



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS TÁJÖKOLÓGIAI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

†**Dr. Ruzsányi László**
MTA doktora

Témavezető:

Dr. habil Sárvári Mihály
a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

A TÁPANYAGELLÁTÁS SZEREPE A HIBRIDSPECIFIKUS KUKORICATERMESZTÉSBEN

Készítette:

Jakab Péter
okleveles agrármérnök

DEBRECEN

2003

A TÁPANYAGELLÁTÁS SZEREPE A HIBRIDSPECIFIKUS
KUKORICATERMESZTÉSBEN

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a Növénytermesztési és kertészeti tudományágban

Írta: Jakab Péter okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok
Doktori Iskolája keretében

A doktori iskola vezető: † Dr. Ruzsányi László MTA doktor

Témavezető: Dr. habil. Sárvári Mihály mg. tud. kandidátus

A doktori szigorlati bizottság:

név	tud. fok.
elnök: † Dr. Ruzsányi László	MTA doktor
tagok: Dr. Birkás Márta	MTA doktor
Dr. Loch Jakab	MTA doktor

A doktori szigorlat időpontja: 2002. február. 15.

Az értekezés bírálói:

név	tud. fok.	aláírás
Dr. Németh János	MTA doktor egy. tanár
Dr. Holló Sándor	egy. docens, mg. tud. kandidátus

A bíráló bizottság:

Név	tud. fok.	aláírás
elnök: Dr. habil. Pepó Péter	egy. tanár, mg. tud. kandidátus
titkár: Dr. Csajbók József	egy. adjunktus, Ph.D.
tagok: Dr. habil. Nagy János	egy. tanár, MTA doktor
Dr. Kiss Istvánné	c. egy. docens, mg. tud. kandidátus
Dr. Marton L. Csaba	osztályvez. mg. tud. kandidátus
.....	
.....	

Az értekezés védésének időpontja: 2003. április. 2.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. TÉMAFELVETÉS	6
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	9
3.1. Az ökológiai tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben	9
3.1.1. Az éghajlati, klimatikus tényezők hatása a kukoricatermesztésre	9
3.1.2. A talaj mint termesztési tényező szerepe a kukoricatermesztésben.....	15
3.2. A biológiai alapok (fajták, hibridek) szerepe, jelentősége.....	18
3.2.1. A fajták és a hibridek tulajdonságainak összehasonlítása	18
3.2.2. A genetikai előrehaladás értékelése különböző szerzők szerint	19
3.2.3. A hibridek természetes tápanyagfeltárási- és hasznosító képességének, trágyareakciójának értékelése.....	21
3.2.4. Új tulajdonságokkal rendelkező hibridek	22
3.2.5. A hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma és az azt befolyásoló tényezők értékelése.....	24
3.2.6. A hibridek beltartalmi paraméterei, és az azt befolyásoló tényezők	26
3.3. A N-műtrágyázás jelentősége.....	30
3.3.1. A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és a termésképző elemekre.....	30
3.3.2. A N-műtrágyázás hatása a kukorica minőségére.....	31
3.3.3. A N-műtrágyázás hatása a talaj különböző tulajdonságaira	33
3.3.4. A hibridek N-igénye, az optimális N-műtrágya mennyisége	35
3.3.5. A N-műtrágyázás hatása a kukorica fotoszintetikus aktivitására	36
3.4. A P-műtrágyázás jelentősége	37
3.4.1. A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére.....	37
3.4.2. A hibridek P-igénye, a P-műtrágya optimális mennyisége.....	38
3.5. A K-műtrágyázás jelentősége	39
3.5.1. A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére	39
3.5.2. A hibridek K-igénye, a K-műtrágya optimális mennyisége	40
3.6. Az NPK-műtrágyázás jelentősége	40
3.6.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére	40
3.6.2. A hibridek NPK-igénye, az NPK-műtrágya optimális mennyisége	41
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	43
4.1. Célkitűzések	43
4.2. A kísérleti évek időjárásának jellemzői	43
4.3. A kísérlet talajának tulajdonságai	46
4.4. A kísérletben vizsgált kukoricahibridek fontosabb jellemzői.....	46
4.5. Az alkalmazott főbb agrotechnikai eljárások jellemzése	47
4.5.1. Talajművelés.....	47
4.5.2. Tápanyagellátás	47
4.5.3. Gyomirtás	48
4.5.4. A kísérlet egyéb agrotechnikai adatai.....	48
4.6. Kiegészítő vizsgálatok	48
4.6.1. A fotoszintézis mérésének műszere és módszerének leírása	48
4.6.2. A levélterület (LA) mérés módszere és ideje	49
4.6.3. A kukoricahibridek vízleadási dinamikájának és betakarításkori szemnedvesség tartalmának vizsgálata.....	49
4.6.4. A kukoricaszem elemtartalmának vizsgálata.....	50

4.6.5.	A kukoricaszem nyersfehérje- keményítő- és nyersolajtartalmának meghatározása	50
4.6.5.1.	A nyersfehérje tartalom meghatározása	51
4.6.5.2.	A keményítőtartalom meghatározása.....	51
4.6.5.3.	A nyersolaj tartalom meghatározása.....	51
4.6.6.	A kukorica gombás fertőzöttségének meghatározása	51
4.6.7.	A kukoricahibridek (kukoricaszem) toxintartalmának vizsgálata	52
4.7.	A kísérleti eredmények kiértékelésének módszere	52
5.	EREDMÉNYEK.....	53
5.1.	Az NPK-műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére	53
5.1.1.	Az 1999. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése	53
5.1.2.	A 2000. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése.....	57
5.1.3.	A 2001. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése.....	61
5.2.	Kukoricahibridek vízleadásának és betakarításkori szemnedvesség tartalmának vizsgálata	65
5.3.	Az NPK-műtrágyázás hatása a különböző genotípusú kukoricahibridek minőségére	72
5.3.1.	1999 év eredményeinek értékelése	72
5.3.1.1.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek nyersfehérje tartalmára.....	72
5.3.1.2.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek nyersolaj tartalmára.....	75
5.3.1.3.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek keményítő tartalmára 75	
5.3.2.	2001 év eredményeinek értékelése	78
5.3.2.1.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek nyersfehérje tartalmára.....	78
5.3.2.2.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek nyersolaj tartalmára.....	81
5.3.2.3.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek keményítő tartalmára	81
5.4.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek elemtartalmára.....	84
5.4.1.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek makroelem tartalmára	84
5.4.2.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek mezo- és mikroelem tartalmára....	85
5.5.	A műtrágyakezelés hatása a különböző genotípusú kukoricahibridek gombás fertőzöttségére és fusarium toxintartalmára	86
5.6.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére	91
5.6.1.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére 1999-ben	91
5.6.2.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére 2000-ben	93
5.6.3.	A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére 2001-ben	95
5.7.	A műtrágyázás hatása a különböző genetikai tulajdonságú hibridek fotoszintetikus aktivitására	97
5.7.1.	1999 év eredményeinek értékelése	97
5.7.2.	2000 év eredményeinek értékelése	100
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	103
7.	ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	106
8.	GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK	109
9.	IRODALOMJEGYZÉK.....	110
10.	TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	125
11.	ÁBRAJEGYZÉK.....	126
	FÜGGELÉK.....	128

1. BEVEZETÉS

A kukorica a világon (137 millió ha) az őszi búza (213 millió ha) és a rizs (151 millió ha) után a harmadik legnagyobb területen termesztett kultúrnövény. Termelésének nagyságrendje sokirányú hasznosíthatóságával magyarázható. A világon mindenütt fontos takarmányként (szemes-, abrak- vagy zöldtakarmány), ipari alapanyagként, valamint emberi táplálékként használják fel.

A legfrissebb (2001. évi) FAO adatok szerint a világtermelés nagyságrendjét 137 596 759 ha-on megtermelt 609 181 620 t kukorica jellemzi (2. táblázat). A világ kukorica termőterületének megoszlásában Ázsiáé (30,37%) és Észak-Amerikáé (27,82%) a vezető szerep, ezeket követi Afrika (18,44%) majd pedig Dél-Amerika (13,04%). Európa a maga 10,23%-os részesedésével területben ugyan nem, de néhány kimagasló hagyománnyal és terméseredményekkel büszkélkedő országával, mint pl. Franciaország, Magyarország valamint Románia-mint Európában szemeskukoricát a legnagyobb területen termesztő ország, ahol a kukorica népelelmezési szerepe hagyományosan jelenős- meghatározó szerepet játszik.

Az elmúlt egy évtizedben a kontinensek közül Ázsiában és Európában növekedett jelentősebb mértékben a kukorica vetésterülete. Örvedetes dolog, hogy a kukorica termésátlaga a világon az 1991 évi 3,68 t/ha-ról 2001-re 4,42 t/ha-ra növekedett. Az egyes földrészek legnagyobb kukoricatermelő országainak termésátlagában azonban óriási nagyságrendbeli különbségek vannak. A legnagyobb termésszintekhez- USA 8,69 t/ha Új-Zéland 10,41 t/ha –viszonyítva megdöbbentően alacsonynak tűnik a legnagyobb kukoricatermelő afrikai ország Nigéria 1,4 t/ha de akár India termésátlaga (1,80 t/ha) is, azonban az alacsony ráfordítási színvonalat figyelembe véve ez az eredmény ugyanolyan racionális, mint pl. az USA 2 t/ha-t alig meghaladó búza termésátlaga.

A kukorica a magyar növénytermesztésben is meghatározó szerepet tölt be. A hazai állatállomány energiaszükségletének ma is 70-75 %-át (450 000 t), a takarmányok fehérjeszükségletének 40%-át fedezi. Szemtermésének átlagos kémiai összetétele (70-80% keményítő, 7-9% fehérje, 4-6% olaj, 2-3% rost) elsősorban biológiai energiaforráskénti felhasználását indokolja. Ugyanakkor jelentős ipari nyersanyag is. Mintegy 400-450 ezer tonna kukoricát dolgoznak fel Magyarországon ipai célra, amelynek legnagyobb részéből, 300-350 ezer tonnából izocukor készül. A malmi felhasználás (őrlés, kb. 150 ezer tonna) ennek mintegy 50%-a értékesül humán

fogyasztási célra liszt vagy gríz formájában, a fennmaradó részt pedig a szeszipar és a söripar használja fel. Évente mintegy 1000-3000 tonna waxy (viaszos) kukoricát exportálunk főleg Ausztriába, Svédországba, Belgiumba, Hollandiába. Évről évre változó, de jelentős mennyiséget tesz ki a hibridkukorica vetőmag export az EU-ba, és más országokba is.

A hazai kukoricatermesztés áttekintéséhez nyújt segítséget az 1. táblázat. Ebből megállapítható hogy a második világháborút követően még igen alacsony színvonalú volt kukoricatermesztésünk. Ebben az időben még nem folyt okszerű tápanyaggazdálkodás. A talajból több tápanyagot vontak el a terméssel mint amennyit visszapótoltak, ezáltal talajzsaroló gazdálkodás folyt. A termesztett fajták sem voltak korszerűek. Többnyire az Amerikából származó szabadelvirágzású lófogú kukorica fajtákat termesztették. Az 1950-es évektől kezdve jelentek meg a fajtahibridek, melyeket két egymástól genetikailag különböző szabadelvirágzású fajta keresztezésével állították elő, és a szabadelvirágzású fajtákhoz képest 10-15%-al nagyobb termést adtak.

Az 1960-as években kerültek be a köztermesztésbe a beltenyésztéses hibridek. Az USA-ban már 1909-ben kutatási szinten intenzíven foglalkoztak a hibridkukorica nemesítésével, de csak tenyészkertben. Hazánkban Fleischmann Rudolf és Pap Endre foglalkozott elsőként beltenyésztett vonalak előállításával az 1930-as években. A Pap Endre által előállított Mv 5 volt Európában az első beltenyésztéses kukoricahibrid, melyet 1953-ban minősítettek. A hibridek előállításánál 6-7 évig egy adott vonalat öntermékenyítettek, majd a vonalak keresztezésével többlettermést értek el. A beltenyésztéses hibridek 20-30 %-al adtak több termést, mint a szabadelvirágzású fajták. Termesztésük akkor vált általánossá, amikor kialakították a hibridvetőmag előállítás rendszerét és megépültek a vetőmag tisztítására, szárítására és kalibrálására alkalmas vetőmagüzemek. Az elkövetkezendő időben megfigyelhető volt, hogy Magyarországon terjedtek el leghamarabb a kukoricahibridek. 1963-ban már a kukorica vetésterületünknek 90 %-án martonvásári nemesítésű hibrideket termesztettünk.

Az 1970-es években került sor a termelési rendszerek és ezzel együtt az akkori legkorszerűbb technológiák bevezetésére. Jellemzőjük volt ezeknek a rendszereknek a fokozottabb műtrágya és növényvédőszer felhasználás, modern gépek alkalmazása, valamint egyre korszerűbb hibridek termesztésbe vonása.

A termelésbe fektetett magas ráfordítások meghozták az eredményüket. Magyarország 1960-1981 között az 1 millió hektárnál nagyobb területen kukoricát termeszto országok között termésátlag tekintetében a harmadik helyen állt, az évi 151,5

kg/ha-os termésnövekedéssel pedig a világon az első volt (Menyhért, 1985). Az 1980–as években az országos termésátlagok tovább nőttek a nagyarányú ráfordítások következtében és megközelítették a 7,0 t/ha-t.

Az 1990-95 között végbement politikai-gazdasági rendszerváltás kedvezőtlenül hatott a mezőgazdasági termelésre. A korábban létrejött és megerősödött nagygazdaságok szétesése, a ráfordítások drasztikus csökkenése, (a műtrágya felhasználás a korábbi évek töredékére zuhant vissza), a szakmai színvonal rohamos zuhanása, valamint a kedvezőtlen aszályos évjáratok gyakoriságának növekedése révén az országos termésátlagok a 3,4-4,4 t/ha szinten állandósultak.

1996-tól egy közgazdasági konszolidáció figyelhető meg. A kedvezőbb évjáratok hatására a termésátlagok is növekedtek. Ahhoz hogy ez a jövőben is így folytatódjon, elkerülhetetlen a ráfordítások (elsősorban a tápanyagellátás) növelése.

A jövőben a kukoricatermesztésben is fajtaspecifikus technológiát kell alkalmazni. Az eltérő intenzitású technológiai változatoknak megfelelően a ráfordítás intenzitásának megfelelő hibridet kell választani. A hatékonyság növelése mellett prioritást kell biztosítani a környezetvédelemnek. Az amerikai kukoricabogár gyors terjedése pedig az okszerűbb vetésváltás kialakítását indokolja.

1. táblázat. A kukoricatermesztés alakulása Magyarországon (1921-2001)

(Kiss Istvánné, 2001 alapján)

Időszak	Vetésterület (1000 ha)	Termésátlag (t/ha)	Jellemzők
1948-52	1 166	1,77	Fajtahibridek megjelenése
1961-65	1 269	2,63	Beltenyésztéses hibridek megjelenése
1966-70	1 235	3,23	
1971-75	1 410	4,17	Termelési rendszerek, korszerű technológiák bevezetése - több műtrágya - korszerű gépek - hatékony növényvédelem - jobb hibridek
1976-80	1 297	5,66	A magyar kukoricatermesztés virágkora - jelentős genetikai előrehaladás - agrotechnikai színvonal emelkedése - 2. helyezés a világranglistán a termésátlag alapján - 8-10 tonnások klubjának megalakítása
1981-85	1 111	5,92	
1986-90	1 106	5,62	
1991	1 106	6,71	Rendszerváltás-birtokviszonyok változása - nagygazdaságok szétesése - ráfordítások drasztikus csökkenése - új tulajdonosok: technikai, tudásbeli színvonal csökkenése - száraz periódus
1992	1 158	3,65	
1993	1 120	3,50	
1994	1 204	3,85	
1995	1 033	4,43	
1996	1 053	5,61	Közgazdasági konszolidálódás - kereslet-kínálat - piaci hatások érvényesülése - kedvezőbb évjáratok
1997	1 057	6,44	
1998	1 023	6,10	
1999	1 047	6,74	
2000	1199	4,40	
2001	1042	6,03	
2002	1190	4,78	

2. táblázat. A kukorica vetésterülete és termésátlaga a világon (1991,2001 években)

Forrás: www.fao.org

	1991			2001		
	vetéster. ezer ha	vetéster. %	Termésátl. t/ha	vetéster. ezer ha	vetéster. %	termésátl. t/ha
Világ összesen	131153	100,00	3,68	137597	100,00	4,42
Afrika	25124	18,73	1,46	25372	18,44	1,66
Nigéria	5142	3,83	1,13	3999	2,91	1,40
Dél-Afrika	3816	2,85	2,25	3500	2,54	2,02
Ázsia	39443	29,41	3,37	41801	30,38	3,78
Kína	21649	16,14	4,58	23474	17,06	4,93
India	5859	4,37	1,37	6552	4,76	1,80
Indonézia	2909	2,17	2,15	3305	2,40	1,55
Európa	10800	8,05	5,83	14077	10,23	5,18
Albánia	44	0,03	2,90	60	0,04	3,58
Franciaország	1769	1,32	7,27	1917	1,39	8,59
Németország	283	0,21	6,84	396	0,29	9,19
Magyarország	1106	0,82	6,71	1042	0,76	6,03
Olaszország	859	0,64	7,26	1184	0,86	8,94
Benelux államok	10	0,01	8,75	633	0,46	8,82
Románia	2575	1,92	4,07	3100	2,25	2,41
Görögország	230	0,17	10,10	195	0,14	8,50
É-K Amerika	37963	28,30	5,65	38287	27,83	7,08
Kanada	1105	0,82	6,71	1191	0,87	6,86
Mexikó	6947	5,18	2,05	7280	5,29	2,55
USA	27851	20,76	6,81	27846	20,24	8,67
Dél- Amerika	17753	13,24	2,06	17953	13,05	3,56
Argentína	1900	1,42	4,04	2745	1,99	5,60
Brazília	13064	9,74	1,80	12355	8,98	3,35
Óceánia	71	0,05	5,40	106	0,08	5,75
Ausztrália	49	0,04	3,99	85	0,06	4,94
Új-Zéland	19	0,01	9,62	17	0,01	10,41

2. TÉMAFELVETÉS

A kukoricatermesztés eredményességét az ökológiai, a biológiai és az agrotechnikai feltételek összessége határozza meg. A termelési színvonal annál magasabb és stabilabb, minél inkább tudunk alkalmazkodni az ökológiai adottságokhoz. Az ökológiai feltételek egyike az éghajlati vagy klimatikus viszonyok. Az utóbbi évtizedekben az időjárási szélsőségek fokozódtak, amit Szász Gábor professzor vizsgálata is igazolnak. Amíg az 1860-1900 években a száraz és a csapadékos évek előfordulási gyakorisága 22,5-22,5% volt, addig ez 1981-1999 között 50% ill. 22,2% volt. Különösen kedvezőtlen hogy a száraz évjáratok gyakorisága az utóbbi évtizedekben megkétszereződött, mert ez a kukorica termés nagyságát döntő mértékben meghatározza.

Az ökológiai tényezők másik csoportja az edafikus vagy talaj tulajdonságok. Hazánkban nagy területen rendelkezésre állnak a mezőgazdasági termelés számára kedvező talajok (csernozjom vagy mezőségi talajok, erdőtalajok, réti talajok).

Sajnálatos módon azonban a helytelen eszközhasználatból, és az ismétlődően azonos mélységben végzett műveletekből adódó eketalp- és tárcsatalp betegségekből, és legfőképp az ezek elhárítására szolgáló talajlazítások elmaradásából adódóan jelentős területeken okoz problémát a talajok káros tömörödése. Birkás Márta (2001) mérései szerint talajaink felső 40 cm-es rétegének kedvező szerkezeti besorolása az elmúlt 20 év alatt 22%-ról 2%-ra csökkent. A szántási mélységben a talajok 36%-a, a tárcsázás mélységében pedig a talajok 22%-a tömörödött.

A tömörödött talajállapot akár 20-70%-al is csökkentheti a termést azáltal, hogy nem biztosítja a normális gyökérnövekedést, a víz és tápanyagmozgást, valamint nem engedi érvényesülni a talajherbicidek hatását (Kiss I.-né, 2000).

A jó termés és jó minőség előfeltétele a kiegyensúlyozott tápanyaggazdálkodás. Ezentúl alapvető célkitűzés kell hogy legyen a talajok termékenységének megőrzése, a környezet felesleges terhelése ill. károsítása nélkül. Mindez a szerves trágyák felhasználása mellett a műtrágyák alkalmazását is szükségessé teszi. Hazánkban a műtrágyázás bevezetésére csak az ezredforduló után került sor, de a II. világháború előtti időszakban mindössze néhány kg nitrogént, foszfort és káliumot használtak fel hektáronként. Gyökeres változás a műtrágya-felhasználásban az 1960-as évektől kezdődően következett be. Bocz (1962) mutatott rá arra, hogy kedvező ökológiai adottságaink mellett a tápanyagellátottság javításával növelhetők a stagnáló termések. A növénytermesztés fejlesztésének koncepcióját Bocz E-Györffy B.-Láng G. és Sarkadi J.

dolgozta ki műtrágyázásra alapozva. A dinamikus növekvő műtrágya-felhasználás, az intenzív hibridek termesztése, a hatékony növényvédelem, és a korszerű műszaki technológiai háttér egyaránt hozzájárult ahhoz, hogy a búza és a kukorica termése mintegy két és félszeresére növekedett az 1960-75-ös időszakban. 1975-85 között elértük a fejlett nyugat-európai országok műtrágya-felhasználását. A műtrágya-felhasználás 1985-1990 között mérséklten, 1990 után erőteljesen csökkent. Az elmúlt 10 évben átlagosan mintegy 37-74 kg/ha-ra csökkenő műtrágya-felhasználás, -szemben az 1980-as évek 200 kg/ha-t meghaladó mennyiségével- ezen belül is az egyoldalú nitrogénhasználat évek óta a termelési technológia legkorlátozóbb pontja, melynek javítása nagyon sürgős feladat. A műtrágya felhasználás erőteljes csökkenése veszélyezteti talajaink termékenységét. Főleg talajaink P- és K-ellátottsága romlott. Az elmúlt évtizedben nemcsak a műtrágya-felhasználás csökkent, hanem a talajvizsgálatok száma is rendkívüli mértékben visszaesett, ami azért sajnálatos, mert így a trágyázásnak sem a talaj termékenységére gyakorolt hatása, sem a környezeti hatása nem ellenőrizhető. Nagy jelentősége van, illetve lenne a képződő szerves anyagok, ill. trágyák szakszerű felhasználásának is.

A termesztési tényezők harmadik csoportja a biológiai tényezők, vagyis a termesztett fajták illetve hibridek tulajdonságai. Az 1970-es 1980-as években elért magas terméseredmények jelentős mértékben a korszerű biológiai alapoknak is köszönhetőek. Az MTA martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézete már az 1970-es évek legelején meghonosította az akkor igen korszerű amerikai hibrideket. 1975-től pedig Szeged honosította és tartotta fenn az amerikai Pioneer cég hibridjeit. Az itt működő sikeres nemesítési program a Szeged-tápláni kutatók közös munkája volt, melyben Németh János vezető szerepet játszott. A Pioneer hibrideket napjainkban is nagy területen termesztik. Jelenleg a hibridválaszték a kukoricatermesztés technológiájának legerősebb és legstabilabb láncszeme. A fajtakinálat a kukoricából a leggazdagabb, hiszen több mint 300 szemes- és silókukorica-hibrid áll a termelők rendelkezésére. E hatalmas hibrid szortimentben az eligazodás rendkívül nehéz a kutatóknak és a gyakorlati termesztőknek egyaránt. Hazánk EU csatlakozása után pedig még nagyobb mértékben nő majd a hibridválaszték, hiszen az EU tagországokban minősített hibridek is felkerülnek majd a nemzeti fajtalistára. Alapvető fontosságú éppen ezért az, hogy megfelelő eligazodást, gyakorlati segítséget kell nyújtani a gazdálkodóknak. Ez felveti annak a szükségességét, hogy az ún. leíró fajtajegyzék mellett nagy szükség lenne az ún. ajánlati fajtajegyzékre, figyelembe véve az ökológiai feltételeket, és az

agrotechnikai színvonalat. Sajnos ez utóbbi fajtalista jelenleg még nem létezik és különböző okok miatt a közeljövőben sem várható a megjelenése. Ezen túlmenően nemcsak az ajánlati fajtajegyzékre lenne szükség, hanem legalább ugyanilyen fontos lenne a legjobb genotípusokra ún. fajtaspecifikus technológiák kidolgozása.

Összegzésként megállapítható, hogy kukoricatermesztésünk eredményességét az agrotechnikai tényezők (tápanyagellátás, növényvédelem) jelenlegi alacsony színvonaláról egy optimális szintre történő emelésével, valamint a termesztési tényezők közötti pozitív interakciók kihasználásával érhetjük el.

Kutatásaim során a Hajdúság adott ökológiai feltételei mellett vizsgáltam a termesztési tényezők, ezen belül kiemelten a tápanyagellátás hatását tíz különböző genotípusú kukoricahibrid fontos értékmérő tulajdonságára, illetve a termésképződés szempontjából fontos élettani folyamatára, amelyek a következők voltak:

- termőképesség
- természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képesség
- trágyareakció
- vízleadási dinamika, betakarításkori szemnedvesség
- levélterületi index (LAI) illetve ennek változása a tenyészidő során, és összefüggését a terméssel
- nyersfehérje-, keményítő-, illetve nyersolajtartalom
- makro-, mezo- és mikroelemtartalom
- különböző gombás fertőzőtlenség és toxinszennyezettség mértéke
- fotoszintetikus aktivitás

Vizsgálataimat azzal a meggyőződéssel végeztem, hogy a kapott eredményeket a hasonló ökológiai adottságokkal rendelkező területeken is eredményesen felhasználhassák, valamint hogy újabb információkat nyerjünk, amelyek segítenek a fajtaspecifikus technológiák kidolgozásában, illetve pontosításában.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Az ökológiai tényezők jelentősége a kukoricatermesztésben

3.1.1. Az éghajlati, klimatikus tényezők hatása a kukoricatermesztésre

A kukoricatermesztés nagymértékben fejlődött a technikai előrehaladásnak köszönhetően, de a termesztés még ma is legalább annyira függ az időjárástól mint a múltban, ezért a szántóföldi kísérleteket végző kutatóknak figyelembe kell venni az időjárás hatását a kísérletekre (DALE-DANIELS, 1995).

Magyarország éghajlatában egyaránt érvényesülnek atlanti, kontinentális és mediterrán hatások, és eredményeznek igen változatos tér-és időbeli megoszlású időjárási helyzeteket. Hazánk éghajlatát jellemzi az éghajlati elemek igen nagy tér- és időbeli variabilitása. Az ország vízmérlegét tanulmányozva megállapítható, hogy országosan a párolgás általában kevesebb, mint a csapadék mennyisége. Az Alföldön viszont fordított a helyzet, a párolgás mértéke felülmúlja a csapadék mennyiségét (VÁRALLYAI-LÁNG, 2001).

SZÁSZ (2000) természeti adottságainkat értékelve megállapítja, hogy mind a talaj mind pedig az éghajlat alapvetően kedvező feltételeket biztosít növénytermesztésünk számára. A talaj igen szerény időbeli változékonysága folytán csupán a termékek térbeli variabilitásának lehet okozója, míg az éghajlat – elsősorban a vízellátottság – nagy változékonysága idézi elő a termékek idő- és térbeli szórását.

VARGA-HASZONITS-MIKÉNÉ (1993) megállapították, hogy a növénytermesztést befolyásoló tényezők közül a meteorológiai tényezőket jellemzi a legnagyobb változékonyság. Ebből adódóan a klimatikus tényezők gyakorolják a legerőteljesebb hatást a növénytermesztésre. Rámutattak arra, hogy hazánkban a havi átlaghőmérsékletek az egész év folyamán magasabbak a szélességi körök átlagainál, ugyanakkor a csapadék mennyisége 1-2 hónaptól eltekintve mindig kevesebb a szélességi körök átlagaitól, valamint jellemzőek a nyári és az őszi hónapok nagy csapadékanomáliái.

Egy-egy időjárási tényező beható vizsgálatán túl nagyobb körzetek klimatikus igényének komplex értékelése az évjáratok pontosabb elemzésére ad lehetőséget.

MENYHÉRT et al. (1984) országos adatok alapján 1901-1980-ig elvégezte a kukorica klimatikus igényének biometriai elemzését. Ennek alapján a vegetációs időszak napfénytartamát, átlaghőmérsékletét, a téli félév csapadékösszegét, a vegetációs időszak csapadékösszegét, a hidrológiai év összes csapadékát, a vegetációs időszak

effektív hőösszegét és a hőösszeg-csapadék arány kedvező intervallumának meghatározását tartja fontosnak a kukoricatermesztés klímajellemzőinek értékelésekor. Az 1901-től 1980-ig terjedően feldolgozott országos adatok szerint a téli félév csapadéka (X-III. hó) 254 mm,0 a vegetációs idő csapadéka (IV-IX. hó) 362 mm volt. Július és augusztus hónapban a csapadék relatív szórása meghaladja az átlag 80%-át, ebben a két hónapban a legbizonytalanabb a várható csapadék mennyisége. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete 15-18 °C között, míg az effektív hőösszeg 900-1500 °C között ingadozott a vizsgált időszak alatt.

JENEY et al. (1985) a klímajellemzők alakulását 65%-ban az évjáratnak, 35%-ban az országon belüli területi elhelyezkedésnek tulajdonítja. A legfontosabb klímajellemzőnek a csapadék mennyiségét, és a csapadék eloszlását tartja.

