg. Árendás *et al.* (2006) 1999 és 2002 között változó időjárási körülmények mellett határozták meg a kukorica nedvességtartalmának változását augusztus végétől szeptember végéig. Szoros pozitív korrelációt állapítottak meg a szeptember végi nedvességtartalom és az októberi leszáradás között. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom a vizsgált években 15,2-19,0% között változott. Pepó (2010) szerint a kukorica vízleadását az évjárat jellege és a hibrid genetikailag determinált vízleadó képessége határozza meg, melyet egyéb tényezők, mint például a vetésidő is módosíthat. Emellett a gyorsabb vízleadást segítik elő a vékonyabb, gyorsan elhaló

csuhélevelek. A lazább, nyílásra hajlamos csuhélevelek mellett nagyobb a szemek levegővel való érintkezése, a kisebb csuhével borítás a csővégeken ugyancsak kedvez a gyors vízleadásnak. A lefelé irányuló csövek sokkal gyorsabban száradnak, mivel a felfelé álló csövek összegyűjtik az esővizet (Nielsen 2013). A gyors szentelítődés és a gyors vízleadás a szentelítődés után az alacsony betakarításkori szemnedvesség függvénye. A fiziológia éréskor alacsony szemnedvesség-tartalmú hibridek betakarításkori szemnedvességét kevésbé befolyásolják a vízleadás időszakában uralkodó időjárási viszonyok (Szundy et al. 2002).

A vetésidő, termés, valamint betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti szoros összefüggés vizsgálatával Sárvári (1999), Sárvári és Futó (2001) alátámasztották, hogy a vetésidő és a kukorica termése közötti korrelációt a csapadék tenyészidőszak alatti eloszlása nagymértékben befolyásolja. A korábbi vetésidő 5-8%-kal is csökkentheti a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat. Futó (2002; 2003a) vizsgálataiban a május 10-én vetett hibridek virágzása 2001-ben és 2002-ben is két héttel később következett be. A korábbi virágzásnak köszönhetően a korábban vetett állományok hamarabb érik el az érés különböző fázisait, ennek megfelelően a vízleadásuk is hamarabb megkezdődik, ami által a betakarításkori szemnedvesség-tartalom is alacsonyabb lesz. Berzsényi és Szundy (1998) a későbbi vetésidőben jelentősen nagyobb betakarításkori szemnedvesség-tartalmakat kaptak. A hosszabb tenyészidejű kukorica hibridek nedvességtartalma lényegesen magasabb volt a rövidebb tenyészidejű hibridekhez viszonyítva. A korábbi vetésidővel 5-8%-kal csökkenthető a hektáronkénti szárítási költség (Széll et al. 2005). Ezen szempontok figyelembevételét követően kell és lehet a hibridek eltérő vetésidő reakciójára gondolni (Széll és Makra 2012).

A korábbi évek 90 százalékában a korábbi vetésidők adták a nagyobb termést, ahol a betakarításkori szemnedvesség-tartalom is 5-8%-kal volt alacsonyabb. 2011-ben a lassú felmelegedés, illetve a 2010-es csapadékos évjárat következtében túl nedves talajok miatt az április 15-20-i vetésidő volt a kedvezőbb (Sárvári és Bene 2012). Pap (1999) nagyobb termést, alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség-tartalmat ért el szintén a korábbi vetésidőben, ami a későbbi vetésekben Árendás et al. (2000) kísérleteikben 4-8%-kal magasabb értéket jelentett a korábbi vetésidőhöz képest.

Szoros összefüggést állapított meg Dobos és Szabó (2005) a maximális szemnedvesség és a fejlődés generatív szakasza között. Véleményük alapján a magas energiaárak és szárítási költségek miatt a rövidebb tenyészidejű hibridek számának

növelésére van szükség. A hibridek 20-25%-os betakarításkori szemnedvesség-tartalma lehetővé teszi, hogy kevesebb szárítás mellett legyen a termény tárolásra alkalmas. Ajánlott, hogy hosszabb és rövidebb tenyészidejű, valamint a vizet lassan és gyorsabban leadó hibrideket egyidejűleg alkalmazzunk a kukoricatermesztés során (Dobos 2005).

A vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség közötti szoros összefüggést bizonyítja Sárvári *et al.* (2011a) vetésidő kísérlete is, ahol az április 3-i vetésidő esetén 5-6%-kal lettek alacsonyabbak a betakarításkori szemnedvesség-tartalmak, mint a május elejére eső vetésidő esetén.

2.4. A kukorica termésképző elemei, kapcsolatuk a vetésidővel

A kukorica hibridek termésmennyiségét és minőségét több tényező komplex kölcsönhatása determinálja. A hibridek genetikai tulajdonságai, a tenyészidő, az évjárat valamint az agrotechnikai elemek jelentős különbséget idézhetnek elő mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt, egyrészt a növény vegetatív részeit, másrészt a termésképző elemeket érintő behatások által.

A kukorica termésének nagyságát, a termés minőségét, valamint az ezeket kialakító tényezőket rendkívüli módon befolyásolja a vetésidő. Az ezerszemtömeg nagyságát módosítja a vetésidő, de ezt nagymértékben befolyásolja az évjárat hatása, illetve kisebb mértékben a fajta. Vizsgálati eredmények szerint a májusban vetett fajták ezerszemtömege csökken az áprilisi vetéshez viszonyítva (Pásztor 1962).

Anvari *et al.* (2012) a helyes vetésidő megválasztása mellett érvelnek, mert vizsgálatuk során a termésmennyiség és a termésképző elemek az eltérő évjáratokban szignifikáns különbségeket mutattak az alkalmazott vetésidőkben. Nastasic *et al.* (2010) és Hegyi *et al.* (2007a) a kukorica termésének és termésképző elemeinek kapcsolatát elemezve, igen erős pozitív összefüggést állapítottak meg a termésmennyiség és az ezerszemtömeg között. Oskouei *et al.* (2014) megállapították, hogy a vetésidő szignifikáns hatással van a szemsorok számára, az ezerszemtömegre és a termésre egyaránt. Yousafzai *et al.* (2004) kutatásaik során a vetésidő a csőszámban, a morzsolási százalékban, az ezerszemtömegben és a szemtermésben egyaránt jelentős változást okoztak. Law-Ogbomo és Remison (2009) Nigériában 2004-2005 között három vetésidőben vizsgálták a kukorica ezerszemtömegének változását, az 50%-os virágzásig eltelt napok számát és a biomassa tömeget. Azt tapasztalták, hogy a későbbi vetés miatt nőtt az 50%-os virágzásig eltelt napok száma. A legnagyobb terméseredményt

(5,8 t ha⁻¹) és ezerszemtömeget pedig az április 7-i, első vetésidőben érték el. *Shirzadi* (2009) eltérő tenyészidejű kukorica hibridek szemtömegének alakulását különböző vetésidőkben vizsgálva szignifikáns különbségeket talált mind a hibridek, mind a vetésidők között. *Cirilo és Andrade* (1996) a kukorica vetésidejének vizsgálata során megfigyelték, hogy hogyan változik a területegységre jutó szemszám és a szemtömeg nagysága. A megkésett vetésidő azáltal volt hatással a szemtermésre, hogy jelentősen csökkentette a kukorica szemtömegét, ami az alacsonyabb fényhasznosításnak és az alacsony beeső sugárzásnak tulajdonítható. *Fabijanac et al.* (2006) viszont nem találtak igazolható különbséget a vizsgálatban szereplő kukorica hibridek termésében és a termésképző elemek változásában a különböző vetésidőkben.

A kukorica szemszáma a különböző stressz hatásokra a nővirágzást megelőző két hétben és az azt követő három hétben a legérzékenyebb. A nővirágzás időpontja pedig a kukorica vetésidejének függvénye (*Tollenaar és Daynard* 1978, *Kiniry és Ritchie* 1985). A termésképző elemek közötti kapcsolatot megfigyelve *Duncan* (1975) negatív korrelációs összefüggést talált a sorok száma és a soronkénti szemszám között. *Dahmardeh és Dahmardeh* (2010), valamint *Dahmardeh* (2012) a termés, ezerszemtömeg és a Harvest-index vizsgálata során a hibridek és a vetésidők között is szignifikáns különbségeket találtak.

Máriás (2012) három különböző vetésidőben vizsgálta a kukoricacsövek hosszát, átmérőjét, tömegét, a csövön lévő sorok számát, a szem- és a csutka tömegét, a morzsolási arányt és az ezerszemtömeget. Eredményeit elemezve szignifikáns különbségek mutatkoztak a csőátmérő, a morzsolási arány és az ezerszemtömeg esetében. Az analízisben résztvevő öt hibrid kiértékelésénél statisztikailag igazolható eltérést figyelt meg a sorok számánál és az ezerszemtömegnél. *Pintér et al.* (1977) eltérő évjáratokban elemezték a kukorica csőhosszát. Száraz években a termés csökkenés a csőhossz rövidülésével, csapadékos években a csőhossz és az ezerszemtömeg együttes csökkenésével magyarázható.

Azadbakht et al. (2012) a termésmennyiség és a termésképző elemek változását vizsgálták négy vetésidőben. Az eredmények azt mutatták, hogy a legnagyobb szemtermést (14,1 t ha⁻¹) a második, május 11-i vetésidőben érték el, a legalacsonyabb eredményt (9,3 t ha⁻¹) a negyedik, június 4-i vetésidőben. A megkésett vetésidő alacsony termését a hőmérséklet emelkedés miatti stressz okozta a növényekben. A vetésidő azonban szignifikáns hatással nem volt a hibridek termésképző elemeinek változására. *Amjadian et al.* (2013) eredményeik azt mutatták, hogy átlagos vetésidőben

volt a legnagyobb a növény termése és a kukorica szemszáma is, míg a megkésett vetésidő a szemek számának csökkenését vonta maga után. A későbbi vetésidő a rövidebb vegetációs periódus és kedvezőtlen környezeti feltételek miatt a vegetatív növényi részek növekedését csökkentette. Az extrém korai és korai vetésidők között szignifikáns különbséget nem találtak.

2.5. A kukorica hibridek főbb minőségi paraméterei és az azokat befolyásoló tényezők

A mai korszerű hibridek előállítására a piac minőségi és mennyiségi igényeihez egyaránt igazodnak. A hibridekben rejlő genetikai képességet csak megfelelő technológia képes realizálni (Marton *et al.* 2007). Napjainkban a kukorica hibridek fehérjetartalma 7-9%, keményítőtartalma 65-75% között változik típustól és hibridtől függően. Kedvező vízellátás és a talaj jó tápanyag-, víz-, hő-, levegőgazdálkodása elősegíti a keményítő felhalmozódását. Az agrotechnikai elemek közül a vetésváltás, a talajművelés, a növényvédelem indirekt, a tápanyagellátás, a vetéstechnológia, az öntözés és a betakarítás pedig direkt módon befolyásolják a kukorica szemtermésének keményítőtartalmát (Pepó 2007b). A fehérje- és az olajtartalmat viszont elsősorban genetikai adottságok, másodsorban pedig az agrotechnikai faktorok és a környezeti hatások befolyásolják (Jellum és Marion 1966). Hasonló megállapítást tett Hegyi *et al.* (2007b) is, véleményük szerint az olajtartalom alakulását a környezet kevésbé befolyásolja, mint a fehérjetartalmat, mivel előbbi genetikai meghatározottsága erősebb, mint a fehérjetartalomé. Kutatási eredményeik alapján a keményítő-, fehérje- és olajtartalmat a hibrid inkább befolyásolja, mint a termőhelyek okozta eltérés. A kukoricával szemben támasztott minőségi követelmények is eltérőek, mert a takarmányozásban a nagyobb fehérje- és olajtartalmú kukorica nagyobb tápértékkel bír, a bioetanol gyártásnál viszont a lófogú kukorica kerül előtérbe, magas keményítőtartalma miatt (Hegyi *et al.* 2007c).

Sipos (2009) a beltartalmi értékek közötti összefüggések tanulmányozása során az olaj- és a keményítőtartalom között a rövidebb, illetve a közepes tenyészidejű hibridek esetében gyenge pozitív, míg a leghosszabb tenyészidejű (FAO 510) hibrid esetében közepesen negatív összefüggést tapasztalt. A keményítő- és a fehérjetartalom között az igen korai és késői érésű hibrideket tekintve szoros, míg a középérésű hibrid esetében csupán közepes negatív összefüggést állapított meg. Molnár (2009b) szerint a

kukoricaszem olajtartalmát és zsírsavösszetételét az évjárat alakulása befolyásolja, szárazabb évjáratban magasabb a kukorica hibridek olajtartalma. Kedvező víz- és csapadékelátás a kukorica fehérjetartalmát csökkenti. A tápanyag-utánpótlással a fehérjetartalom növelhető, de ez a szem keményítő- és olajtartalmának csökkenését vonja maga után. Kedvező vízellátás a növények cinkellátását pozitívan befolyásolja, aminek felvehetőségét viszont a növekvő NPK adagok csökkentik, ekképpen megváltozik a termés fehérje-összetétele, kisebb lesz a triptofán aránya (*Győri és Sipos* 2005, *Győri et al.* 2005). *Dorsey-Redding et al.* (1991) a kukoricaszem egyes minőségi tulajdonságainak kapcsolatát vizsgálva azt a következtetést vont le, hogy a szem keménysége, fehérjetartalma és sűrűsége, valamint az olajtartalom és a szem sűrűsége, keményítőtartalma között is pozitív a korreláció. *Gyenesné et al.* (2002) két évben 12 martonvásári hibrid fehérje- és olajtartalmának vizsgálatát elvégezve megállapították, hogy az évjárat jelentős befolyással volt a fehérjetartalomra, az olajtartalom alakulására azonban nem volt statisztikailag kimutatható hatása. Ezt igazolja *Győri és Győriné* (2002) is, miszerint a termésmennyiség növekedésével bizonyos mértékig hígulás következik be, a termésmaximum elérése után a fehérjetartalom tovább növekszik. *Pásztor et al.* (1997) szerint magas fehérjetartalommal, a nélkülözhetetlen aminosavakat kedvezőbb arányban tartalmazó hibridekre lenne szükség. Összefüggést találtak egyes termésképző elemek és a beltartalmi paraméterek alakulása között. Méréseik alapján az ezerszemtömeg gyarapodásával növekedett a keményítő- és a zsírtartalom.

Nagy (2009) aszályos és kedvező vízellátottságú évben vizsgálta a kukorica terméshozamát, fehérje- és keményítőtartalmát, egy korai, egy optimális és egy késői vetésidőben beállított kísérletben. A fehérjetartalomban az aszályos évjáratban a korai és késői vetésidő között volt a legnagyobb különbség. A vizsgálat során a terméshozam és a fehérjetartalom között negatív összefüggés igazolódott, ugyanis a nagy terméshozamú évben a szemek fehérjetartalma alacsonyabb volt, mint a gyengébb termésű évben.

A vetésidő a termést és annak minőségét is módosítja. A késői vetésidőben csökken a szemtermés mennyisége, fokozódik a szemek törékenysége és csökken a tárolhatósága is (*Bauer és Carter* 1986). *Svecnjak et al.* (2007) vetésidő kísérletükben a szem fehérje- és olajtartalma között nem mutattak ki szignifikáns különbséget az egyes vetésidőkben, az olajtartalomban viszont a FAO 300 tenyészidejű hibrid szignifikánsan magasabb értékeket mutatott, mint a vizsgált FAO 200-as hibrid. Megállapították, hogy

egy későbbi vetésidő nem a kukorica minőségét módosítja, hanem a várható termés mennyiségében okoz jelentős kiesést.

A nitrogén-trágyázás rendszerint növeli ugyan a kukorica fehérjetartalmát, de nem javítja annak minőségét, mert a nitrogén-trágyázás hatására a kevésbé értékes aminosavak aránya nő (Győrffy *et al.* 1965). Izsáki (2006) többéves kísérleti eredményei alapján a kukoricaszem fehérjetartalma a nitrogén ellátottságtól és az évjáratától függően 7,3-12,9% között változott. Megállapította, hogy az évjárat a fehérjetartalmat nagyobb mértékben befolyásolja, mint a N-ellátottság. A talaj foszfor ellátottsága viszont a kukorica fehérjetartalmát és fehérjetermését lényegében nem befolyásolta (Izsáki 1999). A nyersfehérje százalék következetesen és jelentősen növelhető műtrágyázással, a keményítőtartalom viszont csökkenthető. Az alacsony beltartalmi különbségek miatt a termésfüggő hektáronkénti keményítő és nyersfehérje hozamot célszerű figyelembe venni. Ezek alapján a legtöbb keményítő és nyersfehérje termés magas termésátlagok esetén takarítható be (Makra 2012).

2.6. A fotoszintézis és a levélterület termésképzésben betöltött szerepe

A növekedésanalízis a növénytermesztésben alkalmazható tudományos módszer, amely lehetővé teszi, hogy a növény növekedését és fejlődését a vegetáció teljes időszakában nyomon követhessük. A növekedésanalízis különböző mutatóinak, valamint a kiegészítő agronómiai, ökológiai és fiziológiai méréseknek az alkalmazásával válik lehetővé a növénytermesztési kísérletek eredményeinek tudományos, többparaméteres értékelése (Berzsenyi 2009).

A kukorica termését a fotoszintézis és annak hatékonysága jelentősen meghatározza. A maximális termés eléréséhez elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű relatív klorofill tartalom. Ezen fotoszintetikus pigmentek a zöld növényi szövetek fotoszintetikusán aktív részeiben helyezkednek el, emiatt a megfelelő nagyságú levélterület szerepe is jelentős (Vári 2014). A fotoszintézis értékének alakulását mind a környezet, mind a növény biológiai sajátosságai együttesen befolyásolják. Az egyes levélemeletek fotoszintézis intenzitása jelentősen eltér a levelek kora és fénynek való kitettsége alapján (Lőke 2004). A fotoszintézis aktivitása az egyes növényfajok és fajták esetében is különböző. Az állomány sűrűsége közvetlenül meghatározza az egyes levélszintek szervesanyag-termelését. Ahol a legtöbb napsütést kapják a levelek, ott a legaktívabb a fotoszintézis, a talajfelszín felé haladva azonban mérséklődik (Szász

2006). *Ding et al.* (2007) eredményeik alapján az új kukorica hibrideknél a virágzás után a fotoszintetikus aktivitás és a klorofill-tartalom sokkal lassabban csökkent, mint a régi típusú hibrideknél.

Janda et al. (1998) eltérő hidegtűrő képességű beltenyésztett kukorica vonalaknál vizsgálták a hőmérséklet hatását a nettó fotoszintetikus rátára. Megállapították, hogy optimális hőmérsékleten nevelkedett kukoricánövényeknél nem volt a vonalak között jelentős különbség a nettó fotoszintézisben, ami a hidegkezelés után a gyengébb hidegtűrő képességű vonalaknál jelentősen csökkent.

A rövidebb tenyészidejű hibrideknél az elnyelt fotoszintetikusán aktív sugárzás összes mennyisége nagyobb, ami kompenzálja a rövid tenyészidőszakot. Ennek eredményeképpen ugyanakkora termést kisebb vízfelhasználással ér el a kukorica (*Edwards et al.* 2005).

A levelek élettartamát a környezeti és endogén tényezők egyaránt befolyásolják, az idő előtti öregedést gyorsíthatják (*Borrás et al.* 2003). A vízellátottság a fotoszintézis intenzitásának befolyásolásán keresztül hat a termés nagyságára. Száraz, aszályos időjárási körülmények között a növények számára megfelelő hidratáltsági állapot hiánya miatt a sztómák záródnak, a fotoszintézishez, illetve az asszimiláták előállításához szükséges CO₂ felvétele gátolt (*Szász* 2006). A levelek és a levegő hőmérséklete közötti különbség alapján következtetni lehet a növény állapotára. *Linquist et al.* (2005) ötéves kísérletben megfigyelték, hogy a szervesanyag-termelés mértékét elsősorban a hasznosított, levelek által felfogott fotoszintetikusán aktív sugárzás befolyásolja, ennek mennyisége viszont a levélterület nagyságától függ. A termésképzésben azonban nem egyforma mértékben vesznek részt a növény levelei. Kukorica esetében a felső 120-200 cm-s szint járul hozzá legnagyobb mértékben az asszimiláta termeléshez (*Pintér et al.* 1977, *Peter et al.* 1985).

Optimális tápanyag- és vízellátás mellett a növény növekedését, a termésképzést, a szemtermés nagyságát a levélterület határozza meg (*Williams et al.* 1968, *Hanway* 1962). *Hegyi et al.* (2005a, 2005b) három éves kísérletben vizsgálták az évjárat és a termőhely hatását a kukorica cső feletti asszimiláló levélterületének nagyságára. Szoros összefüggést találtak a növényi produkció és a cső feletti levélterület között ($R^2=0,658$). A legnagyobb levélterületű hibridekhez a legnagyobb csőtömeg párosult. Nagyobb levélterület esetén jobban hasznosul a nap energiája, egy bizonyos szint fölött azonban az önárnyékolás következtében akadályozott az alsóbb levelek fotoszintézise. Emellett nagyobb levélterülettel a párologtatás mértéke is növekszik (*Futó* 2003b), minél

alacsonyabb a levél hőmérséklete a levegőéhez képest, annál jobban érvényesül a transzpiráció hűtő hatása (Csajbók *et al.* 2005).

Sárvári (2003) eredményei alapján ideális éghajlati és talajadottságok mellett a termés egészen $5,5-6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ LAI értékig nőhet, elérve a maximális produkciót. Abban az esetben, ha az ökológiai feltételek kedvezőtlenek, akkor alacsonyabb LAI értékkel párosul a maximális termés.

Bavec és Bavec (2002) 1989-1991 közötti kísérleti eredményei szerint eltérő kukorica hibridek LAI értékei jelentős különbségeket mutattak a különböző fenofázisokban. A kukorica a virágzás idejére éri el a levélterület maximális értékét. A késői virágzással a kukorica levélterület maximuma is később alakul ki. Ez arra az időszakra esik, amikor már rövidülnek a nappalok, csökken a beeső sugárzás, s a hőmérséklet sem optimális, ami miatt jelentősen csökken a növény napi fotoszintetikus tevékenysége (Marton *et al.* 2011). A hímvirágzáskor mért maximális levélterület és termés közötti szoros összefüggést állapította meg Lönhardné és Németh (1989). Lönhardné és Kismányoki (1993) kísérlete alapján a levélterület tartósság (LAD) értékeit lényegében a címerhányás idejére kialakult levélterület határozza meg.

A vetésidő módosításával változnak a napsugárzási és hőmérsékleti viszonyok a kukorica tenyészidejében. A hasznos hőösszeg és a fotoszintetikusan aktív sugárzás is csökken a késői vetésidőben. Berzsenyi *et al.* (1998a, 1998b) 1995-1996. évi kísérleteikben megfigyelték, hogy a reprodukív tömeg növekedésének időszaka két részre osztható. Az első szakaszban a később vetett állományok reprodukív tömege volt nagyobb, a második szakaszban ezzel szemben a késői vetésidő esetében kisebb volt a reprodukív tömeg. A vetésidő befolyásolta a szemtelítődés szakaszában a növekedés mértékét, illetve időtartamát egyaránt, a késői vetésű hibrideknek kevesebb idő állt rendelkezésre a szemtelítődésre.

Berzsenyi *et al.* (1998c) kísérleteiben a késői vetés kedvezőtlenül hatott a szárazanyag felhalmozódásra. Késői vetés esetén a vegetatív időszak elején nagyobb a szárazanyag-akkumuláció, viszont a korábbi virágzás miatt rövidebb idő alatt fejeződik be, mint korai vagy optimális vetés esetén.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kísérleti körülmények

A kukorica hibridek vetésidő reakciójára irányuló kísérletet dr. Sárvári Mihály Professzor Úr témavezetésével a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézetének Bemutatókertjében állítottuk be 2012–2014. években. A kísérleti terület összesen 2414 m² nagyságú volt, ahol 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 – amelyek bruttó mérete 15,2 m², nettó mérete 11,4 m² volt – három ismétlésben lettek beállítva, véletlen blokk elrendezésben.

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

3.1.1. 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 (2. táblázat).

2. táblázat: A kísérleti terület talajtulajdonságai

pH		CaCO ₃ %	AL-oldható		Humusz %	K _A
H ₂ O	KCl		P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg		
7,0	6,5	Ny	100,0	165,0	2,6	42,0

A talaj felső szintje a mészhiányból 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.

3.2. A kísérleti évek időjárása

A kutatás három évében az időjárás meghatározó szereppel bírt mind a termésmennyiség, mind a szemnedvesség-tartalmak alakulásának szempontjából. A tenyészidőszak meteorológiai hátterének ismerete elengedhetetlen, hogy a vizsgálatban szereplő kukorica hibridek teljesítményéről reális képet kaphassunk.

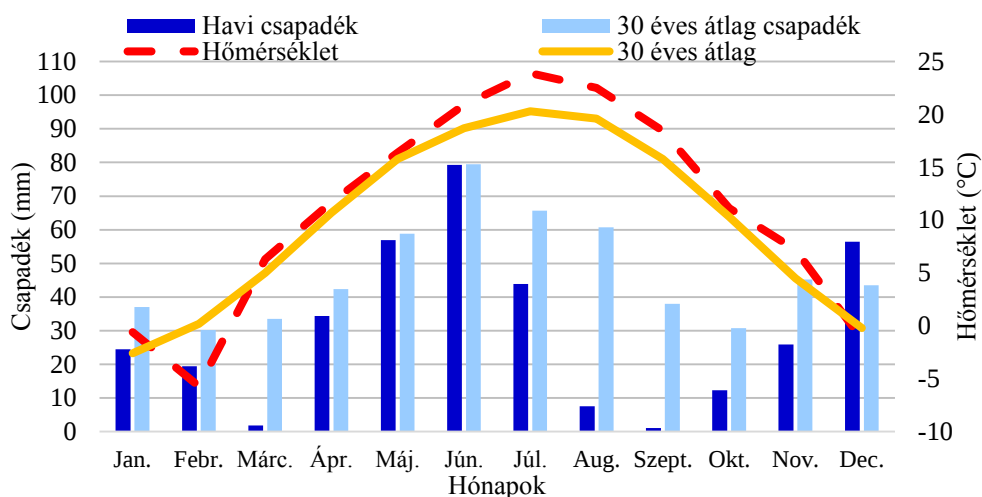
A klímaváltozás miatti rendkívül szélsőséges és változatos éghajlati viszonyoknak köszönhetően szinte minden évben más és más kihívással kell szembenéznünk. Egyik évben az aszály jelent gondot, másik évben a kora tavaszi belvíz tolja ki a kukorica vetését, vagy éppen a kora őszi nagymennyiségű csapadék nehezíti a betakarítást.

Ezeket a végleteket 2012-2014. év csapadék mennyiségének és hőmérsékletének 30 éves átlaghoz viszonyított értékei jól érzékeltetik.

3.2.1. A 2012. év időjárása

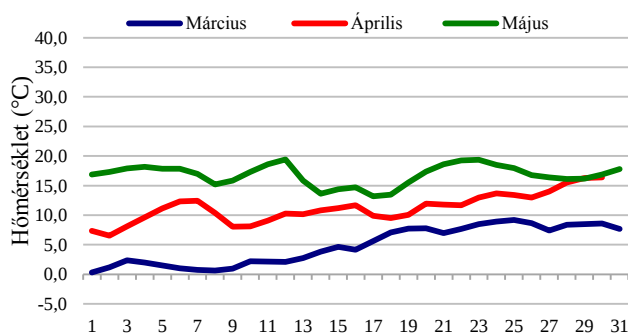
A 2012. tenyészévet klimatikus szempontból extrémítások jellemezték, az időjárás a kukoricatermesztés szempontjából rendkívül ellentmondásosnak volt tekinthető. A téli és tavaszi hónapok aszályos körülményei negatívan hatottak a csírázásra és a kezdeti fejlődésre egyaránt. Az intenzív növekedés és a generatív folyamatok szempontjából a kedvező május-júliusi időjárás ideális körülményeket teremtett, az augusztus-szeptemberi csapadékhiány viszont a szemtelítődési folyamatokra volt káros hatású (2. ábra).

A rendkívüli aszály következtében 2012-ben a hőmérséklet és a csapadék adatok egyaránt jelentősen eltértek a 30 éves átlag adataitól. Január-február hónapokban mindössze 43,9 mm, március és szeptember között 224,9 mm csapadék hullott, ami az előbbinél 23,3 mm-rel, utóbbinál 153,7 mm-rel volt kevesebb a sokéves átlag értékeitől. A vízhiányt fokozta, hogy a tenyészidőszak átlaghőmérséklete a sokévi átlagnál 2,2 °C-kal volt magasabb. Ennél nagyobb eltérés utoljára a szintén rendkívül aszályos 2003-ban volt. 2012-ben a hőség- és forró napok száma jóval meghaladta a 30 éves átlagot.



2. ábra A 2012. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)

A kísérleti területünk talajhőmérséklete márciusban 4,9 °C, áprilisban 11,2 °C, májusban 16,8 °C volt (3. ábra).



3. ábra Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2012)

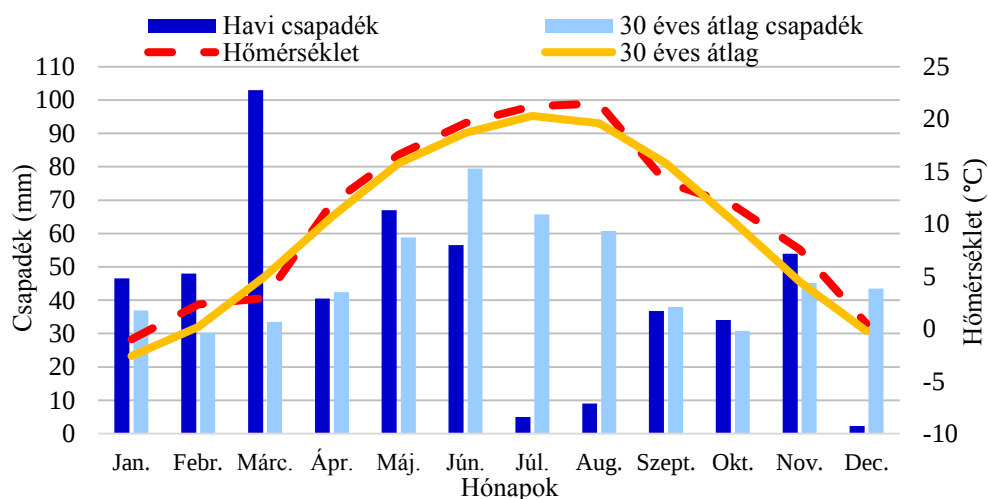
3.2.2. A 2013. év időjárása

A 2013. év közel azonos és rendkívüli volt az előző vizsgálati évhez viszonyítva. Az év eleji nagymennyiségű csapadék hatására a talajok fel tudtak tölteni vízzel, ugyanakkor a nyári csapadékhiány kedvezőtlenül hatott a hím- és nővirágzás, ezáltal a megtermékenyülés, szentelítődés folyamataira. A márciusi alacsony hőmérséklet a talaj felmelegedését, a szeptemberi jelentős lehűlés pedig a kukorica érését és a vízleadás mértékét lassította.

Debrecenben a 2013. év első kilenc hónapjában a csapadék mennyisége 33,6 mm-rel volt kevesebb a sokévi átlaghoz viszonyítva. Jelentős problémát okozott annak eloszlása. Január, február és március hónapokban 96,8 mm-rel több, ugyanakkor június-

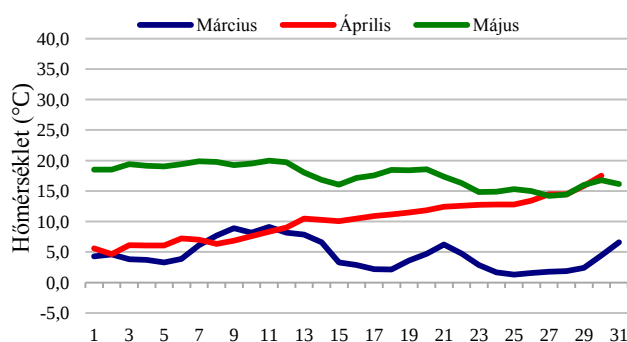
szeptember között 136,7 mm-rel kevesebb volt a csapadék a sokéves átlag hasonló időszakához mérten.

A havi középhőmérsékletek is kedvezőtlenül alakultak, ami márciusban 2,1 °C-kal volt hűvösebb, összevetve a sokévi átlaggal. A 2013. évi hőmérséklet és csapadék adatokat tartalmazó 4. ábra alapján januártól szeptemberig 12,1 °C-kal, a tenyészidőszak alatt 0,7 °C-kal volt magasabb az átlaghőmérséklet a 30 éves átlaghoz viszonyítva.



4. ábra A 2013. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)

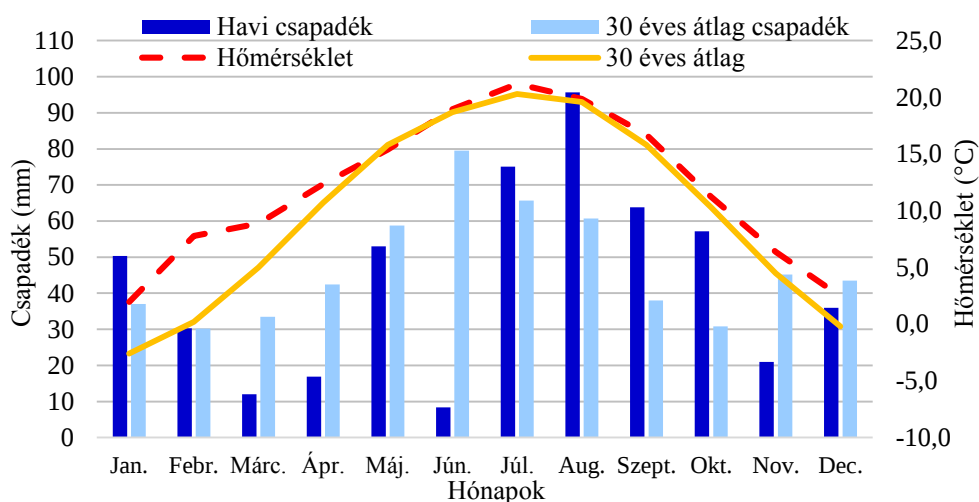
A talajhőmérséklet értékei jóval alacsonyabbak voltak a 2012. év értékeihez képest. Márciusban a talajhőmérséklet átlaga 4,5 °C, áprilisban 10,2 °C, májusban pedig 17,6 °C volt (5. ábra).



5. ábra Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2013)

3.2.3. A 2014. év időjárása

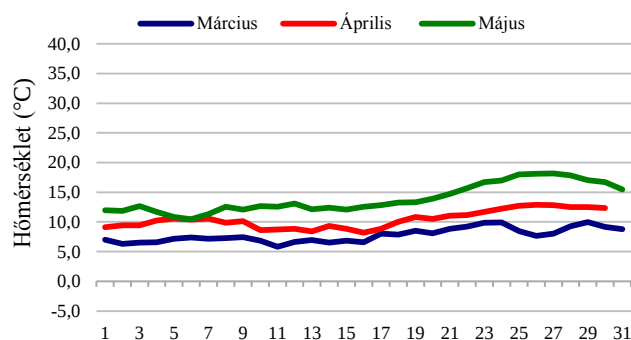
A csapadékelátás a kukoricatermesztés számára megfelelően alakult 2014-ben, azonban annak eloszlása kedvezőtlen volt. A 2014. év tavaszi középhőmérséklet értékeit vizsgálva látható (6. ábra), hogy jelentős pozitív anomáliát tapasztalhattunk.



6. ábra A 2014. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)

A márciusi, áprilisi középhőmérsékletek 3,9 °C-kal és 1,6 °C-kal meghaladták a 30 éves átlagot, május középhőmérséklete viszont alatta maradt a sokéves átlagnak. Az előző évekhez képest kedvezőbb csapadék ellátottságú hónapok elősegítették a kukorica egyenletes fejlődését és növekedését. A májusi csapadék a kukorica kelését, a kikelt állományok egyenletes, gyors fejlődését segítette elő. Június hónap az átlaghoz viszonyítva sokkal szárazabb volt, hiszen csak minimális, 8,4 mm csapadék hullott, szemben a sokévi átlaggal, ami 79,5 mm. A csapadékhiányt követően a nyári félév időjárása az előző két év aszályos július és augusztus hónapjaihoz képest pontosan ellentétesen alakult. A 2012-es és 2013-as évek átlag feletti hőségnapjaihoz, csapadékhiányos júliusaihoz, augusztusaihoz képest a 2014. év ezen hónapjai átlagos hőmérsékletűek, viszont kiemelkedően csapadékosak voltak, aminek mennyisége júliusban 9,4 mm-rel, augusztusban 35,0 mm-rel haladta meg a 30 éves átlag csapadékmennyiséget. Szeptember hónapban 63,8 mm csapadék hullott le, ami miatt az érés időszaka elhúzódott, ezáltal késleltetve a betakarítást, valamint növelve a betakarításkori szemnedvesség-tartalmak alakulását.

Az enyhe telet követően március hónapban jóval magasabb volt a talajhőmérséklet átlaga, hiszen 2012-höz viszonyítva 2,9 °C-kal, 2013-hoz képest pedig 3,3 °C-kal volt magasabb a talaj felső 5 cm-es rétegében a hőmérséklet (7. ábra).



7. ábra Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2014)

Az áprilisi talajhőmérséklet az előző évekhez hasonló volt (10,4 °C), azonban májusban jelentősen lehűltek a talajok. A talajhőmérséklet értéke csupán 13,9 °C volt, ami az előző két évhez képest 2,9 °C-kal és 3,7 °C-kal volt alacsonyabb.

Az időjárási körülmények elemzéséhez szükséges csapadék adatokat a Bemutatókert, a hőmérséklet- és talajhőmérséklet adatokat a Debreceni Egyetem Agrometeorológiai és Agroökológiai Monitoring Központjának munkatársai bocsátották rendelkezésemre.

3.3. A kísérletben alkalmazott agrotechnika

A kísérletben szereplő kukorica hibridek három vetésidőben, három ismétlésben lettek beállítva, a kísérlet kéttényezős, véletlen blokk elrendezésű volt. A véletlen blokk elrendezés az egyik leggyakrabban használt kísérleti elrendezés a mezőgazdasági kutatásban. Jellemző tulajdonsága az egyenlő méretű blokkok alkalmazása, amelyeknek mindegyike tartalmazza az összes kezelést. Ennek az elrendezésnek a legfőbb előnye, hogy akárhány kezelést és bármennyi blokkot képezhetünk, ezenfelül az eredmények biometriaai analízise viszonylag egyszerű (Berzsenyi 2010).

A tápanyag-utánpótlás során nitrogén hatóanyagból 120 kg, a P₂O₅-ből 80 kg, a K₂O-ból 110 kg/ha lett kijuttatva. A 34%-os ammónium-nitrát műtrágya teljes mennyiségének 30%-a őszi az alpművelést megelőzően, 70%-a tavasszal a magágykészítés előtt lett kiszórva. A 18%-os szuperfoszfát és 60%-os kálisó teljes mennyisége őszi került kijuttatásra.

Az alkalmazott hektáronkénti tőszám 73 ezer volt. A talajelőkészítés során őszi mélyszántás 30-35 cm-es mélységben, tavasszal a szántáselmunkálás nehézboronával, a magágykészítés kombinátorral történt.

A növényvédelem során mindhárom évben posztemergens védekezésként Laudist (2,2 liter/hektár), talajfertőtlenítésre Force 1,5 G szert használtunk.

