



DEBRECENI EGYETEM  
AGRÁR ÉS MŰSZAKI TUDOMÁNYOK CENTRUMA  
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR  
NÖVÉNYTUDOMÁNYI INTÉZET

HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS  
ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

*Doktori iskola vezető:*

**Dr. Győri Zoltán**

MTA doktora

*Témavezető:*

**Dr. habil. Sárvári Mihály**

mezőgazdaság tudományok kandidátusa

**Az NPK műtrágyázás és a különböző genetikai adottságú  
kukoricahibridek termésmennyisége, valamint minősége közötti  
összefüggés vizsgálata**

*Készítette:*

**El Hallof Nóra**

DEBRECEN

2008

Az NPK műtrágyázás és a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésmennyisége, valamint minősége közötti összefüggés vizsgálata

***Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében  
a Növénytermesztés tudományágban***

Írta: **El Hallof Nóra** doktorjelölt

Doktori Iskola vezetője: Dr. Győri Zoltán, MTA doktor

Témavezető: Dr. Sárvári Mihály, CSc.

**A doktori szigorlati bizottság:**

	Név	Tud. Fokozat
Elnök:	Dr. Pepó Péter	MTA doktor
Tagok:	Dr. Pethő Menyhért	CSc. Professor Emeritus
	Dr. Birkás Márta	MTA doktor

A doktori szigorlat időpontja: 2006. szeptember hó 21. nap

**Az értekezés bírálói:**

Név	Tud. fokozat	Aláírás
Dr. Marton L. Csaba	MTA doktor	.....
Dr. Csajbók József	Ph.D.	.....

**A bíráló bizottság:**

	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök:	Dr. Pepó Péter	MTA doktor	.....
Titkár:	Dr. Lesznyák Mátyásné	Ph.D.	.....
Tagok:	Dr. Széll Endre	CSc.	.....
	Dr. Árendás Tamás	Ph.D.	.....
	Dr. Rátonyi Tamás	Ph.D.	.....
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....
	.....	.....	.....

Az értekezés védésének időpontja: 2008. október 20.

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. TÉMAFELVETÉS .....</b>	<b>8</b>
<b>3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1. A biológiai alapok szerepe a kukoricatermesztésben .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Az évjárat hatása a kukorica termésére .....</b>	<b>11</b>
3.2.1. <i>A klimatikus tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben .....</i>	11
3.2.2. <i>Az évjárat hatása a tápanyagellátás hatékonyságára .....</i>	12
3.2.3. <i>Az évjárat hatása a kukorica termésmennyiségére és minőségére .....</i>	12
<b>3.3. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására</b>	<b>14</b>
3.3.1. <i>A termesztési tényezők jelentősége.....</i>	14
3.3.2. <i>Az öntözés és a tápanyagellátás kapcsolata és hatásuk a termésre.....</i>	14
3.3.3. <i>A vetésváltás és a monokultúrás termesztés hatása a kukorica termésére ...</i>	15
<b>3.4. A műtrágyázás hatása a kukorica termésére .....</b>	<b>16</b>
3.4.1. <i>A kukoricahibridek tápanyag hasznosító képessége és trágyareakciója .....</i>	16
3.4.2. <i>Az NPK műtrágyázás hatása a kukorica termésére .....</i>	17
3.4.3. <i>A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésmennyiségére .....</i>	19
3.4.4. <i>A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésmennyiségére.....</i>	21
3.4.5. <i>A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére .....</i>	23
<b>3.5. A fotoszintetikus aktivitás hatása a kukoricahibridek termésére .....</b>	<b>24</b>
3.5.1. <i>A fotoszintézis szerepe a termésképzésben.....</i>	24
3.5.2. <i>A tápanyagellátás hatása a fotoszintézis aktivitására .....</i>	25
<b>3.6. A levélterület-index és a kukoricahibridek termése közötti összefüggés.....</b>	<b>26</b>
3.6.1. <i>A levélterület szerepe a termésképzésben .....</i>	26
3.6.2. <i>A tápanyagellátás hatása a kukorica levélterületének alakulására .....</i>	28
3.6.3. <i>A N-trágyázás hatása a kukorica levélterületének alakulására .....</i>	28
<b>3.7. A műtrágyázás hatása a kukorica termésminőségére .....</b>	<b>29</b>
3.7.1. <i>A növények minőségét meghatározó tényezők .....</i>	29
3.7.2. <i>A kukorica beltartalmi jellemzői .....</i>	30
3.7.3. <i>Az NPK műtrágyázás hatása a kukorica minőségére .....</i>	32
3.7.4. <i>A N-műtrágyázás hatása a kukorica minőségére.....</i>	34
<b>3.8. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma.....</b>	<b>35</b>
<b>4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Célkitűzések.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. A kísérleti terület talajának jellemzése .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3. A kísérleti évek időjárása .....</b>	<b>37</b>
<b>4.4. A kísérletben szereplő kukoricahibridek.....</b>	<b>40</b>
<b>4.5. A kísérletben alkalmazott agrotechnika .....</b>	<b>42</b>
4.5.1. <i>Tápanyagellátás-műtrágyázás .....</i>	42
4.5.2. <i>Talajművelés .....</i>	42
4.5.3. <i>Növényvédelem .....</i>	42
4.5.4. <i>Az agrotechnikai adatok időbeni alakulása (6. táblázat) .....</i>	43
<b>4.6. Egyéb vizsgálatok.....</b>	<b>43</b>
4.6.1. <i>A hibridek fotoszintetikus aktivitásának mérése .....</i>	43
4.6.2. <i>A hibridek levélterület-indexének (LAI) mérése .....</i>	44

4.6.3. <i>A hibridek vízleadás dinamikájának és betakarításkori szemnedvesség tartalmának vizsgálata</i> .....	44
4.6.4. <i>A kukoricahibridek nyersfehérje-, keményítő- és nyersolajtartalmának vizsgálata</i> .....	44
<b>4.7. A kísérleti eredmények kiértékelésének módszere</b> .....	<b>45</b>
<b>5. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE</b> .....	<b>46</b>
<b>5.1. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére</b> .....	<b>46</b>
5.1.1. <i>2004-es kísérleti év terméseredményei</i> .....	46
5.1.2. <i>2005-ös kísérleti év terméseredményei</i> .....	52
5.1.3. <i>2006-os kísérleti év terméseredményei</i> .....	57
<b>5.2. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésstabilitására</b> .....	<b>62</b>
<b>5.3. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek vízleadás dinamikájára és betakarításkori szemnedvesség tartalmára</b> .....	<b>65</b>
5.3.1. <i>A kukoricahibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2004-ben</i> .....	65
5.3.2. <i>A kukoricahibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2005-ben</i> .....	67
5.3.3. <i>A kukoricahibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2006-ban</i> .....	70
5.3.4. <i>A vízleadás dinamika és betakarításkori szemnedvesség tartalom alakulása a kezelések és a hibridek átlagában</i> .....	72
<b>5.4. A tápanyagellátás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés</b> .....	<b>74</b>
5.4.1. <i>A kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitása 2004-ben</i> .....	75
5.4.2. <i>A kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitása 2005-ben</i> .....	77
5.4.3. <i>A kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitása 2006-ban</i> .....	80
<b>5.5. A tápanyagellátás és a kukorica hibridek levélterülete közötti összefüggés</b> <b>83</b>	
5.5.1. <i>A kukoricahibridek levélterületének alakulása 2004-ben</i> .....	83
5.5.2. <i>A kukoricahibridek levélterületének alakulása 2005-ben</i> .....	87
5.5.3. <i>A kukoricahibridek levélterületének alakulása 2006-ban</i> .....	91
5.5.4. <i>A kukoricahibridek levélterület-indexe és termése közötti összefüggés vizsgálata</i> .....	95
<b>5.6. A tápanyagellátás hatása a kukoricahibridek minőségére</b> .....	<b>96</b>
5.6.1. <i>A kukoricahibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalma 2005-ben</i> .....	97
5.6.2. <i>A kukoricahibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalma 2006-ban</i> .....	99
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....	<b>103</b>
<b>7. SUMMARY</b> .....	<b>109</b>
<b>8. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK</b> .....	<b>114</b>
<b>9. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK</b> .....	<b>116</b>
<b>10. IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>117</b>
<b>10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b> .....	<b>131</b>
<b>11. ÁBRÁK JEGYZÉKE</b> .....	<b>132</b>
<b>FÜGGELÉK</b> .....	<b>133</b>

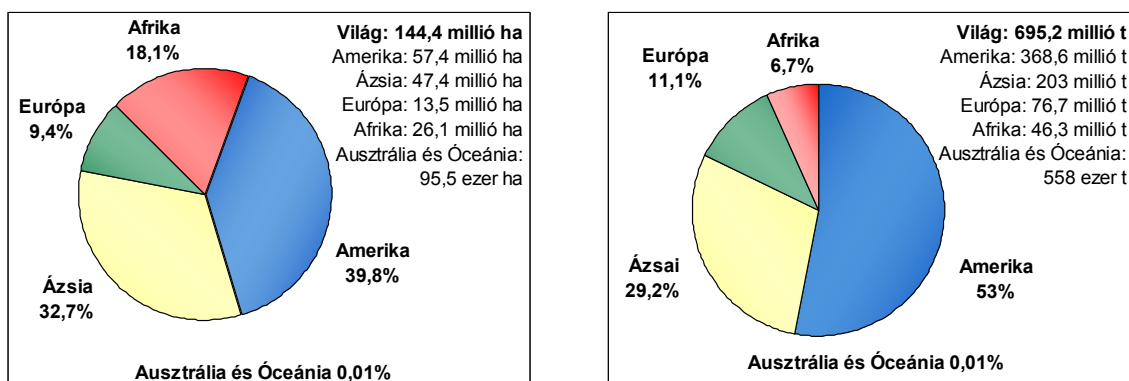
## 1. BEVEZETÉS

A világ növénytermesztésének középpontjában a gabonanövények termesztése áll, ezt bizonyítja, hogy az összes szántóterületnek megközelítőleg felét gabonanövények foglalják el, melyek közül búzát 216 millió hektáron, (a világ szántóterületének 15,5%-án), rizst 154,3 millió ha-on (11,1%) és kukoricát 144,4 millió ha-on (10,4%) termesztnek (FAO, 2006).

A kukorica az amerikai kontinensről származik, de az elsődleges géncentrum tekintetében eltérnek a kutatók véleményei. Egyesek szerint származási helye Peru, míg mások szerint Mexikóból kiindulva terjedt el. Spanyol hódítók közreműködésével Amerikából Európába került, majd elterjedve a többi kontinensen is az egész világot meghódította, és ezt napjaink kukoricatermesztése is bizonyítja. Magyarországra feltehetően Itáliából, és Erdélyen keresztül Törökországból került be az 1590-es évek elején. Ma már kukoricát szinte a világ minden részén termesztnek, ez többek között a sokrétű hasznosíthatóságának és a kiváló alkalmazkodóképességének köszönhető.

A világ kukoricatermesztésében döntő szerepe van az amerikai és az ázsiai kontinensnek. A kukorica termőterületének 39,8%-a Amerikában található, itt állítják elő az összes termés 53%-át, azaz 368,6 millió tonnát. Az amerikai kontinensről elsősorban az USA-t, Brazíliát és Mexikót kell kiemelni, mint fő kukoricatermesztési övezetet. Ázsiában a vetésterületének 32,7%-a található, és az itt megtermelt 203 millió tonna kukoricával 29,2%-ban részesedik a világon megtermelt kukorica mennyiségéből, Kínának és Indiának köszönhetően (1. ábra).

1. ábra: A kukorica termőterületének és termésmennyiségének megoszlása a kontinensek között (FAO, 2006)



Afrikában 26,1 millió hektáron a csekély termésátlag következtében (1,77 t/ha) csupán 46,3 millió tonna kukoricát termesztenek, ezzel szemben az európai országok a 76,7 millió tonna kukoricát megközelítőleg fele akkora termőterületen (13,5 millió ha) állítják elő. Az Európai Unióban Franciaország, Olaszország, Magyarország és a termőterülete alapján ma már Románia is az elsődleges szemeskukorica termesztő tagállamok közé sorolható (1. táblázat). Ausztrália és Óceánia országaiban még a 100 000 ha-t sem éri el a kukorica termőterülete, így annak nincs számottevő jelentősége a világ kukoricatermesztésében.

1. táblázat: A jelentősebb kukoricatermesztő országok a Világon (FAO, 2006)

	Termőterület (ezer ha)	Relatív arány (%)	Termésátlag (t/ha)	Összes termés (ezer t)	Relatív arány (%)
USA	<b>28 590</b>	19,8	<b>9,4</b>	267 598	38,5
Kína	<b>27 143</b>	18,8	5,4	145 625	21
Brazília	<b>12 603</b>	8,7	3,4	42 632	6,1
India	<b>7 590</b>	5,3	1,9	14 710	2,1
Mexikó	<b>7 338</b>	5,1	3,0	21 765	3,1
Argentína	2 447	1,7	5,9	14 446	2,1
Franciaország	1 503	1,0	<b>8,6</b>	12 901	1,8
Olaszország	1 108	0,8	<b>8,7</b>	9671	1,4
Magyarország	1 229	0,85	<b>6,9</b>	8 441	1,2
Kanada	1 093	0,76	<b>8,5</b>	9 268	1,3
Románia	2 513	1,7	3,6	8 985	1,3
<i>Világ</i>	<i>144 400</i>	<i>100</i>	<i>4,8</i>	<i>771 800</i>	<i>100</i>

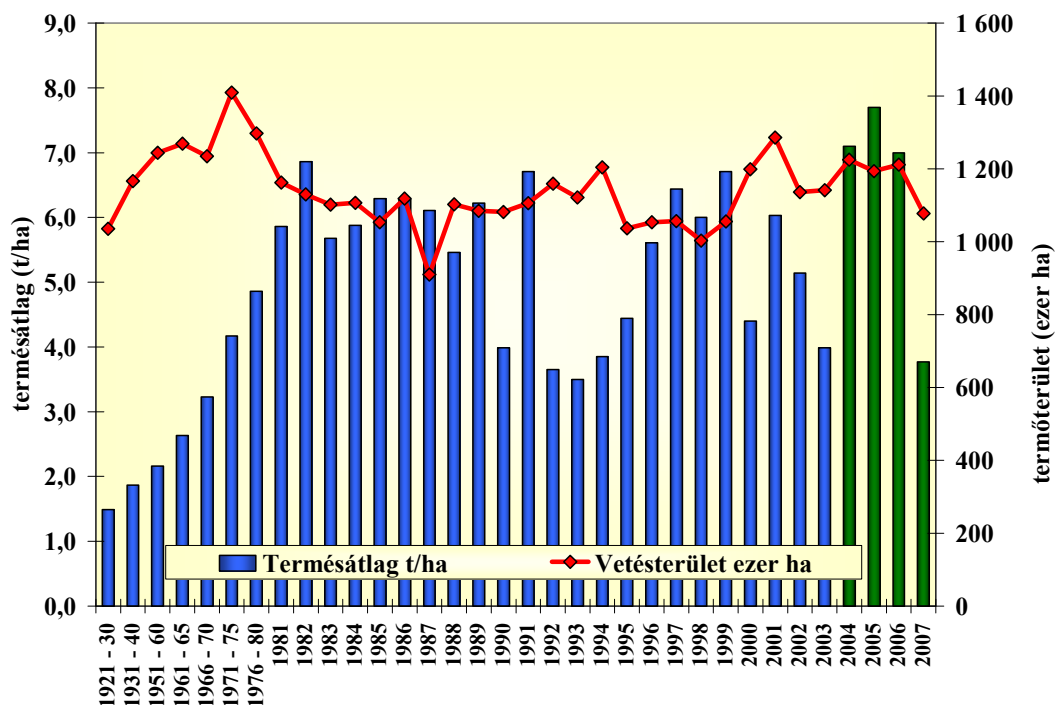
Magyarországon a búzának és a kukoricának is igen jelentős stratégiai szerepe van a szántóföldi növénytermesztésben. Az elmúlt években (2004-2006) elért rekordterméseknek köszönhetően hazánknak sikerült felzárkóznia a kukoricatermesztő nagyhatalmakhoz Európában is és a világon is. Az Európai Unióban a szemeskukorica termesztésben Franciaországnak, Magyarországnak és Olaszországnak van vezető szerepe, a vetőmag és a csemegekukorica előállításban, pedig Franciaország és Magyarország termeli meg az EU-s készletek 80-90%-át.

Magyarországon a kukorica és a búza vetésterülete a 4,5 millió hektáros szántóterületnek közel 50%-át foglalja el, így a hazai növénytermesztésre hasonló tendencia jellemző, mint a világ növénytermesztésére. Az 1920-as évektől kezdődően a

kukorica termőterülete – egy év kivételével (1987) – meghaladta az 1 millió hektárt, ez abból adódik, hogy az állattenyésztés legfontosabb takarmány bázisát a kukorica szolgáltatta.

A termésátlagokat vizsgálva három szakaszt különíthetünk el a kukoricatermesztésben (2. ábra). A XX. század elején a termésátlagok nagyon alacsony szinten stagnáltak, majd a növénytermesztést érintő nagy horderejű változások, úgy, mint a kemikáliák felhasználásának növekedése, a technológiai színvonal emelkedése, a korszerű hibridhasználat és végül, de nem utolsó sorban a szakértelem és ezzel együtt a hazai kutatások eredményei következtében országos termésátlagunk megduplázódott, és elérte a hektáronkénti 5-6,7 tonnás termésátlagot. 1921-80 között a kukorica termésátlaga lineárisan emelkedett. Menyhért (1985a) szerint az 1960-81 közötti időszakban az évi előrehaladás tekintetében (151,5 kg/ha) az 1 millió hektárnál nagyobb területen kukoricát termesztő országok között az első helyen álltunk. Az 1980-as évektől egészen a rendszerváltásig a termésszínvonal évről évre megközelítette, illetve meghaladta a 6 tonnát.

2. ábra: A kukorica termőterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon 1921-2007-ig



A '90-es évek elején a tulajdonviszonyok gyökeres átalakítása, az elaprózott tulajdoni szerkezet kialakulása, a mezőgazdaság gépellátottsága és a műszaki színvonal elavultsága, az agráröllő nyitottsága és a közgazdasági feltételek romlása mind

közrejátszott abban, hogy a mezőgazdasági termelés volumene 30%-kal visszaesett, a kukorica termésingadozása, pedig ebben az időszakban elérte a 30-50%-ot.

2004-2006 között viszont kiemelkedő terméseredményeket értünk el a kedvező klimatikus viszonyoknak köszönhetően. Az átlagtermés 7,0-7,7 tonna között alakult, így az évente megtermelt kukorica mennyisége elérte a 8-9 millió tonnát.

A tekintélyes mennyiségű kukoricakészlet döntő hányada intervenciós raktárakban került felhalmozásra, ennek következtében a 2005/2006-os idény végére az unió intervenciós kukorica készlete mintegy 5,6 millió tonnára emelkedett (ennek 93%-a Magyarországon volt), mely az összes intervenciós gabonakészlet 40%-át tette ki. Az Unió 2006-ban a kukoricaintervencióra vonatkozó rendeletében szigorította az intervencióra felkínált kukorica néhány minőségi paraméterét (hektolitertömeg, törtszemek és hősérült szemek aránya, szemnedvesség tartalom), viszont ezt a döntést az Elsőfokú Bíróság megsemmisítette, mivel az Unió erről nem értesítette megfelelő időben hazánkat és ez hátrányos következményekkel járt volna a hazai termelőkre nézve. Mindemellett az Európai Bizottság 2007-ben döntött a kukorica intervenciós felvásárlásának megszüntetéséről 2009-től, hivatkozva arra, hogy a folyamatosan növekvő készlet értékesítési lehetősége korlátozott, a kukorica tartós tárolásra nem alkalmas, illetve ez a rendszer csak Magyarország érdekeit képviseli.

Mindezek következtében a magyarországi kukorica ágazatban új fejezet kezdődött. Az évente megtermelt kukoricatöbblet hasznosítására alternatív lehetőséget jelentett a kukorica bioetanol gyártásba való bevonása, így takarmányként való felhasználása mellett a kukorica, magas energiatartalma révén, megújuló erőforrásként került a figyelem középpontjába.

2000 és 2007 között a világ bioüzemanyag-termelése megháromszorozódott, 261 millió hordóra nőtt, melynek 80%-a bioetanol és 20%-a biodízel, annak ellenére, hogy a biodízel fajlagos energiatartalma nagyobb. Bioetanol gyártásban élenjáró országok közé tartozik az USA (43%, fő alapanyaga a kukorica), Brazília (31%, cukornádból), az Európai Unió (18%) és Kína, míg a biodízel termelésnek 68%-át az Unió állítja elő és az USA csupán 17%-kal részesedik a termelésből.

2006-ban Magyarországon a bioetanol gyártás terén igen gyors fellendülés kezdődött. Több befektetői csoport jelent meg bioetanol előállítás céljából hazánkban, a vetőmag-termelő és forgalmazó cégek bioetanol gyártásra alkalmas hibrideket kínáltak (HTF), és a termelők számára biztos piacot jelentett a bioetanol-alapanyag előállítás. Ha a tervezett beruházások megvalósultak volna, akkor évente 8,5-9 millió tonna gabonára



lett volna szükség, mint bioetanol nyersanyagra, és melyből 3 millió tonna bioetanol állítható elő. Ezt a mennyiséget viszont már hazai termelésből nem lehetne biztosítani, még akkor sem, ha az intervenció felszámolása a kukorica belső felhasználásának növekedését eredményezné, illetve ha az Európai Bizottság az intervenciók készletek bioetanol iparban való felhasználásáról döntene, ami a hazai gyárak inputellátását fokozná. További problémaként jelentkezne ilyen nagy mértékű termelésnél a melléktermék (DDGS) és a végtermék értékesítése.

Mindemellett egy kedvezőtlen időjárású évben, mint pl. a 2007-es év, az alapanyagár drasztikus emelkedésének hatására csökkent a beruházási kedv, és megtorpant a bioüzemanyagok iránti érdeklődés. Az elmúlt két évben bejelentett beruházásokból gyakorlatilag egy sem valósult meg, és a jelenlegi bioetanol-gyártó kapacitás 80 ezer tonnát tesz ki két működő üzemmel, Szabadegyházán és Győrben. Szakemberek szerint a megtorpanás csak átmeneti, mivel az olajár drágulás és az EU környezetvédelmi politikája is biztos piacot teremt a bioetanolnak.

A kukorica hasznosításában bekövetkező változások a minőségi, beltartalmi paraméterekkel szemben támasztott követelményeket is módosítják. A korábbi évtizedekben a megtermelt kukoricának megközelítőleg 90%-át takarmányozására fordították, de a kukorica ez irányú felhasználása jelentősen csökkent. A kukoricának igen magas a keményítőtartalma, viszont alacsony a fehérjetartalma, takarmányozás szempontjából kedvezőtlen a fehérje aminosav összetétele, csekély mennyiségű élettanilag kedvező hatású, esszenciális aminosavat tartalmaz. Takarmányként való felhasználása során a nemesítők a minél nagyobb fehérje tartalom elérésére és a fehérje biológia értékének javítására törekedtek, viszont bioetanol előállítás céljából szükségtelen a magas fehérje tartalom, elsősorban a magasabb keményítőtartalomra és a legmagasabb etanol kihozatalra kell törekedni.

A jövőben a magyar bioetanol ipar fejlődésével továbbá az egyéb ipari felhasználás (ipari cukor, biogáz, keményítő gyártás, stb.) növelésével a kukorica piaci pozíciója javulhat, és növénytermesztésünkben továbbra is az egyik legmeghatározóbb szántóföldi kultúraként lehet jelen.

## 2. TÉMAFELVETÉS

A hazai kukoricatermesztési ágazat versenyképességének fenntartása érdekében a jövőben meg kell teremteni a kukoricatermesztés stabilitását. A termésátlagok évenkénti ingadozásait mérsékelni, a termésbiztonságot növelni kell, ennek érdekében termőhelyspecifikus hibridválasztással és a kukoricahibridek igényeihez igazodó termesztéstechnológia alkalmazásával minimálisra kell csökkenteni a szélsőséges időjárási viszonyok kedvezőtlen hatásait. Elsősorban szem előtt kell tartani a hibridspecifikus termesztéstechnológia elemeit, így a folyamatosan bővülő hibrid szortiment indokoltá teszi a hibrid-agrotechnika-környezet interakciók folyamatos vizsgálatát a növénytermesztési térben.

Jelenleg csak a biológiai alapok felelnek meg a legkorszerűbb követelményeknek, az ökológiai tényezőkön belül a klimatikus feltételek kedvezőtlenül alakulnak, és az agrotechnikai tényezők – tápanyagellátás, talajelőkészítés, növényvédelem – sem elégítik ki sok esetben a kukorica igényét.

Az elmúlt évszázadban a hazai kutatóbázisokon végzett nemesítési és kutatói munkának köszönhetően növénytermesztésünk a biológiai alapok vonatkozásában igen intenzív fejlődésen ment keresztül. Az 1900-as években jelentek meg Magyarországon a bőtermő és jó vízleadó képességű lófogú (dent típusú) kukorica fajták, és az ezt követő időszakban indult meg a kukorica hazai nemesítése is Fleischmann Rudolf közreműködésével, akinek nevéhez fűződik az első fajtahibrid nemesítése. Az 1950-es években Pap Endre kitartó szelekciós és keresztezési tevékenységének köszönhetően született meg Európában az első, a világon (az USA után) a második beltenyésztéses kukoricahibrid, az Mv 5, ezzel megalapozva a sikeres martonvásári és a hazai hibridkukorica nemesítési programot. 1972-től Magyarországon megjelentek az amerikai Pioneer hibridek, amelyek a világ legkorszerűbb biológiai alapjait jelentették.

Az 1960-as évektől kezdődően a genetikai haladással párhuzamosan fejlődött a műszaki-, technikai háttér, a szakértelem és műtrágya felhasználásunk is egyre intenzívebbé vált. Az 1950-60-as években felhasznált NPK műtrágyamennyiség 55-100 kg/ha körül alakult, az 1980-as években, viszont elérte a 278 kg/ha-t. A kukorica országos termésátlaga megkétszereződött, meghaladva a világ termésátlagát elérte a 6 t/ha-t, és az éves termésnövekedés alapján Magyarország felzárkózott a világ jelentős kukoricatermesztő országai közé.

Napjainkban a céltudatos nemesítő munka eredményeként a biológiai alapok vonatkozásában rendkívül kedvező helyzetben vagyunk, a korszerű szegedi és martonvásári hibridek mellett számos külföldi nemesítőház is megjelent a hazai vetőmag piacon. Az elmúlt években felgyorsult a fajtaváltás, kiéleződött a hibridek piaci versenye és megnőtt az új fajták iránti igény, ennek eredményeképpen 2006-ban már több mint 400 kukorica hibrid szerepelt az OMMI fajtalistáján továbbá a nemzeti fajtalista bővült az EU fajtalistával is. Ennek ellenére a kukorica vetésterületének döntő hányadán évről évre ugyanazok a hibridek kerülnek termesztésre.

A rendelkezésre álló hibridek kiváló genetikai háttérrel rendelkeznek, és folyamatosan javul a termő-, a vízleadó-, a víz- és tápanyaghasznosító képességük, rezisztencia tulajdonságaik és a stressztényezőkkel szembeni toleranciájuk. A különböző genetikai háttérből adódóan más és más a hibridek természetes tápanyaghasznosító és feltáró képessége, valamint a trágyareakciója. A kukorica kedvező ökológiai adottságok mellett jól hasznosítja a talaj felvehető tápanyagkészletét, de a nagy termések realizálásához szükség van a tápanyagok visszafelvitására. Jelenleg a műtrágyázás színvonala sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban nem kielégítő. A kijuttatott 90-100 kg/ha műtrágyának 70%-a nitrogén, a foszfor-, kálium ellátás háttérbe szorult, ez pedig a hibridek szárazságtűrő, és betegség ellenálló képességét, valamint termésbiztonságát gyengíti, a talajtermékenységet, pedig csökkenti.

A helytelen – nem az ökológiai adottságokhoz igazodó – hibridválasztás elégtelen tápanyagellátással párosulva nagymértékben hozzájárul a kukorica termésingadozásához. A hibridspecifikus termesztéstechnológia feltételezi az eltérő genetikai adottságú hibridekre adaptált agrotechnika – beleértve a tápanyagellátás – biztosítását.

A kijuttatott műtrágyák érvényesülését meghatározza a csapadékellátottság, száraz években a tápanyagok felvehetősége és hasznosulása romlik, így kisebb az elérhető terméshozadék mértéke és a hibridek közötti különbségek is minimalizálódnak. Az évjárat terméseredményekre gyakorolt hatása sokszor képes felülmúlni, elfedni a műtrágyahatást. Törekedni kell a hibridek számára optimális tápanyagmennyiség kijuttatásáról és a harmonikus táparány biztosításáról, mivel a kedvező tápanyagellátás képes kompenzálni más kedvezőtlen agrotechnikai hatásokat, illetve mérsékelheti az évjárathatást növelve a termésbiztonságot. Ugyanakkor a fenntartható növénytermesztés érdekében előtérbe kell helyezni a környezettudatos szemléletet, figyelembe kell venni minden egyes agrotechnikai beavatkozás hatását a termésre és a környezet állapotára.

### 3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

#### 3.1. A biológiai alapok szerepe a kukoricatermesztésben

Hazánk kedvező helyzetben van a biológiai alapok tekintetében. A fajtaváltás jelentősen felgyorsult, évről-évre új, és egyre korszerűbb hibridek jelentek meg és jelennek meg napjainkban is a vetőmagpiacon. Ennek köszönhetően 2006-ban a silóhibridekkel együtt, hazánkban már több mint 410 kukoricahibrid volt köztermesztésben.

A termesztett fajta értékét az határozza meg, hogy milyen az agroökológiai és termesztés-technológiai alkalmazkodó képessége, a terméshozama, és más gazdasági tulajdonsága (JOLÁNKAI et al., 1999). A kedvezőtlen klimatikus tényezők és az agrotechnikai hiányosságok miatt nem tudjuk kihasználni a hibridekben rejlő genetikailag megalapozott potenciális termőképességet. Minél magasabb az agrotechnikai színvonal, és minél kedvezőbb a tápanyagellátás, annál kisebb az időjárás termésátlagot befolyásoló hatása.

A nagyobb adagú műtrágyák használatával és a korszerű, intenzív kukoricahibridek termesztésével a terméseredmények az 1970-80-as évtizedekben a korábbiakhoz képest kétszeresére növekedtek (NÉMETH-SZÉLL, 1985; NAGY, 1995a). A kukorica terméshozama kb. 50 %-ban a jobb fajták, illetve a korszerű hibrideknek volt köszönhető (NÉMETH-SZÉLL, 1985). BOCZ (1981) szerint a fajta 25%-ban járul hozzá a terméshozamához.

Ezzel szemben MARTON et al. (2005b) véleménye, hogy nehéz meghatározni a fajta szerepét az átlagtermés növekedésében. Az elért eredményeket a minimumban lévő tényező határozza meg. Ha az ökológiai és agrotechnikai feltételek optimumban vannak, akkor a hibridek közötti különbség határozza meg a termés nagyságát, ha viszont már kedvezőtlenek az időjárási adottságok, vagy hiányosságok vannak az agrotechnikában, akkor a hibridek alkalmazkodó képessége kerül előtérbe.

A rendelkezésre álló biológiai alapok rendkívül kedvezőek, korszerű genetikai háttérrel rendelkeznek, és a céltudatos nemesítő munka eredményeként folyamatosan javul a termőképességük, a vízleadó képességük, a víz- és tápanyag-hasznosító képességük (SÁRVÁRI-EL HALLOF, 2005). A biológiai háttér helyes megválasztása a fenntartható kukoricatermesztésnek is az egyik alapvető feltétele (PEPÓ PÁ.-PEPÓ PÉ., 1993; PEPÓ PÁ., 1998).

Magyarországon elsősorban az MTA Mezőgazdasági Kutató Intézetében, továbbá a GKI KHT Szegedi Kutató Intézetében nemesítenek ki igen korszerű, kedvező tulajdonságokkal rendelkező kukoricahibrideket, továbbá a külföldi nemesítő és vetőmagházak is nagyszámban hoznak be Magyarországra kukoricahibrideket (pl.: Pioneer Hi-Bred, Syngenta, Monsanto, Limagrain, KWS).

### **3.2. Az évjárat hatása a kukorica termésére**

#### *3.2.1. A klimatikus tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben*

Az ökológiai rendszeren belül igen fontos tényező a talaj-környezet és az időjárás-környezet kapcsolatrendszer. Az időjárás-környezet nem állandó, hanem folyamatosan változó ökológiai rendszer, melyben a növény alárendelt szerepet játszik (SZÁSZ, 1998). Ezzel összhangban a kukoricatermesztés eredményességét is az adott év időjárása, csapadék ellátottsága alapvetően meghatározza. Magyarország éghajlati adottságai kedvező feltételeket biztosítanak a kukoricatermesztés számára, viszont klímánk szélsőségekre hajló jellege, valamint az időjárás szeszélyes változása veszélyezteti a kukorica termésbiztonságát.

BOCZ (1976) is a növényi, az éghajlati és a talajtani tényezők közötti szoros kapcsolat fontosságát hangsúlyozza. E három tényező közül az éghajlati elemek módosíthatóak a legkevésbé, gyakorlatilag csak a csapadékhiány pótolható.

Hazánkban, az utóbbi években nőtt a száraz, aszályos évjáratok gyakorisága, ezt bizonyítják SÁRVÁRI et al. (2006) által végzett vizsgálatok is. A vizsgált időszakban (1968-2004) a csapadék éves mennyisége 55,3 mm-rel, a kukorica tenyészidejében, pedig 23,1 mm-rel csökkent a 30 éves átlaghoz (565,5 mm, illetve 345,1 mm) képest.

Ennek jelentős hatása van a terméseredmények alakulására, mivel a harmonikus tápanyagfelvételnél a víznek limitáló szerepe van (BOCZ-NAGY, 1981).

Nemcsak a csapadék, hanem a hőmérsékleti viszonyok is megváltoztak. Az elmúlt 15 évben (1991-2005) az évi középhőmérséklet csupán 1991, 2003 és 2005 években volt alacsonyabb a 30 éves átlagnál, viszont a kukorica tenyészidejében (IV.-IX. hó) és kritikus időszakában (VI.-VIII. hó) mért középhőmérséklet minden évben meghaladta az erre az időszakra vonatkozó 30 éves átlagot (SÁRVÁRI, 2006).

SÁRVÁRI (1999a) az utóbbi évek szélsőséges időjárási viszonyait a globális klímaváltozás következményeként értékeli. Az egyre gyakrabban jelentkező aszályos évjáratok miatt felértékelődött a jelentősége biológiai alapoknak és az agrotechnikai tényezők korszerű használatának.

### *3.2.2. Az évjárat hatása a tápanyagellátás hatékonyságára*

A csapadék változékonyságának következtében a többi növénytermesztési tényező hatása jelentősen módosulhat, vagy el is maradhat (LIANG et al., 1991; BERZSENYI et al., 2005). Az 1990-es évek alacsony terméseredményeit sok esetben a kedvezőtlen klimatikus tényezők okozták és nem a termesztési tényezők (SÁRVÁRI–SZABÓ, 1998).

KOVACEVIC (2004) szerint a kukorica tenyészideje alatt a talaj tápanyagellátottsága, a csapadék mennyisége és eloszlása szignifikánsan befolyásolja a kukorica termését. BERZSENYI–GYŐRFFY (1997) különféle statisztikai módszerekkel vizsgálták az évjárat-trágyázás interakcióját, és eredményeik az évjárat jelentős hatását bizonyították. Kísérleteik során száraz években az átlagtermés csupán 3,83 t/ha volt, míg csapadékos évben elérte a 6,0 t/ha.

Hasonló megállapítást tett PEPÓ PÉ. (2005), miszerint az adott tenyészév vízellátása nagymértékben determinálja a trágyázás hatékonyságát. Kísérleti eredményei alapján megállapította, hogy a kukorica termésszintje 11-12 t/ha-on tartható csernozjom talajon, de ehhez szakszerű öntözés és tápanyagellátás szükséges. Optimális mennyiségű tápanyag jelenléte a talajban, viszont nem biztosítéka a nagy termés elérésének, mivel erős vízhiány esetén a növény a tápanyagokat nem képes hasznosítani (DEBRECZENI–DEBRECZENINÉ, 1983) és a műtrágyák érvényesülése is elmarad (HUZSVAI, 2005). Aszályos évjáratokban a műtrágyázás hatástalan is lehet, sőt termésdepressziót is okozhat (PEKÁRY, 1969b; BOCZ, 1976).

CSATHÓ et al. (1991) P tartamkísérleteikben tapasztalták, hogy az eredmények alakulásában fontos szerepe van az évjáráthatásnak, mely jelentősen meghaladta a P műtrágyázás hatását. Véleményük szerint az aszálykárt a túlzott tápanyagellátás is fokozhatja. PEPÓ PÉ (2002) és GYURICZA (2005) szerint a kedvezőtlen időjárási hatásokat a megfelelő tápanyag-visszapótlással mérsékelni lehet.

### *3.2.3. Az évjárat hatása a kukorica termésmennyiségére és minőségére*

Az időjárási tényezők közül a vízellátás az egyik legfontosabb termést determináló tényező. Az optimálisnál kevesebb csapadék hatására csökken a fotoszintetikus aktivitás, a tápanyagfelvétel és intenzívebbé válik a növényi légzés (DEBRECZENI et al., 2004).

MARTON et al. (2005a) a hibridek genetikai termőképességének realizálásában száraz körülmények között nem a hőmérsékletnek, hanem a vízhiánynak tulajdonítanak jelentős szerepet. Aszályos években a hosszabb tenyészidejű hibridek termése nagyobb mértékben csökken, mivel a korábbi hibridek virágzási időszaka elkerüli a vízhiányos időszakot. A száraz periódus elkerülése szempontjából nagyon fontos a hibridek virágzási időszaka. VÉGH-SZUNDY (2004) kísérleteiben minden egyes genotípus termése csökkent a szárazság hatására.

Számos kutató, köztük BERZSENYI (1993a), BERZSENYI-GYŐRFFY (1995, 1996) is foglalkozott a különféle tényezők vizsgálatával, köztük az évjárat hatásával is a kukorica termésére, növekedésére és termésbiztonságára.

Különféle modelleket (BAIER, 1983) dolgoztak ki az éghajlat-termés kapcsolatának modellezésére, melyek áttekintést nyújtanak e két tényező kapcsolatrendszeréről. LAKATOS et al. (1996) klimatikus stresszfüggvény alkalmazásával vizsgálták az évjáráthatást.

VARGA-HASZONITS et al. (1998) a meteorológiai hatásokat numerikusan jellemezve értékelték a különböző meteorológiai tényezők szerepét és vizsgálataik szerint a kritikus elemek közül az áprilisi, a júliusi és az augusztusi csapadék emelhető ki a kukoricatermesztés szempontjából.

Az évjárat nemcsak a termés mennyiségét, hanem a kukorica beltartalmát is befolyásolja. PROKSZÁNÉ et al. (1995) kísérleteiben a kukorica hibridek fehérjetartalma csapadékos évjáratban alacsonyabb volt, mint száraz évben. HEGYI et al. (2006) közel 100 hibridkukorica beltartalmi paramétereit vizsgálták és megállapították, hogy az átlagtermés növekedésével csökkent a kukoricában a fehérjetartalom és nőtt a keményítő felhalmozódása. A kukorica fehérje- és olajtartalmát elsősorban a genetikai tulajdonságok határozzák meg, az ökológiai és agrotechnikai tényezők csak módosítják azt. Csapadékosabb termőhelyeken nagyobb mértékű volt a keményítő beépülése, és kisebb volt a fehérjetartalom. Aszályosabb körülmények között, viszont a nőtt a fehérje mennyisége.

A kukorica termésbiztonságának növelése érdekében a klimatikus tényezőket módosítani nem tudjuk, viszont mérsékelni lehet az időjárás okozta kedvezőtlen hatásokat, termőhelyhez igazodó hibridválasztással és szakszerű, a növény igényeit kielégítő, hibridspecifikus agrotechnika alkalmazásával (PEPÓ PÉ, 2006). MARTON et al. (2005a) szerint az évjárat okozta termésingadozás mérséklésének alapvető eszköze a hibridek szárazságtűrésének nemesítéssel történő javítása.

### **3.3. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására**

#### **3.3.1. A termesztési tényezők jelentősége**

A magyarországi kukoricatermesztés termésbiztonságának megteremtéséhez SÁRVÁRI (2005) feltétlen szükségesnek tartja az ökológiai viszonyoknak megfelelő hibridválasztást, a hibridspecifikus technológiához igazítva megfelelő vetésváltás biztosítását, harmonikus tápanyag visszapótlást, a vetésidő racionalizálását és az ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezőkkel összhangban az optimális tőszám megválasztását.

BERZSENYI–GYÖRFFY (1995) 35 éves tartamkísérlet alapján meghatározták, hogy a trágyázás 30,7%, a fajta 30,0%, a növényszám 20,3%, ápolás 16,3% és a talajművelés 2,7%-ban hat a termésre. NAGY (1995b) a kukorica terméskialakításában résztvevő növénytermesztési tényezők egy részét vizsgálva a következő sorrendet állította fel: műtrágyázás 48%, öntözés 28%, talajművelés 18%, növényszám 6%.

GYÖRFFY (1969) szerint a kukorica termésátlagainak növelését, a termésingadozások csökkentését csak hibrid vetőmag használatával, a kukorica igényeihez igazodó talajművelés biztosításával, megfelelő trágyázással és növényápolással lehet elérni.

#### **3.3.2. Az öntözés és a tápanyagellátás kapcsolata és hatásuk a termésre**

Öntözéses körülmények között a hatékony gazdálkodás feltétele a növények igényének megfelelő tápanyagellátás. Kísérleti eredmények igazolják, hogy a csapadék mennyisége és a talajban tárolt vízkészlet befolyásolja a trágyaszükségletet és a trágyahatást, azaz nagyobb vízellátottság mellett több műtrágyára van szükség. Viszont öntözött termesztésben sem szükséges N240+PK kg/ha műtrágya kijuttatása, mert szignifikánsan nem növeli a termést az N120+PK kg/ha trágyaadaghoz képest, de a kimosódó nitrát mennyisége jelentős lehet (MEGYES et al., 2005).

BOCZ–NAGY (1981) vizsgálataik szerint az öntözés és a műtrágyázás szignifikánsan növelte a terméseredményeket. Az öntözés és a műtrágyázás hatása először a gyökértömegben, majd a föld feletti részekben jelentkezik. A termésképző elemek közül a csöveken a sorok száma változott legkevésbé a kezelések hatására, míg az ezerszemtömeg és az egy csövön lévő szemek száma a kezelésekkel jelentősen nőtt.

Hasonló megállapítást tett DEBRECZENI–DEBRECZENI-NÉ (1983), miszerint a műtrágyázás termésnövelő hatását az öntözés fokozza, de ugyanígy a műtrágyázás is



javítja az öntözés hatását. Az öntözés és a műtrágyázás kölcsönhatását a talaj típusa, tápanyag-ellátottsága, vagy tápanyag szolgáltató képessége jelentős mértékben befolyásolja.

### *3.3.3. A vetésváltás és a monokultúrás termesztés hatása a kukorica termésére*

Magyarországon a szántóterület közel 50%-át a két fő növényünk, a kukorica és az őszi búza foglalja el. Ennek, és a felaprózódott birtokszerkezet következményeként nehéz követni a vetésváltás szabályait. A vetésváltás vagy monokultúrás termesztés kérdését azonban végleg eldöntötte az amerikai kukoricabogár és lárvájának gyors terjedése és rendkívül nagy kártétele (SZÉLL, 2001, 2002; SZÉLL-HATALÁNÉ, 2003; SÁRVÁRI, 2004b).

Mindemellett fontos szerepe van a vetésváltásnak az aszálykár mérséklésében, hatással van a kukorica termésére, a műtrágyázás hatékonyságára és a termésbiztonságra (RUZSÁNYI et al., 2000). 1973-94 között beállított tartamkísérletben a kukorica maximális termése trikultúrában 11,42 t/ha, bikultúrában 10,17 t/ha, míg monokultúrában 9,84 t/ha volt. Műtrágyázás nélkül a tri- és bikultúra legnagyobb termése 7,66-7,88 t/ha volt, addig monokultúrában csak 5,73 t/ha. Száraz években a monokultúra termése szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a vetésváltásban termesztett kukoricáé, ami a talaj hasznos vízkészletének nagymértékű igénybevétele miatt következett be. (SÁRVÁRI-EL HALLOF, 2006; PEKÁRY, 1969a).

A kukorica számára a legkedvezőbb elővetemény a búza, közepes a bikultúra (búza-búza-kukorica-kukorica) és a legrosszabb a monokultúra. Az elővetemény meghatározza az optimális NPK tápanyag mennyiségét. Trikultúrában 50-60, bikultúrában 60-80 és monokultúrában 100-120 kg/ha N + PK a szükséges műtrágyahatóanyag mennyiség (SÁRVÁRI, 2004a).

GYÖRFFY (1969) kihangsúlyozza, hogy monokultúrás termesztés során a trágyázás hatását vizsgálva figyelembe kell venni az időhatást, időfüggvényt. Ugyanazon a talajon, több éven át, műtrágyázás nélküli termesztés során a termésdepresszió növekvő mértékű.

A vetésváltás előnyeit összegezve, megállapítható, hogy a szakszerű vetésváltás növeli a termésátlagokat, javítja más termesztéstechnológiai elemek hatékonyságát, és a kémiai anyagok megtakarításával segíti a környezetvédelmi törekvések teljesítését.

### **3.4. A műtrágyázás hatása a kukorica termésére**

#### *3.4.1. A kukoricahibridek tápanyag hasznosító képessége és trágyareakciója*

A hazai és a nemzetközi irodalomban sok szerző foglalkozik a kukorica optimális NPK adagjainak meghatározásával. Természetesen az optimális műtrágyaadag nagyon sok tényezőtől függ, többek között a klimatikus, edafikus adottságoktól, a kukoricahibridek intenzitásától, az agrotechnika színvonalától, a víz- és a tápanyagellátás mértéke mellett a növényvédelem hatékonyságától, stb. (GYŐRI et al., 1990). PEPÓ PÁ-TÓTH (2004) a tényezők sorában a genetikai háttér fontosságát hangsúlyozza.

DEBRECZENI (1979) és SÁRVÁRI (1999b) szerint az új fajták és hibridek nagyobb termőképessége azon alapszik, hogy jobban tudják hasznosítani a talaj termékenységét, a tápanyag- és vízkészletet. Az intenzív fajták, hibridek pozitív kölcsönhatást mutatnak a fokozott tápanyagellátással szemben, tehát az intenzív hibrideknek jobb a tápanyag hasznosító képessége, így a tervezett termés fajlagos tápanyagigényét csökkenteni lehet. Összességében az intenzív fajták, hibridek nagyobb termése nagyobb tápanyag utánpótlást igényel.

A fajtaspecifikus trágyázás a tápanyag-gazdálkodás egyik fontos tényezője. Az eltérő genotípusú fajtáknak különbözőek az agronómiai és a növényfiziológiai tulajdonságaik, és ezek a különbségek eredményezik, hogy más-más a trágyareakciójuk is (PEPÓ PÉ, 2001). A hibridek természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képessége közötti különbségek meghaladják az 50%-ot. PEPÓ PÁ (1995a, b) szerint a hibridek kedvező tápanyaghasznosító-képessége alternatívát jelent a fenntartható mezőgazdaság számára.

Nem az a legjobb hibrid, amely a legnagyobb műtrágyaadag mellett adja a legnagyobb termést, hanem amelyik kisebb tápanyagszinten is magas termések elérésére képes, ezek a legjobb termőképességű hibridek (SÁRVÁRI, 1984; SZÉLL-MAKHAJDA, 2003).

A különböző hibridek tápanyag-reakciója a hibridek genetikai adottságából adódik. Előtérbe kell helyezni a racionális tápanyag-felhasználást, azaz a műtrágyaadagokat az adott hibrid termőképességéhez kell adaptálni (SÁRVÁRI, 1986c).

SÁRVÁRI-EL HALLOF (2006) szerint azok a hibridek, melyeknek jobb a műtrágya-reakciójuk, azoknak jobb a nitrát-reduktáz aktivitásuk, jobb a gyökértömegben belül a gyökérszőrök adszorpciós kapacitása, és ez a tulajdonság öröklődik.

SÁRVÁRI (1986b) által vizsgált Pioneer hibridek leggazdaságosabb műtrágyaadagja N 180, P 135, K 159 kg/ha, az ettől nagyobb műtrágyaadag is növelte a termést, de a megbízhatósági határ alatt. SÁRVÁRI-SZABÓ (1998) a kukoricahibrideket trágyareakció alapján gyenge, közepes és kiváló csoportokba sorolják. Megállapításuk szerint a jó termőképességet és a jó tápanyag-reakciót a műtrágyázás nélküli, vagy a kis műtrágyaadagoknál elért terméseredmények jellemzik.

BERZSENYI-LAP (2003b) N-műtrágyázási és a vetésidő kísérletben a hibridhatást minden évben szignifikánsnak találták. BERZSENYI-LAP (2005) megállapították, hogy a legtöbb vizsgált évben a hosszabb tenyészidejű hibrideknek volt a legnagyobb a termése és a legkedvezőbb a műtrágya reakciója. A későn érő fajták nagyobb termőképessége ellenére is CSERHÁTI (1901) véleménye az, hogy olyan hibridet célszerű vetni, melyek adott termőhelyen biztonsággal beérnek. MARTON et al. (2005c) eredményeik alapján megállapították, hogy a hosszabb tenyészidejű hibridek hiába rendelkeznek nagyobb termés potenciállal, azt nem tudják 100%-osan realizálni. Hő- és szárazság stressz esetén az életfolyamatok idő előtt leállnak és lerövidül a generatív szakasz, s ez az okozója az alacsony terméseknek. Ezért nagyon fontos a későn virágzó genotípusok esetében a stressz toleranciára történő szelekció.

#### *3.4.2. Az NPK műtrágyázás hatása a kukorica termésére*

Az alacsony termésátlagok a műtrágya felhasználás visszaesésének következményei, a magasabb és egyenletesebb termés mennyiségek eléréséhez növelni kell a műtrágya felhasználást, MARTON (2004). Még környezetvédelmi szempontból sem indokolt a hazánkra jellemző, alacsony szintnek a fenntartása (POPP, 2000).

Az agrotechnikai tényezők közül a trágyázás jelentős hatással van a termésképződésre és a kialakuló termés nagyságára. KÁDÁR (2000) felhívta a figyelmet, hogy a trágyázásnak a hiányzó tápelemek pótlását kell szolgálnia. A trágyázás tervezésekor a talajból kivont tápanyagok mennyiségéből kell kiindulni.

ÁCS (1972) 1961-1963. között végzett szerves- és műtrágyázási kísérleteket, melyekből arra a következtetésre jutott, hogy az istállótrágya nélkül kijutatott műtrágyának nem volt kisebb a termésnövelő hatása az istállótrágyához képest. Megfigyelte, hogy műtrágyázással nemcsak a termésátlagok nőnek, hanem a termésbiztonság is javul. Hasonló megállapítást tett GYŐRFFY (1979), több év átlagában az NPK műtrágyázás hatékonyabb volt, mint a szervestrágyázás. Azokban az években, amikor a szervestrágyát közvetlenül a kukorica alá juttatta ki, akkor nem ért el

szignifikáns terméshozadékot. KARKI et al. (2005), viszont a legnagyobb termést, szárazanyag akkumulációt N 120, P 26,2, K 41,5 kg/ha műtrágya adagnál, illetve N 120 + 10 t/ha szerves trágya + 5 kg/ha Zn kezeléskor érte el.

A szerves trágyázás terméshozadékot növelő hatása nem olyan intenzív, mint a műtrágyázásé, viszont igen kedvező hatásai vannak a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak javításán keresztül a talaj tápanyag-gazdálkodására.

A kukorica hibridek harmonikus tápanyagellátása érdekében ismerni kell a talaj laktatólagos P- és K-tartalmát, és ahhoz kell igazítani a kijuttatandó műtrágya mennyiségét. A műtrágyák hatékonyságát a talajok tápanyagszolgáltató képességén kívül a termőhely éghajlata és az adott év időjárása is nagyban befolyásolja (PEKÁRY, 1969b). 2003-ban, kedvezőtlen évjáratban a kontroll parcellákhoz képest a legkisebb, N 40, P 25, K 30 kg/ha dózis növelte legnagyobb mértékben a termést (4,84-5,47 t/ha), és az ennél nagyobb trágyaadagok nem növelték szignifikánsan a termésátlagot. Viszont 2004, csapadékos évben még az N 120, P 75, K 90 kg/ha dózis mellett is elérte a terméshozadékot (1,13-2,63 t/ha) a megbízhatósági határt (SÁRVÁRI, 2005b).

Az 1950-60-as években a hibridkukoricákkal végzett hazai trágyázási kísérletek (BALLÁNÉ, 1960; PEKÁRY-KRÁMER 1962; LATKOVICS, 1964; KRÁMER-PEKÁRY, 1962; SARKADI-BÁNÓ, 1962) bizonyították, hogy a trágyázás hatására nő a kellő sűrűségű növényállomány termése. Ezt alátámasztották a Martonvásáron 1955. óta folyó tartamkísérletek is (KRÁMER, 1966).

LÁNG (1966) 1961-ben beállított, 4 éves trágyázási kísérletben vizsgálta a műtrágyázás hatását a kukorica termésére. A trágyázás hatására a termés évről-évre növekedett a kontrollhoz képest, míg a kontroll parcellákban a talaj termékenysége évről-évre csökkent. A műtrágyának nemcsak a terméshozadékot növelő hatása mutatkozott, hanem csökkentette a kedvezőtlen évjáratok okozta termésingadozás mértékét is. BOCZ (1962) is kiemeli a műtrágyázás termésingadozást mérséklő hatását, mivel műtrágyázással csökkenteni lehet a szélsőséges időjárási- és csapadékviszonyok termésre gyakorolt hatását.

BERZSENYI-LAP (2006) műtrágyázási tartamkísérletükben 7 különböző műtrágyadózist alkalmaztak: 100-600 kg/ha-ig, 100 kg-onként növelve a dózisokat és 800 kg/ha NPK adagot. A kapott eredmények szerint a kukorica hibridek termése a 200-400 kg/ha NPK dózisok mellett voltak a legnagyobbak. Ezt alátámasztották különféle statisztikai módszerekkel is. Az évekre végzett összetett variancia analízis azt mutatta, hogy az évjárathatásnak van a legnagyobb hatása a kukorica termésére.