Az 1983. évi rendkívüli aszály készítette arra a gyakorlati szakembereket és a kutatókat, hogy átfogó, az egész országra kiterjedő vizsgálatokat végezzenek annak megállapítására, hogy mennyire rendhagyó Magyarországon az aszály, hogyan csökkenthetők az aszálykárok, milyen mértékben befolyásolja azt az agrotechnika, a gazdálkodás színvonala. A kutatási eredmények igazolták, hogy az aszálykár csökkentésének az alapfeltétele az, hogy termőhelyenként növény-specifikusan jellemezni lehessen az aszály gyakoriságát és mértékét, továbbá ismerjük a különböző fajták és agrotechnikai beavatkozások (vetésváltás, talajművelés, tápanyagellátás, növényvédelem, öntözés) kockázatmódosító hatásait (LÁNG, 1993).

Az elmúlt néhány túlzott csapadékbőséget hozó év arra hívja fel a figyelmet, hogy Magyarországon nemcsak a szárazságra kell felkészülni, hanem az esetlegesen előforduló káros csapadéktöbbletre és az ennek következtében kialakuló belvízre. A belvíz a termelést akadályozó vízbőség, vízpangás, a talaj termő rétegében (VAJDAI, 1999).

Az időnként előforduló káros vízbőség kialakulásában az is szerepet játszik, hogy néhány környező országban (Románia, Ukrajna) drasztikus mértékű erdőirtás indult meg, amely ezáltal nem képes tompítani a nagy mennyiségben hirtelen lezúduló csapadék kedvezőtlen hatását.

SOMLYÓDY (2000) szerint az ország területének 52 %-át változó mértékű és gyakoriságú belvizek veszélyeztetik. Az ország medencefekvéséből adódóan legnagyobb veszélynek az Alföld van kitéve, ahol a Nyírség egyes területeit kivéve gyakori az időszakos vízborítás kialakulásának az esélye.

BIRKÁS et al. (1999) kutatásai alapján kimutatták, hogy a belvizek egyre gyakoribb megjelenésében a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék mellett a helytelen agrotechnika játszik nagy szerepet. A többévi azonos mélységű talajművelés, valamint a kedvezőtlen nedvességtartományban végzett talajmunkák következtében megjelenő művelőtalp (többnyire eketalp, tárcsatalp) a talajok vízbefogadó képességének csökkenését váltja ki.

Az utóbbi tíz évben romlottak a kukoricatermesztés ökológiai feltételei, nőtt az aszályos évjáratok gyakorisága. Ez azt jelenti, hogy jelenleg nagy valószínűséggel tíz évből öt-hat évben kell számítanunk szárazságra, kedvezőtlen vízellátásra, aminek eredményeként a termésingadozás az 1980-as években tapasztalt 10-20%-ról az 1990-es évekre 30-50%-ra nőtt (SÁRVÁRI, 2001; PEPÓ et al., 2002).

GYURICZA-BIRKÁS (2000) az 1991-2000 közötti időszakot vizsgálva megállapították, hogy a csapadék mennyisége alapján mindössze három év minősült átlagosnak, öt évben a száraz illetve aszályos elemek uralkodtak, míg két évben a csapadék mennyiség legalább 30%-al meghaladta a sokévi átlagot.

RUZSÁNYI (2000) megállapította, hogy a hidrometeorológiai szélsőségek előfordulásának gyakorisága – amelyet a Szász-féle szárazságindexszel jellemezhetünk – az utóbbi évtizedekben megnőtt. A csapadékos évek gyakorisága csak kis mértékben csökkent, míg a száraz évek gyakorisága 22,5%-ról 50%-ra nőtt 1981-1999 között, az 1860-1900 időszakhoz képest.

CSAJBÓK (2000) vizsgálatai alapján a monokultúrában termesztett kukorica esetén igen szoros összefüggés van a tenyészidőben lehullott csapadék és a termés között, valamint a téli félév csapadéka és a termés között is ($r=0,99$) olyan években, amikor a nyári csapadék mennyisége csekély.

KRISZTIÁN-HOLLÓ (1997) tartamkísérleteik eredményei alapján megállapították, hogy az aszályra hajlamos térségekben bizonyítottan jelentős mértékű terméseszkökenést okoz a kukorica monokultúra termesztése.

STOOKSBURY-MICHAELS (1994) az Egyesült Államok délkeleti részén végzett vizsgálatai alapján megállapítja, hogy az átlag feletti maximum hőmérséklet a beporzás alatt negatívan befolyásolja, míg az éjszakai hőmérsékletemelkedés növeli a termést.

JAKAB-ZSOLDOS (2002) mészlepedékes csernozjom talajon végzett kísérletük alapján megállapították, hogy a műtrágyakezelések átlagában az általuk vizsgált 10 hibrid közül 6 hibridnek szignifikánsan is nagyobb volt a termése az átlagos csapadékú 1999 évben, mint a száraz, aszályos 2000-ben.

HUNKÁR (1987) szerint az átlagosnál kedvezőbb csapadékellátottság kedvező a kukorica termésére, az időszakot jellemző hőellátottságtól függetlenül.

SZÁSZ (1998) véleménye szerint nagy termések kialakulására meleg-csapadékos és hűvös-csapadékos nyarakon számíthatunk, míg a kis termések meleg-száraz és hűvös-száraz nyarakon alakulnak ki. A kukoricatermesztés kockázatát elsősorban a csapadék ellátásbeli különbségeknek tulajdonítja.

NAGY-HUZSVAI (1995) 14 éves tartamkísérlet adatait értékelve gyenge negatív korrelációt állapított meg a tenyészidőbeli csapadék és a havi átlaghőmérsékletek, a tenyészidőszak átlaghőmérséklete és a szemtermés között, míg pozitív korrelációt találtak az elővetemény betakarításától a vetésig lehullott csapadék és a termés, valamint a tenyészidő csapadéka és a termés között.

BERZSENYI-GYÖRFFY (1997) száraz években 3,83 t/ha, csapadékos években 6,0 t/ha átlagtermést kaptak, ezáltal hívják fel a figyelmet az évjárat nagyon jelentős termést befolyásoló hatására. Továbbá javasolják a trágyázási kezelések és az évjáratok hatásának értékelésére a szokásos eszközökön túl a stabilitás-analízis alkalmazását is, a tartamkísérletek többoldalú, reális vizsgálatának céljából. A stabilitás-analízis módszerének alkalmazásával kimutatták, hogy száraz évjáratban az alacsonyabb trágyázási szintnek nagyobb a stabilitása.

A klimatikus tényezők vizsgálata során (SÁRVÁRI-SZABÓ, 1998) megállapítja, hogy a nagy terméses csökkenést az 1990-es évek elején a kedvezőtlen klimatikus viszonyok, nem pedig a kedvezőtlen agrotechnikai tényezők okozták. Ezt bizonyítja az a tény, hogy 1991-ben a műtrágya felhasználás mélypontján mérsékelten csapadékos évben a kukorica országos termésátlaga ismét megközelítette a 7 t/ha-t. Továbbá felhívják a figyelmet arra, hogy amennyiben a műtrágyafelhasználás a jelenlegi alacsony színvonalon marad, akkor a nem kielégítő műtrágyázás lesz a termésmenyeskedés legfontosabb akadályozó tényezője.

RUZSÁNYI (2000) a kukorica termésének stabilitását különböző évjáratokban hét agroökológiai körzetben vizsgálta 1960-1997 között. Ezek alapján megállapította, hogy a kukorica termésstabilitásában az évjárat hatását a jó talaj és a megfelelő termesztéstechnológia jelentősen csökkentheti. Az évjárat típusok közül a kukorica termésstabilitására legkedvezőbben az átlagos csapadékú évjárat hatott. Mind a száraz mind a csapadékos évjáratban közel azonos mértékű terméses csökkenés következett be.

Az átlagostól csapadékosabb és alacsonyabb hőmérsékletű éveknek kedvező hatása van a következő évi termés nagyságára. Ilyenkor ugyanis a talaj mértékadó rétege

nedvességgel feltöltődik, amely hozzájárul a kukorica tenyészidőbeli egyenletes vízellátásához, és a kiemelkedő terméseredmények kialakulásához.

Az évjárat és a műtrágyázás értékelésének másik eszköze a másodfokú függvényelemzés. A műtrágyázás hatását értékelve eltérő évjáratokban NAGY (1995) a másodfokú függvény évenkénti részletes vizsgálatára hívja fel a figyelmet a termésmaximumok vizsgálata mellett. Száraz évjáratokban a legtöbb tartamkísérlet kiértékelésekor a műtrágyázás aszálykár fokozó hatását tapasztalták.

Egy adott termőhelyen a termést meghatározó tényezők sorrendjében az évjárat után a tápanyagellátás következik. E két legjelentősebb termésbefolyásoló tényezőnek, az évjárat és a tápanyagellátás interakciójának vizsgálata már hosszú ideje a növénytermesztési kutatások középpontjában van, hiszen ez az a két tényező, amelynek az ismerete a gyakorlati szakemberek számára is rendkívül fontos.

BOCZ (1976) vizsgálatai alapján megállapítja, hogy kedvező időjárás esetén a nagyobb tápanyagszintű kezelések több termést adtak az alacsonyabb tápanyagszintű kezeléseknél, míg kedvezőtlen vízellátottságú évjáratban a műtrágyázás termésdepressziót okozott, a nagyobb tápanyagszinteken jelentős terméscsökkenés lépett fel. Rendkívül kedvezőtlen évjáratban már a műtrágyázás legalacsonyabb szintje is termésdepressziót okozott.

Az évjárat és a tápanyagellátás hatását vizsgálva DOBOS-NAGY (1998) megállapították, hogy a termés szignifikánsan változott az évjárat és a különböző tápanyagellátás hatására is.

Ugyanezt erősítik meg (SÁRVÁRI, 1997; JAKAB, 1998; SÁRVÁRI, 2000) vizsgálatai is. Száraz aszályos évjáratokban az általuk vizsgált hibridek terméscsökkenése elérte a 40-50%-ot is egy átlagos évjáráthoz képest. Ugyanakkor már a 40 kg/ha feletti N műtrágya hatóanyagok is termésdepressziót okoztak a legtöbb hibridnél.

NAGY (2000) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a száraz aszályos 1995 évben a nagyobb adagú műtrágyaadagok jelentős termésdepressziót okoztak, és szignifikánsan csökkentették a kukorica termését.

PINTÉR-SZIRBIK (1977) szerint is az évjárathatás a legjelentősebb termésbefolyásoló tényező és a legnagyobb változékonyságot a tenyészidőszak alatti havi csapadékmennyiségek mutattak, a következő legnagyobb hatású tényező a tápanyagellátás volt.

CSATHÓ et al. (1991) tartamkísérletében kimutatta, hogy az évjárat hatása jelentősen meghaladta a P hatások mértékét és megállapítja, hogy egyes években a jó tápanyagellátottság fokozhatja az aszálykárt. Vizsgálatai szerint az aszály a tápelemmel gyengén ellátott területen júniusban és július elején, a tápelemmel jól ellátott területen pedig július második felében és augusztusban okoz nagymértékű termésnövekedést. A szárazság hatására fellépő termésnövekedés okaiként kimutatták a meddő tövek számának jelentős emelkedését, a csövenkénti szemszám valamint az ezerszemtömeg csökkenését.

LIANG et al. (1991) a vízellátás és a hőmérséklet hatását vizsgálva megállapítja, hogy az időjárás nagymértékű évi ingadozása elfedheti más agrotechnikai tényezők hatását. Véleményem szerint az időjárás nemcsak elfedheti, hanem fel is erősítheti az egyes agrotechnikai tényezők hatását (monokultúrás termesztés esetén az átlagosnál nagyobb termésdepresszió, műtrágyázott kezelésekben a vártnál nagyobb termés kialakulása).

KOVÁCS (1982) szántóföldi kísérletei alapján az évjárathatás kiemelkedő jelentőségére hívja fel a figyelmet és megállapítja, hogy a kritikus években az évjárat és a fajtareakciók sokkal jelentősebbek, mint a műtrágya és tőszámkezelések.

PINTÉR (1979) megállapítja, hogy a különböző évjáratok időjárási viszonyai eltérően hatnak a különböző tenyészidejű hibridek fejlődésére. Megállapítja továbbá, hogy a hibridek termésméretét befolyásolja a tenyészidejük hossza, valamint hogy a hosszabb tenyészidejű hibridek igényesebbek a vízellátásra, és általában gyengébb alkalmazkodóképességgel rendelkeznek.

SZÁSZ (2000) szerint a kukorica jelentős vízigénye genetikai és ökológiai okokra vezethető vissza. Az utóbbi főként klimatikus sajátosságokból adódik, ugyanis „a kukorica nagy vízigényű időszaka alatt következik be a levegő párologtató képességének a maximuma”, amely bizonyos évjáratokban jelentősen hozzájárul a kukorica vízigényének növekedéséhez.

VARGA-HASZONICS-VARGA (1998) vizsgálták a meteorológiai tényezők hatását a korai és középérésű kukorica hibridek fenofázisainak tartamára. Megállapították, hogy a termikus tényezők (hőmérséklet, napfénytartam) nagyobb hatást gyakorolnak egy-egy fenofázis időtartamára, mint a hidrikus tényezők (csapadék). Az egyes fenofázisokat összehasonlítva a kelés-címerhányás időszakának fejlődését determinálták legkevésbé a meteorológiai viszonyok, míg leginkább a címerhányás-érés időszakában hatottak, valamelyest megelőzve a vetés-kelés időszak korrelációs indexeit.

Összefoglalva megállapítható, hogy az évjárat igen jelentős mértékben képes befolyásolni a kukorica termését. Hazánk éghajlati adottságai összességében kedvezőek a kukoricatermesztés számára. Az utóbbi évtizedben azonban sajnálatos módon fokozódtak időjárásunk szélsőségei, főleg az aszályos évjáratok gyakorisága nőtt meg. Ez gyakran párosult az olykor hiányos és alacsony színvonalú agrotechnikával (szakszerűtlen vetésváltás, gyakori monokultúrás termesztés, helytelen talajművelés, hiányos tápanyagellátás, és növényvédelem) amely így együttesen jelentős mértékű terméscsökkenést okozott a 90-es években. Mindez arra hívja fel a figyelmet, hogy a jövőben az éghajlati szélsőségek mérséklése érdekében nagyobb figyelmet kell fordítani az agrotechnikai elemek, valamint a hibridek helyes megválasztására.

3.1.2. A talaj mint termesztési tényező szerepe a kukoricatermesztésben

Már GRÁBNER (1935) is megállapította, hogy a kukorica legjobban tenyészik a mélyrétegű, televényben gazdag, középötött agyag- és vályogtalajokon.

Ugyanakkor SURÁNYI-VILLAX (1932) szerint a kukorica alkalmazkodóképessége a talajhoz igen nagy. Jó sikerrel termesztethető tőzegtalajon éppúgy, mint kötött agyagon, sőt sokszor – amennyiben a csapadékban nincs nagy hiány – soványabb, sülevényesebb vályogon, gyengébb homokon, vagy szelídebb szikeseken is.

JAKUSKIN (1950) megállapította, hogy a kukorica kielégítően fejlődik homoktalajokon, eléggé jól viseli a talaj savanyú kémhatását, és csupán pH 5 alatt kezdi azt megsínyleni.

GYÖRFFY-I'SÓ (1966) vizsgálatai szerint a kukoricának, különösen a hibrideknek jó a talajviszonyokhoz való alkalmazkodóképessége. A talaj meszessége vagy savanyúsága iránt nem nagyon érzékeny. Amerikai vizsgálatok szerint 5,5-8,0 pH közti talajokon egyformán nagy terméseket adhat, amennyiben az egyéb körülmények is megfelelőek. Legérzékenyebb a kukorica a talaj légátjárhatóságával szemben, ezért vízállásos talajokon termesztése nagyon kockázatos. Ugyancsak érzékeny a termőréteg vastagsága iránt is. Sekély termőrétegű talajokon még trágyázás esetén is termése nagyban függ az időjárástól.

KEMENESY (1961) már korábban „a kapásnövényeket különösen a szemes kukoricát humuszfogyasztó, talajrontó növénynek tartotta, mert művelése során sok táphumuszt bont le. Szerinte a kukorica humuszmérlege negatív, mert tág térállása miatt gyökérszete szegényebb és durvább, gyökereik kevésbé nemezesítik át a talajt”.

THOMSON (1957) kimutatta, hogy a kukorica termesztése az USA-ban jelentősen hozzájárult a talajok szervesanyag-tartalmának csökkenéséhez.

GYÖRFFY-I'SÓ (1966) „újabb elképzelések szerint azonban a szerves anyag-tartalmat a talajban nem önmagában a kukorica-termesztése csökkenti, hanem a kukorica termesztésével szükségszerűen együtt járó túlzott talajmozgatás. Amennyiben kevésbé gyakori talajművelést végzünk a kukoricában, a kukorica feltehetően kevésbé lesz talajrontó növény, és javulnak a talaj biológiai, kémiai és fizikai tulajdonságai.

BOCZ (1992) véleménye az, hogy a kukorica nagy és biztonságos termése a mélyrétegű, humuszban gazdag, közép kötött vályogtalajon elégíthető ki. Már a múltban is a legnagyobb és legbiztonságosabb termést a löszhátakon kialakult csernozjom és réti csernozjom talajokon érte el. Ezen kívül alkalmasak még a kukoricatermesztésre a barna erdőtalajok, csernozjom barna erdőtalajok, réti öntés, vízrendezett réti és lápos réti talajok.

SÁRVÁRI (2000) a kukorica számára első osztályú talajoknak tekinti a löszhátakon kialakult mezőségi talajokat, réti csernozjom talajokat és a barna erdőtalajokat, míg a szélsőséges talajokat (gyenge homoktalajok, szikesek) nem tartja megfelelőnek a kukoricatermesztés számára. Fontos továbbá, hogy jó legyen a talaj víz- és tápanyagellátottsága, hógazdálkodása, valamint a kultúrállapota. A talaj pH értékét 6-8 között tartja optimálisnak a kukorica számára.

PEPÓ et al. (2002) megállapította, hogy az elmúlt másfél évtizedben a hazai talajok fizikai (talajtömörödés, szerkezetesség), kémiai (savanyodás, tápanyagtöke és tápanyagszolgáltató-képesség), biológiai (mikrobiológiai aktivitás) tulajdonságai jelentősen romlottak, amely kedvezőtlenül hat a nemcsak a kukoricatermesztés, hanem szántóföldi növénytermesztés egésze számára is.

VÁRALLYAY (1985) felmérése alapján a hazai szántóterület 2/3-ának talaja rossz vagy közepes és mindössze 1/3-a jó vízgazdálkodású.

RUZSÁNYI (2000) megállapítja, hogy a közepes és a rossz vízgazdálkodású talajok döntő hányadának gyenge a vízbefogadó képessége és kevés a mértékadó talajréteg hasznos vízkapacitása. Ebből adódóan a csapadékos években gyakori és nagymértékű belvíz képződik, míg száraz években kevés a talajban tárolt a növény által hasznosítható nedvesség. Ezáltal talajaink vízháztartási tulajdonságai a hidrometeorológiai szélsőségek mértékét és hatását növelik.

BIRKÁS (1998) reprezentatív mérései igazolják, hogy a jó vízháztartású talajok 0-60 cm-es szelvényének állapota gyors ütemben romlik. A talajállapot romlását a hosszan

tartó egyoldalú talajhasználat, a gépek, a művelő eszközök állapotának romlása és megválasztásának hibája, a műveletek számának növekedése, a mély-, mélyítő műveletek elmaradása és az organikus gazdálkodás elhanyagolása okozza.

BIRKÁS (2001) gödöllői homok vályogtalajon bizonyította, hogy átlagos tápanyagellátottság mellett a többszöri (7X) tárcsás alpművelés következményeként a 14-16 cm alatt kialakult tömörödés, a mélyebb rétegig kedvező talajállapothoz képest 20-76%-al csökkentette a kukorica termését.

A talaj vízgazdálkodásának kiemelt jelentősége van a talaj, mint természeti erőforrás sokoldalú funkcióképességének kialakításában. A talaj vízgazdálkodása nemcsak a növények vízigényének kielégíthetőségét szabja meg, hanem meghatározza a talaj levegő- és hőgazdálkodását, biológiai tevékenységét, és tápanyaggazdálkodását is (NÉMETH, 1996, VÁRALLYAY, 2000).

Összegzésként megállapítható, hogy hazánkban nagy területen jó minőségű talajok állnak rendelkezésre a kukoricatermesztés számára, azonban a nem megfelelő időben és a nem megfelelő eszközökkel végzett talajművelés jelentős mértékben rontja talajainak fizikai állapotát, ezzel teret biztosítva többek között a deflációs folyamatok felerősödéséhez, amely a termőréteg csökkenéséhez vezet. Megoldást a szakirodalomban fellelhető módszerek és eszközök helyes, szakszerű alkalmazása jelenthet.

3.2. A biológiai alapok (fajták, hibridek) szerepe, jelentősége

3.2.1. A fajták és a hibridek tulajdonságainak összehasonlítása

GYŐRFFY (1969) középkötött mezősegi vályogtalajon végzett kísérlete alapján megállapította, hogy a négyvonalas hibridek a szabadelvirágzású fajtákhoz képest 9 év átlaga alapján 33%-al több termést adtak, valamint az állománysűrítésre is nagyobb terméstopplettel reagáltak.

STAMP-KULLMAN (1984) megállapította, hogy a régi fajtáknak több hőegységre volt szükségük azonos hajtás száraztömeg eléréséhez, továbbá kisebb volt a Harvest indexük (HI) és a nettó asszimilációs rátájuk (NAR), mint az új fajtáknak. A gyors növekedés fázisa vagy később kezdődött, és/vagy az abszolút növekedési ráta kisebb volt a régi fajtákban. A hosszabb lineáris növekedési fázis és a gyors növekedési ráta kombinációja csak az új fajtákban fordult elő.

GARDNER et al. (1990) összehasonlította az ősi kukoricafajták és a modern kukoricahibridek terméskülönbségeikért felelős morfológiai-fiziológiai tulajdonságait. Megállapította, hogy a hibrideknek nagyobb volt a LAI- és LAD-értéke, a cső- és szemtermés növekedési rátája, valamint szemszáma és szemmérete (sink kapacitás). A hibrideknek nagyobb volt a szárban raktározott asszimilátumok redisztribúciója és hosszabb volt a szemtelítődés időszaka is.

BONCIARELLI-MONOTTI (1975) a növekedésanalízis módszerével hasonlította össze a korai és a késői érésű kukoricahibridek teljesítményét. A késői érésű hibridek nagyobb levélterület-indexszel (LAI), levélterület-tartóssággal (LAD) és száraztömeg-értékkel, azonban kisebb Harvest indexszel (HI) és nettó asszimilációs rátával (NAR) rendelkeztek, mint a korai érésű hibridek.

NÉMETH (1980) véleménye szerint a kukoricahibridek tenyészidejét három adattal szükséges jellemezni: az 50%-os nővirágzás időpontjával, a 28-32%-os szemnedvesség eléréséhez szükséges napok számával, vagy hőegységértékével esetleg mindkettővel, valamint a vízleadás ütemével.

MARTON et al. (2002) a kukorica tenyészidejének meghatározására új módszert javasol, amely három időpontban mért szemnedvesség-tartalomra és a nővirágzás idejére alapozva kísérletenként 4-5 standard figyelembevételével pontosabb tenyészidő-meghatározást tesz lehetővé, ezáltal csökkenti az évjárat és a kísérleti hiba hatását.

BÁLINT (1985) megállapította, hogy a tenyészidő és a termőképesség pozitív korrelációja miatt, hazánkban hosszú időn keresztül a közép és késői érésű hibrideket

termesztették nagy területen. Azonban az energiahordozók árának növekedése, és ezzel összefüggésben a szárítási költségek emelkedése, illetve üzemszervezési megfontolások miatt is szükségessé vált a korai érésű hibridek arányának növelése. Az utóbbi években a korai érésű hibridek termőképessége tovább javult, amihez még a jobb elővetemény értékük is párosul.

NÉMETH (1979) felhívja a figyelmet arra, hogy a fajtaválasztáskor a minden évben megbízható jó termést adó hibrideket kell előnybe részesíteni.

VÁCZI (1981) vizsgálatai szerint a DC hibridek termőképességét 100%-nak véve a TC hibridek 103-107%, az SC hibridek pedig 108-114%-os termés elérésére képesek.

VARGA-HASZONITS et al. (2001) vizsgálatai jól mutatják, hogy az intenzívebb hibridek köztermesztésbe vonásával csökkent az 1 kg biomassa előállításához felhasznált vízmennyiség. Míg az 1951-60 években köztermesztésben lévő hibridek 1 kg kukorica-biomasszához 787 kg vizet használtak fel, addig az 1981-90-ben termesztett hibridek már csak 264 kg-ot.

SZÉL (1992) szerint a hibridek értékét a genetikai termőképesség és a betegségrezisztencia mellett a következő tulajdonságok határozzák meg: alkalmazkodóképesség, szárazságtűrés, vízleadás, szárszilárdság, koraiság.

KISS I-né (2001) véleménye szerint a helyes fajtaválasztás azért meghatározó jelentőségű, mert az egyetlen olyan, akár 10%-os eredménynövekedést is hozó technológiai elem, mely a termelési költségek növekedése nélkül fejleszhető.

Az utóbbi években gyakrabban fordulnak elő időjárási szélsőségek hazánkban, ezért különösen nagy jelentősége lesz a jövőben a hibridmegválasztásnak. Az alkalmazkodóképesség-termésbiztonság kérdése jelentősen felértékelődött. A hibridmegválasztás a kukoricatermesztésben mindig is központi kérdés volt. Jelenleg a köztermesztésben lévő hibridek száma (szemes és silókukorica-hibridek együttesen) meghaladja a 300-at. Azonban a jó alkalmazkodóképességű hibridek ennek a 10%-át sem érik el (SÁRVÁRI et al., 2001).

3.2.2. A genetikai előrehaladás értékelése különböző szerzők szerint

A hazai szántóföldi növénytermesztésben igen jelentős a kukorica részaránya. A legújabb hibridek nemesítése és termesztése nagy hozamok elérését tette lehetővé. NÉMETH (1977) szerint a genetikai haladás évente átlagosan egy százalékkal javítja megbízhatóan a termésátlagot.

GYÖRFFY (1976) magyarországi kísérletei alapján 123 kg/ha termésátlagnövekedést tulajdonított az évi genetikai haladásnak.

A genetikai haladás megállapításával foglalkozó kísérletek során több kutató (RUSSEL, 1974; DUVICK, 1977; KÁLMÁN-NÉMET, 1986) is megállapította, hogy az újabb hibridek nagyobb állománysűrűségnél nagyobb termést adnak, mint a korábban termesztett hibridek.

BERZSENYI-GYÖRFFY (1995) véleménye szerint a kukorica termésnövekedése genetikai, agrotechnikai és ökofiziológiai változások eredménye, melyre rövid- és hosszú távú klimatológiai változások hatnak. A termésátlag növelésének fő növénytermesztési tényezői a talajművelés, trágyázás, a hibrid vetőmag, az optimális növényszám és a gondos növényápolás. 35 éves tartamkísérlet kiértékelése során a növénytermesztési tényezők közül a legfontosabb termésnövelő tényezőnek a trágyázást 30,7% és a genotípust 30% találták. Ezt követte az optimális növényszám 20,3%, a gondos ápolás 16,3%, majd a talajművelés 2,7%.

NAGY (1995) a kukorica termés kialakításában résztvevő növénytermesztési tényezők között az alábbi sorrendet állítja fel: műtrágyázás 48%, öntözés 28%, talajművelés 18%, növényszám 6%.

NÉMETH-SZÉL (1985) véleménye szerint Magyarország nyitott fajtapolitikát folytat, mert a világ legjobb fajtáit honosítja meg. A termésnövekedésben 50 %-ot tulajdonítanak a jobb fajták, illetve hibridek termesztésének.

DUVICK (1992) adatai alapján az USA-ban ötven év genetikai nyeresége 92 kg/ha/év volt. Az elmúlt 50 évben számos kultúrnövénynél kimutatták, hogy a termésnövekedésnek a fele a nemesítésnek, fele pedig az agrotechnikának tulajdonítható (EVANS, 1993).

A terméspotenciál növekedésében rendkívül fontos az agrotechnika x nemesítés interakció. CARDWELL (1982) a termesztési tényezők hatását a kukorica termésnövekedésére Minnesota államban az 1930 és 1980 közötti időszak adatai alapján vizsgálta. Megállapította, hogy az agrotechnikában bekövetkezett változásnak tulajdonítható az összes termésnövekedés 43%-a.

SCHRODER et al. (1982) a kukoricaövezet államaiban az 1964-1979 közötti időszakban vizsgálata a termesztés technológiai hozzájárulását a kukorica termésnövekedéséhez. Kimutatta, hogy a termésnövekedés 44%-ban a trágyázásnak, 34%-ban a herbicideknek és 22%-ban a fajtának a hatása.

Az elmúlt évtizedekben elért genetikai haladás fiziológiai és agronómiai összefüggéseinek feltárására TOLLENAAR (1991) folytatott széleskörű kutatásokat. Megállapította, hogy a termésnövekedés főként a nagyobb szárazanyag-akkumulációnak tulajdonítható, mivel a HI lényegében konstans maradt. A jelenleg termesztésben levő hibridek nagyobb szárazanyag-produkciója a szemtelítődés időszakára esik, és ez pozitív kapcsolatban van a nagyobb stressztoleranciával.

A termésnövekedés a források (resource) hatékonyabb felvételének és hasznosításának, valamint a növényenkénti kisebb variabilitásnak is az eredménye (TOLLENAAR-WU, 1999).