A vetés kézi vetőpuskával történt, így a vetés mélysége 5-6 cm mélységben volt. Az időjárási körülményeknek köszönhetően a vetésidők eltérően alakultak a három vizsgálati évben (3. táblázat). 2012-ben és 2014-ben a talajhőmérséklet és a talajnedvesség lehetővé tették a korai, március 23-án és 27-én történő vetést. 2013-ban a talajhőmérséklet április elején a kukorica vetésére alkalmas volt, azonban a kora tavaszi belvíz következtében a vetésidők lényegesen kitolódtak a másik két vizsgálati évhez viszonyítva. Az alkalmazott vetésidők között eltelt napok számát az alapján választottuk meg, hogy a vizsgált tényezők közötti összefüggések markánsan elkülönüljenek, ezért a különböző vetésidőket 10-15 napos időeltéréssel terveztük, de figyelembe vettük az adott időpontok klimatikus viszonyainak alakulását is.

3. táblázat: A kísérlet agrotechnikai adatai

Agrotechnikai tényezők		Kísérleti évek		
		2012. év	2013. év	2014. év
Elővetemény		kukorica		
		N (kg/ha hatóanyag): 120 P ₂ O ₅ (kg/ha hatóanyag): 80 K ₂ O (kg/ha hatóanyag): 110		
Talajelőkészítés		- őszi mélyszántás (30-35 cm) - tavasszal szántáselmunkálás (nehézborona) - magágykészítés kombinátorral		
Vetésidő	I. vetésidő II. vetésidő III. vetésidő	március 23. április 10. május 2.	április 16. május 3. május 16.	március 27. április 14. május 8.
Tőszám		73000 tő/ha	73000 tő/ha	73000 tő/ha
Talajfertőtlenítés		Force 1,5 G 12 kg/ha	Force 1,5 G 12 kg/ha	Force 1,5 G 12 kg/ha
Gyomirtás		Laudis 2,2 l/ha	Laudis 2,2 l/ha	Laudis 2,2 l/ha
Betakarítás		2012.09.14-15.	2013.10.3-4.	2014.10.7.

A vetésidő és produktivitás közötti összefüggés meghatározása céljából 2012-2014. évek között 12 eltérő tenyésztidejű és genetikai háttérű kukorica hibridet teszteltünk (4. táblázat). A 2012-ben alkalmazott NK Columbia helyett a mag csírázási problémái miatt 2013-ban és 2014-ben a P0216 nevű hibrid került elvetésre, 2014-ben pedig az NK Octet helyett NK Luciust vetettünk. A hibridek csírázáskori hidegtűrését, a

vetési idő és a terméseredmény, valamint a szemnedvesség-tartalom közötti összefüggéseket számszerűsítettük.

4. táblázat: A vetésidő 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

3.4. A vizsgálat célkitűzései, a kísérlet kiértékelésének módszere

A három évben 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 vetéstől a kelésig eltelt napok számát, a hím- és nővirágzás idejét, valamint a növénymagasságot figyeltük meg. 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.

3.4.1. Növekedési mutatók

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 mérések időpontjait az 5. táblázat tartalmazza. Az 1 m²-re eső levélterületet 2012, 2013. években LAI 2000 levélterület

mérővel, 2014-ben SunScan Canopy Analysis Systems hordozható levélterület mérő segítségével mértük, vetésidőnként nyolc mérést végezve.

5. táblázat: A levélterület, fotoszintézis és relatív klorofill tartalom mérési időpontjai

Mérés időpontjai	2012. év	2013. év	2014. év
1. mérés	június 20.	június 27.	június 20.
2. mérés	július 09.	július 23.	július 04.
3. mérés	augusztus 01.	augusztus 13.	július 25.
4. mérés	augusztus 22.	szeptember 10.	augusztus 23.

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).

A levélterület tartósság (LAD) jelenti a levélterület-index idő szerinti görbéje alatti területet. A LAD kifejezi, hogy mennyi ideig tartja fenn a növényállomány az aktív fotoszintetikus területet. Mértékegysége: nap.

$$LAD = \frac{LAI_1 + LAI_2}{2} * (t_2 - t_1)$$

A produktivitás mutató a termés és a levélterület-tartósság (LAD) hányadosából számolható.

$$Produktivitás\ mutató\ (PM) = \frac{Termés}{LAD}$$

A kumulált asszimilációs terület (KAT) kiszámítása a különböző időpontokban mért levélterület-index értékeiből történik. A képletben a LAI_1 az első időpontban mért levélterület-index értéke, a LAI_n pedig az n-edik időpont levélterület-indexe.

$$KAT = LAI_1 * LAI_2 * LAI_n$$

Két évben négy-négy alkalommal mértük a fotoszintézis aktivitását (2012; 2013. években), egy évben pedig a relatív klorofill tartalmat (2014. évben). A nettó fotoszintetikus aktivitás meghatározása 2012-ben és 2013-ban LICOR 6400 hordozható szántóföldi fotoszintézis mérő készülékkel történt. A mérések alkalmával a cső feletti levél fotoszintézisét mértük két levélen, levelenként hat mérést végezve.

A levelek relatív klorofill koncentrációjának meghatározására 2014-ben SPAD 502 Plus készüléket használtunk, vetésidőnként harminc méréssel, amely eredményeket a szintén dr. Pepó Péter Professzor Úr által kidolgozott fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) mutató alapján számoltunk át. A számítás alapját a levélterület-index, a relatív

klorofilltartalom és a termés maximális értékei adják. A méréseket 2014-ben négy-négy alkalommal végeztük el. A számítás képlete a következő:

$$Ph.C. = \left(\frac{Termés\ max.}{LAI\ max.} * \frac{Termés\ max.}{Spad\ max.} \right) / 1000$$

3.4.2. Termésvizsgálatok

A fiziológiai érést követően hetente vizsgáltuk a hibridek vízleadás dinamikáját. A szemnedvesség-tartalmat 2012-ben augusztus 14-én mértük először, azt követően pedig hetente, öt héten keresztül. Szintén öt alkalommal, augusztus 21-től kezdődően vizsgáltuk a hibridek szemnedvesség-tartalmának változását az érés időszakában 2013-ban, 2014-ben pedig augusztus 25-től, az érés időszakának kitolódása miatt hat alkalommal. Az érésdinamikai vizsgálatot a P9578, a DKC 4590, a Kamaria, a DA Sonka, a Szegedi 386 és a DKC 4983 hibrideknél végeztük el.

A beltartalmi paraméterek analizálását Infratec 1229 gabonaanalizátorral végeztük. A minőségi tulajdonságok közül a nyersfehérje-, a nyersolaj- és a keményítő-tartalmakat elemeztük a három vetésidőben. A mintavétel a már betakarított szemes termésből történt mindegyik vizsgált hibridnél.

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 rendkívül aszályos 2012-ben és a kedvező évjáratú 2014-ben. 2013-ban csak a morzsolási arány és az ezerszemtömeg elemzésére került sor. A három vetésidőben 2012-ben és 2014-ben összesen 540-540 cső öt különböző paramétere került feldolgozásra, amely elemzés a csőhossz, a szemsorok száma, az egy sorban lévő szemek száma, ezerszemtömeg és a morzsolási arány vetésidővel való összefüggését mutatta meg.

A betakarítás után a szemtermést egységesen 14%-os szemnedvesség-tartalomra számoltuk át.

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. Az összefüggés vizsgálatok során alkalmazott jelölések:

*=A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten; **=A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten; ^{NS}=A korreláció nem szignifikáns.

4. EREDMÉNYEK

A Föld globális felmelegedése következtében egyre gyakrabban és intenzívebben fordulnak elő időjárási szélsőségek, amelyek kihatnak a gabonafélék, így a kukorica fejlődésére, növekedésére, ezáltal a termés alakulására is. Az elemi károk kedvezőtlen hatásának mérséklésében a termesztéstechnológia szakszerű alkalmazása fontos szerepet játszik. A termésbiztonság növelésével, jó alkalmazkodóképességű hibridek választásával, hibridspecifikus termesztéstechnológia alkalmazásával a termesztés hatékonyságát kedvezően befolyásolhatjuk. Szükséges ismerni a hibridek csírázaskori hidegtűrését, ami 90% feletti érték esetén az optimális intervallumon belül is 10-14 nappal korábbi vetést tesz lehetővé. A klímaváltozás hatására a talajhőmérséklet már április elején elérheti a 10 °C-ot, ami a kukorica optimális vetésidő intervallumának újragondolását teszi szükségsszerűvé.

Szoros szignifikáns összefüggés van a vetésidő és a termés, illetve a betakarítaskori szemnedvesség-tartalom között. Korábbi vetésidő esetén a hibridek korábban érik el a fiziológiai érettséget, amikor a kukoricaszem csutka felőli részén kialakul a feketeteréteg, amely időponttól már nincs tápanyagfelvétel, -beépülés, megkezdődik a szem víztartalmának leadása. Főleg aszályos években 5-10%-kal is alacsonyabb a betakarítaskori szemnedvesség-tartalom, így csökkenhet a szárítási költség is. Ez jelentős hatékonyság javulást jelent.

A kísérleti eredmények 2012-2014. évekre vonatkoznak, amely három évben egyformán szélsőséges volt az időjárás, a hőmérséklet alakulása és a csapadék mennyisége a 30 éves átlaghoz viszonyítva.

4.1. A vetésidő és az évjárat szerepe a kukorica hibridek fenológiai tulajdonságainak alakulásában

4.1.1. A vetésidő és a klimatikus viszonyok hatása a vetéstől a kelésig eltelt idő hosszára

A kukorica optimális kelését egyrészt a környezeti, elsősorban talajtényezők határozzák meg. Egyrészt fontos a vetéskori megfelelő talajhőmérséklet, a talaj nedvességtartalmának alakulása, másrészt a vetőmag hidegtűrése, annak minősége és az egyenletes vetésmélység a növényállomány egyöntetű növekedésének, fejlődésének elengedhetetlen feltétele.

A vetésidő kísérletben alkalmazott 12 kukorica hibrid kelése rendkívül jónak volt mondható mind a három vizsgálati évben. A közel egyenletes vetésmélységnek köszönhetően a növények kelése egy napra esett mind a három évben. Ez alól csak 2014-ben a DKC 4983 hibrid volt kivétel, amely egy nappal később kelt ki, mint a vizsgált többi genotípus.

A hibridek csírázása, kelése 2012-ben vontatott volt, ugyanis a vetéstől a kelésig eltelt napok száma az első vetésidőben meghaladta a 20-at, ami a második vetésidőben 15, a harmadik vetésidőben 9 nap volt. Az első vetésidő hosszabb kelése a márciusi alacsony talajhőmérsékletnek volt köszönhető, ami a vetés napján 8,7 °C volt. Nem elhanyagolható tényező, hogy korábbi vetés esetén a kukorica sokkal jobban tudja hasznosítani a téli csapadékot, mint a későbbi vetések, ami viszont 2012-ben kedvezőtlenül alakult, hiszen január, február hónapokban 23,3 mm-rel, márciusban 31,7 mm-rel hullott kevesebb csapadék a 30 éves átlaghoz viszonyítva. A második vetésidőben a vetést követő két hétben hullott 24 mm csapadék, a harmadik vetésidőben a magas talaj- és léghőmérsékleti értékek teremtettek kedvező feltételeket a kukorica keléséhez (6. táblázat).

6. táblázat: A kukorica hibridek vetése és kelése közötti időszak időjárási adatai
(Debrecen, 2012-2014)

2012. kísérleti év			
Vetésidő	március 23.	április 10.	május 2.
Kelésidő	április 13.	április 25.	május 11.
Talajhőmérséklet a vetés napján (°C)	8,7	8,1	17,3
Átlag talajhőmérséklet vetés és kelés között (°C)	9,1	11,0	17,3
Átlag hőmérséklet a vetésidő és kelésidő között (°C)	9,8	10,8	17,7
Csapadék mennyisége a vetésidő és kelésidő között (mm)	7,0	24,0	0,0
2013. kísérleti év			
Vetésidő	április 16.	május 3.	május 16.
Kelésidő	április 27.	május 11.	május 26.
Talajhőmérséklet a vetés napján (°C)	10,5	19,4	17,2
Átlag talajhőmérséklet vetés és kelés között (°C)	12,3	19,5	16,7
Átlag hőmérséklet a vetésidő és kelésidő között (°C)	15,9	19,6	15,2
Csapadék mennyisége a vetésidő és kelésidő között (mm)	0,0	0,0	31,5
2014. kísérleti év			
Vetésidő	március 27.	április 14.	május 8.
Kelésidő	április 14.	április 25.	május 19.
Talajhőmérséklet a vetés napján (°C)	8,0	9,3	12,6
Átlag talajhőmérséklet vetés és kelés között (°C)	9,4	10,4	12,6
Átlag hőmérséklet a vetésidő és kelésidő között (°C)	10,8	13,1	13,7
Csapadék mennyisége a vetésidő és kelésidő között (mm)	11,9	4,0	43,1

A vetésidő és kelésidő közötti összefüggés 2013-ban is megmutatkozott. A vetéstől a kelésig eltelt napok száma az első vetésidőben 11 nap, a második vetésidőben 8 nap, a harmadik vetésidőben 10 nap volt. Az első, április 16-i vetésidőben a talajhőmérséklet értéke már a vetés napján meghaladta a 10,0 °C-ot. A korai felmelegedés következtében a második vetésidő kelésideje jóval lerövidült, hiszen a vetés 20 °C körüli talajhőmérsékletnél történt. A harmadik vetésidőben a növények kelésére pozitív hatással volt a vetést követő napokban hullott 31,5 mm csapadék.

Az állomány kelésének ideje 2014-ben hasonlóan alakult a márciusi vetésidőben, mint 2012-ben. A kelésig eltelt napok száma az alacsony vetéskori talajhőmérsékletből (8,0 °C) és a 30 éves átlag alatti csapadék mennyiségéből adódóan 18 nap, míg a második vetésidőben 11 nap volt. A harmadik vetésidőben a másik két vizsgált évhez képest lényegesen alacsonyabb hőmérsékleti értékek ellenére a kukorica kelése 11 nap volt, ami a vetést követő két hétben hullott 43,1 mm csapadéknak volt köszönhető.

4.1.2. A vetésidő szerepe a kukorica virágzási idejének alakulásában

A fenológiai vizsgálatok során megfigyeltük, hogy a vetésidők hogyan módosítják a vizsgált kukorica hibridek hím- és nővirágzásának idejét (7. táblázat). Az együttvirágzásra való nemesítés következtében a vizsgált hibridek hím- és nővirágzása egymáshoz közel esett.

2012-ben a korai, márciusi vetésidőben a kukorica hímvirágzásának idejét június második felében, a nővirágzást június 27. és július 2. között figyelhettük meg hibridtől függően. A második és harmadik vetésidőben ennek ideje július első felére tolódott. A hibridek virágzási idejében a tenyészidőszak hossza is különbséget tett, a rövidebb tenyészidejű hibrideknek korábban következett be a hím- és nővirágzása, mint a hosszabb tenyészidejű hibrideknek. A vetéstől a hímvirágzásig eltelt napok száma hibridtől függően az első vetésidőben meghaladta a 90 napot, a második vetésidőben 81-86 nap, a harmadik vetésidőben 67-69 nap volt.

A vetésidő virágzásban, megtermékenyülésben, a szentelítődés kezdetében betöltött rendkívül fontos szerepét mutatta a vizsgált hibridek hím- és nővirágzásának ideje 2013-ban is. Az első vetésidőben hibridtől függően mind a hím-, mind a nővirágzás ideje július elejére esett. A második és harmadik vetésidő kukorica állományának virágzása a rendkívül aszályos július hónap következtében jóval későbbi érést, egyes hibrideknél termékenyülési problémát okozott. A hím- és nővirágzás ideje a

második és harmadik vetésidőben a FAO 400 feletti tenyésztidejű hibrideknél július legvégére esett. Az egyes vetésidőkben a vetéstől a hím- és nővirágzásig eltelt napok számában lényeges eltérés nem volt, annak kitolódása csak kismértékben csökkentette a virágzásig eltelt napok számát.

2014-ben a kukorica hibridek hím- és nővirágzását az első vetésidőben június vége és július eleje között figyelhettük meg hibridtől függően, ami a második vetésidőben július első hetében, a harmadik vetésidőben július közepén volt. A hím- és nővirágzás ideje minden hibridnél egymáshoz közel esett. Az előző évekkal megegyezően a későbbi vetésidőkben rövidült a vetés és a hím- és nővirágzás között eltelt napok száma, azonban a vetésidők közötti különbségek nagyobbak voltak. Míg az első vetésidőben 100 nap is eltelt a vetés ideje és egyes hibridek hímvirágzása között, addig a második és harmadik vetésidőben 20-30 nappal is rövidült a virágzásig eltelt napok száma.

7. táblázat: A vetésidő hatása a kukorica hibridek hím- és nővirágzás idejére
(Debrecen, 2012-2014)

	2012. kísérleti év	2013. kísérleti év	2014. kísérleti év
I. vetésidő	március 23.	április 16.	március 27.
Hímvirágzás ideje	június 22. - június 30.	június 24 - július 12.	június 23. - július 4.
Nővirágzás ideje	június 27. - július 2.	június 24. - július 13.	június 25. - július 4.
II. vetésidő	április 10.	május 3.	április 14.
Hímvirágzás ideje	június 30. - július 6.	július 9. - július 25.	június 30. - július 7.
Nővirágzás ideje	július 1. - július 7.	július 10. - július 26.	június 28. - július 8.
III. vetésidő	május 2.	május 16.	május 8.
Hímvirágzás ideje	július 8. - július 10.	július 22. - július 28.	július 14. - július 18.
Nővirágzás ideje	július 9. - július 10.	július 23. - július 28.	július 13 - július 21.

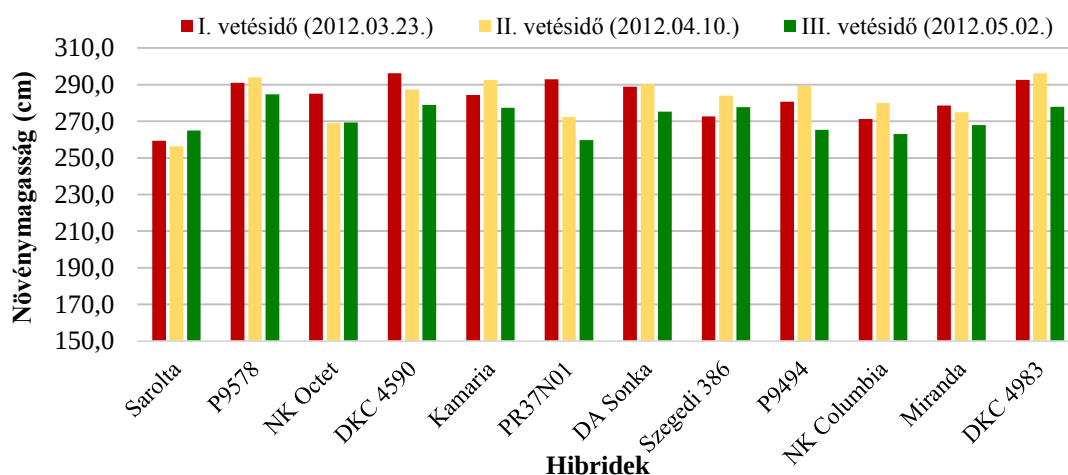
4.1.3. A vetésidő és az évjárat hatása a kukorica növénymagasságára

A kukorica növénymagassága elsősorban genetikailag determinált, azonban számos egyéb tényező is meghatározza, hogy mekkora szárhosszt fejleszt a növény. A vetésidő és az évjárat hatása nagyban módosítja a kukorica ezen fenológiai tulajdonságát, amit kísérleti eredményeink rendkívül jól alátámasztanak.

Vetésidőtől függően 2012-ben 256,3-296,3 cm között változott a kukorica hibridek növénymagassága, amely legalacsonyabb értéket a második vetésidőben a Sarolta hibridnél, a legmagasabbat, egyaránt 296,3 cm-t pedig az első vetésidőben a DKC 4590 és a második vetésidőben a DKC 4983 hibrideknél mértünk. A 8. ábrán

látható, hogy a vetésidő jelentős hatással volt a hibridek szármagasságára. A vizsgált 12 kukorica hibrid közül hét hibrid a második vetésidőben érte el a maximális növénymagasságot. Az egyes vetésidőkben a genotípusok között megbízható volt a különbség, a hibridek átlagában azonban elmondható, hogy a vetésidő előrehaladtával a növénymagasság csökkent, amely 271,9-282,8 cm között változott. Szignifikáns különbség azonban csak a harmadik vetésidőben mutatkozott.

A vizsgált hibridek közül a DKC 4590 közel 300,0 cm szármagasságát az első vetésidőben, a DKC 4983 a második vetésidőben kapta, míg a harmadik vetésidőben a maximális magasságot (284,7 cm) a P9578 adta. A vetésidő hatására a növénymagasság változásával leginkább reagáló hibrid a PR37N01 volt, amely az első vetésidőben elért 293,0 cm magassághoz képest a második vetésidőben 20,7 cm-rel, a harmadik vetésidőben pedig 33,3 cm-rel volt alacsonyabb.

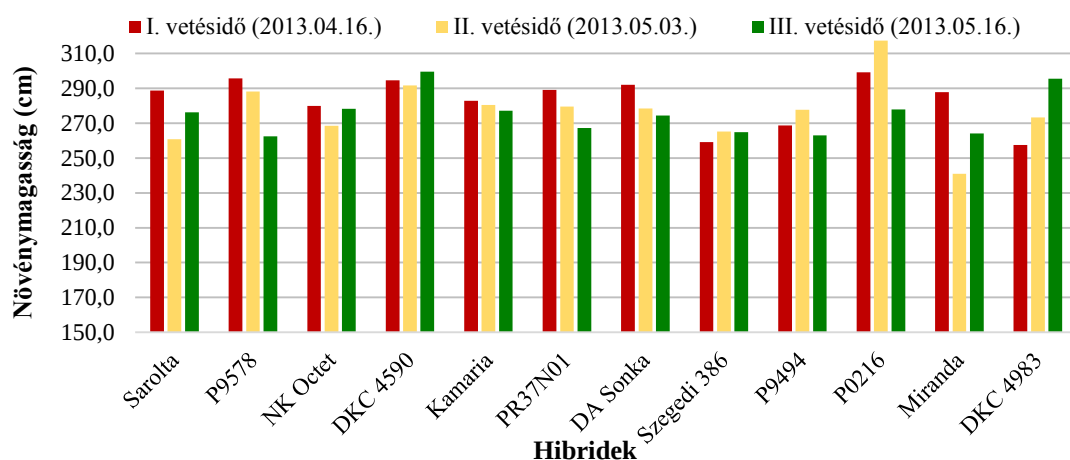


SzD_{5%} Hibrid: 10,3 Vetésidő: 5,2 Kölcsönhatás: 17,9

8. ábra: A vetésidő hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, 2012)

A 2013. év a legkiemelkedőbb volt a vizsgált kukorica hibridek növénymagasságát illetően, amelyre a vetésidő ismét nagymértékben hatással volt. Vetésidőtől függően 241,0 cm és 317,5 cm között változott a szármagasság, amely értékek a 2012. évhez hasonlóan a második vetésidőhöz tartoztak. A hibridek átlagát tekintve a tendencia szintén megegyezett az előző évvel (9. ábra). Látható, hogy a P0216 az állomány legmagasabb hibridje volt (317,5 cm), ami összefüggésbe hozható a hibrid nagyobb habitusával, a nagyobb termőképességet megalapozó nagyobb levélterület által biztosított intenzívebb fotoszintetikus aktivitással. A DKC 4590 a 2012. évhez képest a második és harmadik vetésidőben is jelentősen felülmúlta szárhosszát. A harmadik vetésidőben mért maximális magasság 299,6 cm volt. 2013-

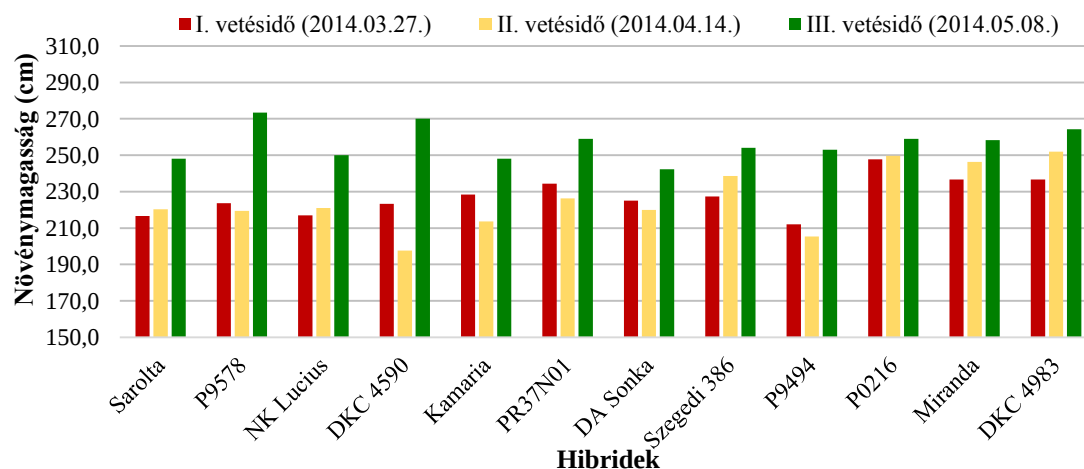
ban hét hibrid esetén az első vetésidő bizonyult a vegetatív fejlődés szempontjából a legkedvezőbbnek, köszönhetően a kedvező klimatikus körülményeknek.



SzD_{5%} Hibrid: 20,2 Vetésidő: 10,1 Kölcsönhatás: 35,0

9. ábra: A vetésidő hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, 2013)

Lényegesen alacsonyabbak voltak a hibridek 2014-ben a megelőző két vizsgálati évhez képest, a vetésidők közötti különbségek azonban ellenkezőleg alakultak (10. ábra). Vetésidőtől függően 197,7 cm és 273,3 cm között változott a növények magassága, ami lényegesen alacsonyabb volt az előző két év növénymagasság értékeihez viszonyítva. A hibridek átlagában a harmadik, május 8-i vetésidőben volt a legmagasabb az állomány (256,6 cm). Az első vetésidőben a legmagasabb szárral 2014-ben is a P0216 volt jellemezhető (247,7 cm). A második vetésidőben a DKC 4983 (252,0 cm), a harmadik vetésidőben a P9578 (273,3 cm) volt a kísérlet legmagasabb hibridje.

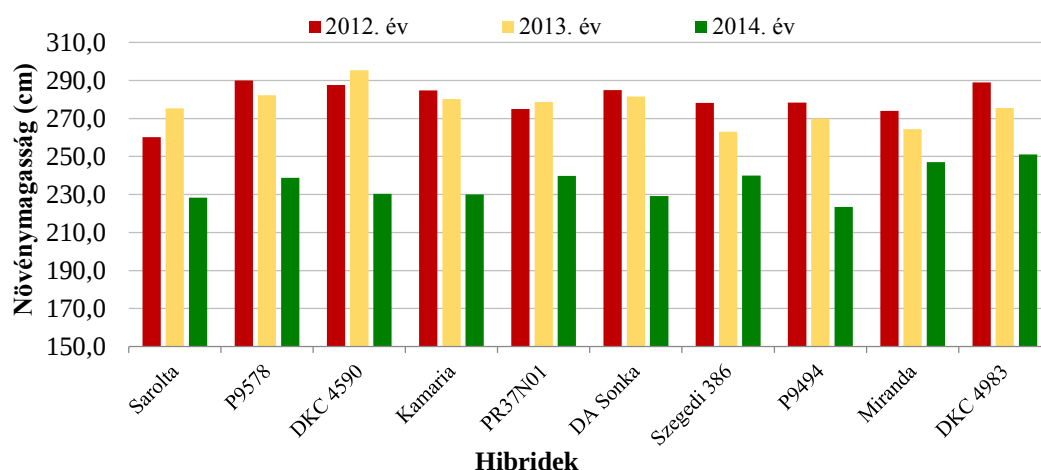


SzD_{5%} Hibrid: 14,0 Vetésidő: 7,0 Kölcsönhatás: 24,2

10. ábra: A vetésidő hatása a kukorica hibrid növénymagasságára (Debrecen, 2014)

A három évet együttesen vizsgálva az évjárat és a vetésidők okozta különbség még inkább megmutatkozott. A növénymagasság és a hibrid-vetésidő-termés közötti Pearson-féle korrelációanalízist az NK Octet, az NK Lucius, az NK Columbia és a P0216 hibridek kizárásával végeztük, mivel ezek a hibridek nem voltak mindhárom évben vizsgálva. Az évek összehasonlítása viszont csak úgy ad korrekt eredményt, ha az elemzésben a csak minden évben szereplő 10 hibrid szerepel.

A 2012. és 2013. években a növénymagasság 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 növénymagasság és 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 különbséget a DKC 4590 hibridnél állapítottunk meg, ahol 2012-höz képest 57,2 cm-rel, 2013-hoz képest 65,0 cm-rel voltak alacsonyabbak a növények (11. ábra).



11. ábra: A három év növénymagassága hibridenként (cm) (Debrecen, 2012-2014)

Ennek oka elsősorban az évjáráthatás rendhagyó alakulásában keresendő. A már kikelt növények intenzív növekedését tette lehetővé 2012-ben az április, május, június hónapok csapadéka. 2013-ban mindhárom vetésidőben a májusi kelésű növények számára „aranyat” ért a lehullott, 30 éves átlagot meghaladó csapadék. Egyenes arányosságot figyelhettünk meg 2014-ben is a növénymagasság és csapadék

mennyisége között. Mivel egészen júliusig minimális volt a csapadék, a növények a fejlődés elején nem jutottak kellő mennyiségű vízhez, ezáltal jóval alacsonyabbak maradtak. Ez azt bizonyítja, hogy az időjárás már a fejlődés kezdetén meghatározó jelentőséggel bír.

4.2. Az évjárat és a vetésidő szerepe a kukorica hibridek egyes fiziológiai mutatóira

A termés nagyságát a kukorica hibridek genetikai terméspotenciálja határozza meg, ami viszont a fotoszintézis intenzitásának és az asszimilációs levélterület nagyságának is a függvénye. A vegetációs periódus során a kukorica levelek növekedését a levélterület, a szerves anyag termelés változását pedig a fotoszintézis mérésével lehet jellemezni. Előbbi kifejezésére a levélterület-index (LAI) szolgál, amely mutató az asszimilációs terület nagyságát fejezi ki egy m^2 vetésterületen. Utóbbi számszerűsítésére a nettó fotoszintézis aktivitás és a fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) adnak lehetőséget. A kukorica hibridek levélterületének és fotoszintézisének változása meghatározó lehet a szemtermés nagyságának alakulásában, azonban a termés mennyiségét számos egyéb tényező módosíthatja. Az, hogy mekkora levélzettel rendelkezik a növény, a hibrideknek azon sajátosága, amit az évjárat, a vetésidő és egyéb agrotechnikai elemek is jelentősen befolyásolhatnak.

A fiziológiai vizsgálatok során négy hibridnél (P9578, DKC 4590, Kamaria, DA Sonka) mindhárom évben mértük a levélterület-index (LAI) alakulását és 2012-2013. években a nettó fotoszintetikus aktivitás változását. 2014-ben a levélterületből, relatív klorofill tartalomból és a termésből számított fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) mutatót vizsgáltuk.

A levélterület-index (LAI) értékelésénél használt parabolikus regresszió analízis eredményeit az 1. melléklet tartalmazza, amely a vetésidő és a levélterület közötti kapcsolatot támasztja alá. A számításnál a négy mérési időpontban mért LAI értékeket vettem figyelembe mindhárom vetésidőben 2012-ben és 2014-ben.

4.2.1. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2012. tenyészévben

A P9578 hibridnél minden vetésidőben egészen az augusztus eleji mérések időpontjáig növekedett a levélterület nagysága, majd az augusztus 22-i méréskor már jóval alacsonyabb értékeket mértünk (8. táblázat). A levélterület-index értékelésénél használt parabolikus regresszió analízis eredménye a vetésidő és levélterület közötti

szoros kapcsolatot támasztja alá. A három vetésidőben az R^2 értéke 0,9350-0,9998 között változott.

A DKC 4590 hibridnek kedvezett a márciusi korai vetésidő, ahol már az első, június 20-i méréskor elérte a $3,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ értéket. A maximális értéket július 9-én mértünk ($4,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$). A regresszió során rendkívül szoros volt az összefüggés a vizsgált tényezők között ($R^2=0,8627-0,9993$).

A Kamaria legintenzívebb levélterület növekedését a harmadik vetésidőben figyelhattunk meg, ahol a maximális levélterületet ($3,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) augusztus 1-jére érte el a növény, majd minden vetésidőben megindult a levélzet leszáradása. A regresszió a kapcsolat erősségét bizonyítja, ahol $R^2=0,9967-0,9997$ volt.

A DA Sonka hibridnél a P9578 hibridhez hasonlóan a mérések átlagában itt is látszódott a vetésidőbeni különbség. A korai vetést jól tűrő hibrid LAI maximumát az első vetésidőben már június 20-ára elérte ($4,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), a levelek intenzív leszáradása azonban csak augusztus hónapban kezdődött meg. Az R^2 értéke 0,8588-0,9437 volt.

8. táblázat: A kukorica hibridek levélterület-index (LAI) alakulása a különböző vetésidőkben (Debrecen, 2012)

Hibridek	A mérések időpontja				Átlag
	2012.06.20	2012.07.09	2012.08.01	2012.08.22	
	I. vetésidő (2012. március 23.) (m ² m ⁻²)				
P9578	3,0	3,8	3,8	2,8	3,4
DKC 4590	3,8	4,8	4,7	3,5	4,2
Kamaria	2,6	3,4	3,5	2,7	3,0
DA Sonka	4,0	3,9	3,9	2,8	3,7
Átlag	3,4	4,0	4,0	3,0	3,6
	II. vetésidő (2012. április 10.) (m ² m ⁻²)				
P9578	2,7	3,6	4,1	2,2	3,2
DKC 4590	2,1	3,3	3,2	2,0	2,7
Kamaria	2,6	3,6	3,5	2,1	3,0
DA Sonka	2,9	3,4	3,9	2,6	3,2
Átlag	2,6	3,5	3,7	2,2	3,0
	III. vetésidő (2012. május 2.) (m ² m ⁻²)				
P9578	1,8	3,2	3,7	3,2	3,0
DKC 4590	2,0	3,5	3,3	3,1	3,0
Kamaria	2,2	3,6	3,8	3,1	3,2
DA Sonka	1,6	3,2	3,2	2,9	2,7
Átlag	1,9	3,4	3,5	3,1	3,0
SzD _{5%} Vetésidő	0,4	0,8	0,5	0,5	

A vetésidőket összehasonlítva látható, hogy a március 23-i, korai vetésidő a DKC 4590 hibridnek kedvezett, mert az átlag LAI érték ($4,2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) ennél a hibridnél volt a legmagasabb. A P9578 és a DA Sonka legnagyobb levélterülete ($3,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ és $3,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) az első, március 23-i vetésidőben fejlődött, a Kamaria maximális átlagos levélterülete ($3,2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) pedig a harmadik, május 2-i vetésidőben alakult ki. A vizsgált

négy hibrid levélfelület és termése közötti regresszió analízis során közepesen szoros összefüggést találtunk ($R^2=0,5095$).

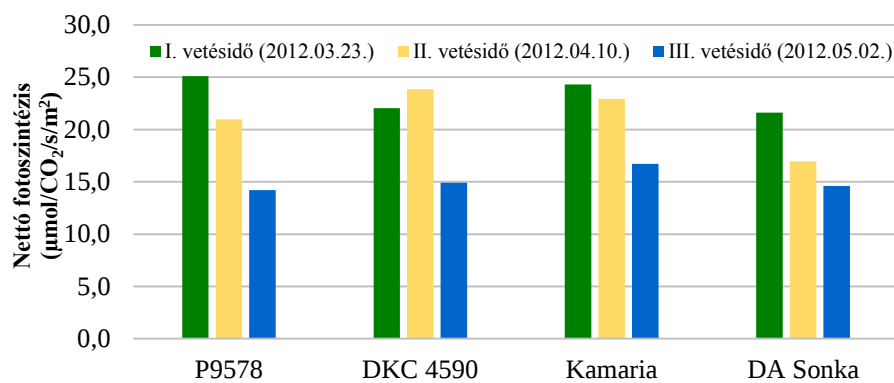
4.2.2. A kukorica hibridek fotoszintézis aktivitása a 2012. tenyészévben

Két évben (2012-ben és 2013-ban) a levélfelület mellett azt is megfigyeltük, hogy hogyan változik az egyes vetésidőkben a különböző mérési időpontok alkalmával a kukorica hibridek nettó fotoszintetikus aktivitása. A rendkívüli aszály következtében a szótómák becsukódása, így a CO_2 felvétel csökkenése miatt a június 20-i mérés után mind a négy vizsgált hibridnél a fotoszintézis intenzitása jelentősen csökkent. Míg június 20-án szinte minden hibridnél, minden vetésidőben $30 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$ feletti értéket mértünk, addig a júliusi nagy aszály következtében drasztikusan lecsökkent a növények fotoszintézise. A vízhiányt legnagyobb mértékben a harmadik vetésidő sínylette meg, az első és második vetésidőhöz képest is szignifikánsan alacsonyabb értékeket mértünk.

Az egyes mérési eredmények szerint a június 20-i első méréskor volt a hibrideknek legnagyobb a fotoszintézis aktivitása, majd július 10-re a hő- és szárazságstressz hatására a zöld növények szervesanyag-termelése jelentősen csökkent. Ezt követően a lehullott kis mennyiségű csapadéknak köszönhetően ismét intenzívebbé vált a szervesanyag-termelés, majd augusztus 1-je után már a levélzet fokozatos leszáradása a növények ezen vizsgálati értékeit is jelentősen mérsékelte.

A kukorica hibridek fotoszintézise 2012-ben a vetésidők későbbre tolódásával a DKC 4590 kivételével csökkenő tendenciát mutatott. Hibridtől függően az első vetésidőben $21,6\text{--}25,1 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$; a másodikban $17,0\text{--}23,8 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$; a harmadik vetésidőben $14,2\text{--}16,7 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$ volt a szervesanyag-termelés intenzitása. A mérések átlagában a legmagasabb értéket a P9578 hibridnél az első vetésidőben mértük ($25,1 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$), a DKC 4590-nél legintenzívebb a fotoszintézis a második vetésidőben volt ($23,8 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$). Kimagaslott a Kamaria $24,3 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$ értéke is, amelyet szintén az első vetésidőben tapasztaltunk (12. ábra).

A kukorica hibridek fotoszintézisének aktivitása és termése közötti regresszió vizsgálat során a vizsgált négy hibrid közül statisztikailag igazolható összefüggést csak a DA Sonka hibridnél állapítottunk meg, a tényezők közötti kapcsolat erősnek volt tekinthető ($R^2=0,9938$).



SzD5% Hibrid: 2,6 Vetésidő: 2,3 Kölcsönhatás: 4,5

12. ábra: A hibridek fotoszintézisének alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2012)

4.2.3. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2013. tenyészévben

Lényegesen kisebb levélterület értékek alakultak ki 2013-ban (9. táblázat), mivel már júniusban is jóval kevesebb volt a csapadék mennyisége, amit 2012-höz hasonlóan egy ismét aszályos július és augusztus követett. A nyári hónapokban fellépő szárazság miatt csökkent a levélnövekedés és az alsóbb levelek is hamarabb kezdtek leszáradni, ezért csak három alkalommal volt szakmailag elfogadható a levélterület nagyságának mérése.