NAGY (1996) 1989-94 között mészlepedékes csernozjom talajon vizsgálta a műtrágyázás hatását a kukorica terméseredményeire. A kontroll parcellák mellett N 120, P 90, K 106 kg/ha és ennek kétszeres dózisát alkalmazták. Az átlagtermés műtrágyázás nélkül 5,81-6,88 t/ha között alakult, az alacsonyabb műtrágyaadagnál 9,15-10,27 t/ha volt, a nagyobb adagnál, pedig 9,22-10,01 t/ha.

SVECNJAK et.al. (2004) 1996 és 1999 között 12 kukoricahibrid trágyareakcióját vizsgálták extenzív és intenzív termesztési körülmények között. Az intenzív technológiában a dózisok N 213, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 130, K<sub>2</sub>O 130 kg/ha (továbbiakban P és K) voltak, az extenzívben N 105, P 104, K 104 kg/ha voltak. Az intenzív technológiában a termések (11,42 t/ha) szignifikánsan magasabbak voltak, mint az extenzívben (8,21 t/ha).

KHAN et.al. (2006) szántóföldi kísérletben a kontrollhoz képest az N 120, P 90, K 75 kg/ha műtrágyadózisnál érték el a maximális termést, míg SLYUDEEV (2003) 1999-2001 között beállított kukoricatrágyázási kísérletben a legnagyobb termést (6,07 t/ha) az N 70, P 70, K 70 kg/ha trágyaszinten érte el, 80 ezer t/ha állománysűrűség mellett. SÁRVÁRI et al. (2006) hatékonysági és környezetvédelmi szempontból, az elővetemény és az évjárat függvényében a kukorica optimális műtrágyaadagját N 60-120, P 45-90, K 53-106 kg/ha hatóanyag mennyiségben határozta meg.

NPK műtrágyázással nemcsak a termésmennyiségét lehet növelni, hanem bizonyos agrotechnikai tényezők kedvezőtlen hatását is tompítani lehet, pl. a monokultúrás termesztés termés-csökkenő hatását (SZÉLL et al., 2004). Továbbá a tápanyagellátás optimális szintje csökkenti a szem víztartalmát (NAGY-ZEKE, 1981) és javítja a növény vízhasznosítását (KOVÁCS, 1982; NÉMETH-BÚZÁS, 1991; DOBOS-NAGY, 2003).

### *3.4.3. A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésmennyiségére*

Számos kísérleti eredmény és gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a műtrágyák közül a nitrogén műtrágyáknak van a legjelentősebb hatásuk a termésre. NAGY (2007) szerint a termesztéstechnológia elemei közül a nitrogén ellátottság befolyásolja legnagyobb mértékben a kukorica hozamát és a minőséget.

A terméstöbblet elérésében a három legfontosabb makrotápelem közül a nitrogénnek van elsődleges szerepe. Kedvező évjáratokban a nagyobb adagú nitrogénnel nagyobb termést lehet elérni, viszont kedvezőtlen években negatív hatásai is nagyobbak. (BOCZ, 1974).

NAGY (1986), GYÖRFFY-I'SÓ (1966) kukorica műtrágyázási kísérletekben vizsgálták a műtrágyahatást, és a kapott eredmények is azt bizonyítják, hogy a nitrogén műtrágyázásnak van a legnagyobb hatása a termés alakulására, viszont GYÖRFFY et al. (1965) a különféle N formák hatékonyságában nem talált jelentős eltérést.

SÁRVÁRI (1995) szerint is a termés nagyságát elsősorban a N-trágyázás határozza meg, viszont felhívja a figyelmet a túlzott nitrogén trágyázás káros környezeti hatásaira. A 60-120 kg/ha-tól nagyobb nitrogén adag alkalmazása következtében a talajban károsan sok NO<sub>3</sub>-N halmozódik fel. JAYNES-COLVIN (2006) az idény közepén kiegészítő N-trágyázást (69 kg/ha) alkalmazott, melynek hatására termésmnövekedést tapasztaltak, viszont a kimosódás mértéke is jelentősebb volt, mint az egyszeri N-trágyázás esetén. CHARLES-CHARLES (2006) N-műtrágyázással a kukorica szemtermését 24%-kal tudták növelni, I'SÓ (1966) 1963-ban 57%-kal, majd 1964-ben 76%-kal a trágyázatlan kezelésekhez képest.

MÁNDY (1974) szerint a N műtrágya elsősorban a növény vegetatív fejlődését segíti, továbbá fokozza a tenyészidő kitolódását és az érés elhúzódását. Ennek következtében nagyobb a veszélye a kártételek megjelenésének, a növény kedvezőtlen időjárási körülmények közé kerülhet és romolhat a termés minősége. GYÖRFFY et al. (1965) ezzel szemben megállapítja, hogy a műtrágyázás érést késleltető hatása látszólagos, a levelek tovább maradnak zöldek, de nem talált eltérést a csövek nedvességtartalmában sem és az ezerszemtömegben sem.

BERZSENYI (1993b) mind a csövenkénti szemszámban, mind az ezerszemtömegben növekedést tapasztalt, ha a műtrágyaadagot 160 kg/ha N dóziséig növelte, míg a 240 kg/ha adagnál a csövenkénti szemszám és a termés csökkent, az ezerszemtömeg, pedig kismértékben, de tovább nőtt. A kukoricahibridek termése a 160 kg/ha dóziséig ugyancsak nőtt, de az ennél nagyobb adagok már termésesökkenést okoztak (LŐRINCZ, 1969; BERZSENYI-LAP, 2003a). RONALD et al. (2005) kísérleteikben a maximális kukoricatermés eléréséhez elegendő volt 125 kg/ha nitrogén kijuttatása, vagy 185 kg/ha N megosztott alkalmazása. PROKSZÁNÉ et al. (1995) kedvező csapadékellátottság mellett 100 kg/ha N műtrágya felett már nem ért el termésmnövekedést, viszont száraz évben 200 kg/ha N adag még növelte a termést.

A N-műtrágyák termést növelő hatását nemcsak a maximális terméshez tartozó dózissal lehet jellemezni, hanem a kontroll (trágyázás nélküli) kezelésekhez képest elért termésmnövekedéssel. SZÉLL-KOVÁCSNÉ (1993) műtrágyázási tartamkísérletben a 100 kg/ha-os N-műtrágyázás hatására a termés 34%-kal, 200 kg/ha-os adag hatására,

pedig 50%-kal nőtt 5 év átlagában a műtrágyázás nélküli terméshez viszonyítva. KÁDÁR (1987), KÁDÁR et al. (2000) véleménye szerint a N túlsúly által kiváltott termésdepresszió a gyakoribb golyvásüszög (*Ustilago maydis*) fertőzésből adódik. Ugyanakkor feltételezi, hogy száraz évben a nitrogén hatása teljesen elmaradt és a termést a P és K ellátás határozta meg. ZHAO et al. (2003) és HONG et al. (2006) a N-műtrágyázás nélküli parcellák terméseredményeit szignifikánsan kisebbnek találták a 230 kg/ha N műtrágyázási gyakorlatban elért terméseredményekhez képest. SZÉLL-MAKHAJDA (2004) kukorica agrotechnikai kísérletek eredményei szerint a 140 kg/ha N-dózishoz viszonyítva a N-műtrágyázás elhagyása 50%-os, a 70 kg/ha dózis, pedig 24%-os termésnövekedést okozott.

Nitrogén tápanyagellátás hatására intenzívebbé válik a szárazanyag akkumuláció és fokozódik a szárazanyag felhalmozódás, a klorofill tartalom és a levélfelület (DEBRECZENI B-NÉ-SZLOVÁK, 1985; HANWAJ-RUSSEL, 1969; MARTORANA et al. (1997). ANDA (1987) kísérletei is azt bizonyítják, hogy a N-műtrágya adag növelésével a termés nagysága mellett nő a növény magassága, az asszimilációs felület, így több sugárzási energia fogadására képes a növény. Mindezek következtében nő a kukorica levélfelülete és élettartama, ezzel együtt a levelek nagysága. Az 1 cm<sup>2</sup> maximális levélfelületre eső termés szintén emelkedett. Az optimálisnál alacsonyabb N-dózis, viszont levélhalást eredményezhet (LÖNHARD-NÉ-NÉMETH, 1989).

RUZSÁNYI (1974) szoros összefüggést talált a N-műtrágyázás és a levélfelület nagysága között. A növekvő N adagok hatására emelkedett a fotoszintézis aktivitása és nőtt a levélfelület (LAI) és a levélfelület (LAD) tartóssága. MUCHOW (1988) kísérleteiben 120 kg/ha N-dóziséig nőtt a levélfelület nagysága, viszont a 240 kg/ha-os N-ellátottság már nem növelte a levélfelületet és a szárazanyag-hozamot.

#### *3.4.4. A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésmennyiségére*

A foszfor a növények számára nélkülözhetetlen tápanyag. Számos olyan vegyület alkotórésze, melyek genetikai információt hordoznak, fontos szerepet játszanak az energetikai folyamatokban és közvetítő vegyületek alkotórészei.

BOCZ (1976) szerint az optimálisnál kevesebb foszfor hatására a termés kevésbé csökken, illetve a talaj tápanyag szolgáltató képessége képes a hiányt pótolni. A túlzott foszfor trágyázás, pedig kevésbé hat depresszíven. Ezzel szemben KÁDÁR et al. (1989) megjegyezték, hogy a növény érzékenyen reagál a talaj túl nagy P-tartalmára.

Mészlepedékes csernozjom talajon, a kukorica számára a talaj AL-oldható P tartalmát 150 mg/kg körüli értékre tartják szükségesnek feltölteni. CSATHÓ (1992), LASZTITY–CSATHÓ (1994, 1995) ugyancsak mészlepedékes csernozjom talajon vizsgálták a foszfor műtrágyázás hatását, és megállapították, hogy az eredetileg gyenge P-ellátottságú talajon a tartós 50 kg/ha/év P-műtrágya a kukorica szemtermését 0,8-3,0 t/ha-ral növelte. SZUNDY-RAJKAINÉ (2003) levélfelület, száraz hajtástömeg és száraz gyökértömeg növekedést észlelt a nagyobb foszforadagok hatására.

A kukorica foszforigénye a fejlődési időszak kezdetén és virágzaskor a legjelentősebb (BOCZ, 1992). ARSY (1989) is a korán kijutatott foszfor fontosságát hangsúlyozta, mivel a legnagyobb termést, akkor kapta, ha a csíranövények már a kezdeti fejlődéstől kezdve P-ellátásban részesültek. A szemképződés szempontjából is fontos, hogy a foszfor rendelkezésre álljon már 4-6 leveles állapottól, folyamatosan a virágzásig, sőt az érésig (MENYHÉRT, 1985b).

KRISZTIÁN–HOLLÓ (1992) arról számolt be, hogy a foszfor műtrágya nem növelte a kukorica termését, de az nem is csökkent a foszfor műtrágya tartós elhagyása esetén sem, csernozjom barna erdőtalajon. KÁDÁR (1998, 1992) véleménye is az, hogy P-trágyázásra a kukorica kevésbé reagál, viszont a rosszul ellátott és az alacsony P-ellátottságú talajokon már jelzi a P-hiány hatásait.

A kukorica optimális adagját HARMATI (1995) réti talajon 80 kg P/ha, CSATHÓ (1992) csernozjom talajon 60 kg P/ha körüli értékben állapította meg. KADLICKÓ et al. (1988) szerint barna erdőtalajon a kukorica optimális foszforadagja csupán 50 kg/ha. A 100 kg P/ha feletti trágyaadagok esetén, gyenge Zn-ellátottságú talajon előfordult, hogy a foszfor Zn-hiányt indukált és ez a kukorica 0,4-0,7 t/ha-os termés csökkenését eredményezte (CSATHÓ, 1989). Kukorica kukoricát követve nagyobb az optimális P adag, 100-125 kg/ha, kukorica monokultúrában, pedig 125-150 kg/ha hatóanyag (SÁRVÁRI, 1986a).

BALLA (1980) kísérletének eredményei szerint a P négy évre történő adagolása az adott talajon nem volt hátrányosabb, mint az évenkénti. Sem a termésre, sem a felvett P-mennyiségre nézve a négy évre kiadott foszfor is biztosította harmonikus P-felvételt.

MARINOV (1986) szerint elegendő a kukoricát N- és K-műtrágyával ellátni, mivel a P kevésbé növelte a termését. A foszfort adjuk ki a búza és más foszforigényes kultúra alá. KÁDÁR (1987) is hasonló megállapítást tett, miszerint a talajgazdagító trágyázást elsősorban a P-igényesebb kultúrák alá érdemes végezni, a kukorica mivel mérésenként foszfor-igényes, így elegendő csak fenntartó trágyázást folytatni.



A foszformútrágya önmagában nem növeli a termést, csak nitrogénműtrágyával együtt. A foszformútrágyák közül is elsősorban a szuperfoszfát a legkedvezőbb hatású (MÁNDY, 1974).

#### 3.4.5. A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére

Szántóföldi növényeink közül a kukorica különösen kálium igényes növény. LOUÉ (1979) szerint a kukoricának olyan nagy a kálium igénye, hogy még káliumban gazdag talajon is érdemes káliummal trágyázni. Azonban, hazánk talajainak kb. 30%-a káliummal nem kellően ellátott. Becslések alapján a K-igényes kultúráknál, mint pl. a kukorica, ez 30-50%-os terméskiesést is okozhat. Amennyiben a K-hiány nőni fog, úgy fokozatosan nőni fog szántóföldi növénytermesztésünk aszály- és fagyérzékenysége, betegségekre való fogékonysága és a termésingadozás mértéke.

A kálium nemcsak a termést növeli, de fokozza a növény szárazságtűrő képességét, a szénhidrát tartalmát és a szárszilárdságát. JOSEPHON (1962) a kálium trágyázás hatását vizsgálta a kukorica megdőlésére és a kukoricaszár elhalására, és kísérletei alapján igazolta, hogy a kálium jelentősen csökkenti a kukorica megdőlését. A szövetek lassabban öregednek el, a szár tovább zöld marad és így ellenállóbbak a megdőléssel szemben (GYÖRFFY et al., 1965; FISCHER–SMITH 1960). MENYHÉRT (1979) véleménye az, hogy a nitrogén és a foszfor önmagában, főleg nagy dózisban fokozza a megdőlést, ami kálium adagolásával mérsékelhető, így a szárdőlés elsősorban a kálium hiányra vezethető vissza.

A kálium nemcsak a szárdőlésben játszik fontos szerepet, hanem a termésképzésben és a nagyobb termésátlagok elérésében is. KADLICKÓ et al. (1988) megállapították, hogy a 4 kísérleti évben a kálium szignifikánsan növelte a kukorica termését. ÁRENDÁS et al. (1998) véleményük szerint igaz, hogy a kukorica jobban reagált a K-trágyázásra, mint a P-trágyázásra, de az általuk elért termésnövekedés nem volt szignifikáns.

DEBRECZENI (1990) kísérletével bizonyította, hogy a jó káliumellátás fokozza a fotoszintetikus aktivitást, így a termés mennyisége és minősége szempontjából egyaránt fontos. A talaj adottságának figyelembevételével differenciált káliumműtrágyázásra van szükség. Ha a kálium-trágyázást hanyagoljuk, úgy gyakran elmarad N és P hatása is.

SÁRVÁRI (1986a) szerint is a jó K-ellátás fokozza a fotoszintézis intenzitását. Kísérletében, réti talajon a nitrogén mellett a kálium bizonyult a legfontosabb

tápanyagnak. Megfelelő N és P műtrágya adagok mellett a K-műtrágyázás 3-4 tonnával növelte a hektáronkénti termést. Monokultúrás termesztés során a K-műtrágyázás különös jelentőséggel bír. A jó és a rossz évjárat termésének hányadosa a gyenge K-ellátású parcellákban 1,7 (4,11 t/ha és 2,47 t/ha), míg a jó ellátásúakban 1,1 t/ha volt (SZEMES et al., 1984).

RUZSÁNYI et al. (1994) réti talajon akár 4 t/ha-os terméstöbbletet is elértek K-trágyázás hatására a káliummal nem trágyázott parcellák terméséhez képest. KARIM et al. (2006) K-műtrágya hatását vizsgálták a kukorica termésére és terméskepző elemeire. 50, 100, 200 kg/ha K műtrágyát kijuttatva a termés 9,8%, 4,5% és 36,9%-kal nőtt a kálium nélküli, csak nitrogén- és foszforkezeléshez képest. KOZÁK (1977) különböző kálium adagok hatását vizsgálta N100+P60 és N200+P160 kg/ha trágyaszintek mellett. Jelentősebb káliumhatást csak a vizsgálat 3. évétől kezdve tapasztaltak, de csak a nagyobb dózisok hatására. A kukoricatermesztés szempontjából ideális évjáratban, LÁSZTITY–CSATHÓ (1995) 100 kg K/ha/év trágyaadag kedvező hatását tapasztalták. A kukorica hozama átlagosan 6,6 t/ha-ról 7,42 t/ha-ra növekedett. A különböző hibridek esetében a levél-, gyökérnövekedés és a K-felvétel üteme igen eltérő, de vízhiányos időszakban ezek a folyamatok jelentősen lelassulnak (VÉGH–FÜLEKY, 2004). Ezzel szemben SZEMES et al. (1984) kísérleteik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a talaj megfelelő K-ellátottságának hatására lecsökken az évjárat hatásának szerepe. A legnagyobb terméstöbbletet száraz, a kukorica számára kedvezőtlen évben kapták.

HOLLÓ (1994) vizsgálatai szerint a káliumtrágyázás hatására nemcsak a szemnek, hanem a melléktermékeknek és a szárnak is változott a K-tartalma. A kukoricaszárban 30%-kal nőtt K-tartalom a trágyázás hatására.

A kukorica optimális K-adagját HARMATI (1981) öntözött réti talajon 120 kg  $K_2O$ /ha-nak, CSATHÓ (1992), pedig csernozjom talajon 100-200 kg  $K_2O$ /ha-nak találta.

### **3.5. A fotoszintetikus aktivitás hatása a kukoricahibridek termésére**

#### *3.5.1. A fotoszintézis szerepe a terméskepzésben*

A terméskepzés alapvető feltétele a zavartalan szervesanyag termelés, az intenzív fotoszintézis. A növénytermesztés célja a hasznos termés maximalizálása, viszont a kísérleti kezeléseket nemcsak a termésátlagok tekintetében kell értékelni, hanem a fotoszintetikus produkció változását is vizsgálni kell (LAP, 1992).

PETHŐ (1993) szerint ez azért nagyon fontos, mert a növények fejlődését és növekedését a hibridek tápanyagellátása mellett a fotoszintetikus aktivitása is befolyásolja.

VARGA-HASZONITS et al. (1999) megállapítása alapján a vegetációs periódusban leérkező fotoszintetikusán aktív sugárzás mennyisége mintegy 10%-os ingadozást mutat, így a sugárzást hasznosulás mértékét elsősorban az alkalmazott fajták, és az agrotechnika határozza meg.

PÁSZTOR et al. (1984), PÁSZTOR et al. (1985), PÁSZTOR-PEPÓ PÁ (1983) az egyes kukoricavonalak, hibridek között számottevő eltéréseket találtak a fotoszintetikus produkciót, és a gyarapodás mértékét tekintve.

A kukorica termését számos tényező befolyásolja, mint pl. az elégtelen víz- és tápanyagellátás. Ezek a tényezők hatással vannak a kukorica levélterületére, ahol a fotoszintézis folyamata zajlik. Minden olyan tényező – köztük a növekvő tápanyagellátás – mely növeli a kukorica fotoszintetikusán aktív levélterületét, növeli a kukorica termését is (FUTÓ, 2003).

### *3.5.2. A tápanyagellátás hatása a fotoszintézis aktivitására*

LÖNHARD-NÉ et al. (1996), RUZSÁNYI (1974), BERZSENYI (1988b), LEMCOFF-LOOMIS (1986), MUCHOW (1988) műtrágyázási kísérletben vizsgálták a fotoszintézis aktivitását, és összefüggést találtak a fotoszintézis aktivitása és a tápanyagellátás mértéke között. Növekvő nitrogén adagok hatására a fotoszintézis intenzitásának növekedését tapasztalták.

CSAJBÓK-KUTASY (2002) a fotoszintetikus aktivitás vizsgálata során szignifikáns eltérést tapasztaltak a genotípusok és a műtrágyaszintek között. A trágyázás-hibrid kölcsönhatást is szignifikánsnak találták és az összefüggések feltárása érdekében további vizsgálatokat javasoltak.

A műtrágyázási kezelések növelik a kukorica szárazanyag termelését, de a felhalmozás általános menetét nem módosítják (KÁDÁR, 1987).

EL HALLOF-SÁRVÁRI (2005) a kukorica terméseredményei és a fotoszintetikus aktivitás között szignifikáns eltérést tapasztaltak a kontroll és a műtrágyázott parcellák között a hibridek átlagában. A legjobb fotoszintézis- és terméseredményeket a N40+PK és N120+PK műtrágyaadagoknál érték el, az N120+PK adagnál nagyobb műtrágyaadagok már termésdepressziót okoztak.

CSAJBÓK–KUTASY (2001) háromszor mérték a különböző tápanyagellátottságú hibridek fotoszintetikus aktivitását a tenyészidő alatt, és megállapították, hogy az egyes műtrágyázási szintek megbízható különbségeket okoztak a fotoszintetikus aktivitásban. A legnagyobb fotoszintetikus aktivitást a N120+PK tápanyagszinten mérték a hibridek átlagában.

JAKAB et al. (2005), ZSOLDOS (2002) négy különböző (kontroll, N40+PK, N120+PK, N200+PK) tápanyagszinten vizsgálták a fotoszintézis intenzitását és a kukorica termését. A fotoszintézis- és a termésmaximumot is N120+PK adagnál mérték, viszont kedvező évben az N200+PK, míg kedvezőtlen évben az N40+PK és N120+PK adagnál érte el a fotoszintézis a legnagyobb értéket.

CSAJBÓK et al. (2005) a vegetációs periódus elején a növekvő műtrágyaadagok hatására egyre nagyobb fotoszintézis értékeket mértek, a legjobb eredményeket az N240+PK tápanyagszinten érték el. Később már az N60+PK kezelésnél mérték a legkedvezőbb eredményeket. Véleményük szerint valószínű, hogy a jelentkező vízhiány és a sztómazáródás idézhette elő ezt a változást. A nagyobb N-ellátás hatására csökken a növények vízhasznosításának hatékonysága, és a nettó fotoszintézis intenzitása is csökken (SHANGGUAN et al., 2000).

ZHAO et al. (2003) arról számolt be, hogy nitrogén hiányában a kukorica levélterülete és fotoszintézise is mérséklődött.

### **3.6. A levélterület-index és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés**

#### *3.6.1. A levélterület szerepe a termésképzésben*

A szemtermés képzésében fontos szerepe van a levélterület nagyságának, mivel a vegetációs periódusban termelt szervesanyag mennyiséget meghatározza a növények asszimilációs felületének nagysága, a levélterület-index (PETHŐ, 1993). A levélterület-indexet az egyes agrotechnikai elemek nagymértékben befolyásolnak.

A kukorica szemtermésének képzésében nem azonos mértékben vesznek részt a növény levelei. PETR et al. (1985) kimutatták, hogy a legtöbb asszimilátát a kukoricánövények levelei a felső 120-200 cm-es szintben termelik, és ezek a felső levelek a szemkitelítődés alatt bekövetkező transzlokáció fő forrásai (BEAUCHAMP et al., 1976).

Hasonlóan vélekednek PINTÉR et al. (1977), miszerint a címervirágzat felé haladva a cső feletti leveleknek nagyobb szerepük van a szemtermés képzésében. A növényenkénti szemtermés nem azonos arányban csökken a levélfelülettel. Száraz

évjáratokban a csökkent levélfelület hatására bekövetkező terméshiány a csőhosszúság csökkenéséből adódik.

SZABÓ (1998) szerint a maximális termések eléréséhez nagyban hozzájárul a növény egyedi levélterülete. Azonban fontos szerepe van a szemtelítődés idején lehullott csapadék mennyiségének és eloszlásának is. A legnagyobb terméseket nem a maximális levélterületnél érte el, hanem egy kisebb értéknél, mivel a maximumnál az állományban kialakuló önárnyékolás nem tette lehetővé a fénymegkötést.

Martonvásáron végzett többletanyag kísérlet eredményei alapján megállapították, hogy a kukorica termése és a levélterület között szoros összefüggés van (GYÖRFFY et al., 1966; GYÖRFFY et al., 1969).

Külföldi és hazai vizsgálatok is alátámasztják, hogy a kukorica egységnyi területen produkált levélterületének nagysága az éghajlati és talajadottságokon kívül függ a termesztett fajták levélszámától (SZABÓ, 1969), tenészsídejétől (BALJURA, 1960), a tenészsísterület nagyságától és alakjától (BAJAI, 1959), a tápanyagellátottság mértékétől (MAUL-PITYINGER, 1964), a gyomkártétel nagyságától és a fáttyasodás fokától (SZABÓ-O'SVÁTH, 1962).

CAVALIERI-SMITH (1985) megállapítása, hogy a növények reproduktív fejlődési szakasz hosszának növelésével, a sugárzás jobb hasznosítására képes nagyobb levélfelület és levélfelület-tartósság (LAD) kialakításával (TOLLENAAR, 1991) és a hatékonyabb fotoszintézissel (DWYER-TOLLENAAR, 1989) a biológiai hatékonyság potenciálisan növelhető.

MAGALHAES et al. (1984) megállapítása szerint a növények termőképességét nagyban befolyásolja a fotoszintetizáló zöld levélfelület élettartamának nemesítéssel történő növelése.

BONCIARELLI-MONOTTI (1975) a késői és a korai érésű hibrideket vizsgálták és hasonlították össze növekedésanalízis módszerével. Megállapították, hogy a késői érésű hibridek nagyobb levélterület-indexszel (LAI), levélterület-tartóssággal (LAD) és száraz-tömeg értékkel, viszont kisebb Harvest-indexszel és nettó asszimilációs rátával (NAR) rendelkeznek, mint a korai érésű hibridek.

ZSOLDOS (2002) és FUTÓ (2003) a korai érésű hibridek esetén, kedvező évjáratban 2-4  $m^2/m^2$ , míg a közép- és középkései érésű hibrideknél 5  $m^2/m^2$ -t LAI értéket mért. Kedvezőtlen évjáratban a LAI értéke alig érte el 2  $m^2/m^2$ -t.

hasonló megállapítást tett, miszerint a késői érésű hibridek levélterülete nagyobb a középérésű hibridekhez képest.

### *3.6.2. A tápanyagellátás hatása a kukorica levélterületének alakulására*

FUTÓ (2003) kísérleteiben a trágyahatás szempontjából az N 40; P 25; K 30 kg/ha dózisnak volt a legnagyobb hatása a levélterület nagyságára, ennél a tápanyag szintnél a hibridek levélterülete elérte a 2,98-3,93 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-t. A nagyobb műtrágya adagok hatására már nem növekedett olyan nagymértékben a levélterület, viszont a maximális értéket az N 120 P 75; K 90 kg/ha-nál érték el, 3,68-4,24 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-t.

Feltételezése szerint a magasabb trágyaszinteken kialakuló nagyobb levélterület és a nagy terméseredmények között szoros összefüggés állapítható meg. A nagyobb egységnyi levélterület jobban hasznosítja a globál sugárzást és így javul a szerves anyag termelés is. Egy bizonyos levélterület elérése után már nem tapasztalható nagyobb szervesanyag termelés, ennek oka a levélzet nagyobb önárnyékoló hatása és a növény fokozottabb párologtatása.

KUMAR-SUNDARI (2002) a legnagyobb levélterületet 168 N, 78 P, 62 K kg/ha műtrágyamennyiség hatására tapasztalták. Véleményük szerint a nagyobb adagú műtrágya hatására nőtt a felvehető tápanyagok mennyisége és így a növény az intenzív növekedési időszakban több tápanyagot tudott felvenni.

MAZAHERI-AKBARY (1998) a legnagyobb levélterületet 150 kg/ha kálium és 100 kg/ha nitrogén alkalmazásával érték el, 85 000 tő/ha-on.

### *3.6.3. A N-trágyázás hatása a kukorica levélterületének alakulására*

Az agrotechnikai tényezők közül a műtrágyázás és a levélterület közötti kapcsolatot több kutató is vizsgálta, és többen is megállapították, hogy a tápanyagellátás, N-műtrágyázás szignifikánsan növeli a kukorica levélterületét (SZABÓ, 1966; LÖNHARD-NÉ-NÉMETH (1989).

Megfelelő nitrogén ellátással elősegíthető a kukorica levélterületének kezdeti gyors növekedése, és hosszabb ideig fenntartható az optimális LAI érték, mely elősegíti az asszimiláták termésbe áramlását (ANDERSON et al., 1985; BERZSENYI, 1988a).

RUZSÁNYI (1974) szoros összefüggést talált a N-műtrágyázás és a levélterület nagysága között. A növekvő N adagok hatására nőtt a levélterület (LAI) nagysága és a levélterület (LAD) tartóssága. A nagyobb LAD értékek a levelek magasabb N-tartalmával voltak összefüggésben (BERZSENYI, 1988b; LEMCOFF–LOOMIS, 1986, MUCHOW, 1988).

MUCHOW (1988) kísérleteiben 120 kg/ha N-dózisig nőtt a levélfelület nagysága, viszont a 240 kg/ha-os N-ellátottság már nem növelte a levélterületet és a szárazanyag-hozamot.

HE et al. (1999) 1996-ban Kínában végeztek szántóföldi kísérleteket kukorica kultúrában, 0, 150, 263 és 375 kg/ha N-műtrágya adagok alkalmazásával. Az eredmények szerint mind az elégtelen (0 kg/ha), mind a túlzott (375 kg/ha N) N-ellátás hatására csökkent a LAI és a klorofill tartalom, mely a levelek korai öregeedéséhez vezetett.

MARTORANA et al. (1997) 0, 200 és 300 kg/ha N-műtrágya hatását vizsgálták. A N-műtrágya növekvő dózisainak hatására nőtt a föld feletti szárazanyag termelés, a klorofill tartalom és a levélterület. A fény elnyelése pozitív korrelációban volt a LAI növekedésével és a klorofill tartalommal. A fényhasznosítás hatékonysága a fejlődési időszakban és a növekvő N adagok hatására növekedett.

DWYER et al. (1995) 1991-93 között 6 kukoricahibridet vizsgáltak 0, 100 és 200 kg/ha N adag alkalmazása mellett. A vizsgálatok alapján megállapították, hogy összefüggés van a levelek N-tartalma és a fotoszintetikus aktivitás között a különböző fejlődési fázisokban.

### **3.7. A műtrágyázás hatása a kukorica termésminőségére**

#### *3.7.1. A növények minőségét meghatározó tényezők*

A hazai növénytermesztésben, így a gabonanövények termesztésében is egyre inkább meghatározó tényezővé válik a minőség. PEPÓ PÉ. (1998) szerint a szántóföldi növénytermesztés a minőség vonatkozásában magába foglalja a növényi termékek minőségét, a környezeti minőséget és a technológiai folyamatok minőségi színvonalát. A növényi termékek megfelelő minősége kizárólag a biológiai, ökológiai és agrotechnikai tényezők összehangolt alkalmazásával érhető el.

GYŐRI (2002) is a genetikai, agroökológiai és az agrotechnikai tényezőket tartja a minőséget meghatározó tényezők közül a legfontosabbnak. Egy adott termőhelyen az adott fajta/hibrid termésminőségét az agrotechnika tényezők jelentős mértékben módosíthatják. RUZSÁNYI-PEPÓ PÉ (1999) kísérleti eredményei igazolják, hogy minőségi igényt kielégítő termelést tápanyaghiány mellett nem lehet végezni.

A termelésnek nem csak az a célja, hogy minél nagyobb termésmennyiségeket érjünk el, hanem fontos kritérium a kívánt minőség elérése is. A minőséget meghatározó

tényezők közül nemcsak az agrotechnikai tényezőknek, hanem a környezetnek is fontos szerepe van, többek között az éghajlat és a talaj együttesének (SZÁSZ, 1998).

A növények összetétele fajra jellemző tulajdonság, a beltartalom bizonyos határokon belül mozog, és e határokon belüli ingadozást számos termesztési tényezőnek a függvénye (BALLÁNÉ, 1966). KERTÉSZ-NÉ (1982), IZSÁKI (1999) szerint a növényi termékek minőségét alapvetően a hibrid genetikai adottsága határozza meg, az ökológiai és termesztéstechnológiai tényezők, pedig módosíthatják azt. Ezzel szemben GUNDEL (1977) megállapította a kukorica táplálóanyag tartalmával kapcsolatban, hogy a termőhely és az évjárat hatása erősebb, mint a fajtatípus hatása. SÁRVÁRI-GYŐRI (1982) szerint a növényi termékek minőségét a fajtulajdonság, a termőhely ökológiai viszonyai, a műtrágyázás, az öntözés és a növényvédelem együttesen befolyásolja.

### 3.7.2. A kukorica beltartalmi jellemzői

A különböző növényi eredetű termékek eltérő összetételűek, a főbb vegyületcsoportok (szénhidrátok, aminosavak, fehérjék, zsírok, vitaminok, stb.) aránya más és más lehet. A gabonafélékre a magas keményítő-, fehérje- és alacsony lipid-tartalom jellemző (GYŐRI, 1998a).

PÁSZTOR-GYŐRI (1991) megállapítása alapján a kukoricaszem fontos minőségi mutatója, hogy milyen mennyiségű szénhidrátot, fehérjét és esszenciális aminosavat tartalmaz.

A hazánkban abraktakarmánynak termesztett szántóföldi növények közül a kukoricának a legnagyobb a keményítőértéke, de kedvezőtlen tulajdonsága, hogy mind a fehérje tartalma, mind a fehérje biológiai értéke alacsony és az aminosavak összetétele is kedvezőtlen. Legkisebb a nyersfehérje tartalma, cisztein-, metionin-, és lizintartalma, pedig kisebb, mint az árpáé és búzáé.

IZSÁKI (1999) szerint a kukorica százalékos összetétele a következő: 77 % keményítő, 2 % cukor, 9 % fehérje, 5 % olaj, 5 % pentozán és 2 % hamu.

NÉMETH et al. (1976) a kukoricaszem minősége szempontjából a fehérjetartalom nagyságát és a fehérjében található esszenciális aminosavak arányát emeli ki, mivel ezek teszik a kukoricát teljesebb értékű takarmánnyá. A fehérje tartalom emelkedésével csökken a kukoricafehérjében a három fő esszenciális aminosav (cisztein, metionin, lizin) aránya, és nő a táplálkozás szempontjából értéktelenebb zein frakció aránya (NÉMETH et al., 1976). MENYHÉRT (1977) arról számol be, hogy a kukoricafehérje



40-50 %-át a zein teszi ki, viszont a zein elhanyagolható mértékben tartalmaz lizint és, nem tartalmaz triptofánt.

PÁSZTOR et al. (1997) szerint olyan kukoricahibridekre lenne szükség, melyek beltartalmi tulajdonságai kedvezőbbek, magasabb fehérjetartalommal rendelkeznek és a nélkülözhetetlen aminosavakat kedvezőbb arányban tartalmazzák.

SZIRTES et al. (1977) megállapítása alapján a biológiailag értékes fehérjenövelés leghatékonyabb eszköze a nemesítés, mert igaz, hogy a termesztés külső feltételei is módosítják a beltartalmi tulajdonságokat, de elsősorban az összes fehérjeproduktumot. KOVÁCS-SCHNEIDER et al. (1986) megállapították, hogy a minőségi nemesítésben lehetőség van a fehérje- és az olajtartalom egy genotípuson belüli növelésére, szelekciós eljárással. A nemesítési munka eredménye az opaque gént tartalmazó hibridek kialakulása, az Op-2 változatok, melyeknek fehérje-, triptofán- és lizintartalma nagyobb, zein tartalma alacsonyabb, mint a normál hibrideké (MERTZ et al., 1964; NELSON et al., 1965). Ezek a hibridek csak a csíraban tartalmazzak lizint, míg a normál kukoricák esetében a csíra és az endospermium is tartalmaz lizint (MENYHÉRT, 1985a). A normál kukorica fehérjéinek lizintartalma 2,1-2,8 %, míg az opaque hibrideké 4,0-6,5 % közötti, de viszont ezek termőképességük lényegesen kisebb (GYŐRI–GYŐRINÉ, 2002).

Közismert, hogy a kukorica termőképessége és fehérjetartalma között negatív korreláció van. PÁSZTOR et al. (1998) meggyőződése, hogy a kukorica nyersfehérje tartalma az időjárás és a termés nagyság alakulásával bizonyos mértékben összefügg. Nagyobb termés esetén csökken a nyersfehérje tartalom hibridtől függően. A keményítő tartalom és az évjárat között nem figyeltek meg összefüggést, viszont az ezerszemtömeg gyarapodásával növekedett a keményítő- és zsírtartalom. Ezt támasztják alá GYŐRI–GYŐRINÉ (2002) vizsgálatai is, miszerint a termésmennyiség növelésével bizonyos mértékig hígulás következik be, viszont a termésmaximum elérése után a fehérje tartalom tovább növekszik. MASON–D'CROZ (2002) kukorica kísérletük eredménye alapján megállapították, hogy a termésátlag növelése a fehérje tartalom csökkenésével párosul kivétel, ha a termésátlag növekedése N-műtrágya hatására következik be.

Olajtartalom szempontjából fontos, hogy a kukorica szemtermése az egyik leggazdagabb olajtartalmú gabonaféle a zab mellett (MENYHÉRT, 1979).

A fehérje- és az olajtartalmat elsősorban genetikai adottságok, másodsorban, pedig az agrotechnikai faktorok és a környezeti hatások befolyásolják (JELLUM–MARION, 1966). Vizsgálatok igazolták, hogy a környezet hatása a fehérjetartalomra nagyobb,

mint az olajtartalomra. A minták fehérjetartalma ugyanis több esetben statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben különbözött a termőhelyek között, mint az olajtartalmuk (GYENESNÉ et al., 2001).

A különböző szemtípusú kukoricáknak a beltartalma is eltérő. A sima keményszemű kukoricáknak a fehérje tartalma 1-2 %-kal nagyobb, mint a sima puhaszeműeknek (LAWTON-WILSON, 2003). A viaszos kukorica keményítőjének legnagyobb részét amilopektin alkotja, az amilóz tartalom még az 1%-ot sem éri el, viszont keményítőben a lisztes kukorica a leggazdagabb. A csemegekukoricára a nagy cukortartalom a jellemző (GYŐRI–GYŐRINÉ, 2002).

### *3.7.3. Az NPK műtrágyázás hatása a kukorica minőségére*

A műtrágyák jelentősen befolyásolják a kukorica szemtermésének beltartalmát. A három makrotápelem (N, P, K) közül a N és a P mennyisége befolyásolja elsősorban a szem beltartalmát. A kontrollhoz képest a N egymagában is növeli a nyersfehérje tartalmát, viszont az NPK együttes adagolásakor nyerhető a legnagyobb mennyiségű nyersprotein (BOCZ, 1976). Hasonlóképpen a N és a P szerepét emelték ki, ROBERT et al. (2001). 13 féle N és P dózis kombinációkat alkalmaztak és minden esetben szignifikáns hatást értek el. A fehérje 6,1-12,9%, az olaj 3,2-4,5% és a keményítő tartalom 69,9-75,6% között változott.

Ezzel szemben DEBRECZENI (1979) szerint a növények kémiai összetételét leginkább a környezeti tényezők és a genetikai adottságok (AILDSON et al., 2005) határozzák meg, a műtrágyák hatása korlátozott. A talaj tulajdonságai, az időjárás, a faj- és fajta tulajdonságok sokszor nagyobb hatással vannak a növény minőségére, mint a műtrágyázásnak.

NÉMETH (1983), BOCZ (1998), SÁRVÁRI (1999b) és GYŐRI (2002) is megállapítja, hogy a N- ill. a NPK-műtrágyák növekvő adagja növeli a gabonafélék termésének nyersfehérje tartalmát. Hasonló a tendencia kukorica esetében, ahol GYŐRI (2002) a legnagyobb műtrágyahatást a monokultúras termesztésnél figyelte meg. A műtrágyahatás nemcsak a fehérjetartalom változásban nyilvánul meg, hanem a foszforműtrágyától csökken a búza, kukorica és a maghüvelyesek cinktartalma.

GYŐRI (1998b) vizsgálatai során a növekvő műtrágyaadagok hatására nem tapasztalt változást a kukorica fehérje összetételében, azaz a növekvő

fehérjetartalomban nem változott a lizin-, metionin- és a cisztein-tartalom, így az esszenciális aminosav index sem.

SÁRVÁRI–GYŐRI (1982) nitrogén műtrágyázás hatására a fehérjetartalom és a foszfortartalom növekedését tapasztalták a kontroll parcellákhoz viszonyítva. A kálium trágyázás és a szem káliumtartalma között nem találtak összefüggést, viszont a foszfortrágyázás hatására kismértékben, de csökkent a Zn-tartalom. Irodalmi adatokból ismeretes, hogy a növények foszfor- és cink táplálkozása antagonista kapcsolatban van (KÁDÁR–LÁSZTITY, 1979; PAIS, 1980). Ezt alátámasztják GYŐRI–MÁTZ (1979) szántóföldi kísérletei, miszerint a növekvő foszfortrágyázás hatására szignifikánsan csökkent a csírában és az endospermiumban a Zn- és triptofántartalom. A Zn-nek hatása van a minőségre, mivel a Zn-tartalom csökkenés a triptofántartalmat is csökkentette, mely rontja a kukorica takarmányértékét. Ez azt jelenti, hogy a nagy adagú foszfortrágyázás minőség romlást okoz, ha a kukorica Zn-ellátottsága nem megfelelő.

HUANG et.al. (2004a) szántóföldi kísérletben magas olaj- és keményítőtartalmú kukoricahibrideket teszteltek. N 195, P 60, K 105 kg/ha műtrágyadózis hatására nőtt a kukorica keményítő tartalma, azon belül, pedig az amilopektin tartalom. A nitrogén növelte az olajtartalmat, viszont a foszfor és kálium nem volt szignifikáns hatással az olajtartalomra és összetevőire.

GYŐRI (1999) véleménye szerint a műtrágyázás hatása a különböző termőhelyeken eltérő, de általában a N 100, P 100, K 100 kg/ha együttes alkalmazása szignifikánsan növeli a nyersfehérje tartalmat, ennek értéke 10-11%. 180-200 kg/ha-os nitrogén adagig a lizin tartalom követi a nyersfehérje tartalom növekedését, de az ennél nagyobb N adag már csökkenést okoz. Ilyen esetekben a fehérje esszenciális aminosav-tartalma is csökken.

Bulgáriában KOTEVA (1995) vizsgálta a műtrágyázás hatását a kukorica minőségére. A műtrágya adagok N 50-150; P 20-80; K 20-80 kg/ha között változtak. A műtrágyaadag növelésével emelkedett a hektolitertömeg, ezerszemtömeg, a szem N, P, K és nyersfehérje tartalma, viszont csökkent a lizin és a keményítő tartalom. A kukorica minősége a N 100; P 60 és K 60 kg/ha-os adagnál volt a legjobb.

DEBRECZENI–DEBRECZENINÉ (1983) a P műtrágyázás hatására a növényekben foszfortartalom növekedés figyeltek meg, függetlenül a vízellátottsági szinttől. A talajnedvességtől és a K műtrágyázástól a kukoricaszem és a vegetatív részek K-tartalma sem változik következetesen

IZSÁKI (1999) kísérleti eredményei alapján megállapította, hogy növekvő N-ellátottság hatására 7%-ról 8-9%-ra nőtt a szem fehérjetartalma nitrogén szegény talajon, és a vizsgált 17 aminosav közül 13-nak igazolhatóan emelkedett a koncentrációja.

#### *3.7.4. A N-műtrágyázás hatása a kukorica minőségére*

A nitrogén műtrágyázás jelentősen növeli a kukorica nitrogén tartalmát, ez a hatás sokkal kifejezettebb, ha a műtrágyázás NP, vagy NPK formában történik (GYŐRI, 1999).

HOLLÓ (1994) tartamkísérletben megállapította, hogy az őszi búzában, tavaszi árpában és kukoricában a tápelem-tartalmat leginkább a nitrogén műtrágya adagok befolyásolták, illetve, hogy a szemtermés nitrogén koncentrációja kisebb mértékben emelkedett, mint a szár és a szalma nitrogén koncentrációja.

DEBRECZENI-NÉ (1994) az OMTK kísérletek vizsgálata során megállapította, hogy a nagyadagú N-trágyázás hatására a kukoricaszemben 17%-kal, a szárban pedig 56%-kal nőtt a N-koncentráció. KÁDÁR et al. (2000) nitrogénnel jól ellátott talajon vizsgálta a N-műtrágyázás hatását, és megállapította, hogy a kontroll parcellákban a vizsgált hibridek nyersfehérje tartalma meghaladta a 10%-ot is és ez az érték nem módosult N-trágyázás hatására. A minimumban lévő P-ellátás javulásával szignifikánsan nőtt a szemtermés és az esszenciális aminosavak mennyisége.

SZÉLL-MAKHAJDA (2001) kísérleteikben a hektáronkénti nyersfehérje hozamot vizsgálták és megállapították, hogy a 200 kg/ha N dózisonál ötször nagyobb volt a nyersfehérje hozam a kontrollhoz képest, viszont a 300 kg/ha-os N dózisonál már csökkent a nyersfehérje hozam. JELLUM et al. (1973), GENTER et al. (1956) szintén fehérjetartalom- és terméshozamot tapasztaltak nitrogén műtrágyaadag növelésével, de az olajtartalomban és a zsírsav összetételében nem észleltek változást.

Ezzel szemben PROKSZÁNÉ et al. (1995) megállapították, hogy a N-műtrágyázás hatására nemcsak a fehérje-, hanem az olajtartalom is nőtt, a keményítő tartalom, pedig csökkent. Az egy hektárról nyerhető olajhozam változás a nitrogén műtrágyázás hatására bekövetkező terméshozam növekedés következménye (WELCH, 1969).

HUANG et al. (2004b), RUI Z. X. et al. (2003) és MUHAMMAD-TARIQ (2004) hasonló vizsgálatokat végeztek. A kontrollkezeléshez viszonyítva a legnagyobb fehérje tartalmat 175 kg/ha-os N-műtrágyaadag mellett érték el, míg a legjobb fehérje

minőséget 125 kg/ha-os kezelésnél. A 175-225 kg/ha-os kezelésnél kapták a legnagyobb zsírsav, telítetlen zsírsav, linolsav és olajsav mennyiséget. Az ennél nagyobb műtrágyaadag már csökkentette a zsírsavak mennyiségét.

A kukoricaszem fehérjetartalmának növelésére és a fehérje minőségének javítására eredményesen használhatók fel különböző mutáns alapanyagok is, amelyet számos hazai kutatás is igazol (BÁLINT et al., 1976, PEPÓ PÁ.-PÁSZTOR, 1985; PÁSZTOR-GYŐRI, 1991; PEPÓ PÁ., 1992).

### **3.8. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma**

A kukorica betakarításkori szemnedvesség tartalmát a termesztéstechnológia számos eleme befolyásolja, SÁRVÁRI (2001) az agrotechnikai tényezők közül a korai vetésidőt, az optimális műtrágyaadagot és az alacsony tőszámot emeli ki.

BERZSENYI-SZUNDY (1998) a kukoricahibridek szemtermésének betakarításkori szemnedvesség tartalmát vizsgálva megállapították, hogy a korábbi vetésidőhöz képest a megkésett vetésidőben, 1995-ben 5,2%-kal, 1996-ban, pedig 4,9%-kal volt magasabb a szemnedvesség. SÁRVÁRI (2000) kései vetésidőben 5-8%-kal mért magasabb betakarításkori szemnedvességeket.

BOCZ-NAGY (1981) csernozjom talajon a műtrágyaadagot N 180, P 135, K 159 kg/ha-ig növelve szemnedvesség tartalomban csökkenést tapasztaltak, az ennél nagyobb dózissal, viszont már nem volt hatása a szemnedvességre.

SZUNDY et al. (2002) szerint az alacsony betakarításkori szemnedvességnek két összetevője van, a gyors szemtelítődés és a gyors vízleadás a fiziológiai érés után. A szemtelítődés időszakában alacsony szemnedvességgel rendelkező hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalmát kevésbé befolyásolják az vízleadási időszak időjárás viszonyai. SÁRVÁRI (1993) a hibrideket három csoportba sorolja vízleadás dinamikájuk alapján. A fiziológiai érés után a gyors vízleadó hibrideknek naponta akár 1-1,2%-kal, az átlagos, vagy közepeseknek 0,6-0,8%-kal, míg a lassú vízleadó hibrideknek csupán 0,4-0,5%-kal csökken a szemnedvességük.

RUZSÁNYI et al. (2000) szerint az is fontos, hogy az alsó levelek minél később öregedjenek el, a teljes lombzat minél később száradjon le, mert így kedvezőbb a biológiai érés során a szemek vízleadása. Ez az állomány légcseréjének fokozásával és az árnyékolás mérséklésével érhető el.

A szemnedvesség tekintetében a hibridek tenyészideje is döntő fontosságú. A hosszabb tenyészidejű hibridek potenciálisan magasabb termés elérésére képesek, de betakarításkori szemnedvesség tartalmuk is magasabb (FUTÓ-JAKAB, 2001). Ezzel kapcsolatban MARTON et al. (1999) megállapították, hogy a FAO 300-as hibridek többlettermése képes kompenzálni a magasabb szárítási költséget, viszont a FAO 400-500-asok többlettermése az eggyel korábbi éréscsoporthoz képest már nem minden esetben fedezi a többlet szemnedvességből adódó szárítási költséget. A FAO 500-as hibridek termesztése csak nagyon kedvező ökológiai és árfeltételek mellett lehet gazdaságos.

PÓK et al. (2000) szerint a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek az alacsony szemnedvesség tartalmat eltérő időpontokban érik el, és kedvezőtlen időjárási viszonyok között azok a genotípusok a jobbak, melyek hamarabb érik el ezt az értéket. MARTON (1999) vizsgálatai alapján fontos szerepet tulajdonít a vízleadás tekintetében a csőkocsány, a csuhélevelek, a csutka vízleadásának és a szemek nagyságának. Ezek a tulajdonságok számos gén által determináltak és köztük kölcsönhatás van. A szelekció során ezeket a tulajdonságokat külön-külön és együttesen is figyelembe kell venni.

## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 4.1. Célkitűzések

Kutatásaimat Debrecenben, a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Növénytudományi Intézet Bemutatókertjében, 2004, 2005, 2006 években beállított kukorica műtrágyázási kísérletben végeztem. A kísérletben a kontroll parcellák mellett 5 trágyaszinten vizsgáltam 10 különböző genetikai adottságú és tenyészidejű kukorica hibrid termőképességét, természetes tápanyagfeltáró és -hasznosító képességét, vízleadás dinamikáját és betakarításkori szemnedvesség tartalmát. A három év alatt értékeltem az NPK műtrágyázás hatását a fotoszintetikus aktivitásra, levélterületi-indexre, valamint a keményítő-, nyersfehérje- és nyersolajtartalomra. A kísérlet a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett három ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben került beállításra.

### 4.2. A kísérleti terület talajának jellemzése

A kísérleti terület talaja mészlepedékes csernozjom talaj. A talaj felső rétege mészhiányos, ennek következtében száraz időjárás esetén cserepedésre erősen hajlamos. A talaj tápanyagtartalma közepes, tápanyag dinamizmusa jó, a talaj könnyen művelhető morzsalékos szerkezetének köszönhetően. Az „A” szint humuszvastagsága 50-70 cm, a talaj szervesanyag tartalma 2,57%. Arany-féle kötöttsége 45, a pH-értéke 7,0 (H<sub>2</sub>O). A talaj N-tartalma 0,12%, Al-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 mg/kg, K<sub>2</sub>O tartalma 165 mg/kg.

### 4.3. A kísérleti évek időjárása

A kísérleti évek időjárásának elemzése során a sokéves átlag a 30 éves átlagot fejezi ki, mely 1961-1990 évekre vonatkozik.

A szárazabb, 2003-as évet követően a kukorica számára kedvező évjáratok következtek a csapadék mennyisége szempontjából, ezzel szemben a csapadék havi eloszlása már igen szeszélyes volt (2. táblázat).

Az éves adatokat elemezve megállapítható, hogy a 3 kísérleti év közül a **2004**-es volt a legcsapadékosabb. 143,3 mm-rel hullott több csapadék a sokéves átlaghoz – 565,3 mm – képest. 2004. évben, a kukorica tenyészidőszakában (IV.01.–IX.30.) összesen 422 mm csapadék hullott, ami 76,9 mm-rel haladta meg a 30 éves átlagot (345,1 mm), de az eloszlása kedvezőtlen volt. Április hónapban csak 0,8 mm-rel, míg májusban már 38,5

mm-rel esett kevesebb csapadék a sokévi átlaghoz viszonyítva, ez a kukorica kezdeti fejlődését, növekedését hátráltatta. Június, július, augusztus hónapban több csapadék hullott a sokévi átlaghoz képest, és ez párosulva a megfelelő hőmérséklettel nagyban hozzájárult a magas termésátlagok kialakulásához. A csapadék kedvezőtlen eloszlását mutatja, hogy júliusban 105,9 mm csapadék 4 nap alatt, az augusztusi 74,8 mm-ből 72,5 mm a hónap második felében szintén 4 nap alatt esett. A szárazabb szeptemberi hónap viszont elősegítette a kukorica vízleadását az érési időszakban. A havi középhőmérsékletek alakulása mind éves szinten, mind a kukorica tenyészidőszakában megközelítette a 30 éves átlagot, április – szeptember közötti időszakban a havi középhőmérsékletek átlaga 17,06°C volt, ami 0,24°C-kal haladta meg a sokéves átlagot.