3.2.3. A hibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességének, trágyareakciójának értékelése

SÁRVÁRI (2001) a kukoricatermesztésben alapvetően négy eltérő termesztési színvonalat különböztet meg, úgymint az intenzív (high yield farming), átlagos (mid tech) mérsékelt (low input system) és az extenzív (extensive) technológiai változatokat. A különböző ráfordítási technológiákban eltérő genotípusú hibrideket kell alkalmazni. A kukoricahibridek agronómiai tulajdonságaikban jelentős eltérések vannak (termőképesség, tápanyagfeltáró képesség, alkalmazkodóképesség, tőszámsűrítetőség, stb.). Ezért a hibridek értékmérő tulajdonságait tesztelés útján kell meghatározni, és ez alapján állapítható meg, hogy az adott hibrid termesztése milyen ökológiai viszonyok és ráfordítási színvonalon a legeredményesebb. Az extenzív technológiában termesztett hibridekkel szemben az egyik legfontosabb követelmény, hogy jó legyen a természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességük. A hibrideknek ez a tulajdonsága genetikailag meghatározott, azonban az évjárat hatása ezt módosítja.

SZÉLL (1999) felhívja a figyelmet arra, hogy a nagy N reakciót mutató vonalak nagyon igényesek a talaj tápanyagszolgáltató képességével szemben.

DEBRECZENINÉ (1985) szerint a jobb tápanyagfeltáró- és hasznosító képességű hibrideknek nagyobb a gyökérszőrök felületének adszorpciós kapacitása. Ezért ezek a hibridek jobban tudják hasznosítani a talaj víz- és tápanyagkészletét.

VOSE (1963) megállapítása szerint a hibridek nitrát-nitrogén hasznosító képessége a nitrát-reduktáz enzim kapacitástól függ, a nitrogént jól hasznosító hibrideknek nagyobb a nitrát-reduktáz enzim kapacitása.

POWEL (1968) rámutatott arra, hogy nem csak a nitrát-reduktáz enzim mennyisége, hanem aktivitása is eltérő a kukorica hibridekben.

FEIL et al. (1990) vizsgálatai szerint a kukorica genotípusok eltérő nitrogén hasznosításában a gyökérzetük morfológiai különbsége is szerepet játszik.

SÁRVÁRI (1982) véleménye alapján azok a kukorica hibridek értékesebbek, amelyek már kisebb műtrágyaadagoknál is nagy termést érnek el. A hibrideknek ez a tulajdonsága genetikailag determinált.

PEPÓ (1987) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a Pioneer hibridek az alacsony N ellátás mellett is nagy termést érnek el, amely a jó tápanyagfeltáró- és hasznosító képességüknek köszönhető.

MENYHÉRT (1985) megállapítja, hogy a korszerű hibridek az intenzív termesztést meghálálják. Véleménye szerint olyan hibridek termesztésére kell törekednünk, amelyek az egységnyi ráfordításra a legnagyobb terméstartalommal reagálnak.

SÁRVÁRI-JAKAB (2001) vizsgálataik alapján megállapították, hogy a jó tápanyagfeltáró- és hasznosító képességgel rendelkező hibridek műtrágyázás nélkül is képesek több év átlagában kedvező termőhelyi adottságok mellett 5-6,5 t/ha termés elérésére.

SÁRVÁRI (1995) megállapította, hogy a kukorica hibridek termőképessége és trágyareakciója jelentősen eltér egymástól. Véleménye szerint a kukorica hibridek értékét, trágyareakcióját a kontroll (műtrágyázás nélküli) és az alacsonyabb szintű NPK adagoknál elért terméseredmények jobban jellemzik, mint a maximális termésnél meglévő terméskülönbségek.

NAGY (1996a) több mint egy évtizedes szántóföldi kísérletei alapján megállapította, hogy a hibridek nem azonos mértékben hasznosítják a kijuttatott műtrágyát, az öntözővizet és a csapadékot. Különösen nagy különbségek voltak a hibridek tápanyaghasznosító képességében.

3.2.4. Új tulajdonságokkal rendelkező hibridek

A világ mezőgazdaságának 2040 után már 8,5 milliárd ember élelmiszerellátását kell biztosítani. Amennyiben ezt a jelenlegi termőterületen kívánjuk elérni, akkor nagyon fontos, hogy csökkentsük a különböző kártevők, kórokozók, gyomnövények által okozott veszteségeket. Megoldásként a hibridekbe új tulajdonságokat kell beépíteni a hagyományos nemesítési eljárások segítségével, illetve génszabványos beavatkozással.

Az előbbiekkal összefüggésben PEPÓ-TÓTH (2002) felhívja a figyelmet arra, hogy pollenszelekciós eljárással a csőfuzáriummal szembeni rezisztenciát lehet eredményesen kialakítani a hibridekben. Az eljárás gyorsabb és olcsóbb a szántóföldi kísérleteknél.

PEPÓ (1992) az általa alkalmazott mutációs eljárást a többi, hagyományos nemesítési eljárással kombinálva a kukorica hibridek előállításának egy lehetséges, esetenként hatékonyabb eljárásának tekinti. A kukorica mutánsvonalakat apai szülői partnerként ajánlja felhasználni. Eredményként agrotechnikai oldalról a termesztési energia csökkentése, nemesítési oldalról pedig a hibridek által termelt hasznos energia mennyiségének növekedése várható.

A fejlődő országok egy jelentős részében nagy kapacitással folyik a géntechnológiai módszerek alkalmazásának bevezetése a hibridek előállítása során. Ezek közé tartozik Kína, India, Dél-Amerika (DUDITS, 2000).

A transzgenikus növények nemzetközi forgalomba bocsátása körül indulatos viták folynak, és sajátos módon szinte földrajzilag polarizálódtak az ezt támogató, illetve ellenző nézetek. Ennek ellenére a genetikailag módosított (transzgenikus) növények termesztése a világ egyes részein már gyakorlatnak számít. 1998 végén 56 transzgenikus növény termesztését és forgalmazását engedélyezték legalább egy országban (JAMES, 1999).

A legnagyobb agrárexportőr országok (USA, Kanada, Argentína) egyre növekvő területeken természetesen transzgenikus növényeket (szóját, kukoricát, repcét). Minthogy az ilyen növények termesztése nagyobb nyereséget hoz, és a gazdasági verseny kizárólag a profitot ismeri el hajtóerőként, fokozódhat e tekintetben a lemaradásunk, amennyiben csak hagyományosan nemesített fajtákat/hibrideket termesztünk. A géntechnológiai módszerek használatával lehetővé válik a legszigorúbb minőségi követelmények betartása, ami a mezőgazdasági termékeink exportképességének és az igényesebb piacok megszerzésének alapvető feltétele (BALÁZS, 2002).

A kukorica a világon termesztett három legfontosabb növény egyike, így egyértelmű, hogy mint fő takarmánybázist jelentő növény, termésének védelmére a biotechnológiai módszereket is felhasználták. 1999-ben a transzgenikus kukorica termesztése az összes transzgenikus terület (39,9 millió ha) 28%-ára (11,1 millió ha) terjedt ki. A jelenleg köztermesztésben lévő a transzgenikus kukorica két tulajdonságot (gyomirtószer-tűrő-képesség és rovar rezisztencia) hordoz külön-külön, vagy egy növényben. A Bt kukorica a hagyományos hibridekkel szemben a *Bacillus thuringiensis*-ből származó,

génsebészeti úton bevitt Bt-génnel rendelkezik, ezáltal ellenáll az európai kukoricamoly kártételének (TARÁNYI, 2002).

A gyomirtószer-tűrő transzgenikus kukorica fejlesztése a 80-as évek kezdetére tehető. Ennek eredményeként létrehozták az irányított mutációval (imidazolinon ellenálló program) és a génsebészeti úton előállított (glifozát tűrő, glufozinát-ammonium tűrő) hibrideket (HARTMANN-SZÉLL, 1998). Ezek elterjedése sokkal lassabb, mint a rovartűrő transzgenikus kukorica hibrideké.

Jelenleg 8 olyan államilag elismert hibrid szerepel a Nemzeti Fajtalistán, amelynek kapható megfelelő (IT, IMI, CL, SUMO) jelzéssel ellátott, az imidazolinonnal szemben ellenálló változata. A SUMO jelzésű hibridek a szulfonilkarbamid hatóanyagú vagy ilyen összetevőjű gyomirtó szerekkel szemben is ellenálló képességgel (keresztrezisztenciával) rendelkeznek (SZIEBERT-MAJOR, 2001).

Bár hazánkban 1999-ben életbe lépett a géntechnológiai törvény és az első kísérletek is beállításra kerültek, az előrejelzések szerint az első árutermelési célú genetikailag módosított kukorica legkorábban 2003 körül kerülhet engedélyezésre. Az EU szabályozása állandó változásban van, amely szükségessé teheti a magyar jogszabályok néhány éven belüli módosítását, illetve az EU szintű harmonizálását (ORAVECZ, 1999). Ez alól kivétel az IMI kukorica, amely nem génsebészeti úton lett előállítva.

A transzgenikus hibridek hazai bevezetését segítheti az is, hogy a várakozás ideje alatt más országokban további tapasztalatokat szereznek a termelők, és választ kaphatunk az eddig még tisztázatlan kérdéseinkre.

3.2.5. A hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalma és az azt befolyásoló tényezők értékelése

A kukorica betakarításkori szemnedvesség %-át több tényező határozza meg. Megállapítható, hogy egy adott hibrid esetében gyorsabb a vízleadás a korábbi vetésidőben, az optimális műtrágyaadagnál és az alacsonyabb tőszámon (SÁRVÁRI, 2001).

SÁRVÁRI-FUTÓ (2001) vetésidő kísérleteik alapján megállapították, hogy a korai vetésidő alkalmazásával az optimális intervallumon belül maradvá meghosszabbítható a hibrid tenyészideje, amely nagyobb termést és kisebb betakarításkori szemnedvességtartalmat eredményezhet. A betakarításkori szemnedvesség-tartalom a hibridek átlagában a korai vetésidőben 7-8%-kal volt kisebb, mint a későbbi vetésidőben.

A hosszabb tenyészidejű FAO 400-500-as potenciálisan nagyobb termés elérésére képes, viszont magasabb betakarításkori szemnedvesség-tartalmú hibridek esetében az állomány szárításával (deszikkálásával) csökkenthetjük a szem nedvességtartalmát. Ehhez napjainkban már megfelelő készítmények állnak rendelkezésre. Ezen technológiai eljárás alkalmazásával jelentősen csökkenthetjük a szárítási költségeket, hiszen jelenleg 1%-os vízelvonás 100 kg termésenként 40-50 Ft, ami a jövőben várhatóan tovább fog emelkedni (SÁRVÁRI, 2001; FUTÓ-JAKAB, 2001).

Ezzel összefüggésben MARTON et al. (1999) megállapították, hogy az eggyel korábbi tenyészidőcsoport terméséhez képest a FAO 200-as és FAO 300-as hibridek terméstöbblete képes fedezni a többlet szemnedvesség szárításának költségét. A FAO 400-as hibridek termesztése az átlagosnál olcsóbb szárítási költséggel és drágább kukoricaárral párosulva még gazdaságos lehet. A FAO 500-as hibridek termesztése csak nagyon kedvező ökológiai és árfeltételek mellett lehet gazdaságos.

BOCZ-NAGY (1981) vizsgálataik alapján megállapították, hogy csernozjom talajon a műtrágyázás növelése N_{180} , $P_2O_5_{135}$, K_2O_{159} kg/ha adagig a szemnedvesség csökkenéséhez vezetett, az ezt meghaladó műtrágyaadagok viszont már nem csökkentették a kukorica szemnedvességét.

NAGY (1988) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a növekvő műtrágyadózisok és a szemnedvesség tartalom közötti összefüggés minimum értékkel rendelkező másodfokú függvénnyel jellemezhető. A függvény lefutása hibridenként változik és az egyenletek értékeit az évjárat hatása is jelentősen befolyásolja.

Vízleadás szempontjából a hibrideket három csoportba oszthatjuk. Vannak gyors, közepes (átlagos) és lassú vízleadó képességű hibridek. A gyors vízleadó hibrideknek a fiziológiai érés után naponta 1-1,2%-al, a közepeseknek 0,6-0,8 %-al, a lassú vízleadó képességű hibrideknek pedig 0,4-0,5%-al csökken a szemnedvesség-tartalmuk (SÁRVÁRI, 1993).

SZUNDY et al. (2002) véleménye szerint az alacsony betakarításkori szemnedvességnek két összetevője van: gyors szemtelítődés és gyors vízleadás a szemtelítődés (fiziológiai érés) után. A fiziológiai éréskor alacsony szemnedvesség-tartalmú hibridek betakarításkori szemnedvességét kevésbé befolyásolják a száradási (vízleadási) időszak időjárási viszonyai.

RUZSÁNYI et al. (2000) megállapította, hogy a sávos művelés esetében jelentősen javul a kukoricaállomány légcseréje, továbbá a kisebb árnyékolás következtében az alsó levelek előregedése, leszáradása később következik be. A teljes levélzet leszáradása is

később történik, ezáltal a biológiai éréskor és azt követően is intenzívebb a kukoricaszemek vízleadása, amely gazdasági szempontból is igen jelentős.

PEPÓ (1992) a szárazanyag akkumuláció dinamikáját a kukoricaszemnél vizsgálva azt tapasztalta, hogy a mutánsvonalakkal előállított hibridkombinációkban alacsony víztartalom (22-23%) és egyúttal magas szárazanyag-tartalom mellett fejeződött be a szárazanyag berakódás, ami a szárazanyag beépüléssel párhuzamosan folyó intenzívebb vízleadásra utalt. Kísérletében a fiziológiai érettséget 5-7 napos intervallum eltolódással először a mutánsvonalak, ezt követően a hibridkombinációik, majd a normál vonalak érték el. Ugyanez a sorrend alakult ki a fekete réteg (black-layer) létrejöttét illetően is 2-4% szemnedvesség differenciák mellett. Az apai szülői partnerként használt mutánsvonalakkal javítható a hibridkombinációk vízleadóképessége, amely az energiatakarékosság szempontjából is kedvező.

MARTON (1999) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a csökocsány, csuhélevelek, csutka vízleadásának, a szemek nagyságának jelentős szerepe van a szemekérésében és száradásában. Ezen tulajdonságok egyenként is nagyszámú gén által kontrolláltak, közöttük pedig bonyolult kölcsönhatások vannak. Eredményes szelekciót csak úgy végezhetünk, ha mindezen tulajdonságokat külön-külön és kölcsönhatásukban is megfelelő súllyal értékeljük.

PÓK et al. (2000) kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a különböző genotípusú kukorica hibridek az alacsony szemnedvesség-tartalmat eltérő időpontokban érik el, így kedvezőtlen időjárási feltételek mellett azok a genotípusok a jobbak, amelyek hamarabb érik el ezt az értéket. Mindezen tényezők miatt a gyors vízleadó, versenyképes hibridek előállításához mindkét szülőnek gyors vízleadó tulajdonsággal kell rendelkeznie.

3.2.6. A hibridek beltartalmi paramétereit, és az azt befolyásoló tényezők

Hazánkban az abrakszükséglet 70%-át a kukorica fedezi, amely a teljes fehérje igény 40-45%-át teszi ki. Legnagyobb értéke azonban a nagy energiataartalma. Kedvezőtlen tulajdonsága az alacsony fehérjetartalom, és a fehérje alacsony biológiai értéke. A kukorica fehérje minőségét döntő mértékben a lizin, továbbá a metionin és a cisztin tartalom határozza meg, viszont a fehérjetartalom növekedésével csökken mindhárom aminosav aránya. Ezért nem közömbös, hogy a szem, a fő alkotórészét képező

szénhidrátokon kívül milyen mennyiségben tartalmaz fehérjét, illetve nélkülözhetetlen aminosavakat (PÁSZTOR-GYŐRI, 1991).

A kukorica fehérje- és olajtartalmának kutatása már több mint 100 éve elkezdődött. HOPKINS (1899) a Burr White fehér lófogú kukoricafajtaival végzett ez irányú kísérleteket, és közel fél évszázados szelekcióval az illinois-i egyetemen nagy fehérje- és olajtartalmú kukoricatörzseket állított elő.

FREY (1949) az illinois-i nagy és illinois-i kis fehérjetartalmú törzsek hibridjeiben a fehérjetartalomért felelős gének minimális számát 6-22 közé becsülte, továbbá megállapította, hogy ennél a tulajdonságnál hosszan tartó kiválogatás után is megmarad a változatosság. Ennek okainak feltárása a genetikai és környezeti variancia meghatározását igényelte.

A fehérjetartalom növelésére JUGENHEIMER (1958) IHP törzseket használt fel. Visszakeresztezéssel 10,91%-os fehérje tartalmú hibridet állított elő.

Igazi nagy áttörésnek számított, amikor az USA-ban 1963-ban megállapították, hogy a 30 évvel korábban izolált egyik mutánsban- az opaque 2-ben- 4% volt a lizintartalom a normál kukorica 1,8%-os lizintartalmával szemben. Ezt követően azonnal megindultak az e tulajdonságot rögzítő genetikai kutatások, valamint a szemek fehérje minőségének javítására irányuló nemesítés (MERTZ et al., 1964).

KRALOVÁNSZKY-MANNINGER (1985) kutatásai alapján megállapították, hogy az opaque hibridekben lévő N-ből 37-72%-al több épül be az állati szervezetbe, mint a normál kukorica N-jéből, továbbá az állatok súlygyarapodása is kedvezőbb.

A NÉMETH (1976) által diallél keresztezéssel előállított kukorica hibridek fehérjetartalma 1-9%-al volt nagyobb, mint a köztermesztésben elterjedt hibrideké, termőképességük viszont alacsonyabb volt.

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

A hibridek beltartalmára a termőhely is befolyással van. GERTNER et al. (1956) öt termőhelyen, három hibridben vizsgálták meg a szemek fehérjetartalmát 1948-1949-ben. A termőhelyenkénti eltérés nagyobbak bizonyult, mint az évjáratok közötti. Hazai fajtákban a fehérjetartalom termőhelyenkénti ingadozásáról elsőként BÁLINT (1977a) közölt adatokat. A fajták közötti különbség 2,6-4,3% volt, míg a termőhely okozta maximális eltérés 2,4-5,5% között ingadozott. Hasonló eredményről számol be

GYENESNÉ et al. (2001) is. Kísérletük alapján megállapították, hogy a fehérje- és az olajtartalom a környezettől nagymértékben függ. Vizsgálataik igazolták azt az állítást, miszerint a környezetnek a fehérjetartalomra gyakorolt hatása erősebb, mint az olajtartalomra. A minták fehérjetartalma ugyanis több esetben statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben különbözött a termőhelyek között, mint az olajtartalmuk.

DÁNIEL (1998) megállapította, hogy a mintavételi helyek eltérő adottságainak komplex hatása $p < 0,1\%$ szinten képes hatni a makro-, a mikro- és a szubmikroelemek koncentrációjának alakulására. A makroelemek közül leginkább a K és a P mennyiségében, a mikroelemek közül a Mn, Zn, Cu, és Fe koncentrációjában mutatkoztak különbségek a különböző termőhelyeken vett kukoricaminták elemtartalmának összehasonlításakor.

Más szerzők az állománysűrűség hatását vizsgálták a termésre és a beltartalomra. ZSCHEISCHLER-HEPTIG (1974) 70-90000 növény/ha állományból származó mintákat hasonlított össze. Amíg az állománysűrítéssel a termés szignifikánsan nőtt, addig a fehérjetartalom szignifikánsan csökkent.

PROKSZÁNÉ-HARMATI (1988) a fehérje- és olajtartalom vonatkozásában a legjobb eredményeket a 40000 tő/ha állománysűrűségnél kapták.

SZABÓ (1998) a tőszám 30 ezer tő/ha-ról 90 ezer tő/ha-ra történő emelésekor megállapította, hogy a keményítőtartalom növekedett, az olajtartalom és a fehérjetartalom viszont csökkent. Szignifikáns változást csupán az olajtartalom esetében állapított meg.

SPRAGUE-BRIMHALL (1949) megállapították, hogy a kukorica olajtartalmának növelése összefüggésben van a fehérje minőségének javulásával, mivel az olajtartalmat elsősorban a csíra nagyságának növelésével lehet fokozni, és a kukoricacsíra értékesebb fehérjét tartalmaz, mint az endospermium. Megállapították továbbá, hogy az olajtartalom alakulását a környezet nem befolyásolja olyan mértékben, mint a fehérjetartalmat.

JUGENHEIMER (1950) szerint a terméshozam és az olajtartalom között általában negatív az összefüggés, azonban nem olyan erős, mint a fehérjetartalom és a termés között.

Nagy olajtartalmú törzsekkel végzett visszakeresztezéssel a kukoricahibridek olajtartalma akár 6-8,5%-ra is növelhető. A nagyobb olajtartalom a csíraméret

növekedése miatt több fehérjét eredményez és emellett a termőképesség is elfogadható szinten marad. Ezt igazolják ALEXANDER (1973) adatai is.

GYŐRI et al. (2000) kísérleteik eredményei alapján megállapították, hogy a hagyományosan fenntartott törzseknél valamint hibridjeiknél kismértékben csökkent a beltartalmi értékük. Ugyanakkor a beltenyésztéssel és visszakeresztezéses módszerrel mutáns vonalak beiktatásával növelni lehet egyes szülőtörzsek, valamint előállított hibridkombinációik beltartalmi értékét anélkül, hogy az a nagyobb termés rovására menne.

Az elkövetkező években a nagyobb termőképességű és gazdaságosan termeszthető hibridkukoricák nemesítésénél alapvető feladat, hogy a nagy termőképességen kívül a felhasználás különböző irányú követelményeinek, valamint a minőségi elvárásoknak is megfeleljenek (PÁSZTOR et al., 1998).

Az egyre szélesedő minőségi igények újabb és újabb minőségvizsgálati módszerek bevezetését igénylik. Az árukukoricánál a jövőben várható újabb vizsgálatok bevezetése, pl. a festékanyagok mérése, vagy az amilóz és amilopektin arány meghatározása (GYŐRI, 2002).

A műtrágyázás beltartalomra gyakorolt hatásával a következő fejezetben kívánok részletesen foglalkozni, az egyes tápelemek jelentőségének ismertetése során.

Összegzésként megállapítható hogy a termesztett fajtának illetve a hibridnek nagy jelentősége van a termesztési tényezők között. Ugyanis ez az a termesztési tényező, amelynek a tetszőleges megválasztásával pótlólagos ráfordítás nélkül, vagy csupán mérsékelt pótlólagos ráfordítással jelentős gazdasági hasznot tudunk realizálni. Ugyanakkor rendkívül fontos, hogy a hibrid igényével összhangban legyen a többi termesztési tényező is (ökológiai, agrotechnikai tényezők). Az 1990-es évek elejétől napjainkig eltelt bő egy évtizedet a kukorica esetében a biológiai alapok robbanásszerű bővülése jellemezte. Ennek a hatékony kihasználását azonban nehezíti a jelenlegi alacsony agrotechnikai ráfordítási szint. Ugyanakkor az is tény, hogy a korszerű genotípusok kedvezőbb tulajdonságaik révén (pl. jobb betegségellenállóság, kedvezőbb természetes tápanyaghasznosító képesség stb.) biztosították, hogy a termésátlagok kisebb mértékben csökkenjenek, mint azt az inputok felhasználása indokolta volna. Nagy tartalékok vannak, és nagy kihívást jelentenek a jövő számára a genetikailag módosított hibridek, amelyek termesztése hazánkban még nem engedélyezett, az amerikai kontinensen viszont már nagy területen folyik a termesztésük.

3.3. A N-műtrágyázás jelentősége

3.3.1. A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és a termésképző elemeire

BOCZ (1974) véleménye szerint a három legfontosabb makrotápelem közül a nitrogén az elsődlegesen meghatározó jelentőségű a terméstöbbletek elérésében. Az érvényesülését a talaj tulajdonságai, a növényfaj és fajta sajátosságain kívül főleg az ökológiai tényezők szabják meg. A nagyobb műtrágyaszint nagyobb termést ad, de kedvezőtlen esetekben (száraz évjárat) negatív hatása is nagyobb.

NAGY (1986) és SÁRVÁRI (1995) vizsgálatai szerint is a termés alakulására a N-ellátottság gyakorolta a legnagyobb hatást, ugyanakkor mindketten felhívják a figyelmet a túlzott mértékű N-trágyázás káros környezeti hatásaira.

NAGY (1996b) vizsgálatai igazolják hogy a helyes N-adag megválasztásával az agrotechnikai hibák mérsékelhetőek.

SZÉLL-KOVÁCSNÉ (1993) műtrágyázási tartamkísérletekben vizsgálták a N-műtrágya termésmenvelő hatását. Megállapították, hogy 100 kg/ha N 34%-os terméstöbbletet, míg 200 kg/ha N 50%-os terméstöbbletet eredményezett 5 év átlagában a kontrollhoz viszonyítva. A 300 kg/ha-os dózis jobb esetben (csapadékosabb időjárás) közel egyforma termésmenvekedést biztosított, mint a 200 kg/ha, rosszabb csapadékelátottság mellett viszont már termésesökkenést okozott.

ANDA (1987) kísérletei alapján megállapította, hogy a nitrogén műtrágya mennyiségének növelésével arányosan a termés is nő. A nagyobb mennyiségű nitrogén hatóanyag miatt megnövekedik az állomány magassága, asszimilációs felülete, ezért több sugárzási energia fogadására képes a növény, valamint megváltozik a transzspiráció is. Mindez összességében magasabb termésben realizálódik.

HARMATI (1995) még a jó nitrogénszolgáltató képességű réti talajon is azt tapasztalta, hogy a nitrogéntrágyázás elmaradása vagy adagjának alacsony szintje sokkal nagyobb terméskiesést okoz, mint a nem megfelelő P-ellátottság.

PEPÓ (2000) tapasztalatai alapján a Biofert egy olyan környezetbarát trágyaforma, amelynek ökonómiai hatékonysága a hagyományos N-műtrágyákénál lényegesen kedvezőbb. A Biofert mind az öntözés nélküli, mind az öntözéses kukoricatermesztési technológiába sikeresen beiktatható, mint N-forrás. Vizsgálatai szerint mind az ősszel, mind a vegetációs periódusban (tavasszal, nyáron) kijuttatott azonos hatóanyagú Biofertnek a kukorica terméseredményére gyakorolt hatása megegyezett az azonos hatóanyagú N-műtrágyák terméstöbbletével.

A kedvező N-szint elősegíti a kukorica gyors fejlődését, a generatív szakaszban a szemtelítődést és a megfelelő Harvest index kialakulását, ezáltal a csövenkénti szemszám és az ezerszemtömeg növekedését (BOCZ-NAGY, 1981). N-hiány esetében kisebb a kukoricánövényben a szárazanyag-akkumuláció és lassú a szárazanyag-felhalmozódás dinamikája (HANWAY-RUSSEL, 1969; DEBRECZENI B.-né-SZLOVÁK, 1985; BERZSENYI, 1993).

BERZSENYI (1993) megállapította, hogy a N műtrágyázás hatására a csövenkénti szemszám 160 kg/ha N dóziséig nőtt, a 240 kg/ha N adag pedig csökkentette az értékét. Az ezerszemtömeg értéke 160 kg/ha N dóziséig jelentősen nőtt, a 240 kg/ha N adag alkalmazása esetén viszont már csak kismértékű növekedést tapasztalt.

KÁDÁR et al. (2000) meszes csernozjom talajon végzett kísérletében megállapította, hogy száraz évben a N-hatások teljesen elmaradtak és a termés nagyságát a P és a K ellátás határozta meg. Ugyanakkor feltételezi, hogy a N túlsúly által kiváltott terméscsökkenés részben a gyakoribb golyvásüszög-fertőzésre (*Ustilago maydis*) vezethető vissza.

3.3.2. A N-műtrágyázás hatása a kukorica minőségére

A kukorica nitrogéntartalmát a nitrogén műtrágyázás jelentősen növeli, ez a hatás azonban kifejezettebb, ha NP- vagy NPK-trágyázást alkalmazunk (GYŐRI, 1999).

PROKSZÁNÉ et al. (1995) megállapították, hogy a hibridek fehérjetartalma a növekvő nitrogén szintek hatására folyamatosan nőtt. A növekedés üteme azonban fokozatosan mérséklődött. A trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva a növekvő nitrogén műtrágyaadag hatására nagyobb arányú a termésnövekedés és kisebb a fehérjenövekedés.

HOLLÓ (1994) savanyú csernozjom barna erdőtalajon 1964-1974 között végzett tartamkísérletei alapján megállapította, hogy a kukoricában, őszi búzában, tavaszi árpában lévő tápelemkoncentrációkat leginkább a nitrogén műtrágyaadagok befolyásolták, továbbá megállapította hogy a szár és a szalma nitrogénkoncentrációja nagyobb mértékben emelkedett, mint a szemtermésé.

DEBRECZENI B.-né (1994) megállapította, hogy az OMTK kísérletek átlagában a nagyadagú N-műtrágyázás hatására 17%-kal nőtt a kukoricaszem N-tartalma a szárban pedig 56% N-koncentráció növekedést tapasztalt. A műtrágyázás tápelemnövelő

hatásában a termőhelyek talajainak – főleg azok tápanyagellátottságának – fontos szerepe volt.

IZSÁKI (1999) újabb vizsgálatai szerint a 7% körüli fehérjét tartalmazó kukoricaszem fehérjetartalma 8-9%-ra nőtt N-trágyázással N-ben szegény talajon. Ugyanitt a vizsgált 17 aminosav közül 13-nak a koncentrációja igazolhatóan emelkedett 13-27% közötti értékkel.