9. táblázat: A kukorica hibridek levélterület-index (LAI) alakulása különböző vetésidőkben (Debrecen, 2013)

Hibridek	A mérés időpontjai			Átlag
	2013.06.27	2013.07.23	2013.08.13	
	I. vetésidő (2013. április 16.) (m ² m ⁻²)			
P9578	2,8	2,9	2,2	2,6
DKC 4590	2,8	3,0	1,7	2,5
Kamaria	2,7	2,9	2,3	2,7
DA Sonka	2,3	3,7	2,2	2,7
Átlag	2,7	3,1	2,1	2,6
	II. vetésidő (2013. május 3.) (m ² m ⁻²)			
P9578	2,4	3,4	2,0	2,6
DKC 4590	1,9	3,7	2,6	2,7
Kamaria	2,1	3,4	1,5	2,3
DA Sonka	2,5	4,6	2,6	3,2
Átlag	2,2	3,8	2,2	2,7
	III. vetésidő (2013. május 16.) (m ² m ⁻²)			
P9578	0,9	2,7	3,0	2,2
DKC 4590	1,2	2,5	2,7	2,1
Kamaria	0,5	2,8	2,6	2,0
DA Sonka	1,1	2,7	2,9	2,2
Átlag	0,9	2,7	2,8	2,1
SzD _{5%} Vetésidő	0,3	0,5	0,5	

Mivel 2013-ban a kukorica vetése jóval kitolódott, így a harmadik vetésidő állománya az első, június 27-i méréskor még lényegesen kisebb asszimiláló felülettel rendelkezett, mint a másik két vetésidő növényállománya.

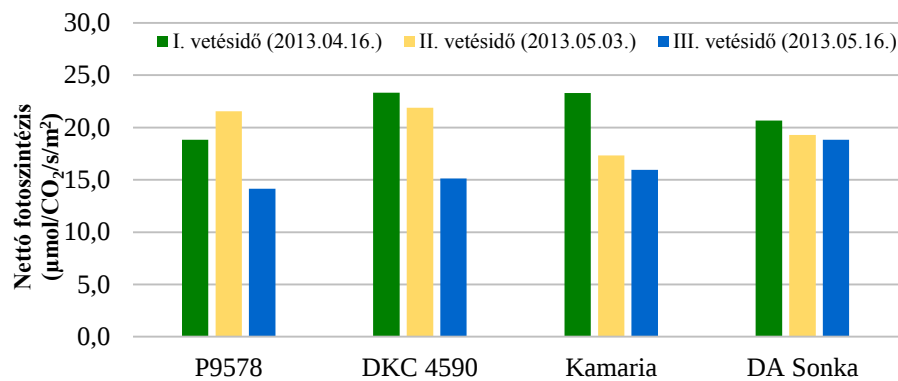
A mérések átlagában a vizsgált hibridek a 2012. kísérleti évhez képest jelentősen kisebb levélzettel rendelkeztek. A legnagyobb LAI értékkel mind a négy hibrid a május 3-i vetésidőben rendelkezett, amely értékeket a július 23-i levélterület vizsgálatkor mértünk. A legnagyobb levélterület a DA Sonka és DKC 4590 hibridekhez tartozott ($4,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ és $3,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$).

A hibridek levélterületének nagysága és termése között nem volt összefüggés, az R^2 értéke csupán 0,0127, ami annak tulajdonítható, hogy a levélterület nagysága a termés nagyságát csak kis mértékben befolyásolta. Kedvezőtlen környezeti feltételek mellett, mint amilyen aszályos a 2013. év nyári hónapjai is voltak, nem alakul ki megfelelő asszimilációs levélterület, ami végső soron a termés mennyiségének csökkenéséhez vezet.

4.2.4. A kukorica hibridek fotoszintézis aktivitása a 2013. tenyésztésben

A tendencia hasonló volt a 2012. évben mértékhez viszonyítva, mert 2013-ban ismét alacsonyabb volt a fotoszintézis aktivitása a második, júliusi méréskor, valamint az utolsó, ez esetben szeptember 10-ére eső mérés alkalmával. A legintenzívebb fotoszintézist zömmel augusztus 13-án mértünk, amely jelentősen meghaladta a június végi mérést. A júniusi alacsonyabb értékek azzal magyarázhatók, hogy a vetésidők jelentős kitolódása miatt a növények még fiatalabbak voltak, a virágzás ideje is jóval későbbre esett, majd az ismételten csapadékhiányos és a 30 éves átlagot meghaladó átlaghőmérsékletű júliusban a sztómák átjárhatósága csökkent, aminek következtében korlátozott volt a CO_2 felvétele, a CO_2 fixáció, ezáltal csökkent a szervesanyag-termelés hatékonysága.

Az első vetésidőben a legnagyobb átlagos fotoszintetikus aktivitással a DKC 4590 és a Kamaria hibridek rendelkeztek ($23,3 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$), ami ezt követően a második és harmadik vetésidőkben is csökkenő tendenciát mutatott. A P9578 hibrid legnagyobb szervesanyag-termelése a második vetésidőben volt megfigyelhető ($21,6 \mu\text{mol}/\text{CO}_2/\text{s}/\text{m}^2$), amihez viszonyítva a harmadik vetésidő szignifikáns alacsonyabb fotoszintézis aktivitással rendelkezett (13. ábra).



SzD_{5%} Hibrid: 3,3 Vetésidő: 2,8 Kölcsönhatás: 5,7

13. ábra: A hibridek fotoszintézisének alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2013)

A fotoszintézis aktivitás és a termésmennyiség között mind a négy hibridnél közepes erősségű összefüggést találtunk, mivel a regresszió elemzés alapján a P9578 esetén az R^2 értéke 0,4622; a DKC 4590-nél 0,6651; a Kamaria hibridnél 0,6996; a DA Sonkánál 0,6492 volt.

4.2.5. A kukorica hibridek levélterületének alakulása a 2014. tenyészévben

A levélterület-index mérése során hasonló tendencia érvényesült a mért négy hibrid esetén a vetésidők függvényében, azonban 2014-ben a levélterület értékekben nagy különbségek mutatkoztak.

A P9578 hibrid mindhárom vetésidőben a maximális levélterületet a július 25-i mérési időpontra érte el. Ezután mindhárom vetésidőben megindult az alsó levelek fokozatos öregedése. A legnagyobb mértékű leszáradás a második vetésidőben mutatkozott. A vetésidő és a levélterület közötti összefüggés szorosságát a regresszió analízis R^2 értékei (0,9671-0,9999) is mutatják.

A DKC 4590 hibridnél is a legmagasabb levélterület érték ($4,0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) a második vetésidőben volt megfigyelhető. A trendfüggvények illeszkedése itt is nagyon szoros volt ($R^2=0,8689-0,9994$).

A Kamaria levélterületének változása eltérően alakult a tenyészidő során, mint a többi vizsgált hibridnél. Július elején az első és második vetésidőkben megbízhatóan magasabb levélterülettel rendelkezett, mint a rövidebb tenyészidejű P9578 hibrid. A maximális aktív asszimilációs levélterületet a második vetésidőben is ekkorra érte el ($3,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), az első és harmadik vetésidő pedig július végén mutatta a legnagyobb értéket ($3,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) ($R^2=0,8790-0,9999$).

A vizsgált négy hibrid közül a leghosszabb tenyészidejű DA Sonka a legnagyobb levélterülettel rendelkezett a tenyészideje során ($4,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), amit az első vetésidőben ért el (10. táblázat). A trendvonalak illeszkedése ebben az esetben is rendkívül szoros volt, hiszen minden esetben az R^2 értéke 0,9 feletti.

A LAI és a termés közötti összefüggés vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a hibridek zömében a legnagyobb LAI értékekhez a legalacsonyabb terméseredmények párosultak. A harmadik vetésidőben elért termésmaximumok mellé pedig alacsonyabb levélterület tartozott. A LAI és termés közötti összefüggés az eltérő vetésidőkben szintén érvényesült, azonban a kapcsolat jellege gyenge ($R^2=0,3995$) volt, mivel a termésmennyiség alakulását a levélterület csak részben határozza meg, a termés kialakításában több tényező együttesen játszik szerepet.

10. táblázat: A kukorica hibridek levélterület-index (LAI) alakulása különböző vetésidők esetén (Debrecen, 2014)

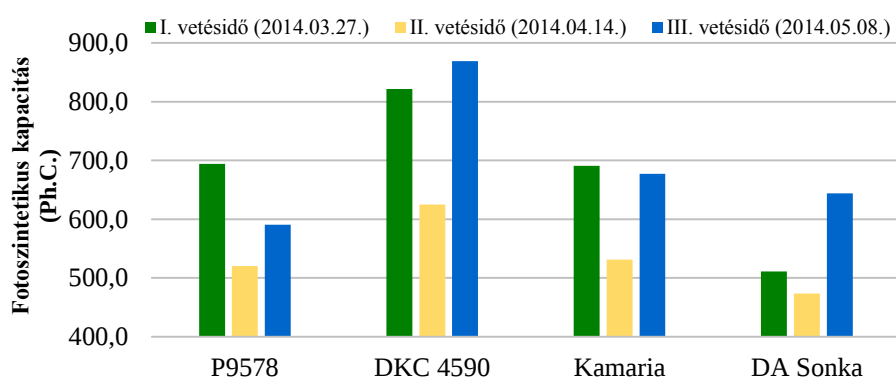
Hibridek	A mérés időpontjai				Átlag
	2014.06.20	2014.07.04	2014.07.25	2014.08.23	
	I. vetésidő (2014. március 27.) (m ² m ⁻²)				
P9578	2,1	3,0	3,5	2,7	2,8
DKC 4590	2,1	3,6	3,6	2,9	3,1
Kamaria	2,5	3,5	3,6	3,0	3,1
DA Sonka	2,6	3,7	4,1	3,2	3,4
Átlag	2,3	3,5	3,7	3,0	3,1
	II. vetésidő (2014. április 14.) (m ² m ⁻²)				
P9578	2,1	3,0	4,0	2,5	2,9
DKC 4590	2,5	3,4	4,0	2,7	3,1
Kamaria	2,5	3,8	3,7	2,8	3,2
DA Sonka	2,4	3,5	3,7	2,7	3,1
Átlag	2,4	3,4	3,9	2,7	3,1
	III. vetésidő (2014. május 8.) (m ² m ⁻²)				
P9578	1,0	2,6	3,9	3,6	2,8
DKC 4590	0,9	2,3	3,6	3,4	2,5
Kamaria	1,0	2,4	3,6	3,5	2,6
DA Sonka	0,9	2,3	3,7	3,9	2,7
Átlag	1,0	2,4	3,7	3,6	2,7
SzD _{5%} Vetésidő	0,2	0,4	0,4	0,4	

4.2.6. A kukorica hibridek fotoszintetikus kapacitásának (Ph.C.) változása a vetésidők függvényében 2014-ben

A kukorica fotoszintetikus kapacitását a vetésidő és a hibrid egyaránt nagymértékben meghatározta. Az első vetésidőben 511-821; a második vetésidőben 473-625; a harmadik vetésidőben 591-869 közötti Ph.C. értékeket kaptunk hibridtől függően. Az egyes hibridek között statisztikailag is igazolható szignifikáns különbségeket találtunk, amely alapvetően az eltérő tenyészidőkkel magyarázható.

A legintenzívebb fotoszintetikus apparátussal a DKC 4590 hibrid rendelkezett. Az időjárási szélsőségekre a vizsgált hibridek közül a legjobban reagált, hiszen minden vetésidőben szignifikánsan magasabb fotoszintézis értékekkel rendelkezett, mint a másik három vizsgált hibrid. A vetésidők közötti különbség azonban nem volt statisztikailag igazolható.

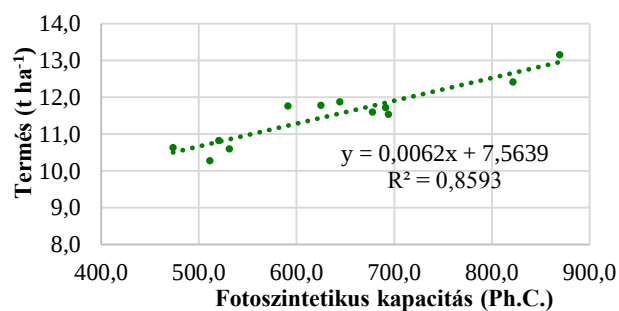
Ehhez hasonló tendenciát mutatott a DA Sonka hibrid is, azonban itt már az első vetésidő is szignifikánsan kisebb Ph.C. értékeket mutatott a harmadik vetésidőhöz képest. A másik két vizsgált hibrid tekintetében is szignifikáns különbségek voltak az eltérő vetésidők között, de itt már más tendencia érvényesült. A P9578 hibrid fotoszintézise az első vetésidőben volt a legintenzívebb, ehhez viszonyítva a második és harmadik vetésidőben szignifikánsan alacsonyabb volt ez az érték. A Kamaria hibridnél is az első vetésidőben mértük a maximális fotoszintézis értéket, ugyanakkor itt a harmadik vetésidő is azonos aktivitást mutatott (14. ábra).



SzD_{5%} Hibrid: 99,7 Vetésidő: 86,3 Kölcsönhatás: 172,6

14. ábra: A fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2014)

A fotoszintetikus kapacitás a terméseredményekhez hasonló tendenciát követett, ami azt is bizonyítja, hogy 2014-ben a fotoszintézisnek a szervesanyag-felhalmozódás által nagy szerepe volt a termésképzésben. A fotoszintetikus kapacitás és a termés közötti összefüggést lineáris regresszió analízissel is megvizsgáltuk. A 15. ábrán is látható, hogy a két tényező közötti kapcsolat igen szoros volt ($R^2=0,8593$).



15. ábra: A termés és a fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) közötti összefüggés
(Debrecen, 2014)

4.2.7. A levélterület-index (LAI) és a fotoszintézis aktivitás összefüggés vizsgálata

A levélterület-index Pearson-féle korreláció analízis vizsgálata során egyedül 2012-ben találtunk pozitív, közepes erősségű összefüggést ($r=0,770^{**}$) a hibridek levélterületének változása és a termés nagysága között. 2014-ben a levélterület szerepe a termésképzésben már kisebb jelentőséggel bírt ($r=-0,670^{**}$) az augusztusi jégkár miatt. A levélterület és a vetésidők között azonban minden esetben negatív, közepesen szoros kapcsolatot állapítottunk meg (11. táblázat), ami jól alátámasztja azt a különbséget, hogy a vetésidő kitolódásával a levélzet egyre kisebb területű volt.

11. táblázat: A termés, vetésidő és levélterület-index közötti összefüggés Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2014)

Vizsgálati tényezők	Levélterület-index (LAI)		
	2012	2013	2014
Termés	0,770 ^{**}	0,130 ^{NS}	-0,670 [*]
Vetésidő	-0,608 [*]	-0,772 ^{**}	-0,698 [*]

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

Mivel nettó fotoszintézis aktivitás mérés csak 2012. és 2013. években volt, így az összehasonlítás során ezt a két évet vettem figyelembe. A két év vizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy a megkésett vetésidő nem kedvezett a szervesanyag-termelés intenzitásának. A Pearson-féle korreláció analízis eredményeként 2012-ben és 2013-ban statisztikailag nem volt igazolható összefüggés a nettó fotoszintézis és a terméseredmények alakulása között, a vetésidő azonban ebben az esetben is meghatározta a fotoszintézist (12. táblázat).

12. táblázat: A fotoszintézis és a termés, vetésidő, LAI-index közötti összefüggés
Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2013)

Vizsgálati tényezők	Fotoszintézis	
	2012	2013
Termés	0,161 ^{NS}	-0,072 ^{NS}
Vetésidő	-0,853**	-0,759**
LAI-index	0,288 ^{NS}	0,672*

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

A tényezők között mindkét esetben erős, negatív irányú sztochatikus kapcsolat volt megfigyelhető ($r=-0,853^{**}$; $r=-0,759^{**}$), ami azt bizonyítja, hogy a levelek kora, azok fiziológiai állapota meghatározó jelentőséggel bírt a fotoszintézis intenzitását illetően. Kísérleti eredményeink alapján a kukorica levélterületének és fotoszintézisének alakulása között 2013-ban találtunk közepes, pozitív összefüggést ($r=0,672^{*}$).

4.2.8. A kumulált asszimilációs terület (KAT), a levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) alakulása

A kumulált asszimiláció terület (KAT) eredményeit a 13. táblázat tartalmazza, amely adatokat a különböző időpontokban mért LAI értékek összeszorzásával kaptam. A kumulált asszimilációs terület 2012-ben (a DKC 4590 második és a Kamaria első és második vetésidejének eredménye kivételével) 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.

13. táblázat: A kumulált asszimilációs terület (KAT) alakulása (Debrecen, 2012-2014)

Hibrid	Vetésidő	Kumulált asszimilációs terület (KAT)		
		2012	2013	2014
P9578	I. vetésidő	126,2	16,9	57,5
	II. vetésidő	89,5	16,3	60,1
	III. vetésidő	65,9	7,4	36,3
DKC 4590	I. vetésidő	289,9	14,3	76,8
	II. vetésidő	46,1	17,2	88,4
	III. vetésidő	82,4	7,9	26,7
Kamaria	I. vetésidő	78,4	18,4	89,2
	II. vetésidő	70,9	10,8	93,5
	III. vetésidő	113,2	3,8	29,4
DA Sonka	I. vetésidő	173,8	18,6	127,2
	II. vetésidő	108,3	29,1	81,1
	III. vetésidő	47,3	8,8	28,9
SzD _{5%} Vetésidő		51,7	3,2	15,5

Az aktív fotoszintetizáló területet a növények 2012-ben tartották fent a legtovább (14. táblázat). 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 figyelhettünk meg a kumulált asszimilációs terület (KAT) és a produktivitás mutató (PM), valamint a levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) között is. 2013-ban negatív, közepes erősségű volt az összefüggés a kumulált asszimilációs terület (KAT) és a produktivitás mutató (PM) ($r=-0,601^*$), a levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) ($r=-0,727^{**}$) között. 2014-ben szintén negatív, de erős kapcsolat volt a KAT és a PM ($r=-0,830^{**}$), valamint a LAD és a PM között ($r=-0,880^{**}$).

14. táblázat: A levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) alakulása
(Debrecen, 2012-2014)

Hibrid	Vetésidő	Levélterület tartósság (LAD) (nap)			Produktivitás mutató (PM)		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014
P9578	I. vetésidő	222	126	193	53,2	84,8	59,5
	II. vetésidő	215	132	202	44,6	59,2	53,3
	III. vetésidő	198	108	205	54,0	94,7	57,6
DKC 4590	I. vetésidő	275	125	207	45,1	78,3	59,8
	II. vetésidő	181	137	215	55,3	62,0	55,0
	III. vetésidő	198	103	184	58,2	112,1	71,7
Kamaria	I. vetésidő	202	129	209	51,6	79,3	55,9
	II. vetésidő	199	123	215	43,7	56,2	49,3
	III. vetésidő	212	100	188	50,4	82,4	61,7
DA Sonka	I. vetésidő	236	140	232	51,2	79,9	44,4
	II. vetésidő	212	168	207	51,8	53,6	51,1
	III. vetésidő	183	108	194	55,6	91,7	61,3

A kukorica hibridek levélterületének nagysága, szervesanyag-termelésének intenzitása meghatározó lehet a termés mennyiségének alakulásában, azonban az évjárat hatása és a vetésidő együttesen módosítják ezen tényezők alakulását. A három év levélterületének és fotoszintézis vizsgálatának eredményei alapján törekednünk kell arra, hogy minél gyorsabb legyen a kezdeti fejlődés, amit a hibrid növekedési erélye is meghatároz, és amit az agrotechnikai tényezők közül a startertrágyázással, továbbá a korábbi vetésidővel is befolyásolni tudunk.

4.3. Az évjárat, a genotípus és a vetésidő hatása a kukorica hibridek termésére és betakarításkori szemnedvesség-tartalmának változására

A kukorica hibridek megválasztásának egyik fő szempontja a tenyészidőszak hossza. Fontos, hogy a termesztési körülményeknek, az ökológiai viszonyoknak megfelelő adottságú hibridet válasszunk. A termőtájak közötti éghajlati különbségekből adódóan nem mindegy, hogy rövid vagy hosszú érésidejű kukoricát termesztünk. Magyarországon a korai és középérésű, FAO 300-400-as csoportba tartozó hibridek vannak túlsúlyban, de míg az ország északabbi területein inkább a rövidebb, addig a fő kukoricatermő területeken a középérésű hibridek is nagyobb biztonsággal termesztethetők. Az utóbbi évek aszályos körülményei miatt a FAO 400-as hibridek termesztése azonban nagyobb kockázattal jár, mivel egy hosszabb tenyészidejű hibrid esetén a vízellátás szempontjából kritikus virágzási és szemtelítődési periódus nagyobb valószínűséggel esik vízhiányos időszakra. A hosszabb tenyészidejű hibridnek jellemzően nagyobb a potenciális termőképessége, mivel nagyobb a levélterület-indexe (LAI), a levélzet tovább aktív marad, a fotoszintézis aktivitása nagyobb és végül nagyobb a termés is. Mindemellett a tenyészidőszak hossza a betakarításkori szemnedvesség-tartalmat is meghatározza. Egy rövidebb tenyészidejű hibrid korábbi érésű, gyorsabb vízleadású, míg egy hosszabb érésidejű hibrid később érik be és többnyire lassabban adja le a szemek víztartalmát. Mivel a termesztés hatékonyságát nagyban meghatározza a betakarításkori szemnedvesség alakulása, így nagyon fontos, hogy minél alacsonyabb víztartalom mellett takarítsuk be a kukoricát. Mindezen tényezők alakulásában meghatározó jelentőségű a vetésidő optimális megválasztása, mivel korábbi vetésidővel nagyobb biztonsággal elkerülhető az említett kritikus, aszályos periódus és jelentősen csökkenthető a szárítási költség is. Az utóbbi években azonban olyan korszerű, rövid tenyészidejű hibridek jelentek meg a köztermesztésben, amelyek termőképessége megközelíti a hosszabb tenyészidejű hibridekét.

A tenyészidőszakok közötti különbségekből adódóan az értekezés további fejezeteiben a vizsgálatban szereplő 12 kukorica hibridet FAO szám szerinti csoportokra bontottam, amely a hibridek produktivitásának jobb értékelhetőségét teszi lehetővé.

Ezek alapján három csoportot képeztem:

- FAO 290-350 hibridek csoportja, melyben a Sarolta, a P9578, az NK Octet (2012-2013. években), NK Lucius (2014-ben) és a DKC 4590 található;
- FAO 370-390 hibridek csoportja a Kamaria, PR37N01, DA Sonka, Szegedi 386 és P9494 hibridekkel, valamint
- 2012-ben a FAO 410-460, 2013-2014-ben FAO 410-490 érésidejű hibridek csoportja. A kísérletben négy ilyen hibrid szerepelt, az NK Columbia (2012-ben), a P0216 (2013-2014. években), a Miranda és a DKC 4983.

4.3.1. A vetésidő hatása a szemtermésre 2012-ben

A legrövidebb tenyészidejű vizsgált hibrideknél (FAO 290-350; Sarolta, P9578, NK Octet, DKC 4590) a hibridek átlagában a legalacsonyabb termést a kedvezőtlen vetéskori talajnedvesség viszonyok miatt a második, április eleji vetésidőben tapasztaltuk ($8,8 \text{ t ha}^{-1}$). Ezzel szemben az első és a harmadik vetésidőben szignifikánsan nagyobb, $10,0 \text{ t ha}^{-1}$ -t meghaladó terméseredményeket kaptunk.

A csoport legkisebb termését a Sarolta érte el ($7,2\text{-}7,9 \text{ t ha}^{-1}$), ami minden vetésidőben szignifikánsan alacsonyabb volt a másik három hibridhez képest. Az NK Octet-hez ($10,6 \text{ t ha}^{-1}$) hasonlóan a harmadik, május 2-i vetésnél mértük a legtöbb termést.

A P9578 ($11,8 \text{ t ha}^{-1}$) és a DKC 4590 ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$) az első vetésidőben ennél lényegesen nagyobb terméseredményt értek el. A hibridek jó termőképességét, hidegtűrését bizonyítja, hogy a március 23-i vetésidőben az alacsony vetéskori talajhőmérséklet ($8,5 \text{ °C}$) ellenére ilyen nagy terméseket értek el. Azt, hogy egy rövidebb tenyészidejű hibrid későbbi vetése sem okozott problémát, jól alátámasztja, hogy a második vetésidőhöz képest a május 2-i, harmadik vetésidő statisztikailag igazolhatóan is nagyobb termést eredményezett. Május 2-án a talajhőmérséklet értéke már elérte a $17,3 \text{ °C}$ -ot, ezt követően a május, júniusi csapadék mennyisége a 30 éves átlaggal közel megegyező volt, így a feltételek kedvezőek voltak a kezdeti gyors fejlődéskor, majd a vegetatív fejlődés fázisában.

Eltérő tendencia érvényesült a hosszabb tenyészidejű hibridek esetén. A 370-390 FAO számú hibrideknél (Kamaria, PR37N01, DA Sonka, Szegedi 386, P9494) a vetésidő későbbre tolódása, ezáltal a tenyészidő lerövidülése már terméscsökkenő tényezőnek bizonyult. Az első vetésidőhöz képest a második vetésidőben szignifikánsan

0,9 t ha⁻¹, a harmadik vetésidőben igen jelentős 2,2 t ha⁻¹ termésdeficit jelentkezett a hibridcsoport átlagában.

Ha a hibridek teljesítményét külön-külön vizsgáljuk, látható, hogy a FAO 370-es érésidejű Kamaria hibrid számára kedvezett a harmadik vetésidő, mivel termésmaximumát (10,7 t ha⁻¹) ebben a vetésidőben érte el. A hosszabb tenyészidejű hibridek nagyobb potenciális termőképességét mutatja a FAO 290-350-es hibridekhez képest nagyobb terméseredmény, amely különbség az első és második vetésidőben mutatkozott meg.

A PR37N01, a DA Sonka és a P9494 kiemelkedő teljesítményű hibridek, mindhárom hibridnek az első vetésidőben 12,0 t ha⁻¹-t, a második vetésidőben 11,0 t ha⁻¹-t meghaladó volt a termése. A harmadik, május 2-i vetésidőre leginkább érzékenyen reagáló hibrid a P9494 volt, mert az első vetésidőhöz képest 3,9 t ha⁻¹, a második vetésidőhöz képest 3,0 t ha⁻¹-ral volt alacsonyabb a termése. A P9494 rendkívül jó csírázaskori hidegtűrését mutatja, hogy a termésmaximumot mind a FAO csoportban, mind a vizsgált 12 hibrid közül a P9494 érte el a márciusi, rendkívül korai vetésidőben (15. táblázat).

15. táblázat: A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2012)

Hibridek	Termés (t ha ⁻¹)			
	I. vetésidő (2012.03.23.)	II. vetésidő (2012.04.10.)	III. vetésidő (2012.05.02.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	7,3	7,2	7,9	7,4
P9578 (320)	11,8	9,6	10,7	10,7
NK Octet (350)	9,2	8,3	10,6	9,4
DKC 4590 (350)	12,4	10,0	11,5	11,3
Átlag (FAO 290-350)	10,2	8,8	10,2	9,7
Kamaria (370)	10,4	8,7	10,7	9,9
PR37N01 (380)	12,6	11,2	9,1	11,0
DA Sonka (380)	12,1	11,0	10,2	11,1
Szegedi 386 (390)	10,3	10,8	8,3	9,8
P9494 (390)	12,7	11,8	8,8	11,1
Átlag (FAO 370-390)	11,6	10,7	9,4	10,6
DKC 4983 (410)	11,6	11,3	9,5	10,8
NK Columbia (450)	10,5	9,4	10,2	10,0
Miranda (460)	9,3	9,4	7,8	8,8
Átlag (FAO 410-460)	10,5	10,0	9,2	9,9
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	0,5			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,3			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	0,9			

Tendenciáját tekintve hasonló volt a vetésidő reakció a leghosszabb tenyészidejű (FAO 410-460) vizsgált hibridek csoportjában is, azzal a különbséggel, hogy a termésmennyiség már az első vetésidőben is szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a rövidebb éréscsoportú (FAO 370-390) hibrideknél. A DKC 4983 kiváló stressztűrő

képességének köszönhetően az első vetésidőben $11,6 \text{ t ha}^{-1}$, a másodikban $11,3 \text{ t ha}^{-1}$ termést ért el. Az NK Columbia produktivitása vetésidőtől függően $9,4\text{-}10,5 \text{ t ha}^{-1}$ között változott, a termésmaximumot az első vetésidőben kaptuk. A Miranda hibrid első ($9,3 \text{ t ha}^{-1}$) és második ($9,4 \text{ t ha}^{-1}$) vetésidőbeni termése között nem volt szignifikáns különbség, a harmadik vetésidőben viszont lényegesen alacsonyabb volt a termése ($7,8 \text{ t ha}^{-1}$).

A vetésidők átlagában is látható, hogy a 2012-es év a FAO 370-390-es hibridek számára volt a legkedvezőbb, amely csoport átlaga $10,6 \text{ t ha}^{-1}$ volt. A vetésidők átlagát tekintve a vizsgált 12 hibrid közül a DKC 4590 termése volt a legnagyobb ($11,3 \text{ t ha}^{-1}$), ami azt bizonyítja, hogy a hibrid a vetésidők közti eltéréseket a legjobban tolerálta.

4.3.2. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2012-ben

A kukorica hibridek betakarításkori szemnedvességét meghatározó tényezők közül kiemelt jelentőséggel bír a vetésidő, amely két tényező között szoros szignifikáns összefüggés van. Az optimális vetésidő intervallumon belüli korábbi vetés esetén a hibridek időben korábban érik el a fiziológiai érettséget, hosszabb idő van a szemtermés víztartalmának biológia úton való leadására, így alacsonyabb szemnedvességgel tudjuk betakarítani, ami kisebb szárítási költséget jelent. A 2012. év nyári szárazsága következtében a hibridek már szeptember közepén rendkívül alacsony betakarításkori szemnedvesség-tartalom mellett betakaríthatóvá váltak. A hosszabb tenészsídejű hibridek kivételével szinte minden vizsgált hibrid szárítás nélkül is biztonságosan tárolható állapotban lett betakarítva. A vetésidők közötti különbség még ebben az aszályos évben is statisztikailag igazolható eltéréseket okozott a genotípusok között.

A FAO 290-350 tenészsídezőcsoport hibridjeinek betakarításkori szemnedvesség-tartalma az egyes vetésidőkben $10,0\text{-}15,2\%$ között változott. A Sarolta, az NK Octet és a DKC 4590 hibrideknél a vetésidők későbbre tolódása szignifikánsan növelte a szemnedvesség-tartalmakat (16. táblázat). A P9578 legalacsonyabb betakarításkori szemnedvesség-tartalma ($10,2\%$) a második vetésidőben volt mérhető. A DKC 4590 terméseredménye ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$) kiemelkedett a csoportban, amihez csupán $11,0\%$ szemnedvesség párosult a szeptember 14-i betakarítás idején. A megkésett vetésidőknél tapasztalható alacsony szemnedvesség természetesen összefügg a hibridek rövidebb tenészsídejével is.

A FAO 370-390-es hibridek zömében alacsonyabb termés és nagyobb szemnedvesség mellett voltak betakaríthatók. Kedvező volt, hogy a PR37N01, a DA Sonka és a P9494 hibridek korai vetésidőben elért 12,0 t ha⁻¹ feletti termésmaximumaik mellé 12,7%; 10,9% és 11,1% betakarításkori szemnedvesség tartozott, így jelentősen nőtt a termesztés hatékonysága. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom minden vetésidőben kedvezően alakult, amihez a július, augusztus, szeptember hónapok aszályos körülményei is hozzájárultak. Mivel mindössze 52,5 mm hullott a három hónap alatt, így ez magyarázatot adhat a különböző vetésidőben kapott alacsony betakarításkori víztartalmakra.

A FAO 410-460 hibridek csoportjában 10,3-21,1% víztartalomra száradtak le a szemek szeptember közepére. A csoport legrövidebb érésű hibridje (DKC 4983) az első vetésidőbeni maximális termés (11,6 t ha⁻¹) mellett a legkisebb szemnedvességgel (10,3%) volt betakarítható. A harmadik vetésidőben a több mint 8,0%-os szemnedvesség növekedés viszont jelentős szárítási többletköltséget jelentett. Az NK Columbia legnagyobb terméséhez a legkisebb víztartalom (12,7%) tartozott, amit a korai, márciusi vetésidőben ért el. Ugyanez volt a tendencia a Miranda hibridnél is, ahol a 9,4 t ha⁻¹ második vetésidőbeni termés mellett kedvezően alacsony (13,5%) volt a betakarításkori szemnedvesség.

16. táblázat: A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2012)

Hibridek	Betakarításkori szemnedvesség-tartalom (%)			
	I. vetésidő (2012.03.23.)	II. vetésidő (2012.04.10.)	III. vetésidő (2012.05.02.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	11,3	12,5	14,7	12,8
P9578 (320)	10,4	10,2	13,1	11,2
NK Octet (350)	10,0	10,8	15,1	12,0
DKC 4590 (350)	11,0	12,2	15,2	12,8
Átlag (FAO 290-350)	10,7	11,4	14,5	12,2
Kamaria (370)	10,9	11,7	15,7	12,8
PR37N01 (380)	12,7	13,1	15,1	13,6
DA Sonka (380)	10,9	11,1	16,1	12,7
Szegedi 386 (390)	12,9	12,9	15,3	13,7
P9494 (390)	11,1	11,9	15,1	12,7
Átlag (FAO 370-390)	11,7	12,1	15,5	13,1
DKC 4983 (410)	10,3	11,5	18,7	13,5
NK Columbia (450)	12,7	21,1	17,1	17,0
Miranda (460)	14,8	13,5	15,7	14,6
Átlag (FAO 410-460)	12,6	15,4	17,2	15,1
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	1,2			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,6			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	2,0			

4.3.3. A vetésidő hatása a szemtermésre 2013-ban

A 2013. év időjárása meglehetősen szélsőséges volt. A tenyészidőben 130,4 mm-rel kevesebb csapadék hullott a sokévi átlaghoz viszonyítva, melynek eloszlása is kedvezőtlen volt. Különösen vízhiányos volt a július (5,0 mm) és augusztus (9,0 mm), ami a terméseredményeken is éreztette hatását. 2013-ban a vetésidő és a termés, illetve a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti összefüggést szintén 12 hibridnél vizsgáltuk, azonban az előző években vizsgált NK Columbia helyett a P0216 hibrid szerepelt a kísérletben (17. táblázat).

A FAO 290-350 hibridek csoportjában a hibridek átlagában, az egyes vetésidőkben ugyanolyan arány érvényesült, mint 2012-ben. Az első és harmadik vetésidőhöz képest is szignifikáns terméseszkkenés mutatkozott. Az április 16-i vetésidő a legnagyobb termésmennyiséget eredményezte (9,9 t ha⁻¹), majd a május 3-i vetésidőre jelentős terméseszkkenéssel reagáltak a hibridek, ugyanis 2,2 t ha⁻¹-ral kisebb volt a termésük. A harmadik, május 16-i vetés 9,6 t ha⁻¹ átlagtermést eredményezett.

A Sarolta hibrid termése vetésidőtől függően 8,1-10,4 t ha⁻¹ között változott. A legnagyobb termésátlagot (10,4 t ha⁻¹) az első vetésidőben érte el, a második és harmadik vetésidőben a termés 2,3 t ha⁻¹-ral és 2,0 t ha⁻¹-ral szignifikánsan csökkent. A P9578 a rövidebb tenyészideje mellett is jó termőképességét támasztotta alá. Megfigyelhető volt a második vetésidő szignifikánsan alacsonyabb termésmennyisége a többi vetésidőhöz viszonyítva. A legnagyobb termés eléréséhez (10,7 t ha⁻¹) az április 16-i, első vetésidő nyújtott kedvező feltételeket. Az NK Octet termése a kedvezőtlen évjárat miatt, a második, május 3-i vetésidőben csupán 6,3 t ha⁻¹ volt, ami az első vetésidőhöz képest 2,2 t ha⁻¹, a harmadikhoz képest 2,0 t ha⁻¹ terméseszkést jelentett.

A DKC 4590 2013-ban is bizonyította, hogy megkéssett vetésnél is nagy termés elérésére képes. A hibrid 2012-ben és 2013-ban is 11,5 t ha⁻¹ termést adott a május 16-i, harmadik vetésidőben. A két év vetésideje között két hét különbség volt, a vetéskori talajhőmérsékletek között viszont csak egy tizednyi volt az eltérés (17,3 és 17,2 °C), ami magyarázhatja, hogy a növény a kezdeti azonos feltételek miatt a két évben hasonlóan teljesített.

17. táblázat: A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2013)

Hibridek	Termés (t ha ⁻¹)			
	I. vetésidő (2013.04.16.)	II. vetésidő (2013.05.03.)	III. vetésidő (2013.05.16.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	10,4	8,1	8,4	9,0
P9578 (320)	10,7	7,8	10,2	9,6
NK Octet (350)	8,5	6,3	8,3	7,7
DKC 4590 (350)	9,8	8,5	11,5	9,9
Átlag (FAO 290-350)	9,9	7,7	9,6	9,0
Kamaria (370)	10,2	6,9	8,2	8,5
PR37N01 (380)	10,9	8,0	8,9	9,3
DA Sonka (380)	11,2	9,0	9,9	10,1
Szegedi 386 (390)	9,1	8,2	7,0	8,1
P9494 (390)	12,7	9,5	9,3	10,5
Átlag (FAO 370-390)	10,8	8,3	8,7	9,3
DKC 4983 (410)	7,7	8,3	8,4	8,1
Miranda (460)	8,4	6,3	6,0	6,9
P0216 (490)	10,2	12,2	9,5	10,6
Átlag (FAO 410-490)	8,7	8,9	8,0	8,5
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	0,6			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,3			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	1,1			

A FAO 370-390-es hibridek csoportjában a hibridek átlagában, az első vetésidőben szignifikánsan nagyobb volt a terméseredmény (10,8 t ha⁻¹), mint a másik két csoportban vizsgált hibrideknél. A második (8,3 t ha⁻¹) és harmadik (8,7 t ha⁻¹) vetésidő nem kedvezett a növények számára, a májusi vetésekre jelentős terméskieséssel reagáltak, mivel a virágzás és szemtelítődés időszaka szélsőségesen aszályos időszakra esett.

A Kamaria hibrid csak az első vetésidőben tudott 10,0 t ha⁻¹ feletti termést elérni, a második vetésidőben a többi vizsgált hibridhez hasonlóan már csökkent a termése, ami a klimatikus tényezők alakulásával magyarázható. A hibrid a vetésidőre érzékeny, az optimális vetésidő intervalluma szűk, ami kedvezőtlen. A PR37N01, a DA Sonka és a P9494 ismét az első vetésidőben érték el a legnagyobb termést. A PR37N01 hibrid 2013-ban az első vetésidőben 10,9 t ha⁻¹ termést produkált. A DA Sonka produktivitását elemezve a vizsgált vetésidők terméseredményei között szignifikáns különbséget találtunk (9,0-11,2 t ha⁻¹). A Szegedi 386 termésében is mind a három vetésidőben jelentős különbség volt, bár viszonylag alacsonyan alakultak a betakarított mennyiségek. Termésmaximumát (9,1 t ha⁻¹) az április 16-i, első vetésidőben realizálta.

A P9494 esetén a vetésidő és a termés között szoros összefüggés volt, a hibrid számára egyértelműen a korábbi vetésidőben volt több a termés mennyisége. A FAO csoportban és a vizsgált 12 hibrid közül is az első vetésidőben a legnagyobb termést

(12,7 t ha⁻¹) adta, ami a másik két vetésidőben 3,2 t ha⁻¹ és 3,4 t ha⁻¹ szignifikáns csökkenést mutatott.