2. táblázat: A ténylegesen lehullott csapadék mennyisége és a hőmérséklet alakulása (Debrecen, 2004-2006)

Hónap	Csapadék mennyisége (mm)				Átlaghőmérséklet (°C)			
	2004	2005	2006	30 éves átlag	2004	2005	2006	30 éves átlag
<b>Január</b>	46,7	5,0	26,5	37,0	-3,3	-0,9	-3,4	-2,6
<b>Február</b>	49,6	40,5	67,7	30,2	-0,7	-3,7	-1,4	0,2
<b>Március</b>	58,3	12,0	65	33,5	4,8	2,2	3,2	5,0
<b>Április</b>	41,6	96,0	92,5	42,4	11,4	10,8	12,1	10,7
<b>Május</b>	20,3	59,2	66,7	58,8	14,8	16,2	15,4	15,8
<b>Június</b>	93,4	52,0	71,6	79,5	19,3	18,4	18,6	18,7
<b>Július</b>	154,8	89,5	34,9	65,7	21,1	21,1	23,2	20,3
<b>Augusztus</b>	74,8	135,1	75,7	60,7	20,4	19,7	19,0	19,6
<b>Szeptember</b>	37,1	65,5	6,0	38,0	15,3	16,5	17,0	15,8
<b>Október</b>	36,0	12,0	26,3	30,8	11,1	10,8	11,3	10,3
<b>November</b>	70,0	16,0	9,0	45,2	4,9	3,5	6,2	4,5
<b>December</b>	26,0	63,0	11,7	43,5	0,9	0,2	2,2	-0,2
<b>Összesen/ Átlag</b>	<b>708,6</b>	<b>645,8</b>	<b>553,6</b>	<b>565,3</b>	<b>10,0</b>	<b>9,57</b>	<b>10,28</b>	<b>9,84</b>
<b>Eltérés a 30 éves átlagtól</b>	<b>143,3</b>	<b>80,5</b>	<b>-11,7</b>	<b>-</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,27</b>	<b>0,44</b>	<b>-</b>
<b>Tenyészidő (IV.–IX.)</b>	<b>422</b>	<b>497,3</b>	<b>347,7</b>	<b>345,1</b>	<b>17,06</b>	<b>17,1</b>	<b>17,56</b>	<b>16,82</b>
<b>Eltérés a 30 éves átlagtól (IV.–IX.)</b>	<b>76,9</b>	<b>152,2</b>	<b>2,6</b>	<b>-</b>	<b>0,24</b>	<b>0,28</b>	<b>0,74</b>	<b>-</b>

A 2005 év, hasonlóan az előző kísérleti évhez esős évjárat volt. A kukorica tenyészidejében 497,3 mm csapadék hullott, ami 152,2 mm-rel több mint a 30 éves átlag (345,1 mm). Az egész évben lehullott csapadék, pedig 80,5 mm-rel volt több. Megállapítható, hogy az év csapadékosabb hónapjai nagyrészt a kukorica



tenyészidőszakára estek. Az áprilisi és az augusztusi hónap az átlagtól csapadékosabb volt, áprilisban 53,6 mm-rel több, augusztusban, pedig több mint kétszerese (135,1 mm) hullott a 30 éves átlagnak (60,7 mm). Az áprilisi nagyobb csapadékmennyiség a vetés kitolódását, az augusztusi csapadék, pedig az érési időszak elhúzódását eredményezte. A kukorica fejlődésének kritikus időszakában elegendő volt a csapadék mennyisége a zavartalan virágzási és termékenyülési folyamatokhoz. A csapadék egyenetlen megoszlása erre az évre is jellemző volt, a júniusi 52 mm csapadékból 50,5 mm 2 nap alatt, az augusztusi 135,1 mm-ből 99 mm 4 nap alatt hullott. A középhőmérséklet – a február és a március hónapok kivételével – közel a 30 éves átlagot követte, februárban 3,9°C-kal, márciusban 2,8°C-kal volt kisebb a sokéves átlaghoz viszonyítva, de ez nem volt hatással a kukorica kelési folyamataira. A kukorica tenyészidejében a hőmérséklet, szinte megegyezett az előző évvel, a havi középhőmérsékletek átlaga (17,1°C) 0,28°C-kal haladta meg a 30 éves átlagot. A napsütéses órák száma jelentősen elmaradt a sokévi átlagtól, júliusban 27,9; augusztusban, pedig 80 órával (3. táblázat).

3. táblázat: A kísérleti évek napsütéses óráinak száma a kukorica tenyészidőszakában (Debrecen, 2004-2006)

	2004	2005	2006	30 éves átlag	Eltérés 2004	Eltérés 2005	Eltérés 2006
<b>Április</b>	218,4	188,9	182,1	196,4	22	-7,5	-14,3
<b>Május</b>	240,7	278,4	216,5	249,4	-8,7	29	-32,9
<b>Június</b>	302,8	309,8	257,8	263,2	39,6	46,6	-5,4
<b>Július</b>	289,4	266,2	357,3	294,1	-4,7	-27,9	63,2
<b>Augusztus</b>	309,7	190,9	216,1	270,9	38,8	-80	-54,8
<b>Szeptember</b>	207,5	200,3	242,2	206,1	1,4	-5,8	36,1
<b>ÖSSZESEN</b>	<b>1568,5</b>	<b>1434,5</b>	<b>1472</b>	<b>1480,1</b>	<b>88,4</b>	<b>-45,6</b>	<b>-8,1</b>

A kísérlet harmadik évének, a 2006-os évnek az időjárása több szempontból is kedvezőtlen hatással volt a kukorica fejlődésére és növekedésére. A kukorica tenyészidejében csak 2,3 mm-rel hullott több csapadék (347,4 mm) a 30 éves átlaghoz képest, igaz az év első hónapjaiban a talaj kellően feltöltődött nedvességgel és ez elegendő volt a kukorica vegetatív fejlődéséhez. Február–április hónapokban összesen 225,2 mm volt a lehullott csapadék, mely lényegesen több volt a sokévi átlagnál, viszont júliusban 30,8 mm-rel elmaradt a csapadék mennyisége a 30 éves átlagtól. Az érési időszakban a kukorica vízleadási folyamatait segítette a kitolódó száraz, meleg

szeptemberi időjárás, a havi csapadék csupán 6 mm volt és a napsütéses órák száma is meghaladta a sokévi átlagot. A havi középhőmérsékletek átlaga a kukorica tenyészidejében 17,56°C volt, 0,74°C-kal magasabb 16,82°C-nál, az átlagnál. A júliusi átlag feletti hőmérséklet (23,2°C) párosulva a vízhiánnyal hátrányosan érintette a kukorica virágzási és termékenyülési folyamatait. Mindezek mellett július 22-én, az egyre gyakrabban jelentkező szélsőséges meteorológiai jelenségek hatásaként, heves jégeső és szélvihar okozott súlyos károkat a növényállományban.

Az időjárás adatok alapján megállapítható, hogy a 2004, 2005 kísérleti évek a csapadék ellátása és eloszlása, valamint a hőmérséklet tekintetében nagyon hasonló volt, összességében a kukoricatermesztés számára kedvezően alakult. A harmadik év már nem kedvezett a kukoricatermesztésnek (3. ábra). A júliusi jégeső és szélvihar a növényállományt, a hő- és szárazságstressz, pedig a virágzási és termékenyülési folyamatokat károsította, ezek a terméseredményekben is megmutatkoznak. Az elmúlt években az időjárás értékelése során a száraz, aszályos évjáratok gyakoriságát hangsúlyoztuk a globális felmelegedés hatásaként. A kísérleti évek időjárása, azonban nem mond ellent eddigi feltételezéseinknek, sőt, bizonyítja, hogy hazánk időjárása rendkívül szélsőségesé vált.

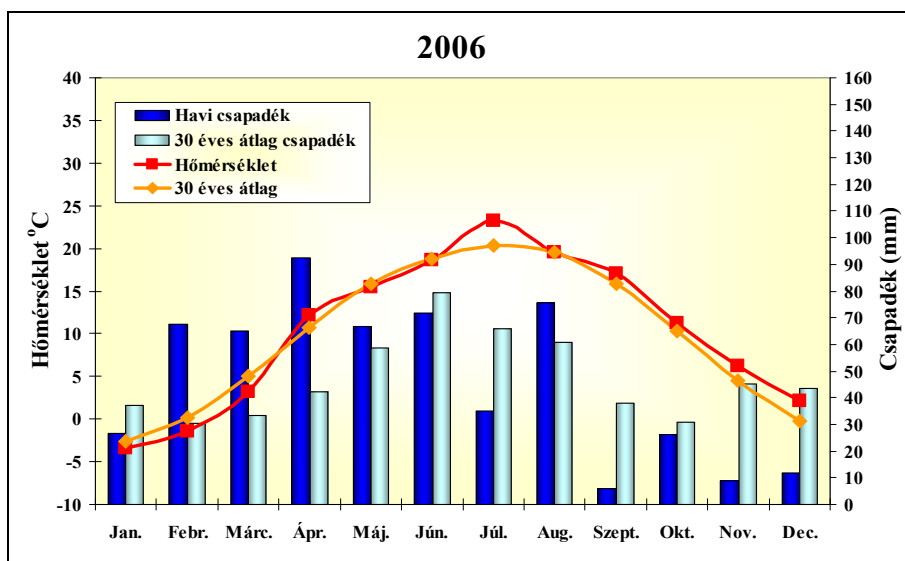
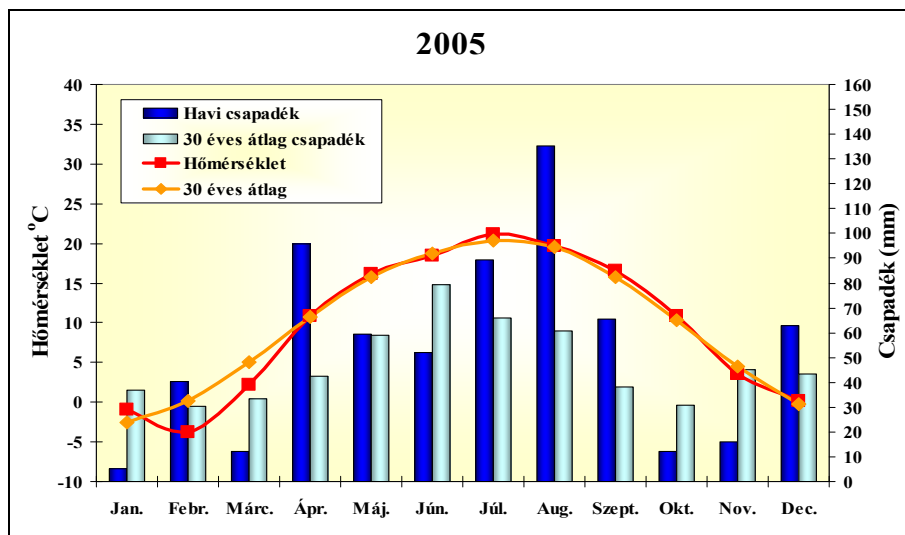
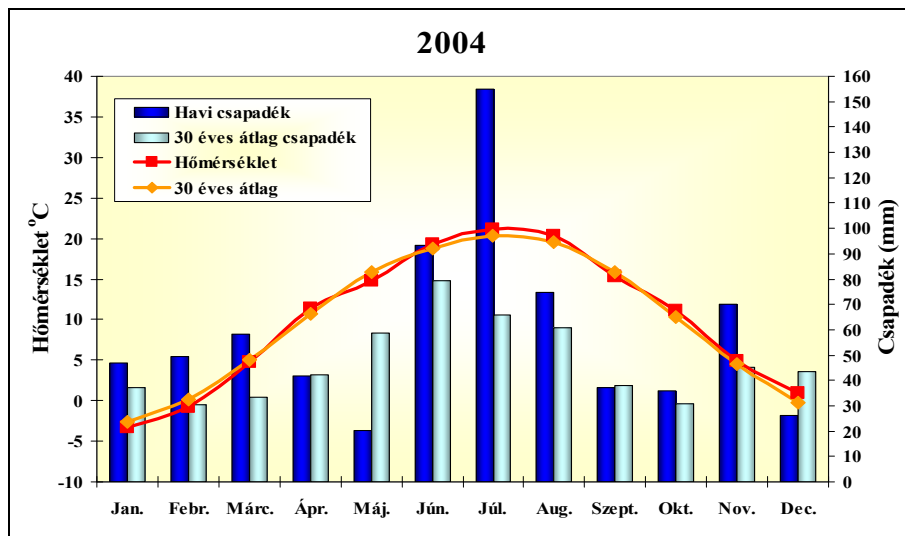
#### 4.4. A kísérletben szereplő kukoricahibridek

A kísérletben 10 eltérő genetikai adottságú és tenyészidejű kukorica hibridet vizsgáltam (4. táblázat). A hazai, illetve a külföldi nemesítésű hibrideket az igen korai, korai, közép és középkései éréscsoportból választottuk ki.

4. táblázat: A kísérletben vizsgált kukorica hibridek (2004-2006)

Hibridek	FAO szám
1. PR39D81	280
2. DK 440	320
3. PR37M34	360
4. DK 4626	370
5. PR38A24	380
6. Mv Maraton	450
7. Sze SC 463 R	450
8. DKC 5211	460
9. PR36R10	490
10. Mv Vilma	510

3. ábra: A kísérleti évek csapadékeloszlása és hőmérsékleti viszonyai (Debrecen, 2004-2006)



## 4.5. A kísérletben alkalmazott agrotechnika

### 4.5.1. Tápanyagellátás-műtrágyázás

Mindhárom kísérleti évében (2004, 2005, 2006) a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett 5 különböző műtrágyadózist alkalmaztunk. A legkisebb műtrágyaadag hektáronként 40 kg N, 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 30 kg K<sub>2</sub>O hatóanyag volt. A legnagyobb adag, pedig ennek ötszöröse N 200, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 125, K<sub>2</sub>O 150 kg/ha hatóanyag (5. táblázat) volt. A nitrogén műtrágya megosztva került kijuttatásra, ősszel és tavasszal, a foszfort és káliumot, pedig egy adagban ősszel juttattuk ki.

5. táblázat: A kísérletben alkalmazott műtrágyaadagok (2004-2006)

Kezelések	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Összes hatóanyag (kg/ha)
<b>Kontroll</b>	-	-	-	-
<b>1. trágyaszint</b>	40	25	30	95
<b>2. trágyaszint</b>	80	50	60	190
<b>3. trágyaszint</b>	120	75	90	285
<b>4. trágyaszint</b>	160	100	120	380
<b>5. trágyaszint</b>	200	125	150	475

### 4.5.2. Talajművelés

Az alpművelés mindhárom évben őszi szántás volt, 28-32 cm mélységben. A tavaszi szántáselmunkálás és magágykészítés 2004-ben boronával, 2005-ben, 2006-ban 2x-i boronálással és simítóval történt. 2005-ben és 2006-ban a kijuttatott talajfertőtlenítő szer a magágykészítéssel egy menetben került bedolgozásra boronával.

Az elővetemény minden évben kukorica volt. A vetést kézi vetőpuskával, dupla magszámmal végeztük, a tőszámbeállítás, pedig a kukorica 3-4 leveles állapotában kézzel történt.

### 4.5.3. Növényvédelem

A kísérlet mindhárom évében egyaránt végeztünk vegyszeres és mechanikai gyomirtást is. 2004-ben pre- és posztemergens gyomirtás történt Guardian extra (6 l/ha), Titus plus (383 g/ha) herbicidekkel. A következő évben, a kukorica 5-7 leveles állapotában Atrazin (2,5 l/ha), Banvel 480 S (0,7 l/ha) és Callisto 4 SC (0,3 l/ha) kombinációját alkalmaztuk, 2006-ban ugyanezt a vegyszer keveréket használtuk, de az Atrazint Atranex (2,4 l/ha) gyomirtó szerrel helyettesítettük. A vegyszeres védekezést

kiegészítettük kultivátorral történő mechanikai gyomirtással is. 2004-2006 években az amerikai kukoricabogár lárvája elleni védekezés érdekében a vetést megelőzően talajfertőtlenítést végeztünk, Counter 5 G (25 kg/ha) talajfertőtlenítő szerrel.

#### 4.5.4. Az agrotechnikai adatok időbeni alakulása (6. táblázat)

6. táblázat: **Agrotechnikai adatok (2004–2006)**

	2004	2005	2006
<b>Talajelőkészítés</b>	április 15.	április 15.	április 18.
<b>Vetés</b>	április 19-20.	április 30.–május 1.	április 24.
<b>Tőszám</b>	Igen korai és korai érésű hibridek 71 ezer tő/ha Közép és középkései érésű hibridek 65 ezer tő/ha		
<b>Kelés</b>	május 1-2.	május 10-12.	május 2-3.
<b>Gyomirtás</b>	április 30. (pre.) június 3. július 5-9.	május 31. július 18-21.	május 29.
<b>Tőszámbéállítás</b>	május 17.	május 18-19.	május 22.
<b>Betakarítás</b>	október 16-17.	október 12.	október 12.

#### 4.6. Egyéb vizsgálatok

##### 4.6.1. A hibridek fotoszintetikus aktivitásának mérése

A fotoszintetikus aktivitás mérését Licor 6400-as hordozható fotoszintézis mérőműszerrel végeztük. A műszer működési elve a következő: a kukorica levelét befogtuk a referencia kamrába, mely infravörös fényel világítja meg a növény levelét. A műszer a kamrából távozó levegő CO<sub>2</sub> tartalmát hasonlítja össze a beérkező levegő CO<sub>2</sub> tartalmával és méri a megkötött CO<sub>2</sub> mennyiséget. A műszer ebből számolja a fotoszintézis intenzitását, a sztómanyitottságot, intercelluláris CO<sub>2</sub> szintet és a CO<sub>2</sub> kötés hatékonyságát. A műszer a mérés folyamán rögzíti a transzspirációt, a levegő hőmérsékletét, a levél hőmérsékletét és a légköri nyomást.

A méréseket mindhárom kísérleti évben 4 alkalommal végeztük el a cső feletti leveleken. 2004-ben VI.24-én, VII.05-én, VII.26-án, VIII.17-én; 2005-ben VI.28-án, VII.20-án, VIII.11-én, VIII. 31-én, 2006-ban VI.28-án, VIII.01-én, VIII.17-én és IX.07-én. A fotoszintézis vizsgálatába *PR39D81*, a *DK 4626*, a *PR38A24*, a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibrideket vontuk be. A méréseket a kontroll parcellák mellett, az 1. trágyaszinten (N40+PK), a 3. trágyaszinten (N120+PK) és az 5. trágyaszinten (N200+PK) végeztük el két ismétlésben.

#### 4.6.2. A hibridek levélterület-indexének (LAI) mérése

A levélterületet Licor 2000-es levélterület mérővel mértük. A méréseket a fotoszintézis mérésével szinte minden alkalommal egy időpontban – 2004-ben VI.11-én, VII.05-én, VII.26-án, VIII.17-én; 2005-ben VI.28-án, VII.20-án, VIII.11-én, VIII.31-én, 2006-ban VI.28-án, VII.19-én, VIII.17-én és IX.07-én – végeztük a következő hibrideken: *PR39D81*, *DK 4626*, *PR38A24*, *DKC 5211*, *Mv Vilma*.

A méréseket a műtrágyázás nélküli parcellákban, az 1. trágyaszinten (N40+PK), a 3. trágyaszinten (N120+PK) és az 5. trágyaszinten (N200+PK) végeztük.

#### 4.6.3. A hibridek vízleadás dinamikájának és betakarításkori szemnedvesség tartalmának vizsgálata

A kísérleti években vizsgáltuk 6 eltérő genetikai adottságú és tenyészidejű kukoricahibrid esetében a tápanyagellátás hatását a hibridek vízleadás dinamikájára és betakarításkori szemnedvesség tartalmára. A vizsgálatokat az N120+PK és az N200+PK kezeléseknél végeztük el. A vizsgálatban a következő hibridek szerepeltek: *PR39D81*, *DK 440*, *PR38A24*, *Sze SC 463 R*, *DKC 5211*, *Mv Vilma*.

A mintákat a fekete réteg kialakulását követően hetente szedtük, majd szárítószekrénybe helyezve súlyállandóságig szárítottuk és számoltuk a nedvesség tartalmukat. A mintaszedés 2004-ben, 2005-ben IX.06-tól, 2006-ban IX.04-től hetente történt összesen 6 alkalommal a betakarításig.

#### 4.6.4. A kukoricahibridek nyersfehérje-, keményítő- és nyersolajtartalmának vizsgálata

A beltartalmi vizsgálatokba a *PR37M34*, *DKC 211*, *Mv Vilma* hibrideket vontuk be. A mintavétel a kontroll, az 1. trágyaszint (N40+PK), a 3. trágyaszint (N120+PK) és az 5. trágyaszint (N200+PK) parcelláiból történt 3 ismétlésben.

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetében Dr. Győri Zoltán munkatársai segítségével végeztük el.

##### 4.6.4.1. A nyersfehérje tartalom meghatározása

A módszer elve: a mintát tömény kénsavval roncsoltuk, nitrogéntartalmát ammóniumsóvá alakítottuk, majd a lúggal szabadabbá tett ammóniát kénsav vagy bórsav oldatba desztillálva titráltuk. A fehérje desztillálását *Kjeltec* félautomata készülékkel végeztük el.

#### 4.6.4.2. A keményítő tartalom meghatározása

A módszer elve: a mintát meghatározott ideig híg sósavoldattal főztük. A fehérjék kicsapása után a tükrös szűrlet optikai forgatóképességét polariméteren mértük. A kapott forgatási értéket korrigáltuk a 40 (V/V)%-os etanolban oldható, híg sósavoldattal kezelt komponensek optikai forgatóképességének értékével.

#### 4.6.4.3. A nyersolaj tartalom meghatározása

A módszer elve: A minta extrahálása dietil-éterrel történt, majd a nyerssirt az oldószertől desztillálással elválasztották, szárították és a tömegét megmérték. A meghatározást *Soxtec* félautomata készülékkel végezték.

### **4.7. A kísérleti eredmények kiértékelésének módszere**

Az adatok feldolgozásához Windows XP operációs rendszert, Microsoft Excel 2003 és SPSS 13.0 szoftvert használtuk. Az elemzésekhez az alábbi matematikai-statisztikai módszereket alkalmaztuk:

- Egy- és kéttényezős varianciaanalízis,
- Kang-féle stabilitás analízis,
- Lineáris és másodfokú regresszió analízis,
- Pearson-féle korreláció analízis.

## 5. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

### 5.1. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére

#### 5.1.1. 2004-es kísérleti év terméseredményei

A 2004-es év az időjárás, és azon belül is a csapadékellátottság tekintetében kedvezett a kiemelkedő termésátlagok kialakulásának és a nagyobb tápanyagszintek érvényesülésének.

Műtrágyázás nélkül is nagy terméseket értek a vizsgált kukorica hibridek. A kontroll parcellák terméseredményei 3,88–5,76 t/ha között alakultak. Átlagon felüli volt a *DK 4626* (5,76 t/ha), a *PR38A24* (5,71 t/ha), a *PR36R10* (5,36 t/ha), a *DKC 5211* (5,14 t/ha) és az *Mv Vilma* (5,04 t/ha) hibrideknek a természetes tápanyaghasznosító képessége, ezek a hibridek átlag (4,98 t/ha) feletti termést produkáltak tápanyagellátás nélkül.

A legkisebb, N40, P25, K 30 kg/ha (továbbiakban N40+PK) trágyaadag minden hibrid termését szignifikánsan ( $SzD_{5\%}=0,69$ ) növelte a kontroll parcellák terméséhez képest. A hibridek átlagában a kezeléshatásokat vizsgálva megállapítható, hogy a műtrágyázás nélkül elért termésátlaghoz (4,98 t/ha) képest a trágyázás szignifikánsan növelte a hibridek termését. Az alapadag, N40+PK 5,71 t/ha-os terméstöbbletet eredményezett, ami meghaladja a megbízhatósági határt ( $SzD_{5\%}=0,69$ ). A termésnövekedés a *Sze SC 463 R* és az *Mv Vilma* hibrideknél volt a legnagyobb, 7,64 t/ha, illetve 7,49 t/ha, így ez a két hibrid kiemelkedő 12,28 t/ha és 12,53 t/ha-os terméseredményt produkált már a legkisebb műtrágyaadag hatására is. A szegedi hibrid termésmaximumát ezen a trágyaszinten (N40+PK) érte el.

Az N80, P50, K60 kg/ha (továbbiakban N80+PK) kezelés további szignifikáns termésnövekedést csak a *DK 440*, a *PR37M34* és a *DK4626* hibrid esetében eredményezett, 1,2-2,0 t/ha-ral, a *PR39D81* termése szignifikánsan csökkent, a többi hibrid termésében megbízható változás nem történt. A hibridek átlagában is csupán 0,23 t/ha-ral, azaz csak tendenciájában növekedett a termésátlag.

Az N120, P75, K90 kg/ha (továbbiakban N120+PK) adag hatására, a *DK 440* és a *PR37M34* hibridek kivételével, szignifikáns növekedés következett be a hibridek termésében, csupán a szegedi hibrid termése csökkent 0,75 t/ha-ral. A *PR36R10* hibrid terméstöbblete elérte a 2,9 t/ha-t. Az *Mv Maraton*, a *DKC 511* és az *Mv Vilma* hibrid termése 1,35-1,89 t/ha-ral növekedett az előző dózishoz képest, és ez a három kukorica hibrid termésmaximumát ezen a trágyaszinten érte el. Kimagasló volt az *Mv Vilma*



hibrid termése, 14,55 t/ha-os terméseredménnyel az N120+PK szinten a legnagyobb termést produkálta. Az N120+PK adag az N80+PK trágyaszinthez képest további szignifikáns termésnövekedést eredményezett a hibridek átlagában, az átlagtermés elérte a 12,29 t/ha-t.

Az N120+PK adaghoz képest a következő, N160, P100, K120 kg/ha (továbbiakban N160+PK) tápanyaglécso szignifikánsan nem növelte a termést, sőt a *PR39D81*, az *Mv Maraton*, a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibridek esetében termésdepressziót okozott, a terméscsökkenés mértéke 0,77–2,69 t/ha-ral között változott, ami eléri a megbízhatóság határát. A hibridek átlagában az előző kezeléshez képest terméscsökkenést (-0,43 t/ha) tapasztaltunk, ami nem érte el a szignifikancia szintet.

Az ötödik, N200, P125, K150 kg/ha (továbbiakban N200+PK) trágyaszint termésnövelő hatása a *PR39D81*, a *DK 440*, a *PR37M34* és a *PR38A24* hibridek esetében volt szignifikáns, ezek a hibridek és a *DK 4626* legnagyobb termésüket ezen a trágyaszinten érték el. A hibridek közül a *PR37M34* hibrid 15,48 t/ha-ral a legnagyobb terméseredményt produkálta, az előző tápanyagkezeléshez képest termése 3,0 t/ha-ral nőtt. A legnagyobb termést, 12,59 t/ha, a hibridek átlagában az N200+PK tápanyagszinten kaptuk, de az N120+PK szint termésátlagához (12,29 t/ha) képest nem volt a két kezelés között szignifikáns ( $SzD_{5\%}=0,69$ ) különbség (4. ábra).

A hibridek maximális terméséhez tartozó tápanyagszinttel összefüggésben megvizsgáltuk, hogy mennyi az optimális tápanyagszint alsó határa, mellyel még a terméscsökkenés nem haladja meg a szignifikancia határát. 2004-es eredmények alapján a maximális terméshez tartozó tápanyagmennyiséget akár 20-44 kg/ha N+PK-mal is lehet csökkenteni hibridtől függően, úgy hogy a terméscsökkenés nem éri el az  $SzD_{5\%}$  értékét. Az optimális tápanyagszint alsó határa az *Mv Vilma*, az *Mv Maraton*, a *Sze SC 463 R* és a *DKC 5211* hibridek esetében volt a legkisebb N96-100+PK kg/ha, a legnagyobb, pedig a *PR37M34* és a *PR36R10* hibrideknél, N168-172+PK kg/ha. A kísérletben a *PR37M34* hibridnek volt a legkiválóbb a termőképessége, 15,48 t/ha-os termésmaximummal, ehhez tartozó optimális trágyamennyiség N168+PK kg/ha volt. Ennél nagyobb volt a műtrágyaigénye a *PR36R10* hibridnek, N172+PK kg/ha, de a maximális termése csupán 12,5 t/ha volt, míg a *DK 5211* hibridnek csak N100+PK kg/ha volt az optimális műtrágyaszint alsó határa hasonló termésszint eléréséhez. Az *Mv Vilma* hibridnek volt a legkisebb, N96+PK a tápanyagszükséglete, de igen nagy, 14,55 t/ha volt az elért maximális termése (7. táblázat).

7. táblázat: A kukorica hibridek termőképessége és a műtrágyázás termésmenvelő hatása (Debrecen, 2004)

Hibrid neve	FAO szám	Kontroll termés t/ha	Maximális termés t/ha	Terméstöbblet (t/ha)					Optimális adag kg/ha
				N40 + PK	N80 + PK	N120 + PK	N160 + PK	N200 + PK	
PR39D81	280	4,39	12,61	6,02	-1,62	2,48	-0,77	2,11	N <sub>144</sub>
DK 440	320	4,91	14,27	5,16	1,35	0,35	0,41	2,09	N <sub>152</sub>
PR37M34	360	4,93	15,48	4,96	2,02	0,55	0,03	3,0	N <sub>168</sub>
DK4626	370	5,76	14,43	5,38	1,21	1,52	0,40	0,15	N <sub>128</sub>
PR38A24	380	5,71	12,99	4,05	0,06	1,9	-0,25	1,53	N <sub>156</sub>
Mv Maraton	450	3,88	12,0	6,29	0,48	1,35	-1,21	-0,58	N <sub>100</sub>
Sze SC 463 R	450	4,63	12,28	7,64	-0,19	-0,75	0,36	-0,12	N <sub>100</sub>
DKC 5211	460	5,14	12,49	6,45	-0,60	1,50	-1,06	-0,55	N <sub>100</sub>
PR36R10	490	5,36	12,50	3,73	-0,58	2,9	0,51	0,58	N <sub>172</sub>
Mv Vilma	510	5,04	14,55	7,49	0,12	1,89	-2,69	-0,88	N <sub>96</sub>
SzD <sub>5%</sub> :									
Hibrid:		0,79 t/ha							
Trágyázás:		0,69 t/ha							
Kölcsönhatás:		2,19 t/ha							

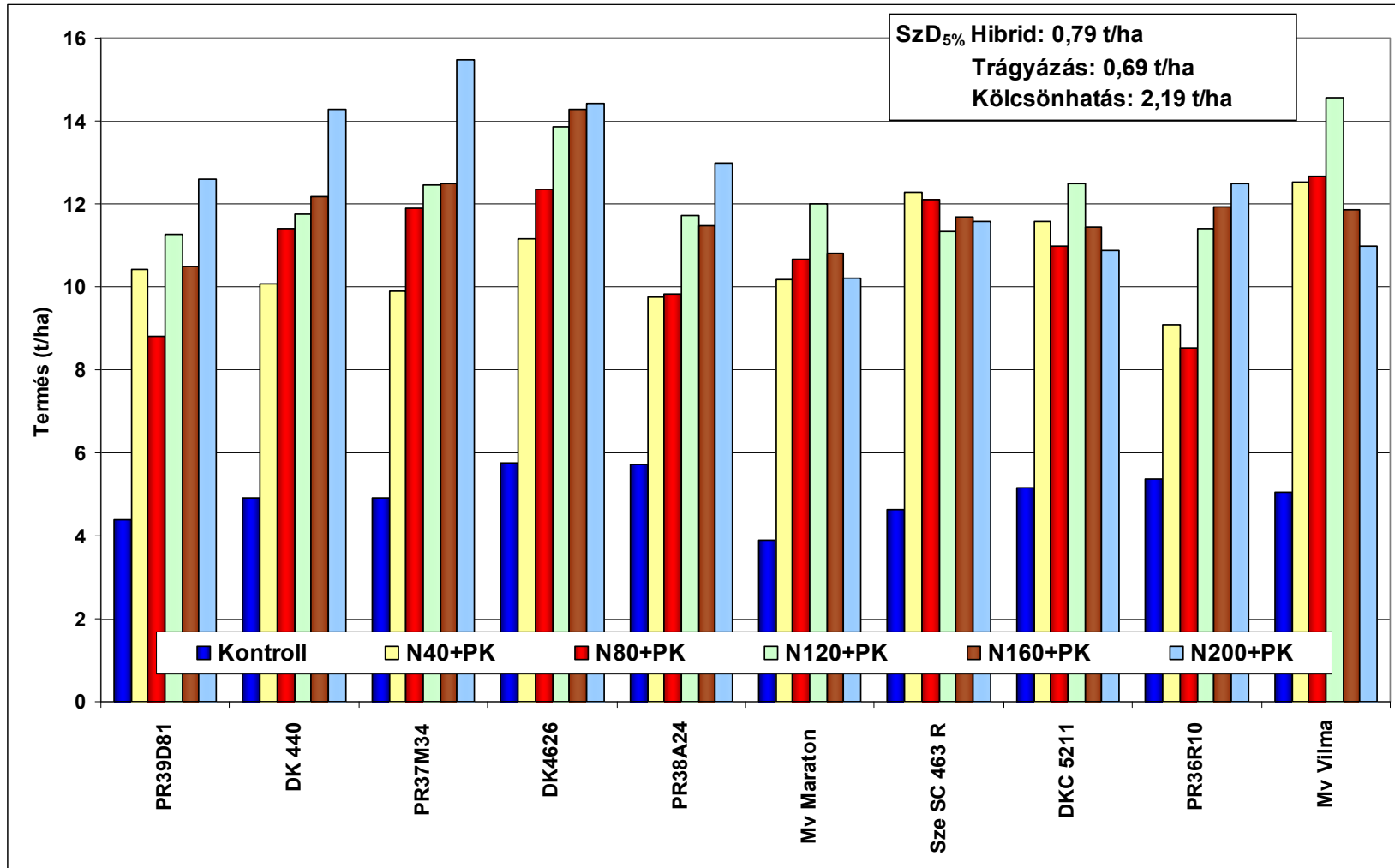
A trágyázás és a termés közötti összefüggés vizsgálatára regressziós analízist végeztünk. Az egyes hibridek másodfokú regressziós függvénye kiválóan illeszkedik a kísérleti adatokra, amit a magas  $R^2$  értékek igazolnak. A függvények jól reprezentálják az egyes hibridek termése és a trágyázás közötti kapcsolatot. A műtrágyázásra a FAO 200-300 hibridek közül a *DK 4626* a FAO 400-500 hibridek közül az *Mv Vilma* reagált a legintenzívebben, a görbe meredekségére utaló „b” érték ennél a két a hibridnél volt a legmagasabb az adott éréscsoportban,  $b=5,2244$ , illetve  $b=7,4867$ . Ezzel szemben pl. a *PR39D81*, a *PR38A24* és a *PR36R10*-es hibridek görbéje ellaposodik, a regressziós egyenlet „b” értéke kisebb, amiből arra lehet következtetni, hogy ezek a hibridek a műtrágyaadag növelésére kisebb termésmenvekedéssel reagáltak. A *PR39D81*, a *PR38A24*, a *DK 440*, a *PR37M34* és a *PR36R10* hibridek termése a trágyaszintekkel növekedett, viszont az *Mv Vilma*, *Sze SC 463 R*, *DKC 5211* és az *Mv Maraton* hibridek érzékenyen reagáltak a nagyobb trágyaadagokra, függvényük az N160+PK és az N200+PK trágyakezelések hatására csökkenő tendenciát mutatott (5-6. ábra).

Összességében a hibridek termése műtrágyázás nélkül 3,88–5,76 t/ha között volt. A tápanyagellátás tekintetében az első kezelésnek (N40+PK) volt a legnagyobb termésmenvelő hatása, 5,71 t/ha, a továbbiakban, pedig csak az N120+PK, 1,37 t/ha-ral és az N200+PK 0,73 t/ha-ral eredményezett szignifikáns termésmenvekedést. A hibridek maximális termése 12,0-15,48 t/ha között alakult, amelyet a hibridek N40+PK,

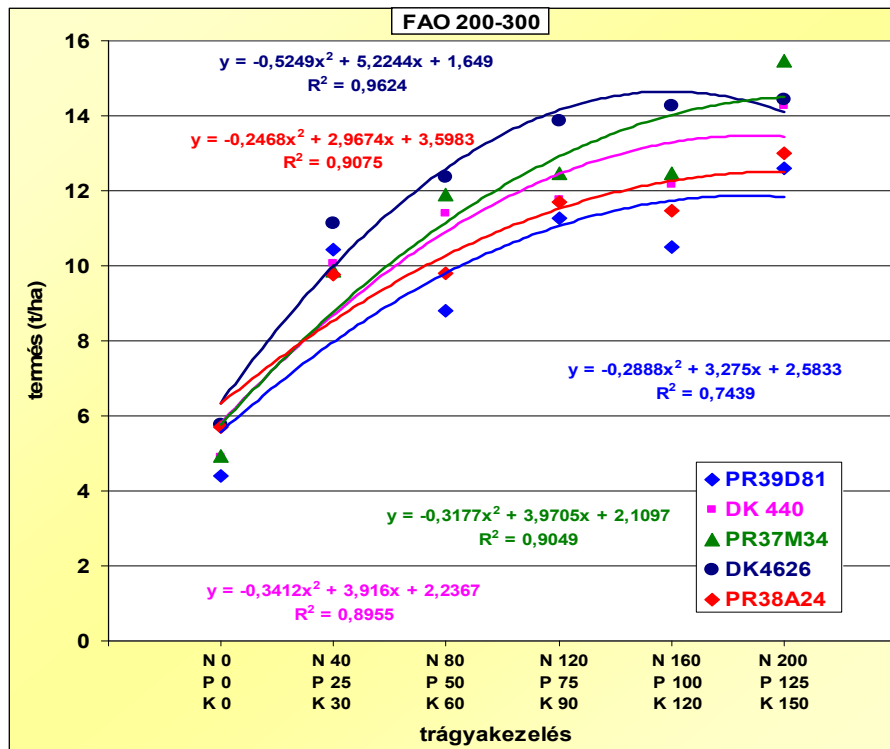
N120+PK és N200+PK trágyaszinten értek el, viszont a maximális terméshez tartozó műtrágyaadag hibridtől függően akár 20-44 kg/ha N+PK-mal is csökkenthető anélkül, hogy a termés jelentősen visszaesne.

A hibridek termése a trágyakezelések átlagában 9,62-11,97 t/ha között változott, a legkisebb 9,62 t/ha volt a termésátlaga az *Mv Maraton* hibridnek, a legnagyobb termésátlagot, pedig a *DK 4626* hibrid produkálta, 11,97 t/ha-t. A trágyakezelések átlagában igaz, hogy az *Mv Maraton*-nak volt a legkisebb a termése, viszont minimális volt az eltérés a *PR39D81* (9,67 t/ha), és a *PR36R10* termésétől (9,8 t/ha). A két hibrid közül egyik sem ért el szignifikánsan nagyobb termést a martonvásári hibridnél, a különbség a három hibrid között nem érte el a hibridhatásra vonatkozó statisztikailag megbízható szintet ( $SzD_{5\%}=0,79$ ). Ugyanez állapítható meg a három legnagyobb termést adó hibridről is, a *DK 4626*, az *Mv Vilma* és a *PR37M34* hibridek termése között szintén nem mértünk szignifikáns különbséget. A *DK 440* (10,77 t/ha), a *PR37M34* (11,19 t/ha), a *DK 4626* (11,97 t/ha), a *Sze SC 463 R* (10,6 t/ha) és az *Mv Vilma* (11,27 t/ha) hibridek termése szignifikánsan meghaladta az *Mv Maraton*, a *PR39D81* és a *PR36R10* hibridek termését. Átlagon (10,55 t/ha) felüli volt a termése a *DK 440* (10,77 t/ha), a *PR37M34* (11,19 t/ha), a *DK 4626* (11,97 t/ha), a *Sze SC 463 R* (10,6 t/ha) és az *Mv Vilma* (11,27 t/ha) kukorica hibrideknek.

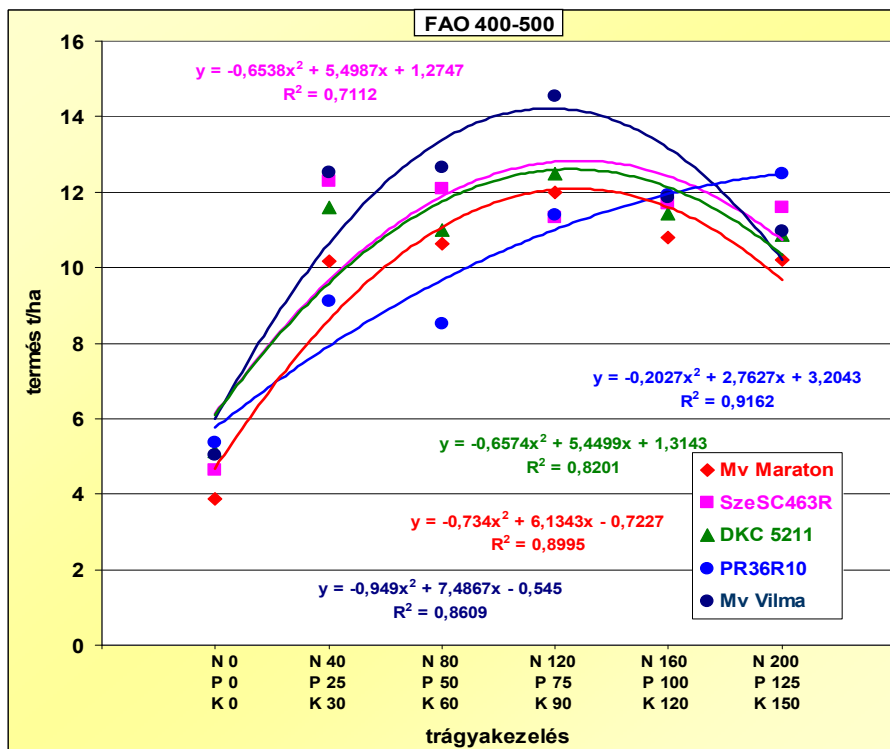
4. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2004)



5. ábra: A műtrágyázás és a kukoricahibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2004)



6. ábra: A műtrágyázás és a kukoricahibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2004)



### 5.1.2. 2005-ös kísérleti év terméseredményei

A kísérlet második éve, a 2005. év szintén kedvező volt a kukoricatermesztés számára. A különböző genetikai adottságú kukorica hibridek hasonlóan reagáltak a tápanyagellátásra, mint az előző évben. A martonvásári hibridek kivételével minden hibrid termésmaximuma az N120+PK tápanyagszinten volt, a tápanyagellátás további növelése, pedig hibridenként változó mértékben, de csökkentette a termésátlagokat.

A csapadékos évjáratnak köszönhetően a hibridek ebben az évben is kimagasló termésátlagokat értek el műtrágyázás nélkül, a hibridek átlagában a kontroll kezelés termése 3,82 t/ha volt. Kiváló volt a természetes tápanyaghasznosító képessége a *DK 440*, a *PR39D81*, az *Mv Vilma* és a *PR36R10* hibrideknek, termésük műtrágyázás nélkül 4,17-4,77 t/ha között változott. A legkisebb termésátlagokat tápanyagellátás hiányában a *PR37M34* és a *Sze SC 463 R* hibridek érték el, 2,75 t/ha és 2,82 t/ha, ez szignifikánsan ( $SzD_{5\%}=0,57$  t/ha) alacsonyabb a többi nyolc hibrid terméseredményétől.

Az alapadag, N40+PK hatására minden hibrid terméstöbblete meghaladta a megbízhatósági határt, azaz az  $SzD_{5\%}$  értékét, 0,48 t/ha-t. A termésnövekedés a hibridek átlagában 5,44 t/ha volt, a legnagyobb mértékben a *PR37M34* és az *Mv Vilma* hibrid termése nőtt, 7,15 és 6,34 t/ha-ral. Az első trágyaszinten az *Mv Vilma* hibrid érte el a legnagyobb a termést, 11,02 t/ha-t, átlagon felüli termést ért el a kontroll parcellában és kiváló volt a műtrágyareakciója is.

Az N80+PK szintén szignifikánsan növelte az összes vizsgált hibrid termését. A 10 hibrid termésátlaga 11,81 t/ha volt, a termésnövekedés, pedig elérte a 2,55 t/ha-t az előző trágyaszinthez képest. A megnövelt trágyaadagra a legnagyobb termésnövekedéssel a *Sze SC 463 R* (3,71 t/ha) és a *DK 4626* (3,65 t/ha) hibridek reagáltak. A hibridek közül igen magas, 12 t/ha feletti termést értek el a *DK 440*, a *PR38A24*, a *DKC 5211*, a *PR36R10* és az *Mv Vilma* hibridek. A legnagyobb terméseredményt (12,72 t/ha) ezen a trágyaszinten az *Mv Vilma* adta.

Az N120+PK tápanyagellátás az előző adaghoz képest minden hibrid termését megbízhatóan növelte, 0,82-2,51 t/ha-ral, a hibridek átlagában, pedig a többlettermés 1,55 t/ha volt. Átlagon felüli termésnövekedéssel reagáltak a tápanyag mennyiség fokozásra a *DKC 5211*, a *Sze SC 463 R*, a *PR37M34* és a *DK 4626*-os hibridek, a két utóbbi terméstöbblete 2,44, illetve 2,51 t/ha volt. A martonvásári hibridek kivételével az összes hibrid ezen a trágyaadagon érte el a maximális termését, ami 12,45-14,03 t/ha

között alakult. Az igen korai érésű *PR39D81* hibridnek 12,45 t/ha volt a termése, ami szignifikánsan kisebb volt a többi hibrid termésétől ( $SzD_{5\%}=0,57$  t/ha).

A két maratonvásári hibrid, az *Mv Maraton* és az *Mv Vilma* hibrid termését igaz, hogy növelte az N160+PK tápanyagszint, de e termésnövekedés csupán 0,12-0,22 t/ha volt, ami nem érte el a megbízhatósági határt ( $SzD_{5\%}=0,48$  t/ha). A többi hibridnél minden esetben termésdepresszió lépett fel. A nagyobb tápanyagszinteken BOCZ (1976) és PEKÁRY (1969b) szintén termésdepressziót tapasztalt, de aszályos évjáratokban. A hibridek átlagtermése 0,3 t/ha-ral csökkent a tápanyagellátás hatására, a kukorica hibridek közül a legnagyobb, szignifikáns mértékben a *PR39D81*, a *DK 440* és a *Sze SC 463 R* hibrid termése esett vissza, 0,66-0,84 t/ha-ral.

A legnagyobb tápanyagszinten (N200+PK) mind a 10 hibrid termése további csökkenést mutatott. A termésdepresszió mértéke 0,08-0,94 t/ha között változott hibridenként, a hibridek átlagában, pedig az előző trágyaszinthez képest 0,38 t/ha-ral, az N120+PK kezeléshez képest, pedig 0,68 t/ha-ral, azaz szignifikánsan csökkent. A termésviszteség mértéke szignifikáns volt a *PR36R10* (0,67 t/ha), a *Sze SC 463 R* (0,69 t/ha), az *Mv Maraton* (0,78 t/ha) és a *PR39D81* (0,94 t/ha) hibridek esetében (7. ábra).

2005-ben a vizsgált kukorica hibridek optimális tápanyagszintje alacsonyabb volt az előző évhez képest, N116+PK és N136+PK között változott. A maximális terméshez tartozó műtrágyaadag akár 20-24 kg/ha N+PK-mal is csökkenthető anélkül, hogy a termés az  $SzD_{5\%}$  érték felénél nagyobb mértékben csökkenne. Ebben az évben alig volt különbség az egyes hibridekhez tartozó optimális műtrágyaszint alsó határa között. A legkisebb, N116+PK volt az optimális műtrágyaadagja a legkorábbi érésű *PR39D81* és az *Mv Maraton* hibridnek, melyeknek a maximális termése is elmaradt a többi hibrid termésétől. Az optimális műtrágyaadag legnagyobb (N136+PK) volt a *DK 4626* hibrid esetében, maximális termése 13,82 t/ha volt, viszont a kísérletben szereplő hibridek közül a *PR37M34* hibridnek volt a legkiválóbb a termőképessége, 14,21 t/ha-os terméseredményt produkált, az optimális műtrágyaadag alsó határa viszont kevesebb volt, N128+PK kg/ha (8. táblázat).

A regressziós függvény igen jól illeszkedik a kísérletben mért eredményekhez, az  $R^2$  értékek 0,9537-0,9935 között változnak. A függvény kiválóan szemlélteti a hibridek reakcióját az eltérő trágyaszintek hatására, termésük lineárisan növekedett a műtrágyaadag emelésével, viszont a legnagyobb trágyaszintek már termésdepressziót okoztak. A FAO 200-300-as hibridek közül a *PR37M34* hibrid igen intenzív termésnövekedéssel reagált az emelkedő tápanyagszintekre, a kontroll parcellában elért

terméseredménye (2,75 t/ha) alapján elmondható, hogy gyenge a természetes tápanyaghasznosító képessége, de trágyareakciója kiváló, a trágyázás hatására a vizsgált hibridek közül a legnagyobb termést (14,21 t/ha) érte el (8. ábra). A függvény meredekségére utaló „b” érték igen magas, 7,6422. A hosszabb tenyészidejű hibridek közül a *Sze SC 463 R* reagált intenzív termésnövekedéssel a tápanyagellátásra, termése 10,54 t/ha-ral növekedett a műtrágyázás nélküli kezeléshez képest. Az *Mv Vilma* hibrid termése minden egyes tápanyagszinten meghaladta az éréscsoportjába tartozó hibridek termését (9. ábra).

8. táblázat: A kukorica hibridek termőképessége és a műtrágyázás termésnövelő hatása (Debrecen, 2005)

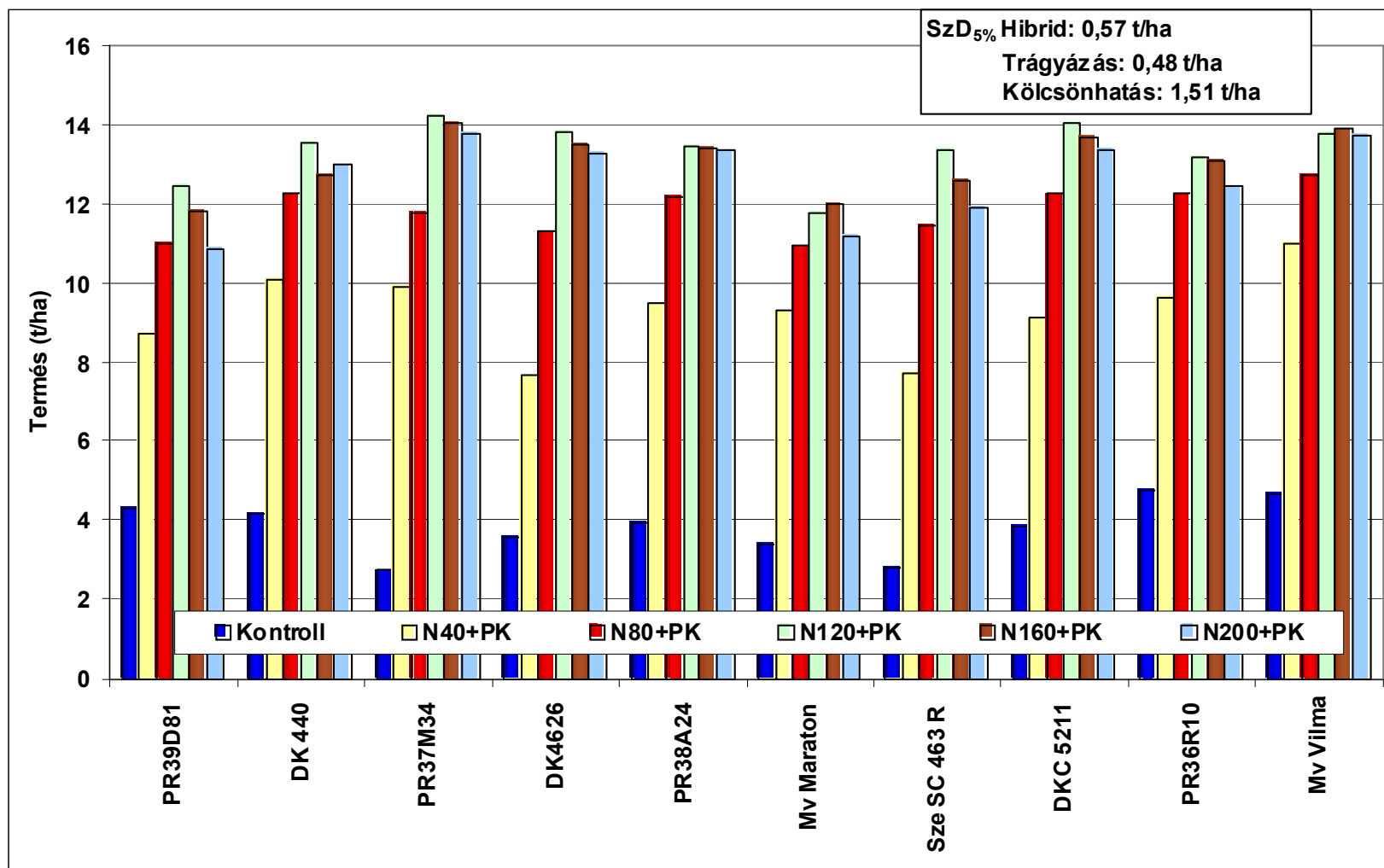
Hibrid neve	FAO szám	Kontroll termés t/ha	Maximális termés t/ha	Terméstöbblet (t/ha)					Optimális adag kg/ha
				N40 + PK	N80 + PK	N120 + PK	N160 + PK	N200 + PK	
PR39D81	280	4,29	12,45	4,4	2,31	1,45	-0,66	-0,94	N <sub>116</sub>
DK 440	320	4,17	13,56	5,93	2,13	1,32	-0,84	0,27	N <sub>120</sub>
PR37M34	360	2,75	14,21	7,15	1,86	2,44	-0,19	-0,23	N <sub>128</sub>
DK4626	370	3,56	13,82	4,10	3,65	2,51	-0,33	-0,24	N <sub>136</sub>
PR38A24	380	3,92	13,46	5,54	2,71	1,28	-0,05	-0,08	N <sub>128</sub>
Mv Maraton	450	3,40	11,99	5,90	1,64	0,82	0,22	-0,78	N <sub>116</sub>
Sze SC 463 R	450	2,82	13,36	4,90	3,71	1,93	-0,77	-0,69	N <sub>124</sub>
DKC 5211	460	3,85	14,03	5,26	3,15	1,78	-0,37	-0,30	N <sub>128</sub>
PR36R10	490	4,77	13,18	4,85	2,6	0,95	-0,10	-0,67	N <sub>120</sub>
Mv Vilma	510	4,67	13,88	6,34	1,70	1,04	0,12	-0,16	N <sub>124</sub>
SzD <sub>5%</sub> :									
Hibrid		0,57 t/ha							
Trágyázás		0,48 t/ha							
Kölcsönhatás		1,51 t/ha							

Összefoglalva 2005-ben a hibridek termése műtrágyázás nélkül 2,75-4,77 t/ha között változott. A vizsgált kukorica hibridek termése – a martonvásári hibridek kivételével – az N120+PK adag mellett érte el a maximumot, 12,45-14,21 t/ha-t. A tápanyagszint további növelése minden hibrid esetében termésdepresszióhoz vezetett. A trágyázás hatására a hibridek átlagában a termésnövekedés mértéke csökkenő tendenciát mutatott, a kontrollhoz képest az alapadag 5,44 t/ha-ral, a további tápanyagszintek, pedig csak 2,55 és 1,55 t/ha-ral növelték a termést, míg az N160+PK és N200+PK 0,3 és 0,38 t/ha-ral csökkentették azt.