Ugyanakkor KÁDÁR et. al. (2000) kísérletében a talaj kielégítő N ellátottságú volt, így N hatások sem jelentkeztek. A vizsgált hibridek nyersfehérje tartalma a 10%-ot is meghaladta a kontroll, műtrágyázás nélküli talajon és ez az érték nem módosult a N műtrágya adagok növelésével sem. A minimumban levő P-ellátás javulásával azonban (P1 optimális szintig) igazolhatóan nőtt nemcsak a szemtermés, hanem az esszenciális aminosavak mennyisége is.

GYŐRI (1999) véleménye szerint a különböző termőhelyeken a műtrágyázás hatása eltérő, de általában a 100 kg/ha N, 100 kg/ha P₂O₅ és 100 kg/ha K₂O együttes alkalmazása szignifikáns nyersfehérje tartalom növekedést eredményez melynek értéke 10-11%. Megállapítja továbbá, hogy a lizintartalom általában követi a fehérje tartalom növekedését a 180-200 kg/ha-os N adagig, az ennél magasabb N-szint azonban már csökkenést okoz. Ilyen esetekben a fehérje esszenciális aminosav-tartalma is csökken.

GYŐRI (1998) vizsgálatai alapján megállapította, hogy az alkalmazott műtrágyakezelések a kukorica fehérje-összetételében nem okoztak szignifikáns eltérést, azaz a növekvő fehérjetartalomban statisztikailag igazolhatóan nem változott a lizin-, a metionin- és a cisztein tartalom és így az esszenciális aminosav index sem.

Ugyanakkor WAGGLE et al. (1967) felhívják a figyelmet arra, hogy a nagyobb nitrogén kezelések hatására elsősorban a zein típusú fehérjéket felépítő aminosavak aránya emelkedik.

SZÉLL-MAKHAJDA (2001) kísérleteik alapján azt a következtetést vonták le, hogy a hektáronkénti nyersfehérje hozam a 200 kg/ha N-dózisnál ötszörösen nagyobb volt, mint a kontrollban. A 300 kg/ha N adag már csökkentette a hektáronkénti nyersfehérje hozamot.

PROKSZÁNÉ et al. (1995) arról számoltak be, hogy a növekvő nitrogén adagok hatására az összes hibrid átlagában matematikailag igazolhatóan csökkent a keményítőtartalom. Az egy hektárra jutó keményítőhozam a legmagasabb - a terméshez hasonlóan – a 200 kg/ha nitrogén szint esetén volt, a 100 kg/ha nitrogén szinthez képest azonban nem szignifikáns a különbség. Továbbá megállapították, hogy a hibridek

átlagában az olajtartalomban is van matematikailag igazolható különbség az eltérő műtrágya szintek között. Ez a matematikailag igazolható különbség azonban olyan minimális, hogy szakmailag nem értékelhető. Az egy hektárról nyerhető olajhozam változás szinte teljes egészében a nitrogén műtrágyázás hatására bekövetkező terméshozam növekedés következménye.

3.3.3. A N-műtrágyázás hatása a talaj különböző tulajdonságaira

Hazánkban az országos tápanyagmérleg az 1970-es évek közepére pozitívvá vált. Ezáltal a korábbi talajszaroló gazdálkodást felváltotta a talajt gazdagító trágyázás. A pozitív tápanyagmérleg következtében a talajok tápanyag-ellátottsága javult, a termésátlagok növekedtek. Mindezek mellett azonban negatív hatások is jelentkeztek, mint például a talajok savanyodása és a talajvíz nitrátosodása, amelynek legfőbb okozója a növények igényeit meghaladó mennyiségű nitrogén műtrágyák kijuttatása volt.

KÁDÁR (1995) megállapítása szerint a '80-as években a N és K elemekre 20-40, míg a P-ra 80-120%-os volt a visszapótlás a termésekkel évente kivont mennyiségekhez viszonyítva.

HOLLÓ (1995) véleménye szerint termesztett növényeink tápanyagigényét talajaink természetes termékenysége és a keletkező szerves trágya mennyisége nem elégíti ki, ezért a műtrágyák ma is nélkülözhetetlen anyagok mezőgazdaságunkban.

SÁRVÁRI (1994) véleménye szerint száraz, aszályos évjáratban, amikor a N-műtrágyázást nem követi megfelelő terméshozam, különösen nagy lehet a $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódása és talajvízbe kerülése. Megállapítja továbbá, hogy a N 150 kg/ha feletti dózisonál jelentős mennyiségű $\text{NO}_3\text{-N}$ kerülhet az altalajvízbe. A mélyebb talajszelvénybe mosódott $\text{NO}_3\text{-N}$ -t a kukorica már nem tudja felvenni.

SÁRVÁRI (1995) réti talajon számszerűen is kimutatta, hogy a kontroll (műtrágyázás nélküli), valamint az N 60, N 120 kg/ha hatóanyag-kezelésnél a $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége a talaj 200 cm-es szelvényében 25 mg/kg alatt maradt.

A nagyobb adagú N-műtrágya kezeléseknél monokultúras termesztés mellett viszont a $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége a talaj 100-120 cm-es szelvényében elérte a 150-200 mg/kg értéket, mely jelentős környezetszennyezést okoz.

FÜLEKY-DEBRECZENI (1994) rozsdabarna erdőtalajon 10 éves monokultúras tartamkísérletben a talaj jelentős elsavanyodását tapasztalták, amelyet a szerzők két okra

vezettek vissza. Az egyik ok a légköri savas ülepedés, amelynek a hatása a kontroll parcellák talajának kémhatás változásában tükröződik. A másik ok a növekvő adagú műtrágyázás. Ugyanis a kontrollhoz viszonyítva 1979-ben –a kísérlet 10. évében– a 360-240-200 kg/ha N-P-K hatóanyag kijuttatása a kémhatásban 1,05 mértékű $pH_{(KCL)}$ csökkenést okozott.

KRISZTIÁN et al. (1995) agyagbemosódásos barna erdőtalajon (eredeti $pH_{(KCL)} = 4,3-4,4$; $y_1=13$) beállított műtrágyázási tartamkísérletben 30 év alatt a kontroll területen 0,67 $pH_{(KCL)}$ csökkenést és 7 egységnyi y_1 értéknövekedést tapasztaltak.

A trágyázott parcellák talaja nagyobb mértékű savanyodást mutatott, $pH_{(KCL)}$ -jük 3,49-3,52 érték között volt. Megállapításuk szerint a trágyahatások a légköri savas hatásoknak 1/5-ét tették ki.

KADLICKÓ (1995) a trágyaféleségek közül a N domináns szerepére hívja fel a figyelmet, lényeges P és K hatást ugyanakkor nem sikerült kimutatnia. A szerző az NPK műtrágyák savanyító hatásának jellemzésére számszerű adatokat is közöl, ami szerint a talaj savanyodásának 56,5 %-a N, 5,9 %-a P, 1,4 %-a pedig a K műtrágyázás hatásának tulajdonítható.

A kevésbé kimerült pufferképességű talajokon a műtrágyázás savanyító hatása nem elsősorban a pH csökkenésében, hanem a pufferkapacitás lényeges összetevőjének a talaj bázistartalmának csökkenésében nyilvánul meg. (BLASKÓ, 1983; NYÍRI, 1987). A bázisvesztés (BLASKÓ, 1983) mérései szerint döntően a N-trágyázás okozza.

DEBRECZENI-PÉTERFALVI (1994) megállapították, hogy a nagy NPK-adagok hatására lejátszódó savasodási folyamat idővel stabilizálódik, azaz egy bizonyos értéken túl már nem csökken tovább a talaj $pH_{(KCL)}$ értéke.

GYŐRI-KISFALUSI (1983) rozsdabarna erdőtalajon vizsgálta a műtrágyázás és a meszezés hatását a talaj pH értékére. Megállapították, hogy a feltalaj eredeti kémhatása ($pH=5,5$) 8 év alatt 1,5-1,7 pH értékkel csökkent a műtrágyázás következtében, illetve 6,3 pH értékre növekedett 2 t/ha/év mészsadag alkalmazása esetén.

DEBRECZENI-BORSAVÖLGYI (1983) barna erdőtalajokon 8 illetve 10 éves tartamkísérletekben az eredeti $pH_{(KCL)}$ 10-20%-os csökkenését tapasztalták a nagyadagú műtrágyázás hatására. Továbbá felhívták a figyelmet a meszezés fontosságára, amely az egyik leghatékonyabb és legbiztosabban megtérülő mezőgazdasági beruházási eljárás a hasonló adottságú területeken.

HOLLÓ (1993) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a növekvő műtrágyaadagok hatására a talaj savanyodása bizonyíthatóan növekszik annak ellenére, hogy az alkalmazott műtrágyák mészhatású adalékanyagot is tartalmaznak (pétisó).

PEPÓ (2000) csernozjom talajon végzett vizsgálati eredményei azt bizonyítják, hogy az ősszel kijuttatott növekvő dózisú N-trágyák jelentős mértékben (2-3 szorosára) növelték a 0-200 cm talajszelvény N-tartalmát. A nagyobb adagú (N=90 kg/ha, N=150 kg/ha) őszi kezelésekből a Biofert alkalmazása esetén -környezetvédelmi szempontból kedvező módon- kevesebb az alsó talajrétegekben (100-200 cm talajréteg) található, lemosódott NO₃-N mennyisége (290 mg/kg, ill. 200 mg/kg NO₃-N), mint ugyanezen dózisok esetén UAN-oldat kijuttatásánál (320 mg/kg, ill. 410 mg/kg NO₃-N).

SZÉLL-MAKHAJDA (2001) kísérletük talajában a NO₃-N a 11-20 cm-es mélységben halmozódott fel. A talaj pH értékét és humusz tartalmát a N-adag növelése nem rontotta. Véleményük szerint ennek oka, hogy a kukoricaszárat bedolgozták a talajba, ezáltal növelték a pufferkapacitását és a szervesanyag tartalmát.

3.3.4. A hibridek N-igénye, az optimális N-műtrágya mennyisége

A GYÖRFFY (1979) által végzett tartamkísérletek adatai jól jellemzik Magyarországon a műtrágyaadagok optimumának időbeni növekedését. Az 1960-as évek közepéig termesztett hibridek termésgömbje 80-120 kg/ha N adag esetében már ellaposodott. Az 1970-es évek hibridjeinek N optimuma 100-160 kg/ha-ra növekedett.

BOCZ (1980) vizsgálatai szerint a kukorica agroökopotenciális termésének N-optimuma az 1980-as években termesztett hibrideknél 180-240 kg/ha N-szinten volt. A jelenleg termesztett hibridek zöme maximális termését már alacsonyabb műtrágyaadagoknál éri el.

SÁRVÁRI (1993) szerint, a hatékonysági és környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve réti talajon a kukorica legkedvezőbb nitrogén adagja előveteménytől függően 60-120 kg hektáronként.

SÁRVÁRI (1995) megállapította, hogy a gyakorlatban korábban alkalmazott 150-200 kg/ha-os, illetve az ennél nagyobb adagú nitrogén műtrágyázást alkalmazni nemcsak szakmailag indokolatlan, hanem energiapazarlást és környezetszennyezést is jelent.

Ugyanakkor SÁRVÁRI-SZABÓ (1998) felhívták a figyelmet arra, hogy az elővetemény is hatással van a kukorica trágyaigényére. A megfelelő N adagok valamint

a hozzátartozó P és K adagok búza elővetemény után trikultúrában 50-60 kg/ha N+PK, búza elővetemény után bikultúrában 60-80 kg/ha N+PK, kukorica elővetemény után 80-100 kg/ha N+PK, kukorica monokultúrában 100-120 kg/ha N+PK voltak.

RUZSÁNYI (1992a) vizsgálataiban kimutatta, hogy a kukorica termését csernozjom talajon jó elővetemény után öntözés nélkül a trágyázás csak kismértékben növelte. Ilyen termesztési körülmények mellett 60 kg/ha N-műtrágya kijuttatását elegendőnek ítélte. Közepes elővetemény esetében 60-80 kg/ha N-műtrágya alkalmazása a gazdaságos nagy termés tápanyagigényét biztosítani képes. Rossz elővetemény után és monokultúrában a kukorica több N-műtrágyát igényel, amelynek e szerző által javasolt mennyisége öntözés nélkül 120-140- kg/ha, öntözött körülmények között pedig 140-180 kg/ha.

Szintén RUZSÁNYI (1992b) megállapította, hogy a kukorica optimális műtrágyaadagja aszályos évben 47-62 kg/ha nitrogén, illetve 118-154 kg/ha összes N+P₂O₅+K₂O volt. Öntözés esetén vagy csapadékos évben 125-141 kg/ha nitrogén, illetve 313-354 kg/ha összes N+P₂O₅+K₂O hatóanyag mutatkozott megfelelőnek.

PEPÓ-NAGY (1997) öntözetlen viszonyok között 100-110 kg/ha, öntözés mellett pedig 140 kg/ha N-hatóanyagot javasoltak kijuttatni a kukorica alá a műtrágyázás*öntözés pozitív kölcsönhatása miatt.

PEPÓ et al. (2000) csernozjom talajon trikultúrában 60 kg/ha N+PK, bikultúrában 120 kg/ha N+PK hatóanyag kijuttatását javasolja a kukorica számára.

NAGY (1995) mészlepedékes csernozjom talajon öntözés nélkül 90-120 kg N/ha, öntözéses termesztésben 150-170 kg N/ha kijuttatását javasolja.

PEPÓ (2001) véleménye szerint a vetésváltás alapvetően befolyásolja az optimális N adag (+PK) nagyságát. Trikultúrában az N₁₁₃ +PK, bikultúrában az N₁₄₇ +PK, monokultúrában az N₁₈₇ +PK kg/ha adagok bizonyultak optimálisnak a hibridek átlagában.

3.3.5. A N-műtrágyázás hatása a kukorica fotoszintetikus aktivitására

BÁLINT (1977b) megállapította, hogy csak a jó tápanyagreakciójú hibridek tudnak a N növekvő dózisára a fotoszintetikus aktivitás fokozatos növelésével reagálni.

BERZSENYI (2000) hangsúlyozza, hogy a fotoszintetikus produkció dinamikájában bekövetkező változások a növény teljes fejlődésének időszakában fontosak, és a

növekedésanalízis standard módszer ma már a növényegyedek és állományok vizsgálatára.

CSAJBÓK-KUTASY (2001) a tenyésztő során három alkalommal mérték a hibridek fotoszintetikus aktivitását. Vizsgálataik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a különböző műtrágyázási szintek szignifikáns eltérést okoztak a fotoszintetikus aktivitásban. A legmagasabb fotoszintetikus aktivitást a három mérési időpont átlagában a 120 kg/ha N+PK műtrágyaadagnál mérték.

CSAJBÓK-KUTASY (2002) vizsgálatai szerint a kukorica hibridek nettó fotoszintetikus intenzitása a különböző tápanyagellátási szintek és a genotípusok között szignifikánsan eltérő volt. A trágyázás-hibrid kölcsönhatást is szignifikánsnak találták, és az összefüggések feltárása érdekében további vizsgálatok végzését javasolják.

A kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitásában tapasztalható eltérésekre mutat rá (ZSOLDOS, 2002) is. Megállapítása szerint a legtöbb hibridnél ez az érték legnagyobb adagú műtrágyakezelésnél (N 200+PK kg/ha) volt a legnagyobb, továbbá megállapítja, hogy a fotoszintetikus aktivitás eltérő mértékben, de összefüggést mutat a kukorica hibridek termésének mennyiségével.

3.4. A P-műtrágyázás jelentősége

3.4.1. A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére

A P-trágyázásnál figyelembe kell vennünk, hogy a talaj 300-600 kg/ha nagyságrendű könnyen oldható P-készletéből mindössze 1-2 kg van oldott formában jelen a talajoldatban. A növények ellátását tehát az oldódás sebessége határozza meg. A foszforvegyületek oldhatósága a talajban a kedvezőtlen átalakulási folyamatok következtében általában rohamosan csökken. Éppen ezért még azokon a talajokon is melyek a talajvizsgálatok alapján jól ellátottak, célszerű valamennyi foszfort pótolni hogy könnyen oldható foszfátok legyenek jelen. (LOCH, 1992). Továbbá felhívja a figyelmet a volt NSZK-ban kidolgozott P műtrágyázási ajánlásra. E szerint a megfelelő ellátottság esetén is a terméssel elvont P másfélszeresét javasolják felhasználni fenntartó adagként, és csupán az igen jó ellátottságú talajokon hagyható el a P pótlása.

A P kedvező hatása- a harmonikus tápanyag-ellátottság megteremtésén túlmenően- többek között a tenyésztőszak lerövidülésével, a korábbi éréssel magyarázható (KÁDÁR et al., 1984).

MARINOV (1985) megállapítása szerint a kukorica a sokéves rendszeres N-és K-trágyázás után is nagy termést adott. A P alkalmazása ezzel szemben csak jelentéktelen mértékben növelte a termést. A P-t tehát a búza és egyéb igényes növények alá kell adni, a kukoricát elegendő csak N-és K-trágyázni. Hasonló megállapítást tett KRISZTIÁN-HOLLÓ (1992) csernozjom barna erdőtalajon végzett kísérleteik eredményei alapján is.

A műtrágyák közül mindenek előtt a P igényli a talaj mélyebb rétegeibe való bedolgozást. Hazai kísérletek is bizonyítják, hogy az ekével leszántott P hatás kedvezőbb volt, mint a csak a felszínre tárcsával bedolgozott (PRETTENHOFFER, 1952).

KÁDÁR et al. (2000) kísérletében meszes vályog csernozjom talajon a P túlsúly hatására igazolhatóan csökkent a betakarításkori tőszám, az ezermagtömeg és a szemtermés, valamint nőtt a fuzáriumos szártörés aránya. Az egyoldalú P túlsúly 3,4 t/ha, a kiegyensúlyozott PK ellátás 6,2 t/ha szemtermést eredményezett.

KÁDÁR (2000) kísérletében a P túltrágyázás Zn-hiányt indukált és 1976 évben 1,4 t/ha, 1977-ben közel 1 t/ha terméseszkökenést okozott. Továbbá megállapította, hogy a 233-255 közötti P/Zn aránynál a szemtermés igazolhatóan mérséklődött, tehát a kukoricaszemben 200 fölötti Zn tartalomhoz viszonyított P-túlsúly diagnosztikai határértéket jelent. Véleménye szerint ez a mutató alkalmas lehet a kukorica termőterületeink Zn-hiányának feltárására és megalapozhatja az okszerű beavatkozást az olcsó, talajbani $ZnSO_4$ kezeléssel.

HOLLÓ (1994) kísérletében a P műtrágyázás hatására a kukoricaszem P-tartalma nem változott viszont a kukoricaszár P-tartalma 20-40%-al lett magasabb.

3.4.2. A hibridek P-igénye, a P-műtrágya optimális mennyisége

KÁDÁR et al. (2000) meszes csernozjom talajon a termés mennyiségének, minőségének és a talaj cellulózbontó aktivitásának javítása céljából elegendőnek tartja a 120-180 mg/kg AL oldható P_2O_5 tartalmat.

Mészlepedékes csernozjom talajon végzett kísérleteik alapján (LÁSZTITY-CSATHÓ 1994, 1995) megállapították, hogy az eredetileg gyenge P-ellátottságú talajon a tartós 50 kg/ha P_2O_5 /év adagú P-műtrágyázás a kukorica szemtermését 0,8-3,0 t/ha-al növelte.

A P adag 100 kg/ha/év P_2O_5 -re történő pótlólagos növelése viszont 0,4-0,7 t/ha-os csökkenést eredményezett a gyenge Zn-ellátottságú talajon, a P indukálta Zn-hiány következtében.

A kukorica optimális P adagját HARMATI (1995) réti talajon 80 kg P_2O_5 /ha, CSATHÓ (1992) csernozjom talajon 60 kg P_2O_5 /ha körüli értékben állapította meg.

KADLICKSKÓ et al. (1988) barna erdőtalajon folytatott kísérleteikben a kukorica optimális foszforadagját 50 kg/ha P_2O_5 mennyiségben állapították meg.

A 100-150-200 kg/ha P_2O_5 -t kapott parcellákon 2-6-8 t/ha szemterméscsökkenést mértek.

3.5. A K-műtrágyázás jelentősége

3.5.1. A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére

MENYHÉRT (1979) megállapította, hogy a szárdőlés elsősorban a K hiányára vezethető vissza. A nitrogén és foszfor önmagában, különösen nagy dózisban fokozza a megdőlést, amit azonban megfelelő káliumadagolással egyensúlyban lehet tartani.

GYÖRFFY (1965) szerint a K azért csökkenti a megdőlést, mert lassítja a szövetek előregedését, így a szár tovább marad zöld, és ellenállóbb lesz a megdőléssel szemben.

SÁRVÁRI (1986) 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 káliumellátás fokozza a fotoszintetikus aktivitást, így a termés mennyisége és minősége szempontjából egyaránt fontos.

KADLICKSKÓ et al. (1988) közepes mértékben erodálódott agyagbemosódásos barna erdőtalajon végzett K-hatás kísérletekben megállapították, hogy a kukorica termése 4 kísérleti évben szignifikánsan növekedett a kálium trágyázás hatására.

Eredményeik szerint 45 kg/ha K_2O adag 310 kg/ha pótlólagos terméstöbbletet eredményezett hektáronként. További termésnövekedés nem volt kimutatható, 135 kg/ha adagtól már gyenge terméscsökkenést tapasztaltak.

KRISZTIÁN et al. (1989) csernozjom barna erdőtalajon, illetve agyagbemosódásos barna erdőtalajon K-műtrágyázással 245-280 kg/ha hozamnövekedést értek el kukoricánál, de az őszi búza estén pozitív hatást nem tudtak kimutatni. A K műtrágyát a kukorica alá javasolták kijuttatni, míg búza esetén elhagyása is indokolt lehet. Rendszerüket periodikus K műtrágyázásnak nevezték.

RUZSÁNYI et al. (1994) réti talajon 3-4 t/ha mértékű különbséget mértek K trágyázás nélküli, illetve a káliummal trágyázott parcellák termése között.

A K-hatások kukorica esetében is nagymértékben függenek az időjárástól.

A LÁSZTITY-CSATHÓ (1994) által vizsgált 4 kísérleti évből, a 100 kg/ha K_2O műtrágyaadag két esetben növelte a kukorica hozamát 0,4-0,6 t/ha mértékben.

ÁRENDÁS et al. (1998) vizsgálatai szerint is a foszfornál jobban reagált a kukorica a K-trágyázásra közepes K-szolgáltató képességű erdőmaradványos csernozjom talajon, ám a terméshozadék mértéke nem érte el a statisztikai megbízhatóság határát.

HOLLÓ (1994) vizsgálatai szerint a káliumtrágyázás hatását a szemtermésben nem, csak a melléktermék K-tartalmának változásában lehetett tapasztalni. A kukoricaszár K-tartalma 30%-al növekedett a növekvő K-műtrágya adagok hatására.

3.5.2. A hibridek K-igénye, a K-műtrágya optimális mennyisége

A kukorica optimális K-adagját HARMATI (1981) öntözött réti talajon 120 kg K_2O /ha értéknek, CSATHÓ (1992) pedig csernozjom talajon 100-200 kg K_2O /ha nagyságnak találta. A kukoricatermesztés szempontjából kedvező évjáratban LÁSZTITY-CSATHÓ (1995) 100 kg K_2O /ha/év trágyaadag kedvező hatását tapasztalták. A kukorica hozama átlagosan 6,6 t/ha-ról 7,42 t/ha-ra növekedett. Az 1986-os tenyészidőszakban az előbbivel megegyező színvonalú K-trágyázás 7,87 t/ha-ról 8,43 t/ha-ra növelte a kukorica szemtermését.

3.6. Az NPK-műtrágyázás jelentősége

3.6.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére

SZIRTES-GÁL (1980) réti csernozjom talajon végzett kísérletük alapján megállapították, hogy a talaj felületére szórt NPK műtrágya még öntözött viszonyok közt sem érvényesül. Az N felületi, és a PK talajba keverési alkalmazása esetén azonos a műtrágya érvényesülés az NPK talajba keveréskor kapott értékkel.

PROKSZÁNÉ et al. (1995) réti öntéstalajon eltérő évjáratokban azt tapasztalták, hogy a N-műtrágya nélkül a P és a K-műtrágyát nem érdemes kiadni, mert alacsonyabbak a termések mint trágyázás nélkül, mivel a kiadott P és K-műtrágya tovább növelte a relatív N-hiányát.

PEKÁRY (1969) a kompolti kukorica kísérletében az 1968-as aszályos évben a legnagyobb terméseket a kontroll parcellákon kapta. A N és P-műtrágyázással a kukorica termése 1 t/ha-al esett vissza.

SÁRVÁRI (1995) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a kukorica számára a N és a K a két legfontosabb tápanyag. K műtrágya nélkül a N és a P mennyiségét növelve a termés nem nőtt, viszont 100 kg/ha K kijuttatása esetén a N és a P mennyiségét növelve a termés is ezzel arányosan nőtt. RUZSÁNYI (1987) kísérletében réti talajon a N mellett szintén a K volt a legfontosabb tápanyag. A K műtrágyázás megfelelő N és P adagok mellett hektáronként 3-4 t/ha-al is növelte a termést. Különösen nagy jelentősége van a K trágyázásnak a monokultúras termesztésben.

A műtrágyázás hatását a termésre az adott évjárat csapadékviszonyai is befolyásolják. Ezt igazolják SÁRVÁRI-SZABÓ (1996) vizsgálatai, akik arra a következtetésre jutottak, hogy száraz aszályos években a maximális terméseket a mérsékelt adagú NPK kezeléseknél érték el a hibridek, a nagyobb műtrágyaadagok minden esetben termésdepressziót okoztak.

KÁDÁR (2000) vizsgálatai alapján a kiegyensúlyozott NPK ellátás a mezo- és mikroelemek felvételét is szabályozza, illetve a szár takarmányértékét mint az ásványi elemek forrását is módosíthatja.

KRISZTIÁN-HOLLÓ (1998) véleménye szerint talajaink termékenysége fenntartható istállótrágyázás nélkül is, de nem nélkülözhető a gazdasági melléktermékek talajba dolgozása és a szakszerű műtrágyahasználat. Ellenkező esetben zsaroljuk termőföldjeinket, és folyamatosan csökkentjük a termékenységét.

SÁRVÁRI-GYŐRI (1982) vizsgálatai szerint az NPK műtrágyázás növelte a kukoricaszem fehérjetartalmát és a foszfor tartalmát a kontrollhoz viszonyítva, míg a termés kálium tartalma és a trágyázás között nem volt kimutatható összefüggés.

GYŐRI (1999) vizsgálata alapján megállapította, hogy a N 240 P₂O₅ 180, K₂O 212 kg/ha-nál nagyobb műtrágyaadagok alkalmazása esetén fellépő cinkcsökkenés már minőségrontó, mivel a triptofántartalom csökkenésével jár.

3.6.2. A hibridek NPK-igénye, az NPK-műtrágya optimális mennyisége

KÁPOSZTA (1974) csernozjom talajon folytatott kísérletekben 130 kg/ha összes műtrágya hatóanyag alkalmazásával a trágyázatlan kontrollhoz képest szignifikáns terméstöbbletet kapott, de a műtrágyaadag további növelése már nem volt eredményes.

BOCZ (1976) az 1970-es évekre az OMTK eredményei alapján tiszántúli talajokra átlagosan 275-370 kg/ha, szélső értékben 220-440 kg/ha vegyes hatóanyagot javasolt kijuttatni.

A jelenleg termesztett hibridek zöme maximális termését már alacsonyabb műtrágyaadagoknál éri el. Ezt bizonyítják SÁRVÁRI-JAKAB (2000) vizsgálatai is. Véleményük szerint a jelenleg termesztett hibridek többségének az előveteménytől és az évjárattól függően már a 60-120 kg/ha N hatóanyag és az arányosan hozzátartozó foszfor és kálium jelenti az agroökológiai műtrágya optimumot.

LÁNG (1976) tápanyagokkal közepesen ellátott talajon 6 t/ha-os termés eléréséhez 150-180 kg N, 110-120 kg P₂O₅ és 110-150 kg K₂O kijuttatását javasolja hektáronként. A K mennyisége csökkenthető, ha a kukoricaszárát rendszeresen beszántjuk a talajba.

KOVÁCS (1994) megállapította, hogy gödöllői tartamkísérletben (1973-80) a kukorica terméshozama és beltartalma a 300 kg/ha-os vegyes hatóanyagszintnél volt a legkedvezőbb.

SÁRVÁRI (1995) a hajdúböszörményi réti talajon végzett kísérleteiben a kukoricahibridek leghatékonyabb és a környezetvédelmi szempontoknak is még megfelelő műtrágya adagja N 60-120, P₂O₅ 45-90, K₂O 53-106 kg/ha hatóanyag volt. Szélsőségesen aszályos évjáratokban öntözés nélkül azonban már az N 30-60 kg/ha hatóanyag is elegendő volt a kukorica számára ezen a kötött, humuszos réti talajon.