A harmadik FAO csoportban a DKC 4983 és a Miranda a szélsőséges évjáratra minden vetésidőben jelentős termés csökkenéssel reagált, a P0216 viszont mindhárom vetésidőben szignifikánsan nagyobb termést ért el. A DKC 4983 termése 7,7-8,4 t ha⁻¹ volt, amely a vetésidő későbbre tolódásával növekedett. Ugyanakkor a Miranda a csoport legkisebb termést adó hibridje volt, mert a második és harmadik vetésidőben is csupán 6,0 t ha⁻¹ szemtermést eredményezett, ami a másik két hibridhez képest is szignifikánsan alacsonyabb teljesítmény volt.

2013-ban a hibridcsoport és a vizsgált 12 hibrid közül is a leghosszabb tenyészidejű P0216 (FAO 490) igazolta, hogy rendkívül jó tulajdonságokkal rendelkezik. A kísérlet egyetlen olyan hibridje volt, amely a május 3-í, második vetésidőben érte el termésmaximumát (12,2 t ha⁻¹). Mindemellett a hibrid termése az első (10,2 t ha⁻¹) és harmadik (9,5 t ha⁻¹) vetésidőkben megbízhatóan nagyobb volt, mint a DKC 4983 és Miranda hibrideknek.

A vetésidők átlagában ismét a FAO 370-390-es csoport bizonyult a legnagyobb termőképességűnek (9,3 t ha⁻¹). A vizsgált hibridek közül legkiemelkedőbb a P0216 (10,6 t ha⁻¹) volt, de a P9494 (10,5 t ha⁻¹) és a DA Sonka (10,1 t ha⁻¹) hibridek is az átlagosnál nagyobb termést értek el.

4.3.4. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2013-ban

Az alacsonyabb terméseredmények mellé lényegesen nagyobb betakarításkori szemnedvesség-tartalmak párosultak 2013-ban, mint 2012-ben. A későbbi vetés következtében a vizsgált 12 hibrid érése is később kezdődött meg és a szeptemberi csapadék is a hibridek vízleadását lassította. A hibrideknek elsősorban az első vetésidő kedvezett, mert a májusi vetések már jelentősen növelték a betakarításkori víztartalmat (18. táblázat).

A FAO 290-350 tenyészidejű hibridek között statisztikailag igazolható különbségek voltak, amelyek betakarításkori szemnedvessége 13,4-29,5% között változott vetésidőtől és hibridtől függően. A tenyészidő hosszabbodásával a harmadik vetésidőben nőtt a szemnedvesség.

A Sarolta betakarításkori szemnedvesség-tartalma az első két vetésidőben kedvezően alacsony (14,7-16,5%), míg a harmadik vetésidőnél viszont 23,9% volt. A P9578 nagy termőképessége mellett az első két vetésidőben gyors vízleadását is bizonyította (13,4-15,3%). Az NK Octet és a DKC 4590 között hasonló különbségek voltak, mindkét hibridet az első vetésidőben alacsony nedvességtartalomnál tudtuk betakarítani (14,0% és 13,7%). A DKC 4590 hibridnél a harmadik vetésidőben kedvezőtlenül magas volt a betakarításkori szemnedvesség (29,5%).

18. táblázat: A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2013)

Hibridek	Betakarításkori szemnedvesség-tartalom (%)			
	I. vetésidő (2013.04.16.)	II. vetésidő (2013.05.03.)	III. vetésidő (2013.05.16.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	14,7	16,5	23,9	18,4
P9578 (320)	13,4	15,3	24,0	17,6
NK Octet (350)	14,0	18,8	26,9	19,9
DKC 4590 (350)	13,7	18,0	29,5	20,4
Átlag (FAO 290-350)	14,0	17,2	26,1	19,1
Kamaria (370)	15,7	16,3	28,7	20,2
PR37N01 (380)	14,3	19,8	27,7	20,6
DA Sonka (380)	14,5	19,2	30,5	21,4
Szegedi 386 (390)	14,3	17,3	25,7	19,1
P9494 (390)	13,9	15,9	21,2	17,0
Átlag (FAO 370-390)	14,6	17,7	26,7	19,7
DKC 4983 (410)	13,7	17,7	28,9	20,1
Miranda (460)	14,3	25,0	25,8	21,7
P0216 (490)	23,3	22,3	30,5	25,4
Átlag (FAO 410-490)	17,1	21,7	28,4	22,4
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	1,3			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,6			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	2,2			

A FAO 370-390 éréscsoport betakarításkori szemnedvesség-tartalma 13,9-30,5% volt. Ezen csoportoknak is, hasonlóan az előző tenyésztőcsoportnál, az első vetésidő kedvezett, a vetésidő kitolódásával viszont növekedtek a szemnedvességek. Ez igen kedvező volt, mert a hibridek az első vetésidőben érték el a termésmaximumot, amely növényállomány termése szárítás nélkül tárolható volt. A csoport hibridjei közül a legkisebb szemnedvesség-tartalommal a P9494 hibrid volt betakarítható az első vetésidőben (13,9%). A hibrid nem csak a termésmaximumát érte el ekkor, hanem a nedvességtartalom is itt alakult a legkedvezőbbben, ami rendkívül gyors vízleadását bizonyítja. A hibrid megbízhatóan vethető az optimális vetésidő intervallumon belül korábban, amivel jelentős szárítási költség takarítható meg.

A FAO 410-490 szegmensben a vetésidők közti különbségek igen jelentősek voltak. A DKC 4983 igazolta a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom

közötti összefüggést, azonban a harmadik vetésidőben, ahol elérte a termésmaximumát ($8,4 \text{ t ha}^{-1}$) a szemnedvesség-tartalom közel 29% volt (28,9%). A Miranda hibrid számára mind a termés, mind a szemnedvesség szempontjából az április 16-i vetés volt a legkedvezőbb, amelyben a $8,4 \text{ t ha}^{-1}$ terméseredményhez 14,3%-os nedvesség tartozott. A második és harmadik vetésidőkben a hatékonyságot a 10,7%-kal és 11,5%-kal szignifikánsan emelkedő víztartalmak csökkentették. A P0216 kiemelkedő volt az elért termésmennyiség szempontjából, azonban vízleadása lassúnak volt mondható a betakarításkor mért magas szemnedvesség-tartalmak miatt.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a hibridek között jelentős különbségek lehetnek az optimális vetésidőt illetően, azonban a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalommal kapcsolatban egyértelmű és szoros az összefüggés. Minden esetben az április 16-i vetésidőben volt a legalacsonyabb a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, ami a vetésidő kitolódásával jelentősen nőtt.

4.3.5. A vetésidő hatása a szemtermésre 2014-ben

A vizsgált előző két évhez hasonlítva, a jó élettani feltételek következtében a kukorica számára a megtermékenyülés, fejlődés, ezáltal a termés mennyisége is jóval kedvezőbben alakult. A szeptemberi kiadós esőzés késleltette a betakarítást és a visszanedvesedő csöveken a szemek csírázása is megindult. Márciustól júliusig minimális, 90,3 mm volt a csapadék mennyisége, ami 123,9 mm-rel kevesebb, mint a 30 éves átlag. A jóval csapadékosabb július-augusztus-szeptember hónapok hatására viszont a debreceni kísérletben nagy terméseket kaptunk. A 2014. év kedvező csapadékelátottsága a terméseredményekben látványosan megmutatkozott. A kísérletben 2014-ben a NK Octet helyett már az NK Lucius szerepelt.

A FAO 290-350 hibridcsoportban a hibridek átlagában is látható volt a vetésidők közötti állomány-fejlettségi különbség. A csoport hibridjei kiegyenlített, nagy terméseredményeket értek el a vizsgált vetésidőkben. A termésmaximumot a harmadik vetésidőben érték el a hibridek ($11,1 \text{ t ha}^{-1}$).

A hibridek közül egyedül a Sarolta érte el termésmaximumát ($9,0 \text{ t ha}^{-1}$) az első, március 27-i vetésidőben. A P9578, az NK Lucius, a DKC 4590 hibrideknek a harmadik vetésidőben volt legnagyobb a produktuma. Mindhárom hibridnél a legalacsonyabb termést a második vetésidőben mértük, azonban ez is minden esetben $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ felett volt. A P9578 hibrid termésében az első ($11,5 \text{ t ha}^{-1}$) és a harmadik

vetésidők ($11,8 \text{ t ha}^{-1}$) között volt statisztikailag is igazolható különbség. Az NK Lucius minden vetésidőben egyformán teljesített ($10,6\text{-}11,2 \text{ t ha}^{-1}$), szignifikáns különbség csak a harmadik vetésidővel összehasonlítva volt.

A FAO csoport és a vizsgált 12 hibrid közül is a DKC 4590 hibrid érte el a legnagyobb termést. A harmadik vetésidőben mért $13,2 \text{ t ha}^{-1}$ szemtermés szignifikánsan nagyobb volt a másik két vetésidőben ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$ és $11,8 \text{ t ha}^{-1}$) elért eredményénél.

A FAO 370-390-es középérésű csoportban egyik hibridnél sem volt $10,0 \text{ t ha}^{-1}$ alatti termés. A Kamaria hibridnek ismét az első vetésidő kedvezett, legnagyobb termést ekkor kaptunk ($11,7 \text{ t ha}^{-1}$). A PR37N01 és a DA Sonka hibridek egyaránt a május 8-ára eső, harmadik vetésidőben érték el a legnagyobb termést ($11,6 \text{ t ha}^{-1}$ és $11,9 \text{ t ha}^{-1}$). A Szegedi 386 az éréscsoport legkisebb terméseredményét adta a vetésidők átlagában, azonban a vetésidők közötti különbség minimális volt. A P9494 kiváló termőképességének köszönhetően szemtermés tekintetében a legjobban szerepelt a hibridcsoportban. Kiváló termőképességét mutatja, hogy egymástól eltérő vetésidőkben is $11,2\text{-}12,0 \text{ t ha}^{-1}$ termést hozott a debreceni kísérletben.

A leghosszabb tenyészidejű, FAO 400 feletti érésidejű hibridek termésében érzékelhető volt a kedvező évjárat, a nagyobb termőképesség. A hibridek átlagában a másik két hibridcsoporthoz viszonyítva jól látható ez a különbség. Az első és harmadik vetésidőben betakarított $11,4 \text{ t ha}^{-1}$ átlagterméshez képest szignifikánsan nagyobb, $11,8 \text{ t ha}^{-1}$ érték volt mérhető a második vetéskor.

A DKC 4983 a korai vetésidőre érzékenyen reagáló hibrid, a későbbi vetések kedveztek (a második vetésidőben $12,3 \text{ t ha}^{-1}$, a harmadik vetésidőben $12,1 \text{ t ha}^{-1}$) a terméseredményekben kapott minimális különbségek alapján. A Miranda ehhez képest gyengébb termőképességű volt, a második vetésidőben mért maximális termése $10,9 \text{ t ha}^{-1}$ volt. A P0216 számára terméseszkentő hatással volt a vetésidők kitolódása. Termésmaximumát ($13,0 \text{ t ha}^{-1}$) a korai vetésidőben érte el (19. táblázat).

A vetésidők átlagában látható, hogy legnagyobb produktivitása a FAO 410-490 tenyészidejű csoportnak volt. A vizsgálatban szereplő 12 hibridet összehasonlítva a legkiemelkedőbb hibridek a DKC 4590 ($12,5 \text{ t ha}^{-1}$) és a P0216 ($12,2 \text{ t ha}^{-1}$) voltak.

19. táblázat: A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2014)

Hibridek	Termés (t ha ⁻¹)			
	I. vetésidő (2014.03.27.)	II. vetésidő (2014.04.14.)	III. vetésidő (2014.05.08.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	9,0	8,8	8,3	8,7
P9578 (320)	11,5	10,8	11,8	11,4
NK Lucius (330)	10,8	10,6	11,2	10,9
DKC 4590 (350)	12,4	11,8	13,2	12,5
Átlag (FAO 290-350)	10,9	10,5	11,1	10,9
Kamaria (370)	11,7	10,6	11,6	11,3
PR37N01 (380)	10,4	10,6	11,6	10,9
DA Sonka (380)	10,3	10,6	11,9	10,9
Szegedi 386 (390)	10,5	10,8	10,5	10,6
P9494 (390)	11,6	11,2	12,0	11,6
Átlag (FAO 370-390)	10,9	10,8	11,5	11,1
DKC 4983 (410)	11,2	12,3	12,1	11,9
Miranda (460)	9,9	10,9	10,6	10,4
P0216 (490)	13,0	12,2	11,4	12,2
Átlag (FAO 410-490)	11,4	11,8	11,4	11,5
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	0,7			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,3			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	1,2			

4.3.6. A hibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalma a különböző vetésidőkben, 2014-ben

A csapadékos augusztus miatt 2014-ben nehezebben indult meg a szemek vízleadása, mint az előző években. A szeptemberi, 30 éves átlagot meghaladó csapadék sok esetben a szemek visszanedvesedését okozta, valamint a harmadik vetésidők lényegesen magasabb betakarításkori szemnedvességét. A kedvezőtlen csapadékeloszlás az egyes tenyészidőcsoportok között is különbségeket okozott.

A FAO 290-350 érésidejű hibrideknél a DKC 4590 hibrid kivételével mind az első, mind a második vetésidő szemnedvessége 14,0-16,0% között változott. A Sarolta, a P9578 és az NK Octet szemnedvessége hasonlóan alakult. A P9578 és az NK Octet legnagyobb terméséhez 22,0% feletti betakarításkori szemnedvesség tartozott. Szignifikáns különbség az első és második vetésidők között azonban csak a DKC 4590-nél volt megállapítható. A hibrid legnagyobb termékkel és a hozzá tartozó legnagyobb betakarításkori szemnedvességgel rendelkezett a harmadik vetésidőben, a 13,2 t ha⁻¹ kiemelkedő terméséhez 26,2%-os víztartalom párosult.

A FAO 370-390 hosszabb tenyészidejű csoport nagyobb betakarításkori szemnedvesség-tartalommal bírt minden vetésidőben. A hibridek nagyobb termése mellé a szemek víztartalma itt is kedvezőtlenül alakult. Az első és második vetésidőben minden hibridnél minimális különbségek voltak, a harmadik vetésidőben viszont 20,0% feletti értékeket mértünk. A Kamaria és a PR37N01 minden vetésidőben nagyobb

szemnedvességgel volt betakarítható, mint a csoport másik három hibridje. A DA Sonka, a Szegedi 386 és a P9494 közel azonosan teljesítettek, a vetésidők kitolódásával nőttek a szemnedvesség-tartalmak.

A leghosszabb tenyészidejű hibridek csoportjában a potenciálisan nagyobb termőképesség mellé nagy szemnedvességek tartoztak. A DKC 4983 minden vetésidőben jó terméseredményeket ért el, amihez 17,1-22,1%-os betakarításkori szemnedvesség-tartalmakat mértünk. A Miranda hibridnél a vetésidők között szignifikáns különbségek mutatkoztak. A leghosszabb tenyészidejű P0216 szintén nagy termőképességét bizonyította, de a későbbi fiziológiai érés miatt ismét csak jelentős szárítási költség után volt biztonságosan tárolható (20. táblázat).

20. táblázat: A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2014)

Hibridek	Betakarításkori szemnedvesség-tartalom (%)			
	I. vetésidő (2014.03.27.)	II. vetésidő (2014.04.14.)	III. vetésidő (2014.05.08.)	Vetésidők átlaga
Sarolta (290)	14,4	14,8	23,5	17,6
P9578 (320)	14,3	14,5	22,5	17,1
NK Lucius (330)	14,9	15,7	22,1	17,6
DKC 4590 (350)	15,4	19,1	26,2	20,2
Átlag (FAO 290-350)	14,7	16,0	23,6	18,1
Kamaria (370)	18,5	19,3	26,9	21,6
PR37N01 (380)	18,5	18,2	24,7	20,5
DA Sonka (380)	16,6	17,1	22,0	18,6
Szegedi 386 (390)	16,2	17,5	23,4	19,0
P9494 (390)	16,3	17,3	23,8	19,1
Átlag (FAO 370-390)	17,2	17,9	24,1	19,7
DKC 4983 (410)	17,1	18,9	22,1	19,4
Miranda (460)	17,5	19,4	25,4	20,8
P0216 (490)	20,7	19,3	30,3	23,4
Átlag (FAO 410-490)	18,4	19,2	26,0	21,2
<i>SzD_{5%} Hibrid</i>	1,3			
<i>SzD_{5%} Vetésidő</i>	0,7			
<i>SzD_{5%} Kölcsönhatás</i>	2,3			

4.3.7. A vetésidő hatása a termésre és a betakarításkori szemnedvességre

A három évet együtt vizsgálva az eredmények közötti összefüggést a 21. táblázat mutatja be. A vetésidő és a termés közötti gyenge, negatív irányú statisztikai kapcsolat ($r=-0,394^{**}$ és $r=-0,298^{**}$) azt bizonyítja, hogy 2012-ben és 2013-ban 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 a vetésidő között igen szoros, pozitív összefüggés volt. 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.

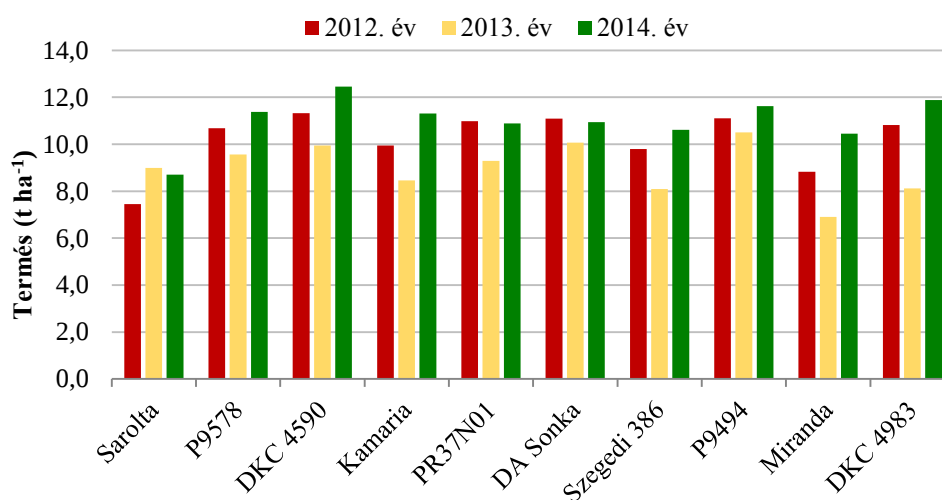
21. táblázat: A vetésidő és a termés, valamint a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti összefüggés Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2014)

A vizsgált tényezők	Vetésidő		
	2012	2013	2014
Termés (t ha ⁻¹)	-0,394**	-0,298**	0,142 ^{NS}
Betakarításkori szemnedvesség-tartalom (%)	0,686**	0,881**	0,803**

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

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 szignifikánsak voltak mind a termés, mind a betakarításkori szemnedvesség tekintetében. Emellett a hibridek közötti teljesítményben jelentős különbségek mutatkoztak meg. A 16. ábrán látható, hogy a 2013. vizsgálati év volt a legkedvezőtlenebb a termés tekintetében, 2014 viszont kiemelkedő volt. A csapadékos és hűvös márciusi idő miatt 2013-ban a vetést nem lehetett időben elvégezni, az ezt követő csapadékhiány pedig végig meghatározó volt a tenyészidőszak folyamán. A 2014. év ismét szélsőséges év volt, 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.



16. ábra: A vizsgált hibridek terméseredményének alakulása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)

A P9578 hibrid (FAO 320) termőképessége a hosszabb tenyészidejű hibridekét is felülmúlta, amelyhez rendkívül jó szem-víz arány tartozott. Az aszályos és csapadékos években is nagy terméseredményeket ért el.

Mind 2012-ben, mind 2014-ben a kísérlet legkiemelkedőbb hibridje a DKC 4590 volt, azonban a kedvezőtlen 2013. évre jelentős terméseszkkenéssel reagált. A P9494 és a DA Sonka hibridek a kimagasló termőképességet, termésbiztonságot és évjárat stabilitást bizonyították a három, egymástól eltérő évben, ugyanis minden évben a vetésidők átlagában 10 t ha⁻¹-t meghaladó volt a termésük.

A vetésidő és a termés, illetve a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti összefüggés három év kísérleti eredményeit összefoglalóan értékelve megállapíthatjuk, hogy a különböző években eltérőek voltak az időjárási feltételek. Az évjárat termésbefolyásoló hatását jól kifejezi a különböző vetésidőkben elért terméseredmények alakulása is.

A hibridek termése 2012-ben:

- a FAO 290-350 tenyészidejű csoportban 7,2-12,4 t ha⁻¹;
- a FAO 370-390-ben 8,3-12,7 t ha⁻¹;
- a FAO 410-460 érésidejűeknél 7,8-11,6 t ha⁻¹ volt.

A terméseredmények alakulása 2013-ban:

- a FAO 290-350 tenyészidejű csoportban 6,3-11,5 t ha⁻¹;
- a FAO 370-390-ben 6,9-12,7 t ha⁻¹;
- a FAO 410-490 érésidejűeknél 6,0-12,2 t ha⁻¹ volt.

Míg a 2014. vizsgálati évben a terméseredmények:

- a FAO 290-350 csoportban 8,3-13,2 t ha⁻¹;
- a FAO 370-390 érésidejű hibrideknél 10,3-12,0 t ha⁻¹;
- a FAO 410-490 hibrideknél 9,9-13,0 t ha⁻¹ között változtak.

2012-ben és 2013-ban is zömében az első vetésidőben érték el a hibridek a legnagyobb termést, míg 2014-ben hat hibrid az első, 3-3 hibrid a második és a harmadik vetésidőben. A vizsgálatban szereplő kukorica hibridekről és az alkalmazott három vetésidőről elmondható, hogy szignifikánsan hatásuk volt az eredményekre (2.

melléklet). Ugyanezt mondhatjuk el a hibrid-vetésidő kombinációjáról, amely szignifikáns hatással volt a terméseredmények alakulására.

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.

4.4. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája a vetésidő kísérletben

A kukorica hibridek vízleadás dinamikája az utóbbi években az egyik legfontosabb vizsgálati tényezővé nőtte ki magát a folyamatosan emelkedő, magas szárítási költségek miatt. A feketeteréteg kialakulása után uralkodó csapadékviszonyok meghatározzák a vízleadást, de a hibridek között is jelentős különbségek tapasztalhatók. Vannak a vizet gyorsan és lassabban leadó genotípusok.

A fiziológiai érést követően hat különböző hibridnél vizsgáltuk a vízleadás dinamikáját az érés időszakában. 2012-ben először augusztus 14-én mértük a szemnedvesség-tartalmat, azt követően pedig hetente, 5 héten keresztül.

A P9578 hibrid szemnedvessége augusztus 14-én az első vetésidőben 33,4%, a második vetésidőben 33,6%, a harmadik vetésidőben még 52,0% volt. Minden esetben gyorsan csökkent a szemek víztartalma, ami a betakarításra minden esetben 14,0% alatti volt.

A 22. táblázatban látható, hogy a DKC 4590 hibrid vízleadás dinamikája az érés időszakában igen kedvező, különösen a május 2-i vetésidőben, ami bizonyítja a hibrid gyors vízvesztését. Közismert, hogy a legjobb vízleadó képességgel rendelkező hibridek az érés időszakában víztartalmuk 1,0-1,2%-át, a közepes vízleadó hibridek 0,6-0,8%-át, míg a vizet gyengébben leadó hibridek naponta csak 0,4-0,5%-át tudják leadni, amit természetesen a hibridek tulajdonsága mellett az évjárathatás és az agrotechnikai tényezők is befolyásolnak.

A Kamaria hibrid szemnedvesség-tartalma az első mérés alkalmával vetésidőtől függően 39,4-49,4% körül alakult, a vízleadás üteme azonban mind a három vetésidőben kedvező volt.

A DA Sonka hibridnél a későbbi, harmadik vetésidőben a korábbi vetésidőkhöz képest a szemek víztartalmának csökkenése rendkívül jó volt. Augusztus 14-én 55,2% volt a szemek nedvességtartalma, ami a betakarítás idejére 16,1%-ra csökkent.

A Szegedi 386 hibrid vízleadása az érés időszakában igen kedvező volt, betakarításkori víztartalma szeptember 14-ére mind a három vetésidőben közel azonosan alakult (12,9-15,3%).

Az érésidő végén igen gyors volt a vízleadás, ennek következtében az első vetésidőben kedvező szemnedvesség jellemezte a DKC 4983 hibridet. Megállapítható, hogy az első vetésidőben nemcsak, hogy gyorsabb volt a vízleadás üteme, hanem 8,4%-kal alacsonyabb a betakarításkori szemnedvesség-tartalma is, mint a harmadik vetésidőnek.

22. táblázat: A vizsgált hibridek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2012)

Vetésidő	Mérési időpontok						Regressziós egyenlet	Determinációs együttható
	08.14	08.21	08.28	09.03	09.10	09.14		
P9578								
2012.03.23	33,4	21,4	10,6	10,4	12,6	10,4	$y = 0,0456x^2 - 3752,9x + 8E+07$	$R^2 = 0,9627$
2012.04.10	33,6	24,4	13,2	12,4	10,4	10,2	$y = 0,0339x^2 - 2793,9x + 6E+07$	$R^2 = 0,9824$
2012.05.02	52,0	36,2	29,4	23,0	15,6	13,1	$y = 0,0225x^2 - 1849,2x + 4E+07$	$R^2 = 0,9909$
DKC 4590								
2012.03.23	37,6	31,6	17,0	13,6	12,0	11,0	$y = 0,0298x^2 - 2450,2x + 5E+07$	$R^2 = 0,9632$
2012.04.10	37,6	35,0	18,8	15,6	11,8	12,2	$y = 0,0223x^2 - 1838,6x + 4E+07$	$R^2 = 0,9338$
2012.05.02	56,8	48,6	40,0	29,4	22,8	15,2	$y = -0,0036x^2 + 297,29x - 6E+06$	$R^2 = 0,9952$
Kamaria								
2012.03.23	46,2	37,0	21,4	24,0	10,8	10,9	$y = 0,0176x^2 - 1447,8x + 3E+07$	$R^2 = 0,9489$
2012.04.10	39,4	31,4	19,0	12,4	13,2	11,7	$y = 0,0338x^2 - 2779,3x + 6E+07$	$R^2 = 0,9745$
2012.05.02	49,4	42,6	32,6	25,6	21,8	15,7	$y = 0,0068x^2 - 558,7x + 1E+07$	$R^2 = 0,9907$
DA Sonka								
2012.03.23	35,6	24,8	18,0	11,8	13,2	10,9	$y = 0,0315x^2 - 2590x + 5E+07$	$R^2 = 0,9859$
2012.04.10	39,2	32,2	23,2	16,4	12,6	11,1	$y = 0,0154x^2 - 1264,7x + 3E+07$	$R^2 = 0,9930$
2012.05.02	55,2	45,2	38,8	36,4	30,8	16,1	$y = -0,0115x^2 + 943,81x - 2E+07$	$R^2 = 0,9298$
Szegedi 386								
2012.03.23	33,2	26,4	20,6	18,2	16,4	12,9	$y = 0,0124x^2 - 1017,8x + 2E+07$	$R^2 = 0,9862$
2012.04.10	38,2	27,2	17,4	17,6	13,2	12,9	$y = 0,0308x^2 - 2534x + 5E+07$	$R^2 = 0,9795$
2012.05.02	47,6	39,0	30,2	22,2	18,8	15,3	$y = 0,0149x^2 - 1231,2x + 3E+07$	$R^2 = 0,9949$
DKC 4983								
2012.03.23	38,2	25,0	15,6	14,0	11,4	10,3	$y = 0,0369x^2 - 3034,2x + 6E+07$	$R^2 = 0,9896$
2012.04.10	42,0	28,6	18,8	15,4	10,4	11,5	$y = 0,0361x^2 - 2969,1x + 6E+07$	$R^2 = 0,9961$
2012.05.02	53,6	43,0	32,2	23,6	20,0	18,7	$v = 0,0268x^2 - 2205,1x + 5E+07$	$R^2 = 0,9947$

Rendkívül szoros összefüggés volt a vetésidő és a vízleadás dinamikája között 2013-ban is, illetve a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom között. Ebben az évben is öt alkalommal mértük az érés idején a vízleadás ütemét. Az első mérés augusztus 21-én volt, amely adatokat a 23. táblázat tartalmazza.

A P9578 vízleadás tekintetében is a kísérlet meghatározó hibridje volt, mivel 2013-ban is az egyik leggyorsabb ütemben ennél a hibridnél csökkent a szemek víztartalma.

A DKC 4590 szemnedvessége a vetésidők függvényében augusztus 21-én 27,2%, 48,6% és 55,4%-ról indult. A második és harmadik vetésidők esetén gyorsabb volt a vízleadás dinamikája, azonban így is magasabb értékeket mértünk az október eleji betakarításkor, mint az első vetésidőben.

A Kamaria víztartalma az első mérés idején a harmadik vetésidőben még 60,0% fölött volt, tehát még a fiziológiai érést sem érte el, szemben az első két vetésidővel, ahol lényegesen alacsonyabb értékről indult meg a vízleadás.

A DA Sonka vízleadása valamivel magasabb értékről indult. A harmadik vetésidőben a gyorsabb vízvesztés ellenére is csak 30,5%-ig csökkent a szemek víztartalma. Szintén jelentős hatékonyság csökkenést jelent, hogy a Szegedi 386 szemnedvesség-tartalma az érés időszakában magas volt és a vízvesztése nem érte el a napi 1%-ot.

A DKC 4983 az érésidő végén igen gyors nedvesség leadást mutatott. Az első és a második vetésidőben gyorsabb volt a vízleadás dinamikája és lényegesen alacsonyabb lett a betakarításkori szemnedvesség-tartalom is, mint a harmadik vetésidőben, ahol az első alkalommal mért 58,8%-ról csupán 28,9%-ra száradtak le a szemek.

23. táblázat: A vizsgált hibridek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2013)

Vetésidő	Mérési időpontok						Regressziós egyenlet	Determinációs együttható
	08.21	08.27	09.03	09.10	09.17	10.01		
P9578								
2013.04.16	22,4	13,4	10,8	10,8	13,8	13,4	$y = 0,0155x^2 - 1290,6x + 3E+07$	$R^2 = 0,7006$
2013.05.03	48,0	38,2	35,4	18,8	17,6	15,3	$y = 0,0223x^2 - 1849,9x + 4E+07$	$R^2 = 0,9467$
2013.05.16	58,2	47,8	46,0	42,4	36,4	24,0	$y = -0,001x^2 + 83,421x - 2E+06$	$R^2 = 0,9670$
DKC 4590								
2013.04.16	27,2	24,8	17,4	11,4	16,0	13,7	$y = 0,0156x^2 - 1294,6x + 3E+07$	$R^2 = 0,8702$
2013.05.03	48,6	45,6	40,4	25,4	26,0	18,0	$y = 0,0097x^2 - 805,75x + 2E+07$	$R^2 = 0,9387$
2013.05.16	55,4	53,2	48,4	45,0	40,8	29,5	$y = -0,0051x^2 + 426,2x - 9E+06$	$R^2 = 0,9979$
Kamaria								
2013.04.16	36,8	33,8	29,4	22,2	25,2	15,7	$y = 0,0032x^2 - 268,85x + 6E+06$	$R^2 = 0,9299$
2013.05.03	46,6	42,4	37,6	32,4	28,6	16,3	$y = -0,0027x^2 + 221,24x - 5E+06$	$R^2 = 0,9978$
2013.05.16	60,2	54,8	49,0	43,0	37,6	28,7	$y = 0,0043x^2 - 358,49x + 7E+06$	$R^2 = 0,9998$
DA Sonka								
2013.04.16	32,2	29,8	23,4	18,6	18,8	14,5	$y = 0,0091x^2 - 753,6x + 2E+07$	$R^2 = 0,9701$
2013.05.03	49,8	40,8	37,8	28,2	26,6	19,2	$y = 0,0108x^2 - 895,07x + 2E+07$	$R^2 = 0,9799$
2013.05.16	60,8	51,4	48,6	46,2	36,4	30,5	$y = 0,0049x^2 - 403,63x + 8E+06$	$R^2 = 0,9615$
Szegedi 386								
2013.04.16	31,4	28,2	21,0	20,2	21,2	14,3	$y = 0,0057x^2 - 477,23x + 1E+07$	$R^2 = 0,9042$
2013.05.03	43,0	37,8	23,0	27,4	24,2	17,3	$y = 0,0135x^2 - 1121x + 2E+07$	$R^2 = 0,8625$
2013.05.16	62,0	52,6	46,6	41,0	38,4	25,7	$y = 0,0057x^2 - 472,5x + 1E+07$	$R^2 = 0,9830$
DKC 4983								
2013.04.16	39,2	30,0	25,8	18,8	24,6	13,7	$y = 0,0101x^2 - 835,79x + 2E+07$	$R^2 = 0,8611$
2013.05.03	50,4	43,6	36,2	29,2	25,4	17,7	$y = 0,011x^2 - 917,56x + 2E+07$	$R^2 = 0,9987$
2013.05.16	58,8	56,0	44,6	42,8	34,0	28,9	$y = 0,0094x^2 - 777,88x + 2E+07$	$R^2 = 0,9716$

A 2014. év augusztus-szeptemberi csapadéka miatt a hibridek érése és vízleadás dinamikája meglehetősen lelassult. Az első szemnedvesség-tartalom mérés augusztus 25-én történt, amit hetente, hat héten keresztül mértünk a három vetésidőben.

A vizsgált hibridek első és második vetésidejében kisebb volt a különbség, a vízleadás üteme közel azonos volt, a harmadik vetésidőt viszont lassabb vízleadás, magasabb szemnedvesség-tartalmak jellemezték (24. táblázat).

24. táblázat: A vizsgált hibridek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2014)

Vetésidő	Mérési időpontok							Regressziós egyenlet	Determinációs együttható
	08.25	09.01	09.08	09.15	09.22	09.29	10.07		
P9578									
2014.03.27	28,4	18,6	13,0	18,6	13,4	14,4	14,3	$y = 0,0139x^2 - 1162,2x + 2E+07$	$R^2 = 0,7444$
2014.04.14	31,6	27,0	16,4	19,4	16,4	16,6	14,5	$y = 0,0128x^2 - 1072,8x + 2E+07$	$R^2 = 0,8783$
2014.05.08	50,6	41,8	32,8	36,4	30,2	23,0	22,5	$y = 0,0079x^2 - 665,46x + 1E+07$	$R^2 = 0,9241$
DKC 4590									
2014.03.27	36,6	23,6	15,2	21,8	17,2	17,6	15,4	$y = 0,0174x^2 - 1462,6x + 3E+07$	$R^2 = 0,7601$
2014.04.14	37,2	28,2	24,6	25,4	20,0	14,8	19,1	$y = 0,0114x^2 - 952,66x + 2E+07$	$R^2 = 0,9035$
2014.05.08	49,0	48,6	39,0	40,2	35,0	29,4	26,2	$y = -0,0008x^2 + 70,589x - 1E+06$	$R^2 = 0,9511$
Kamaria									
2014.03.27	38,8	27,2	25,8	28,4	24,2	16,4	18,5	$y = 0,0058x^2 - 490,54x + 1E+07$	$R^2 = 0,8044$
2014.04.14	40,4	32,0	31,8	25,0	24,2	20,0	19,3	$y = 0,0077x^2 - 643,03x + 1E+07$	$R^2 = 0,9620$
2014.05.08	51,8	46,0	39,4	41,2	35,8	33,8	26,9	$y = 0,001x^2 - 84,384x + 2E+06$	$R^2 = 0,9430$
DA Sonka									
2014.03.27	33,6	26,8	17,8	20,8	18,0	14,8	16,6	$y = 0,0143x^2 - 1202,5x + 3E+07$	$R^2 = 0,9033$
2014.04.14	36,0	30,0	19,4	21,6	20,2	17,2	17,1	$y = 0,0142x^2 - 1190,4x + 2E+07$	$R^2 = 0,9061$
2014.05.08	49,4	47,4	40,2	36,8	32,0	23,8	22,0	$y = 0,0077x^2 - 646,02x + 1E+07$	$R^2 = 0,9410$
Szegedi 386									
2014.03.27	33,0	17,2	23,4	19,2	15,8	14,2	16,2	$y = 0,0123x^2 - 1031,8x + 2E+07$	$R^2 = 0,6992$
2014.04.14	33,4	26,8	19,0	29,0	18,8	17,0	17,5	$y = 0,0062x^2 - 518,8x + 1E+07$	$R^2 = 0,6591$
2014.05.08	48,2	40,4	33,2	34,6	30,0	22,6	23,4	$y = 0,0077x^2 - 646,02x + 1E+07$	$R^2 = 0,9410$
DKC 4983									
2014.03.27	37,2	21,4	19,6	21,0	19,6	17,0	17,1	$y = 0,0163x^2 - 1365,6x + 3E+07$	$R^2 = 0,7776$
2014.04.14	38,4	36,2	27,4	27,6	19,0	21,2	18,9	$y = 0,0091x^2 - 761,21x + 2E+07$	$R^2 = 0,9292$
2014.05.08	52,6	46,6	32,4	35,6	28,2	25,8	22,1	$y = 0,0121x^2 - 1012,1x + 2E+07$	$R^2 = 0,9388$

A P9578 ebben az évben is bizonyította, hogy jó vízleadó képességű hibrid. A víztartalom csökkenése különösen az első és második vetésidőben volt kedvező. A hibridnél az is megfigyelhető, hogy az érés időszakának első felében gyorsabb volt a vízleadás üteme.

A DKC 4590 vízleadása az érés időszakában az első vetésidőben volt kedvezőbb. A hibrid a kezdeti gyors vízvesztés után a szeptember 15-i negyedik mérésre jelentősen visszanedvesedett, azonban így is alacsony szemnedvesség-tartalommal lehetett betakarítani (15,4%), mint a második és harmadik vetésidő állományát.

A Kamaria hibridnél a harmadik vetésidőben a kezdeti 51,8%-ról a lassú vízvesztés következtében a betakarítás idejére magasabb maradt a szemek nedvességtartalma (26,9%), mint az első és második vetésidőben. Ennél intenzívebb volt a DA Sonka vízleadása az érés időszakában. A 33,6-49,4% közötti szemnedvesség-tartalmak az első méréstől a betakarításig 16,6-22,0% közötti értékekre csökkentek.

A P9578 után a legalacsonyabb eredményt az augusztus 25-i mérés során a Szegedi 386-nál kaptunk az első vetésidőben. A hibrid második vetésidejében a

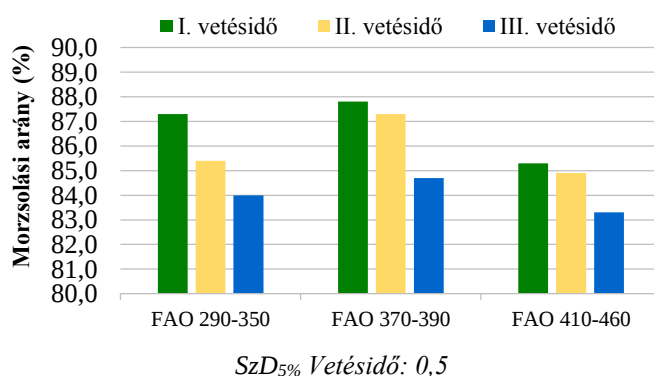
szeptember eleji csapadék jelentős visszanedvesedést okozott, de a hibrid gyors vízleadásának köszönhetően a betakarítás idejére 17,5%-ra mérséklődött a kukorica víztartalma. A DKC 4983 hibrid rendkívül gyors vízleadó képességű, vízleadás dinamikája minden vetésidőben egyenletes és gyors volt.