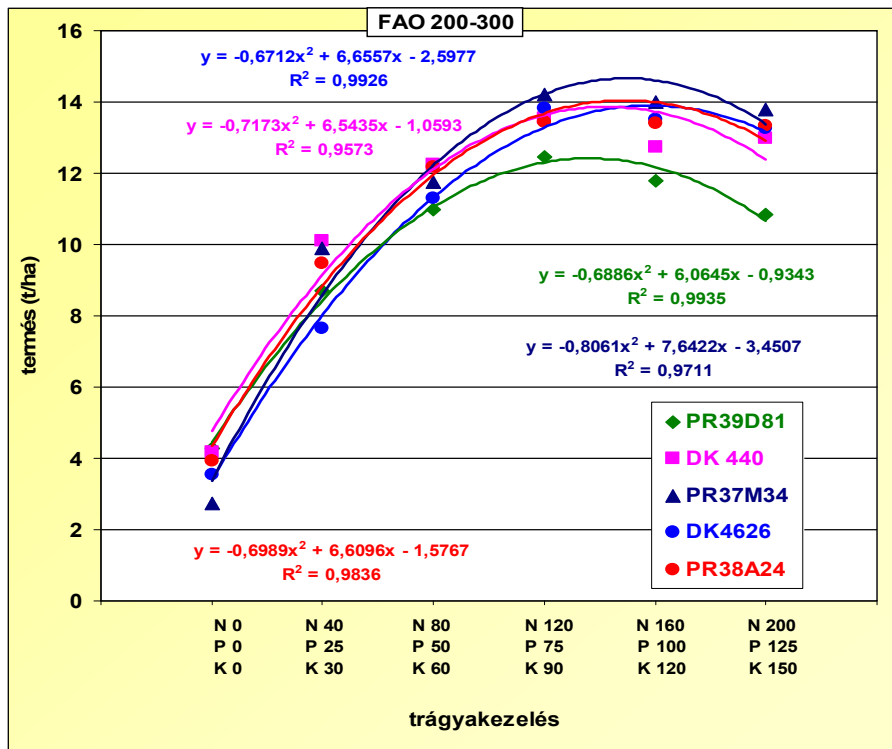
A műtrágyakezelések átlagában a hibridek termése 9,77-11,63 t/ha között változtak, ebben az évben is kiemelkedő terméseredményt értek el a *PR37M34* (11,07 t/ha), a *DK 5211* (11,05 t/ha), és az *Mv Vilma* (11,63 t/ha) kukorica hibridek.



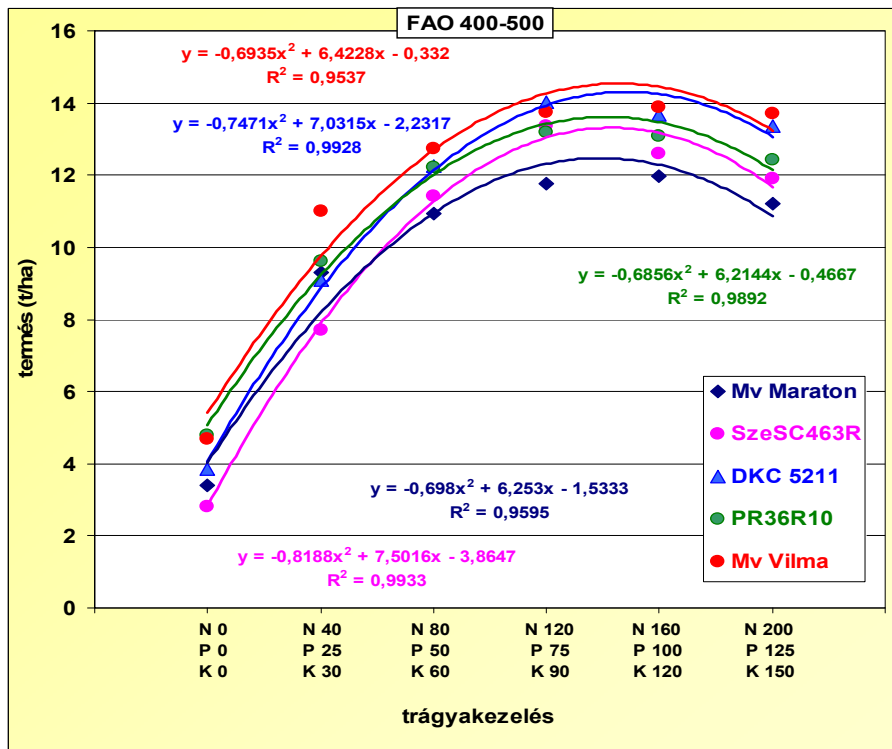
7. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2005)



8. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2005)



9. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2005)



### 5.1.3. 2006-os kísérleti év terméseredményei

2006-ban a hibridek termésátlagai jelentősen elmaradtak az előző két évben elért terméseredményektől. Ennek oka, hogy 2006-ban a klimatikus tényezők közül a csapadék eloszlása és a hőmérsékleti viszonyok is kedvezőtlenül alakultak a kukoricatermesztés szempontjából, a nyári szárazság magas hőmérséklettel párosulva a kukorica kritikus időszakában jelentkezett. Mindemellett az utóbbi években gyakran jelentkező szélsőséges időjárási viszonyok hatásaként heves szélvihar és jégeső okozott károkat az állományban.

Műtrágyázás nélkül a kukorica hibridek termésátlaga 2,67-4,14 t/ha között alakultak. Alacsony volt a termésátlaga a *PR38A24* (2,67 t/ha), a *PR37M34* (2,74 t/ha) és az *Mv Maraton* (2,88 t/ha) hibrideknek, viszont ebben az évben is a *PR36R10* és az *Mv Vilma* hibridek érték el a kontroll parcellákban a legnagyobb, 4,07 és 4,14 t/ha terméseredményeket. A hibridek átlagában a termés 3,33 t/ha volt, elmaradt az előző két év eredményeitől.

A N40+PK kg/ha-os kezelés a termést a hibridek átlagában 3,92 t/ha-ral növelte. Minden egyes hibrid terméstöbblete meghaladta a megbízhatósági határt,  $SzD_{5\%}=0,33$ . A termésnövekedés mértéke 1,38-5,46 t/ha között ingadozott hibridtől függően. 2006-ban a korábbi érésidőjű hibridek többletermése (3,85-4,91 t/ha) meghaladta a hosszabb tenyészidőjű hibridek termésnövekedését (1,38-4,2 t/ha). A *DK 440* hibrid termésátlaga 5,46 t/ha-ral, ezzel ellentétben a *PR36R10* hibridé csak 1,38 t/ha-ral növekedett az alapadaggal kezelt parcellákban.

Az N80+PK trágyaadagra további szignifikáns termésnövekedéssel reagáltak a hibridek, de a kukorica hibridek átlagában a termés már csak 0,67 t/ha-ral növekedett, elérve a 7,92 t/ha-t. Átlagon felüli terméseredményeket produkáltak a *DKC 5211* (8,1 t/ha), a *PR38A24* (8,19 t/ha), a *PR39D81* (8,31 t/ha), a *PR37M34* (8,51 t/ha) és a *DK 440* (9,11 t/ha) hibridek. Ezen a trágyaszinten a *PR39D81*, a *DK 4626* és a *Sze SC 463 R* hibridek termése csökkent, de a termés visszaesés mértéke csak a *DK 4626* hibrid esetében volt szignifikáns, a másik két hibrid termését a műtrágyázás csak tendenciájában csökkentette.

A harmadik műtrágyakezelés 1,13 t/ha-ral növelte a hibridek átlagában a termést, 7,92 t/ha-ról 9,05 t/ha-ra. A tápanyagellátás fokozása a *PR38A24* termését szignifikánsan ( $SzD_{5\%}=0,33$ ) nem növelte, viszont a többi vizsgált hibrid

termésnövekedése elérte a megbízhatósági határt. A hibridek közül ezen a trágyaszinten érte el a maximális termését a *PR36R10* (8,35 t/ha), a *Sze SC 463 R* (9,28 t/ha), a *PR39D81* (9,97 t/ha) és a *PR37M34* (10,28 t/ha) hibridek.

Az N160+PK a hibridek átlagában tovább növelte a termésátlagot, de a növekedés mértéke (0,25 t/ha) nem érte el a szignifikáns határt. Szignifikáns termésnövekedéssel reagáltak a negyedik tápanyagszintre a *DK 4626*, az *Mv Maraton*, az *PR38A24* és az *Mv Vilma* hibridek, az utóbbi két hibrid legnagyobb termését is ezen a trágyaszinten érte el, 9,96 és 8,49 t/ha-t. A *PR39D81* és a *Sze Sc 463 R* hibrid termésére depresszíven hatott a tápanyagellátás fokozása, termésük 0,51-0,56 t/ha-ral csökkent.

A tápanyagszint további növelése hasonlóan az előző kezeléshez csak tendenciájában (0,11 t/ha) és statisztikailag nem megbízhatóan növelte a hibridek átlagában a termést. A *DK 440*, a *DK 4626*, az *Mv Maraton* és a *DKC 5211* hibrid termését még szignifikánsan növelte az N200+PK trágyaadag, ennek eredményeként ezek a hibridek maximális termésüket (8,69-11,35 t/ha) ezen a trágyaszinten érték el. A *PR38A24*, a *PR36R10* és az *Mv Vilma* hibridek termése ezzel ellentétben szignifikánsan csökkent. 2006-os kísérleti évben a legnagyobb termést a hibridek közül a *DK 4626*-os hibrid érte el az N200+PK műtrágyaadag mellett (10. ábra).

2006-ban a kukorica hibridek optimális tápanyag szintjének alsó határa N116+PK és N192+PK között alakult, mely hibridtől függően 8-28 kg/ha-ral is kisebb volt, mint a maximális terméséhez tartozó műtrágyamennyiség. A legnagyobb termést, 11,35 t/ha, elért *DK 4626* hibrid esetében ez igen magas, 192 kg N+PK. Emellett kiemelkedő terméseredményeket értek el a *DK 440*, a *PR37M34* és a *DKC 5211* kukorica hibridek (10,13-10,96 t/ha) viszont az ehhez tartozó optimális trágyaszint alsó határa 132-144 kg/ha+PK. A legkisebb 8,35 és 8,49 t/ha-os terméseredményt elérő *PR36R10* és *Mv Vilma* hibrideknek volt a legalacsonyabb ez az érték, 116 kg/ha. Ezzel szemben az *Mv Maraton* hibridnek is csak 8,69 t/ha volt a maximális termése, de az ehhez tartozó optimális tápanyag szint alsó határa 148 kg N+PK volt hektáronként (9. táblázat).

A műtrágyakezelések átlagában a hibridek közül a FAO 200-300-as hibridek értek el nagyobb termésátlagokat, a *PR39D81*, a *DK 440*, a *PR37M34* és a *DK 4626*, termésük 8,06-8,89 t/ha volt. A *DK 440* termése szignifikánsan nagyobb volt a korai érésű hibridek termésétől. A FAO 400-500 éréscsoportból csak a *DKC 5211* hibrid termése volt nagyobb, 7,98 t/ha, a többi hibrid csupán 6,76-7,43 t/ha-os termésátlagot produkált. A legkisebb volt a termésátlaga az *Mv Maraton* és a *PR36R10* hibridnek, termésük még a 7 t/ha-t sem érte el a kezelések átlagában.

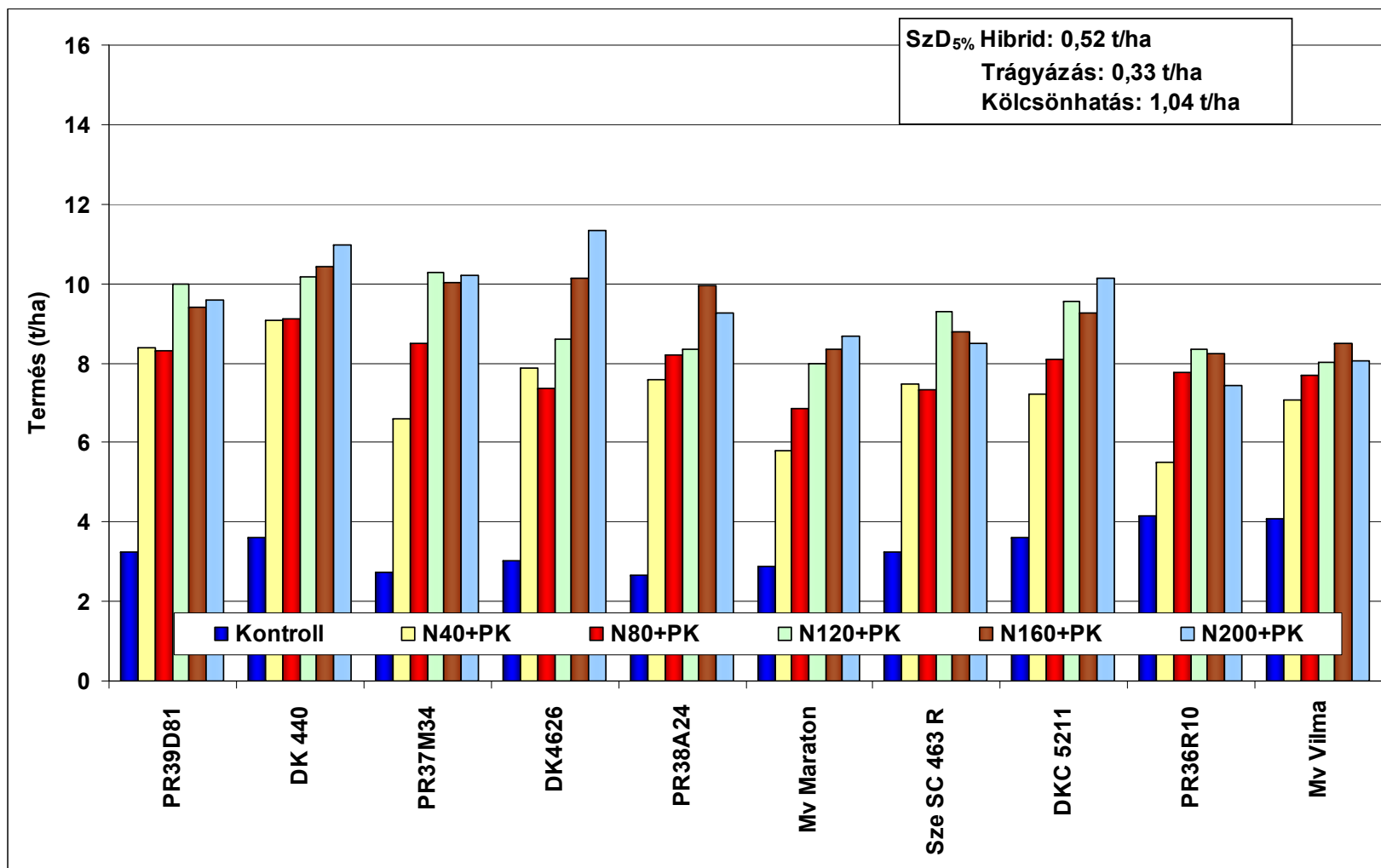
9. táblázat: A kukorica hibridek termőképessége és a műtrágyázás termésmenvelő hatása (Debrecen, 2006)

Hibrid neve	FAO szám	Kontroll termés t/ha	Maximális termés t/ha	Terméstöbblet (t/ha)					Optimális adag kg/ha
				N40 + PK	N80 + PK	N120 + PK	N160 + PK	N200 + PK	
PR39D81	280	3,24	9,97	5,13	-0,06	1,66	-0,56	0,18	N <sub>192</sub>
DK 440	320	3,61	10,96	5,46	0,04	1,05	0,24	0,55	N <sub>124</sub>
PR37M34	360	2,74	10,28	3,85	1,91	1,77	-0,25	0,17	N <sub>132</sub>
DK4626	370	3,03	11,35	4,84	-0,51	1,23	1,53	1,22	N <sub>136</sub>
PR38A24	380	2,67	9,96	4,91	0,60	0,17	1,61	-0,71	N <sub>132</sub>
Mv Maraton	450	2,88	8,69	2,91	1,07	1,11	0,37	0,34	N <sub>148</sub>
Sze SC 463 R	450	3,25	9,28	4,20	-0,13	1,96	-0,51	-0,27	N <sub>120</sub>
DKC 5211	460	3,62	10,13	3,59	0,89	1,44	-0,29	0,88	N <sub>144</sub>
PR36R10	490	4,14	8,35	1,38	2,25	0,58	-0,13	-0,81	N <sub>116</sub>
Mv Vilma	510	4,07	8,49	3,01	0,60	0,34	0,47	-0,42	N <sub>116</sub>
SzD <sub>5%</sub> :									
Hibrid		0,52 t/ha							
Trágyázás		0,33 t/ha							
Kölcsönhatás		1,04 t/ha							

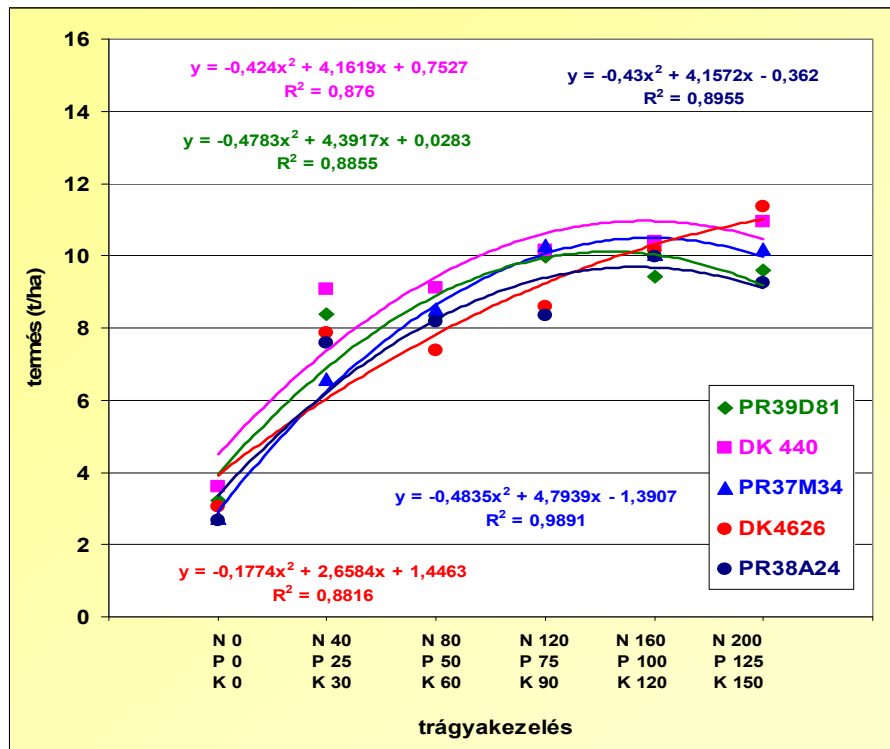
2006-ban a kukorica hibrideknek nemcsak a termésük maradt el a 2004-2005 kísérleti évek terméseredményétől, de a hibridek trágyareakciója is gyengébb volt. A FAO 200-300-as hibridek közül a *DK 4626* hibrid termése fokozatosan nőtt a tápanyagszintek emelésével, viszont a többi hibrid termése a negyedik és ötödik trágyaadag hatására csökkenő tendenciát mutatott (11. ábra). A hosszabb tenyészidejű FAO 400-500-as hibridek görbéje ellaposodik, az egyes kezeléshatások csak minimális termésmenvekedésben nyilvánultak meg. A nagyobb adagú trágyázásnak terméscsökkentő hatása volt, csak az *Mv Maraton* hibridnek nőtt szignifikánsan a termése az N200+PK kezelés hatására (12. ábra). Legintenzívebb trágyareakciót a *PR37M34* és a *Sze Sc 463 R* hibrid mutatott.

A hibridek termése a 2004-2005. kísérleti évek terméseredményeitől jelentősen elmaradtak, ez az évjárat hatásának köszönhető. 2006-ban a kukorica kritikus időszakában jelentkező nyári szárazság magas hőmérséklettel párosult, ami a kukorica virágzási-, termékenyülési- és szemtelítődési folyamatait károsította, ez leginkább a hosszabb tenyészidejű hibrideket sújtotta, ez összhangban van MARTON et. al. (2005a) megállapításával is. Mindemellett a jégeső által okozott károk is hozzájárultak a kisebb termésátlagok kialakuláshoz. A hibridek maximális termései 8,35-11,35 t/ha között változtak, az egyes trágyaszintek hatására a termésmenvekedés 3,92; 0,67; 1,13; 0,25 és 0,11 t/ha volt, de az N160+PK és N200+PK már szignifikánsan nem, csak tendenciájában növelte a hibridek átlagtermését.

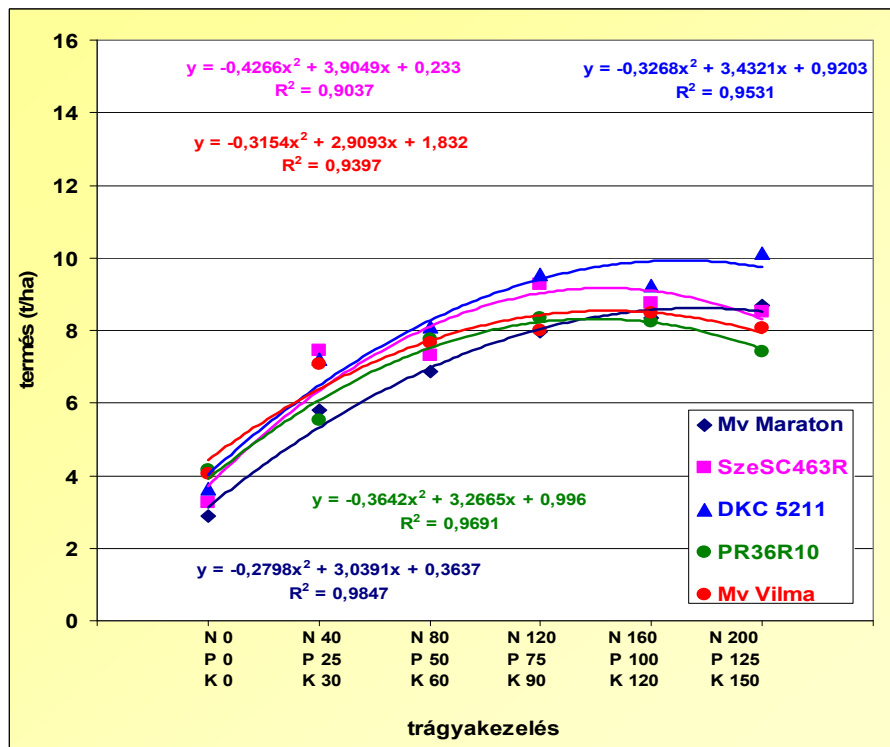
10. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2006)



11. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2006)



12. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2006)



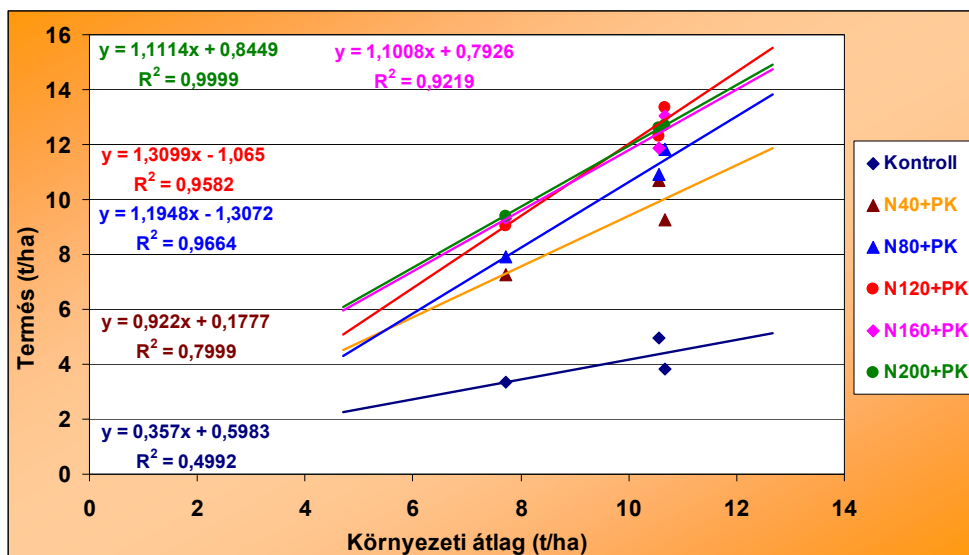
## 5.2. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésstabilitására

2004-2006 kísérleti években a 3 év átlagában vizsgáltam, hogy az egyes műtrágyakezeléseknek milyen hatása volt a kukorica termésstabilitására a hibridek átlagában.

A trágyázás nélküli, kontroll kezelés termése a környezeti feltételek javulásával emelkedő tendenciát mutat, de termése elmarad a tápanyaggal ellátott kukorica termésétől. A termésnövekedés üteme csekély mértékű volt, a függvény meredeksége a kezelések közül a legkisebb,  $b=0,357$ . A legstabilabb, de a legkisebb (3,3-5 t/ha) volt a termése a műtrágyázás nélküli kezelésnek.

A tápanyagellátás a termést gyengébb, 4-5 t/ha-os környezeti feltételek, mellett is jelentősen növelte, viszont a környezeti feltételek javulásával, a tápanyaggal ellátott kukorica termése további intenzíven növekedést mutatott (13. ábra). A csapadékos évjáratnak köszönhetően a legkisebb trágyaadagnak is jelentős volt a termésnövelő hatása, javuló környezeti feltételek mellett az N40+PK kezelés termése nőtt, de az N80+PK tápanyagszint termése még intenzívebben emelkedett,  $b=1,1948$ , de nem érte el az N120+PK, N160+PK és az N200+PK trágyaszintek termését.

13. ábra: A műtrágyázás hatása (a hibridek átlagában) a kukorica termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)



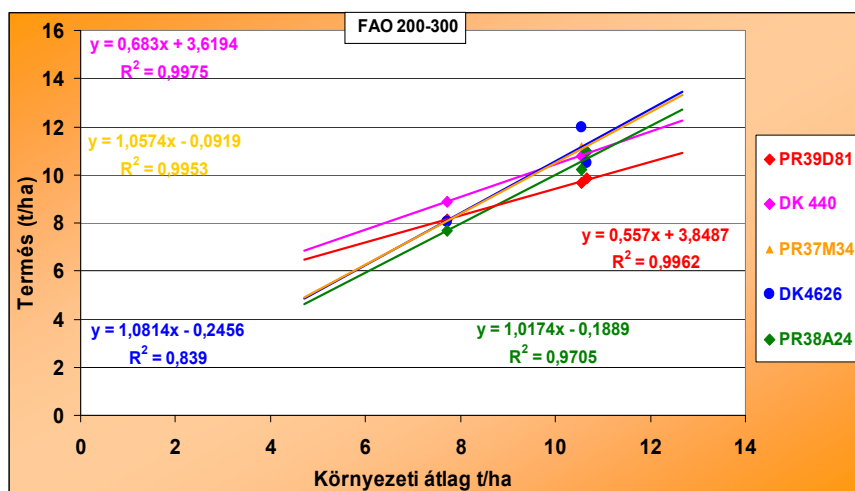
Az N160+PK és N200+PK kezelés termése a kisebb, 7,7 t/ha-os környezeti feltételek mellett 9,3-9,4 t/ha volt, meghaladta a többi kezelés termését, viszont 10,5 t/ha környezeti átlag felett termésük (12,7-13,1 t/ha) elmaradt az optimális N120+PK adag termésétől. Az N120+PK adaghoz tartozó termés minden környezeti átlagon



meghaladta az N40+PK és N80+PK termését és a maximális termést, 13,4 t/ha-t is ezen a trágyaszinten mértük.

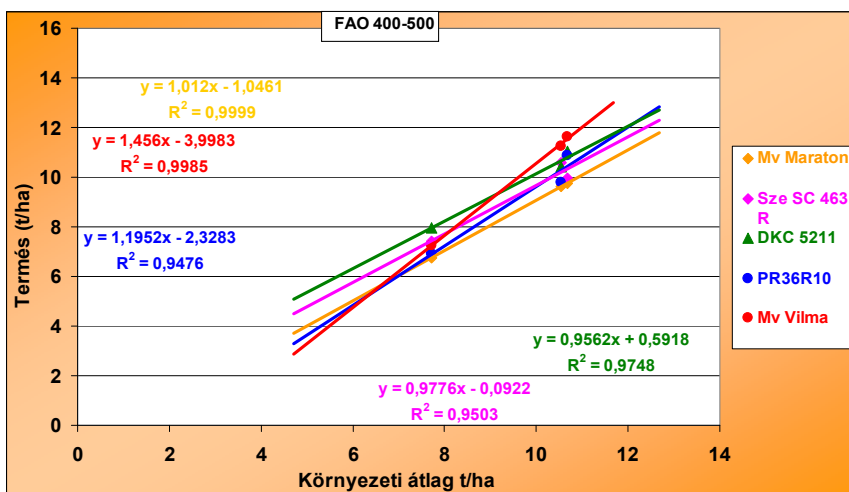
A FAO 200-300 éréscsoportú hibridek közül a gyengébb, 7,7 t/ha-os környezeti feltételek mellett a *DK 440* és a *PR39D81* hibridek termése (8,2-8,9 t/ha) meghaladta a többi hibrid termését, 7,7-8,1 t/ha-t, de a környezeti feltételek további javulásával a *PR37M34* és a *DK 4626* kukorica hibridek termése szinte azonos ütemben és a legnagyobb mértékben növekedett, 10,5 t/ha-os környezeti átlag mellett 11,2-12,0 t/ha-os maximális termést produkáltak, felülmúlva a másik három hibrid termését. A *PR38A24* is intenzív termésnövekedéssel reagált a környezeti feltételek javulására termése 7,7 t/ha-ról 11,0 t/ha-ra növekedett, de termése nem érte el a *PR37M34* és *DK 4626* termését (14. ábra). A FAO 200-300 éréscsoportú hibridek közül a legstabilabbnak a *DK 440* és a *PR39D81* hibrid termése mutatkozott.

14. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)



A FAO 400-500-as hibridek közül a *DKC 5211* és az *Sze SC 463 R* hibrideknek a termése közel azonos ütemben növekedett a környezeti átlag növekedésével, és a 7,7 t/ha-os környezeti feltételek mellett termésük meghaladta az *Mv Maraton*, a *PR36R10* és az *Mv Vilma* hibridek termését 0,6-1,2 t/ha-ral. A leghosszabb tenyészidejű *Mv Vilma* hibrid reagált a legintenzívebben a környezeti feltételek javulására (b=1,456), 7 t/ha környezeti átlag alatt a legkisebb volt a termése, de 10,5 t/ha felett termése meghaladta az összes többi hibrid termését az éréscsoportjában. A FAO 400-500-as tenyészidejű hibridek közül a *DKC 5211* hibrid termése mutatkozott a legstabilabbnak a három év átlagában (15. ábra).

15. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)



Összefoglalásképpen megállapítható, hogy az évjáratnak és azon belül is a csapadékelátottságnak meghatározó szerepe van a tápanyagfelvételben és ezáltal a termésképzésben is, BERZSENYI-GYŐRFFY (1997) hasonló következtetésre jutott az évjárat-trágyázás interakciójának vizsgálatakor. A kukorica hibridek csapadékos évjáratok hatására nagyon jól hasznosították egyrészt a talaj természetes tápanyagtartalmát, másrészt a kijutatott műtrágyát. A kedvező évjáratokban kifejezettebb volt az eltérő genetikai adottsággal rendelkező hibrideknek a specifikus trágyareakciója és a trágyaigénye, míg a kedvezőtlen adottságú évben a hibridek alkalmazkodó képessége került előtérbe.

Különbség mutatkozott a hibridek természetes tápanyagfeltárási- és hasznosító képessége között – SÁRVÁRI (1999b) szerint ez egyre inkább jellemző az új, korszerű hibridekre – kiváló volt e két tulajdonsága a PR36R10 és az Mv Vilma hibrideknek. A tápanyagellátás növelésére a DK 4626, a PR37M34, a Sze SC 463 R és az Mv Vilma hibridek reagáltak a legintenzívebb termésnövekedéssel. A kukorica hibridek termése már a legkisebb trágyaadag hatására is jelentős növekedést mutatott, a vizsgált hibridek számára azonban az optimális és a harmonikus tápanyagszintet az N120, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha trágyaadag jelentette. Gyengébb környezeti feltételek mellett a DK 440, a PR39D81, a DKC 5211 és a Sze SC 463 R hibridek értek el nagyobb termést, míg javuló környezeti feltételek hatására a PR37M34, a DK 4626, az Mv Vilma és a DKC 5211 hibridek termése volt nagyobb. A harmadik kísérleti évben, a kukorica kritikus időszakában jelentkező vízhiány és hőstressz a nagyobb termés potenciállal rendelkező, hosszabb tenyészidejű hibrideket károsította jobban.

### **5.3. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek vízleadás dinamikájára és betakarításkori szemnedvesség tartalmára**

Napjainkban a magas energiaárak alapvetően befolyásolják a mezőgazdasági termelés gazdasági hatékonyságát. A kukoricatermesztés jövedelmezőségében fontos szerepet kap – a segédüzemági költségek közül – a szárítási költség, melynek minimalizálását a helyes hibrid választással is elősegíthetjük. Az egyes hibridek vízleadásának dinamikája az érés időszakában meghatározza a betakarításkor mért szemnedvesség tartalmát és ezen keresztül a jövedelmezőséget.

A kísérletben szereplő hibridek közül hat eltérő genetikai adottságú és tenyészidejű hibrid vízleadását mértük az N120+PK és az N200+PK trágyaszinten a fekete réteg kialakulása, és a betakarítás közötti időszakban hetente. A vizsgálatba bevont hibridek a PR39D81, a DK 440, a PR38A24, a Sze SC 463 R, a DKC 5211 és az Mv Vilma hibridek voltak.

#### *5.3.1. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2004-ben*

2004-ben a vízleadás dinamikai vizsgálathoz a mintavételi időpontok a következők voltak: VIII. 30., IX. 06., IX. 13., IX. 20., IX. 27., X. 04. és X. 11.

A PR39D81 hibrid korai érésidejének köszönhetően a legalacsonyabb betakarításkori szemnedvesség tartalmat érte el a vizsgált trágyaszinteken. Augusztus 30-án, az első mérés alkalmával szemnedvessége az N120+PK trágyaszinten már csak 33,3%, az N200+PK kezelésnél 34,6 % volt, és a vízleadás között sem volt jelentős eltérés, a teljes érésig közel 16%-kal csökkent a szemnedvesség tartalom. A betakarításkori szemnedvesség tartalom az N120+PK trágyaszinten volt a legkisebb, 17,5%, viszont a trágyázás nélkül és a legnagyobb trágyaadaggal kezelt parcellában 18,9%-ot és 18,3%-ot mértünk. A kezelések közötti különbség nem érte el az SzD<sub>5%</sub> értékét, 2,27%-ot (16. ábra).

A DK 440 hibridnek kedvező volt a vízleadás dinamikája. Az első mérési időpontban szemnedvessége mindkét vizsgált trágyaszinten igen nagy volt, 42,6% és 43,2%, de betakarításkor csupán 18,8% és 20,3%-ot mértünk. A feketeréteg kialakulásától, a fiziológiai érés időpontjától, az érés időszakában – naponta – a víztartalomnak 0,54-0,56 %-át adta le, ami azért is kedvező, mivel 2004 hűvösebb, csapadékosabb év volt. A napi vízvesztesség 0,54-0,56% körül alakult. A kontroll parcellában a betakarításkori

szemnedvesség tartalom 19,9% volt, ami csak tendenciájában, 1,1%-kal volt nagyobb az N120+PK trágyaszintben mért 18,8%-tól, de az N200+PK trágyaszinten mért 20,3% már szignifikánsan nagyobb volt ( $SzD_{5\%}=1,3\%$ ).

A *PR38A24* hibrid betakarításkori szemnedvesség tartalma az N120+PK trágyaszinten 20,2% volt, a kontroll parcellában 0,5%-kal volt nagyobb (20,7%), de a különbség nem érte el a megbízhatósági határt,  $SzD_{5\%}=0,72\%$ . Az N200+PK kezelésnél a szemnedvességtartalom szignifikánsan nőtt, 0,9%-kal. A vízleadás mértéke a két trágyaszinten szinte azonos volt, a szemnedvesség tartalom az első mérési időponthoz képest 18,9 és 18,7%-kal csökkent, ami 0,46-0,56 % vízleadást jelentett naponta.

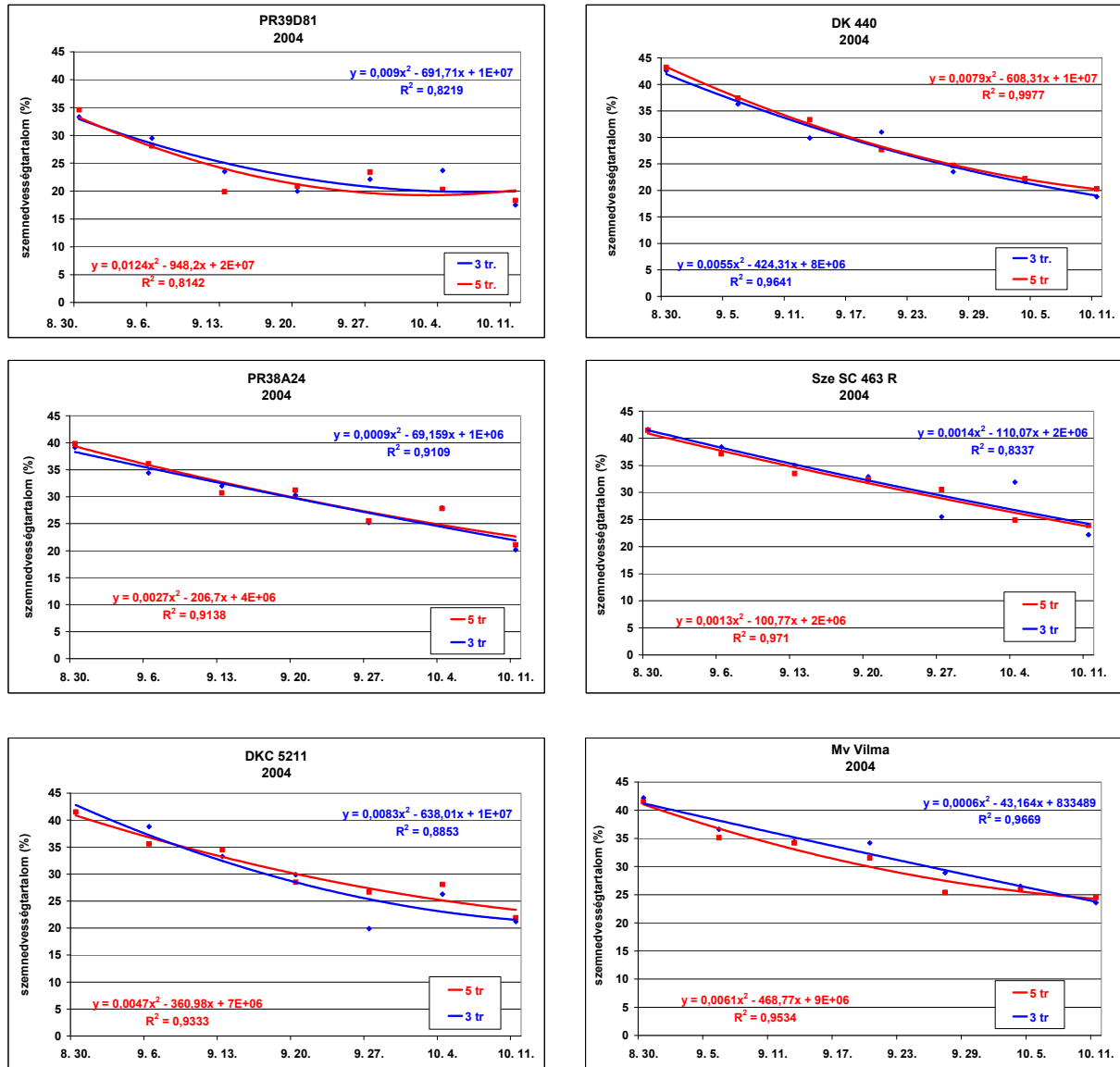
A *Sze SC 463 R* hibrid szemnedvessége betakarításkor minden trágyaszinten meghaladta a 22%-ot. A kontroll (22,9%) és az N120+PK (22,2%) kezelésben mért szemnedvesség értékek közötti különbség, 0,7% volt, ami nem érte el a szignifikancia határát. Az N200+PK trágyaszinthez tartozó szemnedvesség, 23,9% megbízhatóan ( $SzD_{5\%}=0,75\%$ ) nagyobb volt a kontrollhoz és az N120+PK kezeléshez viszonyítva is. A hibrid vízleadása az első mérés és a betakarítás között eltelt idő alatt (41 nap) nem érte el a 20%-ot, szemnedvessége az első méréskor 41,5% és 41,6% volt, betakarításkor pedig 22,2% és 23,9% a két trágyaszinten. Az egyes mérési időpontokhoz és kezelésekhez tartozó szemnedvesség értékek között minimális volt különbség.

A *DKC 5211* hibrid tenyészideje közel azonos az előző, szegedi hibridével, viszont kisebb volt a betakarításkori szemnedvesség tartalma az egyes kezelésekben. A különböző trágyaszintekhez tartozó szemnedvesség értékek közötti különbségek nem érték el a szignifikancia határát, 1,59 %-ot, de tendenciájában az N120+PK trágyaszinten volt kisebb a szemnedvesség, 21,2%, mind a kontroll (21,8%), mind az N200+PK trágyaszinthez (21,9%) képest. A trágyázás nélküli és a legnagyobb trágyaadaggal ellátott parcella szemnedvessége közel azonos volt. A vízleadás dinamikát tekintve az N120+PK kezelés vízleadása volt gyorsabb. Augusztus 30-án, a két trágyaszinten mért 41,5%-hoz képest szemnedvesség tartalma 19,6-20,3%-kal csökkent, ami átlagban napi 0,46-0,48%-os vízleadást jelentett (16. ábra).

Az *Mv Vilma* a hibridek közül a leghosszabb tenyészidejű, FAO 510-es. Betakarításkori szemnedvesség tartalma 23,6-25,3% között változott trágyaszintektől függően. A kontroll parcellában 24,0%, az N120+PK trágyaszinten 23,6%, a N200+PK kezelésben mért szemnedvesség 24,5% volt, a kezelések közötti különbség nem érte el a szignifikancia határát,  $SzD_{5\%}=1,36\%$ . Vízleadás dinamikája nem volt olyan intenzív, 17-18,6%-kal csökkent a szemnedvesség tartalom a mérés időszakában. Az N120+PK

trágyaszinten nagyobb volt a szemnedvesség tartalom az egyes mérések alkalmával, viszont betakarításkor ezen a trágyaszinten volt kisebb 0,9%-kal, a vízleadás üteme a tenyészidő végén, két héttel a betakarítás előtt volt a legintenzívebb (10. táblázat).

16. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2004



### 5.3.2. A kukorica hibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2005-ben

2005-ben a vízleadás dinamikai vizsgálathoz a mintavételi időpontok a következők voltak: IX. 05., IX. 12., IX. 19., IX 26., X. 03. és X. 10.

A PR39D81 hibrid szemnedvessége az első méréskor már igen kedvezően alacsony volt, az N120+PK trágyaszinten 26,6%, az N200+PK trágyaszinten 26%. A két kezelésben közel azonos mértékben csökkent a szemnedvesség tartalom és október 3.-

án, a negyedik mérés alkalmával már csak 19% és 20,3% volt (17. ábra).. A betakarításkor a kontroll parcellában mértük a legnagyobb értéket, 15,9%-ot, ez szignifikánsan nagyobb volt a N120+PK trágyaszinten mért, 15,1%-tól. A legnagyobb trágyaszinthez szintén magasabb érték tartozott, 15,7%, de a különbség nem érte el a megbízhatóság határát ( $SzD_{5\%}=0,8\%$ ).

A *DK 440* hibrid vízleadás dinamikája 2005-ben is szintén kedvezően alakult. Az első mérési időpontban a N120+PK és N200+PK trágyaszinten 37,3% és 34,6% volt a szemnedvesség tartalma, mely az érési időszakban 14,7-18,6%-kal csökkent. Az N120+PK kezelésnél a hibrid, vízleadás dinamikája az N200+PK kezeléshez viszonyítva kedvezőbb volt. Betakarításkor trágyaszinttől függően 18,7-20,2% között változott a szemnedvesség tartalom, legnagyobb volt a kezelés nélküli parcellában, 20,2%, az N200+PK trágyaszinten 19,9%, viszont az N120+PK trágyaszinten az előző két kezeléshez viszonyítva szignifikánsan ( $SzD_{5\%}=1,17\%$ ) kisebb volt, 18,7%.

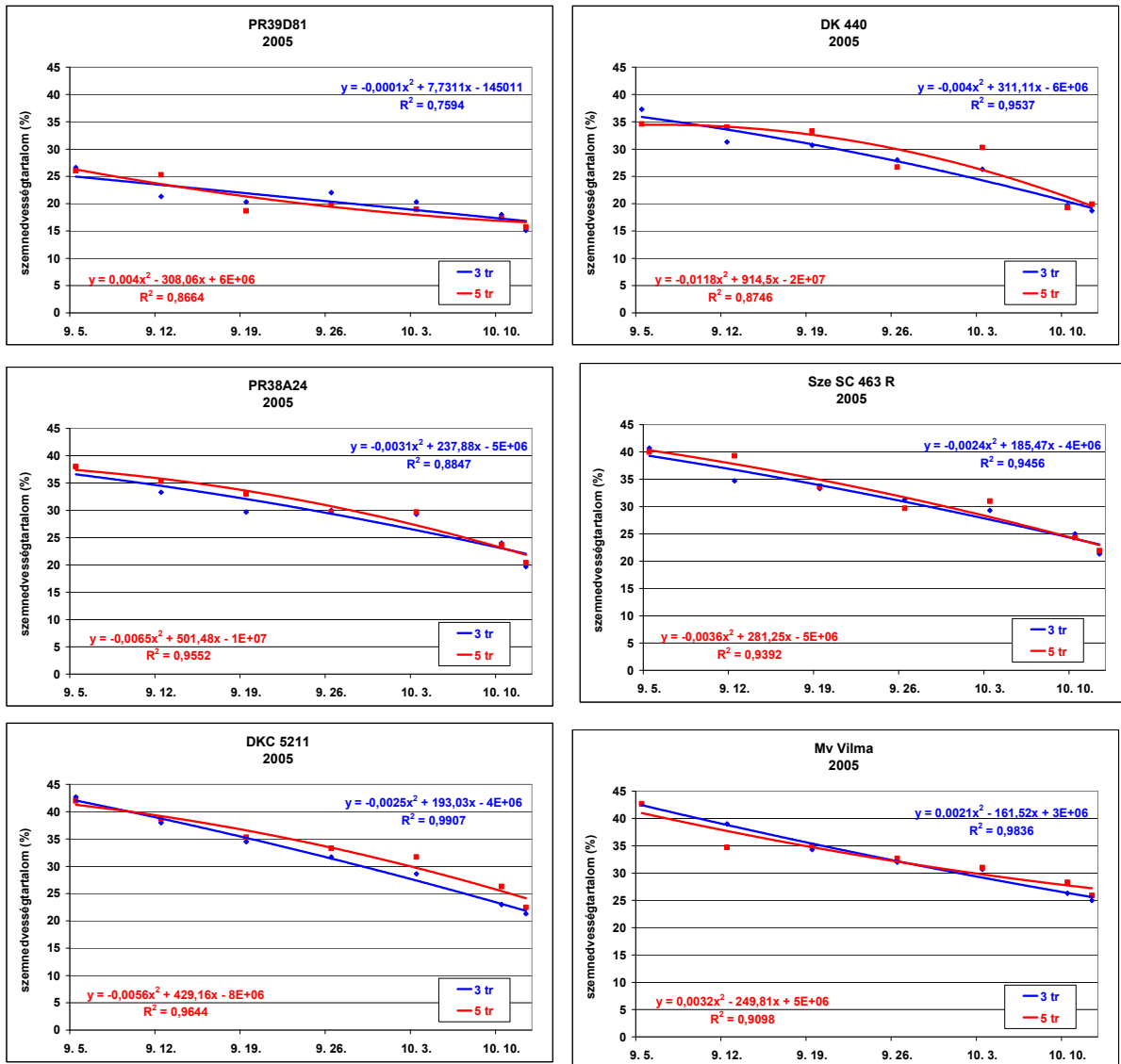
A *PR38A24* hibrid tenyészideje hosszabb, mint az előző *DK 440* hibridé, azonban a betakarításkori szemnedvessége tartalom között kis eltérést mértünk. Az N120+PK és N200+PK trágyaszintek vízleadás dinamikája közel azonos ütemben alakult, szeptember 5-én mindkét kezelésben 38%-ot mértünk és a vízveszteség 17,6-18,3% volt. Az egyes trágyaszinteken mért betakarításkori szemnedvesség tartalmak között nem volt szignifikáns különbség ( $SzD_{5\%}=1,61\%$ ), az N120+PK tápanyagszinten 19,7%, a kontroll parcellában 20,3% és az N200+PK trágyaszinten, pedig 20,4%-ot mértünk (17. ábra).

A *Sze SC 463 R* hibrid esetében az első méréskor a szemnedvesség 40-40,7% volt a két kezelésben, az érés időszakában 18,1-19,4%-kal csökkent, a mérés időszakában naponta 0,52-0,55 %-kal, így a betakarításkor 21,3% és 21,9%-os volt a hibrid szemnedvesség tartalma. Az N120+PK kezelésnek volt gyorsabb a vízleadás üteme. Betakarításkor a kontroll parcellában volt a legnagyobb a szemnedvesség, 22,3%, mely statisztikailag megbízhatóan meghaladta az N120+PK trágyakezelésen mért 21,3%-ot. Az N200+PK trágyaszinten szintén nagyobb értéket, 21,9%-ot mértünk, de a különbség már nem szignifikáns ( $SzD_{5\%}=0,93\%$ ) az N120+PK trágyakezeléshez képest.

A *DKC 5211* hibrid szemnedvesség tartalma szeptember 5.-én az N120+PK trágyaszinten 42,7%, az N200+PK trágyaszinten 42% volt. A nagyobb szemnedvességek a hibrid hosszabb tenyészidejéből adódtak. Az N200+PK trágyaszint vízleadásának üteme lassabb volt és a betakarításkori szemnedvesség tartalom is ezen a trágyaszinten volt nagyobb, 22,5%, műtrágyázás nélkül 21,5% és az N120+PK

trágyaszinten 21,3% volt. Az egyes kezelések közötti különbség nem érte el az SzD<sub>5%</sub> értékét, 1,97%-ot, de tendenciájában az N120+PK kezelésnél mértük a legkisebb szemnedvesség tartalmat, 21,3%-ot (17. ábra).

17. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2005



Az Mv Vilma hibrid szemnedvessége az érés folyamán a szeptember 5.-én mért 42,7%-hoz képest 16,9-17,7%-kal csökkent, naponta 0,48-0,51 %-kal. Az egyes trágyaszinteken mért betakarításkori szemnedvesség tartalom közötti különbség nem volt szignifikáns, SzD<sub>5%</sub>=1,11%. Az N120+PK kezelés esetében 25,0%-ot, az N200+PK kezelésben 25,9%-ot és a kontroll parcellában 25,8%-ot mértünk (10. táblázat). Az Mv Vilma hibrid szemnedvesség tartalma tenyésztőjéből adódóan a legmagasabb volt a többi vizsgált hibridhez képest

### 5.3.3. A kukoricahibridek vízleadás dinamikája és betakarításkori szemnedvesség tartalma 2006-ban

2006-ban a vízleadás dinamikai vizsgálathoz a mintavételi időpontok a következők voltak: IX. 04., IX. 11., IX. 18., IX 25., X. 02. és X. 09.

2006-ban, a kísérlet harmadik évében a kukorica hibridek vízleadását jelentősen elősegítette, hogy az érés időszaka alatt minimális csapadék hullott és a napsütéses órák száma is meghaladta az átlagot. A hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalmi igen alacsony értéken alakultak, még a hosszú tenyészidejű hibridek esetében is.

A *PR39D81* hibrid szemnedvesség tartalma szeptember 4.-én csupán 24,3% volt az N120+PK kezelésnél és 20,7% az N200+PK trágyaszinten. Az érési időszak kezdetén intenzívebb volt a vízleadás, mint a betakarítást közvetlen megelőző időszakban, és az N120+PK trágyaszinten is intenzívebb vízleadást mértünk (14,4%), mint az N200+PK trágyaszinten (10%). A betakarításkori szemnedvesség tartalom mind a kontroll, mind a legnagyobb trágyaszinten meghaladta az N120+PK kezelésen mért szemnedvesség tartalmat, de a különbség nem érte el az  $SzD_{5\%}$  értékét, 0,91%-ot. Trágyázás nélküli kezelésben 10,6%, N120+PK kezelésnél 9,9%-ot és az N200+PK trágyaszinten 10,7%-ot mértünk.