Összefoglalva megállapítható, hogy az eltérő éghajlati- és talajadottságok esetében is a mindenkori cél a kukorica harmonikus tápanyagellátása, ugyanis csak ezáltal kaphatunk megfelelő mennyiségű és jó minőségű termést. A vizsgálati eredményekben lévő különbségek okai, hogy az adott évben, években az adott talajtípuson végzett kísérletekben eltérőek voltak a termesztési tényezők kölcsönhatásai, ezáltal különböző terméseredmények születtek, amelyhez tartozó optimális tápanyagmennyiség is eltérő volt. Általánosságban viszont megállapítható, hogy a tápanyagvisszapótlás mértéke az évek, évtizedek során jelentősen változott. Az 1970-es és 1980-as években egy magas színvonalú tápanyag visszapótlás történt, míg az 1990-es években ez drasztikus mértékben visszaesett. Napjainkban lassú növekedés tapasztalható, de ez még mindig elmarad a kívánatos mennyiségtől. A jövőben a talajvizsgálati eredmények figyelembevételével törekedni kell a harmonikus tápanyag-visszapótlásra, amely megteremtheti a feltételét a környezetkímélő, hatékony és fenntartható kukoricatermesztésnek.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. CÉLKITŰZÉSEK

A kísérlet 1999-2001-ben mészlepedékes csernozjom talajon lett beállítva. Tíz eltérő genetikai adottságú kukorica hibrid termőképességét, természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességét, vízleadási dinamikáját, betakarításkori szemnedvesség tartalmát, levélterületi indexét illetve ennek változását a tenyészidő során, nyersfehérje-, keményítő-, nyersolajtartalmát, makro-, mezo- és mikroelemtartalmát, gombás fertőzőttőségét és toxinszennyezettségét, valamint fotoszintetikus aktivitását vizsgáltam három ismétléses véletlen blokk elrendezésű kísérletben. A kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett öt műtrágyakezelést alkalmaztam, ahol az alapdózis N 40 P₂O₅ 25 K₂O 30 kg/ha volt a legnagyobb adagú kezelés pedig ennek ötszöröse volt. A három vizsgálati év időjárása jelentősen eltért egymástól, amelyet részletesen a következő fejezet tárgyal.

4.2. A kísérleti évek időjárásának jellemzői

1999 időjárása Debrecen térségében összességében kedvező volt a kukorica számára. Az év első három hónapjában a sokévi átlagtól 13,3 mm-el hullott több csapadék. Az I-IX. hónapokban lehullott csapadék mennyisége (496 mm) 48,4 mm-el haladta meg a 30 éves átlag értékét (447,6 mm). A kukorica tenyészidejében hullott csapadék mennyisége 382 mm volt, ez 35,1 mm-el több mint a 30 éves átlag (346,9 mm). Kedvező volt a tenyészidőben a csapadék eloszlása is, melynek következtében a kukorica kritikus fenofázisaiban (virágzás, szemtelítődés) nem voltak zavarok.

A napi középhőmérséklet I-IX. hónapok átlagában (12,72 °C) 1,22 °C-al haladta meg a 30 éves átlagot (11,50 °C). A kukorica tenyészidejében (IV-IX. hónap) a hőmérséklet átlaga (18,25 °C) 1,43 °C-al haladta meg a 30 éves átlagot (16,82 °C), ami a kedvező csapadékelátottsággal párosulva kedvezett a nagy termések kialakulásának (függelék 7.o.)

2000-ben összesen 432 mm csapadék hullott, amely 135,1 mm-el volt kevesebb a sokéves átlagnál. Az év első három hónapjában 6,7 mm-el hullott kevesebb csapadék, az év első 9 hónapját tekintve pedig 71,1 mm-el volt kevesebb csapadék a 30 éves átlaghoz viszonyítva. A kukorica tenyészidejében (IV-IX.) 282,5 mm csapadék hullott,

amely 64,4 mm-el maradt el a 30 éves átlagtól (346,9 mm). Különösen kedvezőtlen volt az augusztus hónap, amikor is a 60,7 mm-es átlaghoz képest csupán 3,5 mm csapadék hullott. Ez jelentős zavarokat okozott a szemtelítődés fenofázisában, ezáltal jelentős terméseszkénység következett be. Az év hátralévő részében (IX-XII.) lehullott csapadék mennyisége (108,5 mm) 49 mm-el elmaradt a 30 éves átlagtól (157,5 mm), amely kedvezőtlenül hatott nemcsak a 2000, hanem a 2001 év hidrológiai állapotára is. A csapadék eloszlása mindezek miatt kedvezőtlen volt 2000 évben. A napi középhőmérséklet I-IX hónapok átlagában 12,69 °C volt, amely a 30 éves átlaghoz képest 1,19 °C-al volt több 2000-ben. A kukorica tenyészidejében (IV-IX.) a hőmérséklet átlaga 18,33 °C volt, amely 1,52 °C-al több a 30 éves átlagtól (függelék 7.o.). Az átlagot meghaladó hőmérséklet a csapadékhiánnyal párosulva kedvezőtlenül hatott a kukorica fejlődésére, és alacsonyabb termés kialakulását tette lehetővé.

2001-ben összességében 501 mm csapadék hullott, amely 66,1 mm-el volt kevesebb a 30 éves átlaghoz képest. Októberben nem hullott csapadék, amely rendkívül ritkán fordul elő, és egyben nagyon kedvezőtlen. A X-XII. hónapokban csupán 27 mm csapadék hullott, amely 92,5 mm-el kevesebb mint a 30 éves átlag (119,5 mm). Ez nemcsak az őszi kalászosokat érintette kedvezőtlenül, hanem a következő évi vízmérlegre is hátrányos volt. Az év első három hónapjában 151 mm csapadék hullott, amely 50,3 mm-el több volt mint a sokéves átlag. Az év első 9 hónapját tekintve a ténylegesen lehullott csapadék mennyisége 474 mm volt, amely 26,4 mm-el meghaladta a 30 éves átlagot (447,6 mm). A kukorica tenyészidejében (IV-IX.) 323 mm csapadék hullott, amely 23,9 mm-el maradt el a 30 éves átlagtól. Különösen a május hónap volt kedvezőtlen, mert csupán 1 mm csapadék hullott, szemben az 58,8 mm-es átlaggal.

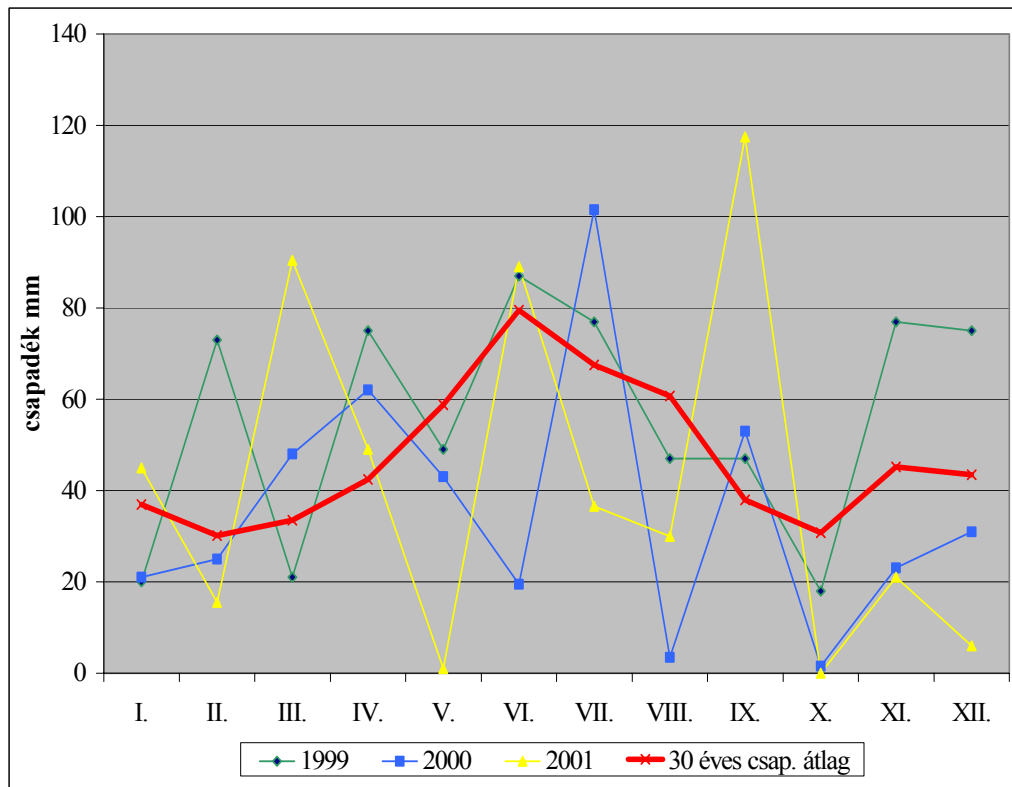
A napi középhőmérséklet I-IX. hónapok átlagában 12,96 °C volt, amely 1,46 °C-al volt több a 30 éves átlaghoz viszonyítva. A kukorica tenyészidejében (IV-IX.) az átlaghőmérséklet 17,47 °C volt, ez csupán 0,65 °C-al haladta meg a 30 éves átlag értékét (függelék 7.o.).

Összességében a 2001 év egy közepes évjárat volt a kukorica számára. A vizsgálati évek csapadékmennyiségét a 3.táblázat, valamint az 1.ábra szemlélteti.

3. táblázat A vizsgálati évek csapadékmennyisége (1999-2001)

Hónap	30 éves átlag	Ténylegesen lehullott csapadék (mm)		
		1999	2000	2001
I.	37	20	21	45
II.	30,2	73	25	15,5
III.	33,5	21	48	90,5
IV.	42,4	75	62	49
V.	58,8	49	43	1
VI.	79,5	87	19,5	89
VII.	67,5	77	101,5	36,5
VIII.	60,7	47	3,5	30
IX.	38	47	53	117,5
X.	30,8	18	1,5	0
XI.	45,2	77	23	21
XII.	43,5	75	31	6
Összesen:	567,1	666	432	501
Eltérés a 30 éves átlagtól:		98,9	-135,1	-66,1
Tenyészdő IV-IX. hónap	346,9	382	282,5	323
Eltérés:		35,1	-64,4	-23,9

1. ábra. A csapadék mennyisége a vizsgálati években (1999-2001) a 30 éves átlaghoz viszonyítva



4.3. A kísérlet talajának tulajdonságai

A kísérlet talaja mészlepedékes csernozjom. A talajra jellemző a humuszanyagok felhalmozódása, valamint a könnyű művelhetőség. A feltalajban mész nem található, ezért száraz periódusokban cserepesedésre hajlamos. A talaj tápanyagtartalma közepes, tápanyag-dinamizmusa jó. Az „A” szint humuszvastagsága 50-70 cm. A talaj szervesanyag tartalma 2,57%, Arany-féle kötöttsége 45. A pH-értéke 7,0, N-tartalma 0,12%, AL-oldható P₂O₅ 100 mg/kg, AL-oldható K₂O tartalma 165 mg/kg (4. táblázat).

4. táblázat A kísérlet talajának fontosabb jellemzői

pH (H ₂ O)	CaCO ₃	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Humusz %	K _A
7,0	Ny.	100	165	2,57	45

4.4. A kísérletben vizsgált kukoricahibridek

10 kukoricahibridet vontunk be a vizsgálatokba, amelyeket igyekeztünk úgy kiválasztani hogy legyenek igen korai-, korai-, közép-, és középkésői éréscsoportba tartozó hazai valamint külföldi nemesítésű hibridek (5. táblázat).

5. táblázat A kísérletben vizsgált kukoricahibridek, 1999-2001

Hibrid	FAO-szám
1. Monessa SC (Pi. 3905)	270
2. DK 366 SC	310
3. Norma SC	380
4 Evelina SC (Pi. 3752)	380
5. Debreceni SC 351	380
6. DK 471 SC	410
7. Veronika SC (Sze SC 427)	460
8. Colomba SC	480
9. Filia SC (Pi. 3515)	500
10. Mv TC 514	550

4.5. Az alkalmazott főbb agrotechnikai eljárások jellemzése

4.5.1. Talajművelés

Az őszi alpművelés mindhárom évben őszi szántás volt 30-35 cm mélységben. A tavaszi elmunkálás ill. a magágykészítés 1999 és 2000-ben nehézboronával és ásóboronával, 2001-ben kétszeri boronálással és kombinátorral történt.

A vetést kézi vetőpuskával végeztük dupla magszámmal, majd a tőszámbeállítást a növény 3-4 levelés állapotában végeztük el.

Az elővetemény mindhárom kísérleti évben kukorica volt (részleges monokultúra).

A nettó parcellaméret $3,5\text{m} \times 5\text{m} = 17,5\text{m}^2$ volt mindhárom évben.

4.5.2. Tápanyagellátás

A kísérlet mindhárom évében a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett 5 műtrágyalépcsőt alkalmaztam, ahol a legkisebb műtrágyaadag 40 kg N, 25 kg P_2O_5 , és 30 kg K_2O hatóanyag volt hektáronként. A legnagyobb adag pedig ennek az ötszöröse, azaz 200 kg N, 125 kg P_2O_5 , 150 kg K_2O , hatóanyag volt hektáronként. A nitrogén műtrágyát a környezetvédelmi szempontokat és a MÉM-NAK ajánlást figyelembe véve megosztva, őszi és tavasszal juttattuk ki a területre, míg a foszfor és a kálium műtrágya őszi egy adagban került kijuttatásra. A kísérletben alkalmazott műtrágyaadagokat a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések (hatóanyag kg/ha)

	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)	Összesen (kg/ha)
kontroll	-	-	-	-
1 kezelés	40	25	30	95
2 kezelés	80	50	60	190
3 kezelés	120	75	90	285
4 kezelés	160	100	120	380
5 kezelés	200	125	150	475

4.5.3. Gyomirtás

A vegyszeres gyomirtást 1999-ben Primextra 500 FW-vel végeztük 6 l/ha mennyiségben. 2000-ben Lontrell (0,5 l/ha) és Starane (1,5 l/ha) kombinációját alkalmaztuk, míg 2001-ben Primextra 6 l/ha + Motivell 1 l/ha kombinációját. A vegyszeres gyomirtás mellett minden évben kézi gazoló kapálás is történt. Ezeknek az időpontját, és az egyéb agrotechnikai beavatkozások időpontjait a 7. táblázat tartalmazza.

4.5.4. A kísérlet egyéb agrotechnikai adatai

7. táblázat 1999-2001 évek agrotechnikai eljárásai időrendben.

Megnevezés	1999	2000	2001
Talajelőkészítés	IV.24.	IV.20.	IV.19.
Vetés	IV.26.	IV.23.	IV.22
Kelés	V.4-5	V.3.	V.6.
Gyomirtás	V.13.	V.20.	V.19.
Egyelés	V.27.	V.29.	V.26.
Gazoló kapálás	VI.12.	VI.17.	VI.20.
Betakarítás	X.7.	IX.21.	IX.25.

A kísérletben mindhárom évben egységesen 71 ezer tő/ha-os állománysűrűséget alkalmaztunk.

4.6. Kiegészítő vizsgálatok

4.6.1. A fotoszintézis mérésének műszere és módszerének leírása

LI 6400-as hordozható fotoszintézismérő készülék, amelyet a LI-COR cég gyártott. Infravörös lézertényelnyelésen alapuló készülék. Feladata a CO₂ mérés, mely a következő elven működik:

A mérés kezdetekor a kukoricanövény (vagy bármely más növény) levelét befogjuk a mérő referenciakamrába. A kamrából távozó levegő CO₂ tartalmát hasonlítja össze a bejövő levegő CO₂ tartalmával és számolja ki a megkötött CO₂-t. Ebből számol különböző algoritmusokkal fotoszintézis intenzitást, intercelluláris CO₂ mennyiséget (sejt közötti CO₂), sztómanyitottságot, ill. átjárhatóságot. A mérés előtt a műszert

kalibrálni kell. A mérést szabályozott fényintenzitásnál végzi. A foton intenzitása mellett rögzíti a hőmérsékletet, a légköri nyomást (levél hőmérsékletét, a környező levegő hőmérsékletét). A méréseket a cső feletti levélen végeztük. 1999-ben VII.1-én, VII.22-én, VIII.16-án, IX.15-én, 2000-ben VI.28-án, VII.25-én, és VIII.21-én, 2001-ben pedig VI.26-án, VII.19-én, VIII.10-én és VIII.28-án végeztünk méréseket. A műszer a kukorica által megkötött CO₂ mennyiségét mérte mmol/m² levélterületre vonatkozóan.

A vizsgálatba a Monessa SC, Evelina SC, Veronika SC és az Mv TC 514 hibridek szerepeltek. A méréseket a kontroll (műtrágyázás nélküli), 1-es (N₄₀+PK kg/ha), 3-as (N₁₂₀+PK kg/ha) és 5-ös (N₂₀₀+PK kg/ha) műtrágyakezelésekben végeztük el.

4.6.2. A levélterület (LA) mérésének módszere és ideje

A kukorica tenyészidejében mindhárom kísérleti évben (1999, 2000, 2001) 4 alkalommal mértük a Monessa SC, Evelina SC, Veronika SC és az Mv TC 514 hibridek egyedi levélterületét. A méréseket a kontroll (műtrágyázás nélküli), valamint az 1-es (N₄₀+PK kg/ha), 3-as (N₁₂₀+PK kg/ha) és 5-ös (N₂₀₀+PK kg/ha) műtrágyakezelésekben végeztük el. Kézi módszert alkalmaztunk, amely során megmértük az élő növény levelének szélességét és hosszúságát, melyből a MONTGOMERY- képlettel számoltam az egyedi levélterületet (LA) ill. levélterületi indexet (LAI):

$$LA \text{ (m}^2\text{/db)} = \text{levél hosszúság (m)} \times \text{levél szélesség (m)} \times 0,75$$

$$LAI \text{ (m}^2\text{/m}^2\text{)} = LA \text{ (m}^2\text{/db)} \times PPD \text{ (db/m}^2\text{)}$$

PPD = plant population density, tőszám (db/m²)

A mért növényeket megjelöltük, így parcellánként minden alkalommal ugyanazokat az egyedeket mértük.

4.6.3. A kukoricahibridek vízleadási dinamikájának, és betakarításkori szemnedvesség tartalmának vizsgálata

A méréshez a mintavétel 7 naponként történt. Ezt követően a minták szárítószekrénybe kerültek, majd súlyállandóságig történő szárítás után határoztuk meg a nedvességtartalmukat. A mintavétel a 4.6.2. pontban leírt hibridekből és műtrágyakezelésekből történt.

1999-ben IX. 6-tól X. 7-ig 5 alkalommal, 2000-ben IX. 4-től IX. 21-ig 4 alkalommal, 2001-ben VIII. 28-tól IX. 25-ig 5 alkalommal vettünk mintát.

A kapott eredmények alapján a tápanyagellátás hatását vizsgáltuk a kukorica hibridek vízleadásának ütemére, és a betakarításkori szemnedvesség tartalmára.

4.6.4. A kukoricaszem elemtartalmának vizsgálata

A Monessa SC, az Evelina SC, a Veronika SC és az Mv TC 514 hibridek szemmintáinak N, P, K, Ca, Mg és Zn-tartalmát vizsgáltuk a kontroll (műtrágyázás nélküli), az 1-es (N₄₀+PK kg/ha), a 3-as (N₁₂₀+PK kg/ha), és 5-ös (N₂₀₀+PK kg/ha) kezelésekben.

A méréseket a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárműszerközpontjában Dr. Györi Zoltán és munkatársai végezték el. A takarmány-alapanyag és takarmányminták összelem meghatározása esetén HNO₃-H₂O₂ nedves roncsolású minta-előkészítési módszert alkalmaztak. A megfelelően előkészített (szárítás, darálás) mintából- típusától függően- 1,2 vagy 3 g-ot mértek ki. Ezt követte az előroncsolás, amely során 10 cm³ HNO₃-al kezelték a mintát 60 °C hőmérsékleten 30 percen keresztül. A főroncsolás előtt 3 cm³ 30%-os H₂O₂-ot adtak hozzá, majd 90 percig 120 °C-on tartották a roncsolmányt.

A N-tartalmat a MSz 6830-66 5,23 szerinti Wagner-Parnas féle Mikrokjeldahl módszerrel határozták meg. Az ásványi anyagok vizsgálatánál a növényi anyagot hamvasztással készítették elő, majd a törzsoldatból a K-ot lángfotometriálással, a Ca-, a Mg-, és a Zn-tartalmat atomabszorpciós eljárással határozták meg. A P-tartalom meghatározása molibdovanadátos módszerrel történt.

4.6.5. A kukoricaszem nyersfehérje-, keményítő- és nyersolajtartalmának meghatározása

A vizsgálatba a Monessa SC, az Evelina SC, a Veronika SC és az Mv TC 514 hibridek szerepeltek. A mintavétel a kontroll, az 1-es (N₄₀+PK kg/ha) és az 5-ös (N₂₀₀+PK kg/ha) műtrágyakezelésekből történt.

Ezeket a vizsgálatokat szintén a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárműszerközpontjában Dr. Györi Zoltán és munkatársai végezték el.

4.6.5.1. A nyersfehérje tartalom meghatározása

A módszer elve szerint a takarmányt tömény kénsavval roncsolták, nitrogéntartalmát ammóniumsóvá alakították, majd a lúggal szabadabbá tett ammóniát kénsav vagy bórsav oldatba desztillálva titrálták. A fehérje desztillálását *Kjeltec* félautomata készülékkel végezték. A nyersfehérje-tartalom két párhuzamos meghatározás eredményéből számított középérték.

4.6.5.2. A keményítőtartalom meghatározása

A takarmánymintát meghatározott ideig híg sósavoldattal főzték. A fehérjék kicsapása után a tükrös szűrlet optikai forgatóképességét polariméteren mérték. A kapott forgatási értéket korrigálták a 40 (V/V)%-os etanolban oldható, híg sósavoldattal kezelt komponensek optikai forgatóképességének értékével.

4.6.5.3. A nyersolajtartalom meghatározása

A módszer elve: A minta extrahálása dietil-éterrel történt, majd a nyerszsírt az oldószerrel desztillálással elválasztották, szárították és a tömegét megmérték. A nyersolaj-tartalom két párhuzamos meghatározás eredményéből számított középérték. A meghatározást *Soxtec* félautomata készülékkel végezték.

4.6.6. A kukorica gombás fertőzöttségének meghatározása

A vizsgálatok a Hajdú-Bihar megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomáson történtek. Előzetes felületi fertőtlenítés, majd kétszeri desztillált vizes öblítés után mintánként 200 szemet steril nedveskamrában 10 napig inkubáltak. Ezt követően történt a gombatelepek vizuális (esetenként mikroszkópi) felmérése.

A mintavétel a 4.6.5. pontban leírt hibridekből és műtrágyakezelésekből történt.

4.6.7. A kukoricahibridek (kukoricaszem) toxintartalmának vizsgálata

A Fusarium fajok által termelt toxinok közül a gyakrabban előforduló, nagy gazdasági jelentőséggel bíró F-2, T-2, DON, DAS toxinok mennyiségi meghatározására törekedtünk. A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárműszerközpontjában Dr. Győri Zoltán és munkatársai segítségével végeztük el. A vizsgálat során 20 g örölt mintát metanol és víz 1:1 arányú keverékével rázattuk majd szűrtük. Ezt követte egy kloroformos frakcionálás, amely után a mintákat nátrium-szulfáttal víztelenítettük, szűrtük és bepároltuk. Közvetlenül a mérés előtt a mintákat acetonitrilben vettük fel. A méréseket AS-4000 automata mintaváltóval és L-4500 típusú diódasoros detektorral felszerelt Merck-Hitachi folyadék-kromatográffal végeztük el, RP-18 5 μ m (125x4 mm) oszlopon, gradiens elúcióval. A különböző mikotoxinok azonosítása és mennyiségi meghatározása kevert standard oldatok segítségével történt. A mikotoxinok kimutatási határértéke: T-2: 0,062 μ g/kg, DON: 0,080 μ g/kg, DAS: 0,058 μ g/kg, F-2: 0,003 μ g/kg.

A mintavétel a 4.6.5. pontban leírt hibridekből és műtrágyakezelésekből történt.

4.7. A kísérleti eredmények értékelésének módszere

A kapott adatok statisztikai feldolgozása egy- és kéttényezős varianciaanalízissel, (SVÁB 1981) illetve SPSS 9.0 statisztikai program felhasználásával történt. Az ábrák készítését Microsoft Excel 97, az eredmények szöveges értékelését Microsoft Word 97 programok segítségével végeztem el.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére

5.1.1. Az 1999. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése

1999 kedvező évjárat volt a kukorica számára. A FAO 200-300-as érésű hibridek termése a műtrágyakezelések átlagában 10,21-11,16 t/ha között változott. Ezen hibridek közül a DK 366 SC, az Evelina SC és a Norma SC termése szignifikánsan meghaladta a Debreceni SC 351 (De SC 351) és a Monessa SC termését (2. ábra). A FAO 400-500-as érésű hibridek 10,82-12,57 t/ha termést értek el a műtrágyakezelések átlagában. Közülük a Colomba SC-nek volt a legnagyobb a termése 12,7 t/ha, amely a Filia SC-t kivéve szignifikánsan nagyobbak bizonyult a többi hibridnél (2. ábra). A különböző genotípusú hibridek eltérően hasznosítják a talaj természetes tápanyagkészletét. 1999-ben a FAO 200-300-as hibridek termése műtrágyázás nélkül 4,52-5,08 t/ha között változott. Az egyes hibridek kontroll termései között nem volt szignifikáns különbség. (3. ábra). A FAO 400-500-as hibridek közül a Filia SC érte el műtrágyázás nélkül a legnagyobb termést, 6,52 t/ha-t. Kontroll termése szignifikánsan meghaladta a DK 471 SC és a Veronika SC kontroll termését (3. ábra).

A hibridek részletes értékelése:

Az értékelés során feltüntetett $SzD_{5\%}$ értékek minden esetben a műtrágyázásra vonatkoznak. A szöveges értékelés könnyebb áttekintését szolgálja a Függelék 1-2 oldala.

A Monessa SC kontroll termése 4,57 t/ha volt. A kontrollhoz viszonyítva az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 5,5 t/ha-ral szignifikánsan növelte a termést ($SzD_{5\%}=1,19$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha-os műtrágyaadag a termést 1,02 t/ha-ral tovább növelte, ez a növekedés viszont már nem volt szignifikáns, mint ahogy a $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezeléshez képest a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben kapott 0,51 t/ha-os terméstöbblet sem. Termésmaximuma 12,17 t/ha volt, amelyet a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben ért el.

A DK 366 SC termése NPK műtrágyázás nélkül 4,75 t/ha volt, amelyet a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 4,99 t/ha-ral szignifikánsan növelt ($SzD_{5\%}=1,36$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés 2,21 t/ha-ral, a $N_{80}+PK$ kg/ha-os

kezeléshez képest a $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelés további 2,03 t/ha-ral megbízhatóan növelte a termését. Legnagyobb termését is a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben érte el (14,04 t/ha).

A Norma SC termése műtrágyázás nélkül 4,52 t/ha volt, ami kifejezi, hogy gyenge a természetes tápanyagfeltárási- és hasznosító képessége. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelésnél a termése 10,13 t/ha volt, ami a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan is nagyobbak bizonyult (SzD_{5%}=1,46). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés 2,11 t/ha-os szignifikáns termésmenökedést eredményezett. A további nagyobb műtrágyaadagok a termését csupán tendenciájában növelték.

Az Evelina SC termését a kontrollhoz (5,08 t/ha) viszonyítva a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 5,63 t/ha-ral szignifikánsan növelte (SzD_{5%}=1,34). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés további 1,42 t/ha-os szignifikáns termésmenökedést eredményezett. A $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezeléshez képest a nagyobb műtrágyaadagok gyakorlatilag nem növelték a termését. Legnagyobb termése a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben volt (13,25 t/ha).

A Debreceni SC 351 hibridnek műtrágyázás nélkül 4,85 t/ha volt a termése, amelyet a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés 4,97 t/ha-ral megbízhatóan növelt a kontroll kezelés terméséhez képest (SzD_{5%}=1,47). A $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezeléshez viszonyítva a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelés további 1,91 t/ha-os szignifikáns termésmenökedést eredményezett. Maximális termését (12,65 t/ha) is ebben a kezelésben érte el.

A DK 471 SC-nek a kontroll kezelésben 5,41 t/ha volt a termése. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés a műtrágyakezelés nélküli termésátlaghoz viszonyítva 4,83 t/ha-os szignifikáns termésmenökedést eredményezett (SzD_{5%}=1,28). A $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez képest 1,96 t/ha-ral megbízhatóan növelte a termését. A $N_{120}+PK$ kg/ha kezelés a $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés termését további 1,81 t/ha-ral statisztikailag igazolhatóan növelte. Legnagyobb termése 14,63 t/ha volt a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyadagnál, amely a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelés termésétől csupán tendenciájában bizonyult nagyobbak.

A Veronika SC termése műtrágyázás nélkül 5,3 t/ha volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés hatására a termése 5,16 t/ha-ral szignifikánsan nőtt a kontrollhoz viszonyítva (SzD_{5%}=2,1). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés terméséhez képest csak a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés növelte a termését szignifikánsan. Maximális termését (13,01 t/ha) is a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben érte el.