4.6. A vetésidő hatása a kukorica termésképző elemeinek változására

A kukoricacső hossza, a szemsorok száma, az egy sorban lévő szemek száma és az ezerszemtömeg hibridenként változó. A szemtermés és a csutka tömegének aránya, a morzsolási arány fontos értékmérő tulajdonság, amely a mai hibrideknél átlagosan 80-85% között változik. A kukorica lényeges mennyiségi tulajdonsága az ezerszemtömeg, melynek alakulása szoros összefüggésben áll a termésmennyiség változásával. A hibridek termésképző elemeinek vizsgálata során kapott részletes adatokat a 3. melléklet tartalmazza.

4.6.1. A 2012. vizsgálati év eredményei

A termésképző elemek közül először a morzsolási arány változását vizsgáltuk meg. A statisztikai elemzés során megállapítható, hogy a morzsolási arányt a vetésidő jelentős mértékben befolyásolta, mivel a vetésidők között szignifikáns különbséget tapasztaltunk (17. ábra).



17. ábra: A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)

Mind a három éréscsoportnál a vetésidő későbbre tolódása a morzsolási arány csökkenését eredményezte. A FAO 290-350-es csoportban az első vetésidőhöz képest (87,3%) a második és harmadik vetésidőben is megbízhatóan csökkent a szemek

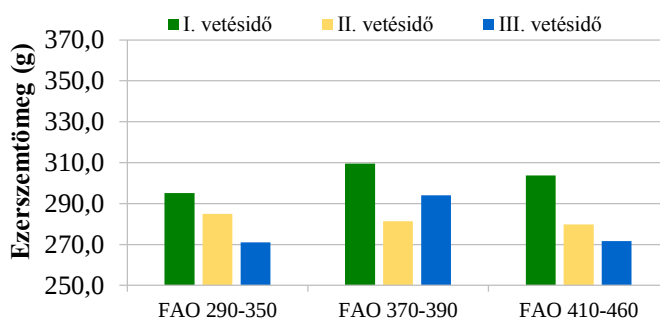
súlyaránya. A FAO 370-390-es éréscsoport esetén az igen korai vetésideő kedvezőnek mutatkozott, hiszen a kimagasló terméseredmények mellett ezen hibridek morzsolási aránya volt a legmagasabb (87,8%). A legalacsonyabb értéket (83,3%) a harmadik vetésideő esetén a FAO 410-460-as hibrideknél kaptuk.

A termésképző elemek közül az értékelés során a továbbiakban a kukoricacsőre jellemző adatokat vizsgáltuk meg, így a csőhosszt, a szemsorok számát és az egy sorban lévő szemek számát. Mind a három tényező jelentősen módosítja a növény egyedi produkcióját, amely kihat a hektáronkénti termésátlagok alakulására is.

A csőhossz tekintetében a vetésideők között nem volt szignifikáns különbség. Megállapítható azonban, hogy a tenyészideő lerövidülésével a csövek hossza növekedett. A legrövidebb csövek a FAO 290-350-es hibrideknél fejlődtek (17,5-17,7 cm), a leghosszabbakat pedig a FAO 410-460 hibridcsoport esetében kaptuk a második vetésideőben (20,3 cm).

A szemsorok száma vetésideőtől függően 15,8-16,0 db között változott a vizsgált csövek átlagában. Jelentős különbség sem a vetésideők között, sem a hibridek átlagában nem volt. Az egy sorban lévő szemek számát vizsgálva megállapítható, hogy a FAO 290-350 és a FAO 410-460 érésidejű hibrideknél is az első vetésideőben kaptuk a legnagyobb értékeket (36,7 db/sor; 38,0 db/sor) és mindkét esetben csökkent a szemek száma az április és májusi vetésideők esetén. A legnagyobb szemszámot a leghosszabb tenyészidejű hibrideknél kaptuk (38,0 db/sor), itt azonban már nem mutatkozott szignifikáns különbség a vetésideők között.

Az ezerszemtömeg vetésideőtől függően 271,1-309,6 g között változott a hibridcsoportok átlagában (18. ábra).



SzD_{5%} Vetésideő: 11,1

18. ábra: A vetésideő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)

A többi eredményhez hasonlóan itt is az első vetésidőben kaptuk a legmagasabb értékeket, a vetésidő későbbre tolódásával szignifikánsan csökkent a hibridek ezerszemtömege. A legnagyobb ezerszemtömeggel (309,6 g) a FAO 370-390-es éréscsoportú hibridek rendelkeztek. A FAO 410-460-as csoportban, az első vetésidőben szintén 300 g feletti értékeket kaptunk, amelyek azonban az átlagos és megkésett vetésidőre jelentős csökkenéssel reagáltak.

Azt, hogy a termésképző elemek milyen interakcióban vannak a vizsgált hibridekkel, hogyan hatnak rájuk az egyes vetésidők, és ezek mekkora hatással vannak az elért terméseredményekre Pearson-féle korreláció analízissel vizsgáltuk meg.

A 25. táblázat alapján megállapítható, hogy a csövek hossza és a termés igen gyenge, negatív kapcsolatban álltak egymással. Az elemzés rámutatott arra is, hogy a termésképző elemek közül az ezerszemtömeg és morzsolási arány azok a tényezők, amelyek jelentősen befolyásolták a termés mennyiségének alakulását. Az ezerszemtömeg és termés között gyenge ($r=0,426^{**}$), a morzsolási arány és termés között pedig közepes erősségű ($r=0,511^{**}$) volt a kapcsolat.

25. táblázat: A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Csőhossz	-0,010 ^{NS}	-0,198*
Szemsorok száma	0,069 ^{NS}	0,024 ^{NS}
Egy sorban lévő szemek száma	-0,157 ^{NS}	-0,181 ^{NS}
Ezerszemtömeg	-0,392 ^{**}	0,426 ^{**}
Morzsolási arány	-0,461 ^{**}	0,511 ^{**}

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

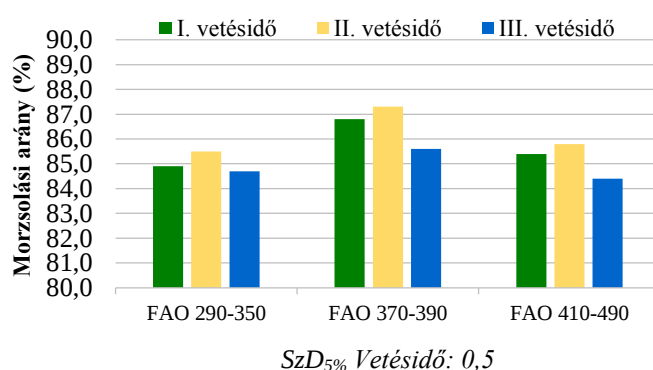
^{NS}A korreláció nem szignifikáns

A vetésidő mind az ezerszemtömeg, mind a morzsolási arány tekintetében meghatározó volt. Köztük gyenge, negatív összefüggést találtunk ($r=-0,392^{**}$; $r=-0,461^{**}$). Gyenge pozitív kölcsönhatást állapítottunk meg a morzsolási arány és ezerszemtömeg ($r=0,259^{**}$), valamint a csőhossz és az egy sorban lévő szemek száma között is ($r=0,499^{**}$), amelyek minden esetben szignifikánsnak bizonyultak SzD_{1%-os} szignifikancia szinten.

4.6.2. A 2013. vizsgálati év eredményei

Ebben az évben a termésképző elemek közül csak a morzsolási arány és ezerszemtömeg részletes elemzésére térek ki.

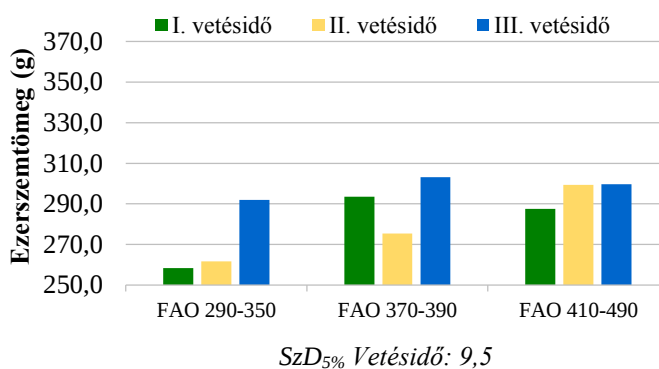
A morzsolási arány vizsgálatából kitűnik, hogy mind a hibrdek, mind a vetésidők között szignifikáns különbség volt. Minden csoportban a legnagyobb morzsolási arányt a második vetésidőben mértünk. A legmagasabb mért értékkel a második vetésidő FAO 370-390-es hibrdejek rendelkeztek (87,3%). A FAO 290-350-es hibrdek csoportjában a P9578 hibrdek nagy termőképességének egyik alapja jó morzsolási százalék, amely a harmadik vetésidőben kiemelkedett 87,6%-os arányával, a leggyengébbnek pedig ugyanebben a vetésidőben a Sarolta hibrdek (81,5%) mutatkozott. A FAO 370-390 genotípusoknál már magasabb volt a szem-csutka arány, ami a hibrdek átlagában a különböző vetésidőkben 85,6-87,3% között volt (19. ábra). Ehhez képest szignifikánsan kisebb értékeket mértünk a harmadik éréscsoportban, ahol a P0216 hibrdek által elért 12,2 t ha⁻¹ mellé 85,8%-os morzsolási arány párosult. A maximális értéket (87,1%) a DKC 4983 hibrdek érte el a második vetésidőben.



19. ábra: A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyésztidejű hibrdecs csoportokban a hibrdek átlagában (Debrecen, 2013)

Az ezerszemtömeg az első vetésidőhöz képest a harmadik vetésidőben szignifikánsan növekedett, vetésidőtől függően 278,8-298,2 g között változott a hibrdek átlagában. Legnagyobb, 300,0 g feletti értéket a hibrdek átlagában a FAO 370-390-es hibrdek csoportjában mértünk a harmadik vetésidőben. A legrövidebb tenyésztidejű blokkban (FAO 290-350) a legmagasabb mért érték a P9578 (301,8 g) és a DKC 4590 (319,5 g) hibrdeknél volt. A FAO 370-390 közötti érésidőben az ezerszemtömeg nagysága a PR37N01 hibrdeknél minden vetésidőben meghaladta a 300,0

g-ot, ami vetésidőtől függően 308,0 g és 332,5 g között változott. A P9494 hibrid maximális termését és ezerszemtömegét is az első vetésidőben érte el, ahol a $12,7 \text{ t ha}^{-1}$ terméseredményhez 315,5 g párosult. A leghosszabb tenyészidejű hibridek potenciálisan nagyobb termőképességéhez a legnagyobb ezermagtömeg tartozott. A DKC 4983 és a Miranda a harmadik vetésidőben 340,5 g és 266,0 g ezerszemtömeggel rendelkeztek, a P0216 pedig az első és második vetésidőben is kiemelkedő értékeket (360,5 g és 351,3 g) mutatott (20. ábra).



20. ábra: A vetésidő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)

Az összefüggés vizsgálat alapján az alkalmazott vetésidők meghatározták az ezerszemtömeg nagyságát, amely tényezők között igen gyenge sztochatikus kapcsolatot találtunk (26. táblázat).

26. táblázat: A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2013)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Ezerszemtömeg	0,227*	0,383**
Morzsolási arány	-0,195*	0,180 ^{NS}

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

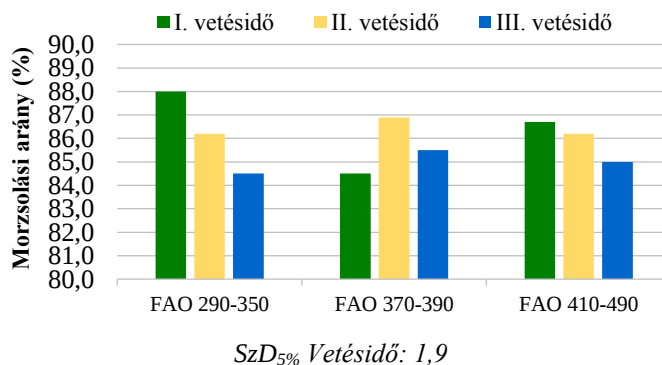
**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

Az ezerszemtömeg pozitív, gyenge összefüggésben ($r=0,383^{**}$) állt a 2013. évben elért termés nagyságával. Kapcsolatot találtunk a vetésidő és a morzsolási arány között is, ami azonban igen gyengének minősült ($r=-0,195^{*}$).

4.6.3. A 2014. vizsgálati év eredményei

Lehetőségünk volt 2014-ben is a különböző hibridek csőparaméterének részletes vizsgálatára. A 2012. és 2013. évi eredmények alapján a morzsolási arány a FAO 370-390 érésű hibrideknél volt meghatározó. A 21. ábra támasztja alá, hogy 2014-ben viszont a FAO 290-350-es érésű hibridek a legnagyobb átlagos szem-csutka aránnyal rendelkeztek, azon belül is kiemelkedett az első, március 27-i vetésidő.



21. ábra: A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)

A morzsolási arány vetésidőtől függően 85,0-86,4% között változott. A FAO 290-350 hibridek csoportjában a vetésidők későbbre tolódásával csökkent a morzsolási százalék. Legnagyobb morzsolási arány a P9578 hibridnél volt megfigyelhető az első vetésidőben (92,7%). A FAO 370-390 hibridek csoportjában más tendencia érvényesült. A hibridek átlagában a legnagyobb morzsolási arányt a második vetésidőben kaptuk (86,9%). A DA Sonka és a P9494 kivétel volt, mivel ezek a hibridek az első vetésidőben érték el a maximális értéket és a vetésidő kitolódásával csökkent morzsolási arányuk. A DA Sonka kitűnt 90,0%-os morzsolási arányával, a PR37N01 számára viszont nem kedvezett az első vetésidő, mivel a legkisebb adatot itt kaptuk (74,3%). A leghosszabb érésű hibridek (FAO 410-490) szintén csökkenéssel reagáltak a későbbi vetésidőkre. A legnagyobb érték a P0216 hibridhez tartozott az első vetésidőben (87,1%), a legkisebb pedig a Miranda nevű hibridhez (84,7%).

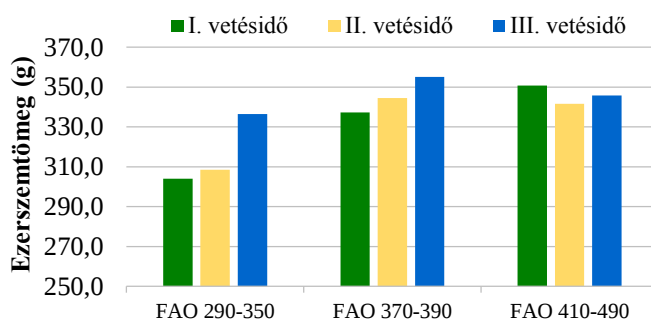
A csőhossz tekintetében ebben az évben kis különbség volt az egyes vetésidők között, a különböző tenyészidő csoportok pedig eltérő módon reagáltak a vetésidők kitolódására. Megállapítható, hogy a csőhossz a hibridek tenyészidejével együtt növekedett. A FAO 290-350 csoportban az első vetésidőhöz képest (17,6 cm) a

másodikban szignifikánsan csökkent a csövek hossza. A FAO 370-390-es csoportban a legnagyobb érték a harmadik vetésidőhöz tartozott (18,6 cm). A FAO 410-490-es hibrideknél szintén a harmadik vetésidőben mértük a legnagyobb csőhosszt (19,6 cm), a vetésidők között azonban nem volt szignifikáns különbség.

A szemsorok száma a vizsgált minták átlagában vetésidőtől függően 15,5-15,7 db volt. A 2012. vizsgálati évhez hasonlóan ebben az évben sem volt jelentős különbség a vetésidők között.

Az egy sorban lévő szemek számának vizsgálata során 33,3-34,2 db közti értékeket mértünk a különböző vetésidőkben. Minden esetben a legnagyobb érték a harmadik vetésidőhöz tartozott. A FAO 290-350 hibridek csoportjában a legkisebb értéket a második vetésidőben kaptuk (31,1 db/sor), míg a másik két FAO csoportban a vetésidők kitolódása a szemek számának növekedését okozta.

Az ezerszemtömeg 2014-ben vetésidőtől függően 330,7-345,8 g között volt. Az ezerszemtömeg értékének a későbbi vetésidő kedvezett, mivel a FAO 290-350 hibrideknél a harmadik vetésidőben mért 336,5 g szignifikánsan nagyobb érték (32,5 g-mal és 28,0 g-mal) volt, mint az első és második vetésidőkben mért tömegek. Megbízható különbség volt a FAO 370-390 tenyészidejű hibrideknél is az első (337,2 g) és harmadik (355,0 g) vetésidők között. A FAO 410-490 hibridek csoportjában azonban a legnagyobb ezerszemtömeget az első vetésidőben mértük (350,0 g), majd a későbbi vetésidőkben csökkent a szemek tömege, a különbség azonban nem volt szignifikáns (22. ábra).



SzD_{5%} Vetésidő: 11,6

22. ábra: A vetésidő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)

A termésképző elemek közül az ezerszemtömeg és termés között gyenge összefüggést állapítottunk meg ($r=0,493^{**}$) (27. táblázat). A csóhossz és az egy sorban lévő szemek száma között közepesen szoros ($r=0,674^{**}$), a csóhossz és az ezerszemtömeg tekintetében gyenge ($r=0,322^{**}$) kapcsolatot találtunk. Az egy sorban lévő szemek száma és az ezerszemtömeg közötti összefüggés igen gyengének ($r=0,196^{*}$) bizonyult.

27. táblázat: A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2014)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Csóhossz	0,084 ^{NS}	0,109 ^{NS}
Szemsorok száma	-0,055 ^{NS}	-0,089 ^{NS}
Egy sorban lévő szemek száma	0,120 ^{NS}	0,053 ^{NS}
Ezerszemtömeg	0,186 ^{NS}	0,493 ^{**}
Morzsolási arány	-0,112 ^{NS}	0,147 ^{NS}

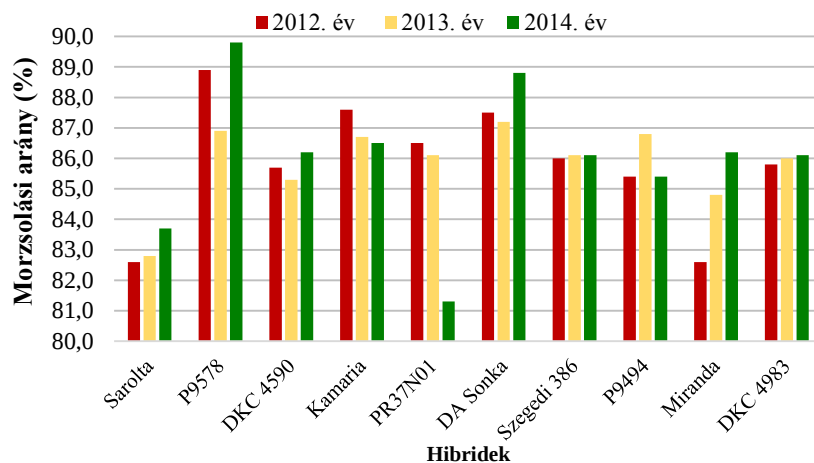
* A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

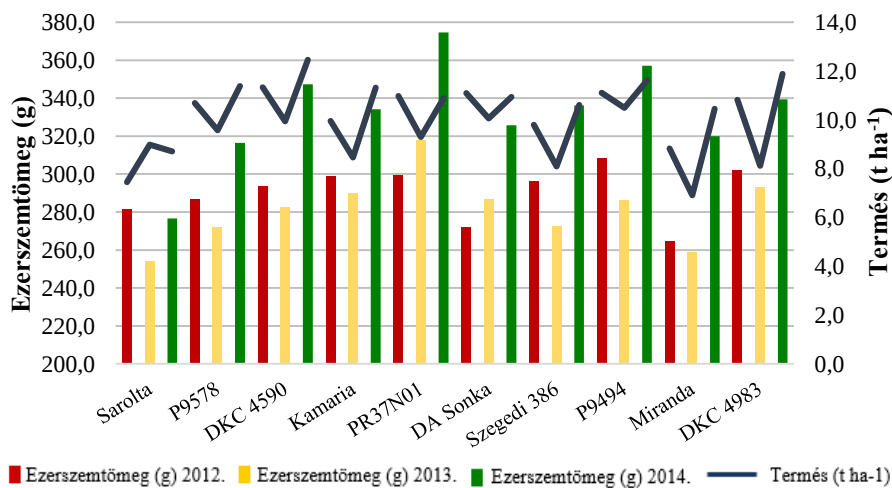
4.6.4. A három vizsgálati év morzsolási arányának és ezerszemtömegének összehasonlítása

A három év összehasonlítását a már korábbiakhoz hasonlóan csak tíz hibridnél végeztem el, amelyek minden évben egységesen szerepeltek a vetésidő kísérletben. A hibridek közül a P9578, a DA Sonka és a Kamaria kiemelkedő morzsolási aránnyal rendelkeztek. A P9578 számára minden év kedvezőnek bizonyult. Rendkívül jó szemcsutka 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 (23. ábra).



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

Az összehasonlítást a kukorica hibridek ezerszemtömeg értékeivel is elvégeztem. 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 24. ábrán látható, hogy a terméseredményekkel legtöbbször megegyezően alakult az ezerszemtömeg nagysága, ami alátámasztja a két tényező közötti összefüggést.



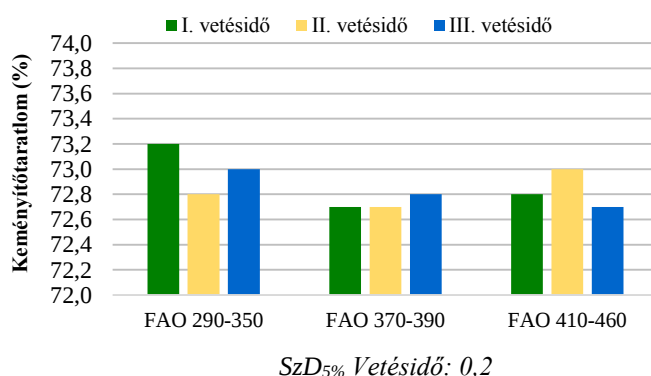
24. ábra: Az ezerszemtömeg változása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)

4.7. A vetésidő hatása a kukorica hibridek minőségi paramétereinek változására

A kukoricaszem átlagosan 70-75% keményítőt, 3-5% olajat és 7-9% fehérjét tartalmaz. A vizsgált hibridek között nagyobb eltérések jellemzően csak a keményítő- és fehérjetartalomban voltak. A minőség genetikai és ökológiai tényezőktől egyaránt függ. A vetésidő az éghajlati tényezőkön keresztül kismértékben módosíthatja a kukoricaszem beltartalmát, a hibridek között viszont nagy eltérések lehetnek. A vizsgálati évek részletes beltartalmi eredményeit a 4. melléklet tartalmazza.

4.7.1. A 2012. év beltartalmi eredményeinek alakulása

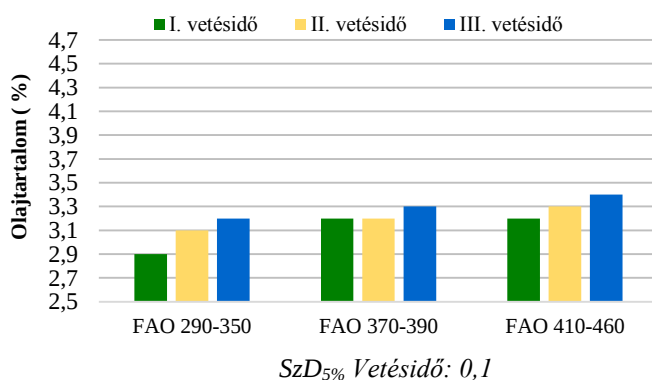
A keményítőtartalom vizsgálata során több helyen találtunk szignifikáns eltéréseket a különböző vetésidő változatokban. A FAO 290-350 tenyészidejű csoportban a vetésidő későbbre tolódása a keményítőtartalom csökkenését eredményezte az első vetésidő 73,2%-os keményítőtartalmához képest. A 370-390 FAO számú vizsgált hibrid csoportban az első vetésidő keményítőértékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint a rövidebb éréscsoportú hibrideknél. A csoportban az egyes vetésidők között azonban nem volt szignifikáns különbség. A harmadik érésidő blokk átlagos vetésidő értékei között sem volt jelentős az eltérés, azonban a második vetésidőben elért 73,0% átlag keményítőértékhez viszonyítva az első és harmadik vetésidőben szignifikánsan alacsonyabb volt a keményítőtartalom (25. ábra).



25. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)

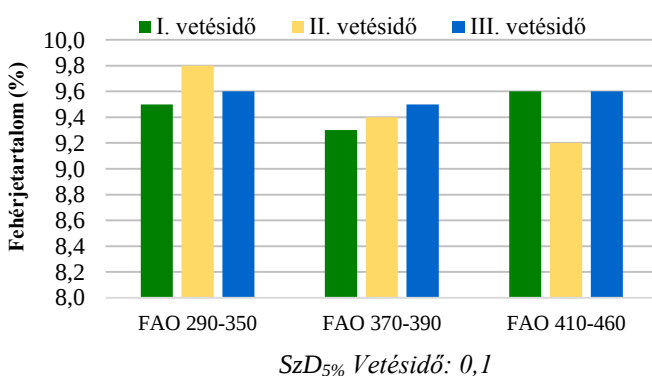
Az olajtartalom változása szintén több esetben szignifikáns eltérést mutatott (26. ábra). A legrövidebb tenyészidejű vizsgált hibridcsoport átlagában az olajtartalom értékek a vetésidő kitolódásával nőttek. Az első vetésidőben 2,9%, a második

vetésidőben 3,1% és a harmadik vetésidőben 3,2% olajtartalmat állapítottunk meg. A FAO 370-390 hibridek esetén az átlagos olajtartalom a harmadik vetésidőben volt a legnagyobb (3,3%), az első és második vetésidőben pedig egyaránt 3,2%. A leghosszabb tenyészidejű (FAO 410-460) hibrideknél az átlagos olajtartalom növekedés csupán a harmadik vetésidőben bizonyult szignifikánsnak a korábbi vetésidők eredményeivel szemben (3,2%, 3,3%).



26. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)

A fehérjetartalom az első éréscsoportba sorolt hibrideknél (FAO 290-350) a második, átlagos vetésidőben volt a legnagyobb (9,8%). A FAO 410-460-as csoportban ezzel szemben a második vetésidőben kapott fehérjetartalom (9,2%) jelentősen kisebb volt a korai és a megkésett vetésidő eredményeihez képest (9,6%) (27. ábra).



27. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)

A Pearson-féle korreláció analízis eredménye szerint a vetésidő csupán az olajtartalom változására volt hatással. A vetésidő és az olajtartalom közötti csupán igen

gyenge ($r=0,208^*$) kapcsolat állt fenn. A fehérjetartalom és termés mennyiségének változása között gyenge, negatív kölcsönhatást állapítottunk meg 2012-ben (28. táblázat).

Az egyes tényezőkön belül a keményítő- és olajtartalom alakulása is gyenge, negatív ($r=-0,355^{**}$) összefüggést mutatott, míg a keményítő- és fehérjetartalom között közepesen szoros volt az összefüggés ($r=-0,547^{**}$).

28. táblázat: A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Keményítő (%)	-0,048 ^{NS}	0,162 ^{NS}
Olaj (%)	0,208*	0,003 ^{NS}
Fehérje (%)	0,104 ^{NS}	-0,452 ^{**}

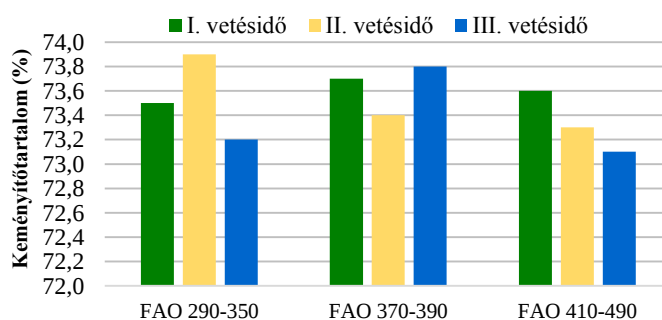
*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

4.7.2. A 2013. év beltartalmi eredményeinek alakulása

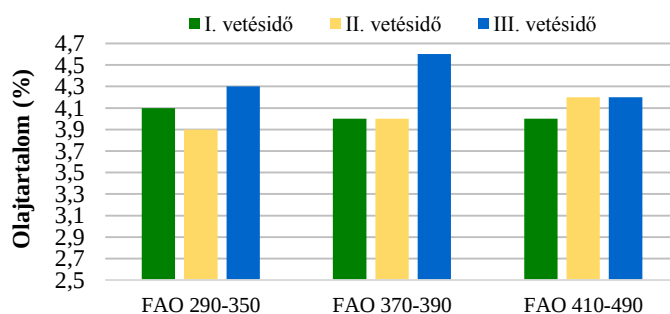
A keményítőtartalom vizsgálata során 2013-ban szignifikáns különbségek mutatkoztak az egyes vetésidőkben (28. ábra). A FAO 290-350 tenyésztési csoportban a legnagyobb keményítő értéket a május 3-i, második vetésidőben érték el a vizsgált hibridek (73,9%). A FAO 370-390 hibridek csoportjában viszont a megkésett, május 16-i vetésidő bizonyult optimálisnak. A leghosszabb érésű hibridek csoportjában maximális keményítőtartalmat az április 16-i vetésidőben mértünk (73,6%), majd a vetésidő kitolódásával szignifikánsan csökkentek az értékek.



SzD_{5%} Vetésidő: 0,3

28. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)

Az olajtartalom változásában 2013-ban is statisztikailag igazolható különbségeket találtunk a vetésidők között a hibridcsoportok átlagában (29. ábra).



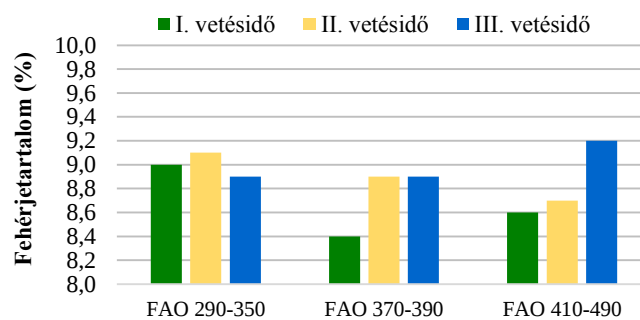
SzD_{5%} Vetésidő: 0,1

29. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)

A legrövidebb tenyészidejű FAO 290-350 csoportban az előző vizsgálati évhez képest jelentősen nagyobb értékeket realizáltunk. A legnagyobb olajtartalmat a harmadik vetésidőben érték el a növények (4,3%). A FAO 370-390 csoportban a legnagyobb átlagos olajtartalmat a harmadik vetésidőben mértünk (4,6%). Az első és második vetésidőben ebben az évben is megegyező, habár lényegesen nagyobb volt az olajtartalom (4,0%), mint 2012-ben. A FAO 410-490 hibrideknél az átlagos olajtartalom növekedés a második és a harmadik vetésidőben is szignifikánsnak bizonyult az április 16-i vetésidővel szemben, ami egyaránt 4,2% volt.

A fehérjetartalom vetésidőtől függően 8,6-9,0% között változott. A fehérjetartalom számára az április 16-i vetés nem kedvezett, a FAO 290-350 hibridek a legnagyobb fehérjetartalmat (9,1%) a második, május 3-i vetésidőben érték el, azonban a vetésidők között nem volt jelentős a különbség.

A hosszabb tenyészidejű hibridek csoportjában az első vetésidőben mért 8,4%-hoz képest 0,5%-kal nagyobb volt az átlagos fehérjetartalom a második és harmadik vetésidőben is. A FAO 410-490 csoportban viszont a későbbi vetésidőre jelentős növekedéssel reagáltak a hibridek, mivel az első és második vetésidőben 8,6% és 8,7% volt az átlagérték, a harmadik vetésidőben viszont jelentősen nagyobb (9,2%) fehérjetartalmat mértünk (30. ábra).



SzD_{5%} Vetésidő: 0,2

30. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)

A korreláció vizsgálat alapján 2013-ban a vetésidő hatással volt mind az olajtartalom, mind a fehérjetartalom változására (29. táblázat).

A vetésidő és olajtartalom között gyenge, pozitív irányú interakciót találtunk ($r=0,420^{**}$), a vetésidő és fehérjetartalom között pedig igen gyenge volt a kapcsolat ($r=0,217^{*}$). A keményítőtartalom esetén gyenge, negatív összefüggést tapasztaltunk mind az olajtartalommal ($r=-0,362^{**}$), mind a fehérjetartalommal ($r=-0,410^{**}$), ugyanakkor az olajtartalom és fehérjetartalom között is igen gyenge kapcsolat ($r=0,241^{*}$) állt fenn.

29. táblázat: A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2013)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Keményítő (%)	-0,114 ^{NS}	-0,171 ^{NS}
Olaj (%)	0,420 ^{**}	0,027 ^{NS}
Fehérje (%)	0,217 [*]	0,010 ^{NS}

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

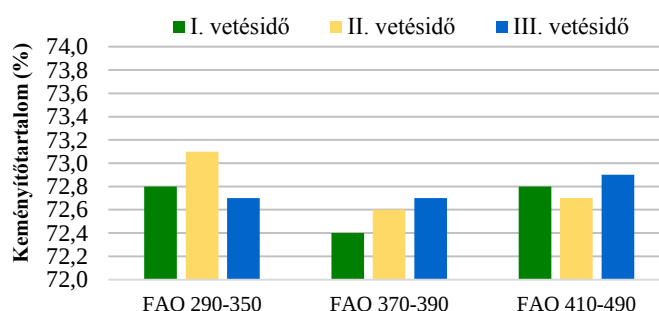
**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

4.7.3. A 2014. év beltartalmi eredményeinek alakulása

A keményítőtartalom alakulása a legrövidebb FAO számú hibridek csoportjában a hibridek átlagában hasonlóan alakult, mint 2013-ban. A legnagyobb keményítő tartalmat (73,1%) az április 14-i, második vetésidőben érték el a hibridek. A FAO 370-390 hibridek keményítő százaléakai nőttek a későbbi vetésidőkben. A FAO 410-490 hibridek között nem volt jelentős a különbség. A legalacsonyabb értéket (72,7%) a

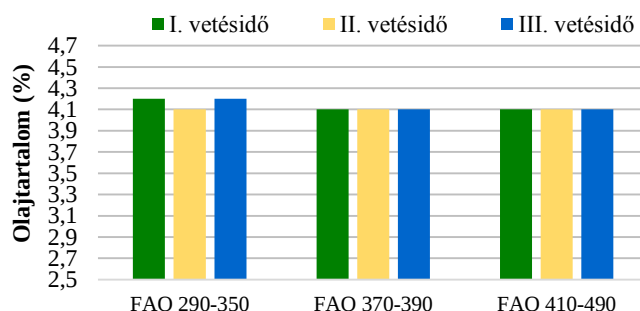
második vetésidőben kaptuk, amihez viszonyítva az első és harmadik vetésidőben minimálisan nőtt a keményítő tartalom (31. ábra).



SzD_{5%} Vetésidő: 0,2

31. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyésztidejű hibridcsoportokban a hibrdek átlagában (Debrecen, 2014)

Az olajtartalom vizsgálata során a vizsgált hibrideknél az egyes vetésidők között statisztikailag igazolható különbségeket állapítottunk meg (32. ábra). Az egyes FAO csoportokban a hibrdek átlagában azonban nem volt különbség. A FAO 290-350 hibridcsoportban 4,1-4,2% volt az átlagos olajtartalom, a másik két tenyésztidejű csoportban a hibrdek átlagában minden vetésidőben 4,1%-os olajtartalmakat kaptunk.



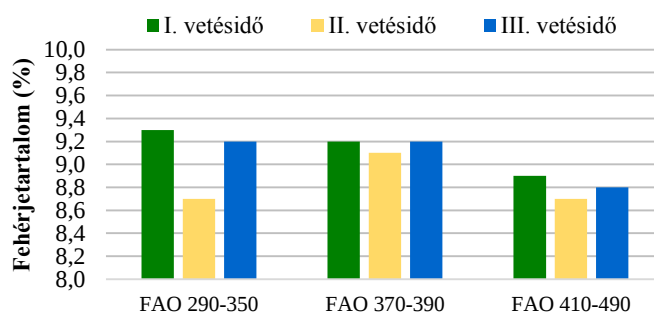
SzD_{5%} Vetésidő: 0,1

32. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyésztidejű hibridcsoportokban a hibrdek átlagában (Debrecen, 2014)

A fehérjetartalom 2014-ben is alacsonyabbnak bizonyult 2012-höz viszonyítva, ami a csapadékos július-szeptemberi hónapoknak volt köszönhető (33. ábra).

A legkorábbi éréscsoportú hibrdeknél (FAO 290-350) a korai, március 27-i vetésidőben volt a legnagyobb a fehérjetartalom (9,3%), ami szignifikánsan csökkent a

második, átlagos vetésidőben. A FAO 370-390-es hibridek fehérje értékeiben nem volt jelentős különbség, illetve a leghosszabb tenyészedőcsoportban sem, habár itt szignifikánsan kisebb volt az átlagos fehérjetartalom, mint a rövidebb érésű hibrideknél.



SzD_{5%} Vetésidő: 0,1

33. ábra: A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)

Ebben az évben több esetben is találtunk összefüggést a tényezők között (30. táblázat). A termésmennyiség és keményítő tartalom között igen gyenge ($r=0,189^*$), míg a termésmennyiség és olaj-, valamint fehérjetartalom között gyenge, negatív ($r=-0,333^{**}$; $r=-0,432^{**}$) összefüggést találtunk. A keményítő- és olajtartalom között ($r=-0,695^{**}$), illetve a keményítő- és fehérjetartalom között ($r=-0,699^{**}$) közepes erősségű volt a korreláció. Az olaj- és fehérjetartalom pozitív, közepesen szoros kapcsolatot mutatott ($r=0,542^{**}$).

30. táblázat: A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2014)

Vizsgálati tényezők	Vetésidő	Termés
Keményítő (%)	0,062 ^{NS}	0,189 [*]
Olaj (%)	-0,083 ^{NS}	-0,333 ^{**}
Fehérje (%)	-0,042 ^{NS}	-0,432 ^{**}

*A korreláció szignifikáns SzD_{5%} szinten

**A korreláció szignifikáns SzD_{1%} szinten

^{NS}A korreláció nem szignifikáns

4.7.4. A három vizsgálati év beltartalmi paramétereinek összehasonlítása

A minden évben egyaránt elvetett 10 hibrid keményítő-, olaj- és fehérjetartalmát vizsgálva az 34. ábrán látható a vizsgált évek közötti eltérés.

A keményítő tartalom 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 keményítő tartalma 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 is, 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 eredményeinek alakulásában 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. 2013-ban lényegesen alacsonyabb értékeket értek el a hibridek, 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 (5. melléklet). A vizsgált hibrideknél az egyes vetésidőkben nagyobb különbségek csak a keményítő-termés értékeiben voltak.

A vetésidők 2012-ben és 2013-ban is jelentős különbségeket 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.

Sem a szemtermés mennyiségi növekedése, sem az évjárat hatása a hektáronkénti fehérje hozamot jelentős mértékben nem módosította. Mindhárom évben

a legnagyobb fehérjetermés $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ volt, ami 2012-ben a PR37N01 és a P9494 hibridekhez tartozott, 2013-2014. években viszont a P0216 hibrid adta a legtöbb hektáronkénti fehérjetermést.