A *DK 440* kukorica hibridnek az előző hibridhez képest nagyobb volt a szemnedvessége, 34,2-34,3% az első mérés alkalmával. Az előző két évhez hasonlóan 2006-ban is kedvezően alakult a hibrid vízleadás dinamikája, az érési időszak alatt 23,1-22,6%-kal (naponta 0,65-0,66 %-kal) csökkent a szemnedvesség tartalma. Az egyes mérési időpontokban az N120+PK kezelésnél mértünk nagyobb szemnedvesség tartalmat, de az N120+PK trágyaadaggal kezelt parcelláknál a betakarítás előtti napokban jelentősen felgyorsult a vízleadás üteme. A kontroll parcellában nagyobb, 12,3% szemnedvességet, az N200+PK trágyaszinten 11,7%-ot mértünk, az N120+PK kezelés termésénél szignifikánsan kisebb 10,9% volt a betakarításkori szemnedvesség tartalom,  $SzD_{5\%}=0,62\%$ .

A *PR38A24* hibrid szemnedvesség tartalma az első mérés alkalmával 38,7% és 42,4% volt a két trágyaszinten. Az alacsonyabb értéket az N120+PK kezelésnél mértük, viszont betakarításkor szinte azonos volt a két vizsgált trágyaszinten mért szemnedvesség, 15,8-15,9%. A vízleadás üteme – a többi hibridtől eltérően – az N200+PK trágyaszinten volt gyorsabb. A kontroll parcella betakarításkori szemnedvessége szignifikánsan nagyobb volt, 17,1% a két műtrágyázott parcella



állományéhoz képest, 15,8% és 15,9%, a különbség elérte a megbízhatósági határt ( $SzD_{5\%}=0,97\%$ ).

A *Sze SC 463 R* hibrid szemnedvesség tartalma a vizsgált trágyaszinteken közel azonos volt az egyes mérési időpontokban. Az első méréskor az N120+PK trágyaszinten 40,5%, az N200+PK trágyaszinten 39,2% szemnedvességet mértünk. A betakarításig a hibrid szemnedvesség tartalma 23,8-26,7%-kal (naponta 0,68-0,76 %-kal) csökkent az érés időszakában, és az N120+PK trágyaszinten gyorsabb volt a vízleadás mértéke, ennek hatására itt mértük a legkisebb betakarításkori szemnedvesség tartalmat, 14,8%-ot. A kontroll és az N200+PK kezelésnél egyaránt 15,4%-ot mértünk, de a különbség nem érte el az  $SzD_{5\%}=1,14\%$  értékét (18. ábra).

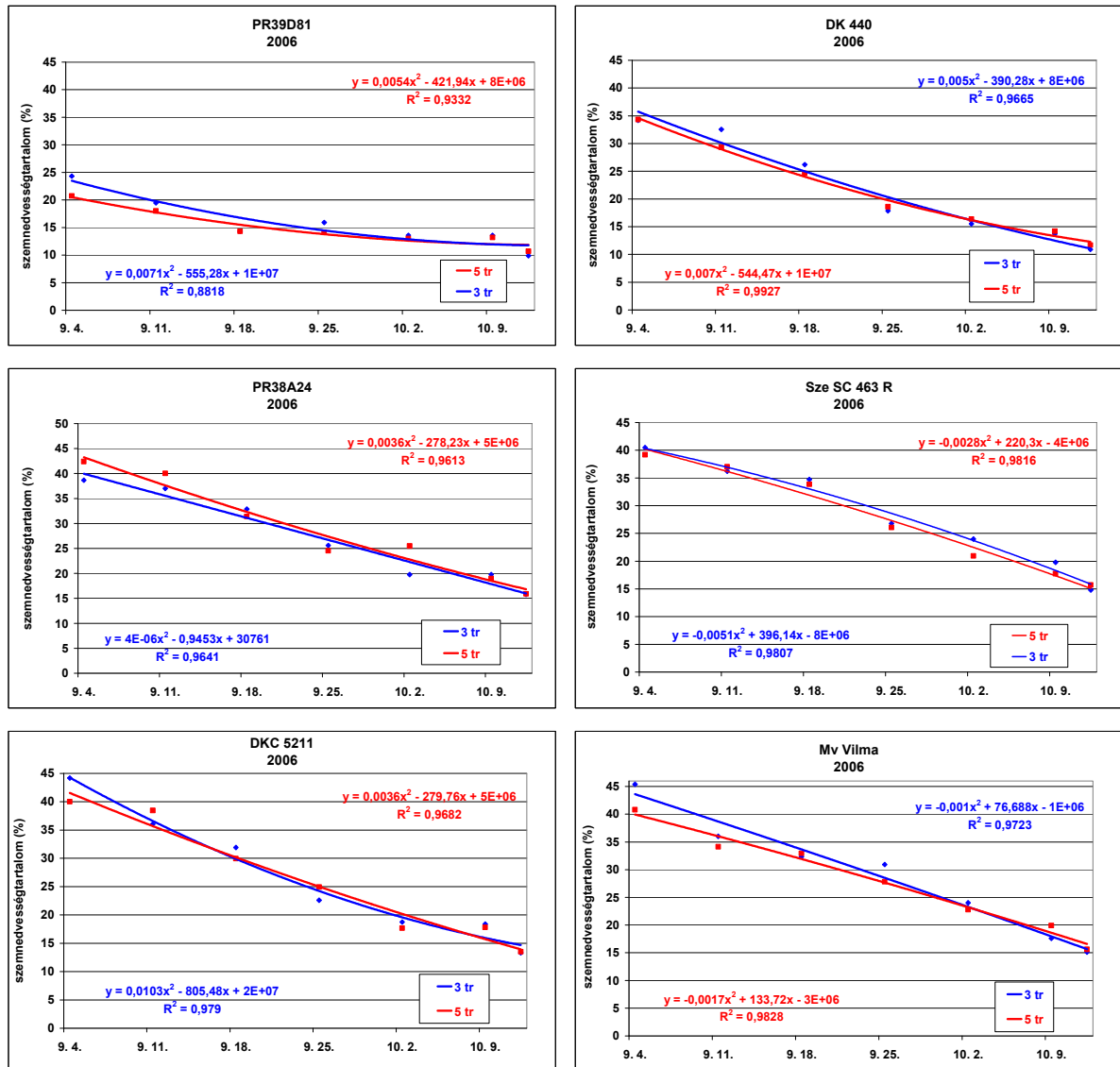
10. táblázat: A kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma (%) eltérő trágyaszinteken, Debrecen 2004-2006

	2004				2005				2006			
	Ø	N120+PK	N200+PK	SzD <sub>5%</sub>	Ø	N120+PK	N200+PK	SzD <sub>5%</sub>	Ø	N120+PK	N200+PK	SzD <sub>5%</sub>
<b>PR39D81</b>	18,9	17,5	18,3	2,27	15,9	15,1	15,7	0,8	10,6	9,9	10,7	0,91
<b>DK 440</b>	19,9	18,8	20,3	1,3	20,2	18,7	19,9	1,17	12,3	10,9	11,7	0,62
<b>PR38A24</b>	20,7	20,2	21,1	0,72	20,3	19,7	20,4	1,61	17,1	15,8	15,9	0,97
<b>SzeSC463R</b>	22,9	22,2	23,9	0,75	22,3	21,3	21,9	0,93	15,3	14,8	15,4	1,14
<b>DKC 5211</b>	21,8	21,2	21,9	1,59	21,5	21,3	22,5	1,97	15,7	13,3	13,5	0,8
<b>Mv Vilma</b>	24,0	23,6	24,5	1,36	25,8	25	25,9	1,11	15,4	15,1	15,6	0,84

A *DKC 5211* hibrid szemnedvesség tartalma igen kedvezően alakult, hosszabb tenyészideje ellenére. A vízleadás dinamikája igen intenzív volt, mivel szeptember 4.-én 40,0-44,2% szemnedvességet mértünk, és október 12-re ez az érték 14% alá csökkent. A N120+PK trágyaszinten 13,3% és az N200+PK trágyaszinten 13,5% volt a betakarításkori szemnedvesség tartalom (10. táblázat), melyek között nem volt megbízható különbség ( $SzD_{5\%}=0,8\%$ ), viszont tápanyagellátás hiányában a betakarításkori szemnedvesség tartalom 15,7% volt, ami szignifikánsan nagyobb a két trágyakezelt parcella termésénél mért szemnedvesség tartalomhoz viszonyítva.

Az *Mv Vilma* szemnedvessége szeptember 4.-én 45,4% és 40,8% volt az N120+PK és az N200+PK trágyaszinten. Az N120+PK trágyaszinten magasabb volt a szemnedvesség tartalom, de az intenzív vízleadásnak köszönhetően október 12.-re tendenciájában alacsonyabb volt, 15,1%, mint az N200+PK trágyaszinten, 15,6%. A kontroll parcella termésénél 15,4%-ot mértünk, de a három vizsgált kezelés közötti különbség nem érte el az  $SzD_{5\%}$  értéket, 0,84%.

18. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2006



5.3.4. A vízleadás dinamika és betakarításkori szemnedvesség tartalom alakulása a kezelések és a hibridek átlagában

2004-ben a *PR39D81* korai érésű hibrid szemnedvesség tartalma volt legalacsonyabb, 18,23%, az *Mv Vilma* hibridé, pedig a legnagyobb 24,03%. Kedvező volt a *DKC 5211* szemnedvesség tartalma, csupán 21,64% volt átlagban, a közel azonos tenyészidejű *Sze SC 463 R* hibridéhez képest 1,34%-kal volt kisebb (11. táblázat). A kezelések átlagában szignifikáns volt a különbség az egyes hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma között. A hibridek átlagában a kezeléshatást vizsgálva megállapítható, hogy a trágyázás nélküli és a N200+PK trágyaadaggal kezelt parcellákhoz tartozó termékek szemnedvesség tartalma meghaladta az N120+PK

kezeléshez tartozó szemnedvesség tartalmát, de szignifikáns különbség ( $SzD_{5\%}=1,03\%$ ) csak az N120+PK és az N200+PK kezelések szemnedvesség értékei között volt (12. táblázat).

2005-ben a kezelések átlagában szintén a PR39D81 hibrid szemnedvesség tartalma volt a legalacsonyabb, 15,56%, a leghosszabb tenyészidejű Mv Vilma hibrid betakarításkor mért szemnedvessége 10%-kal haladta meg ezt az értéket, 25,53% volt. A hosszabb tenyészidejű hibridek szemnedvessége betakarításkor nagyobb volt, de a DK 440 és a PR38A24, illetve a Sze SC 463 R és a DKC 5211 hibridek terméseinek szemnedvesség tartalma közötti különbségek nem szignifikánsak (11. táblázat). A hibridek átlagában vizsgálva a kezeléseknek nem volt szignifikáns ( $SzD_{5\%}=0,95\%$ ) hatása a betakarításkori szemnedvesség tartalomra (12. táblázat).

A kezelések átlagában a hibridek szemnedvesség tartalma 2006-ban volt a legalacsonyabb betakarításkor. A rövidebb tenyészidejű hibrideknek kisebb volt betakarításkor a szemnedvességük, a különbség akár 5-10%-os volt. A hibridek szemnedvessége közötti különbség elérte a megbízhatósági szintet ( $SzD_{5\%}=0,57\%$ ), csupán a Sze SC 463 R és az Mv Vilma hibridek között nem volt szignifikáns a különbség. 2006 évben az előző évekhez képest kedvező, 15,38% volt az Mv Vilma hibrid betakarításkori szemnedvessége tartalma (11. táblázat). A hibridek átlagában szignifikáns különbséget mértünk a kontroll kezelés termésének szemnedvessége (14,4%) és az N120+PK tápanyagdózishoz tartozó szemnedvesség (13,3%) között.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalmát a hibridek vízleadó képességén kívül a hibridek tenyészideje, a tápanyagellátás mértéke és az évjárat is jelentősen befolyásolta.

11. táblázat: **A hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma (%) a kezelések átlagában, Debrecen 2004-2006**

	2004	2005	2006
<b>PR39D81</b> (FAO 280)	18,23	15,56	10,40
<b>DK 440</b> (FAO 320)	19,67	19,58	11,60
<b>PR38A24</b> (FAO 380)	20,67	20,16	16,29
<b>SzeSC463R</b> (FAO 450)	22,98	21,83	15,16
<b>DKC 5211</b> (FAO 460)	21,64	21,76	14,20
<b>Mv Vilma</b> (FAO 510)	24,03	25,53	15,38
<i>SzD<sub>5%</sub></i>	0,87	0,8	0,57

12. táblázat: **A különböző kezelésekhez tartozó betakarításkori szemnedvesség tartalmak (%) a hibridek átlagában, Debrecen 2004-2006**

	2004	2005	2006
Ø	21,37	20,98	14,40
<b>N120 + PK</b>	20,59	20,19	13,30
<b>N200 + PK</b>	21,66	21,03	13,81
<i>SzD<sub>5%</sub></i>	<i>1,03</i>	<i>0,95</i>	<i>0,68</i>

A vízleadás dinamikája eltérő az érés időszakában. A gyors vízleadó képességű és rövidebb tenyészidejű hibrideknél a fiziológiai érés is korábban következik be, és már augusztus végére - szeptember elejére 35-40 % alá csökken a szemnedvesség tartalmuk (pl. *PR39D81*, *DK 440*). A fiziológiai éréstől a betakarításig a napi vízleadásuk 0,54-0,66 % körül alakult, és ennek eredményeként évjáráttól függően a betakarításkori szemnedvesség tartalmuk 10-20 % között alakult. Vannak hibridek, amelyeknek az érés második felében gyorsul fel a vízleadás üteme (dinamikája), pl. *PR38A24*, *Sze SC 463R* és az *Mv Vilma*. Az érés időszakában a vízleadás dinamikája az N 120, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha harmonikus tápanyagellátásnál volt kedvezőbb az N200+PK kezelés terméseinél mért vízleadáshoz viszonyítva.

A hosszabb tenyészidejű hibrideknek a potenciális termőképességük is nagyobb, de a terméstöbbség jelentős részét elviheti a szárítás többletköltség, ugyanerre a következtetésre jutott MARTON et. al. (1999) a FAO 400-500 érésidejű hibridekkel kapcsolatban. Az eredmények alapján megállapítható, hogy ezt nagymértékben befolyásolja a hibrid, az agrotechnika és az évjárat is. A termesztőnek érdeke, hogy az ökológiai viszonyokhoz jól alkalmazkodó képességű, jó termőképességű és gyors vízleadású hibridet (hibrideket) válasszon.

#### **5.4. A tápanyagellátás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés**

A kukorica termésképződését számos tényező befolyásolja, melyek közül a genetikai adottságok csak a kukorica számára optimális ökológiai és agrotechnikai viszonyok között jutnak érvényre. Az elégtelen tápanyag- és vízellátás limitálja a fotoszintézis intenzitását, a levélterület nagyságát, mely termés csökkenéshez vezethet. A növények szerves anyag termelése a fotoszintézis folyamatán keresztül történik és minden olyan stressztényező, mely hatással van a fotoszintézisre, a termés képződés folyamatát is befolyásolja.

Kísérletemben 5 különböző genetikai adottságú kukorica hibrid fotoszintetikus aktivitását mértük eltérő tápanyagszinteken (kontroll, N40+PK, N120+PK, N200+PK) évente négy alkalommal.

#### 5.4.1. A kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása 2004-ben

A *PR39D81* hibrid fotoszintézisének intenzitása az N120+PK trágyaszinten volt a legnagyobb,  $44,4 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . Minden kezelés esetében az első mérés alkalmával mértük a legnagyobb nettó fotoszintetikus aktivitást, a tenyésztő előrehaladtával ez az érték csökkent. Az első két mérés, illetve a negyedik mérés alkalmával is a N120+PK kezelésnél érte el a hibrid a maximális értéket ( $33,8-44,4 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), viszont a harmadik mérésnél a kontroll parcellában volt a nagyobb a fotoszintézis,  $31,5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . Ez a kedvezőtlen időjárási viszonyokkal magyarázható, ugyanis a mérést megelőző időszakban a napi átlaghőmérséklet  $24-26^\circ\text{C}$  körül alakult és minimális volt a csapadék mennyisége, a növény, pedig nagyobb trágyaadagok hatására fellépő vízhiányra a sztómák záródásával reagált. Ezt bizonyítják a transzspirációnak és a sztóma átjárhatóságnak alacsony értékei is. Az egyes mérések alkalmával a műtrágyázás nélküli kezeléshez képest csupán a 3. trágyaszint növelte szignifikánsan a fotoszintézist, az N40+PK trágyaadag nem.

A *DK 4626* hibrid fotoszintézise az első méréskor volt a legintenzívebb  $41,8-41,9 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  az első és a harmadik trágyaszinten, a kontroll és a maximális tápanyagszinttel ellátott parcella fotoszintézise ( $37,6$  és  $38,0 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), pedig az utolsó mérés alkalmával volt a legnagyobb. A műtrágyázás fokozta a fotoszintetikus aktivitást, de minimális különbségeket mértünk az egyes trágyaszintek között, ami nem érte el az  $SzD_{5\%}$  értékét. Az N40+PK és az N120+PK kezelés fotoszintézise közel azonos volt az első, a harmadik és a negyedik mérési időpontban. Július 26.-án a *DK 4626* hibridnél is a kontroll kezelésben mértük a legintenzívebb fotoszintetikus aktivitást.

A vizsgálatba bevont hibridek közül a *PR38A24* hibridnek volt a legnagyobb a fotoszintetikus aktivitása,  $48,2 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  az N120+PK tápanyagellátásnál, hasonlóan az előző két hibridhez, június 11-én. A tenyésztő előrehaladtával ez az érték csökkent ( $26,5-34,6 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). Műtrágyázás hiányában a hibrid fotoszintézise elmaradt a tápanyaggal kezelt állományétól, viszont a *PR39D81* hibrid esetében is a harmadik mérési időpontban a kontroll (műtrágyázás nélküli) parcella fotoszintézise

volt a legnagyobb,  $30,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . Az N40+PK műtrágyaadag az első mérés kivételével szignifikánsan nem, csupán tendenciájában növelte a fotoszintézist. A maximális tápanyagszint a fotoszintézis intenzitását csökkentette, de ennek mértéke nem érte el a megbízhatósági szintet.

A *DKC 5211* hibrid fotoszintézisének aktivitása az N40+PK kezelés esetében volt a legnagyobb,  $41,5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ , a trágyázás hatására az első és a negyedik mérés alkalmával fokozódott a fotoszintézis. Júliusban nem mértünk szignifikáns különbségeket az egyes trágyaszintek között, de július 26-án az N120+PK és az N200+PK kezeléseknél jelentős mértékben lecsökkent a fotoszintézis  $24,2$  és  $26,9 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra, amit a nagyobb műtrágyaadag hatására fellépő vízhiány okozhatott. Augusztus 17-én a hibrid fotoszintézis aktivitása meghaladta a  $30 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  értéket, a maximumot az N200+PK kezelés mellett érte el,  $38,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot.

Az *Mv Vilma* hibrid fotoszintézise elmaradt a többi hibridétől, az első méréskor volt a legnagyobb,  $36 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  az N40+PK trágyaszinten. A kontroll kezeléshez képest szignifikánsan az N40+PK és N200+PK műtrágyaadag növelte a fotoszintézis intenzitását. Július végén, a többi hibriddel ellentétben, a fotoszintézis a trágyázás hatására nem csökkent, hanem nőtt, a hibrid jobban tudott alkalmazkodni a vízhiányos állapothoz. Az N200+PK kezelés a fotoszintézist nem, vagy csak minimális mértékben csökkentette az N120+PK trágyaadaghoz képest.

Összefoglalva megállapítható, hogy 2004-ben a hibridek átlagában, az első, a második és az utolsó mérési időpontokban, a kontroll parcellákban voltak a legkisebbek a mért fotoszintézis értékek,  $29,4$ - $34,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . A javuló műtrágyaellátás fokozta a fotoszintézis intenzitását és szignifikáns különbséget mértünk a kontroll és az N120+PK kezelés eredményei között júniusban. Ezzel ellentétben július 26-án a kontroll parcella fotoszintézise volt a legnagyobb,  $30,7 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ , a trágyázás hatására a nettó fotoszintézis intenzitása csökkent  $28$ - $28,9 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra. Az eltérés abból adódhatott, hogy a tápanyagellátás hatására nőtt a kukorica vízigénye, és vízhiányos állapot lépett fel, melyre a növény a sztómák záródásával reagált. Ezt bizonyítják a transzspirációnak és sztóma átjárhatóságnak alacsony értékei is. CSAJBÓK et al. (2005) hasonló jelenséget tapasztalt a nagyobb tápanyagellátási szinteken. A hibridek közül a *PR38A24* hibridnek volt a legnagyobb a fotoszintézise, a tápanyag kezelés hatására  $45,5$ - $48,2 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között alakult.

13. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2004**

<b>2004. június 11.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	35,8	35,9	35,4	35,0	29,7	<b>34,4</b>
N40 + PK	37,3	41,8	46,4	41,5	36,0	<b>40,6</b>
N120 + PK	44,4	41,9	48,2	40,0	33,5	<b>41,6</b>
N200 + PK	43,0	37,6	45,5	41,1	35,4	<b>40,5</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 6,19; Trágyaszint: 6,34; Kölcsönhatás: 14,18;</b>					
<b>2004. július 5.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	28,6	31,9	29,0	32,8	24,9	<b>29,4</b>
N40 + PK	33,0	34,4	29,5	31,4	32,1	<b>32,1</b>
N120 + PK	36,6	30,3	34,6	32,5	29,5	<b>32,7</b>
N200 + PK	27,8	37,6	33,9	33,2	33,7	<b>33,2</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 8,82; Trágyaszint: 6,49; Kölcsönhatás: 14,52;</b>					
<b>2004. július 26.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	31,5	34,7	30,3	31,6	25,5	<b>30,7</b>
N40 + PK	27,6	28,5	25,1	32,0	31,4	<b>28,9</b>
N120 + PK	27,7	28,6	26,5	24,2	29,8	<b>27,3</b>
N200 + PK	28,6	30,2	24,8	26,9	29,6	<b>28,0</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 8,44; Trágyaszint: 8,65; Kölcsönhatás: 19,34;</b>					
<b>2004. augusztus 17.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	26,7	37,6	26,2	33,0	26,8	<b>30,0</b>
N40 + PK	30,5	40,1	27,7	35,2	25,8	<b>31,9</b>
N120 + PK	33,8	40,8	34,5	35,9	26,5	<b>34,3</b>
N200 + PK	33,4	38,0	31,2	38,3	31,8	<b>34,5</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 7,74; Trágyaszint: 7,94; Kölcsönhatás: 17,75;</b>					

#### 5.4.2. A kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitása 2005-ben

A PR39D81, legkoraibb érésű hibrid fotoszintézise a kontroll kezelésben rendkívül alacsony volt, 17,4-24,6  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között változott és a tenyészidő előrehaladtával fokozatosan csökkent a fotoszintetikus aktivitás. Tápanyagellátás hatására a nettó fotoszintézis intenzitása nőtt, de statisztikailag igazolható mértékben csak a 3. és az 5. trágyaadag növelte. Az N120+PK kezelés mellett 25,5-31,2; az N200+PK kezelés hatására 27,0-32,2  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között alakult. A legnagyobb fotoszintézis értékeket (32,1-32,2  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) is ezen a két trágyaszinten mértük.

Augusztus 31.-re a hibrid leveleinek leszáradása, a szövetek előregedésének hatására lecsökkent a fotoszintézis intenzitása.

A *DK 4626*-os hibrid fotoszintézise az első mérés kivételével, szintén a műtrágyázás nélküli parcellákban volt a legkisebb, 25,2-29,0  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . A legnagyobb fotoszintetikus aktivitást június 28-án mértük, 40,1  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot az N200+PK trágyakezelés hatására. Augusztusban az N40+PK kezeléshez viszonyítva a következő trágyaadag fokozta a fotoszintézis intenzitását, 34, illetve 37,4  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra, de ez nem volt szignifikáns. A legnagyobb tápanyagszinten, viszont már kisebb volt a fotoszintézis, 26,3-29,7  $\mu\text{mol}$ . Az N40+PK tápanyagszinten csak minimális mértékben, 29,7-33,7  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -mal változott a fotoszintetikus aktivitás a mérési időszakban.

A *PR38A24* hibrid fotoszintézise a tenyésztő alatt 21,3-42,9  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között változott. Az egyes mérési időpontokban a trágyázott parcellákban mértük a legnagyobb fotoszintetikus aktivitást, viszont augusztusban a két mérés alkalmával minimális volt az eltérés a kezelések között (31,7-33 és 28,1-32,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), ami nem érte el a szignifikancia határát. A hibrid fotoszintézisének aktivitása az N40+PK műtrágyaadag mellett volt a legkedvezőbb, mind a négy mérés alkalmával meghaladta a 30  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot, és a legnagyobb fotoszintézist (42,9  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) is ezen a tápanyagszinten mértük.

A *DKC5211* hibrid fotoszintézise 17,5-34,6  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között alakult. Június 28-án, az első mérési időpontban a fotoszintézis a műtrágyázás hatására szignifikánsan növekedett, az első trágyaszinten 34,6, az ötödik trágyaszinten 32  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  fotoszintetikus aktivitást mértünk, míg műtrágyázás nélkül 28  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot. A következő mérések alkalmával a fotoszintézis a műtrágyázás nélküli kezelésekben jelentősen meghaladta a trágyázott parcellákban mért értékeket.

Az *Mv Vilma* hibridnél szintén azt tapasztaltuk, hogy a fotoszintézist a tápanyagellátás a tenyésztő elején, az első mérési időpontban növelte szignifikánsan. Műtrágyázás hatására a kontroll parcellában mért 29,1-ről az N40+PK kezelésben 36,9  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra nőtt a nettó fotoszintézis. A második és a harmadik méréskor viszont a kontroll kezelésben volt nagyobb a fotoszintézis, 33,5 és 29  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ , a trágyázás hatására szignifikáns mértékben csökkent, viszont augusztus 31-én minimális volt az eltérés - 25,4-28,1  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  - az egyes kezelések között, a különbség nem volt szignifikáns.



14. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2005**

<b>2005. június 28.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	24,6	30,5	27,4	28,0	29,1	<b>27,9</b>
N40 + PK	30,2	29,7	42,9	34,6	36,9	<b>34,9</b>
N120 + PK	31,2	34,0	30,6	27,4	34,4	<b>31,5</b>
N200 + PK	32,2	40,1	38,4	32,0	25,2	<b>33,6</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 6,18; Trágyaszint: 6,34; Kölcsönhatás: 14,17;</b>					
<b>2005. július 20.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	23,8	29,0	31,0	31,2	33,5	<b>29,7</b>
N40 + PK	27,4	31,4	31,5	17,5	20,4	<b>25,7</b>
N120 + PK	29,2	28,3	28,4	24,9	26,4	<b>27,5</b>
N200 + PK	27,0	26,3	21,3	19,7	25,2	<b>23,9</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 8,38; Trágyaszint: 6,63; Kölcsönhatás: 14,82;</b>					
<b>2005. augusztus 11.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	22,8	27,7	32,5	32,1	29,0	<b>28,8</b>
N40 + PK	32,1	33,7	32,7	22,9	19,7	<b>28,2</b>
N120 + PK	31,1	34,0	31,7	24,5	22,5	<b>28,8</b>
N200 + PK	30,7	28,1	33,0	29,6	17,7	<b>27,8</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 11,10; Trágyaszint: 11,38; Kölcsönhatás: 25,46;</b>					
<b>2005. augusztus 31.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	17,4	25,2	28,1	24,0	27,5	<b>24,4</b>
N40 + PK	23,2	30,2	31,8	21,7	25,4	<b>26,5</b>
N120 + PK	25,5	37,4	29,0	21,8	28,1	<b>28,4</b>
N200 + PK	27,2	29,7	32,3	22,5	25,4	<b>27,4</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 8,97; Trágyaszint: 9,19; Kölcsönhatás: 20,56;</b>					

Összefoglalva a 2005-ös kísérleti évről elmondható, hogy a tápanyagellátás a fotoszintézist az első mérés alkalmával szignifikáns mértékben növelte ( $7 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -mal), a hibridek átlagában. A tenyészidőszak előrehaladtával a tápanyagellátás nem fokozta a fotoszintetikus aktivitás mértékét, viszont a csökkenés nem volt szignifikáns. Hasonló eredményekről számolt be CSAJBÓK et al (2005), miszerint a vegetációs periódus elején a nagyobb műtrágyaadagok hatására nagyobb fotoszintetikus eredményeket mértek. Augusztus 11-én közel azonos volt,  $27,8$ - $28,8 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  az egyes kezelések fotoszintetikus aktivitása. A tenyészidőszak vége fele a trágyázott parcellákban tendenciájában nagyobb volt a fotoszintézis,  $26,5$ - $28,4$

$\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ , mint a kontroll kezelésben ( $24,4 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), de a különbség nem érte el a megbízhatósági szintet. Az augusztusi csapadékos időjárás a tenyészidőszak kitolódásához vezetett, ennek köszönhetően a fotoszintetikus aktivitás az optimális tápanyagszinten minimális, nem szignifikáns mértékben csökkent. A hibridek közül a *DK4626*-nak és a *PR38A24*-nek volt kiemelkedő a fotoszintetikus aktivitása, meghaladta a  $40 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot.

#### 5.4.3. A kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása 2006-ban

A *PR39D81* hibrid fotoszintézisének aktivitása a második méréskor, augusztus 1-én érte el a maximális értéket,  $45,03 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -t. Az első három mérési időpontban a műtrágyázott parcellákban nagyobb volt a fotoszintézis ( $28-45 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), mint a kezeletlen kontrollban ( $25,8-36,1 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). Június 28-án és augusztus 1-én a fotoszintézist a legkisebb, N40+PK műtrágyaadag jelentősen növelte,  $4,7$  és  $6,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -mal, viszont ehhez képest az N120+PK kezelés csak minimális növekedést okozott. A legnagyobb tápanyagszint már csökkentette a fotoszintézist. Szeptember 7-én, az utolsó mérés alkalmával nem mértünk szignifikáns különbségeket a kezelések között ( $17,1-22,1 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ).

A *DK4626* hibrid fotoszintézise az N200+PK trágyaadag hatására érte el a fotoszintetikus aktivitásának maximumát,  $37,35 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -t június 28-án. Augusztus 1-én a következő mérés alkalmával viszont nem volt szignifikáns hatása a kezeléseknek a fotoszintézisre, ami  $34,3-36,5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között változott. Augusztus 17-én az N120+PK kezelés szignifikánsan növelte a fotoszintézist az N40+PK kezeléshez képest,  $25,7$ -ről  $31,5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra. Szeptemberben a trágyázás hatására csökkent a fotoszintézis, a különbség szignifikáns volt a kontroll ( $24,5 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) parcella és az N200+PK kezelés ( $18,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) között.

A *PR38A24* fotoszintetikus aktivitása augusztus elején volt a legintenzívebb  $38,6 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  az első trágyaszinten. A tenyészidőszak előrehaladtával a zöld levélfelület leszáradásával a fotoszintézis csökkent az egyes trágyaszinteken, szeptemberben csupán  $24,3 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  volt a legnagyobb fotoszintézis az N200+PK trágyakezelésnél. A négy mérési időpontban a trágyázott parcellákban mértünk nagyobb nettó fotoszintézist, de a kontroll kezeléshez képest a trágyázás nem okozott szignifikáns növekedést. A maximális trágyaadagon a fotoszintézis június 28-a

után folyamatosan csökkent, 37,3-ról, 30,8-ra, majd 24,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra, míg a többi kezelés hatására az első mérést követően emelkedett a fotoszintézis.

A *DKC 5211* hibrid fotoszintézisét a trágyázás nem, vagy csak minimális mértékben növelte. A 3. és az 5. trágyaszint fotoszintetikus aktivitása június 28-án érte el a maximális értéket, 36,5 és 35,8  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -t, a tenyészidő előrehaladtával, pedig folyamatosan csökkent 20,1 és 24,6  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra. A trágyázás nélküli és az N40+PK kezelés esetében augusztus 1-én mértük a legnagyobb fotoszintézist, és 39,4 és 35,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot, szeptemberben ez az érték 24,1 és 22,7  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ra csökkent. A kezeléshatások nem voltak szignifikánsak a fotoszintetikus aktivitásra.

Az *Mv Vilma* hibrid fotoszintézise a tenyészidőszakban folyamatosan csökkent, viszont a kontroll kezelésben a visszaesés mértéke (6,09  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) nem volt olyan jelentős, mint a trágyázott parcellákban (7,9-12,77  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). Szeptemberben a trágyázás nélkül 22,5  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  volt a fotoszintetikus aktivitás, míg a tápanyaggal kezelt parcellákban még a 20  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ -ot sem érte el. Az 5. trágyaszint fotoszintézise szinte mind a négy mérési időpontban elmaradt a többi kezelésétől, 16,2-31,8  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között változott.

2006-ban a fotoszintézis a tenyészidő előrehaladtával trágyaszintektől függően eltérő mértékben csökkent. A kontroll, az N40+PK és az N120+PK kezelés hatására augusztus elején kis mértékben, de nőtt a fotoszintetikus aktivitás, majd ezt követően csökkent, viszont a legnagyobb, N200+PK kezelés esetében már június 28-tól folyamatos volt a csökkenés. A hibridek átlagában minimális volt az eltérés a kezelések között, a fotoszintetikus aktivitás a második mérési időpontban volt a legintenzívebb, N40+PK és az N120+PK trágyaszinteken, 37-37,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . A hibridek közül egyedül a *PR39D81* hibridnek volt átlag feletti a fotoszintetikus aktivitása, 42,4 és 45,0  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ . A legkisebb trágyaadaghoz képest az N120 és N200+PK csak tendenciájában tudta növelni a fotoszintézist.

Megállapítható, hogy a fotoszintézis aktivitását több tényező és a közöttük lévő interakciók is befolyásolják, pl. a hibrid genetikai háttere, tenyészideje, a klimatikus tényezők közül főleg a csapadékellátottság és a hőmérséklet alakulása, továbbá az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátás. 2006 júliusában 2,9°C-kal volt magasabb a havi középhőmérséklet a 30 éves átlaghoz viszonyítva, ami hozzájárulhatott ahhoz, hogy az N200+PK kezelésnél már június 28-tól folyamatosan csökkent a fotoszintetikus aktivitás.

15. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2006**

<b>2006. június 28.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	26,9	34,3	31,6	33,9	28,1	<b>31,0</b>
N40 + PK	31,6	33,1	31,9	32,7	35,9	<b>33,0</b>
N120 + PK	32,5	32,9	31,6	36,5	33,2	<b>33,3</b>
N200 + PK	28,6	37,4	37,3	35,8	31,8	<b>34,2</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 17,3; Trágyaszint: 7,9; Kölcsönhatás: 17,6;</b>					
<b>2006. augusztus 1.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	36,1	36,5	37,3	39,4	34,9	<b>36,8</b>
N40 + PK	42,4	36,3	38,6	35,3	32,5	<b>37,0</b>
N120 + PK	45,0	35,5	36,0	32,5	37,4	<b>37,3</b>
N200 + PK	32,4	34,3	30,9	33,9	26,3	<b>31,6</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 8,5; Trágyaszint: 8,4; Kölcsönhatás: 18,8;</b>					
<b>2006. augusztus 17.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	25,8	23,6	30,1	27,5	28,6	<b>27,1</b>
N40 + PK	30,2	25,7	34,3	25,0	28,7	<b>28,8</b>
N120 + PK	29,6	31,5	32,9	30,8	27,0	<b>30,4</b>
N200 + PK	28,0	32,2	30,8	28,7	24,2	<b>28,8</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 5,6; Trágyaszint: 5,7; Kölcsönhatás: 12,8;</b>					
<b>2006. szeptember 7.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	21,4	24,5	22,0	24,1	22,5	<b>22,9</b>
N40 + PK	17,2	21,5	16,8	22,7	15,9	<b>18,8</b>
N120 + PK	17,1	22,4	22,6	24,6	19,1	<b>21,2</b>
N200 + PK	22,1	18,3	24,3	20,1	16,2	<b>20,2</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 6,7; Trágyaszint: 6,2; Kölcsönhatás: 13,9;</b>					

Az átlagosnál magasabb hőmérséklet és a vízhiány – hibridektől és műtrágyakezeléstől függően – csökkentheti a fotoszintézis aktivitást, és ezzel összefüggésben csökkenhet a produkció is.

## 5.5. A tápanyagellátás és a kukorica hibridek levélterülete közötti összefüggés

A tápanyagellátás és a levélterület közötti összefüggés vizsgálatába a *PR39D81*, a *DK4626*, a *PR38A24*, *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibrideket vontuk be. A méréseket a kontroll, az N40+PK, N120+PK és N200+PK műtrágyaadagokkal kezelt parcellákban végeztük négy eltérő időpontban.

### 5.5.1. A kukorica hibridek levélterületének alakulása 2004-ben

A *PR39D81* hibrid levélterülete (LAI,  $m^2/m^2$ ) a trágyázás hatására szignifikánsan nőtt a mérések során. A kontroll parcellában a levélterület  $0,57-2,02 m^2/m^2$  között alakult, a maximális értéket ( $2,02 m^2/m^2$ ) a július 5-én mértük, ezt követően közel 25%-kal csökkent. A tápanyaggal kezelt állomány levélterülete az első mérést követően kiegyenlítettebb volt és a tenyészidő előrehaladtával a csökkenés mértéke minimális volt. Az egyes tápanyagszintek nem okoztak szignifikáns különbséget a levélterület alakulásában, a legnagyobb értéket ( $3,07 m^2/m^2$ ) az N120+PK kezelésben mértük a második időpontban, ellenben az N200+PK trágyakezeléssel, ahol a második mérést követően még levélterület növekedést tapasztaltunk, mely július végére elérte a  $2,86 m^2/m^2$ -t.

A *DK4626* hibrid levélterülete meghaladta az előző hibrid levélterületét. Trágyázás nélküli kezelésben  $0,91-2,65 m^2/m^2$  között alakult a levélterülete, a maximumot július 5-én érte el, hasonlóan, mint az első ( $3,04 m^2/m^2$ ) és harmadik ( $3,48 m^2/m^2$ ) kezelésben. A tenyészidő előrehaladtával a levélterület a kontroll parcellában 2,11-re, az N40+PK adagnál 2,59-re és az N120+PK adagnál  $2,99 m^2/m^2$ -re csökkent. Az N200+PK kezelés levélterület értékei elmaradtak az N120+PK kezelésétől, viszont még július 5-ét követően is növekedtek, és augusztusban sem mértünk csökkenést. A tápanyag szintek között szignifikáns ( $0,37 m^2/m^2$ ) különbségek csak augusztusban, az N40 és az N120+PK műtrágyakezelések között voltak.

A *PR38A24* kukorica hibrid levélterülete június 11-én, trágyázás hiányában  $1,95 m^2/m^2$  volt, míg a trágyázott kezelésekből  $1,41-1,84 m^2/m^2$  között alakult, viszont a következő három mérési időpontban elmaradt a tápanyaggal kezelt állomány levélterület értékeitől. A kontrollkezelésben  $2,24 m^2/m^2$ -ig nőtt a levélterület. A műtrágyával kezelt állomány levélterülete a július mérések alkalmával volt a legnagyobb  $2,69-2,90 m^2/m^2$ , a maximális érték az N200+PK adaghoz tartozott, viszont

szignifikáns különbség ( $0,28 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) az egyes trágyakezelések között nem, csak a kontroll és a trágyázott parcellák között volt. Az utolsó mérési időpontra a legnagyobb műtrágyaadaghoz tartozó levélterület jelentősen ( $0,61 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) csökkent, viszont a másik három kezelésben minimális ( $0,11\text{-}0,29 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) volt.

A *DKC 5211* hibridnek volt a legnagyobb levélterülete, a kontroll és a műtrágyával ellátott kezelések esetében is, július 26-án, a maximális levélterületet az N120+PK kezelésben érte el,  $3,38 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t, ami szignifikánsan nagyobb volt a kontroll és az N40+PK kezeléshez képest. Műtrágyázás nélkül a levélterülete -  $0,74\text{-}2,53 \text{ m}^2/\text{m}^2$  - mind a négy mérési időpontban elmaradt a tápanyaggal kezelt állományától, az N120+PK adaghoz képest, pedig szignifikáns volt a különbség. A hibrid hosszabb tenyészidejéből adódóan júniusban minimális volt a levélterülete, csupán az N200+PK kezelésben haladta meg az  $1,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t, viszont a második mérésre a kontroll, az N40 és az N120+PK kezeléseknél több mint kétszeresére nőtt, és elérte a  $2,53\text{-}3,38 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. Augusztusban, mind a négy kezelésben csökkent a levélterület, de a csökkenés mértéke a kontroll ( $0,22 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) és az N200+PK trágyaadag ( $0,27 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) esetében volt a legkisebb.

Az *Mv Vilma* hibrid levélterülete, június 11-én, a többi hibrid levélterületéhez képest mind a négy kezelésben nagyobb volt, az N120+PK és az N200+PK kezelésnél  $1,97$  és  $2,09 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t mértünk. Július elején, az igen intenzív levélterület növekedésnek köszönhetően, a kontroll, az N40 és az N120+PK kezelésben a hibrid levélterülete elérte a legnagyobb értéket,  $2,57$ ;  $3,01$  és  $3,18 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t és ezt követően csökkent. Az N200+PK trágyaadaggal kezelt parcellában a második mérést követően minimális mértékű növekedést tapasztaltunk és augusztus 17-én mértük a legnagyobb levélterületet,  $2,84 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. A kontroll kezeléshez képest már a legkisebb trágyaadag is szignifikánsan növelte a levélterületet, a második mérés kivételével, viszont az egyes trágyalépcsők között nem volt statisztikailag igazolható a különbség.

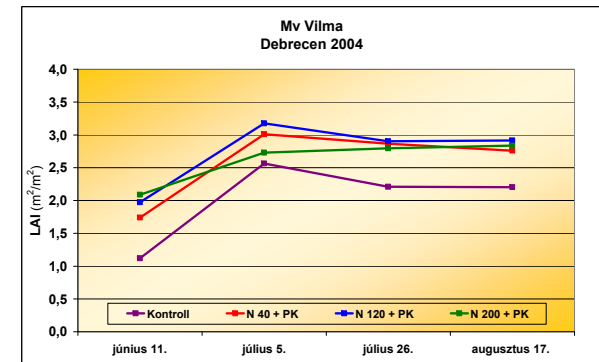
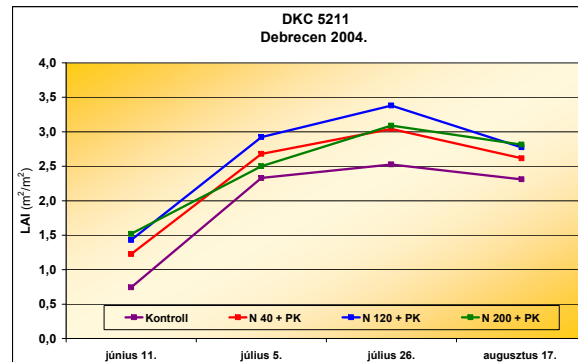
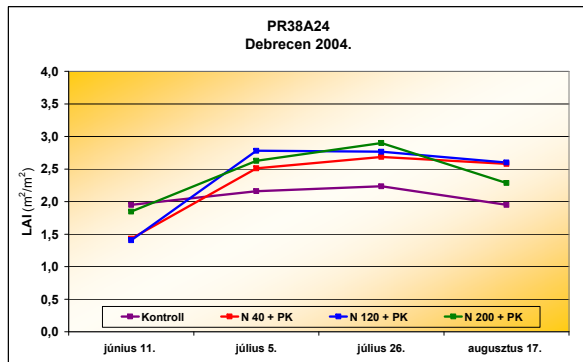
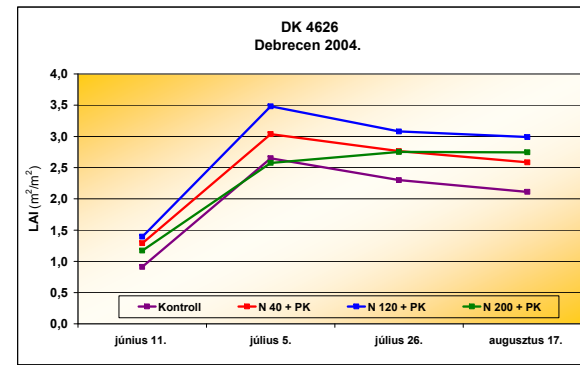
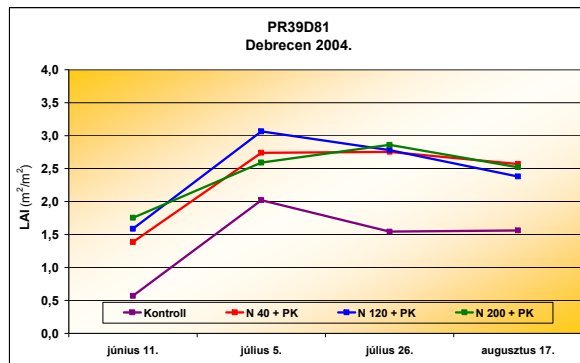
Összefoglalva a 2004-es évet, megállapítható, hogy a hibridek átlagában a műtrágyázás szignifikánsan növelte a kukorica levélterületét a kontroll kezeléshez képest, ezt állapította meg SZABÓ (1966) is, de az egyes trágyaszintek közötti különbség nem érte el a szignifikancia határát, csupán az első méréskor volt az N200+PK kezelés levélterülete szignifikánsan nagyobb az N40+PK kezelés levélterületéhez képest. A terméseredmények alapján már bebizonyosodott, hogy a *DK4626*, a *PR38A24*, a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibridek természetes tápanyaghasznosító képessége kiemelkedő a többi, kísérletben vizsgált, hibridéhez

képeket és ez a kedvező tulajdonságuk a levélterület tekintetében is megmutatkozott. Ennél a négy hibridnél a kontroll parcellákhoz képest a legkisebb, N40+PK trágyaadag 0,31-0,66 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-rel növelte a levélterület-indexet, tehát a hibridek levélterületei a jobb tápanyaghasznosító képességnek köszönhetően már a kontroll parcellában is kedvezőek voltak (0,74-2,65 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), viszont a PR39D81 hibrid levélterülete a trágyázás hatására akár 1,21 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-rel is nőtt. Természetesen a kontroll kezelésekben elért kedvező eredményekre a csapadékos évszámot is jelentős hatása volt.

16. táblázat: **Kukorica hibridek levélterületének (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2004**

<b>2004. június 11.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	0,57	0,91	1,95	0,74	1,12	<b>1,06</b>
N40 + PK	1,39	1,29	1,43	1,22	1,74	<b>1,41</b>
N120 + PK	1,59	1,40	1,41	1,43	1,97	<b>1,56</b>
N200 + PK	1,76	1,17	1,84	1,52	2,09	<b>1,68</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,45; Trágyaszint: 0,25; Kölcsönhatás: 0,57;</b>					
<b>2004. július 5.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	2,02	2,65	2,16	2,33	2,57	<b>2,35</b>
N40 + PK	2,74	3,04	2,51	2,68	3,01	<b>2,80</b>
N120 + PK	3,07	3,48	2,78	2,93	3,18	<b>3,09</b>
N200 + PK	2,59	2,58	2,63	2,50	2,73	<b>2,61</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,49; Trágyaszint: 0,51; Kölcsönhatás: 1,13;</b>					
<b>2004. július 26.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,55	2,30	2,24	2,53	2,21	<b>2,17</b>
N40 + PK	2,76	2,77	2,69	3,04	2,87	<b>2,83</b>
N120 + PK	2,78	3,08	2,77	3,38	2,91	<b>2,98</b>
N200 + PK	2,86	2,75	2,90	3,09	2,80	<b>2,88</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,41; Trágyaszint: 0,28; Kölcsönhatás: 0,62;</b>					
<b>2004. augusztus 17.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,56	2,11	1,95	2,31	2,21	<b>2,03</b>
N40 + PK	2,57	2,59	2,58	2,62	2,76	<b>2,62</b>
N120 + PK	2,38	2,99	2,60	2,78	2,92	<b>2,73</b>
N200 + PK	2,52	2,75	2,29	2,82	2,84	<b>2,64</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,56; Trágyaszint: 0,37; Kölcsönhatás: 0,83;</b>					

19. ábra: A kukoricahibridek LAI értékének alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2004





### 5.5.2. A kukorica hibridek levélterületének alakulása 2005-ben

A *PR39D81* hibrid levélterülete tápanyagellátás hiányában igen kicsi volt, 1,18-2,12 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> között alakult, jelentős mértékben elmaradt a trágyázott parcellákhoz viszonyítva. A kontrollhoz képest a legkisebb, N40+PK adag szignifikánsan növelte a levélterületet, viszont a további kezelések nem okoztak statisztikailag igazolható növekedést. Az egyes kezelésekben július 20-án volt a legnagyobb a hibrid levélterülete, 2,12-4,29 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, a tenészedő folyamán, pedig folyamatosan csökkent és augusztus 31-én szinte azonos levélterület értékeket mértünk, mint az első mérés alkalmával. A hibrid maximális levélterületét a harmadik trágyaszinten érte el, 4,29 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-t, és a különbség a kontroll és az N200+PK trágyaadaggal kezelt parcellához képest szignifikáns volt.

A *DK4626* hibrid levélterülete kiemelkedő volt. A különböző kezelésekben a második mérés alkalmával, júliusban mértük a maximális levélterületet (2,48-4,81 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), augusztusban pedig folyamatosan csökkent a zöldfelület nagysága. Június 28-án a trágyakezelések közötti különbség minimális volt, a levélterület 2,54-2,69 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> között alakult, viszont a második méréskor jelentős eltéréseket mértünk. A kontrollhoz képest a legkisebb trágyaadag hatására szignifikánsan nőtt a levélterület 3,96 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-ig, az N120+PK tápanyagszint, pedig további szignifikáns növekedést eredményezett (4,74 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). A kontroll kezeléshez képest a trágyázás statisztikailag igazolható mértékben növelte a levélterületet, és az N40+PK-hoz képest a következő trágyaszintek is szignifikáns levélterület növekedést eredményeztek.

A *PR38A24* hibrid levélterület-indexe a kontroll parcellában 1,20-2,29 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> között alakult, júliusban mértük a legnagyobb értéket. A trágyázás szignifikánsan, 1,58 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-rel növelte a hibrid levélterületét, illetve az N200+PK dózis az N40+PK tápanyagszinthez képest további - szignifikáns - növekedést eredményezett, és a hibrid a maximális levélterületét ezen a legnagyobb trágyaszinten érte el, 4,28 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-t. A legnagyobb műtrágyakezelés az N120+PK kezeléshez képest a levélterületet nem, vagy csak minimális mértékben növelte, de ez nem érte el a megbízhatóság határát. Augusztusban viszont a két mérési időpont között a hibrid levélterülete az egyes kezelésekben csak minimális mértékben, 0,09-0,17 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-rel csökkent.

A *DKC 5211* hibrid levélterülete hasonlóan az előző hibridekhez a második méréskor, azaz júliusban érte el a maximumot mind a négy kezelésben, 2,59-4,21

$\text{m}^2/\text{m}^2$ . A legnagyobb levélterület értéket az N120+PK kezelésben mértük,  $4,21 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. Az N40+PK adag szignifikáns levélterület növekedést eredményezett a kontrollhoz képest, az első és az utolsó méréskor, pedig több mint kétszerese volt a hibrid levélterülete a trágyázott parcellákban. Július 20.-a után a hibrid levélterülete mind a négy kezelésben csökkent, viszont a csökkenés mértéke a trágyaadag növelésével egyre kisebb mértékű volt, a kontroll parcellában  $0,97 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t is elérte, míg az N120 és az N200+PK trágyaadag mellett  $0,46$ - $0,52 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt. A tápanyaggal kezelt parcellák levélterülete az utolsó két mérés között szinte nem változott, a csökkenés mértéke elhanyagolható.

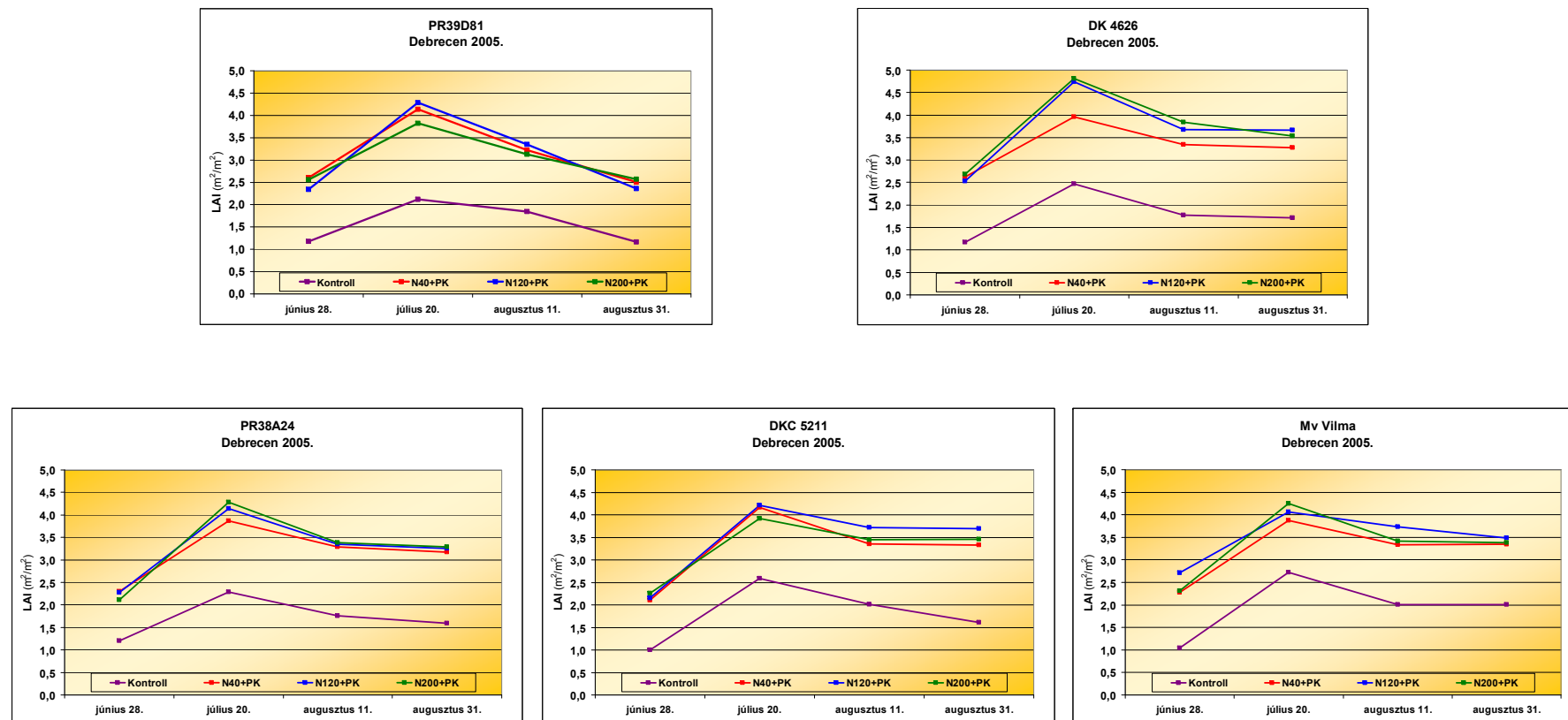
Az *Mv Vilma* hibrid is nagyon jól reagált a trágyakezelésekre. A kontroll kezeléshez képest ( $1,05$ - $2,73 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) az N40+PK adag szignifikánsan növelte a levélterületet, és a hibrid maximális levélterületét az N200+PK kezelésben mértük,  $4,25 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. Az N120+PK kezeléshez képest a következő tápanyagszint nem eredményezett szignifikáns növekedést a levélterületben. A fotoszintetikusán aktív zöldfelület nagysága júliusban volt a legnagyobb,  $2,73$ - $4,25 \text{ m}^2/\text{m}^2$  között alakult, ezt követően csökkent  $2,01$ - $3,73 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -re, de augusztus 11. és 31. között szinte nem változott.