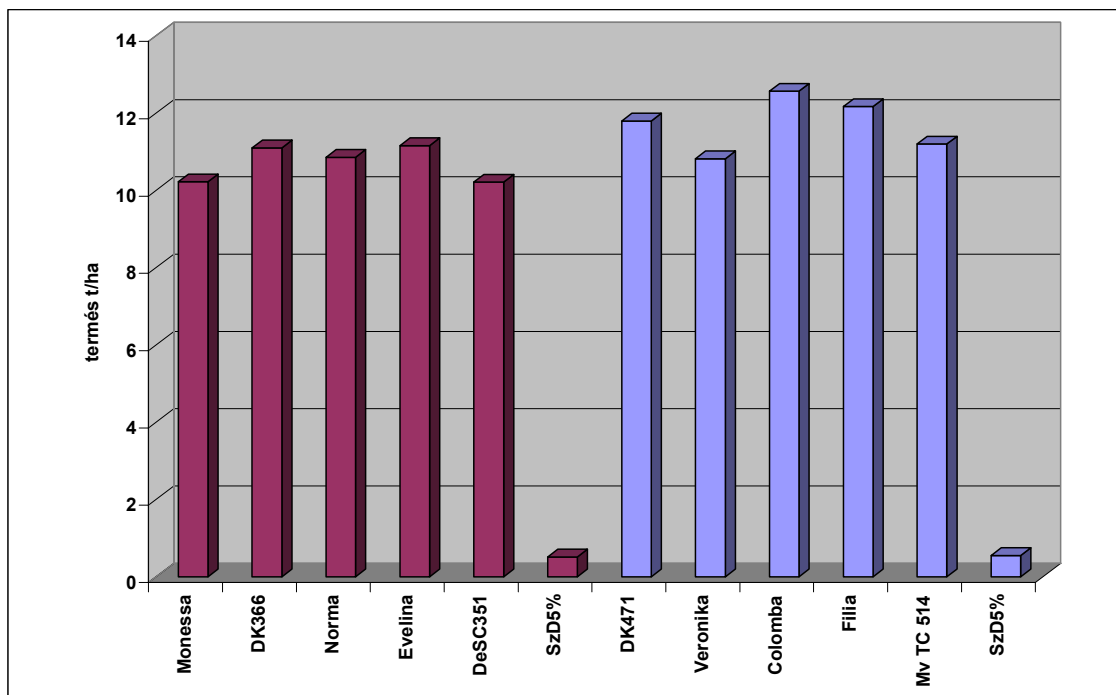
A Colomba SC kontroll termése 6,08 t/ha volt, ami bizonyítja, hogy igen jó a természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 5,85 t/ha-os szignifikáns terméshövelkedést eredményezett a kontroll kezelés terméséhez képest ($SzD_{5\%}=1,03$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés 1,62 t/ha-os statisztikailag igazolható terméshövelkedést eredményezett. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezeléshez képest a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés 1,71 t/ha-ral szignifikánsan növelte a hibrid termését. Legnagyobb termését (15,26 t/ha) is a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben érte el.

A Filia SC termése műtrágyázás nélkül 6,52 t/ha volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés 4,66 t/ha-ral szignifikánsan növelte a műtrágyázás nélküli kezelés termését ($SzD_{5\%}=0,93$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés 1,12 t/ha-os szignifikáns terméshövelkedést eredményezett. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés termését a további nagyobb adagú műtrágyaadagok megbízhatóan növelték. Legnagyobb termése 14,77 t/ha volt a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben.

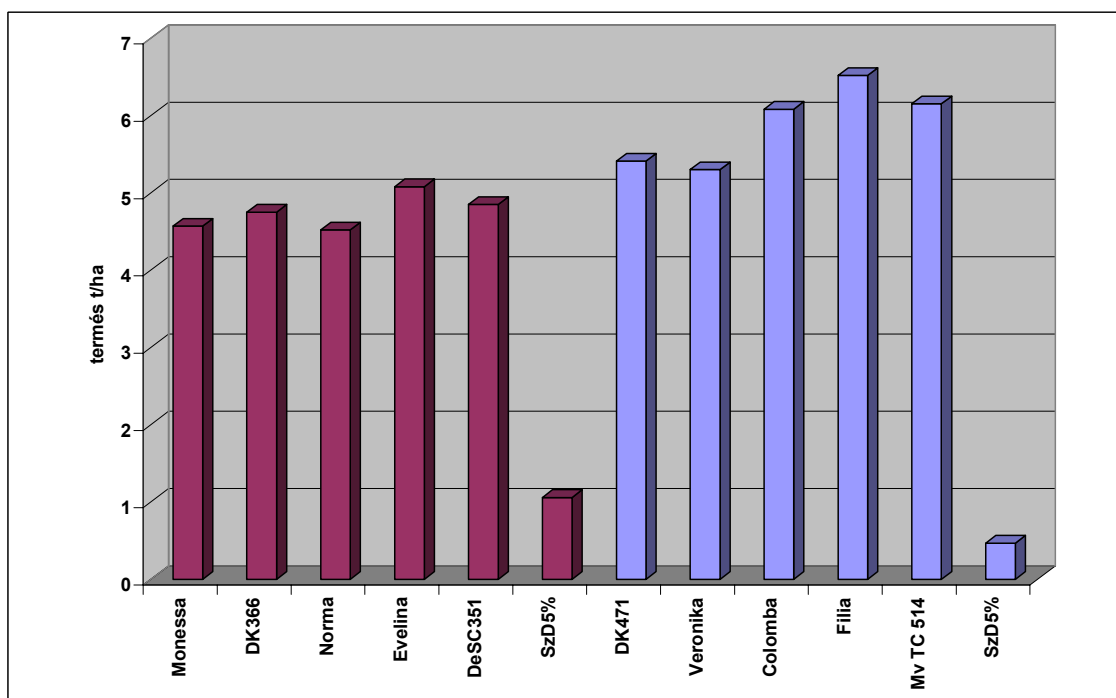
Az Mv TC 514 termése műtrágyázás nélkül 6,15 t/ha volt. A kontrollhoz viszonyítva a $N_{40}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelés 3,38 t/ha-ral, statisztikailag igazolhatóan növelte a hibrid termését ($SzD_{5\%}=1,68$). A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés terméséhez képest a további nagyobb műtrágyaadagok is szignifikánsan növelték a termést. A $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezelés terméséhez képest a nagyobb műtrágyaadagok már csak tendencia jellegű terméshövelkedést eredményeztek. Legnagyobb termése 13,86 t/ha volt a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben.

Összességében a hibridek termése műtrágyázás nélkül 4,52-6,52 t/ha volt. A vizsgált hibridek legnagyobb termése 12,17-15,26 t/ha között változott. Az agroökológiai műtrágyaoptimum valamennyi vizsgált hibrid esetében a $N_{200}+PK$ kg/ha hatóanyag volt. Az egyes műtrágyakezelések között a termés növelkedése csökkenő tendenciát mutat. Az első kezelés ($N_{40}+PK$) terméshövelkedő hatása a kontrollhoz képest nagy 5,05 t/ha, de a további adagok már csak 1,48 t/ha, 1,0 t/ha, 0,33 t/ha, illetve 0,44 t/ha terméshövelkedést okoztak az előző műtrágyaszinthez képest.

2. ábra A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 1999



3. ábra A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége, 1999



5.1.2. A 2000. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése

A hibridek termése a műtrágyakezelések átlagában 8,12-11,28 t/ha volt (4. ábra). A FAO 200-300-as érésű hibridek termése 8,12-9,39 t/ha között változott a műtrágyakezelések átlagában (4. ábra). Az Evelina SC termése szignifikánsan nagyobbak bizonyult ebben az éréscsoportban a többi hibridhez képest (4. ábra). A FAO 400-500-as tenyészidejű hibridek 8,65-11,28 t/ha termést értek el a műtrágyakezelések átlagában. Közülük a Colomba SC és a Filia SC emelhető ki, melyeknek termése statisztikailag igazolhatóan meghaladta az éréscsoportba tartozó további három vizsgált hibrid termését (4. ábra).

Az igen korai és korai éréscsoportba tartozó hibridek termése műtrágyázás nélkül 3,44-4,5 t/ha volt. A természetes tápanyag hasznosító képessége az Evelina SC hibridnek volt a legjobb. Kontroll termése szignifikánsan meghaladta a többi vizsgált hibrid kontroll termését (5. ábra). A közép és középkesői érésű hibridek közül a Filia SC és az Mv TC 514 műtrágyázás nélküli termése szignifikánsan nagyobb volt a DK 471 SC hibridhez képest (5. ábra).

A hibridek részletes értékelése:

Az alábbi szöveges értékelés könnyebb megértéséhez a Függelék 3-4 oldala nyújt segítséget.

A Monessa SC kontroll termése 3,44 t/ha volt. A kontrollhoz viszonyítva az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 4,78 t/ha-ral szignifikánsan növelte a termést ($SzD_{5\%}=0,62$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés termését a $N_{120}+PK$, $N_{160}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések megbízhatóan növelték. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés terméséhez képest $N_{160}+PK$ kg/ha és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések is megbízható termésnövekedést eredményeztek. A hibrid maximális termése 9,64 t/ha volt a $N_{160}+PK$ kg/ha kezelésben.

A DK 366 SC termése NPK műtrágyázás nélkül 3,68 t/ha volt. A kontrollhoz viszonyítva a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés a termését 4,57 t/ha-ral szignifikánsan növelte ($SzD_{5\%}=1,39$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez képest a nagyobb műtrágyaadagok nem növelték szignifikánsan a termést. Legnagyobb termését (9,63 t/ha) a $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezelésben érte el.

A Norma SC termése műtrágyázás nélkül 3,5 t/ha volt. A legkisebb műtrágyaadag ($N_{40}+PK$ kg/ha) a kontrollhoz viszonyítva 5,25 t/ha-ral megbízhatóan növelte a termését ($SzD_{5\%}=1,47$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésben kapott terméséhez képest a

további nagyobb műtrágyaadagok csupán tendenciájában növelték a termését. Maximális termése 9,98 t/ha volt a $N_{120}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésben.

Az Evelina SC termését a kontrollhoz (4,5 t/ha) viszonyítva a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés 4,88 t/ha-ral szignifikánsan növelte ($SzD_{5\%}=1,05$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés terméséhez viszonyítva a $N_{80}+PK$, a $N_{120}+PK$, és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések statisztikailag igazolható termésnövekedést eredményeztek. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelésben elért termését a nagyobb adagú műtrágyakezelések csupán tendencia jelleggel növelték. Legnagyobb termését (10,91 t/ha) a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

A Debreceni SC 351 termése műtrágyázás nélkül 3,74 t/ha volt. Termését a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés 5,16 t/ha-ral szignifikánsan növelte a kontroll kezelés terméséhez képest ($SzD_{5\%}=1,73$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez képest a nagyobb műtrágyaadagok nem növelték szignifikánsan a termését. Maximális termését a $N_{160}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el (9,75 t/ha).

A DK 471 SC kontroll termése 4,1 t/ha volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés a műtrágyakezelés nélküli termésátlaghoz viszonyítva 4,88 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett ($SzD_{5\%}=0,7$). A műtrágyaadagok növelése egészen a $N_{120}+PK$ kg/ha adagig megbízhatóan növelte a hibrid termését. A $N_{120}+PK$ kg/ha-tól nagyobb műtrágyaadagok már csak tendencia jellegű termésnövekedést eredményeztek. A hibrid legnagyobb termése 11,49 t/ha volt, amelyet a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél ért el.

A Veronika SC műtrágyázás nélküli termése 4,53 t/ha volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés hatására a termése 3,81 t/ha-ral szignifikánsan nőtt a kontroll kezelés terméséhez képest ($SzD_{5\%}=0,6$). A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelésben elért terméséhez viszonyítva a $N_{120}+PK$, a $N_{160}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések statisztikailag igazolható termésnövekedést eredményeztek. A $N_{120}+PK$ kg/ha kezelés terméséhez képest a nagyobb műtrágyaadagok tendencia jellegű termésnövekedést okoztak. Maximális termése 10,18 t/ha volt, a $N_{120}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésben.

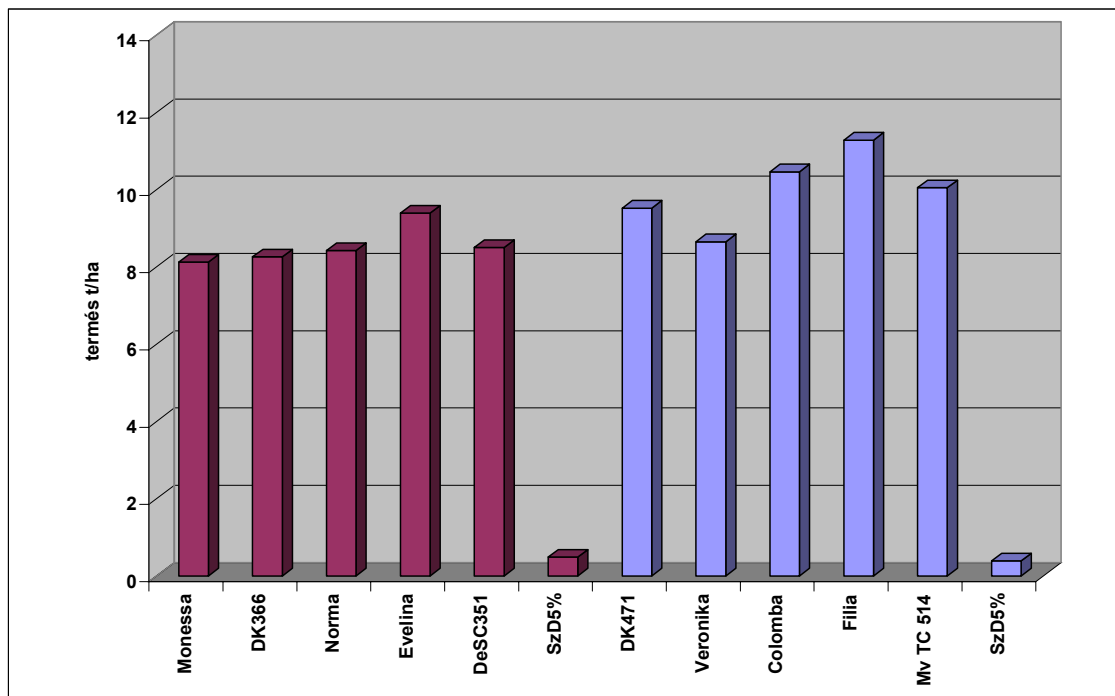
A Colomba SC műtrágyázás nélkül 4,88 t/ha termést ért el. A $N_{40}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelés 5,33 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett a kontroll kezeléshez képest ($SzD_{5\%}=1,0$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés terméséhez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés 1,37 t/ha-ral megbízhatóan növelte a hibrid termését. A $N_{80}+PK$ kg/ha-nál nagyobb adagú kezelések gyakorlatilag nem befolyásolták a termés nagyságát. A hibrid maximális termését a $N_{160}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el (12,42 t/ha).

A Filia SC természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége a vizsgált hibridek közül a legjobbnak bizonyult 2000-ben, műtrágyázás nélkül 5,2 t/ha termést ért el. A kontroll (műtrágyázás nélküli) kezeléshez képest a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 6,28 t/ha-ral, megbízhatóan növelte a termést ($SzD_{5\%}=1,66$). A műtrágyaadagok további növelése ehhez képest csak tendenciáját tekintve növelte a hibrid termését. A hibrid legnagyobb termése 13,03 t/ha volt, amelyet a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél ért el.

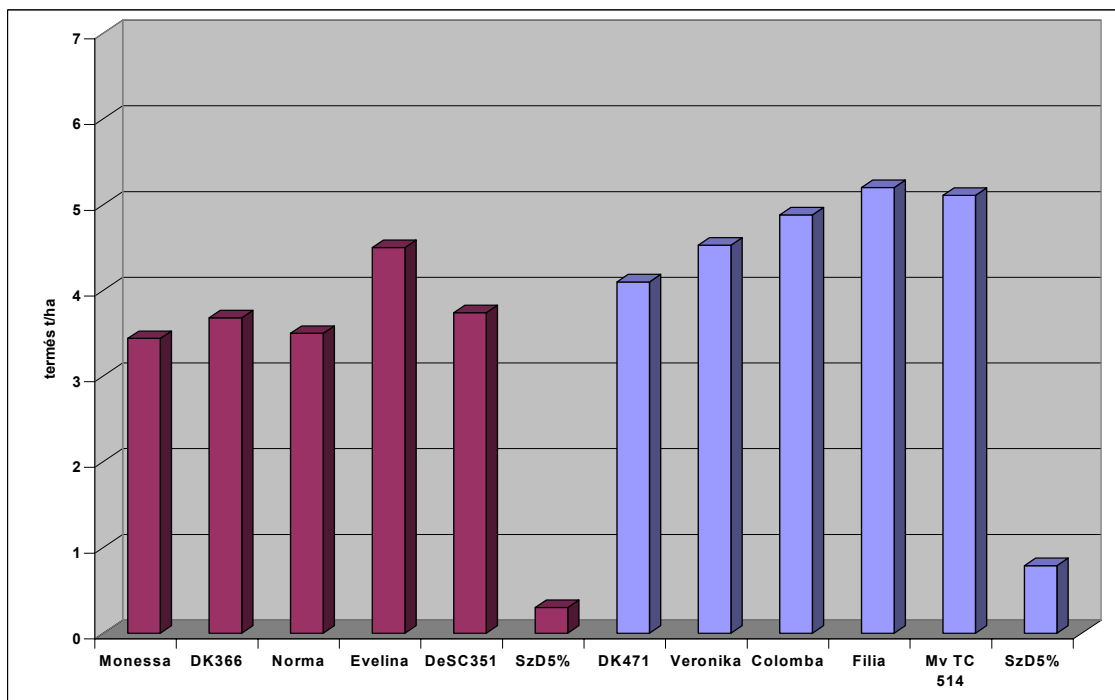
Az Mv TC 514 kontroll termése 5,11 t/ha volt. Ehhez viszonyítva a $N_{40}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelés 4,35 t/ha-ral szignifikánsan növelte a termését ($SzD_{5\%}=0,92$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés további 1,77 t/ha-os szignifikáns terméstöbbletet eredményezett. A műtrágyaadagok további növekedése gyakorlatilag nem befolyásolta a termés nagyságát. A hibrid maximális termését 11,61 t/ha-t, a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el.

A vizsgált 10 hibrid termése 2000-ben a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésben 3,44-5,2 t/ha volt, amely 0,58-1,32 t/ha-al kevesebb mint 1999-ben. A hibridek maximális termése (9,64-13,03 t/ha) 1,74-4,35 t/ha-al volt kevesebb, mint egy évvel korábban. Az agroökológiai műtrágyaoptimum a hibridek zömének a $N_{160}+PK$ kg/ha hatóanyag volt. Az egyes műtrágyakezelések között a termés növekedése csökkenő tendenciát mutat. Az első kezelés ($N_{40}+PK$) termésnövelő hatása a kontrollhoz képest nagy 4,93 t/ha, de a további adagok már csak 0,97 t/ha, 0,55 t/ha, 0,04 t/ha, illetve 0,1 t/ha termésnövekedést okoztak az előző műtrágyaszinthez képest.

4. ábra A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 2000



5. ábra A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége, 2000



5.1.3. A 2001. évi kísérlet terméseredményeinek értékelése

2001 év egy átlagos évjárat volt a kukoricatermesztés szempontjából. Az igen korai és korai tenyészidejű hibridek termése 9,15-10,33 t/ha volt a műtrágyakezelések átlagában. Legnagyobb termése az Evelina SC hibridek volt, amely szignifikánsan is kiemelkedett a vizsgált hibridek közül ebben az éréscsoportban (6. ábra). A közép és középkésői hibridek 9,84-11,55 t/ha termést értek el (6. ábra). Közülük a Colomba SC és a Filia SC termése szignifikánsan is meghaladta az éréscsoport másik három hibridjének a termését (6. ábra).

A FAO 200-300-as tenyészidejű hibridek termése műtrágyázás nélkül 4,22-4,98 t/ha között volt. Természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége az Evelina SC és a De SC 351 hibrideknek volt a legjobb, a kontroll kezelésben kapott termésük szignifikánsan nagyobbak bizonyult a Monessa SC és a DK 366 SC műtrágyázás nélküli termésétől (7. ábra). A FAO 400-500 éréscsoportba tartozó hibridek közül a Filia SC termése volt a legnagyobb a műtrágyázás nélküli kezelésben, amely szignifikánsan meghaladta a Veronika SC hibrid kontroll termését (7. ábra).

A hibridek részletes értékelése:

Az értékelésben szereplő adatokat a Függelék 5-6 oldala táblázatos formában is tartalmazza.

A Monessa SC termése műtrágyázás nélkül 4,22 t/ha volt. Kontroll termését a legkisebb NPK műtrágya hatóanyag ($N_{40}+PK$ kg/ha) 4,02 t/ha-ral szignifikánsan növelte ($SzD_{5\%}=0,66$). A legkisebb műtrágyaadaghoz tartozó terméshez viszonyítva a $N_{80}+PK$ kg/ha hatóanyag kezelés további 1,74 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelésben elért terméséhez viszonyítva a $N_{160}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések is statisztikailag igazolható termésnövekedést eredményeztek. Termésmaximuma 11,2 t/ha volt, amelyet a $N_{160}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél ért el.

A DK 366 SC műtrágyázás nélkül 4,65 t/ha termést ért el, amelyet a legkisebb ($N_{40}+PK$ kg/ha) műtrágya hatóanyag 4,43 t/ha-ral szignifikánsan növelt ($SzD_{5\%}=0,94$). A legkisebb adagú műtrágyakezelés termését a $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,01 t/ha-ral megbízhatóan növelte. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés termését a $N_{160}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések is szignifikánsan növelték. A $N_{120}+PK$ kg/ha kezelés termését a nagyobb műtrágyaadagok

gyakorlatilag már nem befolyásolták. A hibrid legnagyobb termését (10,16 t/ha) a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

A Norma SC-nek a kontroll kezelésben 4,41 t/ha volt a termése. A legkisebb műtrágyakezelés a kontroll termését 4,66 t/ha-ral szignifikánsan növelte ($SzD_{5\%}=1,39$). A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezeléshez viszonyítva a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés 2,07 t/ha-ral szignifikánsan növelte a termését. A $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés terméséhez képest a további nagyobb műtrágyaadagok nem eredményeztek szignifikáns terméstöbbletet. Legnagyobb termésé 11,96 t/ha volt a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél.

Az Evelina SC műtrágyázás nélkül 4,98 t/ha termést ért el, ami bizonyítja, hogy jó a természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége. A kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés termését a $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 5,04 t/ha-ral, megbízhatóan növelte ($SzD_{5\%}=1,09$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez képest a $N_{80}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés csak tendenciájában növelte a termést. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezeléshez képest csak a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés növelte megbízhatóan a hibrid termését. A maximális termését 12,91 t/ha-t, a hibrid szintén a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

A Debreceni SC 351 kontroll termése 4,8 t/ha volt. A legkisebb adagú ($N_{40}+PK$ kg/ha) kezelés a kontrollhoz képest 4,3 t/ha-ral szignifikánsan növelte a termést ($SzD_{5\%}=0,9$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez képest a $N_{80}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés csak tendencia jellegű termésnövekedést okozott. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés termését a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyaadag szignifikánsan növelte. Legnagyobb termését a hibrid ugyancsak a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el (11,31 t/ha).

A DK 471 SC termése műtrágyázás nélkül 5,27 t/ha volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés 4,22 t/ha-ral szignifikánsan növelte a hibrid kontroll termését ($SzD_{5\%}=1,23$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezeléshez képest a $N_{80}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés további 1,55 t/ha-os megbízható termésnövekedést eredményezett. A $N_{80}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés termését csak a legnagyobb adagú kezelés ($N_{200}+PK$ kg/ha) növelte szignifikánsan. Legnagyobb termését - 12,32 t/ha-t- is a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

A Veronika SC kontroll termése 5,26 t/ha volt, amelyet a legkisebb ($N_{40}+PK$ kg/ha) műtrágya hatóanyag 4,12 t/ha-ral szignifikánsan növelt ($SzD_{5\%}=0,96$). A $N_{80}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél elért termését a $N_{160}+PK$, és a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelések megbízhatóan növelték. A $N_{120}+PK$ kg/ha kezelés termését a nagyobb műtrágyaadagok

gyakorlatilag nem befolyásolták. A hibrid maximális termése 11,85 t/ha volt, a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben.

A Colomba SC műtrágyázás nélküli termése 5,65 t/ha volt. Ehhez képest a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés 5,82 t/ha-ral szignifikánsan növelte a hibrid termését ($SzD_{5\%}=1,08$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés termését a nagyobb műtrágyaadagok ($N_{120}+PK$, $N_{160}+PK$, $N_{200}+PK$ kg/ha) megbízhatóan növelték. A legnagyobb adagú $N_{200}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelés a $N_{80}+PK$ és a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelések termését is szignifikánsan növelte. A legnagyobb termését 13,23 t/ha-t, a hibrid a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

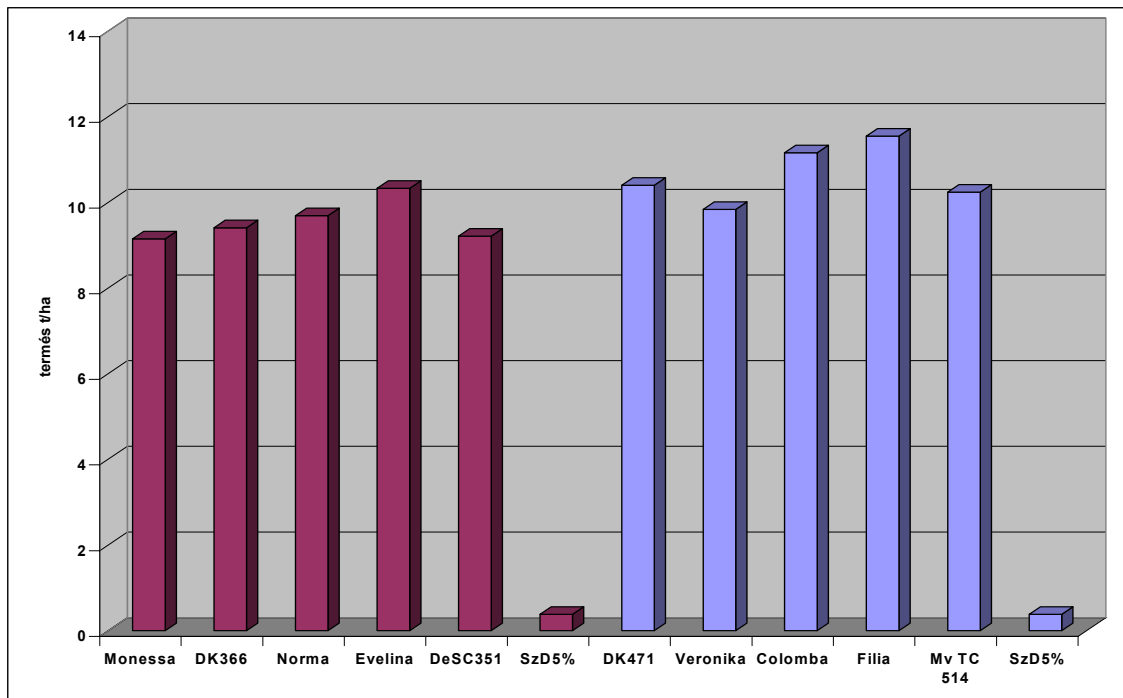
2001-ben a Filia SC hibridnek volt a legjobb a természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége. Műtrágyázás nélkül 6,2 t/ha termést ért el, amelyet a legkisebb adagú műtrágyakezelés 5,6 t/ha-ral szignifikánsan növelt ($SzD_{5\%}=0,55$). A $N_{40}+PK$ kg/ha és a $N_{80}+PK$ kg/ha kezelések terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés termését a $N_{120}+PK$, a $N_{160}+PK$, és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések megbízhatóan növelték. A $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésben elért termését a nagyobb műtrágyaadagok gyakorlatilag nem befolyásolták. Maximális termése 13,18 t/ha volt, a $N_{160}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben.

Az Mv TC 514 hibrid szintén jó természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességgel rendelkezik, mert műtrágyázás nélkül 6,06 t/ha volt a termése. A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés a kontrollhoz képest 4,28 t/ha-os szignifikáns terméstöbbletet eredményezett ($SzD_{5\%}=1,19$). A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés termését a $N_{160}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelések megbízhatóan növelték. A $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés termését viszont már nem növelték a nagyobb ($N_{120}+PK$ kg/ha) műtrágyaadagok. Legnagyobb termése 11,8 t/ha volt, a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben.

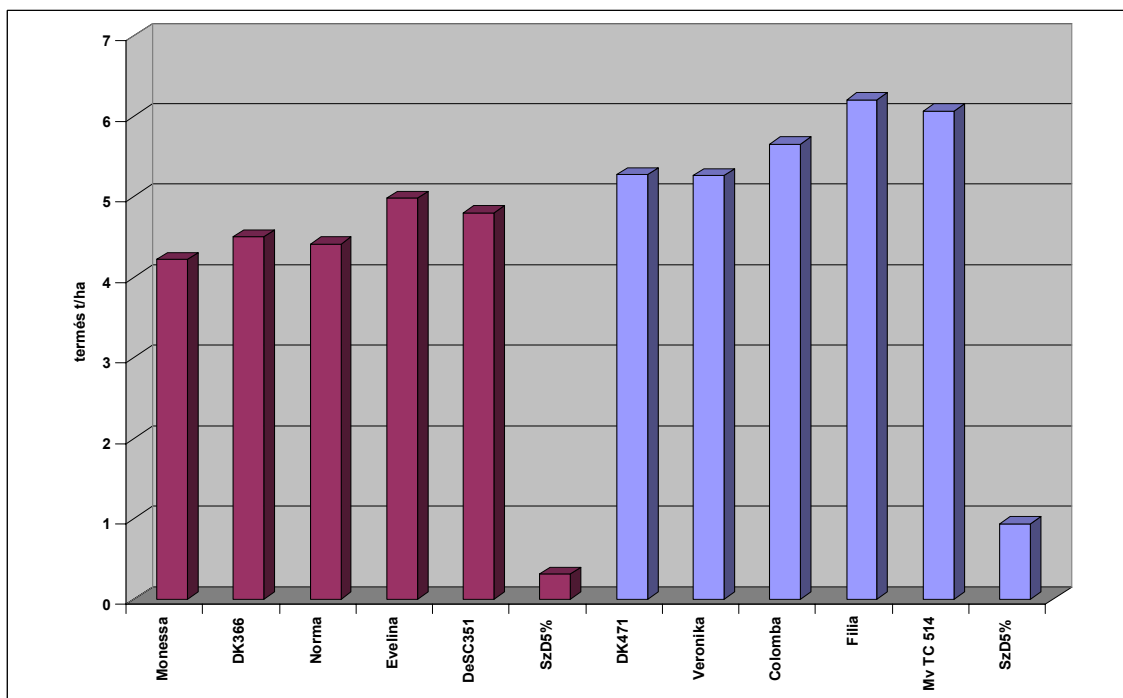
Összességében a vizsgált hibridek termése műtrágyázás nélkül 4,22-6,2 t/ha volt, maximális termésük pedig 11,2-13,23 t/ha között változott, amelyet a legtöbb vizsgált hibrid a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben ért el. A hibridek műtrágyázás nélküli termése 0,73-1,17 t/ha-al, a legnagyobb termése pedig 0,15-2 t/ha-al volt több mint 2000-ben.