Az olajhozam tekintetében az egyes évek és vetésidők között nem találtunk eltérést, ami hibridtől függően 2012-ben $0,2-0,4 \text{ t ha}^{-1}$, 2013-ban $0,2-0,5 \text{ t ha}^{-1}$, 2014-ben $0,4-0,5 \text{ t ha}^{-1}$ között változott.

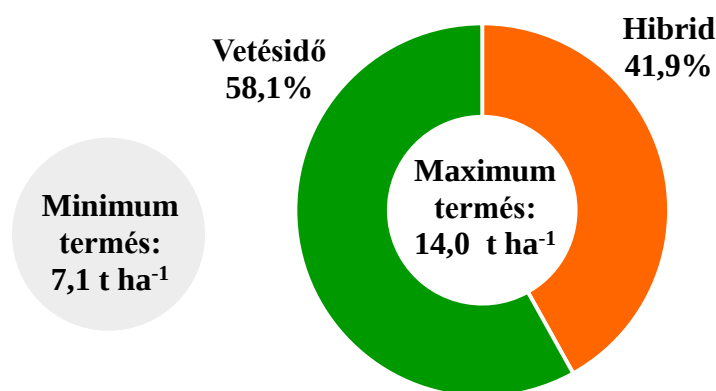


34. ábra: A szemtermés keményítő-, olaj- és fehérjetartalmának alakulása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)

4.8. A vetésidő, a hibrid és az évjárat kukorica termésmennyiségét befolyásoló hatásának értékelése

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 2012. vizsgálati évben a minimum ($7,1 \text{ t ha}^{-1}$) és maximum termés ($14,0 \text{ t ha}^{-1}$) között $6,9 \text{ t ha}^{-1}$ különbség volt. Ez a terméstöbblet elsősorban az alkalmazott vetésidőknek volt köszönhető, ami 58,1%-ban járult hozzá a termésnövekedéshez. Az alkalmazott hibrid 41,9%-ban volt meghatározó, ami $2,9 \text{ t ha}^{-1}$ terméstöbbletet jelentett (35. ábra).

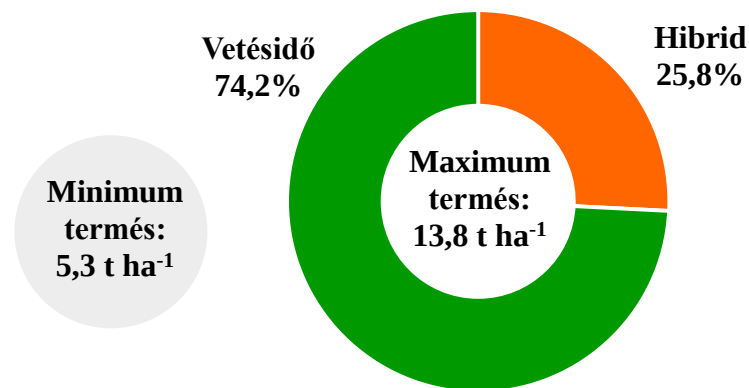


35. ábra: A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában
(Debrecen, 2012)

A termésmaximum 2013-ban $13,8 \text{ t ha}^{-1}$ volt, míg a minimum termés $5,3 \text{ t ha}^{-1}$. A különbség több, mint kétszeres volt ($8,5 \text{ t ha}^{-1}$). A kedvezőtlen évjárat következtében – a 2012. évvel ellentétben – rendkívül nagy volt a komponensek közötti különbség. A rendkívüli aszály következtében a terméseredményeknek a minél korábbi vetésidő kedvezett, mivel az április 16-i vetésidő a korábbi virágzásból adódóan jobban el tudta viselni a júliusi szárazságot. A terméstöbbletet felosztva a vetésidő 74,2%-ban volt meghatározó, ami $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ termésnövekedést eredményezett. A hibrid viszont csak 25,8%-ban befolyásolta a termésmennyiség alakulását (36. ábra).

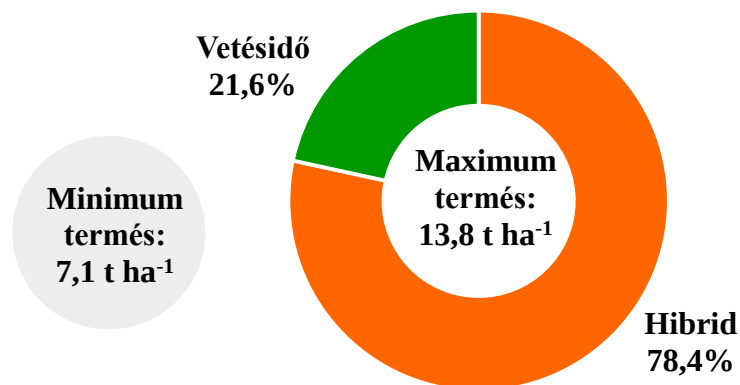
2013-ban a LAI értékek lényegesen kisebbek voltak, mint 2012-ben és a szervesanyag-termelés hatékonysága is csökkent, ugyanakkor a termésmaximumok a

két évben közel azonosak voltak. Ez a kiegyenlítődés annak volt köszönhető, hogy 2012-ben a tenyészidőszak első fele kedvező volt, ami lehetővé tette a kezdeti gyors fejlődést, a nagyobb levélterület kialakulását. 2013-ban az első méréskor lényegesen kisebb volt a levélterület értéke, mert a vetésidők kitolódása miatt még jóval kisebbek voltak a növények, mint 2012 hasonló időszakában történő LAI méréskor. A későbbi érésnek köszönhetően az aszályos nyári hónapok után a kukorica hibridek számára kedvezőbb volt a szeptember hónapra érkező csapadék, mint egy átlagosnak tekinthető időszakot követően.



36. ábra: A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában
(Debrecen, 2013)

A kedvező évjáratú 2014-ben a komponensek közötti arány eltérő módon jelentkezett, mint 2012-ben és 2013-ban. Mivel az év minden vetésidőnek kedvezett, így ez a vizsgált tényező kisebb jelentőséget kapott (37. ábra). A minimum termés 7,1 t ha⁻¹ volt, a maximum 13,8 t ha⁻¹. A különbség a három év közül a legkisebb, de még így is jelentős (6,7 t ha⁻¹) volt. A többi vizsgálati évvel ellentétben 78,4%-ban (5,3 t ha⁻¹) a hibrid határozta meg a termést és csak 21,6%-ban (1,4 t ha⁻¹) volt szerepe a vetésidőnek.



37. ábra: A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában
(Debrecen, 2014)

A három év együttes értékelése során a hibrid és a vetésidő mellett már az évjárat hatását is figyelembe lehetett venni. Ebben az esetben a minimum termés $5,3 \text{ t ha}^{-1}$, a maximum termés $14,0 \text{ t ha}^{-1}$ volt, ami $8,7 \text{ t ha}^{-1}$ különbséget jelentett. 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.

4.9. A szárítási költséggel korrigált árbevétel alakulása a vetésidő függvényében

A gabonafélék betakarítása után hazai technológiáinknak többnyire eleme a szárítás, ami a biztonságos tárolhatóságot teszi lehetővé. A kukorica hosszú távon 14%-os nedvességtartalommal tárolható, ennél nagyobb víztartalom a magvak élettevékenységének folytatásához, tárolási problémákhoz vezet. A szárítás során évjáratától függően jelentős mennyiségű víz, szárítással való elvonására lehet szükség, ami igen költséges eljárás. A vetésidőnek meghatározó szerepe van a szárítási költségek alakulásában, ugyanis a korábbi vetésidővel 10-15%-kal is csökkenthető a betakarításkori szemnedvesség, ami magasabb árbevétel elérését teszi lehetővé.

A vizsgálati években elemeztük a szárítási költségek alakulását, hogy az milyen különbségeket okozott a hibridek és vetésidők között, mekkora bevétel kiesést jelentett az évjárat hatás miatti magas betakarításkori szemnedvesség-tartalom.

A rendkívüli aszály következtében 2012-ben minden vetésidő, minden hibridje már a szeptember 14-15-i betakarítás idején 14% körüli, illetve az alatti víztartalommal volt betakarítható. Ezek alapján a költségvizsgálatba ezt az évet nem vettem bele. A 2013. és 2014. években már jóval magasabb szemnedvesség értékek fordultak elő, ami a bevételeket mind a hibridek, mind a vetésidők között hangsúlyossá tette. A számítást a szerint végeztem el, hogy a hektáronként elért terméseredményt 2013-ban 40160 Ft, 2014-ben 35172 Ft (AKI PÁIR) tonnánkénti felvásárlási árral szoroztam meg. Az így kapott bevételből levonásra került a 14%-os szemnedvesség-tartalomig szárított termés szárítási költsége. A szárítási költség kiszámolásánál mindkét évben azt vettem alapul, hogy 1% víz elvonása átlagosan 800 Ft tonnánként.

A P9494 2013-ban az első vetésidőben 508760 Ft bevételt eredményezett, ami 12,1%-os többletet jelentett a második legnagyobb hektáronkénti bevételt elért DA

Sonkához (446951 Ft) képest. Ebben az esetben a szárítási költség 0 Ft volt, hiszen mindkét esetben 14,0% alatti vízzel takarítottuk be a kukoricacsöveket.

A legnagyobb bevételkiesést a harmadik vetésidő jelentette, hiszen minden esetben 21,2-31,5% közötti nedvességtartalmú volt a hibrdek szemtermése. A két leghosszabb tenyészidejű hibridnek a korábbi vetésidők sem kedveztek. A Miranda (FAO 460) 6,3 és 6,0 t ha⁻¹ terméseredménye mellé 25,0 és 25,8% volt a betakarításkori szemnedvesség-tartalom a második és harmadik vetésidőben, ami hektáronként 55331 Ft és 57014 Ft szárítási költséget jelentett, így 138016 Ft és 149657 Ft bevételkiesést okozott az első vetésidőhöz viszonyítva (31. táblázat).

31. táblázat: A szárítási költségek alakulása 2013-ban a különböző vetésidőkben

Hibrid	Vetésidő	Termés (t ha ⁻¹)	Betakarításkori szemnedvesség- tartalom (%)	Bevétel (Ft/ha)	Szárítási költség (Ft/ha)	Szárítással csökkentett bevétel (Ft/ha)
Sarolta	I.	10,4	14,7	419 601	5 851	413 750
	II.	8,1	16,5	326 236	16 247	309 990
	III.	8,4	23,9	336 664	66 393	270 271
P9578	I.	10,7	13,4	429 186	0	429 186
	II.	7,8	15,3	313 058	8 107	304 951
	III.	10,2	24,0	410 441	81 760	328 681
NK Octet	I.	8,5	14,0	342 024	0	342 024
	II.	6,3	18,8	253 218	24 212	229 006
	III.	8,3	26,9	333 438	85 683	247 755
DKC 4590	I.	9,8	13,7	394 191	0	394 191
	II.	8,5	18,0	340 977	27 169	313 808
	III.	11,5	29,5	462 226	142 717	319 508
Kamaria	I.	10,2	15,7	410 707	13 908	396 798
	II.	6,9	16,3	278 260	12 749	265 511
	III.	8,2	28,7	330 312	96 724	233 588
PR37N01	I.	10,9	14,3	438 265	2 619	435 646
	II.	8,0	19,8	322 301	37 237	285 063
	III.	8,9	27,7	358 994	97 971	261 022
DA Sonka	I.	11,2	14,5	451 447	4 496	446 951
	II.	9,0	19,2	363 185	37 620	325 564
	III.	9,9	30,5	397 589	130 680	266 909
Szegedi 386	I.	9,1	14,3	364 191	2 176	362 015
	II.	8,2	17,3	329 665	21 671	307 994
	III.	7,0	25,7	280 399	65 351	215 048
P9494	I.	12,7	13,9	508 760	0	508 760
	II.	9,5	15,9	382 260	14 468	367 792
	III.	9,3	21,2	373 729	53 602	320 127
DKC 4983	I.	7,7	13,7	308 052	0	308 052
	II.	8,3	17,7	333 583	24 587	308 997
	III.	8,4	28,9	335 866	99 688	236 178
Miranda	I.	8,4	14,3	337 214	2 015	335 199
	II.	6,3	25,0	252 513	55 331	197 182
	III.	6,0	25,8	242 556	57 014	185 542
P0216	I.	10,2	23,3	407 674	80 397	327 277
	II.	12,2	22,3	488 652	80 792	407 860
	III.	9,5	30,5	382 241	125 636	256 606

A P0216 (FAO 490) rekord termőképességének köszönhetően még a magasabb betakarításkori szemnedvesség-tartalom ellenére is nagyobb bevételt ért el mindhárom vetésideőben, mint a többi FAO 400 feletti érésidejű DKC 4983 (FAO 410) és Miranda (FAO 460). A hibrid mindhárom vetésidejében egyaránt jelentős volt a szemnedvesség, de a legnagyobb második vetésideőben elért termés (12,2 t ha⁻¹) miatt a legmagasabb bevételt (407860 Ft ha⁻¹) adta a 80792 Ft ha⁻¹ szárítási költség ellenére is.

A hibrideket 2014-ben nagy termésátlaggal takarítottuk be mindegyik vetésideőben, a szemnedvesség a betakarítás idejére viszont csak a március 27-i és április 14-i vetésideőkben csökkent kedvező szintre (32. táblázat).

32. táblázat: A szárítási költségek alakulása 2014-ben a különböző vetésideőkben

Hibrid	Vetésideő	Termés (t ha ⁻¹)	Betakarításkori szemnedvesség- tartalom (%)	Bevétel (Ft/ha)	Szárítási költség (Ft/ha)	Szárítással csökkentett bevétel (Ft/ha)
Sarolta	I.	9,0	14,4	317 226	2 886	314 340
	II.	8,8	14,8	309 642	5 634	304 008
	III.	8,3	23,5	291 654	63 021	228 633
P9578	I.	11,5	14,3	405 995	2 770	403 224
	II.	10,8	14,5	381 020	4 333	376 687
	III.	11,8	22,5	413 899	80 022	333 877
NK Lucius	I.	10,8	14,9	378 864	7 756	371 108
	II.	10,6	15,7	372 131	14 389	357 742
	III.	11,2	22,1	395 555	72 877	322 678
DKC 4590	I.	12,4	15,4	436 965	13 915	423 050
	II.	11,8	19,1	414 471	48 080	366 391
	III.	13,2	26,2	462 702	128 398	334 305
Kamaria	I.	11,7	18,5	412 290	42 200	370 090
	II.	10,6	19,3	373 012	44 967	328 045
	III.	11,6	26,9	408 168	119 764	288 405
PR37N01	I.	10,4	18,5	367 117	37 576	329 540
	II.	10,6	18,2	372 769	35 611	337 157
	III.	11,6	24,7	408 305	99 372	308 933
DA Sonka	I.	10,3	16,6	361 672	21 389	340 283
	II.	10,6	17,1	374 103	26 378	347 724
	III.	11,9	22,0	417 891	76 041	341 850
Szegedi 386	I.	10,5	16,2	368 876	18 459	350 417
	II.	10,8	17,5	380 377	30 282	350 096
	III.	10,5	23,4	370 063	79 123	290 941
P9494	I.	11,6	16,3	408 878	21 390	387 488
	II.	11,2	17,3	394 023	29 575	364 448
	III.	12,0	23,8	422 798	94 244	328 554
DKC 4983	I.	11,2	17,1	394 722	27 832	366 890
	II.	12,3	18,9	431 851	48 131	383 720
	III.	12,1	22,1	427 118	78 692	348 426
Miranda	I.	9,9	17,5	347 386	27 655	319 730
	II.	10,9	19,4	383 894	47 152	336 742
	III.	10,6	25,4	371 234	96 261	274 974
P0216	I.	13,0	20,7	455 518	69 419	386 099
	II.	12,2	19,3	427 429	51 527	375 901
	III.	11,4	30,3	399 280	148 034	251 246

A P9578 nem az első vetésidőben érte el a maximális termésmennyiséget, azonban a rendkívül jó vízleadó képességének köszönhetően itt tudta elérni a legnagyobb árbevételt ($403224 \text{ Ft ha}^{-1}$). A harmadik vetésidő $11,8 \text{ t ha}^{-1}$ termése mellé tartozó 22,5%-os víztartalom már hektáronként 80022 Ft -tal csökkentette a hozamot.

Ez a tendencia érvényesült a legnagyobb profitot eredményező DKC 4590 hibridnél is. Az első vetésidőben $12,4 \text{ t ha}^{-1}$ volt a termése, a harmadik vetésidőben $13,2 \text{ t ha}^{-1}$, a betakarításkori szemnedvesség-tartalom viszont nagyban módosította a szárítással csökkentett bevétel összegét. Míg a kisebb terméssel ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$) az alacsonyabb nedvességtartalomból (15,4%) kifolyólag $423050 \text{ Ft ha}^{-1}$ bevételt realizáltunk, addig a nagyobb terméssel ($13,2 \text{ t ha}^{-1}$) közel 89 ezer Ft-tal kevesebb hasznot értünk el hektáronként. Utóbbi esetben ugyanis a 26,2% betakarításkori szemnedvesség-tartalom miatt az árbevételből $128398 \text{ Ft ha}^{-1}$ szárítási költség került levonásra.

A FAO 410-490 hibrideknél ismételtén kedvezőtlenül magas értékeket hoztak a korábbi vetésidők is. A P0216 hibrid a harmadik vetésidőben is $11,4 \text{ t ha}^{-1}$ termést tudott elérni, azonban a magas (30,3%) betakarításkori szemnedvesség-tartalom 148034 Ft hektáronkénti szárítási költséget jelentett, ami miatt a második legkisebb szárítással csökkentett bevételt ($251246 \text{ Ft ha}^{-1}$) eredményezte a hibrid a vizsgált 12 hibrid közül.

Az eredmények jól alátámasztják, hogy egy megkésett vetésidő mennyivel növeli a szárítási költséget, míg az optimális vagy annál korábbi vetésidő, annak ellenére, hogy esetenként alacsonyabb terméseredménnyel is takarítható be, az alacsonyabb víztartalom miatt nagyobb bevételt fog eredményezni. Az eltérő tulajdonságú hibridek másképpen reagálnak a vetésidőkre, az évjárathatásra, így a genotípus megválasztásánál fontos ismernünk azok egyedi tulajdonságait.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A klímaváltozáshoz történő adaptáció javítása a magyar mezőgazdaság és a hosszú távú fenntartható növénytermesztés fontos pillére. Az időjárási anomáliákból adódó terméseszkökenésre a biológiai alapok, a kukorica vetésidejének tudományos vizsgálata, az azokból levont következtetések és a kutatás-fejlesztés eredményeinek alkalmazása megoldást jelenthet. A mezőgazdasági kutatások egyik legfőbb célja a klímaváltozás és növénytermesztés kapcsolatának feltárása, az aszályra való érzékenység, a stressztűrés és az alkalmazkodóképesség vizsgálata. Azokat a hibrideket kell előtérbe helyezni, amelyek jól tolerálják a hőmérséklet emelkedését és a csapadék mennyiségének várható csökkenését.

Az eltérő genetikai tulajdonságú hibrideknek különböző a csírázaskori hidegtűrése, amit az optimális vetésidő megállapításánál figyelembe kell venni. A globális felmelegedés okozta klímaváltozás következtében időjárásunk nagyon szélsőségesse vált, azonban jellemző, hogy a kitavaszkodás, felmelegedés általában korábban következik be. A legtöbb esetben április elején a talajhőmérséklet már eléri a 10 °C-ot, ami 2012-ben és 2014-ben is beigazolódott.

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, amitől függ a kelés ideje. A vetéstechnológia, a termesztés körülményei és az évjárat együtt vannak döntő hatással a kukorica kelésének idejére. A vetésidő és kelésidő közötti kapcsolat 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 virágzási időben is megmutatkozott. A korábbi vetésidőkben június második felére esett a hím- és nővirágzás, míg a későbbi vetésidőkben 3-4 héttel is későbbre tolódott a virágzás ideje.

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 vizsgálati eredmények alapján megállapítható a levélterület meghatározó szerepe a kukorica hibridek termésképzésében az eltérő vetésidőkben. A maximális levélterület értéket 2012-ben és 2013-ban is a vizsgált hibridek zömében az első

vetésidőben érték el. A hibridek 2014-ben a legalacsonyabb levélterület értéket zömmel a harmadik vetésidőben érték el, emellé pedig a legnagyobb terméseredmények párosultak. A maximális levélterület-index viszont szignifikánsan alacsonyabb termésmennyiséget eredményezett.

A nettó fotoszintetikus aktivitás elemzése során 2012-ben és 2013-ban a vetésidők késésének szervesanyag-termelést csökkentő hatása jól látható volt. A hibridek szervesanyag produktivitását csökkentette a vetésidők későbbre tolódása. 2014-ben a fotoszintetikus kapacitás vizsgálata során nagyon szembetűnő volt a harmadik vetésidőben a legfiatalabb növények kimagaslóan nagy teljesítménye, ami az eltérő érésidőkkel magyarázható. A korábban vetett növények érése hamarabb indul 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 kumulált asszimilációs terület (KAT) vizsgálata során 2012-ben a KAT és a termés mennyisége között pozitív, közepes erősségű kapcsolatot állapítottunk meg. Az aktív fotoszintetizáló területet a növények 2012-ben tartották fent a legtovább, amely LAD érték közepesen szorosan korrelált a terméssel, ugyanis a hosszabb ideig fenntartott levélzet nagyobb szárazanyag produkcóra képes. A produktivitás mutató (PM) elemzésénél azt tapasztaltuk, hogy a termés mennyiségét 2013-ban és 2014-ben is nagymértékben meghatározta ez a mutató, a köztük lévő összefüggés igen szorosnak volt mondható.

A 2012-2014. évek között beállításra kerülő vetésidő kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy szoros, szignifikáns összefüggés volt a vetésidő és a termés, illetve a vetésidő és a betakarításkori szemnedvesség-tartalom között. A vetésidő és a termés közötti összefüggést irodalmi adatokkal is összehasonlítva megállapítható, hogy 2012-ben és 2013-ban mi is a korábbi vetésidőben kaptuk a nagyobb termést, *Berzsenyi és Lap* (2005) eredményeihez hasonlóan.

A kísérletben szereplő hibridek 2012-ben kimagasló terméseredményeket értek el annak ellenére, hogy az országos termésátlag nagyon alacsony volt. Hajdú-Bihar megyében azonban 5,2 t ha⁻¹ volt az elért termésátlag, szemben a rendkívül vízhiányos Jász-Nagykun-Szolnok (2,3 t ha⁻¹) és Csongrád megyékkel (2,5 t ha⁻¹). Ez a különbség azzal magyarázható, hogy 2012. júliusában, Debrecenben 43,9 mm csapadék hullott. A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy aszályos évjáratban a rövid tenyészidejű hibrideket késői vetésidőben is nagyobb biztonsággal vethetjük, azonban a

hosszabb tenyészidejű hibrideknél a késői vetésidő alkalmazása akár 2-3 t ha⁻¹ nagyságú terméskiesést is okozhat. Korai és átlagos vetésidőben, adott évjáratú kondíciók mellett a vizsgált FAO 370-390 tenyészidejű hibridcsoport hibridjei teljesítettek a legjobban (11,6 t ha⁻¹, 10,7 t ha⁻¹), míg a harmadik, május 2-i vetésidőben a rövidebb tenyészidejű FAO 290-350-es hibridcsoport termésátlag-fölénye volt a meghatározó (10,2 t ha⁻¹).

A hibrideknek a második, május 3-i és a harmadik, május 16-i vetésidő sem kedvezett a 2013. évi kísérletben, a nyári hónapok átlag feletti hőmérséklete és a rendkívül aszályos július, augusztus miatt. Az első vetésidő nagyobb termésmennyisége azzal is magyarázható, hogy a fejlődésben előrébb tartó növényállomány jobban tudta hasznosítani a májusban lehulló, 30 éves átlagot meghaladó, valamint a júniusi virágzás alatt eső 34 mm-nyi csapadékmennyiséget. Ezzel szemben július hónapban összesen csak 5 mm volt a csapadék.

Természetesen előfordul, hogy a későbbi vetésidőben lehet elérni nagyobb termést, ha a tenyészidőszak második fele a csapadékosabb, úgymint 2014-ben is, amikor minden vetésidőben kedvező terméseredményeket értünk el. A legmagasabb termésmennyiséget a harmadik vetésidőben takarítottuk be. Ennek oka, hogy a későbbi vetésidők kukorica állománya még zöldebb, és jól tudja hasznosítani a tenyészidőszak második felére érkező csapadékot, szemben a korábbi vetésidők ekkor már leszáradt levelű kukorica állományával. Ilyen esetekben azonban már sokkal magasabb a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, ami csökkenti a kukoricatermesztés hatékonyságát.

A szemnedvesség-tartalmat a hibridek vízleadó képessége, tenyészideje, a vetésidő és az évjárat is befolyásolja. A hosszabb tenyészidejű, nagyobb potenciális termőképességű hibrideknél későbbi vetésidő esetén a szárítási költség jelentős részben csökkentheti a terméstöbblet árbevételét. A korábbi vetésidők esetén lényegesen alacsonyabb a betakarításkori szemnedvesség-tartalom, ahol a megkésett vetésidőkhöz viszonyítva eredményeink alapján akár 10-15%-kal is csökkenthető a szemek betakarításkori víztartalma.

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.

A termésképző elemek vizsgálatából kiderül, hogy 2012-ben a P9578 hibridnek volt a legnagyobb a morzsolási aránya, míg a csőhossz tekintetében a legkisebb mérettel rendelkezett. A P9494 kiemelkedő terméseredménye mellé a legmagasabb ezerszemtömeg társult, míg a DKC 4983 a leghosszabb csövet fejlesztette és az ezerszemtömege is 300 g feletti volt. A kapott eredmények igazolják, hogy az összes vizsgált hibrid közül a DKC 4590 volt a legnagyobb termőképességű és keményítő-tartalmú hibrid, míg olaj- és fehérjetartalmat tekintve a Szegedi 386 és NK Octet hibridek voltak kiemelhetők.

A legnagyobb morzsolási arány 2013-ban a DA Sonka hibridhez tartozott, míg a legnagyobb termést és ezerszemtömeget a P0216 érte el, a Sarolta pedig a legkisebb szem-csutka aránnyal és ezerszemtömeeggel rendelkezett. A beltartalmi vizsgálat során keményítő tartalomban a Kamaria, olajtartalomban pedig szintén a Szegedi 386 volt kiemelkedő, a legnagyobb produktivitású és fehérjetartalommal rendelkező hibrid viszont a P0216 volt.

A P9578 ismét legnagyobb morzsolási arányával és legkisebb csőhosszával emelkedett ki 2014-ben. A P0216 nagy termése mellé a legnagyobb ezerszemtömeg tartozott. Minden évben elmondható, így 2014-ben is, hogy a legkisebb morzsolási arányt és ezerszemtömeget is a Sarolta hibridnél mértük. A minőségi vizsgálat értékeit elemezve a Kamaria hibrid ismét a legnagyobb keményítő tartalommal, a Szegedi 386 pedig olaj- és fehérjetartalommal volt jellemezhető.

A varianciakomponensek felosztása révén a három vizsgálati évet együttesen értékelve az évjáratnak meghatározó szerepe volt a termésmennyiségek alakulásában. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a klímaváltozás következtében rendkívül szélsőségesse váló időjárási helyzeteket teljes mértékben nem tudjuk kiiktatni, de hatását jelentős mértékben módosíthatjuk. Ebben a hibridnek és a vetésidőnek is nagy jelentősége van azáltal, hogy jó alkalmazkodóképességű, az adott ökológiai viszonyoknak megfelelő genotípust választunk. Eredményeink alapján a kukorica vetését talajhőmérséklettől függően, az optimális vetésidő intervallumon belül minél korábban kell elkezdeni, mert így főleg aszályos évjáratban növelhetjük a termésbiztonságot és a termesztés hatékonyságát.

6. 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.

7. A GYAKORLATNAK ÁTADHATÓ 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-termésbiztonság és a minőség közötti szoros összefüggés adatai.
3. Eredményeink alapján a gyakorlat számára javasoljuk, hogy adott üzemen 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.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A termesztési tényezőkön belül a biológiai alapoknak kiemelkedő jelentősége van. A termőképesség a hibridválasztás egyik legfontosabb kritériuma. Az időjárási anomáliákból adódóan a kukorica terméspotenciáljának kihasználásához a termesztéstechnológiai elemek összhangja szükséges. 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.

A kukorica hibridek vetésidő reakciójára irányuló kísérletet a Debreceni Egyetem Növénytudományi Intézetének Bemutatókertjében állítottuk be 2012–2014. években. A vetésidő és produktivitás közötti összefüggés meghatározása céljából 12 eltérő tenyészidejű és genetikai hátterű kukorica hibridet teszteltünk.

A három évben 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; hím- és nővirágzás idejét mértük. Célunk számos egyéb vizsgálat elvégzése mellett annak megállapítása is volt, hogy a vetésidő miképpen befolyásolja a kukorica hibridek levélterületének alakulását és fotoszintézisének aktivitását, valamint ezek a tényezők milyen hatással vannak a termésképződésre, a termés alakulására. A fiziológiai érést követően hetente vizsgáltuk a hibridek vízleadás dinamikáját. A betakarítás után a szemtermést egységesen 14%-os szemnedvesség-tartalomra számoltuk át. Továbbá a betakarítást követően meghatároztuk a termésképző elemek és a beltartalmi paraméterek alakulását is.

A hibridek csírázása, kelése 2012-ben vontatott volt, ugyanis az első vetésidőben a vetéstől kelésig eltelt napok száma meghaladta a 20-at. A vetésidő és kelésidő közötti összefüggés 2013-ban is megmutatkozott. A vetéstől a kelésig eltelt napok száma az első vetésidő esetén 11, a második vetésidőben 8, a harmadik vetésidőben 10 nap volt. Az állomány kelésének ideje 2014-ben hasonlóan alakult a márciusi vetésidőben, mint 2012-ben. A kelésig eltelt napok száma az alacsony vetéskori talajhőmérsékletből (8,0 °C) és a minimális csapadék mennyiségből adódóan 18 nap, míg a második és harmadik vetésidőben 11-11 nap volt.

A fenológiai vizsgálatok során megfigyeltük, hogy a vetésidők hogyan módosítják a vizsgált kukorica hibridek hím- és nővirágzásnak idejét. A hibridek átlagában a vetésidőtől a hím- és nővirágzásig eltelt napok száma a vetésidő kitolódásával rövidült.

A növénymagasság szempontjából legkiemelkedőbbnek a 2012. év 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 hibridnél volt megállapítható, ahol 2012-höz képest 57,2 cm-rel, 2013-hoz képest 65,0 cm-rel voltak alacsonyabbak a növények.

A kukorica hibridek levélterületének nagysága, szervesanyag-termelésének intenzitása meghatározó lehet a termés mennyiségének alakulásában, azonban az évjárat hatása és a vetésidő együttesen módosítják ezen tényezők alakulását. A három év levélterületének és a fotoszintézis vizsgálatának eredményei alapján törekednünk kell arra, hogy minél gyorsabb legyen a kezdeti fejlődés, amit a hibrid növekedési erélye is meghatároz, és amit az agrotechnikai tényezők közül a startertrágyázással, továbbá a korábbi vetésidővel is befolyásolni tudunk.

A vetésidő és a kukorica hibridek termése közötti összefüggést jelentős mértékben befolyásolta a tenyésztőben lehullott csapadék mennyisége és annak eloszlása a három évben. A P9578 hibrid (FAO 320) termőképessége a hosszabb tenésztidejű hibridekét is felülmúlta, amelyhez rendkívül jó szem-víz arány tartozott. Az aszályos és csapadékos években is nagy terméseredményeket ért el. Mind 2012-ben, mind 2014-ben a kísérlet legkiemelkedőbb hibridje a DKC 4590 volt, azonban a kedvezőtlen 2013. évre jelentős terméseszkökenessel reagált. A P9494 és a DA Sonka hibridek a kimagasló termőképességet, termésbiztonságot és évjárat stabilitást bizonyították a három, egymástól eltérő évben, ugyanis minden évben a vetésidők átlagában 10 t ha⁻¹-t meghaladó volt a termésük.

A kukorica hibridek vízleadás dinamikájának vizsgálata során az eredmények jól alátámasztják, hogy egy megkésett vetésidő mennyivel növeli a szárítási költséget, míg az optimális vagy annál korábbi vetésidő annak ellenére, hogy esetenként alacsonyabb terméseredménnyel is takarítható be, az alacsonyabb víztartalom miatt nagyobb bevételt fog eredményezni.

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 és 2014-ben is bizonyította. Még a kedvezőtlen 2013-ban is a DA Sonka mellett a legnagyobb mért érték ezen hibridhez tartozott (86,9%).

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 terméseredményekkel megegyezően alakult az ezerszemtömeg nagysága, ami alátámasztja a két tényező közötti összefüggést.

A minimális beltartalmi különbségekből adódóan 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 2012-ben és 2013-ban is jelentős különbségeket 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 varianciakomponensek felosztása révén a három vizsgálati évet együttesen értékelve az évjáratnak meghatározó szerepe volt a termésmennyiségek alakulásában. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a klímaváltozás következtében rendkívül szélsőségesse váló időjárási helyzeteket teljes mértékben nem tudjuk kiiktatni, de hatását jelentős mértékben módosíthatjuk. Ebben a hibridnek és a vetésidőnek is nagy jelentősége van azáltal, hogy jó alkalmazkodóképességű, az adott ökológiai viszonyoknak megfelelő genotípust választunk. Eredményeink alapján a kukorica vetését, talajhőmérséklettől függően minél korábban kell elkezdeni, mert termesztésünk így válhat a leghatékonyabbá.

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 hibridekre 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.

9. SUMMARY

Among growing factors, biological bases also have outstanding importance. The productive capacity is one of the most important criteria in choosing a hybrid. Due to the current anomalies of the weather, in order to exploit the yield potential of maize, conformity of the elements of the production technology is a must.

Competitiveness of maize production is influenced by fluctuating yields at a great extent. As a consequence of global warming, 64% of the last 30 years was draughty, and in order to reduce the unfavourable effects, it is expedient to apply a modern agrotechnique which corresponds with the needs of the plant, adjusts to the production conditions and reduces the ecological extremes.

The experiment examining the response of maize hybrids to the sowing date took place in the demonstration garden of the Institute of Plant Sciences of University of Debrecen in years 2012-2014. 12 maize hybrids with different growing seasons and breeding were tested to determine the correlation between the sowing date and the productivity.

During those 3 years of the test, the response of biological bases to the crop year and sowing dates was monitored. That covered, on one hand, the examination of the productive capacity, the dynamics of water release, and the grain moisture content at harvest, and on the other hand, several other factors were analysed. Phenological observations were made, where the plant height and the anthesis and silking were measured. Our aim, along with a number of other examinations, was to detect how the sowing date influences the change of the leaf area and the photosynthetic activity of maize hybrids, and how those factors affect crop formation and the yield. After the physiological ripening the dynamics of the water release of the hybrids were tested weekly. After harvest we recalculated the grain moisture content of the grain crop uniformly to 14%. Also, after harvest, we detected how the crop forming elements and the quality parameters.

In 2012, the germination and emergence of hybrids were slow, as the number of days passed from sowing till emergence were more than 20. The correlation between the sowing date and the time of emergence appeared also in 2013. From sowing to emergence the number of days passed was 11 with the 1st, 8 with the 2nd and 10 with the 3rd sowing date. Among the tested years, 2014 was the only year when no

correlation between the sowing date and the time of emergence was detected. Due to the low temperature of the soil (8.0°C) at sowing and the small amount of rain in March, the number of days that passed till emergence was 18 with the 1st sowing date, while it was 11 both with the 2nd and the 3rd sowing dates.

During the phenological examinations it was observed how the sowing dates affect the anthesis and the silking of the tested maize hybrids. In the average of the hybrids the number of days passed from the date of sowing till the anthesis and the silking decreased with postponing the sowing date.

Point of view of plant height the most outstanding year was 2012 when, except hybrids Sarolta, DKC 4590 and PR37N01, plants were the highest. Test year 2013 was similar, but in 2014 the plants were considerably shorter.

The leaf area and the intensity of organic matter production of maize hybrids can be determinative for the yield, but the crop year and the sowing date together modify the effect of those factors. Based on the results of the analysis of the leaf area and the photosynthesis in the 3 years, we need to aim to ensure the fastest possible early development of the plants, which is also determined by the growth rate of the hybrid and it can be affected, among the agrotechnical factors, by starter fertilization and by the earlier sowing date as well.

The correlation between the sowing date and the maize hybrids was considerably influenced by the amount of rain fallen during the growing season and its distribution in the 3 test years.

The productive capacity of hybrid P9578 (FAO 320) exceeded even that of the hybrids with longer growing seasons, with an excellent grain-water ratio. It reached high yield results in draughty and rainy years, too. Both in 2012 and 2014 the most outstanding hybrid was the DKC 4590, however, it reacted to the unfavourable year of 2013 with decrease in the yield. Hybrids P9494 and DA Sonka proved theirs surpassing productive capacity, yield stability and stable tolerance to the crop year in the 3 different years, as in each year their produced a yield more than 10 t ha⁻¹ in the average of the sowing dates.

In the examination of the dynamics of water release of maize the results well confirms how much a postponed sowing date increases the cost of drying, while the optimum or an even earlier sowing date, despite that it can produce a lower yield, due to the lower water content, will result in a higher income.

Among the hybrids, P9578, DA Sonka and Kamaria had an outstanding shelling rate. For hybrid P9578 every year was favourable. Both in 2012 (88.9%) and 2014 (89.8%) it proved its excellent grain-cob ratio. Even in the unfavourable year of 2013, beside hybrid DA Sonka (87.2%), P9578 had the highest measured value (86.9%).

Excepting hybrid Sarolta, all of the hybrids reached its highest thousand grain weight in 2014. Maximum values were produced by hybrids DKC 4590 (347.2 g), PR37N01 (374.6 g) and P9494 (357.1 g). The thousand grain weight increased at the same extent as the yield results, which confirms the correlation between the two factors.

Due to the minimal nutritional differences the yield dependent starch, protein and oil yield per hectare is also expedient to be taken into consideration. In case of the tested hybrids with the given sowing dates the bigger discrepancies occurred only in the starch content values of the yield. In 2012 and 2013 the sowing dates caused significant differences in yield results, thus the starch yield changed according to the quantity of the crop. The starch content of the grain crop with the 1st sowing date significantly exceeded that with the other two sowing dates. In 2014 there were no considerable differences between the yields, thus the starch yields were not so different with the different sowing dates either.

By the division of variance components, with the evaluation of the 3 test years together, the determinative role of the crop year could be detected in the yields. Our results show that the weather conditions that are becoming very extreme due to the climate change cannot be avoided, but their effect can be significantly modified. The hybrid and the sowing date have a great importance in the above by choosing a genotype with good adaptive ability and adjusted to the ecological conditions. Based on our results the sowing of maize, depending on the soil temperature, should be started as early as possible, because thus can be the production the most effective.