2005-ben a hibridek levélterülete jelentősen meghaladta az előző kísérleti év levélterületi eredményeit, ami az évjáráthatással magyarázható. Ebben az évben a csapadékosabb hónapok a kukorica tenyészidőszakára estek, illetve az augusztusi csapadékos időjárás a tenyészidőszak kitolódását eredményezte, és ez okozhatta, hogy a zöldfelület nagysága nem változott augusztus 11. és 31. között. Továbbá megállapítható, hogy a hibridek átlagában a legnagyobb levélterületet az N120+PK kezelésben kaptuk, de ez csak tendenciájában volt nagyobb az N40 és az N200+PK kezeléshez viszonyítva. A kontroll kezelésben mért levélterület viszont jelentősen elmaradt a tápanyaggal ellátott parcellák levélterületéhez képest.

17. táblázat: **Kukorica hibridek levélterületének ( $m^2/m^2$ ) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2005**

<b>2005. június 28.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,18	1,17	1,20	1,01	1,05	<b>1,12</b>
N40 + PK	2,61	2,62	2,31	2,11	2,28	<b>2,39</b>
N120 + PK	2,34	2,54	2,28	2,15	2,71	<b>2,40</b>
N200 + PK	2,56	2,69	2,11	2,26	2,31	<b>2,39</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,49; Trágyaszint: 0,50; Kölcsönhatás: 1,13;</b>					
<b>2005. július 20.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	2,12	2,48	2,29	2,59	2,73	<b>2,44</b>
N40 + PK	4,14	3,96	3,87	4,16	3,87	<b>4,00</b>
N120 + PK	4,29	4,74	4,14	4,21	4,06	<b>4,29</b>
N200 + PK	3,83	4,81	4,28	3,92	4,25	<b>4,22</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,38; Trágyaszint: 0,39; Kölcsönhatás: 0,86;</b>					
<b>2005. augusztus 11.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,85	1,78	1,76	2,01	2,01	<b>1,88</b>
N40 + PK	3,23	3,35	3,29	3,35	3,34	<b>3,31</b>
N120 + PK	3,35	3,68	3,35	3,72	3,73	<b>3,57</b>
N200 + PK	3,13	3,85	3,39	3,45	3,42	<b>3,45</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,33; Trágyaszint: 0,34; Kölcsönhatás: 0,76;</b>					
<b>2005. augusztus 31.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,17	1,72	1,59	1,62	2,01	<b>1,62</b>
N40 + PK	2,51	3,28	3,18	3,33	3,35	<b>3,13</b>
N120 + PK	2,36	3,66	3,26	3,69	3,49	<b>3,29</b>
N200 + PK	2,57	3,54	3,30	3,46	3,38	<b>3,25</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,29; Trágyaszint: 0,30; Kölcsönhatás: 0,66;</b>					

20. ábra: A kukoricahibridek LAI értékeinek alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2005



### 5.5.3. A kukorica hibridek levélterületének alakulása 2006-ban

A korai érésű *PR39D81* hibrid legnagyobb levélterület-indexét augusztus 1-én mértük,  $3,91 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t az N120+PK trágyaszinten, ez  $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -re nagyobb, mint a műtrágyázás nélküli kezelésben mért maximális levélterület. A trágyázás hatására a levélterület növekedés mértéke meghaladta az  $\text{SzD}_{5\%}$  értéket, viszont a tápanyagkezelések között nem mértünk szignifikáns eltérést. Az N120+PK adag esetén a levelek öregedése később következett be, szeptember 7-én  $2,35 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt a LAI, míg a legnagyobb trágyaadaggal kezelt parcellában, rendkívüli mértékben lecsökkent a zöldfelület ( $1,14 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ), alig haladta meg a kontrollban mért értéket,  $0,86 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t.

A *DK4626* hibrid a levélterület alakulása szempontjából jól reagált a műtrágyázásra. A kezelések közötti különbség a tenyészidőszak során közel azonos ütemben változott. Tápanyagellátás hiányában a levélterület-index  $1,09$ - $2,31 \text{ m}^2/\text{m}^2$  között alakult a vizsgált időszakban, a trágyázás hatására a levélterülete statisztikailag igazolható mértékben nőtt, mind a négy mérés alkalmával a legnagyobb trágyaszinten mértük a levélterület maximumot,  $2,08$ - $3,85 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. A különbség az N120+PK kezeléshez képest meghaladta az  $\text{SzD}_{5\%}$  értékét is az első mérés alkalmával.

A *PR38A24* kukorica hibrid levélterülete műtrágyázás hiányában augusztus 1-én  $2,05 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt, ezt követően csökkent, szeptemberben  $1,22 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t mértünk. A trágyázás a LAI-t jelentős mértékben növelte, de az N40+PK műtrágyaadag többszörös mennyisége nem növelte jelentősen a levélterületet, szignifikáns különbséget júniusban, csak az N200+PK okozott. Az első trágyaszinten  $2,24$ - $3,66 \text{ m}^2/\text{m}^2$  között alakult a levélterület, az N120+PK adag műtrágyakezelésnél csupán  $2,17$ - $3,26 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , míg a maximális dózis mellett  $2,14$ - $3,81 \text{ m}^2/\text{m}^2$  között változott. Az utolsó vizsgálati időpontra az N40+PK-mal kezelt parcellában minimális mértékben csökkent a zöldfelület,  $2,93$ -ról  $2,88 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -re, ellenben a nagyobb tápanyagszinteken  $2,14$  és  $2,17 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t mértünk.

A *DKC 5211* hibrid esetében is augusztus 1-én mértük a legnagyobb levélterület-indexet a négy különböző kezelésben,  $2,24$ - $3,72 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . A kontroll parcellában  $2,24 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt a levélterület, az első trágyaszinten szignifikánsan nagyobb,  $3,25 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt, viszont ennek a háromszoros dózisa nem, csak az ötszörös adagja növelte szignifikánsan. Ezt követően csökkent a levélterület, viszont a csökkenés mértéke az N40+PK trágyaszinten volt a legkisebb, az N200+PK adagnál a legnagyobb mértékű. Az N40+PK kezelés hatására a hibrid levélterülete nem nőtt olyan nagy mértékben,

mint az ennél nagyobb dózisokon, de a levelek száradásának, öregedésének folyamata lassúbb volt.

Az *Mv Vilma* hibrid levélterülete a kontroll kezelésben az első méréskor  $1,00 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt, augusztusra  $2,31 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -re nőtt, ezt követően folyamatosan csökkent  $1,27 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -re. A trágyázás hatására szignifikánsan nagyobb volt levélterület, legnagyobb mértékben az N40+PK növelte, ennek többszörös dózisa nem okoztak jelentős levélterület növekedést. Augusztus 1-én az N200+PK trágyakezelésen mértük a maximális LAI-t,  $3,62 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t, ami az N120+PK adaghoz tartozó  $3,53 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -től csak tendenciájában, de az első trágyaszinten elért  $3,24 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -től szignifikánsan nagyobb volt. Hasonlóan az előző hibridhez, a levélterület csökkenésének mértéke a nagyobb trágyaszinteken volt intenzívebb,  $1,09$  és  $1,03 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -rel csökkent a levélterület az augusztusi két mérés között, a kontroll és az N40+PK adaggal kezelt parcellákban a levelek öregedése lassúbb folyamat volt, a csökkenés mértéke  $0,59$  és  $0,53 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt.

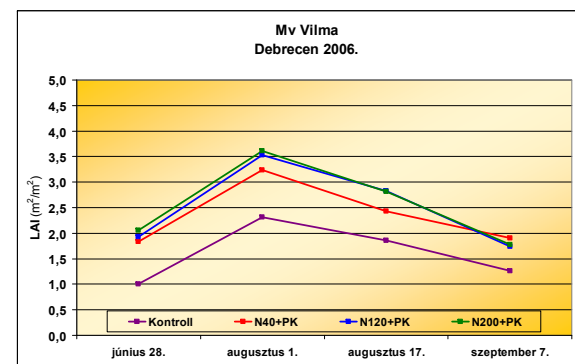
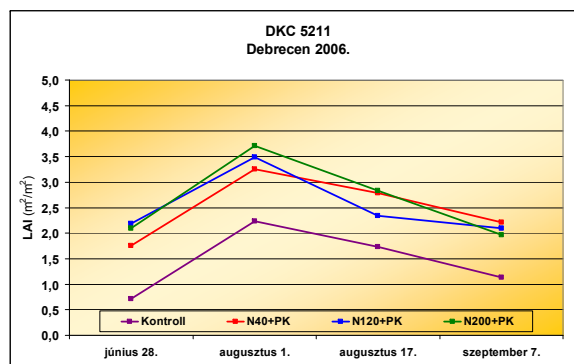
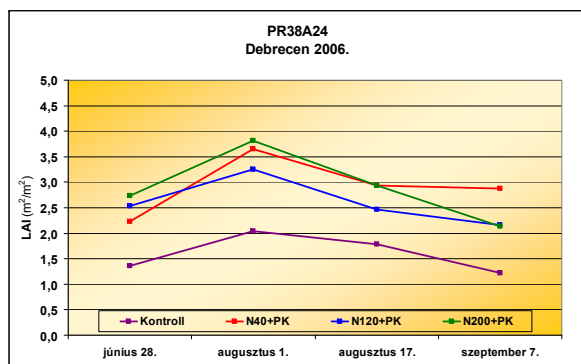
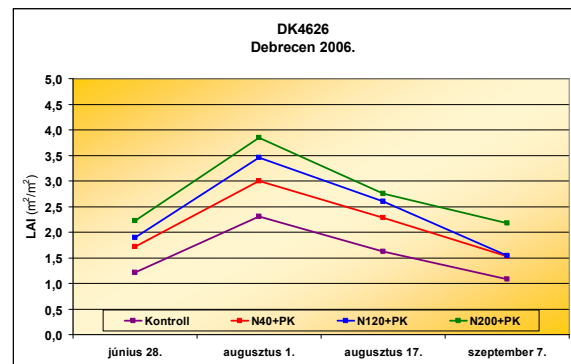
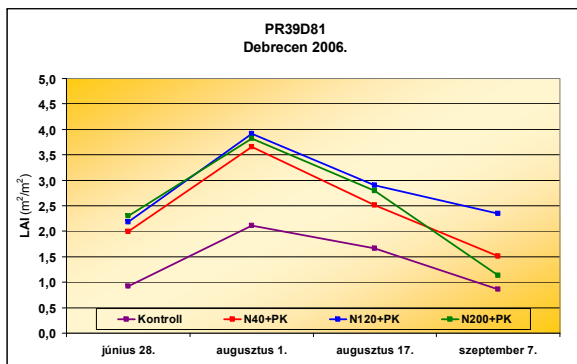
Összefoglalásképpen megállapítható, hogy 2006-ban kisebbek voltak a hibridek levélterületei, mint az előző évben, ami egyrészt magyarázható azzal, hogy a kísérleti évek közül, 2006-ban hullott a legkevesebb csapadék a kukorica tenyészidejében, másrészt a július szélvihar és jégeső károkat okozott a növényállomány levélzetében. A kontroll kezeléshez képest már a legkisebb műtrágyaadag is jelentős levélterület növekedést eredményezett, ami elérte a megbízhatósági szintet. FUTÓ (2003) és ZSOLDOS (2002) szintén ezt tapasztalták az N40+PK trágya adag hatására, kísérletükben ez a kezelés eredményezte a legnagyobb levélterület növekedést. Az N120+PK trágyaszint viszont szignifikánsan nem, csak tendenciájában növelte a LAI-t - a hibridek átlagában - viszont a levelek leszáradása hamarabb bekövetkezett az N120 és N200+PK trágyaszinteken. Az első két mérés alkalmával az N40 és az N200+PK kezelés közötti különbség ( $0,38$  és  $0,40 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ) elérte a megbízhatóság határát,  $0,3$  és  $0,33 \text{ m}^2/\text{m}^2$ . A hibridek közül a *PR39D81*, a *DK 4626* és a *PR38A24* hibrid levélterület-indexe volt a legnagyobb, közel azonos volt a maximális levélterületük,  $3,81$ - $3,91 \text{ m}^2/\text{m}^2$ , a másik két hibridé valamivel kisebb,  $3,62$  és  $3,72 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt. ezzel összefüggésben megállapítható, hogy a *PR38D81*, a *DKC 4626* és a *PR38A24* hibridek termése a trágyakezelések átlagában  $7,7$ - $8,15 \text{ t/ha}$  között alakult, ami meghaladta a hibridek 2006 évi termésátlagát.

A kukoricahibridek levélterület-indexe (LAI) évjáratától és az NPK műtrágyakezeléstől függően jelenős mértékben változott, ami a hibridek produkciójával is összefügg.

18. táblázat: **Kukorica hibridek levélterületének (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2006**

<b>2006. június 28.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	0,92	1,22	1,36	0,71	1,00	<b>1,04</b>
N40 + PK	2,00	1,72	2,24	1,76	1,83	<b>1,91</b>
N120 + PK	2,18	1,90	2,54	2,19	1,93	<b>2,15</b>
N200 + PK	2,31	2,23	2,74	2,10	2,06	<b>2,29</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,53; Trágyaszint: 0,30; Kölcsönhatás: 0,68;</b>					
<b>2006. augusztus 1.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	2,11	2,31	2,05	2,24	2,31	<b>2,20</b>
N40 + PK	3,66	3,00	3,66	3,25	3,24	<b>3,36</b>
N120 + PK	3,91	3,46	3,26	3,49	3,53	<b>3,53</b>
N200 + PK	3,82	3,85	3,81	3,72	3,62	<b>3,76</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,83; Trágyaszint: 0,33; Kölcsönhatás: 0,73;</b>					
<b>2006. augusztus 17.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	1,66	1,63	1,78	1,73	1,86	<b>1,73</b>
N40 + PK	2,51	2,29	2,93	2,79	2,44	<b>2,59</b>
N120 + PK	2,90	2,60	2,47	2,35	2,83	<b>2,63</b>
N200 + PK	2,79	2,76	2,94	2,83	2,81	<b>2,83</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,66; Trágyaszint: 0,63; Kölcsönhatás: 1,41;</b>					
<b>2006. szeptember 7.</b>						
	PR39D81	DK 4626	PR38A24	DKC 5211	Mv Vilma	<i>Átlag</i>
Kontroll	0,86	1,09	1,22	1,14	1,27	<b>1,12</b>
N40 + PK	1,51	1,54	2,88	2,21	1,91	<b>2,01</b>
N120 + PK	2,35	1,54	2,17	2,10	1,74	<b>1,98</b>
N200 + PK	1,14	2,18	2,14	1,97	1,78	<b>1,84</b>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	<b>Hibrid: 0,84; Trágyaszint: 0,52; Kölcsönhatás: 1,16;</b>					

21. ábra: A kukoricahibridek LAI értékeinek alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2006-ban





#### 5.5.4. A kukorica hibridek levélterület-indexe és termése közötti összefüggés vizsgálata

A kísérletben szereplő hibridek termése és levélterület-indexe közötti összefüggés vizsgálatát Pearson-féle korreláció analízissel végeztük, mely módszer alkalmas, hogy megállapítsuk két változó érték közötti összefüggés szorosságát. A két érték között minél szorosabb a kapcsolat a korrelációs együttható annál közelebb esik az 1-hez és minél lazább, annál távolabb. A korrelációs együttható előjele utal arra, hogy a két érték között az összefüggés pozitív, illetve negatív. Az összefüggés vizsgálatban a hibridek levélterület indexe a 4 időpontban mért levélterület-index értékek átlagára vonatkozik.

Mindhárom kísérleti évben a *PR39D81*, a *PR38A24*, a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibridek termése és levélterület-indexe közötti korrelációs együttható értéke 0,797 és 0,966 között változott. A *DK 4626* hibrid termése és levélterülete között 2004-ben 0,645 volt a korrelációs együttható, azaz szoros volt a kapcsolat, míg 2005 és 2006-ban igen szoros, az összefüggés mértéke 0,906 és 0,936 volt (19. táblázat).

A termésátlagokat a levélterülettel összevetve megállapítható, hogy 2004-ben és 2005-ben is az N120+PK kezelésben kaptuk a legnagyobb termésátlagokat a hibridek átlagában, 12,58 és 13,51 t/ha-t, és az 1 m<sup>2</sup>-re eső levélterület is ezen a trágyaszinten volt a legnagyobb, 2,6 és 3,39 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. 2005-ben a nagyobb levélterület-index kialakulását nagy valószínűséggel az okozta, hogy az előző csapadékos évjárat következtében a talaj kellően fel volt töltődve vízzel, mely elősegítette a minél nagyobb zöld levélzet kialakulását, ezáltal a növények nagyobb felületen tudták hasznosítani a napfényt, mely a szárazanyag akkumulációban is megmutatkozott.

19. táblázat: A kukorica hibridek termése és levélterület-indexe közötti kapcsolat szorossága (Debrecen, 2004-2006)

	2004	2005	2006
<i>PR39D81</i>	0,915**	0,818*	0,966**
<i>DK 4626</i>	0,645	0,906**	0,931**
<i>PR38A24</i>	0,829*	0,913**	0,880*
<i>DKC 5211</i>	0,891**	0,825*	0,860**
<i>Mv Vilma</i>	0,889**	0,949**	0,886**
<i>A hibridek átlaga</i>	0,797**	0,863**	0,848**

\*\*A korreláció szignifikáns 1%-os szinten

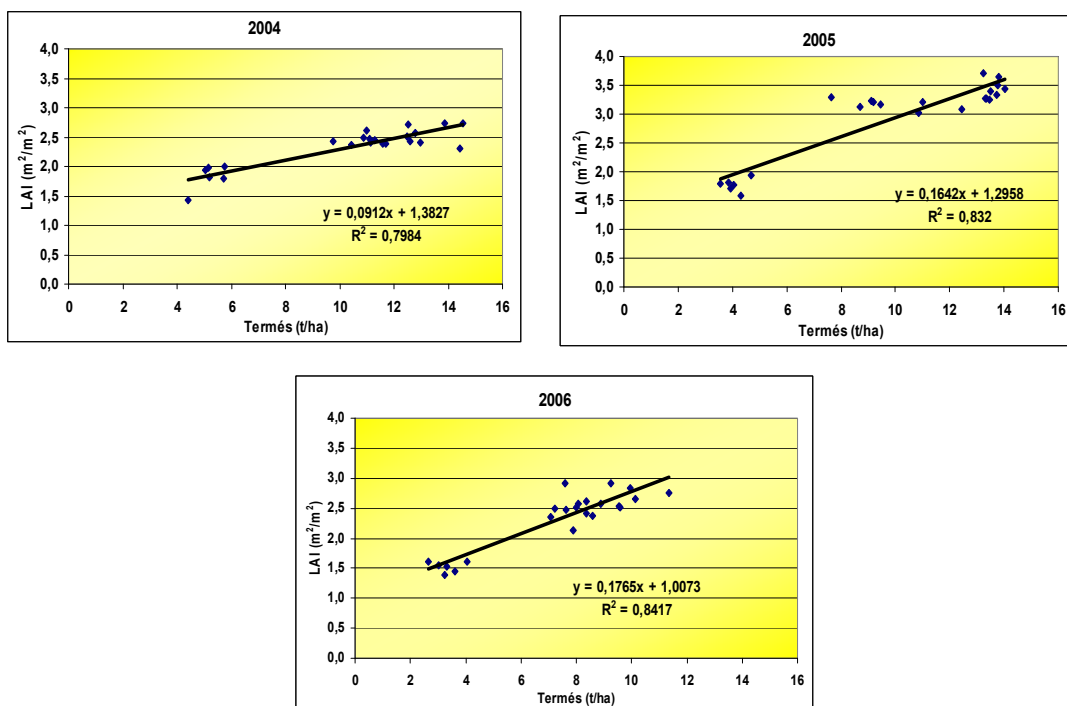
\* A korreláció szignifikáns 5%-os szinten

2004-2005-ben a műtrágyázás nélküli kezelésben a LAI értéke a 2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>-t sem érte el és a termés is kisebb volt, 5,2 és 4,06 t/ha. 2006-ban a kontroll kezelésben 3,33 t/ha-

os termésátlag mellett csupán  $1,52 \text{ m}^2/\text{m}^2$  volt a hibridek átlag levélterület-indexe, az ötödik trágyaszinten a  $9,67 \text{ t/ha}$ -os átlagtermés  $2,67 \text{ m}^2/\text{m}^2$  levélterülettel párosult. 2006-ban a szélsőséges időjárási jelenségek, heves szélvihar és jégeső károkat okozott az állomány levélzetében, ennek következtében a levélterület-index és a termés is elmaradt az előző két év eredményeitől.

A korreláció vizsgálat alapján megállapítható, hogy 2004-2006 között a vizsgált hibridek termése és levélterület-indexe között pozitív, igen szoros összefüggés van (22. ábra).

22. ábra: A termés és a levélterület-index közötti korreláció (Debrecen, 2004-2006)



### 5.6. A tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek minőségére

A növénytermesztésben a termékminőség fogalma szorosan összefügg a felhasználási céllal, minőségi termelésről akkor beszélhetünk, ha a felhasználási célnak megfelelő beltartalmú a növényi termék.

Hazánkban az elmúlt években az átalakult mezőgazdasági struktúra hatására a kukorica hasznosítási iránya is megváltozott. A hagyományosnak tekinthető takarmányozási célú felhasználása mellett előtérbe került az ipari célú felhasználása, azon belül is a bioetanol gyártásban betöltött szerepe. Ennek megfelelően a korábbi szemlélet, miszerint a kukorica fehérjetartalmát kell növelni, át kell értékelni, mivel a

bioetanol előállítás során a minél nagyobb szénhidrát-tartalmú kukorica hibridek kerülnek előtérbe.

A kukorica minőségét elsősorban a genetikai tényezők determinálják, és ennek érvényre jutását meghatározzák, illetve módosítják az ökológiai és az agrotechnikai viszonyok, ezen belül is elsődleges szerepe van a tápanyagellátásnak.

A kísérleti hibridek közül az *PR37M34*, a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalmát vizsgáltuk a kontroll, az N40+PK, az N120+PK és az N200+PK trágyaszinteken a 2005. és 2006. kísérleti években.

#### 5.6.1. A kukorica hibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalma 2005-ben

2005-ben a vizsgált hibridek fehérje tartalma 5,93-8,78% között változott. A növekvő műtrágya adagok hatására a fehérjetartalom növekedés hibridenként eltérően alakult. A *PR37M34* hibrid fehérjetartalma 6,64-7,25% között változott trágyaszinttől függően, a különbség csupán tendenciájában volt nagyobb a harmadik trágyaszinten (N120+PK) a többi kezeléshez viszonyítva. A *DKC 5211* hibrid fehérjetartalma trágyázás nélkül 6,49% volt, a legkisebb trágyaadag 0,61%-os növekedést okozott, ami nem volt megbízható, viszont az N200+PK műtrágyakezelés esetén 7,82%-ot mértünk, ami szignifikáns volt. 2005-ben az *Mv Vilma* hibrid érte el a legnagyobb fehérjetartalmat, a kontroll és az N40+PK kezeléshez képest a harmadik és az ötödik trágyaszint is szignifikánsan növelte a hibrid fehérjetartalmát elérve a 8,03% és 8,78%-ot meghaladva a hibridek átlagát. A három vizsgált kukorica hibrid közül a martonvásári hibrid reagált legintenzívebben a növekvő műtrágyaadagokra a fehérjetartalom tekintetében. A hibridek átlagában az egyes trágyalépcsők minimálisan növelték a hibridek fehérjetartalmát, a kontroll parcellában mért 6,45%-hoz képest az N120+PK kezelésben 7,43% és az N200+PK kezelésben 7,90%-os fehérjetartalmat mértünk, a növekedés szintén szignifikáns volt, 0,98% és 1,45%.

A keményítőtartalom 64,48-68,00% között változott a vizsgált hibridekben. A műtrágyázás hatására mindhárom hibrid keményítőtartalma csökkent, a kontroll és az N40+PK kezelés között nem mértünk szignifikáns különbséget a keményítőtartalomban, de az N120+PK és N200+PK kezelés hatására a keményítőtartalom csökkenés elérte a megbízhatósági szintet ( $SzD_{5\%}=0,72\%$ ). A *PR37M34* hibrid keményítőtartalma folyamatosan csökkent, a trágyázás nélküli kezelésben 67,7%-ot, a maximális tápanyagszinten 65,3%-ot mértünk. A *DKC 5211* hibridnek 68% volt a

keményítőtartalma a kontroll parcellában, az N120+PK trágyával kezelt parcellában ez 66,69%-ra csökkent, de a maximális tápanyagszint már csak tendenciájában csökkentette a keményítő tartalmat 66,46%-ra. Az *Mv Vilma* keményítőtartalma csökkent a legnagyobb mértékben (3,12%) a kontroll és az N200+PK kezelés keményítőtartalmát összehasonlítva. Szignifikáns különbség volt az egyes trágyalépcsőkhöz tartozó keményítőértékek között. A hibridek átlaga alapján szintén megállapítható, hogy a trágyázás hatására csökkent a keményítőtartalom, de szignifikáns csökkenést csak az N120+PK és N200+PK kezelés eredményezett.

Az olajtartalom tekintetében minimális eltérések voltak a hibridek és a trágyaszintek között. A *DKC 5211* hibrid olajtartalma mind a 4 trágyakezelésben nagyobb volt a pioneer és a martonvásári hibridek olajtartalmánál, az N120 és N200+PK kezelésben a különbség mindkét hibridhez képest meghaladta az SzD<sub>5%</sub>-ot. Olajtartalma 3,65-3,76% között változott, viszont az egyes kezelésekhez tartozó olajszázalékok között nem volt szignifikáns különbség.

20. táblázat: **A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalmára, Debrecen 2005**

Hibrid	Kezelés	Nyersfehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
<b>PR37M34</b>	Kontroll	6,64	67,70	3,60
	N40+PK	7,16	67,20	3,54
	N120+PK	7,25	66,18	3,29
	N200+PK	7,10	65,30	3,59
<b>DKC 5211</b>	Kontroll	6,49	68,00	3,65
	N40+PK	7,10	67,66	3,66
	N120+PK	7,00	66,69	3,74
	N200+PK	7,82	66,46	3,76
<b>Mv Vilma</b>	Kontroll	6,22	67,60	3,42
	N40+PK	5,93	67,90	3,55
	N120+PK	8,03	65,51	3,58
	N200+PK	8,78	64,48	3,54
<b>Hibridek átlaga</b>	<i>Kontroll</i>	<i>6,45</i>	<i>67,77</i>	<i>3,56</i>
	<i>N40+PK</i>	<i>6,73</i>	<i>67,59</i>	<i>3,58</i>
	<i>N120+PK</i>	<i>7,43</i>	<i>66,13</i>	<i>3,54</i>
	<i>N200+PK</i>	<i>7,90</i>	<i>65,41</i>	<i>3,63</i>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>				
Hibrid		1,08	0,84	0,19
Trágyázás		0,81	0,72	0,16
Kölcsönhatás		1,40	1,24	0,28

A *PR37M34* kukorica hibridnél a kontroll, az N40 és az N200+PK kezelések között nem volt szignifikáns különbség az olajtartalomban, viszont az N120+PK trágyaszinten volt a legkisebb, 3,29%. Az *Mv Vilma* hibrid olajtartalmára sem voltak szignifikáns

hatással a nagyobb trágyaadagok, a három trágyaszinten 3,54-3,58% között ingadozott az olajtartalom, de a kontroll és az N120+PK kezelés közötti különbség elérte a megbízhatósági szintet ( $SzD_{5\%} = 0,16\%$ ). A hibridek átlagában szintén nem volt szignifikáns különbség a trágyaszintek között, 3,54-3,63% között változott az olajtartalom.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a *DKC 5211* hibridnek magasabb az olajtartalma, mint a másik két hibridnek, trágyaszinttől függetlenül. A műtrágyázás szignifikáns mértékben nem befolyásolta a vizsgált hibridek olajtartalmát, ami azt is jelenti, hogy az olajtartalom fajtaspecifikus tulajdonság, azt leginkább a genetikai adottságok határozzák meg és kevésbé a tápanyagellátottság.

#### 5.6.2. A kukorica hibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalma 2006-ban

2006-ban a hibridek fehérjetartalma 7,89-9,75% között változott. A *PR34M37* hibrid fehérjetartalmát a trágyázás növelte, szignifikáns eltérést a kontroll (8,22%) kezeléshez képest az N40+PK és a legnagyobb műtrágyadózis okozott, 0,76 és 1,04%-kal növelték a hibrid fehérjetartalmát. A három vizsgált hibrid közül a *DKC 5211* érte el a legnagyobb fehérjetartalmat, 9,75%-ot a negyedik trágyaszinten. A kontroll kezelésben igen magas, 9,04% volt a fehérjetartalma, ezt megbízhatóan az N120+PK trágyaadag növelte, 0,71%-kal, viszont a tápanyagellátás további növelése nem eredményezett fehérjetartalom növekedést. A kezelések átlagában a hibrid fehérjetartalma 9,26% volt, ami 2,16%-kal nagyobb, mint az előző évben. Az *Mv Vilma* hibrid fehérjetartalma a kontroll parcellában volt a legkevesebb, 6,42%, a legkisebb, N40+PK műtrágyaadag 1,26%-os szignifikáns növekedést eredményezett, a következő trágyaszint csak tendenciájában növelte a hibrid fehérjeszázalékát. A nagyobb trágyaszinteken a fehérjetartalom meghaladta a 8%-ot, de a kezelések átlagában 7,57%-ot mértünk. A hibridek átlagában, tápanyaghiány esetén a fehérjetartalom kisebb, mint a műtrágyával kezelt parcellák terméseiben, viszont az N120+PK és N200+PK kezelésekben mért fehérjetartalom szinte azonos volt, a hibridek a kedvezőtlen időjárási viszonyok hatására nem tudták hasznosítani a magasabb műtrágyaadagokat, ami nemcsak a termésátlagokra, hanem a beltartalomra is hatással volt.

A keményítőtartalom változása a műtrágyázás hatására hasonló tendenciát mutatott, mint az előző kísérleti évben, a trágyázás hatására a hibridek keményítőtartalma csökkent. A *PR37M34* hibrid esetében 2,9%-os különbséget mértünk a kezeletlen

(69,84%) és az N200+PK (66,94%) trágyaadaggal ellátott parcella keményítőtartalma között. Nagyobb mértékű visszaesést a negyedik és az ötödik trágyaszinten tapasztaltunk, több mint 2%-os csökkenést mértünk, melynek mértéke viszont nem érte el a megbízhatósági szintet,  $SzD_{5\%}=3,55\%$ . A hibrid keményítőtartalma minden trágyaszinten meghaladta a hibridek átlagában mért értékeket. A *DKC 5211* hibrid keményítőtartalma műtrágyázás nélkül 66,58% volt, a tápanyagellátás hatására csak tendenciájában változott. A hibridnek a keményítőtartalma a másik két hibridhez képest kisebb, 66,1% volt a kezelések átlagában. Ezzel szemben az *Mv Vilma* hibrid keményítőtartalma jelentősen csökkent a trágyázás hatására, a kontroll kezelésben 70,31% volt, az N40+PK trágyaszinten 3,66%-kal szignifikánsan kisebb értéket mértünk. Ehhez képest a tápanyagellátás további fokozása csökkentette, de nem szignifikánsan a keményítőtartalmat, a legnagyobb trágyaadag mellett 64,9%-ot mértünk.

A hibridek olajtartalmát a trágyázás szignifikánsan csak a *PR37M34* hibridnél módosította, a kontroll és az N40+PK kezeléshez képest a harmadik trágyaszint 0,46-0,47%-kal növelte, ami meghaladta az  $SzD_{5\%}$ -ot (0,28%). Olajtartalma 3,51-3,98% között változott tápanyagellátástól függően. Az előző évhez hasonlóan 2006-ban is kiemelkedő volt a *DKC 5211* hibrid olajtartalma, mind a négy vizsgált trágyaszinten meghaladta a 4%-ot, 4,03-4,17% között mozgott, ami a hibridek átlagát is felülmúlta. Az egyes kezelések közötti különbség minimális volt, 0,03-0,06%, azaz szignifikáns. A martonvásári hibrid olajtartalma a kontroll parcellában 3,75% volt, ehhez képest szignifikánsan egyik trágyaszint sem változtatta azt, a legnagyobb olajszázalékot az ötödik műtrágyadózis mellett mértük, 3,94%-ot, de a növekedés mértéke nem volt megbízható. A 2005-ös év eredményeit is megerősítve, erre az évre is jellemző volt, hogy a *DKC 5211* hibrid olajtartalma kimagasló volt, de azt a műtrágyázás jelentősen nem módosította.

Összefoglalva a két év eredményeit megállapítható, hogy a tápanyagellátás a kukorica hibridek vizsgált beltartalmi paramétereinek közül legjelentősebben a fehérje- és a keményítőtartalomra volt hatással, a trágyázás pozitív hatást gyakorolt a fehérjeszázalékra, a keményítősúlyszázalékot, pedig csökkentette. Fehérjetartalom tekintetében megállapítható, hogy a kedvezőbb ökológiai adottságú évben a trágyázás hatására az *Mv Vilma* hibrid ért el nagyobb fehérjetartalmat, viszont a következő évben ugyan ez a *DKC 5211* hibridről mondható el, a dekalb hibrid tudott leginkább alkalmazkodni a kedvezőtlen adottságú feltételekhez, ami a termésátlagok alakulásában

is megmutatkozott. Az NPK trágyázás az olajtartalomban nem okozott szignifikáns változást, azt elsősorban a genetikai tulajdonságok határozták meg, a vizsgálatba bevont hibridek közül a *DKC 5211* hibrid volt jellemezhető magasabb olajtartalommal.

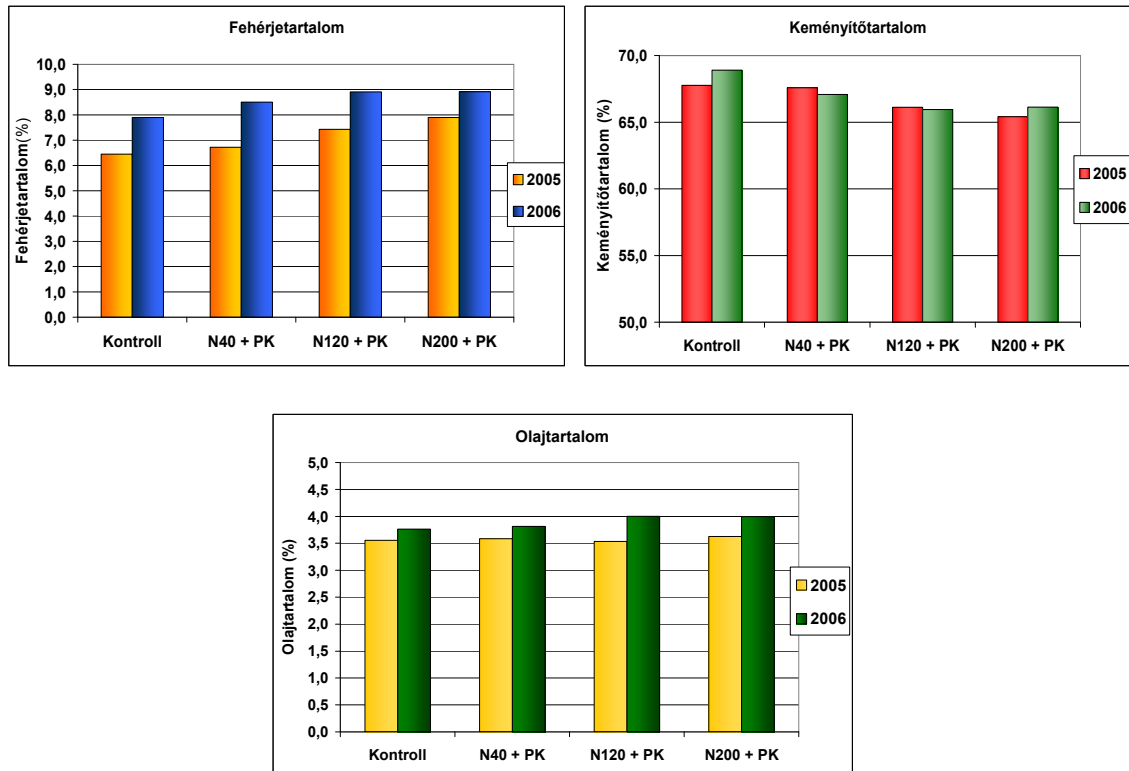
21. táblázat: **A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalmára, Debrecen 2006**

Hibrid	Kezelés	Nyersfehérje (%)	Keményítő (%)	Olaj (%)
<b>PR37M34</b>	Kontroll	8,22	69,84	3,51
	N40+PK	8,98	69,11	3,52
	N120+PK	8,87	67,01	3,98
	N200+PK	9,26	66,94	3,87
<b>DKC 5211</b>	Kontroll	9,04	66,58	4,03
	N40+PK	8,84	65,52	4,08
	N120+PK	9,75	65,83	4,11
	N200+PK	9,43	66,58	4,17
<b>Mv Vilma</b>	Kontroll	6,42	70,31	3,75
	N40+PK	7,68	66,65	3,84
	N120+PK	8,11	65,04	3,91
	N200+PK	8,08	64,90	3,94
<b>Hibridek átlaga</b>	<i>Kontroll</i>	<i>7,89</i>	<i>68,91</i>	<i>3,76</i>
	<i>N40+PK</i>	<i>8,50</i>	<i>67,09</i>	<i>3,82</i>
	<i>N120+PK</i>	<i>8,91</i>	<i>65,96</i>	<i>4,00</i>
	<i>N200+PK</i>	<i>8,92</i>	<i>66,14</i>	<i>3,99</i>
<b>SzD<sub>5%</sub></b>				
Hibrid		1,21	4,86	0,35
Trágyázás		0,66	3,55	0,28
Kölcsönhatás		1,14	6,14	0,49

2006-ban a hibridek fehérjetartalma szinte minden kezelésben meghaladta a 2005-ben mért értékeket, ami a termésátlagok alakulásával hozható összefüggésbe. 2006-ban a kedvezőtlen csapadék- és hőmérsékleti viszonyok hatására a termésátlagok csökkentek, elmaradtak a 2005. év terméseredményeitől, a kisebb termésátlagok nagyobb fehérjetartalmat eredményeztek, ami a termésmennyiség és a nyersfehérje tartalom közötti gyenge negatív korrelációt feltételezi. Két év eredményei alapján megállapítható, hogy a termésátlag és a fehérjetartalom között negatív korreláció van, a nagyobb terméseredmények kisebb fehérjetartalommal párosulnak, ami összhangban van PÁSZTOR et.al. (1998) és GYŐRI-GYŐRINÉ (2002) megállapításaival is.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a N-trágyázás növelte a kukorica hibridek fehérjetartalmát, míg az NPK műtrágyaadagok növelése hibridtől függően különböző mértékben csökkentette a keményítőtartalmat. A kukorica beltartalmát a termés mennyiségével összefüggésben kell értékelni, azaz a területegységre vetített keményítő, fehérje és olaj kihozatalt kell növelni.

23. ábra: A fehérje-, keményítő- és olajtartalom (%) alakulása a hibridek átlagában eltérő tápanyagszinteken 2005 és 2006 évben



A hároméves kísérlet vizsgálati eredményei az adott ökológiai viszonyokra érvényesek, hasonló körülményekre adaptálhatóak.



## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A világ növénytermesztésének középpontjában a gabonanövények termesztése áll, az összes szántóterületnek megközelítőleg felét a gabonanövények foglalják el, és közel 10,4%-án, azaz 144,4 millió ha-on kukoricatermesztés történik. Termőterületének több mint 70%-a, 105 millió ha található az amerikai és ázsiai kontinensen és mintegy 700 millió tonnás össztermésének 82%-át is itt termelik meg (*FAO, 2006*).

Hazánkban a búzának és a kukoricának is igen jelentős stratégiai szerepe van a szántóföldi növénytermesztésben, vetésterületük a 4,5 millió hektáros szántóterületnek közel 50%-át teszi ki, melyből a kukorica termőterülete évtizedek óta 1,1-1,2 millió hektár körül alakul.

Termésátlag tekintetében több szakaszt különíthetünk el a kukoricatermesztés történetében. Mezőgazdaságunk igen intenzív fejlődésen ment keresztül az 1980-as években, ennek következtében a kukorica országos termésátlaga több éven keresztül meghaladta a 6 t/ha-os termésszintet, majd a rendszerváltást követően jelentős visszaesés következett be, és az évenkénti termésingadozás mértéke elérte a 30-50%-ot is. 2004-2006 között viszont 7,0-7,7 tonna volt az országos termésátlag a kedvező klimatikus viszonyoknak köszönhetően, így az éves termésmennyiség elérte a 8-9 millió tonnát.

Hazánkban jelentős változások következtek be a kukorica hasznosításában is. A korábbi évtizedekben a megtermelt kukorica 90%-át takarmányozásra fordították, de ez irányú felhasználása napjainkra jelentősen visszaesett és ipari hasznosítása került előtérbe. Az elmúlt években az intervenció lehetősége és a bioetanol gyártás jelentett biztos piacot a termelőknek, de a kukorica intervenciók felvásárlását az unió megszünteti, hivatkozva arra, hogy ez csak hazánk érdekeit képviselte, a bioetanol gyártás pedig nem hozta be a hozzá fűzött reményeket. A jelenlegi bioetanol gyártó kapacitás kb. 80 ezer tonnát tesz ki két működő üzemmel, Szabadegyházán és Győrben. A kukorica hasznosításában végbement változások a minőségi, beltartalmi paraméterekkel szemben támasztott követelményeket is módosították, a magas fehérje tartalommal ellentétben előtérbe került a minél magasabb keményítőtartalom.

A jövőben a kukorica piaci pozícióját javítani kell és az ágazat versenyképességének fenntartása érdekében elsődleges feladat a kukoricatermesztés stabilitásának megteremtése, a termésátlagok évenkénti ingadozásainak mérséklése és a termésbiztonság növelése. Elsősorban a hibridspecifikus termesztéstechnológia elemeit

kell szem előtt tartani, így a folyamatosan bővülő hibrid szortiment indokolttá teszi a hibrid-agrotechnika-környezet interakciók folyamatos vizsgálatát a növénytermesztési térben.

E három tényező közül jelenleg csak a biológiai alapok felelnek meg a legkorszerűbb követelményeknek, az agrotechnikai tényezők sok esetben nem elégítik ki a kukorica igényét, többek között a műtrágyázás színvonala sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban nem megfelelő, az ökológiai tényezőkön belül, pedig a klimatikus feltételek igen kedvezőtlenül alakulnak. A szélsőséges időjárási viszonyok negatív hatásait csak mérsékelni tudjuk termőhelyhez igazodó hibridválasztással és a kukoricahibridek igényeihez igazodó –hibridspecifikus - termesztéstechnológia alkalmazásával.

Törekedni kell a hibridek számára optimális tápanyagmennyiség kijuttatásáról és a harmonikus, kiegyenlített táparány biztosításáról, melyek képesek kompenzálni más kedvezőtlen agrotechnikai hatásokat, illetve mérsékelhetik az évjáráthatást, így növelve a termésbiztonságot.

Dolgozatomban a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett öt trágyaszinten - legkisebb N 40, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 és K<sub>2</sub>O 30 kg/ha hatóanyag volt, a legnagyobb ennek ötszöröse – értékelem tíz különböző genetikai adottságú és tenyészedejű kukorica hibrid termőképességét, természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képességét, termésstabilitását, a kezelések hatását a hibridek vízleadás dinamikájára és betakarításkori szemnedvesség tartalmára témaköröket elemeztük. Továbbá vizsgáltuk az NPK műtrágyázás hatását a hibridek fotoszintetikus aktivitására, levélterületi-indexére, valamint a keményítő-, nyersfehérje- és nyersolajtartalmára.

A kísérlet a DE AMTC Növénytudományi Intézet Bemutatókertjében, 2004-2006 években került beállításra.

A kísérleti években a csapadék mennyisége 2004-2005 években jelentősen meghaladta a 30 éves átlagot mind éves viszonylatban, mind pedig a kukorica tenészedőszakában. Az utolsó kísérleti évben az éves csapadékmennyiség elmaradt a sokéves átlagtól, a kukorica tenészedéjében lehullott csapadék, pedig közel a megegyezett azzal. A havi középhőmérséklet a 30 éves átlagnak megfelelően alakult, viszont 2006 júliusában az átlag feletti középhőmérséklet (23,2°C) vízhiánnyal párosulva hátrányosan érintette a kukorica virágzási és termékenyülési folyamatait. Mindezek mellett 2006-ban jégeső és szélvihar okozott károkat a növényállományban.

A 2004-2006 évek eredményei alapján megállapítható, hogy a *PR36R10* és az *Mv Vilma* hibrideknek kiemelkedő volt a természetes tápanyaghasznosító képessége, mindhárom évben átlag feletti, 4,0-5,4 t/ha közötti terméseredményeket értek el a kontroll parcellákban. Kiváló volt a termőképessége a rövidebb tenyészidejű *PR37M34*, és a kései érésű *Mv Vilma* hibrideknek, az első két évben 13,9-15,5 t/ha-os termésátlagot produkáltak. A tápanyagellátás növelésére a hibridek közül a *DK 4626*, a *PR37M34*, a *Sze SC 463 R* és az *Mv Vilma* hibridek reagáltak a legintenzívebb termésmnövekedéssel, trágyareakciójuk kiváló volt.

A tápanyagellátás tekintetében az első kezelésnek (N40+PK) volt a legnagyobb termésmnövelő hatása, az N120+PK adag, pedig további szignifikáns termésmnövekedést eredményezett. 2004-ben az N200+PK trágyaadag a *PR39D81*, a *DK 440*, a *PR37M34* és a *PR38A24* hibridek termését növelte szignifikáns mértékben, ebben az évben a csapadékellátottság kedvezett a nagyobb trágyaszintek érvényesülésének. Ezzel ellentétben, 2005-2006-ban az N160+PK és az N200+PK kezelés termésdepressziót okozott, vagy csak minimális mértékben növelte a termést. A vizsgált hibridek számára azonban az optimális és a harmonikus tápanyagszintet az N 120, P 75, K 90 kg/ha trágyaadag jelentette, ennél nagyobb műtrágyaadag kijuttatása sem hatékonysági, sem környezetvédelmi szempontból nem javasolt.

A három év eredménye alapján megállapítható, hogy a maximális terméshez tartozó tápanyagszintet akár 8-44 kg/ha N+PK-mal is lehet csökkenteni hibridtől függően, anélkül, hogy a termés csökkenés mérték elérné az SzD<sub>5%</sub> értékét.

A műtrágyázás és a termésstabilitása közötti összefüggés értékelése alapján megállapítható, hogy a legstabilabb, de ezzel együtt a legkisebb (3,3-5,0 t/ha) volt a termése a műtrágyázás nélküli, kontroll kezelésnek. Javuló környezeti feltételek mellett legintenzívebben az N80+PK és az N120+PK kezelések termése változott. A legnagyobb trágyaadagok hatására gyengébb környezeti feltételek mellett nagyobb termés alakult ki a többi trágyaszinthez képest, viszont a környezeti átlag javulásával termésük elmaradt az optimális N120+PK adag termésétől.

A műtrágyakezelések átlagában a FAO 200-300 éréscsoportú hibridek közül a legstabilabbnak a *DK 440* és a *PR39D81* hibrid termése mutatkozott, gyengébb környezeti feltételek mellett termésük (8,2-8,9 t/ha) meghaladta a többi hibrid termését, de a környezeti feltételek további javulásával a *PR37M34* és a *DK 4626* hibridek termése növekedett a legnagyobb mértékben. A FAO 400-500-as tenyészidejű hibridek közül a *DKC 5211* hibrid termése mutatkozott a legstabilabbnak a három év átlagában,

de a leghosszabb tenyészidejű *Mv Vilma* hibrid reagált legintenzívebben a környezeti feltételek javulására.

A kukoricatermesztés eredményességét az elért termésmagyság mellett a betakarításkori szemnedvesség tartalom is alapvetően meghatározza, melyet a hibridek vízleadó képességén és tenyészidején kívül a tápanyagellátás mértéke és az évjárat is jelentősen befolyásol.

A vízleadás dinamikája eltérő az érés időszakában. A gyors vízleadó képességű és rövidebb tenyészidejű hibrideknél a fiziológiai érés korábban következik be, és már augusztus végére - szeptember elejére 35-40 % alá csökken a szemnedvesség tartalmuk (pl. *PR39D81*, *DK 440*). A fiziológiai éréstől a betakarításig a napi vízleadásuk 0,54-0,66 % körül alakult, és ennek eredményeként évjáratától függően a betakarításkori szemnedvesség tartalmuk 10-20 % között változott. Vannak hibridek, amelyeknek az érés második felében gyorsul fel a vízleadás üteme (dinamikája), pl. *PR38A24*, *Sze SC 463R* és az *Mv Vilma*. Az érés időszakában a vízleadás dinamikája az N 120, P 75, K 90 kg/ha harmonikus tápanyagellátásnál volt kedvezőbb az N 200, P 125, K 150 kg/ha-os kezelések terméseinél mért vízleadáshoz viszonyítva. A hosszabb tenyészidejű hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma elsősorban 2004-2005-ben volt magasabb, kb. 20-25 % körüli (*Sze SC 463R*, *DKC 5211* és *Mv Vilma*).

A hosszabb tenyészidejű hibrideknek a potenciális termőképességük is nagyobb, de a terméstöbblet jelentős részét elviheti a szárítás többletköltség. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a betakarításkori szemnedvesség tartalmat befolyásolja a hibrid vízleadása, az alkalmazott agrotechnika és az évjárat is.

A fotoszintézis vizsgálata során megállapítottuk, hogy a fotoszintetikus aktivitást több tényező és a közöttük lévő interakciók is befolyásolják, pl. a hibrid genetikai háttere, tenyészideje, a klimatikus tényezők közül főleg a csapadékelátottság és a hőmérséklet alakulása, továbbá az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátás. A javuló műtrágyaellátás fokozta a fotoszintézis intenzitását és szignifikáns különbséget mértünk a kontroll és az N120+PK kezelés fotoszintézisének eredményei között. A tápanyagellátás hatására azonban nőtt a kukorica vízigénye, és száraz, aszályos időszakban vízhiányos állapot lépett fel, melyre a növény a sztómák záródásával és a fotoszintézis intenzitásának csökkenésével reagált a trágyázott parcellákban.

A fotoszintézis a tenyészidő előrehaladtával trágyaszintektől függően eltérő mértékben csökkent, de 2005-ben a kukorica tenyészidőszakának második felében a csapadékos időjárás a tenyészidőszak kitolódásához vezetett, a szövetek öregedése

később indult meg, ennek köszönhetően a fotoszintetikus aktivitás az optimális, N120+PK tápanyagszinten minimális, nem szignifikáns mértékben csökkent. Ezzel ellentétben, 2006-ban a legnagyobb trágyakezelés fotoszintetikus aktivitása már az első mérést követően folyamatos csökkenést mutatott. A hibridek közül a *PR38A24*, a *DK4626*, és a *PR39D81* hibridnek volt átlag feletti a fotoszintetikus aktivitása, 40-48,2  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  között alakult évjárártól függően.

A kukorica levélterületének vizsgálatával összefüggésben megállapítottuk, hogy a levélterület-index alakulására mind a tápanyagellátás, mind az évjárat szignifikáns hatással volt. A műtrágyázás szignifikánsan növelte a kukorica levélterületét a kontroll kezeléshez képest, de az egyes trágyaszintek közötti különbség nem érte el a megbízhatósági szintet.

2005-ben a hibridek levélterülete jelentősen meghaladta az előző kísérleti év levélterületi eredményeit, ami az évjáráthatással magyarázható. Ebben az évben a csapadékosabb hónapok a kukorica tenyészidőszakára estek, illetve az augusztusi csapadékos időjárás a tenyészidőszak kitolódását eredményezte, és ez okozhatta, hogy a zöldfelület nagysága nem változott az augusztusi mérések alkalmával. A hibridek közül a *DK 4626* és a *DKC 5211* hibridek levélterület-indexe volt mindhárom évben kiemelkedő.

A kísérletben szereplő hibridek termése és levélterület-indexe közötti összefüggés vizsgálatát Pearson-féle korreláció analízissel végeztük el. A termésátlagokat a levélterülettel összevetve megállapítottuk, hogy 2004-ben és 2005-ben is az N120+PK kezelésben kaptuk a legnagyobb termésátlagokat a hibridek átlagában, 12,58 és 13,51 t/ha-t, és az 1  $\text{m}^2$ -re eső levélterület is ezen a trágyaszinten volt a legnagyobb, 2,6 és 3,39  $\text{m}^2/\text{m}^2$ . A korreláció vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy 2004-2006 között a vizsgált hibridek termése és levélterület-indexe között pozitív, igen szoros összefüggés volt.