Az egyes műtrágyakezelések között a termés növekedése csökkenő tendenciát mutat. Az első kezelés ($N_{40}+PK$) termésnövelő hatása a kontrollhoz képest na 4,65 t/ha, de a további adagok már csak 0,89 t/ha; 0,65 t/ha; 0,29 t/ha, illetve 0,42 t/ha termésnövekedést okoztak az előző műtrágyaszinthez képest.

6. ábra A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 2001



7. ábra A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltárási- és hasznosító képessége, 2001



5.2. A kukoricahibridek vízleadásának és betakarításkori szemnedvességének vizsgálata

A Monessa SC, az Evelina SC, a Veronika SC és az Mv TC 514 hibridek vízleadásának dinamikáját és betakarításkori szemnedvesség tartalmát vizsgáltam a kontroll (műtrágyázás nélküli kezelés) valamint az 1-es ($N_{40}+PK$ kg/ha) a 3-as ($N_{120}+PK$ kg/ha) és az 5-ös ($N_{200}+PK$ kg/ha) műtrágyakezeléseknél 1999-2001 években.

Az 1999-es év eredményei

1999 év vizsgálati eredményeit a 8. ábra és a 8. táblázat szemlélteti.

A Monessa SC szemnedvessége szeptember 6-án 30-35% volt. A mérés kezdetén a legalacsonyabb szemnedvesség tartalma az 1-es kezelésnél volt. A vízleadás üteme a kontroll kezelésnél volt a leggyorsabb. Az egytényezős varianciaanalízis eredményei alapján megállapítható, hogy az 1-es és a 3-as műtrágyakezeléseknél szignifikánsan alacsonyabb volt a betakarításkori szemnedvesség tartalom (15%, 15%) mint a kontroll és az 5-ös kezelések parcelláin (16%, 16%) ($SzD_{5\%}=1,0$). Összességében a hibrid vízleadóképessége nagyon jó volt 1999-évben, amely által jelentős szárítási költséget lehet megtakarítani.

Az Evelina SC legmagasabb szemnedvesség tartalma IX. 6-án 43% volt az 5-ös kezelésnél, a legalacsonyabb pedig 31,5% volt az 1-es kezelésnél. Ugyancsak az 1-es kezelésnél volt a leglassabb a vízleadás dinamikája is. Az 1-es és a 3-as kezeléseknél mért betakarításkori szemnedvesség értékek (24%, 23%) szignifikánsan alacsonyabbak voltak a kontroll és az 5-ös kezelés (25%,25%) értékeitől ($SzD_{5\%}=1,0$).

A Veronika SC szemnedvesség tartalma az első méréskor (IX.06.) 34-36% között változott. Az alacsonyabb értékeket a kontroll és az 1-es kezelésnél, míg a magasabb értékeket a 3-as és az 5-ös trágyakezeléseknél kaptuk. A vízleadás dinamikája a trágyakezelésnél részesült parcellákon minden esetben gyorsabb volt, mint a kontroll (műtrágyázás nélküli) parcellán. A betakarításkori szemnedvesség tartalom a 3-as kezelésnél (21%) szignifikánsan alacsonyabb volt mint a kontroll parcellán (23%), a többi kezelésnél csupán tendenciájában voltak alacsonyabbak az értékek a kontroll kezeléshez képest ($SzD_{5\%}=1,15$).

Az Mv TC 514 legmagasabb szemnedvesség tartalma a mérés kezdetekor az 1-es kezeléskor (44%), míg a legalacsonyabb a kontroll parcellán (38%) volt. A vízleadás üteme az 1-es kezeléskor volt a leggyorsabb, míg a kontrollnál volt a leglassabb. Betakarításkor az 1-es és a 3-as kezeléseknél mért szemnedvesség tartalmak (28%) szignifikánsan alacsonyabbak voltak a kontroll és az 5-ös kezelése értékeitől (29%) ($SzD_{5\%}=1,0$).

A 2000-es év eredményei

2000 év vizsgálati eredményeit a 9. ábra és a 8. táblázat szemlélteti.

Az első mérés (IX.04.) a Monessa SC szemnedvesség tartalma 20-23% között volt. A legalacsonyabb értéket az 1-es kezeléskor, míg a legmagasabbat a kontrollnál mértük. A vízleadás ütemében a kontroll kezelés valamint a műtrágyázott parcellák között nem volt jelentős különbség. A betakarítás idejére (IX.21.) a hibrid szemnedvesség tartalma 14-16%-ra csökkent le. A magasabb értéket (16%) a kontroll és az 5-ös kezeléskor mértük, míg a 14%-ot az 1-es és a 3-as kezeléseknél. Az egyes kezelése betakarításkori szemnedvesség értékei között nem volt szignifikáns különbség ($SzD_{5\%}=1,15$).

A mérés kezdetekor az Evelina SC szemnedvesség tartalma 33-34% volt. Az alacsonyabb értéket minden esetben a műtrágyázott parcellák termésénél mértük, míg a legmagasabb értéket a kontroll parcellánál kaptuk. A vízleadás dinamikája az 5-ös kezeléskor volt a leglassabb. Betakarításkor is az 5-ös kezeléskor kaptuk a legmagasabb szemnedvesség értéket (24%), amely szignifikánsan nagyobb volt a kontroll (22%), az 1-es és a 3-as kezeléseknél mért értékektől (21%, 21%) ($SzD_{5\%}=1,73$).

A Veronika SC szemnedvessége IX.04-én 26-31% volt. A 26%-ot a 3-as kezeléskor, míg a 31%-ot a kontrollnál kaptuk. A vízleadás üteme a kontroll parcellán volt a leggyorsabb. A betakarítás idejére a hibrid szemnedvessége 19-21% között változott. A 3-as kezeléskor ($N_{120}+PK$ kg/ha) a hibrid szemnedvessége (19%) szignifikánsan alacsonyabb volt, a kontrollhoz képest (21%) ($SzD_{5\%}=1,73$).

A mérés kezdetén a Mv TC 514 szemnedvesség tartalma 33-39% között volt. A legalacsonyabb érték a 3-as, míg a legmagasabb a kontroll kezeléskor volt. A vízleadás dinamikája leggyorsabb a kontroll és az 1-es kezeléseknél volt. A kontrollhoz képest (31%) az

1-es, 3-as és 5-ös kezeléseknél (29%, 28%, 29%) szignifikánsan alacsonyabb volt a szemnedvesség a betakarítás idején ($SzD_{5\%}=1,15$).

A 2001-es év eredményeinek értékelése

2001 év vizsgálati eredményeit a 10. ábra és a 8. táblázat szemlélteti.

A Monessa SC szemnedvessége az első méréskor (VIII.28.) 27-30% között volt. A legalacsonyabb értéket 27%-ot a kontrollnál, míg a legmagasabbat, 30%-ot az 5-ös kezelésnél mértük. A vízleadás dinamikája a 3-as kezelésnél volt a leggyorsabb. Az 1-es és a 3-as kezeléseknél (18%, 17%) a kontrollhoz képest (20%) szignifikánsan alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség tartalmakat mértünk ($SzD_{5\%}=1,29$).

A mérés kezdetén az Evelina SC legalacsonyabb szemnedvesség tartalma az 1-es és a 3-as kezeléseknél (34%), míg a legmagasabb az 5-ös kezelésnél (37%) volt. A vízleadás üteme szintén az 5-ös kezelésnél volt a leggyorsabb. A kontrollhoz és az 5-ös kezelésekhöz képest (25%,25%) az 1-es és a 3-as kezeléseknél (24%, 24%) szignifikánsan alacsonyabb volt a betakarításkori szemnedvesség tartalom ($SzD_{5\%}=1,0$).

A Veronika SC legalacsonyabb szemnedvessége 28% volt az első méréskor a kontroll és a 3-as kezeléseknél, míg legmagasabb értéke 33% volt az 5-ös kezelésnél. A vízleadás dinamikája az 1-es kezelésnél volt a leggyorsabb. A legnagyobb adagú 5-ös kezelésnél a betakarításkori szemnedvesség tartalom szignifikánsan magasabb volt az 1-es és a 3-as kezeléseknél (22%,22%) értékeihez képest ($SzD_{5\%}=2,0$).

Az Mv TC 514 szemnedvesség tartalma a mérés kezdetén 37-38 % volt. A 37%-ot a kontroll parcellán, a 38%-ot pedig a műtrágyázott parcellákon mértük. A vízleadás üteme az 1-es és a 3-as kezeléseknél volt a legintenzívebb. Betakarításkor a legalacsonyabb szemnedvesség értékeket az 1-es és a 3-as kezelésnél érte el a hibrid (28%), míg a legmagasabb értékeket (29%) a kontroll parcellán és az 5-ös kezelésnél (29%) mértük. A különböző kezeléseknél a betakarításkori szemnedvesség tartalmat szignifikánsan nem befolyásolták ($SzD_{5\%}=1,29$).

Összefoglalva megállapítható, hogy a tápanyagellátás jelentős (több esetben szignifikáns) hatást gyakorolt a hibridek betakarításkori szemnedvesség tartalmára. 1999-ben mind a négy

vizsgált hibrid betakarításkori szemnedvesség tartalma a 3-as ($N_{120}+PK$ kg/ha) kezelésnél szignifikánsan alacsonyabb volt, mint kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésnél. 2000 évben is mind a négy vizsgált hibrid betakarításkori szemnedvesség tartalma a 3-as kezelésnél volt a legalacsonyabb.

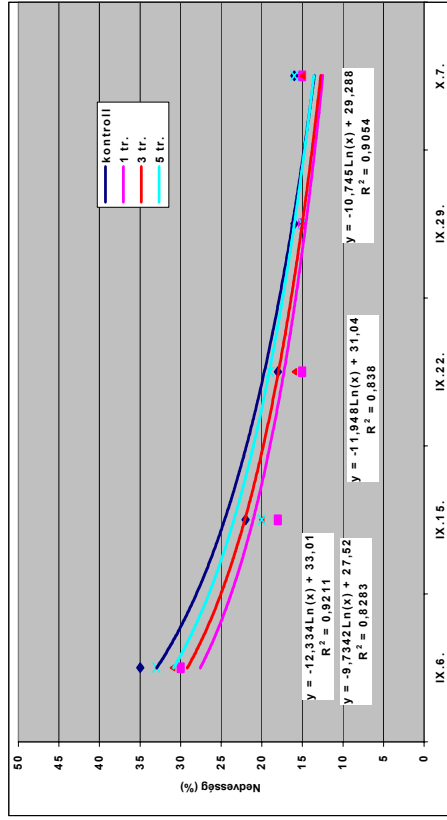
A Monessa SC betakarításkori szemnedvességét a különböző kezelések nem befolyásolták szignifikánsan. Az Evelina SC betakarításkori szemnedvességét az 5-ös kezelés ($N_{200} +PK$ kg/ha) szignifikánsan növelte a többi kezeléshez képest. A Veronika SC szemnedvessége betakarításkor a 3-as kezelésnél ($N_{120}+PK$ kg/ha) szignifikánsan alacsonyabb volt mint a kontroll kezelésnél. Az Mv TC 514 betakarításkori szemnedvessége a kontroll kezelésnél statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt mint a többi kezelésnél. 2001-ben szintén az 1-es és a 3-as ($N_{40}+PK$, $N_{120}+PK$ kg/ha) kezeléseknél érték el a vizsgált hibridek a legalacsonyabb betakarításkori szemnedvesség tartalmukat. A Monessa SC hibrid esetében ezek a kezelések statisztikailag igazolhatóan csökkentették a hibrid betakarításkori szemnedvességét a kontroll kezeléshez képest. Az Evelina SC betakarításkori szemnedvesség tartalmát az 1-es és a 3-as kezelések szignifikánsan csökkentették a kontroll és az 5-ös kezelése értékeihez képest. A Veronika SC szemnedvessége betakarításkor az 1-es és a 3-as kezeléseknél szignifikánsan alacsonyabb volt mint az 5-ös kezelésnél. Az Mv TC 514 betakarításkor mért szemnedvesség tartalmát a kezelések nem befolyásolták szignifikánsan.

8. táblázat A tápanyagellátás hatása a kukoricahibridek betakarításkori szemnedvességére, 1999-2001

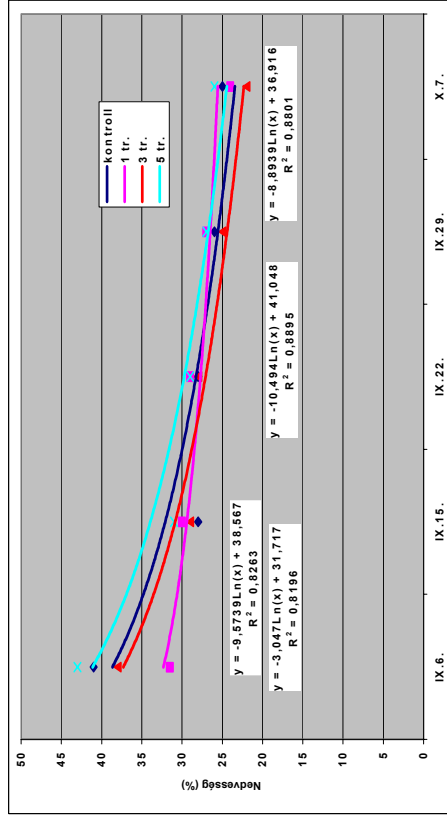
kezelés	Monessa SC			Evelina SC			Veronika SC			Mv TC 514		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Kontroll	16,0	16,0	20,0	25,0	22,0	25,0	23,0	21,0	23,0	29,0	31,0	29,0
1 kezelés	15,0	14,0	18,0	24,0	21,0	24,0	22,0	20,0	22,0	28,0	29,0	28,0
3 kezelés	15,0	14,0	17,0	23,0	21,0	24,0	21,0	19,0	22,0	28,0	28,0	28,0
5 kezelés	16,0	16,0	19,0	25,0	24,0	25,0	22,0	20,0	24,0	29,0	29,0	29,0
SzD_{5%}	1,0	1,1	1,29	1,0	1,73	1,0	1,15	1,73	2,0	1,0	1,15	1,29

8. ábra. A kukorica hibridek vízleadási dinamikája, 1999

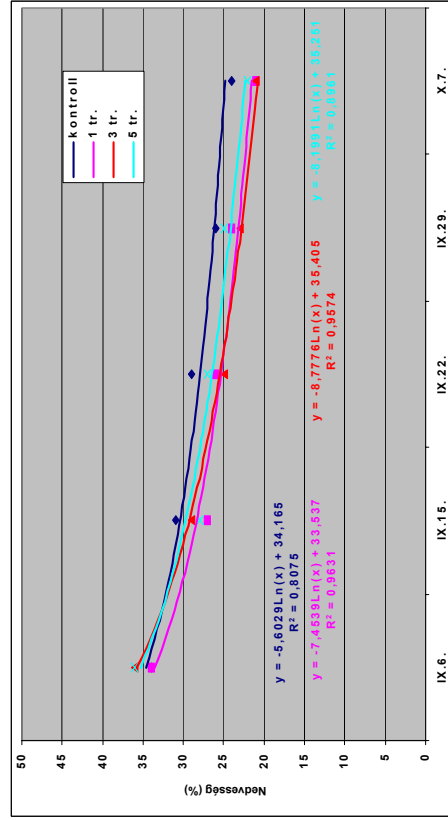
Monessa SC



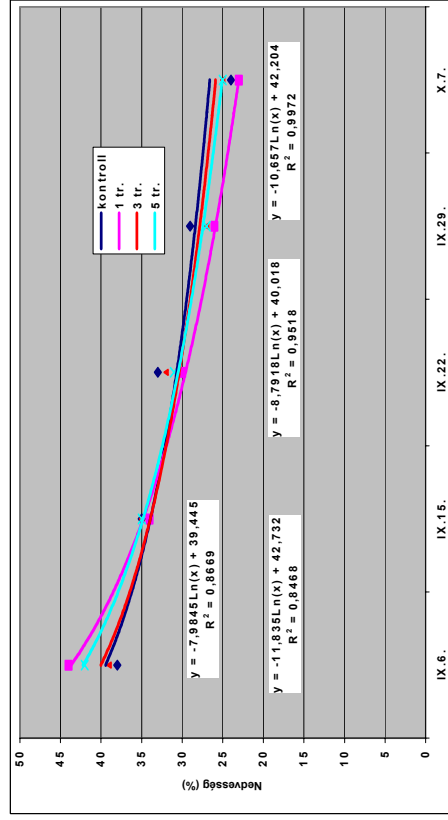
Evelina SC



Veronika SC

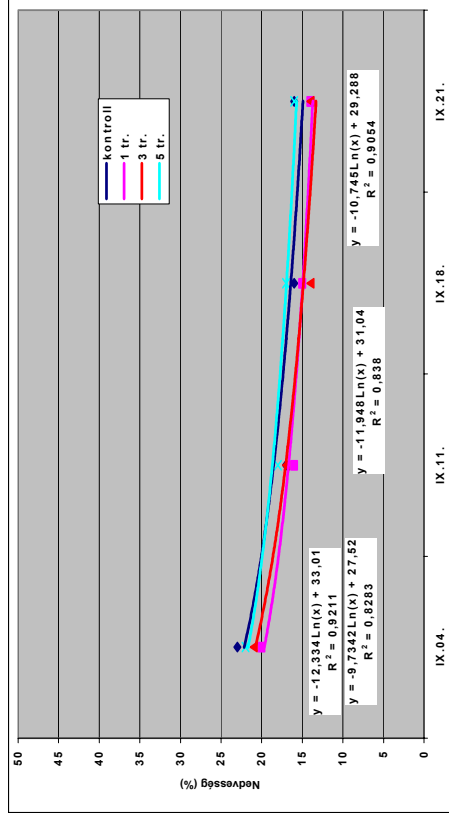


Mv TC 514

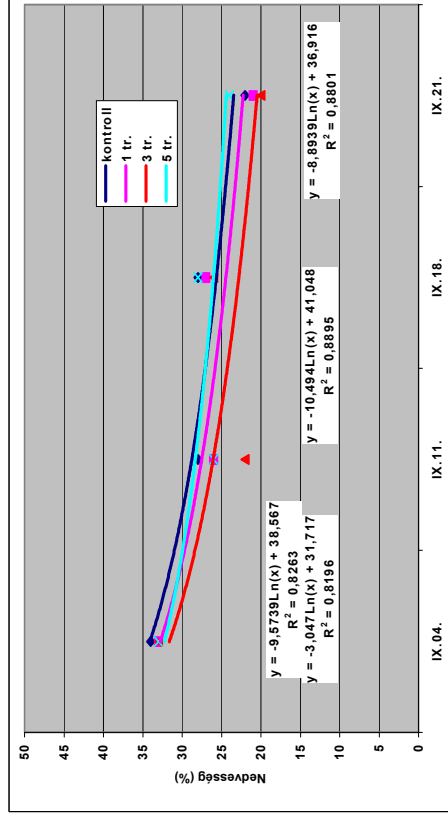


9. ábra. A kukorica hibridek vízleadási dinamikája, 2000

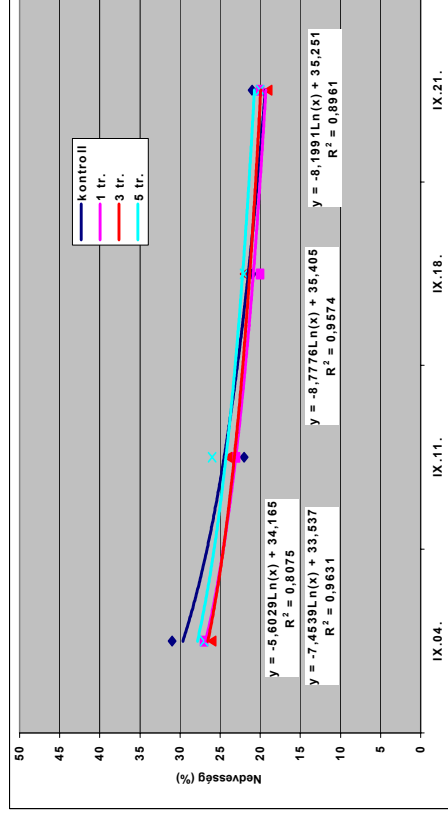
Monessa SC



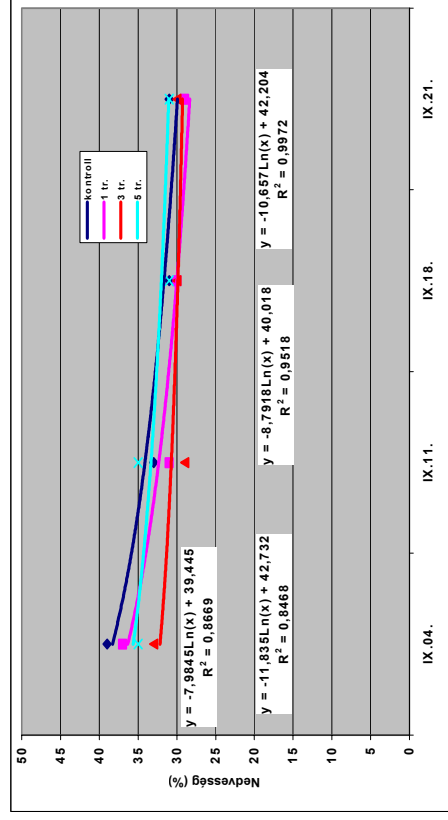
Evelina SC



Veronika SC

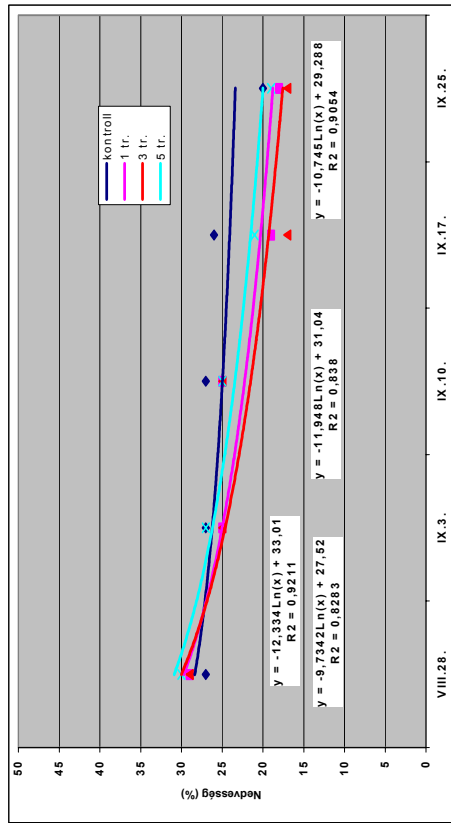


Mv TC 514

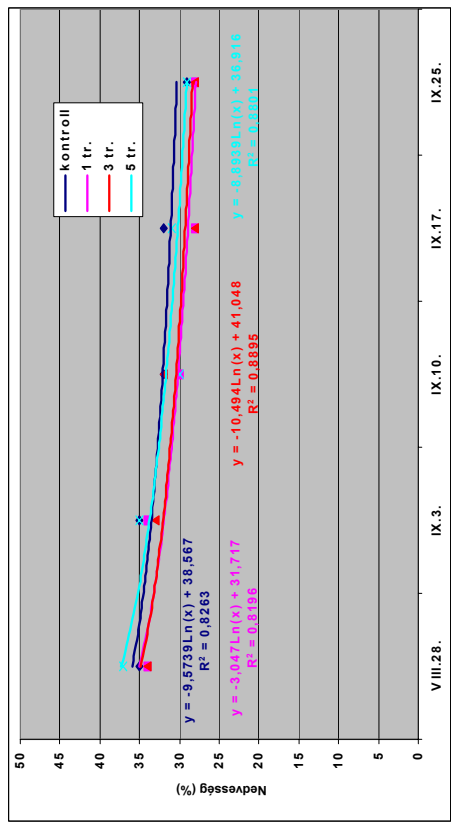


10. ábra. A kukoricahibridek vízleadási dinamikája, 2001

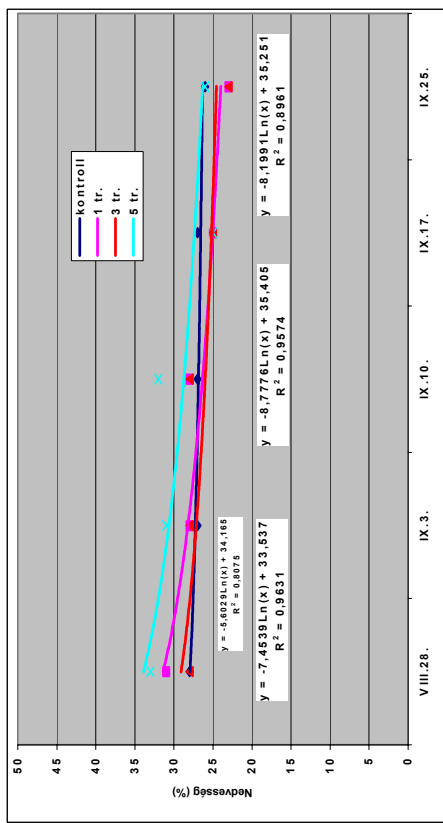
Monessa SC



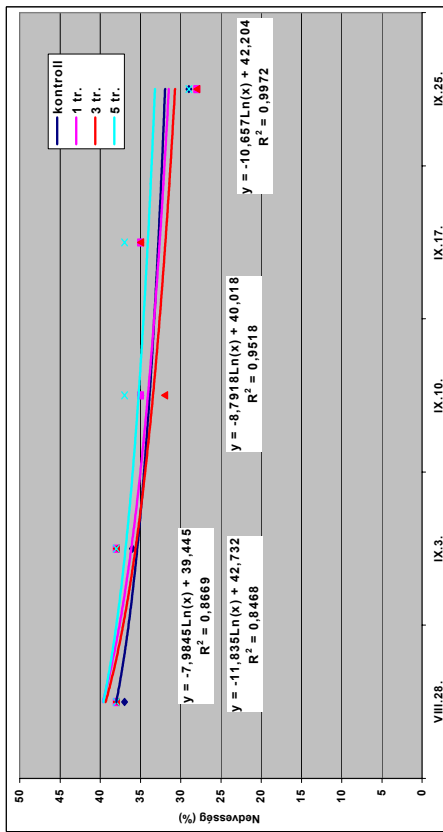
Evelina SC



Veronika SC



Mv TC 514



5.3. Az NPK-műtrágyázás hatása a különböző genotípusú kukorica hibridek minőségére

5.3.1. 1999 év eredményeinek értékelése

5.3.1.1. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek nyersfehérje tartalmára

A kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésnél az Mv TC 514 nyersfehérje tartalma volt a legnagyobb (6,14%), és egyben szignifikánsan is nagyobb volt a Monessa SC (5,09%) és a Veronika SC hibridek nyersfehérje tartalmától ($SzD_{5\%}=0,73$) (11. ábra).

A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél nem volt a hibridek nyersfehérje tartalma között statisztikailag igazolható különbség (12. ábra).

A $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél a hibridek nyersfehérje tartalma 7,53-9,40% között változott. A Veronika SC-hez képest (7,53%) a Monessa SC (9,40%) és az Mv TC 514 (9,40%) nyersfehérje tartalma is szignifikánsan nagyobb volt ($SzD_{5\%}=1,55$) (13. ábra).