The modern plant production technologies, choosing the appropriate hybrid, the professional application of the sowing date are all the important elements of sustainable production and are the basic conditions for reducing expenditures and for the increase of efficiency. Maize hybrids will be needed which can sustain their yield stability even in extreme weather conditions. In the future, for sustainable maize production, a great emphasis needs to be put on research and innovation.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Akbar M. – Saleem M. – Azhar F. M. – Ashraf M.Y. – Ahmad R.: 2008. Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. *Journal of Agricultural Research*. 46. 1: 27-38.
2. Aldrich, S. R.: 1970. Corn culture. [In: Inglett G. E. (ed). *Corn: Culture, processing, products*]. AVI Publishing Co. Inc, Westport, Connecticut. 24-59.
3. Ali S. – Inamullah – Jan A. – Din M. – Habibullah M.: 2015. Yield response of maize (*Zea Mays* L.) hybrids sown on various dates during Kharif in Peshawar-Pakistan *Journal of Environment and Earth Science*. 5. 1: 13-18.
4. Amjadian M. – Farshadfar M. – Gholipoor M.: 2013. The effects of planting date on the yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) cultivar, single cross 704 in Gorgan region. *Scholars Research Library. Annals of Biol. Research*. 4. 4: 38-41.
5. Anapalli S. S. – Ma L. – Nielsen D. C. – Vigil M. F. – Ahuja L. R.: 2005. Simulating Planting Date Effects on Corn Production Using RZWQM and CERES-Maize Models. *Agronomy Journal*. 97: 58–71.
6. Anvari K. – Arefi S. – Fateh M.: 2012. Effect of planting date on seed yield and yield components of corn different hybrids. *Journal of Crop Ecophysiology*. 3. 4:368-377.
7. Árendás T. – Berzsenyi Z. – Szundy T. – Marton L. Cs – Bónis P.: 2000. Kukorica-termesztőknek. *Gyakorlati Agroforum*. 11. 3: 44-47.
8. Árendás T. – Marton L. Cs. – Bónis P. – Berzsenyi Z.: 2006. Analysis of the moisture content of maize kernels in over-ripe plants. *Acta Agr. Hung.* 54. 4. 425-430.
9. Azadbakht A. – Azadbakht G. – Nasrollahi H – Bitarafan Z.: 2012. Evaluation of Different Planting Dates Effect on Three Maize Hybrids in Koohtasht Region of Iran. *International Journal of Science and Advanced Technology*. 2. 3: 34-38.
10. Balás Á.: 1889. *Növénytermelés*. Mosonmagyaróvár. 2. 92.
11. Bartholy J – Mika J. – Pongrácz R. – Schlanger V.: 2005. A globális felmelegedés éghajlati sajátosságai a Kárpát-medencében. [In: Takács-Sánta A. (szerk.) *Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon*.] Alinea Kiadó-Védegylet. Budapest. 105-139.
12. Bartholy J – Pongrácz R. – Gelybó Gy. – Szabó P.: 2007. A hőmérsékleti extrémumok várható alakulása a Kárpát-medence térségében a XXI. század végén. „Klíma-21” Füzetek. 51. 3-18.

13. Bartholy J.: 2006. A globális éghajlatváltozás valószínűsíthető klimatikus következményei Magyarországon. „Agro-21” Füzetek. 48. 12-25.
14. Bauer P. J. – Carter P. R.: 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability, and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. *Crop Sci.* 26: 1220–1226.
15. Bavec F. – Bavec M.: 2002. Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivars (FAO 100-400). *European Journal of Agronomy.* 16. 2: 151-159.
16. Beiragi M. A. – Khorasani S. K. – Shojaei S. H. – Dadresan M. – Mostafavi K. – Golbashy M.: 2011. A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 corn hybrids (*Zea mays* L.). *American Journal of Experimental Agriculture.* 1. 3: 110-120.
17. Berényi D.: 1958. Az állományklímát kialakító tényezők. MTA Agr. Tud. Oszt. Akadémia Kiadó. Budapest. 14. 155-193.
18. Berzsenyi Z. – Árendás T. – Bónis P. – Micskei Gy. – Sugár E.: 2012. A növénytermesztési tényezők tartamhatásának vizsgálata a kukorica produktivitására eltérő évjáratokban. 54. Georgikon Napok. Keszthely. 67-73.
19. Berzsenyi Z. – Györfly B.: 1995. Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *Növénytermelés.* 44. 5-6: 507-517.
20. Berzsenyi Z. – Lap D. Q.: 2001. A vetésidő és a N- műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására 1991-2000 között. *Növénytermelés.* 50. 2-3. 309-331.
21. Berzsenyi Z. – Lap D. Q.: 2005a. Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek vetésidő-, N- műtrágya- és növényszám reakciója eltérő évjáratokban. [In: Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága. Nagy J. (szerk.) Debrecen. 74-90.
22. Berzsenyi Z. – Lap D. Q.: 2005b. Responses of maize (*Zea mays* L.) hybrids to sowing date, N fertiliser and plant density in different years. *Acta Agr. Hung.* 53. 2: 119-131.
23. Berzsenyi Z. – Lap D. Q.: 2008. Effect of sowing date and N fertilisation on the yield and yield stability of maize (*Zea mays* L.) hybrids in a long-term experiment. *Acta Agr. Hung.* 56. 3: 247-264.
24. Berzsenyi Z. – Ragab A. Y. – Lap D. Q.: 1998a. A vetésidő hatása a kukoricahibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. *Növénytermelés.* 47. 2: 165-180.

25. *Berzsenyi Z. – Ragab A. Y. – Lap D. Q.*: 1998b. A vetésidő hatása a kukorica hibridek reprodukzív növekedésének dinamikájára és a szemterméskomponensekre. *Növénytermelés* 47. 4: 423-436.
26. *Berzsenyi Z. – Ragab A. Y. – Lap D. Q.*: 1998c. A vetésidő hatása a kukorica hibridek (*Zea mays* L.) növekedési jellemzőire (a klasszikus és a HP modell összehasonlítása). *Növénytermelés*. 47. 6: 655-676.
27. *Berzsenyi Z. – Szundy T.*: 1998. Vetés. [In: Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell. Széll E. – Sziberth D. (szerk.)] Mezőmag Kft., Székesfehérvár. 96-104.
28. *Berzsenyi Z.*: 2000. Növekedésanalízis a növénytermesztésben. Egyetemi jegyzet Ph.D. hallgatóknak. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar. Keszthely.
29. *Berzsenyi Z.*: 2009. Új kihívások és módszerek a növénytermesztési kutatásban. *Növénytermelés*. 58. 1: 77-91.
30. *Berzsenyi Z.*: 2010. Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése varianciaanalízissel. [In: Radics L. (szerk.) Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés.] Agroiinform Kiadó. Budapest. 419-445.
31. *Bittera M.*: 1922. Növénytermesztés. Budapest. 2. 59-60.
32. *Bocz E.*: 1981. A növénytermesztés ösztönző támogatása. Magyar Mezőgazdaság. 36. 27: 9.
33. *Bocz E.*: 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 887.
34. *Borrás L. – Maddonni G. A. – Otegui M. E.*: 2003. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Research*. 82. 1: 13-26. Budapest.
35. *Campos H. – Cooper M. – Habben J.E. – Edmeades G. O. – Schussler J. R.*: 2004. Improving drought tolerance in maize: A view from industry. *Field Crops Research*. 90. 1: 19-34.
36. *Casini P.*: 2012. Maize production as affected by sowing date, plant density and row spacing in the Bolivian Amazon. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*. 106. 2: 75-84.
37. *Cirilo A. G. – Andrade F. H.*: 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. *Crop. Sci.* 34. 4: 1039-1043.
38. *Cirilo A. G. – Andrade F. H.*: 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop. Sci.* 36. 325-331.

39. Claassen M. M. – Shaw R.H.: 1970. Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J. Madison*. 62. 652-655.
40. Csajbók J. – Kutasy E. – Borbélyné H. É. – Futó Z. – Jakab P.: 2005. Effects of nutrient supply on the photosynthesis of maize hybrids. *Cereal Research Communications*. 33. 1: 169-172.
41. Csajbók J.: 2000. A termesztési tényezők és a produkció összefüggései a kukoricában [In: Az agrár-termékpiacok és környezetük. Szabó F. (szerk.)] XLII. Georgikon Napok. Keszthely. VE. Georgikon MTK. 231-235.
42. Cserhádi S.: 1905. Általános és különleges Növénytermelés. 1. 532-538.
43. Cserhádi S.: 1921. Növénytermelés. Budapest.
44. Csete L.: 2005. Az éghajlatváltozás és a magyar mezőgazdaság. [In Takács-Sánta A. (szerk.) Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon.] Alinea Kiadó-Védegyelet. Budapest. 141-157.
45. Dahmardeh M. – Dahmardeh M.: 2010. The effect of sowing date and some growth physiological index on grain yield in three maize hybrids in Southeastern Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*. 9. 7: 432-436.
46. Dahmardeh M.: 2012. Effect of sowing date on the growth and yield of maize cultivars (*Zea mays* L.) and the growth temperature requirement. *African Journal of Biotechnology*. 11. 61. 12450-12453.
47. Demba N. A. T. – Webber H. – Agyare W. A. – Fosu M. – Naab J. – Gaiser T.: 2015. Modelling heat stress effect on two maize varieties in Northern Region of Ghana. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 4. 3: 145-155.
48. Ding L. – Wang K. J. – Jiang G. M. – Liu M. Z. – Gao L. M.: 2007. Photosynthetic rate and yield formation in different maize hybrids. *Biol. Plantarum*. 51. 1. 165-168.
49. Dobos A. – Szabó Gy.: 2005. Water Loss dynamics in maize hybrids with different genotypes. *Acta Agr. Hung.* 53. 2. 153-159.
50. Dobos A.: 2003. Elterő genotípusú kukorica hibridek szemtermésének szárazanyag-beépülés és vízleadás dinamikája. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
51. Dobos A.: 2005. Analysis of the ripening dynamics of maize hybrids on chernozem soil with lime deposits. *Acta Agr. Hung.* 53. 1:47-52.
52. Dorsey-Redding C. – Hurburgh C. R. – Johnson L. A. – Fox S. R.: 1991. Relationship among maize quality factors. *Cereal Chemistry*. 68. 6:602-605.
53. Döll P.: 2002. Impact of climate change and variability on irrigation requirements. A global perspective. *Climatic Change*. 54. 269-293.

54. Duncan W. G.: 1975. Maize. [In: Evans, L.T. (ed). Crop physiology.] Cambridge University Press. Cambridge. 23-50.
55. Edalat M. – Kazemeini S. A.: 2014. Estimation of cardinal temperatures for seedling emergence in corn. Australian Journal of Crop Science. 8. 7: 1072-1078.
56. Edwards J. T. – Purcell. L. C: – Vories E. D.: 2005. Light Interception and Yield Potential of Short-Season Maize (*Zea mays* L.) Hybrids in the Midsouth. Agronomy Journal. 97. 1: 225-234.
57. El Hallof N. – Sárvári M.: 2004. A vetésidő hatása a kukorica produktivitására. [In: Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában, konferencia összefoglalók. 2004. április 16. Bárdos L. et al. (szerk.)] Debrecen. 112.
58. Fabijanac D. – Varga B. – Svecniak Z. – Grbesa D.: 2006. Grain yield and quality of semiflint maize hybrids at two sowing dates. Agriculturae Conspectus Scientificus. 71. 2: 45-50.
59. Futó Z.: 2002. Vetésidő kísérletek legújabb eredményei. [In: Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Jávor A. – Sárvári M. (szerk.)] Debrecen. 263-268.
60. Futó Z.: 2003a. A kukorica vetésidejének hatása a termést befolyásoló tényezők alakulására 2001-2002. évben. Agrártudományi Közlemények. 2003/10. Jávor A. (szerk.) 112-116.
61. Futó Z.: 2003b. A levélterület hatása a kukorica terméseredményére trágyázási kísérletben. Növénytermelés. 52. 3-4: 317-328.
62. Gaál M.: 2007. A kukoricatermelés klimatikus feltételeinek várható változása a B2 szcenárió alapján. „Klíma-21” Füzetek. 51. 48-56.
63. Gaile Z.: 2012. Maize (*Zea mays* L.) response to sowing timing under agro-climatic conditions of Latvia. Žemdirbystē=Agriculture. 99. 1: 31-40. ISSN 1392-3196
64. Girardin P.: 1999. Ecophysiologie du maïs. Montardon, FRA: AGPM – Association Générale des Producteurs de Maïs. 323.
65. Grábner E.: 1948. Szántóföldi Növénytermesztés. Pátria Kiadó 303.
66. Gyenesné H. Zs. - Marton L. Cs. - Árendás T.: 2002. A termőhely hatása a kukorica fehérje- és olajtartalmára. Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei. 14. 2. 17-19.
67. Győrffy B. – I'só I. – Bölöni I.: 1965. Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

68. Győrffy B.: 1976. A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények* 35. 1-3: 239-266.
69. György B.-né.: 1969. Vetésidő-kísérletek kukoricával. [In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. I'só I. (szerk.)*] Akadémia Kiadó, Budapest. 220-226.
70. Győri Z. – Győriné M. I.: 2002. A kukorica minősége és feldolgozása. Szerk. Tabéry G. Szaktudás Kiadó Ház Rt. 69.
71. Győri Z. – Sipos P. – Tóth Á.: 2005. Changes in the quality of maize hybrids in various agricultural management systems. *Acta Agr. Hung.* 53. 1:9–15.
72. Győri Z. – Sipos P.: 2005. Kukoricahibridek minőségének változása agrotechnikai kísérletben. [In: Nagy J (szerk.) 2005. *Kukoricahibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága*] Debrecen. 101-114.
73. Hanway J. J.: 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth on different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. *Agronomy Journal*. 54. 2. 145-148.
74. Hegyi Z. – Pók I. – Berzy T. – Pintér J. – Marton L. Cs.: 2008. Comparison of the grain yield and quality potential of maize hybrids in different FAO maturity groups. *Acta Agr. Hung.* 56. 2: 161-167
75. Hegyi Z. – Pók I. – Szőke C. – Pintér J.: 2007a. Chemical quality parameters of maize hybrids in various FAO maturity groups as correlated with yield and yield components. *Acta Agr. Hung.* 55. 2: 217-225.
76. Hegyi Z. – Spitkó T. – Szőke C. – Rácz F. – Berzy T. – Pintér J. – Marton L. Cs.: 2005a. Studies on the adaptability of maize hybrids under various ecological conditions. *Cereal Res. Commun.* 33. 4: 689-696.
77. Hegyi Z. – Spitkó T. –Pintér J.: 2005b. Effect of location and year on some agronomical characters of maize hybrids. *Acta Agr. Hung.* 53. 3. 251-259.
78. Hegyi Zs. – Spitkó T. – Pók I. – Marton L. Cs.: 2007b. Jól megválasztott hibridekkel teljesíthetők a minőségi célok. *Agrofórum*. 18. 10: 61-63.
79. Hegyi Zs. - Spitkó T. - Pók I. - Pintér J. - Marton L. Cs.: 2007c. Előterben a kukorica minősége. Martonvásár: az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének közleményei. 19. 2: 25-27.
80. Holló S.: 2009. Az évjárat hatása a kukorica terméshozamára. [In.: Debreceni Bné – Németh T. (szerk.) *Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967-2001).*] Budapest. 161-162.

81. Huzsvai L. – Nagy J.: 2005. Effect of weather on maize yields and the efficiency of fertilization. *Acta Agr. Hung.* 53. 1. 31-39. ISBN
82. I'só I. – Szalay D-né: 1966. Egyedfejlődési vizsgálatok a kukorica vetésidő kísérletekben. [In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. I'só I. (szerk.)] Akadémia Kiadó, Budapest. 233-239.
83. I'só I.: 1962. Vetésidő kísérletek kukoricával. [In: Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. I'só I. (szerk.)] Akadémia Kiadó, Budapest. 138-142.
84. I'só I.: 1966. Vetésidő-kísérletek kukoricával. [In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. I'só I. (szerk.)] Akadémiai Kiadó, Budapest. 224-232.
85. Izsáki Z.: 1999. A nitrogén és foszfor ellátottság hatása néhány szántóföldi kultúra fehérjetartalmára és aminosav összetételére. [In: Ruzsányi L. és Pepó P. (szerk.) *Növénytermesztés és környezetvédelem*] MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. 30-36.
86. Izsáki Z.: 2006. A N- és P-ellátottság hatása a kukoricaszem (*Zea mays* L.) fehérjetartalmára és aminosav-összetételére. *Növénytermelés.* 55. 3-4: 213-230.
87. James C.: 2014. http://www.pabic.com.pk/upload/high_light/isaaa-1426569755.pdf (2015. március 30.)
88. Janda T. – Szalai G. – Ducruet J. M. – Páldi E.: 1998. Changes in photosynthesis in inbred maize lines with different degrees of chilling tolerance grown at optimum and suboptimum temperatures. *Photosynthetica.* 35. 2: 205-212.
89. Jellum M. D.- Marion J. E.: 1966. Factors affecting oil content and oil composition of corn (*Zea mays* L.) grain. *Crop Science* 6. 41-42.
90. Jolánkai M. – Birkás M.: 2010. Szárazodás, aszály és növénytermelés. „Klíma-21” Füzetek. *Klímaváltozás – Hatások - Válaszok.* 59. 26-31.
91. Kamara A. Y. – Ekeleme F. – Chikoye D. – Omoigui L. O.: 2009. Planting date and cultivar effects on grain yield in dryland corn production. *Agronomy Journal.* 101. 1:91-98.
92. Késmárki I. – Kajdi F. – Petróczki F.: 2005. A globális éghajlatváltozás várható hatásai és válaszai a Kisalföld szántóföldi növénytermelésében. „Agro-21” Füzetek. 43. 24-38.
93. Keszthelyi S.: 2005. A 2004. év klimatikus tényezőinek hatása a kukorica fejlődésére, kártevőinek megjelenésére és kártételére. *Agrofórum Extra.* 10. 3-7.
94. Kiniry J. R. – Ritchie J. T.: 1985. Shade sensitive internal of kernel number of maize. *Agronomy Journal.* 77: 711-715.

95. Kiss E.: 2010. A kukoricatermesztés jelentősége és a biológiai alapok szerepe. [In: Pepó P. (szerk.) 2010. Termesztési tényezők a fenntartható növénytermesztésben.] Debrecen. 112-120.
96. Kiss E.: 2012a. A kukorica fejlődési fázisai - környezeti, agrotechnikai igények, és a beavatkozások lehetőségei. Agronapló. 16. 2: 29-32.
97. Kiss E.: 2012b. A kukorica agrotechnikája, különös tekintettel a vetésidőre és a tőszámra Agronapló. 16. 1: 33-36.
98. Kocsis T.: 2010 A klímaváltozás detektálása és hatásainak szimulációs vizsgálata Keszthelyen. "Klíma-21" Füzetek. Klímaváltozás – Hatások - Válaszok. 59. 74-81.
99. Kovács I.: 1958. A kukorica hidegtűrő képességének vizsgálata, különös tekintettel az optimális vetésidő megállapítására. [In: I'só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957.] Akadémia Kiadó, Budapest. 189-204.
100. Kováts A. – Sárvári M.: 1992: Állománysűrűség, vetés. [In: Bocz E. (szerk.) Szántóföldi növénytermesztés.] Mezőgazda Kiadó, Budapest. 394-400.
101. Láng G.: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági kiadó, Budapest. 142-146.
102. Láng I.: 1993. Bevezetés. [In: Baráth Cs-né, Györffy B., Harnos Zs. (szerk.) Az aszály 1983.] KEÉ. Budapest 5-7.
103. Láng I.: 2006. A klímaváltozásra való felkészülés hazai feladatai. „Agro-21” Füzetek. 48. 7-9.
104. Law-Ogbomo K. E. – Remison S. U.: 2009. Growth and yield of maize as influenced by sowing date and poultry manure application. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 37. 1: 199-203.
105. Lehoczki-Krsjak Sz. – Kálmán L. – Balassa Gy. – Szél S.: 2014. Kukoricanevelési stratégiák a Gabonakutató Nonprofit Kft-ben. Agrofórum extra- 57. 28-30.
106. Linqvist J. L. – Arkebauer T. J. – Walters D. T. – Cassman K. G. – Dobermann A.: 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agronomy Journal. 97.1. 72-78.
107. Liu Z. – Hubbard K.G. – Lin X. – Yang X.: 2013. Negative effects of climate warming on maize yield are reversed by the changing of sowing date and cultivar selection in Northeast China. Global Change Biology. 19. 11: 3481-3492.

108. *Lőke Zs.*: 2004. Measurement and modelling average photosynthesis of maize. Kukorica átlagos fotoszintézisének mérése és modellezése. Journal of Central European Agriculture. 5. 4: 281-288.
109. *Lönhardné B. É.– Kismányoki T.*: 1993. Az istállótrágya és egyéb trágyák hatása a kukorica növekedésére, asszimilációs felületének alakulására és termésére. *Növénytermelés*. 42. 4: 339-348.
110. *Lönhardné B. É.– Németh I.*: 1989. A N-trágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) levélfelületének alakulására. *Növénytermelés*. 38. 6: 541-549.
111. *Makra M.*: 2012. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére és annak minőségére, valamint a talaj legfontosabb tulajdonságaira tartamkísérletben. Diplomamunka. Debrecen.
112. *Máriás K.*: 2012. A kukorica termésképző elemeinek vizsgálata a Hajdúságban. [In: Szabó A. (szerk.) 2012. Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban.] Debreceni Egyetem, Debrecen. 32-38.
113. *Máriás K.*: 2013. Kukorica genotípusok állománysűrűségének és vetésidejének vizsgálata két eltérő évjáratban. [In: Sándor Zs. – Szabó A. (szerk.) 2013. Újabb kutatási eredmények a növénytudományokban.] Debreceni Egyetem, Debrecen. 111-118.
114. *Marton L. Cs. – Árendás T. – Berzsényi Z. – Szundy T. – Bónis P.*: 2004. A kukorica vízleadásának és vízfelvételének vizsgálata Martonvásáron. Gyakorlati Agroforum. 15. 11: 24-26.
115. *Marton L. Cs. – Hegyi Zs. – Nagy E. – Pintér J. – Rácz F.*: 2007. Új elvárások a kukorica minőségével szemben. Agroforum. 18. 10: 64-65.
116. *Marton L. Cs. – Pintér J. – Hadi G. – Árendás T. – Bónis P.*: 2011. Szemesnek korait, silónak későbbi hibridet válasszunk. Agroforum Extra. 42. 84-88.
117. *Marton L. Cs. – Szundy T. – Nagy E.*: 1997. A kukorica (*Zea mays* L.) fiatalkori hidegtűrésének értékelése hőmérsékleti gradiens kamrában. *Növénytermelés*. 1997. 46. 6: 549-557.
118. *Máté A.*: 2002. A kukorica termesztéséről. Agrárágazat. 2. 4: 6-7.
119. *Maton L. – Bergez J. E. – Leenhardt D.*: 2007. Modelling the days which are agronomically suitable for sowing maize. European Journal of Agronomy. 27. 1: 123-129.
120. *Menyhért Z.*: 1985: A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

121. Millner J.P. – Toor. G.: 2007. Influence of sowing date and hybrid on maize emergence. *Agronomy New Zealand*. 37. 15-22.
122. Molnár Zs.: 2009a. A kukoricatermelés jelene. *Agrofórum Extra*. 32. 12-15.
123. Molnár Zs.: 2009b. A kukorica termésbiztonságát meghatározó néhány agrotechnikai tényező vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
124. Nagy J. – Huzsvai L.: 2005. Hibridválasztás a kukoricatermesztés középpontjában. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. 9. 30-32.
125. Nagy J. – Megyes A.: 2009. A kukoricatermesztés kritikus agrotechnikai elemei. *Agrofórum Extra*. 32. 36-40.
126. Nagy J. – Sárvári M.: 2005. Kukorica. [In: Antal J. (szerk.) *Növénytermesztés* 1.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 319-321.
127. Nagy J.: 2006. Az évjárat hatásának értékelése a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 55. 5-6: 299-309.
128. Nagy J.: 2007. *Kukoricatermesztés*. Akadémia Kiadó. Budapest. 393.
129. Nagy J.: 2009. A vetésidő hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek terméshozamára és minőségére. *Növénytermelés*. 58. 2: 85-105.
130. Nagy J.: 2010. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére. [In: Pepó P. (szerk.) 2010. *Termesztési tényezők a fenntartható növénytermesztésben*.] Debrecen. 160-167.
131. Nastasic A. – Jockovic D. – Ivanovic M. – Stojakovic M. – Bocanski J. – Dalovic I. – Sreckov Z.: 2010. Genetic relationship between yield and yield components of maize. *Genetika (Serbia)* 42. 3: 529-534.
132. Németh T.: 2006. Nitrogen in the soil-plant system, nitrogen balances. *Cereal Res. Commun.* 34. 1: 61-65.
133. Nielsen R. L.: 2013. Field drydown of mature corn grain. Purdue University. <http://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/timeless/graindrying.html>
134. Nováky B.: 2007. Az ENSZ Éghajlat-változási kormányközi testületének jelentése az éghajlatváltozás várható következményeiről. „Klíma-21” Füzetek. 50. 6-11.
135. Oskouei B. – Majidi Hervan – Hamidi A. – Moradi F. – Moghaddam A.: 2014. Effect of planting date on yield and germination indices of different shapes of hybrid maize seeds (*Zea mays* L. Cv. single cross 704). *International Journal of Biosciences*. 5. 12: 512-517.

136. *Palágyi A. – Kálmán L.*: 1979. Vetésidő-kísérletek kukoricával. (1971-1973). [In: Kukoricatermesztési kísérletek 1968-1974. Bajai J. (szerk.)] Akadémia Kiadó, Budapest. 349-360.
137. *Pálfai I.*: 2007. Éghajlatváltozás és aszály. „Klíma-21” Füzetek. 49. 59-65.
138. *Pap J. – Földesi P. V. – Gergely I.*: 2009a. Az éghajlatváltozáshoz alkalmazkodó növénytermesztés egyik fontos eleme a vetésidő. 51. Georgikon Napok. Keszthely. 717-726.
139. *Pap J. – Földesi P. V. – Gergely I.*: 2010a. A kukorica szántóföldi kelésének értékelése a vetésidő és az évjárat függvényében. 52. Georgikon Napok. Keszthely. <http://sandbox.georgikon.hu/napok-old/?p=temak&page=10&q=&ev=ANY&szekcio=ANY>
140. *Pap J. – Földesi P. V. – Gergely I.*: 2010b. A kukorica vetésidejének előre történő meghatározása parcellás kísérletek alapján. 52. Georgikon Napok. Keszthely. <http://sandbox.georgikon.hu/napok-old/?p=temak&page=10&q=&ev=ANY&szekcio=ANY>
141. *Pap J. – Földesi-Pap V. – Késmárki I.*: 2010c. A vetésidő és a szántóföldi kelés szerepe a fenntartható kukoricatermesztésben. [In: Pepó P. (szerk.) 2010. Termesztési tényezők a fenntartható növénytermesztésben.] Debrecen. 172-179.
142. *Pap J. – Pap V. – Pap N. – Tuller P.*: 2009b. A szántóföldi kelés jelentősége. Mezőgazdaság és a vidék jövőképe. Mosonmagyaróvár. Konferencia kiadvány II. kötet. 196-203.
143. *Pap J.*: 1999. A vetésidő és a termés kapcsolata. Növénytermesztési tudományos nap. Növénytermesztés-környezetvédelem. Budapest.
144. *Pásztor K. – Forgács B. – Győri Z. – Szilágyi Sz.*: 1997: Kukoricahibridek fehérje- és aminosav-összetételének vizsgálata. *Növénytermelés*. 46. 1: 23-35.
145. *Pásztor K.*: 1958. Vetésidő és fajtakísérletek kukoricával. [In: I'só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957.] Akadémiai Kiadó, Budapest. 169-188.
146. *Pásztor K.*: 1962. Újabb kísérleti adatok a kukorica vetésidejéhez. [In: I'só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960.] Akadémia Kiadó, Budapest. 143-152.
147. *Pepó P. – Sárvári M.*: 2013. Agrotechnikai változások. Magyar Mezőgazdaság. 68. 14: 24-31.
148. *Pepó P. – Szabó P. – Albrecht L.*: 2002. Az állománysűrűség szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum. Budapest. 13. 3: 34-36.

149. *Pepó P. – Vad A. – Berényi S.*: 2005. Agrotechnikai tényezők hatása a kukorica termésére monokultúrás termesztésben. *Növénytermelés*. 54. 4: 317-326.
150. *Pepó P. –Vad A. – Berényi S.*: 2006. Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. *Cereal Res. Commun.* 34. 1. 621-624.
151. *Pepó P.*: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 50. 2-3: 189-202.
152. *Pepó P.*: 2006. Fejlesztési alternatívák a magyar kukoricatermesztésben. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. 13. 7-11.
153. *Pepó P.*: 2007a. Evaluation of ecological conditions and agrotechnical element in maize (*Zea mays* L.) production. *Acta Agr. Ovariensis*. 49. 2(1): 169-175.
154. *Pepó P.*: 2007b. “Új” energianövényünk, a kukorica. *Agrofórum Extra*. 17. 10-12.
155. *Pepó P.*: 2010. A kukoricatermesztés fejlesztési lehetőségei. Forrás: www.dekalb.hu
156. *Peter J. – Cerny V. – Hruska L.*: 1985. A főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 405.
157. *Pethe F.*: 1817. A kukorica termésének igen hasznos módja. *Nemzeti Gazda*. 4. 229-230.
158. *Pintér L. – Németh J. – Pintér Z.*: 1977. A levélterület változásának hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szemtermésére. *Növénytermelés*. 26. 1: 21-27.
159. *Pletser J.*: 1969. A kukorica növekedésének kapcsolata a talaj hőmérsékletével és nedvességével. [In: I'só I. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968.*] Akadémiai Kiadó, Budapest. 98.
160. *Rácz F. – Marton L. Cs. – Hidvégi Sz.*: 2005. Vetésidő – avagy az eredményesség fokozása költségek nélkül. *Gyakorlati Agrofórum Extra*. 16. 9: 37-38.
161. *Saberi A.*: 2014. Study and determination of the most suitable planting date of maize hybrids. *Scientia Agriculturae*. 7. 3: 118-121.
162. *Sárvári M. – Ábrahám É. B. – Pálovics B.*: 2006. A biológiai alapok jelentősége a kukoricatermesztésben. *Gyakorlati Agrofórum*. 17. 3: 45-47.
163. *Sárvári M. – Boros B.*: 2009. A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére tartamkísérletben. [In: *Berzsényi Z. és Árendás T. (szerk.) 2009. Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében.*] Martonvásár. 139-145.
164. *Sárvári M. – Futó Z. – Zsoldos M.*: 2002. A vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére 2001-ben. *Növénytermelés*. 51. 3: 291-307.

165. Sárvári M. – Futó Z.: 2001. A vetésidő hatása a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésére. *Növénytermelés*. 50. 1: 43-60.
166. Sárvári M. – Krivián Á. – Bene E.: 2011a. Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatása a kukorica 2011. évi terméseredményeire. *Agrofórum extra* 42. 36-39.
167. Sárvári M. – Krivián Á. – Bene E.: 2011b. Termesztés és termésbiztonság. *Magyar mezőgazdaság*. 66. 45: 18-20.
168. Sárvári M. – Szabó P.: 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*. 47. 2: 213-221.
169. Sárvári M. – Bene E. 2012.: Termésbiztonság és hatékonyság. *Magyar Mezőgazdaság* 67. 42: 22-24.
170. Sárvári M.: 1994. Energia-műtrágya-környezetvédelem. *Magyar mezőgazdaság*, 49. 18: 10.
171. Sárvári M.: 1999. Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. *Agrofórum*. 11. 3.
172. Sárvári M.: 2003.: A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére és minőségére. [In: Szász G. – Székelyné Sipos K. – Jávorski A. (szerk.) 135 éves a debreceni agrár-felsőoktatás.] Debrecen. 306-310.
173. Sárvári M.: 2005. The effect of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yield. *Acta Agr. Hung.* 53. 1: 59-70.
174. Sárvári M.: 2012. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésbiztonságára. *Acta Agr. Debr.* 49. 263-265.
175. Sárvári M.: 2013. A termesztési tényezők hatása. *Magyar Mezőgazdaság*. 68. 39: 22-24.
176. Sárvári M.: 2014a. A hatékony trágyázás tényezői a kukoricatermesztésben. *Agrofórum Extra*. 57. 60-61.
177. Sárvári M.: 2014b. The effect of sowing time on the yield of maize. [In: P. Pépó, J. Csajbók (szerk.) XIIIth Congress of the European Society for Agronomy (ESA): Book of Abstracts.] Debrecen. 119-120.
178. Shaw R. H.: 1977. Climatic requirement. In. Sprague, G.F. (ed.) *Corn and corn improvement*. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin. 774.
179. Shimono H. – Miyazaki H. – Shinjo H. – Kanno H. – Sakurai T.: 2010. Effect of sowing date on maize productivity in southern Zambia in the 2008/2009 growing season. *Vulnerability and Resilience of Social-Ecological Systems FY2009 FR3 Project Report*. 61-66.

180. Shirzadi M. H.: 2009. Effects of sowing date on grain development trends in maize hybrids in Jiroft environment. *Plant Ecophysiology*. 1. 37-41.
181. Sipos M.: 2009. A kukorica (*Zea mays* L.) termésének, valamint néhány beltartalmi értékének vizsgálata a hibrid és a tápanyagellátás függvényében öntözési és műtrágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 58. 1:79-90.
182. Sváb J.: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
183. Svečnjak Z. – Varga B. – Grbeša D. – Štafa Z. – Uher D.: 2007. Effect of sowing date on yield and quality of high moisture ear and grain production for maize. *Mljekarstvo*. 57. 4: 321-335.
184. Szász G.: 1963. Különböző termesztett növényeink állományainak evapotranszspirációs vízvesztesége. Debreceni Agrártudományi Főiskola Tud. Közl. 157-174.
185. Szász G.: 2006. Kölcsönhatások a talaj, klíma, növény agroökológiai rendszerben (agroökológiai táj-tanulmány). [In: Nagy J. – Dobos A. (szerk.) Környezetkímélő növénytermesztés – minőségi termelés.] Debrecen. 15-171.
186. Széll E. – Makhajda J.: 2000. A kukoricatermesztés fontosabb műveleteiről a jövedelmezőség jegyében. *Gyakorlati Agrofórum*. 11. 3. 65-69.
187. Széll E. – Makra M.: 2012. A kukorica hibridspecifikus technológiai ajánlásának szerepe a precíziós növénytermesztési eljárások alkalmazásánál. *Acta Agr. Debr.* 49. 297-302.
188. Széll E. – Makra M.: 2013. A legfontosabb termesztési tényezők hatása a kukorica termésére a 2007-2012. években. *Agrofórum Extra* 24. 52: 42-49.
189. Széll E. – Szél S. – Kálmán L.: 2005. New maize hybrids from Szeged and their specific production technology. *Acta Agr. Hung.* 53. 2: 143–152.
190. Szieberth D. – Széll E.: 1998. Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell. Mezőmag Kft., Székesfehérvár. 158.
191. Szundy T. – Marton L. Cs. – Hadi G. – Berzsenyi Z.: 2002. A kukoricatermesztés jövedelmezőségét befolyásoló néhány tényező. *Martonvásár*. 14. 1: 8-10.
192. Tollenaar M. – Daynard T. B.: 1978. Effect to defoliation on kernel development in maize. *Can. J. Plant Sci.* 58: 207-212.
193. Várallyay Gy. – Láng I.: 2001. A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények* 1. 5-19.