A műtrágyázás hatására a vizsgált beltartalmi paraméterek közül legjelentősebben a fehérje- és a keményítőtartalom változott, a N-trágyázás növelte a kukoricahibridek fehérjetartamát, míg az NPK műtrágyaadagok növelése hibridtől függően különböző mértékben csökkentette a keményítőtartalmat. Fehérjetartalom tekintetében megállapítottuk, hogy a kedvezőbb ökológiai adottságú évben a trágyázás hatására az *Mv Vilma* hibrid ért el nagyobb fehérjetartalmat, viszont a következő évben ugyanez a *DKC 5211* hibridről mondható el.

A 2005-2006-os időjárási viszonyok a terméseredmények befolyásolásán keresztül a hibridek minőségére is hatással voltak. 2006-ban a hibridek fehérjetartalma szinte minden kezelésben meghaladta a 2005-ben mért értékeket, ami a termésátlagok alakulásával hozható összefüggésbe. A kisebb termésátlagok nagyobb fehérjetartalommal párosultak, ami a termésmennyiség és a nyersfehérje tartalom közötti gyenge negatív korrelációt feltételezi. Az NPK trágyázás az olajtartalomban nem okozott szignifikáns változást, azt elsősorban a genetikai tulajdonságok határozták meg, a vizsgálatba bevont hibridek közül a *DKC 5211* hibrid volt jellemezhető magasabb olajtartalommal.

A három éves kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a trágyázás termésmennyiségre és termésminőségre gyakorolt hatását a termesztés céljának meghatározásánál figyelembe kell venni. A termesztési célnak megfelelő termőhelyspecifikus és hibridspecifikus termesztéstechnológiát kell alkalmazni, ezen technológiák fejlesztésével növelni kell a korszerű biológiai alapok genetikai potenciájának jobb kihasználását.

A hibridspecifikus termesztéstechnológia feltételezi az eltérő genetikai adottságú hibridekre adaptált agrotechnika – beleértve a tápanyagellátás – biztosítását is. A helytelen – nem az ökológiai adottságokhoz igazodó – hibridválasztás elégtelen tápanyagellátással párosulva nagymértékben hozzájárul a kukorica termésingadozásához. Ugyanakkor a fenntartható növénytermesztés érdekében előtérbe kell helyezni a környezettudatos szemléletet, figyelembe kell venni minden egyes agrotechnikai beavatkozás hatását a termésre és a környezet állapotára.

## 7. SUMMARY

Cereal production is the major branch of the world's crop production, cereals are grown on approximately half of the total arable area. Maize is grown on about 10.4 % of the arable land that is on 144.4 million ha. More than 70 % of its growing area, that is 105 million hectares, is located in America and Asia where 82% of its total 700 million t yield is produced (*FAO, 2006*).

Wheat and maize have a very significant, strategic role in the crop production in Hungary; their growing area constitutes about 50% of the total arable land of 4.5 million hectares, out of which the growing area of maize have been around 1-1.2 million hectares for several decades. Regarding the yield, several eras can be differentiated in the history of maize production. There was a very intensive development in agriculture in the 1980s, as a result of this, the national average yield was above 6 t/ha for several years, then after the change of the regime, there has been a significant decline and the annual yield fluctuation reached even 30-50%. However, the national average yield was 7-7.7 t/ha due to the favourable climate conditions.

There has been significant changed in the utilization of maize also. In the former decades, 90% of the maize produced was used for animal feeding, this type of utilization has reduced and the industrial use has increased. In the past years, the possibility of intervention and bioethanol production created a certain market for the growers, but the intervention purchase by the Union was stopped as they claimed that it was only Hungary's interest and bioethanol production did not fulfil the hopes. Present bioethanol manufacturing capacity is around 80 thousand tons with two working plants at Szabadegyháza and Győr. The changes in the utilization of maize modified the quality and inner content requirements, instead of high protein content, high starch content is preferred.

The market position of maize has to be improved in the future and in order to maintain the competitiveness of the industry, maize production has to be stabilized, the annual yield fluctuation has to be mitigated and yield safety has to be increased. Primarily, the elements of hybrid-specific production technology should be considered, so the continuously increasing hybrid assortment calls for a continuous study of the hybrid-agrotechnique-environment interactions in crop production.

From these three factors, presently only the biological bases meet the most recent requirements, the agrotechnical factors do not satisfy the requirements of maize in many

cases, among others, neither the quantity nor the quality of fertilization is appropriate, while among the ecological factors the climate conditions are very unfavourable. The negative effects of the weather extremes can only be mitigated by selecting hybrids adapting to the growing site and by applying a hybrid-specific production technology.

In my thesis work, I evaluate the yielding capacity, natural nutrient uptake and utilization and yield stability of ten maize hybrids with different genetic qualities and vegetation periods at five fertilization levels the smallest being N 40, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 and K<sub>2</sub>O 30 kg/ha and the highest its fivefold and analyze the effect of the treatments on the water release dynamics and grain moisture content at harvest. Furthermore, the effect of NPK fertilization on the photosynthetic activity, leaf area index and starch, raw protein and raw oil content of hybrids was studied.

The experiment was set up in the garden of the Plant Sciences Institute of the Centre for Agricultural Sciences and Engineering, University of Debrecen in the years of 2004-2006.

Regarding weather in the experimental years, the amount of precipitation was above the thirty year average in 2004-2005 both for the total year and the vegetation period. In the last experimental year, the annual precipitation was lower than the average of many years, precipitation in the vegetation period of maize was almost equal to the average of 30 years. The monthly mean temperature was around the 30 year average, but the higher than average temperature in July 2006 (23.2°C) accompanied by water deficiency was disadvantageous for the blooming and fertilization processes of maize. In 2006 a heavy hail and windstorm caused damage in the stand.

Based on the years of 2004-2006, it can be stated that the natural nutrient utilizing ability of the hybrids *PR36R10* and *Mv Vilma* was outstanding, the yields were above the average in all three years, between 4.0-5.4 t/ha in the control plots. The yields of the hybrids *PR37M34* with short vegetation period and the late *Mv Vilma* were excellent, between 13.9-15.5 t/ha in the first two years. The hybrids *DK 4626*, *PR37M34*, *Sze SC 463 R* and *Mv Vilma* gave the highest yield increments and an excellent fertilizer response to the increasing fertilizer doses.

Regarding the fertilization, the first treatment (N40+PK) had the highest yield-increasing effect and the dose N120+PK resulted in a further significant yield increment. In 2004, the dose N200+PK significantly increased the yield of the hybrids *PR39D81*, *DK 440*, *PR37M34* and *PR38A24*, in this year the precipitation was favourable for the effectiveness of the higher fertilizer doses. On the contrary, in 2005-



2006, the treatments N160+PK and N200+PK resulted in a yield reduction or in a minimal yield increment. The optimal and balanced nutrient level was the treatment N 120, P 75, K 90 kg/ha for the studied hybrids, a dose higher than that is not recommended for efficacy and environmental considerations.

Based on the results of the three years, it can be stated that the fertilizer dose belonging to the maximum yield can be reduced by even 8-44 kg/ha N+PK depending on the hybrid without reaching a yield reduction of  $SD_{5\%}$ .

When evaluating the relationship between fertilization and yield stability, it can be stated that the most stable, but the lowest yield (3.3-5.0 t/ha) was obtained in the control treatment without fertilization. Under improving environmental conditions, the most intensive change in the yields was observed in the treatments N80+PK and N120+PK. As a result of the highest fertilizer doses, a higher yield was observed under unfavourable environmental conditions as compared to other fertilizer levels, but with improving environmental conditions their yield was lower than that of the optimal dosage of N120+PK.

In the average of the fertilizer treatments, the most stable yields among the FAO 200-300 hybrids were observed for *PR39D81*, its yield (8.2-8.9 t/ha) was higher than that of others under poor environmental conditions, but with improving environmental conditions, the yield increments of the hybrids *PR37M34* and *DK 4626* were the highest. Among the FAO 400-500 hybrids, the most stable yield was obtained for *DKC 5211* for the three years, but the most intensive response to improving environmental conditions was given by the hybrid *Mv Vilma* with the longest vegetation period.

In addition to the amount of yield, the grain moisture content at harvest basically determines the profitability of maize production. In addition to the water releasing ability and vegetation period of the hybrids, the grain moisture content at harvest was significantly influenced by the fertilization level and the year effect. In hybrids with quick water release and short vegetation period, the physiological maturing occurs earlier and the grain moisture content is below 35-40 % by the end of August or beginning of September already (e.g. *PR39D81*, *DK 440*). From physiological maturity until harvest, the daily water release was around 0.54-0.66 % and accordingly, their grain moisture content at harvest ranged between 10 and 20 %. There are certain hybrids in which the water release accelerates in the second half of maturing such as *PR38A24*, *Sze SC 463R* and *Mv Vilma*. Dynamics of water release during maturing was more favourable under a harmonic fertilization of N 120, P 75, K 90 kg/ha then under

treatments of N 200, P 125, K 150 kg/ha. The grain moisture content at harvest for hybrids with longer vegetation period was higher primarily in 2004-2005 with around 20-25 % values (*Sze SC 463R*, *DKC 5211* and *Mv Vilma*). Hybrids with longer vegetation period have a higher potential yield, but the extra costs of drying can consume a significant part of profit from the extra yield. Based on our results, it can be stated that grain moisture content at harvest is greatly influenced by the hybrid, the applied agrotechnique and the year.

When studying photosynthesis, we found that photosynthetic activity is determined by several factors and their interactions such as the genetic background, vegetation period of the hybrid, temperature and precipitation as climate conditions and nutrient supply as an agrotechnical factor. Improving fertilization increased the intensity of photosynthesis and a significant difference was observed in photosynthesis between the control and the N120+PK treatments. However, the water requirements of maize increased with increasing fertilization and in the dry period a water deficiency occurred, to which the plant's response was closing of the stoma and a reduction in the intensity of photosynthesis in the fertilized plots. With the advancement of the vegetation period, the photosynthesis was reduced differently in the different fertilizer treatments, but the rainy weather in the second half of the vegetation period of maize in 2005 resulted in a prolongation of the vegetation period, the senescence of the tissues started later, due to this, there was only a minimal, non-significant reduction in photosynthetic activity at the optimal N120+PK fertilizer dose. On the contrary, photosynthetic activity of the highest dosage fertilizer treatment showed a continuous reduction already after the first assessment in 2006. The hybrids *PR38A24*, *DK4626* and *PR39D81* had a higher than average photosynthetic activity ranging between 40-48.2  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  depending on the year.

Regarding the leaf area of maize, we found that both fertilization and the year had a significant effect on the leaf area index. Fertilization significantly increased the leaf area of maize as compared to the control, but the difference was not significant between the fertilization levels. In 2005, the leaf area of the hybrids was considerably higher than in the previous year, which can be explained by the year effect. In this year, the more rainy months were in the vegetation period of maize and the rainy August resulted in a prolongation of the vegetation period and this might be the reason why the leaf area did not change in the assessments in August. The hybrids *DK 4626* and *DKC 5211* had outstanding leaf area index values in all three years.

The relationship between the yield and the leaf area index of the studied hybrids was studied by using the Pearson correlation analysis. Comparing the yields and leaf areas, we found that the highest yields and the highest leaf area values per m<sup>2</sup> were obtained in the treatment N120+PK in the average of the hybrids with values of 12.58 t/ha and 2.6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> and 13.51 t/ha and 3.39 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> in 2004 and 2005, respectively. Based on the correlation analysis, we found a tight positive correlation between the yield and the leaf area index of the studied hybrids for 2004-2006.

As an effect of the fertilization among the studied inner content parameters, the greatest changes were observed in the protein and starch contents, N-fertilization increased the protein content of hybrids, while the increasing NPK dosages reduced the starch content by different amounts depending on the hybrid. Regarding the protein content, we found that a higher protein content was obtained for *Mv Vilma* under favourable conditions as a result of fertilization, but in the next year the best result was obtained for *DKC 5211*. Weather conditions in 2005-2006 had an effect on the quality of hybrids via influencing the yield. In 2006, the protein content of the hybrids was higher in almost all treatments than in 2005, which is probably due to the change in the yield. The lower yields were accompanied with a higher protein content, which indicates a weak negative correlation between the yield and the raw protein content. NPK fertilization did not result in a significant change in the oil content, it was determined primarily by genetic traits. Among the studied hybrids, *DKC 5211* had a higher oil content.

Based on the results of our three-year experiment, it can be stated that the effect of fertilization on yield quality and quantity should be taken into consideration when determining the purpose of production. A site- and hybrid-specific production technology fitting the purpose of production should be applied, by developing these technologies the exploitation of the genetic potential of the modern biological bases should be improved.

A hybrid-specific production technology requires the application of agrotechniques (including fertilization) adapted to the hybrids with different genetic background. Improper hybrid selection (not adapted to the ecological conditions) accompanied with insufficient fertilization greatly contributes to the fluctuation of maize yield. For sustainable crop production, environmental awareness should be strengthened, the effect of each agrotechnical measure on the yield and the environment should be considered.

## 8. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A környezeti tényezők javulásával nő a hibridek termése és termésstabilitása, amely magával vonja a műtrágyaigény és műtrágya hasznosulás növekedését. A kísérleti eredmények alapján legstabilabb volt a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés termése, de egy igen alacsony termésszinten. Javuló feltételek mellett elegendő  $N_{120}$   $P_{75}$   $K_{90}$  kg/ha műtrágyaadag a nagyobb termések realizálásához.
2. A kukorica hibridek természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képessége, továbbá a műtrágyareakciójuk nagymértékben eltérő, amit a tápanyag utánpótlásnál, a trágyázási technológiáknál figyelembe kell venni. A vizsgált években a *PR36R10* és az *Mv Vilma* természetes tápanyaghasznosító képessége, a rövidebb tenyészidejű *PR37M34*, és a kései érésidejű *Mv Vilma* termőképessége bizonyult kiválóknak és kiemelkedő volt a *DK 4626*, a *PR37M34*, a *Sze SC 463 R* és az *Mv Vilma* trágyareakciója.
3. A vizsgált kukoricahibridek agroökológiai műtrágyaoptimuma  $N_{120}$   $P_{75}$ ,  $K_{90}$  kg/ha hatóanyag, melyet módosíthat a hibrid tenyészideje, az évjárat hatása és az egyéb agrotechnikai feltételek (tőszám, növényvédelem, stb.).
4. A műtrágyázás növelésével, hibridtől függően eltérő mértékben, nő a növény asszimilációs felülete és élettartama, így több sugárzási energia felfogására képes a növény, ami termésnövekedésben realizálódik. A hibridek levélterület-indexe és termése között pozitív, igen szoros összefüggést találtunk.
5. A hibridek vízleadás dinamikája az érés időszakában hibridtől, évjáratától és az agrotechnikai tényezőkön belül a tápanyagellátástól függően változik. Vannak hibridek, pl. *PR39D81*, *DK 440*, melyek az érés időszakának első felében és vannak, amelyek az érés időszakának második felében adják le gyorsabban a víztartalmukat, *PR38A24*, *Sze SC 463R* és az *Mv Vilma*. Az érés időszak vízleadás dinamikája szoros összefüggésben van a betakarításkori szemnedvesség tartalommal.
6. A vizsgált hibridek vízleadás dinamikája optimális,  $N_{120}$ ,  $P_{75}$ ,  $K_{90}$  kg/ha tápanyagellátásnál alakult kedvezően. Alul és túltrágyázás esetén az alsó levelek leszáradása gyors, ami a szemnedvesség biológiai úton (leveleken keresztüli) történő leadását lassítja. A szemnedvesség fizikai úton történő leadása a környezeti tényezőktől nagymértékben függ és lassú folyamat.

7. A beltartalmi paraméterek nagymértékben függenek a hibridtől, a környezeti feltételektől, az évjárat hatásától, a tápanyagellátástól. A fehérjetartalma a *DKC 5211* és az *Mv Vilma* hibrideknek volt kedvező, míg a keményítőtartalma a *PR37M34* hibridnek. Az NPK műtrágyaadag növelésével a termésmennyiség és a fehérjetartalom nő, a keményítőtartalom csökkenhet, ezért a keményítőtartalom nem a műtrágyaadag növelésével, hanem az N-P-K táparány változtatásával (a N mérséklésével és a K növelésével) fokozható. Az NPK trágyázás az olajtartalomban nem okoz szignifikáns változást, azt elsősorban a genetikai tulajdonságok határozzák meg.

## 9. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A kukorica hibridek trágyareakciójának ismerete lehetőséget nyújt az adott ökológiai és agrotechnikai feltételekhez legjobban illeszkedő hibrid megválasztásához.
2. A kukorica termésbiztonságát a talaj tápanyagellátásához és a kukorica igényéhez igazodó optimális NPK tápanyagellátás növeli, az elégtelen tápanyagellátás a termésstabilitást csökkenti.
3. Az eredmények alapján olyan műtrágyázási technológia alkalmazható, amely a hatékonyság mellett biztosítja a termesztési célnak megfelelő minőséget, a talajtermékenység hosszú távú fenntartását és a környezetvédelem követelményeit.
4. A kukorica hibridek vízleadás dinamikájának ismerete lehetővé teszi, hogy gyorsabb vízleadású hibrid választásával a szárítási költséget csökkentsük.
5. A hibridek vízleadás dinamikáját, a betakarításkori szemnedvesség tartalmát nem csak a hibrid tulajdonsága befolyásolja jelentősen, hanem az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátás, és az évjárat hatása is, amit a gyakorlati termesztés során figyelembe kell venni.
6. A vizsgálati eredmények lehetővé teszik, hogy az ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők közötti kapcsolatok harmonizálásával, a hibridspecifikus termesztési technológiával a kukorica termésbiztonságát növeljük.
7. A hibridspecifikus termesztéstechnológiai alkalmazását elősegíti, a terméseredményeket fokozza, ha olyan agrotechnikai feltételrendszerrel biztosítunk, amely növeli a levélterületet, a fotoszintetikus aktivitást és ezzel összhangban a nagyobb szárazanyag beépülést.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

1. ÁCS A. (1972): Kukorica szerves- és műtrágyázási kísérletek eredményei a Debreceni Agrártudományi Főiskola gazdaságában. In: III. Műtrágyaadag-és aránykísérletek szántóföldi növényekkel. Akadémiai Kiadó, Budapest 1828-1968. 171.-178. p.
2. AILDSON, P. D.-STEPHEN, C. M.-DAVID S. J.-JORGE DE C. K. (2005): Grain quality of brazilian maize genotypes as influenced by nitrogen level. *Crop Science* 45: 1958-1964. p.
3. ANDA A. (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő-és vízháztartási komponensének alakulása a N-ellátottság függvényében. *Növénytermelés*. Tom. 36. No.3. 161-170. p.
4. ANDERSON F. L.-KAMPRATH F. L.-MOLL R.H. (1985): Prolificacy and N-fertilizer effects on yield and N utilization in maize. *Crop Science*. 25. 598-602. p.
5. ÁRENDÁS T.-SARKADI J.-MOLNÁR O. (1998): Műtrágyahatások kukorica-őszi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon. *Növénytermelés*. Tom. 47. 45-57. p.
6. ARSY M. (1989): Kukorica csíranövények P igénye a maximális terméshez. *Madison Agronomy Journal*. 81. k. 1. sz. 95-99. p.
7. BAIER W. (1983): Crop-weather analysis model: rewiew and model development. *Journal of Applied Meteorology*, 12. (5). September. 937-947. p.
8. BAJAI J. (1959): Összefüggés a kukorica levélfelülete és a tenyészterület alakja között. *Növénytermelés* 8/3. 217-221. p.
9. BÁLINT A.-GECZKI I.-KOVÁCS G.-NÉ-MENYHÉRT Z. (1976): Fehérje és aminosav mutánsok előállítása kukoricában. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 42. No. 1. 49-63. p.
10. BALJURA V. I. (1960): Levélfelület és a növényállomány sűrűsége. *Kukurucza*, Moszkva 5/6. 39-42. p.
11. BALLA A.-NÉ (1960): A trágyázás hatása a kukorica termésére és tápanyagtartalmára. *Agrokémiai és Talajtan*. 9. 307-322. p.
12. BALLA A.-NÉ (1966): Különféle szerves és műtrágyák hatása a kukorica termésére és a szem nitrogén tartalmára különböző talajokon az 1961-64. években. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-64.* Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó. Budapest. 155-165. p.
13. BALLA L. (1980): Istállótrágyázási és műtrágyázási kísérletek Martonvásáron. Budapest. *Növénytermelés*. Tom. 29. No. 4. 355. p.
14. BEAUCHAMP, E. G.- KANNENBERG, L. W.- HUNTER, R. B. (1976): Nitrogen accumulation in corn genotypes following silking. *Agron. Journal* 68. 418-422. p.
15. BERZSENYI Z. (1988a): A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára. *Növénytermelés*. 37. 527-540. p.
16. BERZSENYI Z. (1988b): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára. *Növénytermelés*. 37. 527-540. p.
17. BERZSENYI Z. (1993a): A N-műtrágyázás és az évjárat hatása a kukoricahibridek (*Zea mays* L.) szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletekben az 1970-1991. években. *Növénytermelés*. Tom. 42. No. 1. 49-63. p.

18. BERZSENYI Z. (1993b): A N-műtrágyázás hatása a kukorica növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*, 42. No. 5. 457-471. p.
19. BERZSENYI Z.-D. Q. LAP (2003a): A N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 2003. Tom. 52. No. 3-4. 389-408. p.
20. BERZSENYI Z.-D. Q. LAP (2003b): A vetésidő és a N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására. In: *Kukoricahibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása*. Szerk. NAGY J. Debrecen, DE ATC. 2003. 39-62. p.
21. BERZSENYI Z.-D. Q. LAP (2005): Műtrágyázás x növényszám interakció hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésre és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés*. Tom. 54. No. 1-2. 35-51. p.
22. BERZSENYI Z.-D. Q. LAP-MICSKEI GY.-TAKÁCS N. (2005): Kukoricaszár és N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és termésstabilitására monokultúras tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 2005. Tom. 54. No. 5-6. 433-446. p.
23. BERZSENYI Z.-D. Q. LAP (2006): Use of various functions to analyse the fertilizer responses of maize (*Zea mays* L.) hybrids in long-term experiments. *Acta Agronomica Hungarica*. 2006. 54. (1). 1-14. p.
24. BERZSENYI Z.-GYÖRFFY (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. *Növénytermelés*, 44. No. 5-6. 507-517. p.
25. BERZSENYI Z.-GYÖRFFY (1996): A vetésforgó és a trágyázás hatása a kukorica termésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 45. No. 3. 281-296. p.
26. BERZSENYI Z.-GYÖRFFY B. (1997): Az istállótrágya és a műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és termésstabilitására monokultúrában tartamkísérletben. *Növénytermelés*. Tom. 46. No. 5. 509-527. p.
27. BERZSENYI Z.-SZUNDY T. (1998): Vetés. In: *Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell*. Szerk. SZÉLL E.-SZIBERETH D. Mezőmag Kft., Székesfehérvár. 96-104. p.
28. BOCZ E. (1962): A kukorica több évtizedes termésének elemzése két éghajlati tényező alapján Mezőhegyes és Bábolna nagyüzemi termelési viszonyai között. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1958-60*. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 50-57. p.
29. BOCZ E. (1974): A szántóföldi növények hazai trágyázásának irányelvei. Debrecen. 65-77. p.
30. BOCZ E. (1976): *Trágyázási útmutató*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 257. p.
31. BOCZ E. (1981): A növénytermesztés ösztönző támogatása. *Magyar Mezőgazdaság*, 36. évf. 27. 9. p.
32. BOCZ E. (1992): *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 887. p.
33. BOCZ E. (1998): A Debreceni minőségi kutatások története. „Agro-21” Füzetek. *Az agrárgazdaság jövőképe*. 23. 104-116. p.
34. BOCZ E.-NAGY J. (1981): A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés*. Tom. 30. No. 6. 539-549. p.
35. BONCIARELLI F.-MONOTTI M. (1975): Growth analysis of hybrid corn of different earlines. *Maydica* XX: 39-55. p.



36. CAVALIERI, A. J.- SMITH, O.S. (1985): Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982. *Crop Science* 25. 856-860. p.
37. CHARLES A. SHAPIRO-CHARLES S. WORTMANN (2006): Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal*. 98: 529-535. p.
38. CSAJBÓK J.-KUTASY E. (2001): A tápanyagellátás és a fotoszintetikus aktivitás összefüggései kukorica hibrideknél. In: II. Növénytermesztési Tudományos Nap, Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben. Budapest. Szerk.: Pepó P.-Jolánkai M. 56. p.
39. CSAJBÓK J.-KUTASY E. (2002): A tápanyagellátás és a fotoszintetikus aktivitás összefüggései kukorica hibrideknél. In: II. Növénytermesztési Tudományos Nap, Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben. Budapest. Szerk.: Pepó P.-Jolánkai M. 173-180. p.
40. CSAJBÓK, J.-KUTASY, E.-BORBÉLY-NÉ, H. É.-FUTÓ, Z.-JAKAB, P. (2005): Effects of nutrient supply on the photosynthesis of maize hybrids. *Cereal Research Communications*, Vol. 33. No. 1. 169-172. p.
41. CSATHÓ P. (1989): A foszforellátottság hatása az őszi búza termésingadozására monokultúrában. Búzanemesítési és-termesztési Ifj. Tud. Konf. Martonvásár. 16-18. p.
42. CSATHÓ P. (1992): K és P hatások kukoricában meszes csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. Tom. 41. 241-260. p.
43. CSATHÓ P.-LÁSZTITY B.-SARKADI J. (1991): Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés*. Tom. 40. no. 4. 339-351. p.
44. CSERHÁTI S. (1901): Általános és különleges növénytermelés. II. Magyaróvár 527. p.
45. DEBRECZENI B. (1979): Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 357. p.
46. DEBRECZENI B. (1990): Kálium a növénytermesztésben. *Magyar Mezőgazdaság*. 45. Évf. 21. sz. 10-12. p.
47. DEBRECZENI B.-DEBRECZENI B.-NÉ (1983): A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 265. p.
48. DEBRECZENI B.-NÉ (1994): A termőhely-klíma-talajtípus hatása, főbb növényei tápelem koncentrációjára az OMTK kísérletekben. In: Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest. 48-54. p.
49. DEBRECZENI B.-NÉ-SZLOVÁK S. (1985): A kukorica nitrogénfelvételének tanulmányozása 15-N jelzett műtrágyával. II. Magyar Növényvédelmi Kongresszus. MTA Szegedi Biológiai Központ. Előadás.
50. DEBRECZENI, K.-BERECZ, K.-KISMÁNYOKY, T. (2004): Relationship between rainfall and fertilization in long-term field experiments. In: Proceedings of the III. Alps-Adria Scientific workshop. 1-6. March 2004. Dubrivnik. Ed. SZ. HIDVÉGI-CS. GYURICZA, 249-253. p.
51. DOBOS A.-NAGY J. (2003): Az MV 484 SC hibrid vízleadás dinamikájának vizsgálata. In: 50 éves a magyar hibridkukorica. Szerk. MARTON L. CS.-ÁRENDÁS T. Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. 105-111. p.
52. DWYER, L. M.-ANDERSON, A. M.-STEWART, D. W.-MA, B. L.-TOLLENAAR, M. (1995): Changes in maize hybrid photosynthetic response to leaf nitrogen from pre-anthesis to grain fill. *Agronomy Journal*. 1995. 87(6). 1221-1225. p.

53. DWYER, L. M.–TOLLENAAR, M. (1989): Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivars, 1959 to 1988. *Can. J. Plant Science* 69. 81-91. p.
54. EL HALLOF, N.-SÁRVÁRI, M. (2005): Relationship between fertilization, leaf area index, photosynthetic activity and yield of hybrids. *Cereal research communications. Hungary*, 2005. Vol. 33. No. 1. 181-184. p.
55. FISCHER, F. L.–SMITH, O.E. (1960): The influence of nutrient balance on yield and lodging of Texas Hybrid corn. *Agronomy Journal*. 52. 4. 201-204. p.
56. FUTÓ Z. (2003): A levélterület hatása a kukorica termésereedményére trágyázási kísérletben. *Növénytermelés*, Tom. 52. No. 3-4. 317-328. p.
57. FUTÓ Z.-JAKAB P. (2001): A kukoricatermesztési biológiai alapjainak jövőbeli kihívásai. *Agrárius Regionális Agrárinformációs Havi*lap. 2001/6. 14-15. p.
58. GENTER, C. G.–EHEART, J. F.–LINKOUS, W. N. (1956): Effect of location, hybrid, fertilizer and rate of planting on the oil and protein content of corn grain. *Agronomy Journal*. 48. 63-67. p.
59. GUNDEL J. (1977): A takarmányozás minőségi igényei a kukoricával szemben. In: *A kukorica jelene és jövője*. Szerk. BÁLINT A. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 62-66. p.
60. GYENES-NÉ HEGYI ZS.-KIZMUS L.-ZÁBORSZKY S.-MARTON L. CS. (2001): A kukorica fehérje- és olajtartalmának, valamint ezerszemtömegének alakulása eltérő ökológiai körülmények között. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 50. No. 4. 385-394. p.
61. GYŐRFFY B. (1969): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére, komplex I. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-68*. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 54-60. p.
62. GYŐRFFY B. (1979): Istálló- és műtrágya hatásának értékelése vetésforgóban a hatóanyag-azonosság elve alapján. 291-300. p. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1968-1974*. (Szerkesztette: Dr. Bajai Jenő 426. p.) Akadémiai Kiadó, Budapest.
63. GYŐRFFY B.-I'SÓ I. (1966): A kukorica. In: *A növénytermesztés kézikönyve 1*. Szerk. LÁNG G. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 1966. 190-279. p.
64. GYŐRFFY B.-I'SÓ I.-BÖLÖNI I. (1965): *Kukoricatermesztés*. Szerk. I'SÓ I. Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 411. p.
65. GYŐRFFY B.-SZABÓ J. L.-O'SVÁTH J. (1966): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők interakcióinak vizsgálata polyfaktoriális kísérletekben, komplex II. In: *kukoricatermesztési kísérletek 1961-64*. Szerk: I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 74-88. p.
66. GYŐRFFY B.-SZABÓ J. L.-O'SVÁTH J. (1969): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők interakcióinak vizsgálata polyfaktoriális kísérletekben, komplex II. In: *kukoricatermesztési kísérletek 1965-68*. Szerk: I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 61-77. p.
67. GYŐRI D.-NÉMETH J.-MATUSNÉ S. K.-NHOTH P. (1990): Búza és kukorica optimális N-műtrágya igényének megállapítása talajvizsgálattal. *Növénytermelés*. Tom. 39. No. 3. 139-146. p.
68. GYŐRI Z. (1998a): A növényi termékek minősítése a hazai és a külföldi gyakorlat tükrében. „Agro-21” Füzetek. *Az agrárgazdaság jövőképe*, 23. 88-103. p.
69. GYŐRI Z. (1998b): A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. *Akadémiai doktori értekezés tézisei*. Debrecen. 42. p.

70. GYŐRI Z. (1999): A tápanyagellátás hatása a növényi termékek minőségére. In: Tápanyag-gazdálkodás. Szerk. FÜLEKY GY. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 600-605. p.
71. GYŐRI Z. (2002): A növényminőség és az agrotechnika összefüggései. <http://www.kfki.hu/chemonet/osztaly/eloadas/gyoriz.html> (2005.04.11.)
72. GYŐRI Z.–GYŐRINÉ M. I. (2002): A kukorica minősége és feldolgozása. Szerk. TABÉRY G. Szaktudás Kiadó Ház Rt. 69. p.
73. GYŐRI, D.–MÁTZ, G. (1979): Changes in the zinc and tryptophane contents of maize grains as a response to increasing rates of phosphorous fertilization. *Acta Agr. Hung.* 28. 158-167. p.
74. GYURICZA CS. (2005): Agrotechnikai válaszok az időjárási szélsőségekre. *Agro Napló.* IX. évf. 2005/5. 15-17. p.
75. HANWAJ, J. J.–RUSSEL, W. A. (1969): Dry-matter accumulations in corn (*Zea mays* L.) plants: Comparisons among singlecross hybrids. *Agronomy Journal.* 61. 947-951. p.
76. HARMATI I. (1981): A kukoricaöntözés hatékonyságának növelési lehetőségei. *Tudomány és Mezőgazdaság.* XIX. 45-50. p.
77. HARMATI I. (1995): A kukorica nitrogén és foszfor műtrágyázása meszes réti talajon. *Agrokémia és Talajtan.* Tom. 44. 31-39. p.
78. HE, P.-JIN, J.-LIN, B. (1999): Effect of nitrogen application rates on leaf senescence and its mechanism in spring maize (*Zea mays* L.). *Chinese agricultural sciences.* 89-95. p.
79. HEGYI ZS.-PÓK I.–MARTON L. CS. (2006): Górcső alatt a martonvásári hibridkukoricák minősége. *Mag kutatás, fejlesztés és környezet.* 2006. augusztus-szeptember, 28-31. p.
80. HOLLÓ S. (1994): A Kompolton végzett tartamkísérletek. In: *Trágyázási Kutatások. 1960-1990.* Szerk. DEBRECZENI B.-DEBRECZENI B.-né. Akadémiai Kiadó. Budapest. 46-48. p.
81. HUANG, S.W.–SUN, G.F.–JIN, J.Y.–ZUO, Y. B.–HE, P. (2004a): Effect of nitrogen, phosphorus and potassium application on grain yield and quality of high-oil and high starch maize. *Plant nutrition and fertilizer science.* 10.(3): 225-230. p.
82. HUANG, S.W.–SUN, G.F.–JIN, J.Y.–HE, P.–WANG, X.F.–ZHANG, G.G.–XIE, J.G.–ZHANG K. (2004b): The effect of nitrogen levels on grain yield, protein, amino acid and fatty acid of high-oil maize. *Scientia Agricultura Sinica,* 37 (2). 250-255 p.
83. HUZSVAI L. (2005): Az időjárás hatása a kukorica termésére és a műtrágyázás hatékonyságára. In: *Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága.* Szerk. NAGY J. 115-126. p.
84. I'SÓ I. (1966): Tenyésztésterület- és műtrágyázási faktoriális kísérletek különböző tenyészidejű hibridekkel. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-64.* Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 261-274. p.
85. IZSÁKI Z. (1999): A nitrogén és foszfor ellátottság hatása néhány szántóföldi kultúra fehérjetartalmára és aminosav összetételére. *Növénytermesztés és környezetvédelem,* Budapest, Szerk.: RUZSÁNYI L.–PEPÓ PÉ. MTA Agrártudományi Osztály. Budapest, 92-97. p.
86. JAKAB, P.–FUTÓ, Z.–CSAJBÓK, J. (2005): Analyze of photosynthesis and productivity of maize hybrids in different fertilizer treatments. *Cereal Research Communication.* 2005. 33.(1). 205-207. p.

87. JAYNES, D. B.– COLVIN T. S. (2006): Corn yield and nitrate loss in subsurface drainage from midseason nitrogen fertilizer application. *Agronomy Journal*. 98: 1479-1487. p.
88. JELLUM, M. D.–BOSWELL, F. C.–YOUNG, C. T. (1973): Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. *Agronomy Journal*. 65. 330-331. p.
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. p.
90. JOLÁNKAI M.-MENYHÉRT Z.-SZÉLL E. (1999): Fajtaérték a növénytermesztésben. In: *Növénytermesztés és környezetvédelem*. Szerk. RUZSÁNYI L.-PEPÓ PÉ. MTA Agrártudományok osztálya, Bp. 1999. 30-36. p.
91. JOSEPHON L. M. (1962): Effects of potash on premature stalk dying and lodging of corn. *Agronomy Journal*. 54. 2. 179-180. p.
92. KÁDÁR I. (1987): A kukorica ásványi tápanyagellátása. *Növénytermelés*. Tom. 36. No. 1. 57-66. p.
93. KÁDÁR I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. *Doktori értekezés tézisei*, Budapest. 5-9. p.
94. KÁDÁR I. (1998): gazdaságos műtrágyázás agrokémiai alapjai, In: IV. Agrárökonómiai Tudományos Napok II, Szerk. Magda S.-Radó A. Gyöngyös, GATE Mezőgazdasági Főiskolai Kar, 1994. 427-431. p.
95. KÁDÁR I. (2000): A kukorica tápelem-felvétele és trágyaigénye. *Gyakorlati agrofórum*. 11. 3. 41-43. p.
96. KÁDÁR I.-CSATHÓ P.-SARKADI J. (1989): A talajok PK-ellátottsága és a PK-trágyázás hatékonysága közötti összefüggés meszes csernozjom talajon. *A Magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Társaságának Vándorgyűlése*. Szarvas, 1988. szeptember 1-2. In: *Agrokémia és Talajtan* Tom.38. 78-82. p.
97. KÁDÁR I.-GULYÁS F.-GÁSPÁR L.-ZILAHY P. (2000): A kukorica (*Zea mays* L.) ásványi táplálása meszes csernozjom talajon I. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 49. No. 4. 371-388. p.
98. KÁDÁR I.-LÁSZTITY B. (1979): A feltöltő foszfor és kálium műtrágyázás lehetőségének vizsgálata néhány magyarországi talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 258. 123-142. p.
99. KADLICKSKÓ B.–KRISZTIÁN J.–HOLLÓ S. (1988): Kálium műtrágyázási kísérletek eredményei barna erdőtalajokon. *Növénytermelés* Tom. 37. 43-52. p.
100. KARIM, J.-IZHARUL, H.-ADBUL, B. (2006): Effect of time and levels of potassium application on the yield and yield components of maize. *Sarhad Journal of Agriculture*. 22 (2): 271-275. p.
101. KARKI, T. B.-ASHOK, K.-GAUTAM, R. C. (2005): Influence of integrated nutrient management on growth, yield, content and uptake of nutrients and soil fertility status in maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2005. 75. (10). 682-685. p.
102. KERTÉSZ Z.-NÉ (1982): Kukoricahibridek (egész növény) néhány beltartalmi mutatójának változása a növény különböző fejlődési fázisaiban. *Növénytermelés*, Tom. 31. No. 2. 109-117. p.
103. KHAN, I. A.-SHER, A.-JAN, N. E. (2006): Maize yield as affected by fertilizer split doses and different application methods under agroclimatic conditions of northern areas of Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2006. 22. (1). 99-103. p.
104. KOTEVA, V. (1995): Effect of fertilizer application on the quality of grain maize grown without irrigation in south-east Bulgaria. *Rasteniievndni Nauki*. 32: 9-10. 181-183. p.

105. KOVACEVIC, V. (2004): Precipitation influences on maize yields in eastern Croatia. In: Proceedings of the III. Alps-Adria scientific workshop. 1-6. March 2004. Dubrivnik. Ed. SZ. HIDVÉGI-CS. GYURICZA, 295-299. p.
106. KOVÁCS G. J. (1982): A kukorica víz-és tápanyag-dinamikájának kritikus ökofizikai kapcsolata. Növénytermelés. 31. 4. 355-365. p.
107. KOVÁCS-SCHNEIDER M.–BÁLINT A.–GECZKI I.–KOVÁCS G. (1986): A kukorica szemtermésének olaj- és fehérjetartalomra történő nemesítése. Növénytermelés. Tom. 35. No. 5. 383-389. p.
108. KOZÁK M. (1977): A kálium műtrágyázás hatása a búza, kukorica és takarmányborsó termésére és tápanyagtartalmára. Agrokémia és Talajtan. Tom. No. 3-4. 363-375. p.
109. KRÁMER M. (1966): Martonvásári hibridkukoricák termésének és tápanyagtartalmának alakulása a műtrágyázás hatására. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-64. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 166-179. p.
110. KRÁMER M.-PEKÁRY K. (1962): A műtrágyák hatása a gabonafélék tápanyagfelvételére és termésük minőségére csernozjom barna erdőtalajon. Agrokémia és Talajtan 11. 191-202. p.
111. KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1992): Periodikus foszfor műtrágyázás. Növénytermelés Tom. 41. 141-148. p.
112. KUMAR, S. M. S.-SUNDARI, A. (2002): Studies ont he effect of major nutrients and crop-weed competition period in maize. Indian Journal of Weed Science. 34(3/4). 309-310. p.
113. LAKATOS L.-TÓTH SZ.-PEPÓ PÁ. (1996): A kukorica (*Zea mays* L.) szárazanyag gyarapodásának vizsgálata diallél rendszerekben klimatikus stresszfüggvény alkalmazásával. Növénytermelés, 45. 4. 353-364. p.
114. LÁNG G. (1966): Tenyésztület- és műtrágyázási kísérletek Mv5 hibridkukoricával (1961-1964). In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-64. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 282-293. p.
115. LAP, D. Q. (1992): A növényszám és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésére. Kandidátusi értekezés, MTA Mg. Kutatóintézete, Martonvásár
116. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1994): A tartós NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. Növénytermelés. Tom. 43. 157-167. p.
117. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1995): NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben mezőföldi csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 47-60. p.
118. LATKOVICS I. (1964): Fragen der Maisdüngung auf den wichtigsten Bodentypen Ungarus. Agrokémia és Talajtan 13. 117-122.p.
119. LAWTON, J. W.-WILSON, C.M. (2003): Proteins of the kernel. In: Corn. Chemistry and technology. 2nd. Ed. P.J. WHITE–L.A. JOHNSON. USA. 313-354. p.
120. LEMCOFF, J. H.–LOOMIS, R.S. (1986): Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop Science 26. 1017-1022. p.
121. LIANG, B. C.–MACKENZIE, A. F.–KIRBY, P. C.–REMILLARD, M. (1991): Corn production in relation to water inputs and heat units. Agronomy Journal. 83:794-799. p.
122. LOUÉ, A. (1979): A kukorica káliumban gazdag talajt kíván. Serv. Agric. Mulhause. 1. 1-4. p.
123. LÖNHARD-NÉ B. É.–NÉMETH I. (1989): A N-trágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) levélfelületének alakulására. Növénytermelés. Tom. 38. No. 6. 541-549. p.

124. LÖNHARD-NÉ B.É.-NÉMETH I.-RAGASITS I. (1996): A fotoszintetikus potenciál hatása a búza kaláshosszúságára és kalásztömegére. *Növénytermelés*, Tom. 45. No. 1. 53-59. p.
125. LŐRINCZ K. (1969): A műtrágyamennyiség növelésének hatása a kukorica fejlődésére és termésére meszes homokon. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968*. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 177-185. p.
126. MAGALHAES, J.R.- WILCOX, G.E. (1984): Ammonium toxicity development in tomato plants relative in nitrogen form and light intensity. *Journal of Plant Nutrition* 7. 1477-1496. p.
127. MÁNDY GY. (1974): A bő termés biológiai alapjai. *Mezőgazdasági Kiadó*, Bp. 1974. 315. p.
128. MARINOV, M.(1986): Vlinjanie na mnagogdis noto szisztemno torene foszforen tornvarhu dobiva ot psenica i averia. *Rasztenievadni Nauki Szófia*. 22. k. 2. sz. 11-17. p.
129. MARTON L. (2004): Gabonatermesztés jövőjéről, a múlt tükrében. *Őstermelő*, 2004/2. sz. 108-110. p.
130. MARTON L. CS. (1999): A martonvásári kukoricanevelési kutatások célkitűzései és eredményei. In: *50 éves a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete. Jubileumi Tudományos Ülés*. 1999. június 2-3. Martonvásár. Szerk. VEISZ O. 50-57. p.
131. MARTON L. CS.-ÁRENDÁS T.-BÓNIS P.-NAGY J.-BERZSENYI Z. (2005a): A vízellátás hatása a különböző tenyészidejű kukorica hibridek agronómiai tulajdonságaira. „Agro-21” Füzetek. *Klíma-változás-Hatások-Válaszok*. 2005. 41. szám. 95-101. p.
132. MARTON L. CS.-BERZSENYI Z.-SZUNDY T.-ÁRENDÁS T.-BÓNIS P. (1999): Különböző tenyészidejű kukoricahibridek termőképességének és szemnedvességének összehasonlító értékelése. In: *Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok*, Debrecen. Szerk. RUZSÁNYI L.-LESZNYÁK M.-NÉ-JÁVOR A. 85-89. p.
133. MARTON L. CS.-SZUNDY T.-HADI G.-PINTÉR J. (2005b): A kukorica alkalmazkodó képességének javítására folytatott szelekció gyakorlati eredményei vásáron. In: *Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága*. Szerk. NAGY J. DE ATC. Center-Print Kft. 2005. 139-146. p.
134. MARTON L. CS.-SZUNDY T.-PÓK I. (2005c): A kukorica szemtelítődési periódus hosszának és virágzási idejének kapcsolata. In: *Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága*. Szerk. NAGY J. DE ATC. Center-Print Kft. 2005. 127-138. p.
135. MARTORANA, F.-BELLOCCHI, G.-MARIOTTI, M. (1997): Effect of nitrogen fertilizer application on light interception by maize (*Zea mays* L.). *Rivista di Agronomia*. 31:3. 585-589. p.
136. MASON, S. C.-D'CROZ, M. (2002): Agronomic practices influence maize grain quality. *Journal of Crop Production*, 5: 1-2. 75-91. p.
137. MAUL F.-PITYINGER O. (1964): Az állománysűrűség hatása a kukorica asszimiláló felületére és csőtermésére Mátra-Bükk aljai csernozjom barna erdőtalajon. *Növénytermelés* 13/2. 131-138. p.
138. MAZAHARI, D.-AKBARY, G. A. (1998): Effects of plant density and different amounts of nitrogen and potassium fertilizer on vegetative growth and forage yield of maize. *Seed and plant*. 14.(1). 32-49. p.
139. MEGYES A.-NAGY J.-RÁTONYI T.-HUZSVAI L. (2005): Öntözés és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére tartamkísérletben. In:

- Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága. Szerk. NAGY J. DE ATC. Center-Print Kft. 2005. 147-155. p.
140. MENYHÉRT Z. (1977): A kukorica minőségi nemesítése. In: A kukorica jelene és jövője. Szerk. BÁLINT A. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 66-70. p.
  141. MENYHÉRT Z. (1979): Kukoricáról termelőknek. Szerk. MENYHÉRT Z. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 258. p.
  142. MENYHÉRT Z. (1985a): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 560. p.
  143. MENYHÉRT Z. (1985b): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 271. p.
  144. MERTZ, E. T.–BATES, L. S.–NELSON, O. E. (1964): Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science*. 145. 279-280. p.
  145. MUCHOW, R. C. (1988.): Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. I. Leaf growth and leaf nitrogen. *Field Crops Res.* 18.: 1-16. p.
  146. MUHAMMAD, R.–TARIQ, M. (2004): Effects of different planting methods and nutrient management on the quality traits of hybrid maize. *International journal of agriculture and biology.* 6.(1): 162-164. p.
  147. NAGY J. (1986): Összefüggés a kukoricahibridek öntözése, tápanyagellátása és a termésereedménye között. *DATE Tudományos Közleményei.* XXVI. Debrecen. 187-201. p.
  148. NAGY J. (1995a): A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. *Növénytermelés.* 44. 493-506. p.
  149. NAGY J. (1995b): A talajművelés, a műtrágyázás, a növényszám és az öntözés hatásának értékelése a kukorica (*Zae mays* L.) termésére. *Növénytermelés.* Tom. 44. no, 3. 251-260. p.
  150. NAGY J. (1996): A talajművelés és a műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Agrokémia és Talajtan.* 1996. 45. (1/2). 113-124. p.
  151. NAGY J. (2007): *Kukoricatermesztés*, Akadémiai Kiadó, Budapest. 393. p.
  152. NAGY J.–ZEKE É. (1981): A kukoricaszemek vízleadásának vizsgálata. I. A műtrágyázás hatása a szemnedvességre. *Növénytermelés.* 30. 529-538. p.
  153. NELSON, O. E.–METZ, E. T.–BATES, L. S. (1965): Secon mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science.* 150. 1469-1470. p.
  154. NÉMETH I. (1983): A búza és kukorica nyersfehérje- és aminosavtartalmának alakulása a nitrogén-, foszfor- és káliumtrágyázás függvényében. *Növénytermelés.* Tom. 32. No. 1. 37-45. p.
  155. NÉMETH J.–SZÉL S.–NOTHEISZ F.–NÉ–NEHÉZ R. (1976): A kukorica szemtermés beltartalmának javítása szelekciós úton. *Növénytermelés.* Tom. 25. No. 4. 325-333.
  156. NÉMETH J.–SZÉLL S. (1985): *Kukoricatermesztés fejlesztés MÉM Mérnök Vezető-továbbképző Intézet Kiadványa*, Budapest. 5-22. p.
  157. NÉMETH T.–BÚZÁS I. (1991): Nitrogéntrágyázási tartamkísérlet humuszos homok- és mészlepedékes csernozkom talajon. *Agrokémiai és Talajtan.* 40. 399-408. p.
  158. PAIS I. (1980): A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban, *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. 138. p.

159. PÁSZTOR K.–FORGÁCS B.–GYŐRI Z.–SZILÁGYI SZ. (1997): Kukoricahibridek fehérje- és aminosav-összetételének vizsgálata. *Növénytermelés*. Tom. 46. No. 1. 23-35. p.
160. PÁSZTOR K.–GYŐRI Z. (1991): Nagy lizintartalmú kukoricahibridek aminosav összetételének változása. *A Debreceni Egyetem Agrártudományi Közleményei*, Debrecen, Tom. XXX. 117-135. p.
161. PÁSZTOR K.–GYŐRI Z.–SZILÁGYI SZ. (1998): A fehérje-, a keményítő-, a hamu-, a rost és a zsírtartalom változása kukorica-szülőtörzsekben és hibridjeikben. *Növénytermelés*. Tom. 47. No. 3. 271-278. p.
162. PÁSZTOR K.–PEPÓ PÁ. (1983): A növekedés-analízis indexei mutáns vonalakkal előállított kukorica hibrideknél és szülőtörzseiknél. *ATOMKI Report X/5*. 148-149. p.
163. PÁSZTOR K.–PEPÓ PÁ.–EGRI K. (1984): Kukorica hibridek kombinálódóképessége és növekedés analízise. *Növénytermelés*. 33. 3. 193-201. p.
164. PÁSZTOR, K.–PEPÓ, PÁ.–EGRI, K. (1985): Changes in the production of maize hybrids due mutant parent lines. *Acta Agronomica*, 34. 1-2. 189-195. p.
165. PEKÁRY K. (1969a): Monokultúrában és vetésforgóban termesztett kukorica terméshasznosulása különböző trágyázási szinteken. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-68*. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 128-135. p.
166. PEKÁRY K. (1969b): N-, P-, K-műtrágyaadagolási kísérletek kukoricával két északkelet-magyarországi termőhelyen. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-68*. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 186-201. p.
167. PEKÁRY K.–KRÁMER M. (1962): Műtrágya adag- és aránykísérletek gabonafélékkel csernozjom barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. 11. 219-232. p.
168. PEPÓ PÁ. (1992): A mutációs kukorica nemesítés újabb eredményei. *Kandidátusi értekezés tézisei*. Debrecen. 25. p.
169. PEPÓ PÁ. (1995a): Alternatives in sustainable agriculture in view of Hungarian particularities. *Plant-Microbe Interaction in Sustainable Agriculture*. Hisar, India. 128-136. p.
170. PEPÓ PÁ. (1995b): Maize breeding for wide adaptation in Hungary. XIV. EUCARPIA Congress. Helsinki, Finland Abstract. 325. p.
171. PEPÓ PÁ. (1998): Wheat and maize improvement for sustainable agriculture. *Sustainable agriculture for Food, Energy and Industry. Strategies Toward Achievement*. James & James (Science Publishers) Ltd. 35-37. London NW1 3ER, UK, 665-667. p.
172. PEPÓ PÁ.–PÁSZTOR K. (1985): Mutánsvonalak szerepe a kukorica hibridkombinációk fehérjetartalmának és hozamának növelésében. *Növénytermelés*. Tom. 34. No. 6. 441-448. p.
173. PEPÓ PÁ.–PEPÓ PÉ. (1993): Biological background of sustainable (*Zea mays* L.) production. *Landscape and Urban Planning*. 27. 179-184. p.
174. PEPÓ PÁ.–TÓTH SZ. (2004): Kukoricagénbank előállítása mutációval. *Növénytermelés*. 53. 3. 253-262. p.
175. PEPÓ PÉ. (1998): A gabonatermesztési technológiák és a minőség. „Agro-21” Füzetek. *Az agrárgazdaság jövőképe*, 23. 40-68. p.
176. PEPÓ PÉ. (2001): A tápanyag-gazdálkodás szerepe a környezetbarát, fenntartható növénytermesztésben. *Gyakorlati Agrofórum*, 12. évf. 7. sz. 6-9. p.
177. PEPÓ, PÉ. (2002): Az őszi búza fajtaspecifikus tápanyagellátása csernozjom talajon. In: *Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben*. Ed. PEPÓ PÉ.–JOLÁNKAI M. Budapest, 2002. MTA, 105-110. p.