194. *Várallyay Gy.*: 2007. A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (VAHAVA jelentés). Láng I., Csete L., Jolánkai M. (szerk.). Agrokémia és Talajtan. 56. 1: 199-202.
195. *Várallyay Gy.*: 2010. A talaj, mint víztározó; talajszárazodás."Klíma-21" Füzetek. Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 59. 3: 25.
196. *Varga-Haszonits Z. – Varga Z.*: 2006. Az éghajlatváltozás hatása a növényfejlődésre és a tenyészidőszak hosszára. [In: Globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok KvVM - MTA "VAHAVA" projekt zárókonferenciája.] 2006. március 9. CD-kiadvány.
197. *Vári E.*: 2014. Ökológiai és agrotechnikai tényezők hatásának összehasonlító vizsgálata eltérő fiziológiájú gabonanövényeknél. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
198. *Varma V.S. – Durga K. K. – Neelima P.*: 2014. Effect of sowing date on maize seed yield and quality: a review. Review of Plant Studies. 1. 3: 26-38.
199. *Wailare M. A.*: 2008. Effect of different sowing dates and varieties on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) at Bagauda, Kano State. Bowen Journal of Agriculture. 5. 1: 8-13.
200. *Williams W.A. – Loomis R.S. – Duncan W. G. – Dovrat A. – Nunez A. F.*: 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. Crop Science. 8. 3: 303-308.
201. *Yousafzai H. K. – Arif M. – Gul R. – Ahmad N. – Khan I. A.*: 2004. Effect of sowing dates on maize cultivators. Sarhad Journal of Agr. Pakistan. 18. 1:11-15.
202. *Záborszky S.*: 1998. Néhány gondolat a kukorica vetésidőjéről. Gyakorlati Agrofórum. Szekszárd. 5. 28.
203. *Zsigrai Gy.*: 2009. Az évjárat hatása a kukorica terméshozamára. [In.: Debreceni B-né – Németh T. (szerk.) Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967-2001).] Budapest. 152-154.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

- 1. ábra** A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon
- 2. ábra** A 2012. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)
- 3. ábra** Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2012)
- 4. ábra** A 2013. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)
- 5. ábra** Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2013)
- 6. ábra** A 2014. év hőmérséklet és csapadék adatai (Debrecen)
- 7. ábra** Talajhőmérséklet alakulása 5 cm mélységben (Debrecen, 2014)
- 8. ábra** A vetésidő hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, 2012)
- 9. ábra** A vetésidő hatása a kukorica hibridek növénymagasságára (Debrecen, 2013)
- 10. ábra** A vetésidő hatása a kukorica hibrid növénymagasságára (Debrecen, 2014)
- 11. ábra** A három év növénymagassága hibridenként (cm) (Debrecen, 2012-2014)
- 12. ábra** A hibridek fotoszintézisének alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2012)
- 13. ábra** A hibridek fotoszintézisének alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2013)
- 14. ábra** A fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) alakulása a mérések átlagában, az egyes vetésidőkben (Debrecen, 2014)
- 15. ábra** A termés és a fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) közötti összefüggés (Debrecen, 2014)
- 16. ábra** A vizsgált hibridek terméseredményének alakulása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)
- 17. ábra** A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)
- 18. ábra** A vetésidő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)
- 19. ábra** A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)

- 20. ábra** A vetésidő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)
- 21. ábra** A vetésidő hatása a morzsolási arány változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)
- 22. ábra** A vetésidő hatása az ezerszemtömeg változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)
- 23. ábra** A morzsolási arány változása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)
- 24. ábra** Az ezerszemtömeg változása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)
- 25. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)
- 26. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)
- 27. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-460 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2012)
- 28. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)
- 29. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)
- 30. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2013)
- 31. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés keményítő tartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)

- 32. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés olajtartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)
- 33. ábra** A vetésidő hatása a szemtermés fehérjetartalmának változására a FAO 290-350; FAO 370-390; és a FAO 410-490 tenyészidejű hibridcsoportokban a hibridek átlagában (Debrecen, 2014)
- 34. ábra** A szemtermés keményítő-, olaj- és fehérjetartalmának alakulása a vetésidők átlagában (Debrecen, 2012-2014)
- 35. ábra** A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2012)
- 36. ábra** A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2013)
- 37. ábra** A vetésidő és hibrid szerepe a kukorica termésének alakulásában (Debrecen, 2014)

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

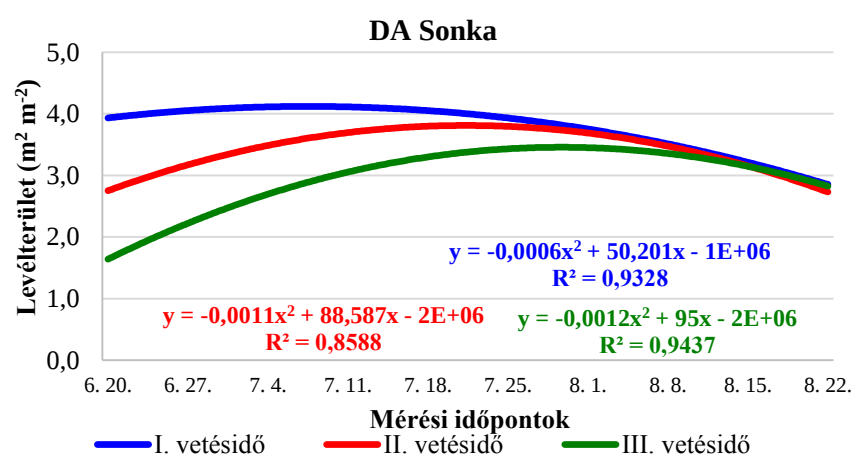
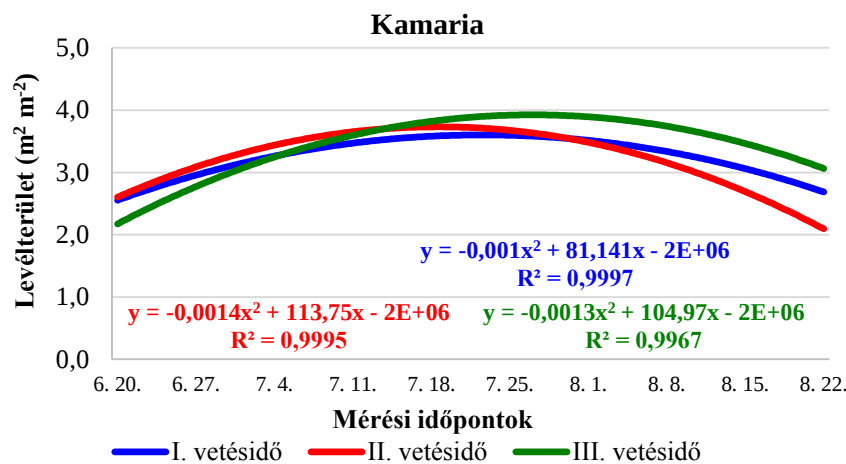
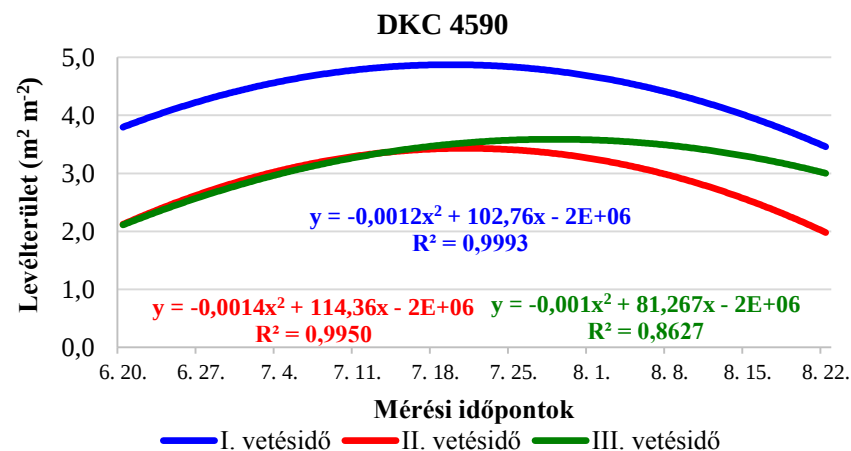
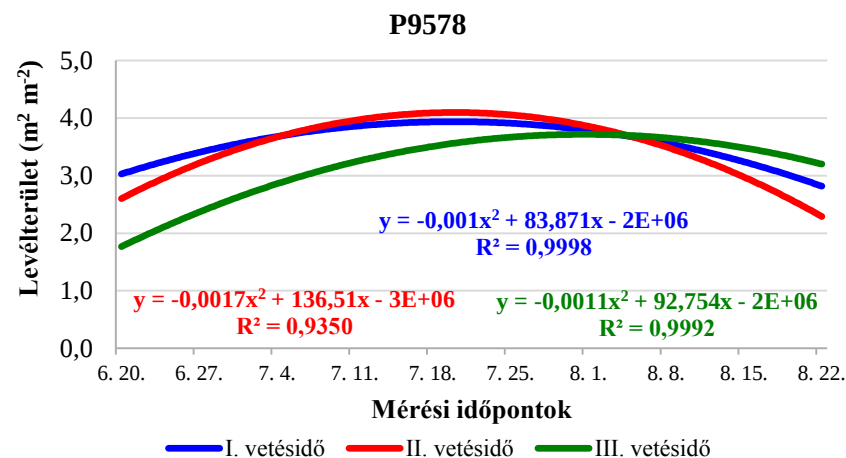
- 1. táblázat** A világ fontosabb kukoricatermő országai, 2013
- 2. táblázat** A kísérleti terület talajtulajdonságai
- 3. táblázat** A kísérlet agrotechnikai adatai
- 4. táblázat** A vetésidő kísérletben vizsgált kukorica hibridek
- 5. táblázat** A kukorica hibridek vetése és kelése közötti időszak időjárási adatai (Debrecen, 2012-2014)
- 6. táblázat** A vetésidő hatása a kukorica hibridek hím- és nővirágzás idejére (Debrecen, 2012-2014)
- 7. táblázat** A levélterület, fotoszintézis és relatív klorofill tartalom mérési időpontjai
- 8. táblázat** A kukorica hibridek levélterület-index (LAI-index) alakulása a különböző vetésidőkben (Debrecen, 2012)
- 9. táblázat** A kukorica hibridek levélterület-index (LAI-index) alakulása különböző vetésidőkben (Debrecen, 2013)
- 10. táblázat** A kukorica hibridek levélterület-index (LAI) alakulása különböző vetésidők esetén (Debrecen, 2014)
- 11. táblázat** A termés, vetésidő és levélterület-index közötti összefüggés Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2014)
- 12. táblázat** A fotoszintézis és a termés, vetésidő, LAI-index közötti összefüggés Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2013)
- 13. táblázat** A kumulált asszimilációs terület (KAT) alakulása (Debrecen, 2012-2014)
- 14. táblázat** A levélterület tartósság (LAD) és a produktivitás mutató (PM) alakulása (Debrecen, 2012-2014)
- 15. táblázat** A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2012)
- 16. táblázat** A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2012)
- 17. táblázat** A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2013)
- 18. táblázat** A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2013)
- 19. táblázat** A termésmennyiség alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2014)
- 20. táblázat** A betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulása a vizsgált vetésidőkben (Debrecen, 2015)

- 21. táblázat** A vetésidő és a termés, valamint a betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti összefüggés Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012-2014)
- 22. táblázat** A vizsgált hibrdek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2012)
- 23. táblázat** A vizsgált hibrdek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2013)
- 24. táblázat** A vizsgált hibrdek vízleadás dinamikája (Debrecen, 2014)
- 25. táblázat** A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012)
- 26. táblázat** A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2013)
- 27. táblázat** A termésképző elemek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2014)
- 28. táblázat** A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2012)
- 29. táblázat** A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2013)
- 30. táblázat** A beltartalmi paraméterek és a genotípus, vetésidő, termés közötti összefüggés vizsgálat Pearson-féle korreláció analízissel (Debrecen, 2014)
- 31. táblázat** A szárítási költségek alakulása 2013-ban a különböző vetésidőkben
- 32. táblázat** A szárítási költségek alakulása 2014-ben a különböző vetésidőkben

MELLÉKLETEK

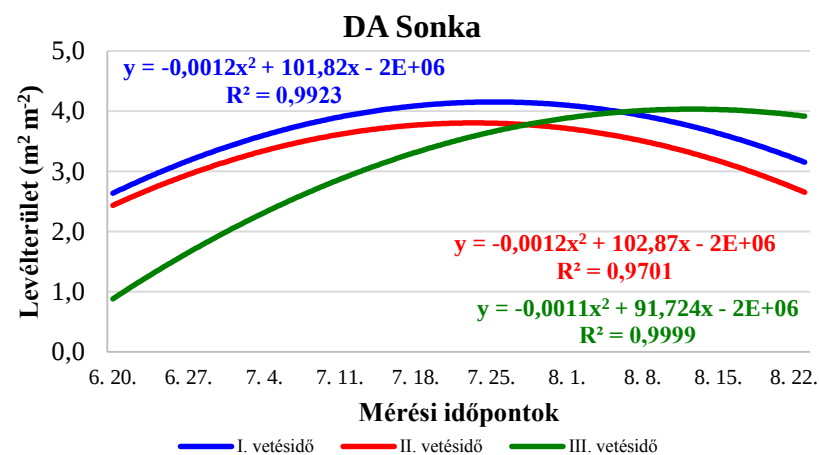
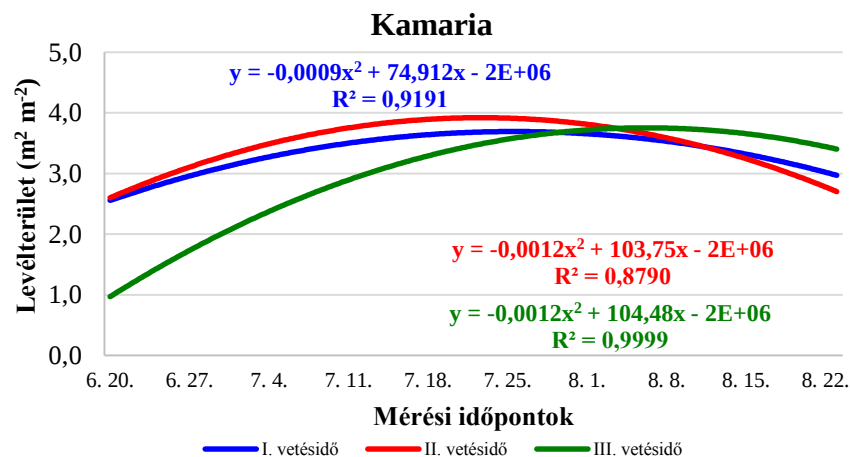
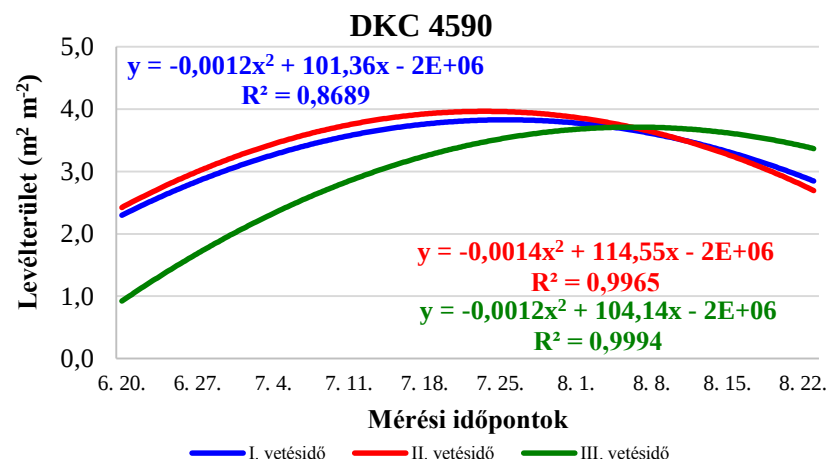
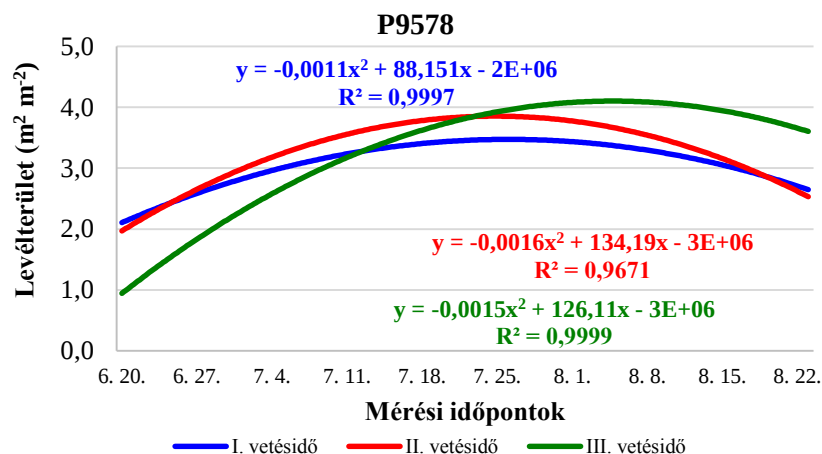
1. melléklet

A vetésidő hatása a levélterület-indexre (LAI) (Debrecen, 2012)



1. melléklet folytatása

A vetésidő hatása a levélterület-indexre (LAI) (Debrecen, 2014)



2. melléklet

A kukorica termésének vizsgálata kétféle tényező variáncianalízissel (Debrecen, 2012)

Faktorok	SQ	df	MQ	F	Szignifikancia
Hibrid	129,160	11	11,742	28,587	0,000
Vetésidő	30,917	2	15,458	37,635	0,000
Hibrid*Vetésidő	76,872	22	3,494	8,507	0,000
Hiba	29,573	72	0,411		
Összesen	11311,900	108			
Korrigált hiba	266,522	107			

A kukorica termésének vizsgálata kétféle tényező variáncianalízissel (Debrecen, 2013)

Faktorok	SQ	df	MQ	F	Szignifikancia
Hibrid	137,017	11	12,456	22,024	0,000
Vetésidő	55,259	2	27,630	48,854	0,000
Hibrid*Vetésidő	78,825	22	3,583	6,335	0,000
Hiba	40,720	72	0,566		
Összesen	9101,270	108			
Korrigált hiba	311,821	107			

A kukorica termésének vizsgálata kétféle tényező variáncianalízissel (Debrecen, 2014)

Faktorok	SQ	df	MQ	F	Szignifikancia
Hibrid	94,628	11	8,603	15,395	0,000
Vetésidő	3,344	2	1,672	2,992	0,000
Hibrid*Vetésidő	20,252	22	0,921	1,647	0,000
Hiba	40,233	72	0,559		
Összesen	13478,460	108			
Korrigált hiba	158,457	107			

3. melléklet

A biológiai alapok, a tenyészidő és a vizsgált vetésidő modellek hatása a termésképző elemek kvantitatív és néhány kvalitatív paraméterére
(Debrecen, 2012)

Hibrid	FAO szám	I. vetésidő (2012.03.23.)						II. vetésidő (2012.04.10.)						III. vetésidő (2012.05.02.)					
		Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szensorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtőmeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szensorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtőmeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szensorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtőmeg (g)
Sarolta	290	7,3	84,3	19,3	16,4	40,0	293,0	7,2	82,1	19,8	17,2	36,9	286,3	7,9	81,3	19,5	15,9	37,1	264,5
P9578	320	11,8	89,9	17,0	15,1	36,2	323,0	9,6	89,2	16,6	15,2	36,9	274,0	10,7	87,6	15,5	15,2	34,8	262,5
NK Octet	350	9,2	87,7	18,6	16,1	35,2	282,8	8,3	84,4	17,3	16,4	30,1	272,8	10,6	83,4	17,9	16,9	31,7	264,5
DKC 4590	350	12,4	87,5	16,0	16,3	35,3	281,8	10,0	86,0	16,2	15,9	36,5	307,0	11,5	83,5	17,2	17,7	30,8	292,8
Átlag	290-350	10,2	87,3	17,7	16,0	36,7	295,1	8,8	85,4	17,5	16,2	35,1	285,0	10,2	84,0	17,6	16,4	33,6	271,1
Kamaria	370	10,4	88,5	17,5	15,7	37,1	306,3	8,7	88,3	17,1	15,5	33,9	266,8	10,7	85,9	17,5	16,3	35,1	323,8
PR37N01	380	12,6	87,5	18,3	15,6	36,3	312,3	11,2	86,4	17,7	14,7	33,4	284,5	9,1	85,6	18,5	15,6	36,4	301,5
DA Sonka	380	12,1	88,8	18,5	16,0	37,4	298,0	11,0	89,0	17,8	16,4	35,7	252,3	10,2	84,8	18,9	16,3	37,5	265,5
Szegedi 386	390	10,3	87,2	17,4	15,2	34,0	310,8	10,8	86,7	18,6	15,0	37,3	290,8	8,3	84,3	17,7	15,0	35,5	287,5
P9494	390	12,7	87,2	18,7	16,3	35,7	320,5	11,8	86,2	17,9	15,5	36,1	312,5	8,8	82,7	16,6	14,7	36,8	291,5
Átlag	370-390	11,6	87,8	18,1	15,8	36,1	309,6	10,7	87,3	17,8	15,4	35,3	281,4	9,4	84,7	17,9	15,6	36,3	294,0
DKC 4983	410	11,6	87,5	19,1	16,1	36,9	315,3	11,3	86,7	20,9	15,5	37,9	302,0	9,5	83,3	20,5	16,3	38,0	287,8
NK Columbia	450	10,5	85,7	20,5	15,9	37,8	324,5	9,4	84,7	19,1	16,1	35,0	268,8	10,2	84,7	20,5	16,7	37,0	274,0
Miranda	460	9,3	82,7	19,8	15,3	39,1	271,8	9,4	83,3	21,0	15,6	40,6	268,8	7,8	81,8	19,7	15,5	38,1	253,0
Átlag	410-460	10,5	85,3	19,8	15,8	38,0	303,8	10,0	84,9	20,3	15,7	37,8	279,8	9,2	83,3	20,2	16,1	37,7	271,6
Átlag		10,8	86,8	18,5	15,8	36,9	302,8	9,8	85,9	18,5	15,8	36,1	282,1	9,6	84,0	18,5	16,0	35,9	278,9
SzD _{5%} Hibrid		0,5	1,0	0,8	0,8	1,7	22,2	0,5	1,0	0,8	0,8	1,7	22,2	0,5	1,0	0,8	0,8	1,7	

3. melléklet folytatása

A biológiai alapok, a tenyésztő és a vizsgált vetésidő modellek hatása a termésképző elemek kvantitatív és néhány kvalitatív paraméterére.
(Debrecen, 2013)

Hibrid	FAO szám	I. vetésidő (2013.04.16.)			II. vetésidő (2013.05.03.)			III. vetésidő (2013.05.16.)		
		Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Ezerszemtömeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Ezerszemtömeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Ezerszemtömeg (g)
Sarolta	290	10,4	83,8	263,3	8,1	83,1	232,8	8,4	81,5	265,8
P9578	320	10,7	85,7	268,5	7,8	87,5	246,0	10,2	87,6	301,8
NK Octet	350	8,5	85,3	249,0	6,3	85,3	292,8	8,3	84,9	280,5
DKC 4590	350	9,8	84,8	252,3	8,5	86,3	275,3	11,5	84,9	319,5
Átlag	290-350	9,9	84,9	258,3	7,7	85,5	261,7	9,6	84,7	291,9
Kamaria	370	10,2	87,1	295,0	6,9	87,6	263,0	8,2	85,3	311,5
PR37N01	380	10,9	86,4	308,0	8,0	87,5	312,8	8,9	84,3	332,5
DA Sonka	380	11,2	87,0	284,0	9,0	87,8	270,0	9,9	86,8	306,5
Szegedi 386	390	9,1	86,5	265,3	8,2	86,4	276,0	7,0	85,4	276,3
P9494	390	12,7	87,0	315,5	9,5	87,1	255,3	9,3	86,4	288,5
Átlag	370-390	10,8	86,8	293,6	8,3	87,3	275,4	8,7	85,6	303,1
DKC 4983	410	7,7	85,0	250,3	8,3	87,1	288,8	8,4	85,8	340,5
Miranda	450	8,4	85,7	261,3	6,3	84,4	248,8	6,0	84,4	266,0
P0216	490	10,2	85,5	351,3	12,2	85,8	360,5	9,5	83,1	292,5
Átlag	410-490	8,7	85,4	287,6	8,9	85,8	299,3	8,0	84,4	299,7
Átlag		9,8	85,7	279,8	8,3	86,2	278,8	8,7	84,9	298,2
SzD _{5%} Hibrid		0,6	1,0	18,9	0,6	1,0	18,9	0,6	1,0	18,9
SzD _{5%} Vetésidő		0,3	0,5	9,5	0,3	0,5	9,5	0,3	0,5	9,5
SzD _{5%} Kölcsönhatás		1,1	1,7	32,8	1,1	1,7	32,8	1,1	1,7	32,8

3. melléklet folytatása

A biológiai alapok, a tenyésztő és a vizsgált vetésidő modellek hatása a termésképző elemek kvantitatív és néhány kvalitatív paraméterére
(Debrecen, 2014)

Hibrid	FAO szám	I. vetésidő (2014.03.27.)						II. vetésidő (2014.04.14.)						III. vetésidő (2014.05.08.)					
		Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szemsorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtömeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szemsorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtömeg (g)	Termés (t ha ⁻¹)	Morzsolási arány (%)	Csőhossz (cm)	Szemsorok száma (db)	Egy sorban lévő szemek száma (db)	Ezerszemtömeg (g)
Sarolta	290	9,0	85,2	19,1	17,1	34,3	276,0	8,8	83,8	17,2	16,7	31,1	269,2	8,3	82,1	18,1	15,9	34,1	284,8
P9578	320	11,5	92,7	15,7	15,1	30,2	285,8	10,8	89,5	16,2	14,7	30,5	298,3	11,8	87,2	16,3	14,8	31,9	365,0
NK Lucius	350	10,8	86,5	17,6	16,7	31,7	316,8	10,6	84,8	16,9	16,5	31,0	318,7	11,2	84,2	17,3	16,0	31,9	340,2
DKC 4590	350	12,4	87,7	18,1	16,1	32,0	337,5	11,8	86,6	18,1	16,2	31,9	348,0	13,2	84,3	18,0	16,1	32,9	356,2
Átlag	290-350	10,9	88,0	17,6	16,2	32,1	304,0	10,5	86,2	17,1	16,0	31,1	308,5	11,1	84,5	17,4	15,7	32,7	336,5
Kamaria	370	11,7	86,5	17,8	15,5	31,6	321,7	10,6	87,7	16,4	16,4	29,9	336,5	11,6	85,2	17,1	15,7	31,9	344,3
PR37N01	380	10,4	74,3	18,4	15,4	33,1	398,7	10,6	85,6	18,3	14,9	31,1	339,2	11,6	84,1	19,1	15,1	32,9	386,0
DA Sonka	380	10,3	90,0	18,1	15,9	35,0	327,2	10,6	88,7	17,9	15,6	36,0	315,7	11,9	87,8	19,1	16,3	37,7	334,2
Szegedi 386	390	10,5	86,0	16,9	14,7	31,9	310,8	10,8	87,1	18,4	14,9	36,9	356,7	10,5	85,3	18,5	15,6	34,5	340,7
P9494	390	11,6	85,6	18,6	15,9	33,8	327,5	11,2	85,3	18,1	16,0	35,0	373,8	12,0	85,2	19,1	16,3	33,9	369,8
Átlag	370-390	10,9	84,5	18,0	15,4	33,1	337,2	10,8	86,9	17,8	15,6	33,8	344,4	11,5	85,5	18,6	15,8	34,2	355,0
DKC 4983	410	11,2	86,0	19,4	15,1	34,4	341,0	12,3	86,6	19,4	15,9	35,7	332,3	12,1	85,5	19,1	15,9	33,3	344,8
Miranda	460	9,9	87,0	18,6	15,2	35,1	310,3	10,9	86,9	19,5	15,3	36,2	322,7	10,6	84,7	19,8	14,3	37,6	326,7
P0216	490	13,0	87,1	19,6	16,0	34,5	401,2	12,2	85,0	19,6	15,7	33,7	369,8	11,4	84,8	19,8	15,1	35,9	365,7
Átlag	410-490	11,4	86,7	19,2	15,4	34,7	350,8	11,8	86,2	19,5	15,6	35,2	341,6	11,4	85,0	19,6	15,1	35,6	345,7
Átlag		11,1	86,4	18,3	15,7	33,3	330,7	11,0	86,4	18,1	15,7	33,4	331,5	11,3	85,0	18,5	15,5	34,2	345,8
SzD _{5%} Hibrid		0,7	3,8	0,9	0,8	2,5	23												

4. melléklet

A biológiai alapok, a tenyésztő és a vizsgált vetésidő modellek hatása a szemtermés beltartalmi értékeinek alakulására (Debrecen, 2012)

Hibrid	FAO szám	I. vetésidő (2012.03.23.)				II. vetésidő (2012.04.10.)				III. vetésidő (2012.05.02.)			
		Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjé tartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjé tartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjé tartalom (%)
Sarolta	290	7,3	72,6	3,0	10,0	7,2	72,5	2,9	10,4	7,9	72,7	3,0	10,2
P9578	320	11,8	73,0	3,0	9,4	9,6	72,9	3,0	9,5	10,7	72,8	3,3	9,7
NK Octet	350	9,2	72,9	2,7	10,5	8,3	72,6	2,9	10,6	10,6	72,9	2,8	10,1
DKC 4590	350	12,4	74,1	3,1	8,0	10,0	73,2	3,5	8,8	11,5	73,5	3,5	8,6
Átlag	290-350	10,2	73,2	2,9	9,5	8,8	72,8	3,1	9,8	10,2	73,0	3,2	9,6
Kamaria	370	10,4	73,4	3,0	9,4	8,7	73,1	3,0	9,6	10,7	72,8	3,2	10,1
PR37N01	380	12,6	72,6	3,2	9,8	11,2	73,1	2,9	9,3	9,1	73,1	3,0	8,9
DA Sonka	380	12,1	73,0	2,9	8,8	11,0	73,1	2,9	9,0	10,2	73,5	3,3	9,2
Szegedi 386	390	10,3	72,1	3,7	9,2	10,8	71,6	3,8	9,9	8,3	72,2	3,8	9,1
P9494	390	12,7	72,3	3,1	9,3	11,8	72,5	3,2	9,3	8,8	72,2	3,5	10,1
Átlag	370-390	11,6	72,7	3,2	9,3	10,7	72,7	3,2	9,4	9,4	72,8	3,3	9,5
DKC 4983	410	11,6	72,8	3,2	9,4	11,3	72,8	3,4	9,2	9,5	72,0	3,3	10,2
NK Columbia	450	10,5	73,6	2,9	9,2	9,4	73,4	3,1	9,1	10,2	73,4	3,3	8,8
Miranda	460	9,3	72,2	3,6	10,2	9,4	72,8	3,2	9,3	7,8	72,8	3,5	9,9
Átlag	410-460	10,5	72,8	3,2	9,6	10,0	73,0	3,3	9,2	9,2	72,7	3,4	9,6
Átlag		10,8	72,9	3,1	9,4	9,8	72,8	3,1	9,5	9,6	72,8	3,3	9,6
SzD _{5%} Hibrid		0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3
SzD _{5%} Vetésidő		0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
SzD _{5%} Kölcsönhatás		0,9	0,6	0,4	0,5	0,9	0,6	0,4	0,5	0,9	0,6	0,4	0,5

4. melléklet folytatása

A biológiai alapok, a tenyészdő és a vizsgált vetészdő modellek hatása a szemtermés beltartalmi értékeinek alakulására (Debrecen, 2013)

Hibrid	FAO szám	I. vetészdő (2013.04.16.)				II. vetészdő (2013.05.03.)				III. vetészdő (2013.05.16.)			
		Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjertartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjertartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjertartalom (%)
Sarolta	290	10,4	73,9	4,1	9,2	8,1	74,1	4,0	8,3	8,4	73,0	4,2	8,9
P9578	320	10,7	73,2	4,0	9,1	7,8	73,4	4,0	9,4	10,2	73,7	4,1	8,9
NK Octet	350	8,5	73,3	3,9	9,4	6,3	74,6	3,7	9,0	8,3	73,0	4,5	8,8
DKC 4590	350	9,8	73,8	4,1	8,3	8,5	73,5	3,7	9,7	11,5	73,0	4,4	9,0
Átlag	290-350	9,9	73,5	4,1	9,0	7,7	73,9	3,9	9,1	9,6	73,2	4,3	8,9
Kamaria	370	10,2	74,6	3,7	8,0	6,9	73,9	4,0	8,9	8,2	74,1	5,0	9,1
PR37N01	380	10,9	74,4	3,7	8,6	8,0	73,3	3,9	9,7	8,9	73,7	4,2	8,8
DA Sonka	380	11,2	73,7	3,9	8,4	9,0	73,4	4,1	8,7	9,9	73,9	4,6	9,1
Szegedi 386	390	9,1	72,7	4,8	8,6	8,2	73,9	4,1	8,2	7,0	74,0	4,8	9,0
P9494	390	12,7	73,3	3,9	8,4	9,5	72,7	4,2	9,0	9,3	73,6	4,3	8,4
Átlag	370-390	10,8	73,7	4,0	8,4	8,3	73,4	4,0	8,9	8,7	73,8	4,6	8,9
DKC 4983	410	7,7	74,5	3,8	7,9	8,3	73,4	4,2	8,1	8,4	72,7	4,5	8,8
Miranda	460	8,4	73,3	4,2	9,0	6,3	73,8	4,0	8,3	6,0	73,3	4,0	9,3
P0216	490	10,2	73,1	4,1	8,8	12,2	72,6	4,5	9,8	9,5	73,2	4,1	9,3
Átlag	410-490	8,7	73,6	4,0	8,6	8,9	73,3	4,2	8,7	8,0	73,1	4,2	9,2
Átlag		9,8	73,6	4,0	8,6	8,3	73,6	4,0	8,9	8,7	73,4	4,4	9,0
SzD _{5%} Hibrid		0,6	0,6	0,2	0,4	0,6	0,6	0,2	0,4	0,6	0,6	0,2	0,4
SzD _{5%} Vetészdő		0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2
SzD _{5%} Kölcsönhatás		1,1	1,1	0,3	0,7	1,1	1,1	0,3	0,7	1,1	1,1	0,3	0,7

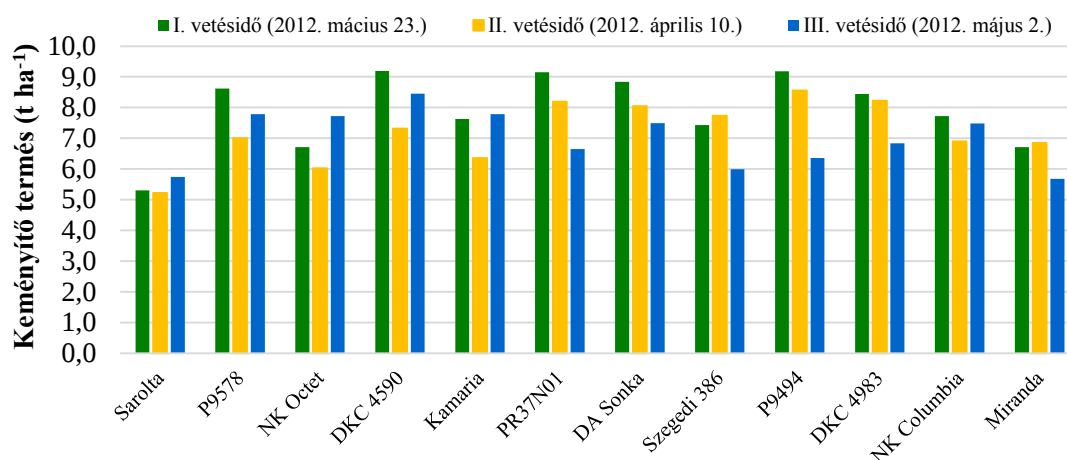
4. melléklet folytatása

A biológiai alapok, a tenyészdő és a vizsgált vetészdő modellek hatása a szemtermés beltartalmi értékeinek alakulására (Debrecen, 2014)

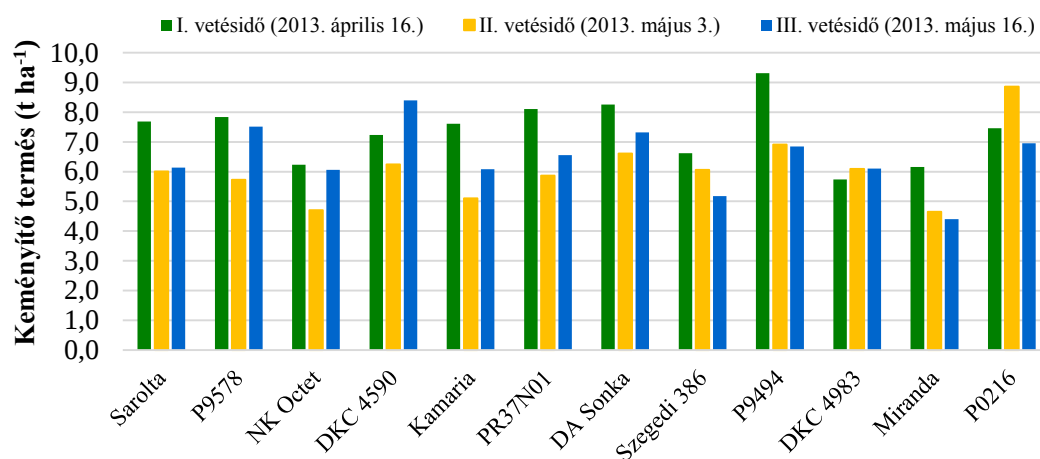
Hibrid	FAO szám	I. Vetészdő (2014.03.27.)				II. Vetészdő (2014.04.14.)				III. Vetészdő (2014.05.08.)			
		Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjettartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjettartalom (%)	Termés (t ha ⁻¹)	Keményítő tartalom (%)	Olajtartalom (%)	Fehérjettartalom (%)
Sarolta	290	9,0	72,6	4,2	10,0	8,8	72,9	4,2	9,2	8,3	72,8	4,3	10,0
P9578	320	11,5	73,0	4,1	9,2	10,8	73,3	3,9	8,6	11,8	72,3	4,2	9,2
NK Lucius	350	10,8	72,3	4,5	9,6	10,6	72,7	4,3	8,8	11,2	72,0	4,4	9,2
DKC 4590	350	12,4	73,3	4,2	8,2	11,8	73,5	4,0	8,2	13,2	73,5	3,9	8,3
Átlag	290-350	10,9	72,8	4,2	9,3	10,5	73,1	4,1	8,7	11,1	72,7	4,2	9,2
Kamaria	370	11,7	73,2	3,9	8,6	10,6	73,6	3,9	8,7	11,6	73,7	3,7	8,9
PR37N01	380	10,4	72,0	4,1	9,6	10,6	72,3	4,1	9,6	11,6	72,4	4,0	9,5
DA Sonka	380	10,3	72,8	4,1	8,5	10,6	72,8	3,9	8,6	11,9	72,9	3,9	8,5
Szegedi 386	390	10,5	71,3	4,6	10,5	10,8	71,8	4,5	9,8	10,5	71,4	4,7	9,9
P9494	390	11,6	72,6	4,0	8,9	11,2	72,4	4,1	8,7	12,0	72,8	4,0	9,0
Átlag	370-390	10,9	72,4	4,1	9,2	10,8	72,6	4,1	9,1	11,5	72,7	4,1	9,2
DKC 4983	410	11,2	73,6	4,1	8,3	12,3	73,3	4,1	8,0	12,1	73,1	4,2	8,6
Miranda	460	9,9	72,3	4,3	9,3	10,9	72,6	4,3	8,7	10,6	72,4	4,3	9,5
P0216	490	13,0	72,5	4,0	9,1	12,2	72,2	3,9	9,4	11,4	73,2	3,9	8,2
Átlag	410-490	11,4	72,8	4,1	8,9	11,8	72,7	4,1	8,7	11,4	72,9	4,1	8,8
Átlag		11,1	72,6	4,2	9,1	11,0	72,8	4,1	8,8	11,3	72,7	4,1	9,0
SzD _{5%} Hibrid		0,7	0,4	0,1	0,3	0,7	0,4	0,1	0,3	0,7	0,4	0,1	0,3
SzD _{5%} Vetészdő		0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
SzD _{5%} Kölcsönhatás		1,2	0,6	0,2	0,5	1,2	0,6	0,2	0,5	1,2	0,6	0,2	0,5

5. melléklet

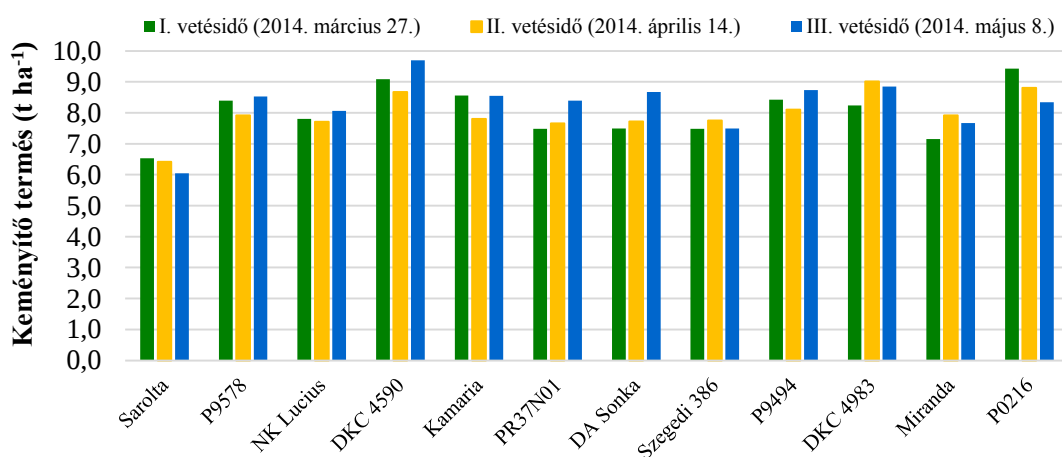
A vizsgált 12 hibrid keményítő termése ($t\ ha^{-1}$) a vetésidők függvényében
(Debrecen, 2012-2014)



SzD_{5%} Hibrid: 0,4 Vetésidő 0,2 Kölcsönhatás: 0,7



SzD_{5%} Hibrid: 0,5 Vetésidő 0,2 Kölcsönhatás: 0,8



SzD_{5%} Hibrid: 0,5 Vetésidő 0,2 Kölcsönhatás: 0,9

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Sárvári Mihály egyetemi tanárnak PhD doktori értekezésem elkészítése során nyújtott értékes szakmai segítségéért és a kísérleti háttér biztosításáért, a Növénytudományi Intézet vezetőjének Dr. Pepó Péter egyetemi tanárnak, opponenseimnek Dr. Árendás Tamás tudományos főmunkatársnak, Dr. Csajbók József egyetemi docensnek.

Köszönetemet fejezem ki a Növénytudományi Intézet Bemutatókert dolgozóinak, Katonka Mártának és Szabó Bélának a kísérletek kivitelezésében nyújtott segítségükért.

Köszönöm Családomnak, hogy doktori munkámban végig támogattak és biztattak.

PUBLIKÁCIÓS LISTA



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



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

Jelölt: Bene Enikő

Neptun kód: JJ37DW

Doktori Iskola: Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszer tudományok 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

Idégen 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 vetésidő hatása három eltérő tenyésztési kukoricahibrid mennyiségi és egyes minőségi paramétereire.
Növénytermelés. 63 (4), 5-23, 2014. ISSN: 0546-8191.



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. ☐ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. ☐ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu ☐ Honlap: www.lib.unideb.hu



5. **Bene E.**: Vetéstechnológiai modellek hatásának vizsgálata eltérő tenyésztésidejű kukorica hibridek termésképző elemeinek néhány cső, beltartalmi és termés mennyiségi 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 termés mennyiségére 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 kukorica hibridek 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.
Agróforum 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 tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.09.30.



NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 20.....

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Bene Enikő** doktorjelölt 2012-2015 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom/javasoljuk.

Debrecen, 20.....

.....
a témavezető(k) aláírása