178. PEPÓ PÉ. (2005): A globális klímaváltozás hatásai és válasza a Tiszántúli szántóföldi növénytermelésében. „Agro-21” Füzetek. Klímaváltozás-Hatások-Válaszok. 2005. 41. szám. 59-65. p.
179. PEPÓ PÉ. (2006): Fejlesztési alternatívák a magyar kukoricatermesztésben. Gyakorlati agrofórum extra 13. 7-11. p.
180. PETHŐ M. (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai kiadó, Budapest. 508. p.
181. PETR, J.-CERNY, V.-HRUSKA, L. (1985): Főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 405. p.
182. PINTÉR L.-NÉMETH J.-PINTÉR Z. (1977): A levélfelület változásának hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szemtermésére. Növénytermelés, Tom. 26. No. 1. 21-27. p.
183. PÓK I.-SZUNDY T.-HADI G. (2000): Kukorica genotípusok szentelítődésének és vízleadásának vizsgálata. In: VI. Növénynevelési Tudományos Napok. Budapest. 2000. március 8-9. Szerk. BEDŐ Z.-KERTÉSZ Z.-KÓSZEGI B.-SUTKA J.-VELICH I. 63. p.
184. POPP J. (2000): A főbb mezőgazdasági ágazatok fejlesztési lehetőségei, különös tekintettel az EU csatlakozásra. Gazdálkodás, XLIV. évf. 4. sz. 1-12. p.
185. PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS.-SZÉLL E.-KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1995): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstalajon. Növénytermelés. 1995. Tom. 44. No. 1. 33-42. p.
186. ROBERT, P. C.-RUST R. H.-LARSON W. E. (2001): Corn oil, protein and starch variability as affected by yield, fertility and field position. Proceedings of the 5th International Conference on precision agriculture. Bloomington, Minnesota, USA. 16-19 July, 2000. 1-16. p.
187. RONALD, J. G.-JOHN, P. S.-LARRY, D. M.-BARNEY, G. W. (2005): Corn yield response to nitrogen rate and timing in sandy irrigated soils. Agronomy Journal. 97: 1230-1238. p.
188. RUI, Z. X.-SHU, T. D.-CHANG, H. H.-KONG, J. W. (2003): Influence of nitrogen and sulfur interaction on grain quality of maize. Scientia Agricultura Sinica, 36 (3). 263-268. p.
189. RUZSÁNYI L. (1974): A műtrágyázás hatása egyes szántóföldi növényállományok vízfogyasztására és vízhasznosítására. Növénytermelés, Tom. 23. 249-258. p.
190. RUZSÁNYI L.-DARÓCZI M.-LESZNYÁK M.-NÉ (2000): Energia- és költségtakarékosság lehetőségei, módjai a kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum. 11. évf. 3. 55-56. p.
191. RUZSÁNYI, L.-PEPÓ, PÉ.-SÁRVÁRI, M. (1994): Evaluation of major agrotechnical factors in sustainable crop production. British-Hungarian Seminar on Sustainable Land Use in Long-Term Field Experiments. Debrecen, 1994. February 14-17. In: Agrokémia és Talajtan 43. 335-343. p.
192. RUZSÁNYI L.-PEPÓ PÉ. (1999): A növénytermesztés és a környezet minőségének összefüggései. In: Növénytermesztés és környezetvédelem. Szerk. RUZSÁNYI L.-PEPÓ PÉ. Budapest. MTA Agrártudományok Osztálya. 10-18. p.
193. SARKADI J.-BÁNÓ T. (1962): A szerves és műtrágyák hatása a kukorica termésére. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1958-60. Szerk. I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 131-137. p.
194. SÁRVÁRI M. (1984): Különböző kukorica hibridek tápanyag-reakciója réti talajon. Növénytermelés, Tom. 33. No. 6. 549.-558. p.

195. SÁRVÁRI M. (1986a): A vetésváltás és a tápanyagellátás hatása a búza és a kukorica termésátlagára. Kandidátusi értekezés. DATE 108 p.
196. SÁRVÁRI M. (1986b): Kukoricahibridek termőképessége és tápanyaghasznosító képessége. Növénytermelés, Tom. 35. No. 6. 547.-552. p.
197. SÁRVÁRI M. (1986c): Összefüggés a kukoricahibridek tápanyagellátása és termőképessége között. Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei. Tom. XXIV. Debrecen, 225.-240. p.
198. SÁRVÁRI M. (1993): Energiatakarékos környezetkímélő kukoricatermesztési technológia fejlesztése. OMFB Kutatási Zárójelentés. Debrecen. 25-30. p.
199. SÁRVÁRI M. (1995): A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. Növénytermelés. Tom. 44. No. 2. 184-190. p.
200. SÁRVÁRI M. (1999a): Ökológiai tényezők hatása az eltérő genetikai adottságú kukoricahibridek termésére és minőségére. In: Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Licium-Art Könyvkiadó és Kereskedelmi Kft, Debrecen. Szerk. RUZSÁNYI L.-LESZNYÁK M.-NÉ-JÁVOR A., Debrecen, 1999. DATE, 97-103. p.
201. SÁRVÁRI M. (1999b): Termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. In: Növénytermesztés és környezetvédelem. Szerk. RUZSÁNYI L.-PEPÓ PÉ. MTA Agrártudományok osztálya, Bp. 1999. 117-121. p.
202. SÁRVÁRI M. (2000): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. Agrofórum. 11. évf. 3. 53-55. p.
203. SÁRVÁRI M. (2001): A termesztési tényezők hatása a kukorica hibridek termésére. Habilitációs eljárás tézisei. 29. p.
204. SÁRVÁRI, M. (2004a): Determining elements of variety-specific maize production technology. In: Alpok-Adria Scientific Workshop. Ed: SZ. HIDVÉGI-CS. GYURICZA. Dubrovnik, 1-6 March 2004. 173-177. p.
205. SÁRVÁRI M. (2004b): Új módszerek és eljárások a kukoricatermesztésben. Agro napló. Országos Mezőgazdasági Szaklap VIII. évf. 2004/04. 13-15. p
206. SÁRVÁRI M. (2005): A modern növénytermesztést szolgáló hibridspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. In: Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban. A modern növénytermesztés alapjai Szerk.: PEPÓ PÉ. Debrecen, 200-207. p.
207. SÁRVÁRI M. (2006): A vetésváltás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: A racionális vetésváltás meghatározása a fenntartható növénytermesztésben. Szlovák-magyar projekt kiadvány. 2006. Október. Szerk.: PEPÓ PÉ.-VLADIMIR P. Cd-kiadvány. 25-45. p.
208. SÁRVÁRI M.-EL HALLOF N. (2005): A biológiai alapok hatása a kukorica terméshatóságára. Agro Napló 2005/2. 30-32. p.
209. SÁRVÁRI, M.-EL HALLOF, N. (2006): Effect of crop rotation and nutrient supply on the yield of maize. In: Cereal research Communications. Ed. SZ. HIDVÉGI, Vol. 34. No. 1. 645-648. p.
210. SÁRVÁRI M.-EL HALLOF N.-MOLNÁR ZS. (2006): A kukorica termesztése. Őstermelő. 2006/2. Április-május. 60-62. p.
211. SÁRVÁRI M.-GYŐRI Z. (1982): A monokultúrában és a vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. Növénytermelés. Tom. 31. No. 2. 177-184. p.
212. SÁRVÁRI M.-SZABÓ P. (1998): A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. Tom. 47. No. 2. 213-221 p.
213. SHANGGUAN, Z. P.-SHAO, M. A.-DYCKMANS, J. (2000): Nitrogen nutrition and water stress effects on leaf photosynthetic gas exchange and water use

- efficiency in winter wheat. *Environmental and Experimental botany* 44. 141-149. p.
214. SLYUDEEV, Y. A. (2003): Productivity of maize hybrids at various stand density and fertilizer input on leached chernozem soils of Ryazan region. *Kukuruza i Sorgo*. 2003. 4. 6-8. p.
  215. SVECNJAK, Z.-VARGA, B.-POSPISIL, A.-JUKIC, Z.-LETO, J. (2004): Maize hybrid performance as affected by production system in Croatia. *Bodenkultur*. 2004. 55. (1). 37-44. p.
  216. SZABÓ J. L. (1966): A kukorica levélfelületének és termésének nagysága az előveteménytől és a trágyázástól függően. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1961-64*. Szerk: I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1966. 115-121. p.
  217. SZABÓ J. L. (1969): Levélfelület-meghatározás különféle módszereinek vizsgálata kukoricán. In: *Kukoricatermesztési kísérletek 1965-68*. Szerk: I'SÓ I. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969. 50-53. p.
  218. SZABÓ J. L.-O'SVÁTH J. (1962): A kukorica néhány mennyiségi tulajdonságának változása gyomosodás hatására. *MTA Mezőgazdasági Kutató Intézetének 1962. évi jelentése, III. k. Martonvásár*. 155-164. p.
  219. SZABÓ P. (1998): Kukoricahibridek tőszámsűrítetősége és produktivitásuk közötti kapcsolat. *Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei*. Debrecen. 27. p.
  220. SZÁSZ G. (1998): Az időjárás és a termés minősége közötti kapcsolat ökológiai aspektusa. „Agro-21” Füzetek. *Az agrárgazdaság jövőképe*, 23. 117-131. p.
  221. SZÉLL E. (2001). A kukoricabogár elleni védekezés lehetőségei. *Magyar mezőgazdaság*. 56/48. 12-13. p.
  222. SZÉLL E. (2002): A kukorica monokultúrás termesztésének hátrányai. *Magyar mezőgazdaság, „Növények védelme” Melléklet*. 22-23. p.
  223. SZÉLL E.-HATALÁNE ZS. I. (2003): Figyelmünk középpontjában az amerikai kukoricabogár. <http://www.agrarkamara.bekescsaba.hu/gtars/vii9/2021.html> 2005. 07. 12.
  224. SZÉLL E.-KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1993): Hozzászólás a „Tápanyagok nélkül?” című riporthoz. *Agrofórum* 4 évf. 9. szám 23-25. p.
  225. SZÉLL E.-MAKHAJDA J. (2001): Néhány fontos gondolat a szegedi kukoricahibridek nitrogén műtrágyázásáról. *Gyakorlati Agrofórum*. Budapest. 12. évf. 5. szám. 41-45. p.
  226. SZÉLL E.-MAKHAJDA J. (2003): A szegedi kukoricahibridek nitrogén műtrágya reakciójának értékelése. In: *Kukoricahibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása*. Szerk. NAGY J. Debrecen, DE ATC. 2003. 106-121. p.
  227. SZÉLL E.-MAKHAJDA J. (2004): Kukorica termesztési kutatások. In: *A nyolcadik évtizedben....* Szerk. SÁGI F. Szeged, 2004. Agroiinform Kiadó, Bp. 263-266. p.
  228. SZÉLL E.-MAKHAJDA J.-DEMETER E. (2004): A vetésváltás szükségessége, és hatása a kukoricatermesztés egyes technológiai elemeire. In: *A nyolcadik évtizedben...* . Szeged, Szerk. SÁGI F., Agroiinform Kiadó, Bp. 2004. 274-279. p.
  229. SZEMES I.-LASZTITY B.-KÁDÁR I. (1984): A talaj K-ellátottsága és termékenység közötti összefüggés vizsgálata kukorica monokultúrában. *Agrokémia és talajtan*. Tom. 33. no. 1-2. 253-260. p.
  230. SZIRTES V.-PONGOR S.-PENCZI E. (1977): A mikrotápanyagokkal történő műtrágyázás hatása a kukorica fehérjetermésére és lizin-arányára. *Növénytermelés*, Tom. 26. No. 1. 49-57. p.

231. SZUNDY T.-MARTON L. CS.-HADI G.-BERZSENYI Z. (2002): A kukoricatermesztés jövedelmezőségét befolyásoló néhány tényező. Martonvásár. 14. évf.1. szám. 8-10. p.
232. SZUNDY T.-RAJKAINÉ V. K. (2003): Kukorica genotípusok foszforreakciója. In: Kukoricahibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. Szerk. NAGY J. Debrecen, DE ATC. 2003. 122-128. p.
233. TOLLENAAR, M. (1991): Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. *Crop Science* 31. 119-124. p.
234. VARGA-HASZONITS Z.-LANTOS ZS.-VARGA Z.-KAJDI F.-VÁMOS O. (1998): A meteorológiai tényezők szerepe a kukorica termésstabilitásának alakulásában. *Acta Agronomica Óváriensis*, Vol. 40. No. 1. 27-35. p.
235. VARGA-HASZONITS Z.-VARGA Z.-LANTOS ZS.-SCHMIDT R.-VÁMOS O. (1999): A fontosabb gazdasági növények sugárzáshasznosítása Magyarországon. *Növénytermelés*. Tom. 48. No. 52. 189-197. p.
236. VÉGH, K. R.-FÜLEKY, GY. (2004): Potassium uptake and dynamics in rhizosphere as affected by drought. In: III. Alps-Adria Scientific Workshop, Dubrovnik, March 2004. Akaprint, Hungary. Szerk. HIDVÉGI SZ.-GYURICZA CS. 363-367. p.
237. VÉGH, K. R.-SZUNDY, T. (2004): Water use efficiency of maize genotypes. In: Proceedings of the III. Alps-Adria Scientific workshop. 1-6. March 2004. Dubrovnik. Ed. SZ. HIDVÉGI-CS. GYURICZA, 164-168. p.
238. WELCH, L. F. (1969): Effect of N, P, and K on the percent and yield of oil in corn. *Agronomy Journal*. 61. 890-891. p.
239. ZHAO, D. L.-REDDY, K. R. KAKANI, V. G.-READ, J. J.-CARTER, G. A. (2003): Corn (*Zea mays* L.) growth, leaf pigment concentration, photosynthesis and leaf hyperspectral reflectance properties as affected by nitrogen supply. *Plant and soil*. 2003. 257 (1). 205-226. p.
240. ZSOLDOS M. (2002): A termesztési tényezők hatása a kukoricahibridek produktivására. Doktori (Ph.D.) értekezés. Debrecen. 141. p.

## 10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: **A jelentősebb kukoricatermesztő országok a Világon (FAO, 2006)**
2. táblázat: **A ténylegesen lehullott csapadék mennyisége és a hőmérséklet alakulása (Debrecen, 2004-2006)**
3. táblázat: **A kísérleti évek napsütéses óráinak száma a kukorica tenyészidőszakában (Debrecen, 2004-2006)**
4. táblázat: **A kísérletben vizsgált kukorica hibridek (2004-2006)**
5. táblázat: **A kísérletben alkalmazott műtrágyaadagok (2004-2006)**
6. táblázat: **Agrotechnikai adatok (2004-2006)**
7. táblázat: **A kukoricahibridek termőképessége és a műtrágyázás termésmenvelő hatása (Debrecen, 2004)**
8. táblázat: **A kukoricahibridek termőképessége és a műtrágyázás termésmenvelő hatása (Debrecen, 2005)**
9. táblázat: **A kukoricahibridek termőképessége és a műtrágyázás termésmenvelő hatása (Debrecen, 2006)**
10. táblázat: **A kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma (%) eltérő trágyaszinteken, Debrecen 2004-2006**
11. táblázat: **A hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma (%) a kezelések átlagában, Debrecen 2004-2006**
12. táblázat: **A különböző kezelésekhez tartozó betakarításkori szemnedvesség tartalmak (%) a hibridek átlagában, Debrecen 2004-2006**
13. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2004**
14. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2005**
15. táblázat: **Kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2006**
16. táblázat: **Kukorica hibridek LAI értékének ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2004**
17. táblázat: **Kukorica hibridek LAI értékének ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2005**
18. táblázat: **Kukorica hibridek LAI értékének ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ) alakulása eltérő tápanyagszinteken, Debrecen 2006**
19. táblázat: **A kukoricahibridek termése és levélterület-indexe közötti kapcsolat szorossága (Debrecen, 2004-2006)**
20. táblázat: **A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalmára, Debrecen 2005**
21. táblázat: **A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek fehérje-, keményítő- és olajtartalmára, Debrecen 2006**

## 11. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A kukorica termőterületének és termésmennyiségének megoszlása a kontinensek között (FAO, 2006)
2. ábra: A kukorica termőterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon 1921-2007-ig
3. ábra: A kísérleti évek csapadékeloszlása és hőmérsékleti viszonyai (Debrecen, 2004-2006)
4. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2004)
5. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2004)
6. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2004)
7. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2005)
8. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2005)
9. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2005)
10. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2006)
11. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2006)
12. ábra: A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés (Debrecen, 2006)
13. ábra: A műtrágyázás hatása a (hibridek átlagában) a kukorica termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)
14. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)
15. ábra: A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésstabilitására (Debrecen, 2004-2006)
16. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2004
17. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2005
18. ábra: A kukorica hibridek vízleadás dinamikája, Debrecen 2006
19. ábra: A kukorica hibridek levélterületének alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2004
20. ábra: A kukorica hibridek levélterületének alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2005
21. ábra: A kukorica hibridek levélterületének alakulása különböző trágyakezelések hatására, Debrecen 2006
22. ábra: A termés és a levélterület-index közötti korreláció (Debrecen, 2004-2006)
23. ábra: A fehérje-, keményítő- és olajtartalom alakulása a hibridek átlagában eltérő tápanyagszinteken 2005 és 2006 évben

## FÜGGELÉK

Függelék 1. táblázat: A kukorica hibridek termés eredményei I. (Debrecen, 2004)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>PR39D81</b> <i>FAO 280</i>	Kontroll	4,39	2,05
	1 kezelés	10,42	
	2 kezelés	8,79	
	3 kezelés	11,28	
	4 kezelés	10,51	
	5 kezelés	12,61	
<b>Átlag</b>		<b>9,67</b>	
<b>DK 440</b> <i>FAO 320</i>	Kontroll	4,91	2,57
	1 kezelés	10,07	
	2 kezelés	11,42	
	3 kezelés	11,77	
	4 kezelés	12,18	
	5 kezelés	14,27	
<b>Átlag</b>		<b>10,77</b>	
<b>PR37M34</b> <i>FAO 360</i>	Kontroll	4,93	3,59
	1 kezelés	9,89	
	2 kezelés	11,90	
	3 kezelés	12,45	
	4 kezelés	12,48	
	5 kezelés	15,48	
<b>Átlag</b>		<b>11,19</b>	
<b>DK 4626</b> <i>FAO 370</i>	Kontroll	5,76	1,4
	1 kezelés	11,15	
	2 kezelés	12,35	
	3 kezelés	13,87	
	4 kezelés	14,28	
	5 kezelés	14,43	
<b>Átlag</b>		<b>11,97</b>	
<b>PR38A24</b> <i>FAO 380</i>	Kontroll	5,71	1,06
	1 kezelés	9,76	
	2 kezelés	9,82	
	3 kezelés	11,71	
	4 kezelés	11,46	
	5 kezelés	12,99	
<b>Átlag</b>		<b>10,24</b>	



Függelék 2. táblázat: A kukorica hibridek termés eredményei II. (Debrecen, 2004)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>Mv Maraton</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	3,88	1,34
	1 kezelés	10,17	
	2 kezelés	10,65	
	3 kezelés	12,00	
	4 kezelés	10,79	
	5 kezelés	10,21	
<b>Átlag</b>		<b>9,62</b>	
<b>Sze Sc 463 R</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	4,63	1,53
	1 kezelés	12,28	
	2 kezelés	12,09	
	3 kezelés	11,34	
	4 kezelés	11,70	
	5 kezelés	11,58	
<b>Átlag</b>		<b>10,60</b>	
<b>DKC 5211</b> <i>FAO 460</i>	Kontroll	5,14	1,29
	1 kezelés	11,59	
	2 kezelés	10,99	
	3 kezelés	12,49	
	4 kezelés	11,42	
	5 kezelés	10,87	
<b>Átlag</b>		<b>10,42</b>	
<b>PR36R10</b> <i>FAO 490</i>	Kontroll	5,36	1,17
	1 kezelés	9,09	
	2 kezelés	8,51	
	3 kezelés	11,41	
	4 kezelés	11,92	
	5 kezelés	12,50	
<b>Átlag</b>		<b>9,80</b>	
<b>Mv Vilma</b> <i>FAO 510</i>	Kontroll	5,04	0,68
	1 kezelés	12,53	
	2 kezelés	12,66	
	3 kezelés	14,55	
	4 kezelés	11,85	
	5 kezelés	10,97	
<b>Átlag</b>		<b>11,27</b>	

Függelék 3. táblázat: A kukorica hibridek termés eredményei I. (Debrecen, 2005)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>PR39D81</b> <i>FAO 280</i>	Kontroll	4,29	1,27
	1 kezelés	8,69	
	2 kezelés	11,00	
	3 kezelés	12,45	
	4 kezelés	11,79	
	5 kezelés	10,85	
<b>Átlag</b>		<b>9,85</b>	
<b>DK 440</b> <i>FAO 320</i>	Kontroll	4,17	1,44
	1 kezelés	10,10	
	2 kezelés	12,24	
	3 kezelés	13,56	
	4 kezelés	12,72	
	5 kezelés	12,99	
<b>Átlag</b>		<b>10,96</b>	
<b>PR37M34</b> <i>FAO 360</i>	Kontroll	2,75	1,48
	1 kezelés	9,90	
	2 kezelés	11,77	
	3 kezelés	14,21	
	4 kezelés	14,01	
	5 kezelés	13,79	
<b>Átlag</b>		<b>11,07</b>	
<b>DK 4626</b> <i>FAO 370</i>	Kontroll	3,56	1,32
	1 kezelés	7,66	
	2 kezelés	11,31	
	3 kezelés	13,82	
	4 kezelés	13,49	
	5 kezelés	13,25	
<b>Átlag</b>		<b>10,52</b>	
<b>PR38A24</b> <i>FAO 380</i>	Kontroll	3,92	1,15
	1 kezelés	9,46	
	2 kezelés	12,17	
	3 kezelés	13,46	
	4 kezelés	13,40	
	5 kezelés	13,33	
<b>Átlag</b>		<b>10,96</b>	

Függelék 4. táblázat: A kukoricahibridek terméseredményei II. (Debrecen, 2005)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>Mv Maraton</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	3,40	1,78
	1 kezelés	9,30	
	2 kezelés	10,94	
	3 kezelés	11,76	
	4 kezelés	11,99	
	5 kezelés	11,20	
<b>Átlag</b>		9,77	
<b>Sze Sc 463 R</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	2,82	1,10
	1 kezelés	7,72	
	2 kezelés	11,43	
	3 kezelés	13,36	
	4 kezelés	12,59	
	5 kezelés	11,91	
<b>Átlag</b>		9,97	
<b>DKC 5211</b> <i>FAO 460</i>	Kontroll	3,85	1,73
	1 kezelés	9,11	
	2 kezelés	12,25	
	3 kezelés	14,03	
	4 kezelés	13,67	
	5 kezelés	13,37	
<b>Átlag</b>		<b>11,05</b>	
<b>PR36R10</b> <i>FAO 490</i>	Kontroll	4,77	1,42
	1 kezelés	9,63	
	2 kezelés	12,23	
	3 kezelés	13,18	
	4 kezelés	13,08	
	5 kezelés	12,42	
<b>Átlag</b>		<b>10,88</b>	
<b>Mv Vilma</b> <i>FAO 510</i>	Kontroll	4,67	1,41
	1 kezelés	11,02	
	2 kezelés	12,72	
	3 kezelés	13,76	
	4 kezelés	13,88	
	5 kezelés	13,73	
<b>Átlag</b>		<b>11,63</b>	

Függelék 5. táblázat: A kukorica hibridek termés eredményei I. (Debrecen, 2006)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>PR39D81</b> <i>FAO 280</i>	Kontroll	3,24	0,91
	1 kezelés	8,37	
	2 kezelés	8,31	
	3 kezelés	9,97	
	4 kezelés	9,41	
	5 kezelés	9,58	
<b>Átlag</b>		<b>8,15</b>	
<b>DK 440</b> <i>FAO 320</i>	Kontroll	3,61	1,05
	1 kezelés	9,07	
	2 kezelés	9,11	
	3 kezelés	10,16	
	4 kezelés	10,41	
	5 kezelés	10,96	
<b>Átlag</b>		<b>8,89</b>	
<b>PR37M34</b> <i>FAO 360</i>	Kontroll	2,74	0,64
	1 kezelés	6,59	
	2 kezelés	8,51	
	3 kezelés	10,28	
	4 kezelés	10,02	
	5 kezelés	10,19	
<b>Átlag</b>		<b>8,06</b>	
<b>DK 4626</b> <i>FAO 370</i>	Kontroll	3,03	0,74
	1 kezelés	7,87	
	2 kezelés	7,37	
	3 kezelés	8,60	
	4 kezelés	10,13	
	5 kezelés	11,35	
<b>Átlag</b>		<b>8,06</b>	
<b>PR38A24</b> <i>FAO 380</i>	Kontroll	2,67	1,06
	1 kezelés	7,59	
	2 kezelés	8,19	
	3 kezelés	8,35	
	4 kezelés	9,96	
	5 kezelés	9,25	
<b>Átlag</b>		<b>7,67</b>	

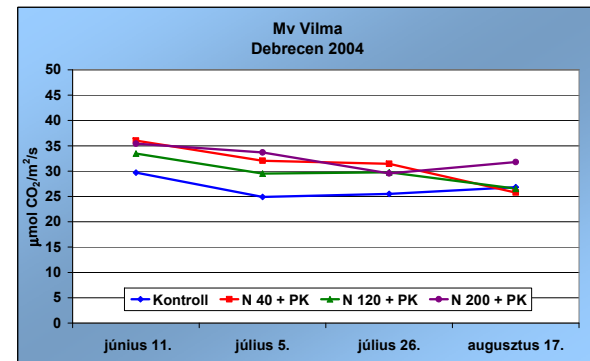
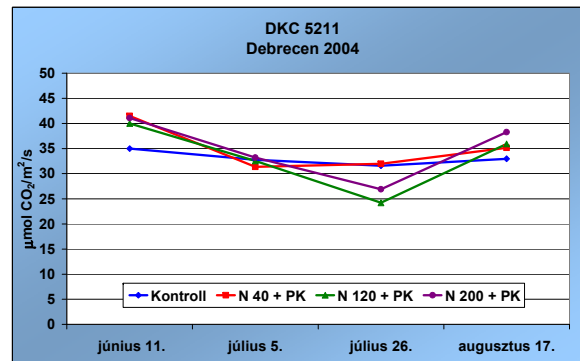
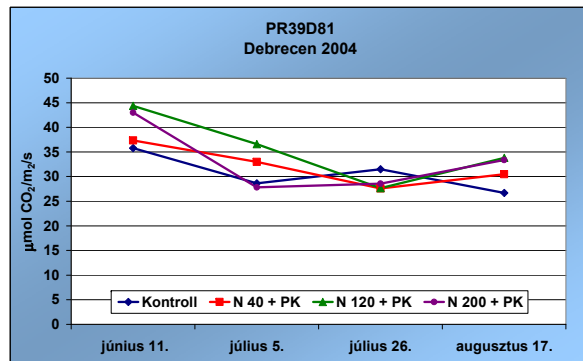
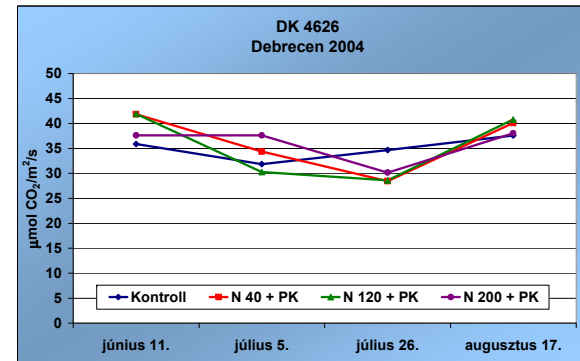
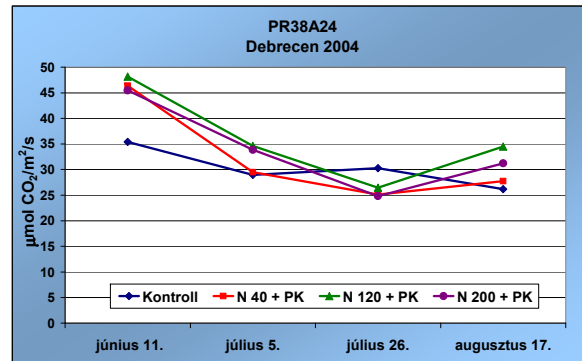
Függelék 6. táblázat: A kukorica hibridek termés eredményei II. (Debrecen, 2006)

A hibrid neve	Műtrágyakezelés	Termés (t/ha)	SzD <sub>5%</sub>
<b>Mv Maraton</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	2,88	1,26
	1 kezelés	5,79	
	2 kezelés	6,86	
	3 kezelés	7,98	
	4 kezelés	8,35	
	5 kezelés	8,69	
<b>Átlag</b>		<b>6,76</b>	
<b>Sze Sc 463 R</b> <i>FAO 450</i>	Kontroll	3,25	1,16
	1 kezelés	7,45	
	2 kezelés	7,32	
	3 kezelés	9,28	
	4 kezelés	8,77	
	5 kezelés	8,50	
<b>Átlag</b>		<b>7,43</b>	
<b>DKC 5211</b> <i>FAO 460</i>	Kontroll	3,62	1,06
	1 kezelés	7,21	
	2 kezelés	8,10	
	3 kezelés	9,54	
	4 kezelés	9,25	
	5 kezelés	10,13	
<b>Átlag</b>		<b>7,98</b>	
<b>PR36R10</b> <i>FAO 490</i>	Kontroll	4,14	0,87
	1 kezelés	5,52	
	2 kezelés	7,77	
	3 kezelés	8,35	
	4 kezelés	8,23	
	5 kezelés	7,42	
<b>Átlag</b>		<b>6,91</b>	
<b>Mv Vilma</b> <i>FAO 510</i>	Kontroll	4,07	0,62
	1 kezelés	7,08	
	2 kezelés	7,67	
	3 kezelés	8,02	
	4 kezelés	8,49	
	5 kezelés	8,07	
<b>Átlag</b>		<b>7,23</b>	

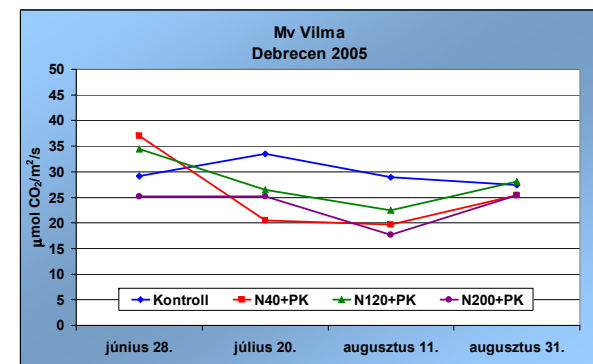
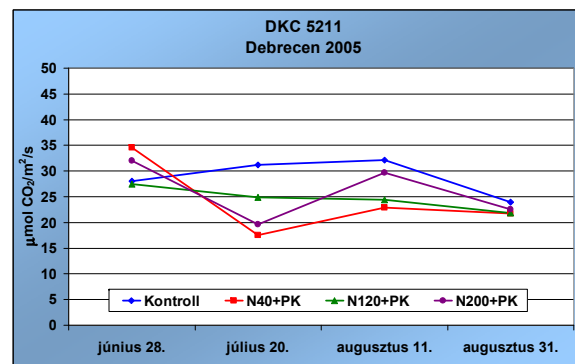
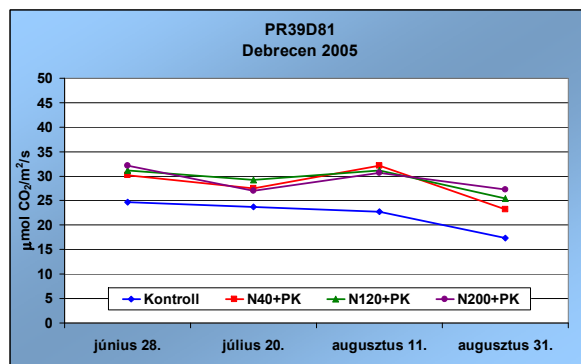
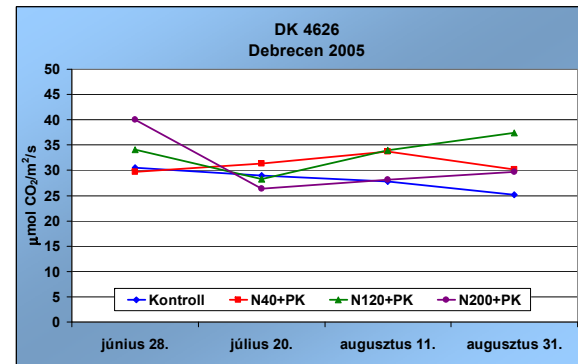
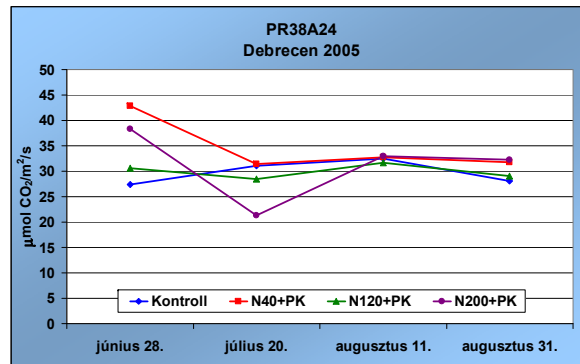
Függelék 7. táblázat: **A különböző műtrágyaadagok hatása a kukorica hibridek termésére 2004-2006 év átlagában**

Műtrágyakezelés/ Hibrid	Termés (t/ha)					
	Kontroll	N40+ PK	N80+ PK	N120+ PK	N160+ PK	N200+ PK
<b>PR39D81</b> <i>FAO 280</i>	<b>3,97</b>	<b>9,16</b>	<b>9,37</b>	<b>11,23</b>	<b>10,57</b>	<b>11,02</b>
<b>DK 440</b> <i>FAO 320</i>	<b>4,23</b>	<b>9,75</b>	<b>10,92</b>	<b>11,83</b>	<b>11,77</b>	<b>12,74</b>
<b>PR37M34</b> <i>FAO 360</i>	<b>3,47</b>	<b>8,79</b>	<b>10,72</b>	<b>12,31</b>	<b>12,17</b>	<b>13,15</b>
<b>DK 4626</b> <i>FAO 370</i>	<b>4,12</b>	<b>8,89</b>	<b>10,34</b>	<b>12,10</b>	<b>12,63</b>	<b>13,01</b>
<b>PR38A24</b> <i>FAO 380</i>	<b>4,10</b>	<b>8,94</b>	<b>10,06</b>	<b>11,17</b>	<b>11,61</b>	<b>11,85</b>
<b>Mv Maraton</b> <i>FAO 450</i>	<b>3,39</b>	<b>8,42</b>	<b>9,49</b>	<b>10,58</b>	<b>10,38</b>	<b>10,03</b>
<b>Sze Sc 463 R</b> <i>FAO 450</i>	<b>3,57</b>	<b>9,15</b>	<b>10,28</b>	<b>11,33</b>	<b>11,02</b>	<b>10,66</b>
<b>DKC 5211</b> <i>FAO 460</i>	<b>4,20</b>	<b>9,30</b>	<b>10,45</b>	<b>12,02</b>	<b>11,45</b>	<b>11,46</b>
<b>PR36R10</b> <i>FAO 490</i>	<b>4,76</b>	<b>8,08</b>	<b>9,50</b>	<b>10,98</b>	<b>11,08</b>	<b>10,78</b>
<b>Mv Vilma</b> <i>FAO 510</i>	<b>4,59</b>	<b>10,21</b>	<b>11,02</b>	<b>12,11</b>	<b>11,41</b>	<b>10,92</b>

Függelék 1. ábra: A tápanyagellátás ellátás hatása a kukoricahibridek fotoszintézisére (Debrecen, 2004)

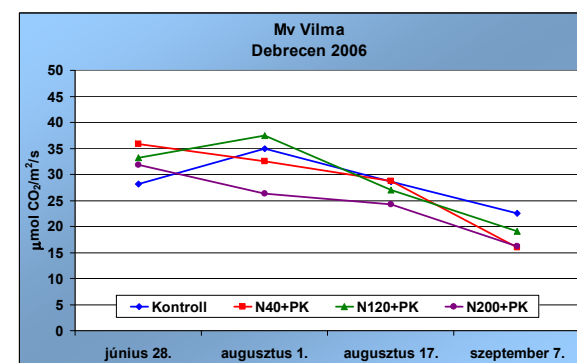
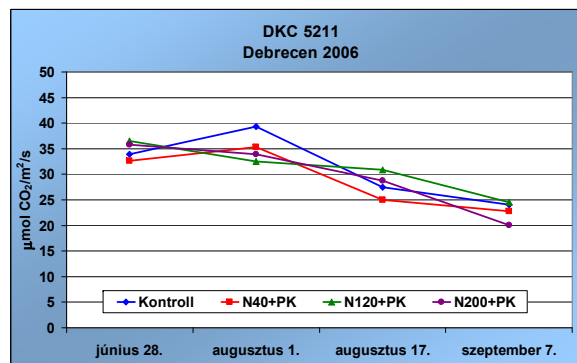
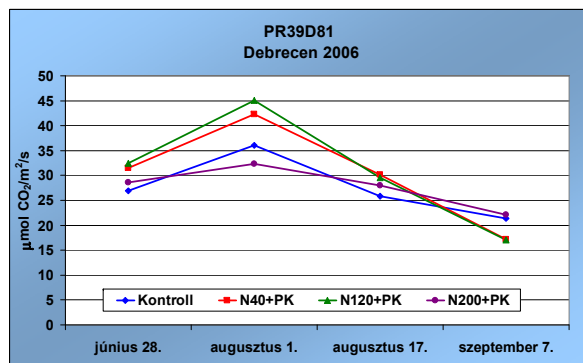
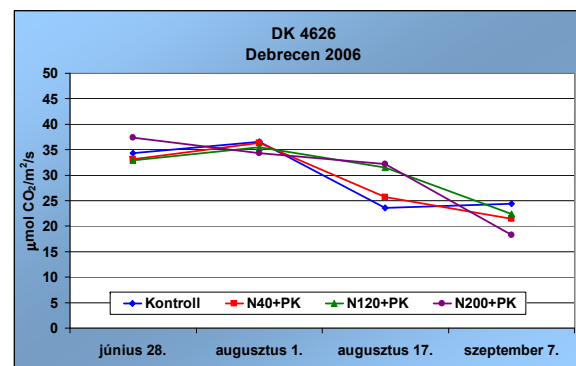
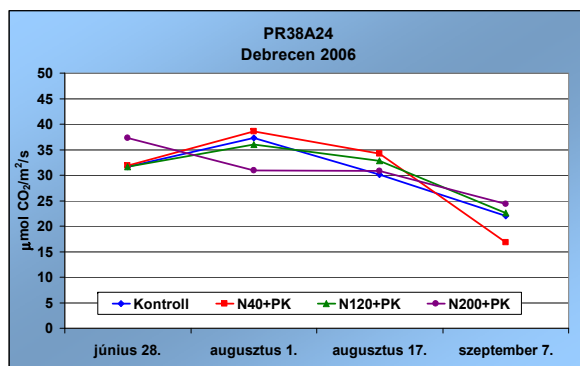


Függelék 2. ábra: A tápanyagellátás ellátás hatása a kukoricahibridek fotoszintézisére (Debrecen, 2005)





Függelék 3. ábra: A tápanyagellátás ellátás hatása a kukorica hibridek fotoszintézisre (Debrecen, 2006)



Függelék 8. táblázat: **A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2004)**

		SQ	FG	MQ	F
	Összes	1578,99	179		
	Ismétlés	2,30	2	1,15	
	Hibrid	95,77	9	10,64	9,82
	Hiba (A)	19,79	18	1,10	
	Trágyázás	1203,54	5	240,71	222,08
	Hiba (B)	108,39	100	1,08	
	Kölcsönhatás (A X B)	149,21	45	3,32	3,06

Függelék 9. táblázat: **A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2005)**

		SQ	FG	MQ	F
	Összes	2205,76	179		
	Ismétlés	15,11	2	7,56	
	Hibrid	61,98	9	6,89	13,32
	Hiba (A)	10,18	18	0,57	
	Kezelés	2016,00	5	403,20	779,56
	Hiba (B)	51,72	100	0,52	
	Kölcsönhatás (A X B)	50,77	45	1,13	2,18

Függelék 10. táblázat: **A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2006)**

		SQ	FG	MQ	F
	Összes	970,11	179		
	Ismétlés	1,90	2	0,95	
	Hibrid	67,54	9	7,50	30,73
	Hiba (A)	8,63	18	0,48	
	Kezelés	801,19	5	160,24	656,20
	Hiba (B)	24,42	100	0,24	
	Kölcsönhatás (A X B)	66,43	45	1,48	6,05

Függelék 11. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2004)

		SQ	FG	MQ	F
PR39D81	Összes	10,56	8		
	Kezelés	2,85	2	1,42	
	Hiba	7,71	6	1,29	1,11
DK 440	Összes	6,08	8		
	Kezelés	3,55	2	1,77	
	Hiba	2,53	6	0,42	4,20
PR38A24	Összes	1,92	8		
	Kezelés	1,15	2	0,57	
	Hiba	0,77	6	0,13	4,45
Sze SC 463 R	Összes	5,08	8		
	Kezelés	4,22	2	2,11	
	Hiba	0,85	6	0,14	14,84
DKC 5211	Összes	4,70	8		
	Kezelés	0,92	2	0,46	
	Hiba	3,79	6	0,63	0,73
Mv Vilma	Összes	3,84	8		
	Kezelés	1,05	2	0,52	
	Hiba	2,79	6	0,47	1,12

Függelék 12. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2005)

		SQ	FG	MQ	F
PR39D81	Összes	1,82	8		
	Kezelés	0,86	2	0,43	
	Hiba	0,96	6	0,16	2,69
DK 440	Összes	5,96	8		
	Kezelés	3,90	2	1,95	
	Hiba	2,05	6	0,34	5,70
PR38A24	Összes	4,70	8		
	Kezelés	0,81	2	0,40	
	Hiba	3,89	6	0,65	0,62
Sze SC 463 R	Összes	2,76	8		
	Kezelés	1,45	2	0,72	
	Hiba	1,31	6	0,22	3,30
DKC 5211	Összes	8,14	8		
	Kezelés	2,30	2	1,15	
	Hiba	5,84	6	0,97	1,18
Mv Vilma	Összes	3,30	8		
	Kezelés	1,46	2	0,73	
	Hiba	1,84	6	0,31	2,38

Függelék 13. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2005)

		SQ	FG	MQ	F
<b>PR39D81</b>	<b>Összes</b>	2,56	8		
	<b>Kezelés</b>	1,31	2	0,65	
	<b>Hiba</b>	1,25	6	0,21	3,13
<b>DK 440</b>	<b>Összes</b>	3,54	8		
	<b>Kezelés</b>	2,96	2	1,48	
	<b>Hiba</b>	0,58	6	0,10	15,31
<b>PR38A24</b>	<b>Összes</b>	4,65	8		
	<b>Kezelés</b>	3,24	2	1,62	
	<b>Hiba</b>	1,41	6	0,24	6,87
<b>Sze SC 463 R</b>	<b>Összes</b>	2,54	8		
	<b>Kezelés</b>	0,60	2	0,30	
	<b>Hiba</b>	1,95	6	0,32	0,92
<b>DKC 5211</b>	<b>Összes</b>	11,60	8		
	<b>Kezelés</b>	10,64	2	5,32	
	<b>Hiba</b>	0,96	6	0,16	33,25
<b>Mv Vilma</b>	<b>Összes</b>	1,40	8		
	<b>Kezelés</b>	0,33	2	0,16	
	<b>Hiba</b>	1,07	6	0,18	0,93

Függelék 14. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontoként (Debrecen, 2004)

<b>2004/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	1281,83	39		
Ismétlés	41,84	1	41,84	
Hibrid	427,37	4	106,84	5,38
Hiba (A)	53,29	4	13,32	
Trágyaszint	329,42	3	109,81	5,53
Hiba (B)	297,75	15	19,85	
Kölcsönhatás (A X B)	132,16	12	11,01	0,55
<b>2004/2. mérés</b>				
Összes	840,12	39		
Ismétlés	7,67	1	7,67	
Hibrid	53,29	4	13,32	1,00
Hiba (A)	161,36	4	40,34	
Trágyaszint	86,13	3	28,71	1,38
Hiba (B)	312,24	15	20,82	
Kölcsönhatás (A X B)	219,41	12	18,28	0,88
<b>2004/3. mérés</b>				
Összes	959,07	39		
Ismétlés	47,80	1	47,80	
Hibrid	59,84	4	14,96	1,00
Hiba (A)	65,36	4	16,34	
Trágyaszint	63,86	3	21,29	0,58
Hiba (B)	554,08	15	36,94	
Kölcsönhatás (A X B)	168,14	12	14,01	0,38
<b>2004/4. mérés</b>				
Összes	3114,85	39		
Ismétlés	1650,00	1	1650,00	
Hibrid	680,00	4	170,00	5,46
Hiba (A)	81,60	4	20,40	
Trágyaszint	137,69	3	45,90	1,47
Hiba (B)	466,78	15	31,12	
Kölcsönhatás (A X B)	98,78	12	8,23	0,26

Függelék 15. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontoként (Debrecen, 2005)

<b>2005/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	1262,53	39		
Ismétlés	10,86	1	10,86	
Hibrid	151,52	4	37,88	1,91
Hiba (A)	61,72	4	15,43	
Trágyaszint	274,70	3	91,57	4,62
Hiba (B)	297,41	15	19,83	
Kölcsönhatás (A X B)	466,33	12	38,86	1,96
<b>2005/2. mérés</b>				
Összes	1570,06	39		
Ismétlés	371,42	1	371,42	
Hibrid	140,62	4	35,16	1,62
Hiba (A)	145,73	4	36,43	
Trágyaszint	185,47	3	61,82	2,85
Hiba (B)	325,08	15	21,67	
Kölcsönhatás (A X B)	401,73	12	33,48	1,54
<b>2005/3. mérés</b>				
Összes	2504,38	39		
Ismétlés	520,47	1	520,47	
Hibrid	506,06	4	126,51	1,98
Hiba (A)	77,02	4	19,26	
Trágyaszint	6,95	3	2,32	0,04
Hiba (B)	959,74	15	63,98	
Kölcsönhatás (A X B)	434,13	12	36,18	0,57
<b>2005/4. mérés</b>				
Összes	2039,69	39		
Ismétlés	514,80	1	514,80	
Hibrid	461,10	4	115,27	2,76
Hiba (A)	130,64	4	32,66	
Trágyaszint	85,50	3	28,50	0,68
Hiba (B)	625,89	15	41,73	
Kölcsönhatás (A X B)	221,76	12	18,48	0,44

Függelék 16. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontoként (Debrecen, 2006)

<b>2006/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	3084,16	39		
Ismétlés	1555,63	1	1555,63	
Hibrid	100,34	4	25,09	1,00
Hiba (A)	618,89	4	154,72	
Trágyaszint	162,31	3	54,10	1,76
Hiba (B)	460,89	15	30,73	
Kölcsönhatás (A X B)	186,11	12	15,51	0,50
<b>2006/2. mérés</b>				
Összes	1692,69	39		
Ismétlés	402,05	1	402,05	
Hibrid	155,39	4	38,85	1,11
Hiba (A)	148,70	4	37,17	
Trágyaszint	227,57	3	75,86	2,17
Hiba (B)	524,59	15	34,97	
Kölcsönhatás (A X B)	234,40	12	19,53	0,56
<b>2006/3. mérés</b>				
Összes	710,92	39		
Ismétlés	108,82	1	108,82	
Hibrid	114,59	4	28,65	1,78
Hiba (A)	31,78	4	7,95	
Trágyaszint	52,25	3	17,42	1,08
Hiba (B)	241,60	15	16,11	
Kölcsönhatás (A X B)	161,88	12	13,49	0,84
<b>2006/4. mérés</b>				
Összes	838,82	39		
Ismétlés	132,01	1	132,01	
Hibrid	102,76	4	25,69	1,35
Hiba (A)	93,11	4	23,28	
Trágyaszint	86,35	3	28,78	1,51
Hiba (B)	286,05	15	19,07	
Kölcsönhatás (A X B)	138,55	12	11,55	0,61

Függelék 17. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek levélterület-indexe közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontoként (Debrecen, 2004)

<b>2004/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	7,19	39		
Ismétlés	0,06	1	0,06	
Hibrid	1,47	4	0,37	11,54
Hiba (A)	0,42	4	0,11	
Trágyaszint	4,13	3	1,38	43,17
Hiba (B)	0,48	15	0,03	
Kölcsönhatás (A X B)	0,63	12	0,05	1,64
<b>2004/2. mérés</b>				
Összes	6,78	39		
Ismétlés	0,15	1	0,15	
Hibrid	1,07	4	0,27	2,11
Hiba (A)	0,21	4	0,05	
Trágyaszint	2,92	3	0,97	7,66
Hiba (B)	1,91	15	0,13	
Kölcsönhatás (A X B)	0,51	12	0,04	0,34
<b>2004/3. mérés</b>				
Összes	7,04	39		
Ismétlés	0,11	1	0,11	
Hibrid	1,15	4	0,29	7,49
Hiba (A)	0,34	4	0,09	
Trágyaszint	4,13	3	1,38	35,94
Hiba (B)	0,57	15	0,04	
Kölcsönhatás (A X B)	0,73	12	0,06	1,59
<b>2004/4. mérés</b>				
Összes	6,80	39		
Ismétlés	0,33	1	0,33	
Hibrid	1,13	4	0,28	4,12
Hiba (A)	0,65	4	0,16	
Trágyaszint	3,13	3	1,04	15,23
Hiba (B)	1,03	15	0,07	
Kölcsönhatás (A X B)	0,54	12	0,04	0,65



Függelék 18. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontoként (Debrecen, 2005)

<b>2005/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	15,79	39		
Ismétlés	0,14	1	0,14	
Hibrid	0,71	4	0,18	1,43
Hiba (A)	0,38	4	0,10	
Trágyaszint	12,10	3	4,03	32,24
Hiba (B)	1,88	15	0,13	
Kölcsönhatás (A X B)	0,57	12	0,05	0,38
<b>2005/2. mérés</b>				
Összes	26,85	39		
Ismétlés	0,27	1	0,27	
Hibrid	0,77	4	0,19	2,61
Hiba (A)	0,29	4	0,07	
Trágyaszint	22,81	3	7,60	102,91
Hiba (B)	1,11	15	0,07	
Kölcsönhatás (A X B)	1,60	12	0,13	1,81
<b>2005/3. mérés</b>				
Összes	20,55	39		
Ismétlés	0,04	1	0,04	
Hibrid	0,49	4	0,12	2,13
Hiba (A)	0,06	4	0,02	
Trágyaszint	18,59	3	6,20	107,35
Hiba (B)	0,87	15	0,06	
Kölcsönhatás (A X B)	0,49	12	0,04	0,71
<b>2005/4. mérés</b>				
Összes	25,84	39		
Ismétlés	0,23	1	0,23	
Hibrid	4,78	4	1,19	27,34
Hiba (A)	0,17	4	0,04	
Trágyaszint	19,43	3	6,48	148,36
Hiba (B)	0,65	15	0,04	
Kölcsönhatás (A X B)	0,58	12	0,05	1,10

Függelék 19. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitása közötti összefüggés varianciatáblázata mérési időpontokként (Debrecen, 2006)

<b>2006/1. mérés</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	12,88	39		
Ismétlés	0,26	1	0,26	
Hibrid	1,53	4	0,38	8,35
Hiba (A)	0,59	4	0,15	
Trágyaszint	9,34	3	3,11	67,99
Hiba (B)	0,69	15	0,05	
Kölcsönhatás (A X B)	0,48	12	0,04	0,88
<b>2006/2. mérés</b>				
Összes	18,12	39		
Ismétlés	0,14	1	0,14	
Hibrid	0,27	4	0,07	1,26
Hiba (A)	1,43	4	0,36	
Trágyaszint	14,44	3	4,81	90,37
Hiba (B)	0,80	15	0,05	
Kölcsönhatás (A X B)	1,04	12	0,09	1,64
<b>2006/3. mérés</b>				
Összes	12,26	39		
Ismétlés	0,20	1	0,20	
Hibrid	0,21	4	0,05	1,00
Hiba (A)	0,91	4	0,23	
Trágyaszint	7,08	3	2,36	11,96
Hiba (B)	2,96	15	0,20	
Kölcsönhatás (A X B)	0,89	12	0,07	0,38
<b>2006/4. mérés</b>				
Összes	13,83	39		
Ismétlés	0,00	1	0,00	
Hibrid	1,99	4	0,50	3,75
Hiba (A)	1,48	4	0,37	
Trágyaszint	5,29	3	1,76	13,25
Hiba (B)	1,99	15	0,13	
Kölcsönhatás (A X B)	3,07	12	0,26	1,93

Függelék 20. táblázat: A műtrágyázás és a kukorica hibridek beltartalma közötti összefüggés varianciatáblázata (Debrecen, 2005-2006)

<b>2005 / Fehérje %</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	28,61	35		
Ismétlés	1,00	2	0,50	
Hibrid	0,25	2	0,13	1,00
Hiba (A)	1,52	4	0,38	
Trágyaszint	11,72	3	3,91	13,46
Hiba (B)	5,23	18	0,29	
Kölcsönhatás (A X B)	8,89	6	1,48	5,10
<b>2005 / Keményítő %</b>				
Összes	50,53	35		
Ismétlés	1,49	2	0,74	
Hibrid	3,66	2	1,83	8,05
Hiba (A)	0,23	4	0,06	
Trágyaszint	36,44	3	12,15	53,38
Hiba (B)	4,10	18	0,23	
Kölcsönhatás (A X B)	4,61	6	0,77	3,38
<b>2005 / Olaj %</b>				
Összes	0,81	35		
Ismétlés	0,00	2	0,00	
Hibrid	0,29	2	0,14	12,34
Hiba (A)	0,04	4	0,01	
Trágyaszint	0,04	3	0,01	1,24
Hiba (B)	0,21	18	0,01	
Kölcsönhatás (A X B)	0,23	6	0,04	3,27

<b>2006 / Fehérje %</b>	<b>SQ</b>	<b>FG</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>
Összes	32,83	35		
Ismétlés	0,11	2	0,05	
Hibrid	18,55	2	9,28	48,52
Hiba (A)	1,91	4	0,48	
Trágyaszint	6,29	3	2,10	10,96
Hiba (B)	3,44	18	0,19	
Kölcsönhatás (A X B)	2,54	6	0,42	2,21
<b>2006 / Keményítő %</b>				
Összes	289,39	35		
Ismétlés	51,02	2	25,51	
Hibrid	27,96	2	13,98	2,50
Hiba (A)	30,58	4	7,64	
Trágyaszint	49,24	3	16,41	2,94
Hiba (B)	100,63	18	5,59	
Kölcsönhatás (A X B)	29,96	6	4,99	0,89
<b>2006 / Olaj %</b>				
Összes	2,38	35		
Ismétlés	0,08	2	0,04	
Hibrid	0,88	2	0,44	12,15
Hiba (A)	0,16	4	0,04	
Trágyaszint	0,40	3	0,13	3,72
Hiba (B)	0,65	18	0,04	
Kölcsönhatás (A X B)	0,22	6	0,04	1,00

## NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Mezőgazdaságtudományi Karán a Hankóczy Jenő Növénytermesztési és Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem AMTC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 200.....

.....  
**El Hallof Nóra**  
a jelölt aláírása

## NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy ..... doktorjelölt 200.... – 200.... 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.

Debrecen, .....

.....  
**Dr. Sárvári Mihály**  
a témavezető aláírása

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

PhD doktori értekezésem elkészítésében nyújtott segítségért köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Dr. Sárvári Mihály, egyetemi docensnek.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Növénytudományi Intézet vezetőjének, Dr. Pepó Péternek.

Az Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet vezetőjének, Dr. Győri Zoltánnak és munkatársainak a minőségvizsgálatokban nyújtott segítségért.

Opponensemnek, Dr. Marton L. Csaba, igazgató-helyettes úrnak.

Opponensemnek, Dr. Csajbók József, egyetemi docensnek.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Növénytudományi Intézet munkatársainak, valamint a Bemutatókert dolgozóinak.