A hibridek részletes értékelése:

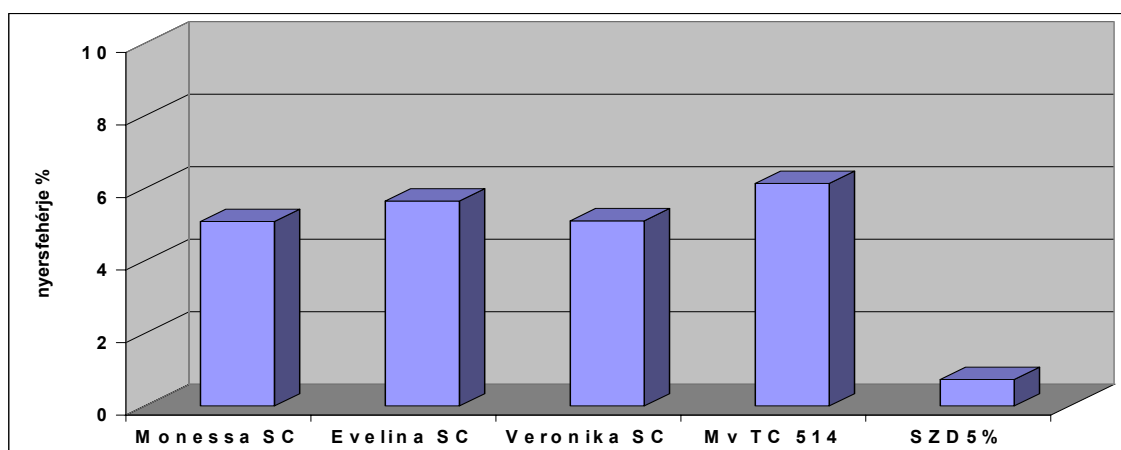
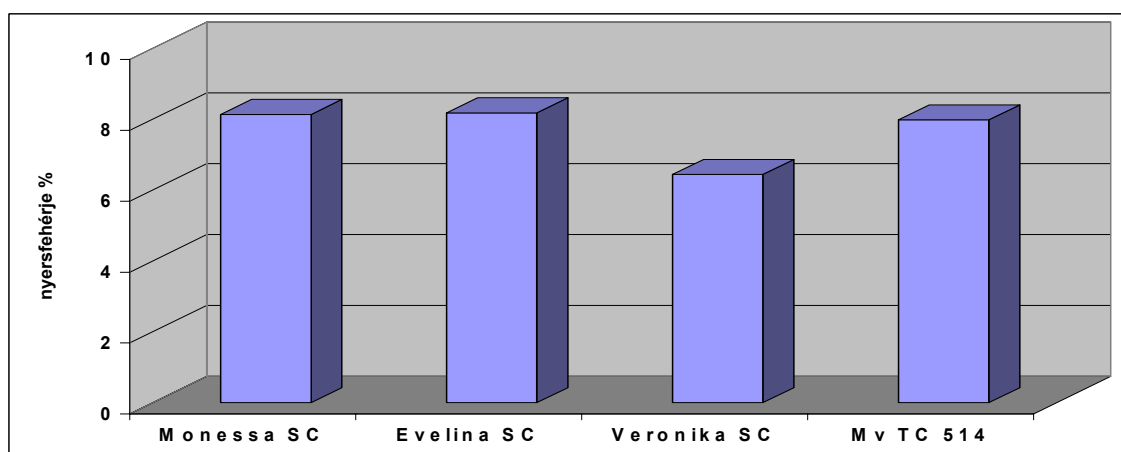
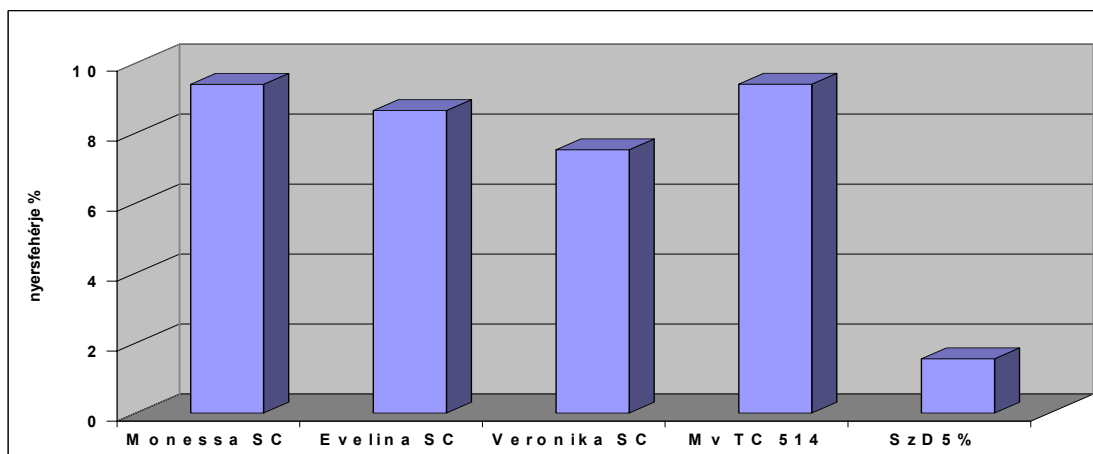
A Monessa SC nyersfehérje tartalmát a növekvő műtrágyaadagok 5,1%-ról 9,4%-ra növelték. Az egyes kezelések nyersfehérje tartalma között $P=5\%$ -on nem volt szignifikáns különbség (14. ábra).

Az Evelina SC nyersfehérje tartalma a kontroll kezelésnél 5,65% volt. Ehhez képest a $N_{40}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelésnél mért értékek (8,18%, 8,65%) szignifikánsan nagyobbak voltak ($SzD_{5\%}=2,41$) (14. ábra).

A Veronika SC nyersfehérje tartalma műtrágyázás nélkül 5,11% volt. A $N_{40}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél mért értékek (6,44%, 7,53%) ettől megbízhatóan nagyobbak voltak ($SzD_{5\%}=1,22$) (14. ábra).

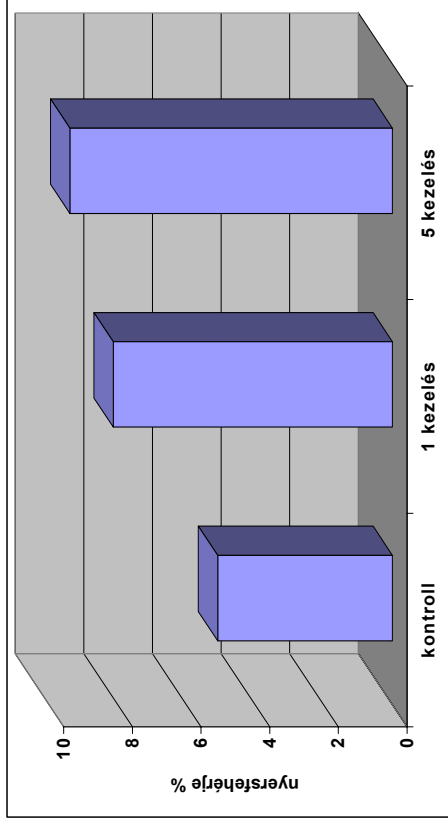
Az Mv TC 514 nyersfehérje tartalma a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (9,4%), azonban szignifikáns különbség nem volt az egyes kezelésekben mért értékek között (14. ábra).

11. ábra A kukorica hibridek nyersfehérje tartalma műtrágyázás nélkül, 1999

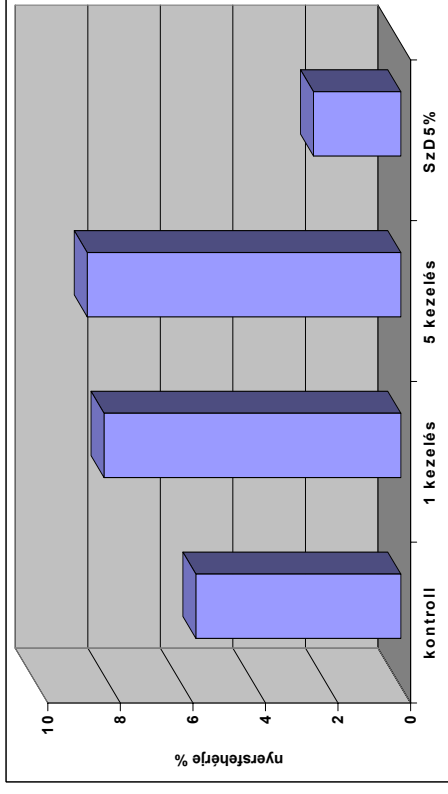
12. ábra A kukorica hibridek nyersfehérje tartalma a $N_{40} P_2O_5_{25} K_2O_{30}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 199913. ábra A kukorica hibridek nyersfehérje tartalma a $N_{200} P_2O_5_{125} K_2O_{150}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 1999

14. ábra A kukoricahibridek nyersféhérje tartalmának változása műtrágyázás hatására 1999

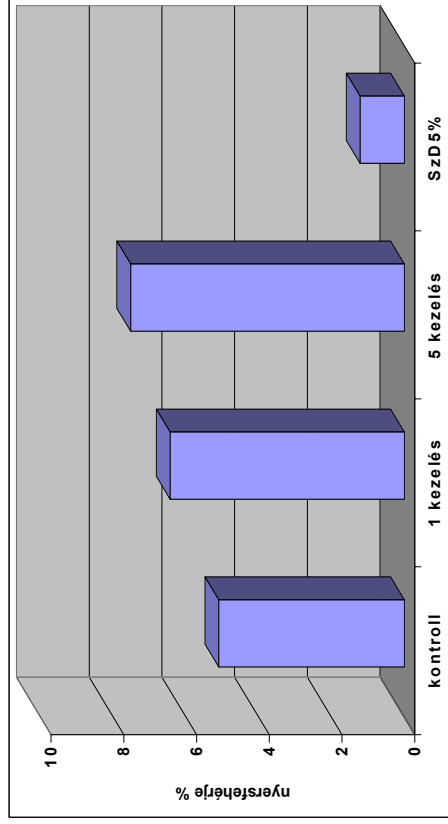
Monessa SC



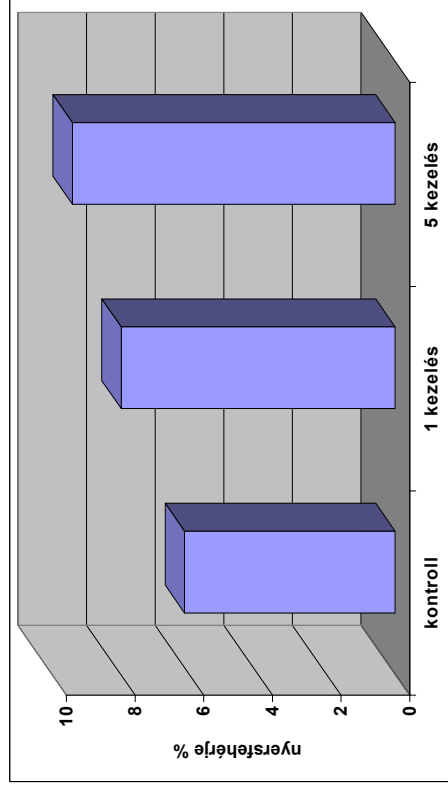
Evelina SC



Veronika SC



Mv TC 514



5.3.1.2. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek nyersolajtartalmára

A Monessa SC nyersolajtartalma a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (4,45%). A műtrágyakezelések nem változtatták meg szignifikánsan a hibrid nyersolajtartalmát (15. ábra).

Az Evelina SC nyersolajtartalmát a növekvő műtrágyaadagok gyakorlatilag nem befolyásolták. A legnagyobb értéke 3,6% volt a $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelésnél (15. ábra).

A Veronika SC nyersolajtartalma a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél érte el a maximumát (3,96%). Az egyes kezelések értékei között szignifikáns különbségek nem voltak (15. ábra).

Az Mv TC 514 nyersolajtartalmát a növekvő műtrágyaadagok csökkentették. A $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelésnél mért nyersolajtartalma (2,81%) szignifikánsan alacsonyabb volt a kontroll kezelés nyersolajtartalmától (3,84%, $SzD_{5\%}=0,61$) (15. ábra).

5.3.1.3. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek keményítőtartalmára

A Monessa SC keményítőtartalma a műtrágyaadagok növelésével 64,16%-ról 60,22%-ra változott. Az egyes kezelésekben mért keményítőtartalmak között szignifikáns különbség nem volt (16. ábra).

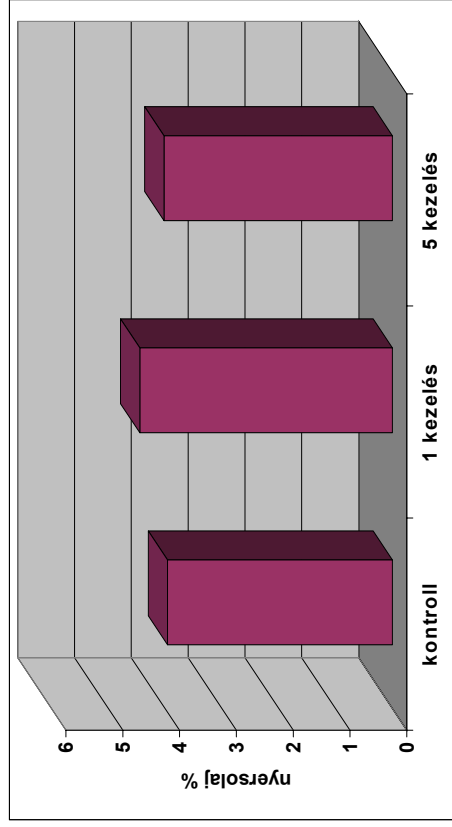
Az Evelina SC keményítőtartalma a kontroll kezelésnél 65,3% volt, míg a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél 61,73%-ra csökkent. Szignifikáns különbség nem volt a különböző kezelések keményítőtartalmai között (16. ábra).

A Veronika SC keményítőtartalma a műtrágyaadagok növelésével mérsékelten csökkent 66,55%-ról 65,23%-ra. Az egyes kezelésekben mért keményítőtartalmak között szignifikáns különbség nem volt (16. ábra).

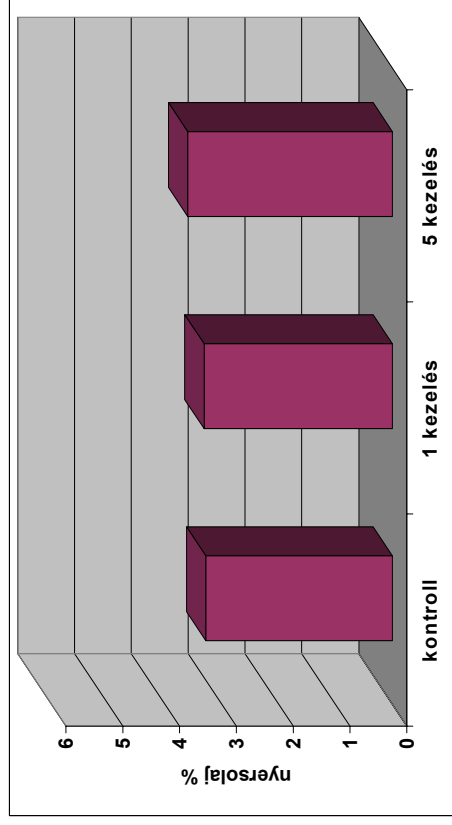
Az Mv TC 514 hibrid keményítőtartalma a kontroll kezelésnél 66,84 % volt. A $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél 64,38%-ot mértünk. Szignifikáns hatás nem volt kimutatható a különböző kezelések keményítőtartalmai között (16. ábra).

15. ábra A kukoricahibridek nyersolaj tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

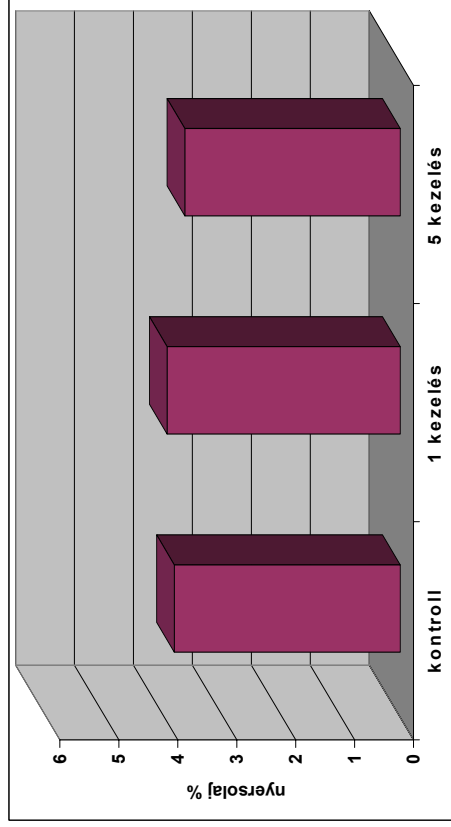
Monessa SC



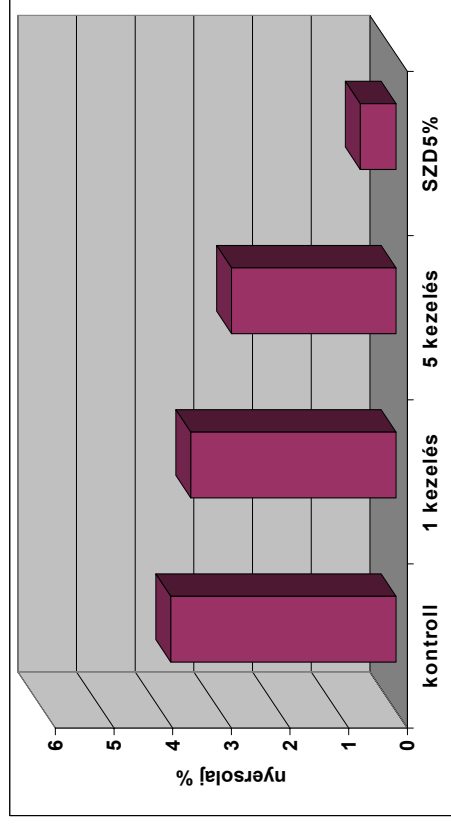
Evelina SC



Veronika SC

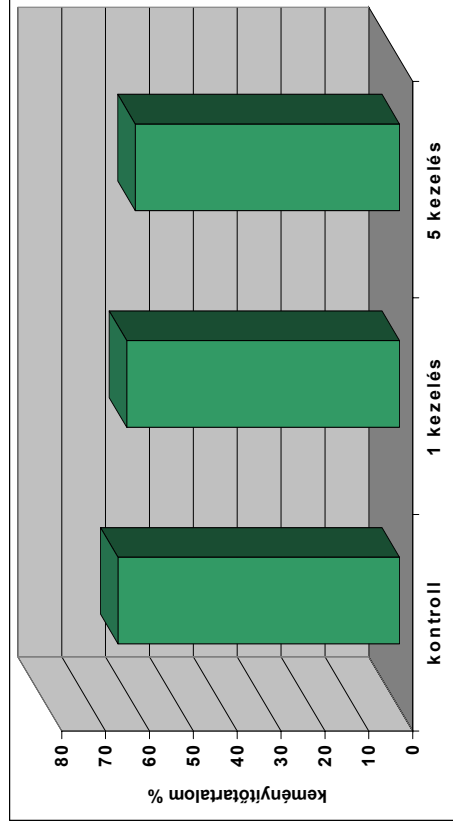


Mv TC 514

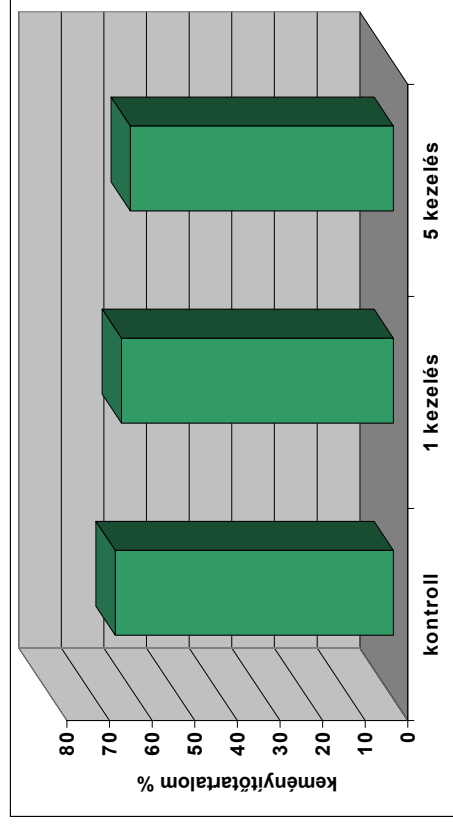


16. ábra A kukoricahibridek keményítőtartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

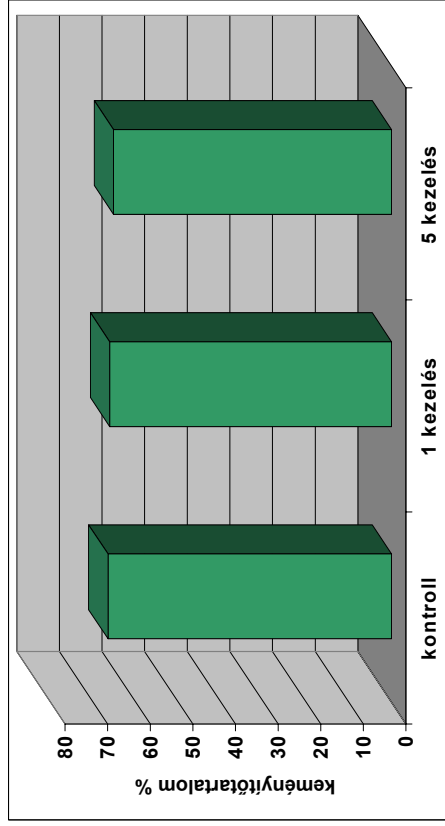
Monessa SC



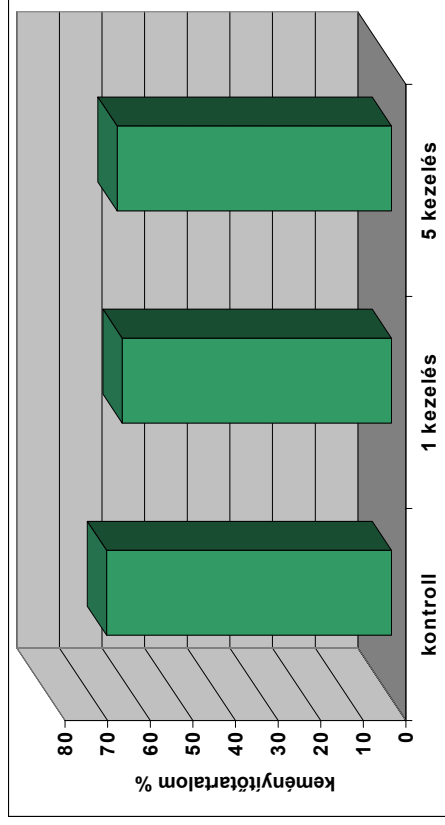
Evelina SC



Veronika SC



Mv TC 514



5.3.2. 2001 év eredményeinek értékelése

5.3.2.1. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek nyersfehérje tartalmára

A kontroll kezelésnél a hibridek nyersfehérje tartalma 6,3-7,22% volt. Legnagyobb nyersfehérje tartalma a Monessa SC-nek, míg a legalacsonyabb az Mv TC 514-nek volt. Statisztikailag igazolható különbség a hibridek nyersfehérje tartalma között nem volt (17. ábra).

A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél sem volt szignifikáns különbség a hibridek nyersfehérje tartalma között. A legnagyobb értéket ebben a kezelésnél is a Monessa SC érte el (10,41%), míg a legalacsonyabb nyersfehérje tartalma az Mv TC 514 hibridnek volt (8,14%) (18. ábra).

A $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés hatására a Monessa SC nyersfehérje tartalma volt a legnagyobb (10,78%). Ehhez képest a Veronika SC (9,19%) és az Evelina SC (8,61%) nyersfehérje tartalma szignifikánsan alacsonyabb volt ($SzD_{5\%}=1,43$) (19. ábra).

A hibridek részletes értékelése:

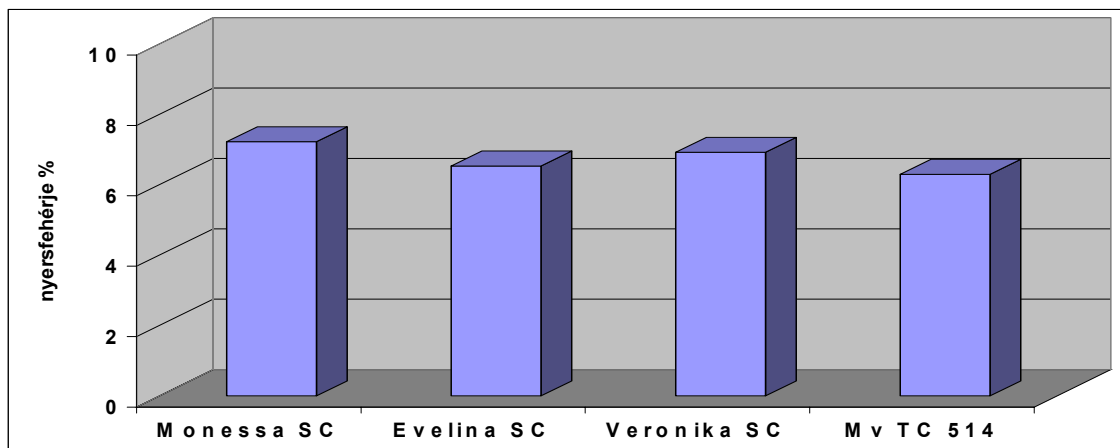
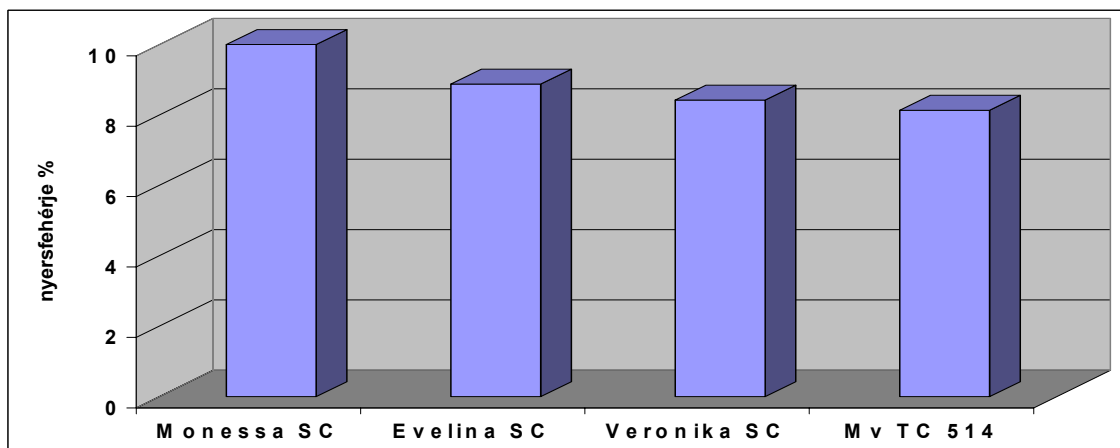
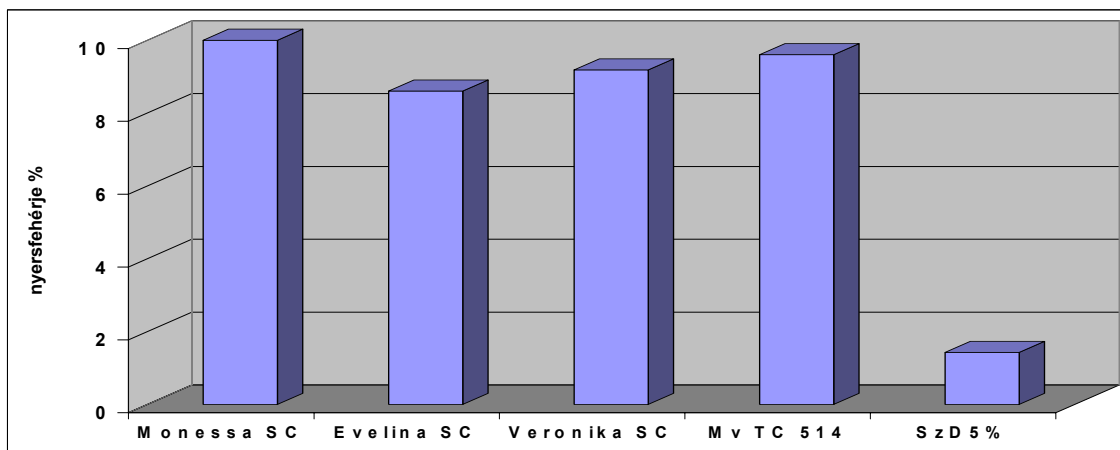
A Monessa SC nyersfehérje tartalma a műtrágyaadagok növelésével emelkedett. A $N_{40}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésekben a hibrid nyersfehérje tartalma (10,41%, 10,78%) szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll kezelésnél (7,22%) ($SzD_{5\%}=1,72$) (20. ábra).

Az Evelina SC nyersfehérje tartalma a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (8,88%). A $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelés nyersfehérje tartalmát kismértékben csökkentette. Az egyes kezelésekben mért nyersfehérje tartalmak között szignifikáns különbség nem volt (20. ábra).

A Veronika SC maximális nyersfehérje tartalma 9,19% volt a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél. A kontrollhoz képest (6,92%), a $N_{40}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésekben (8,42%, 9,19%) is szignifikánsan nagyobb volt a nyersfehérje tartalma ($SzD_{5\%}=2,0$) (20. ábra).

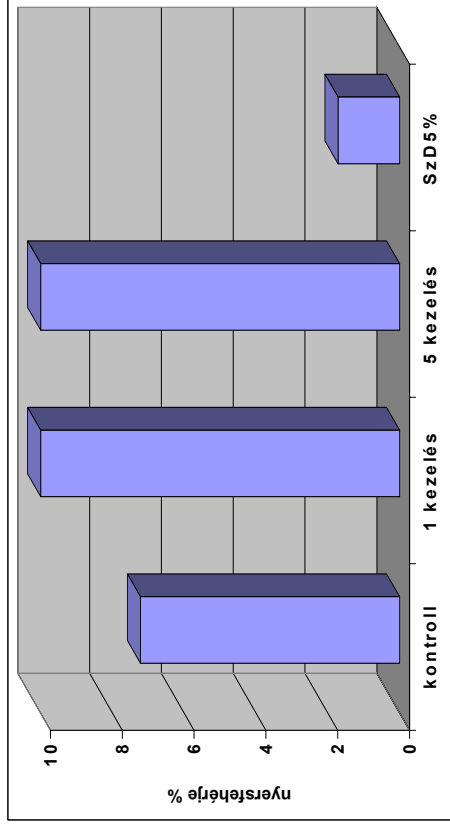
Az Mv TC 514 nyersfehérje tartalma is a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (9,6%). Az egyes kezelésekben mért nyersfehérje tartalmak között szignifikáns különbség nem volt (20. ábra).

17. ábra A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma műtrágyázás nélkül, 2001

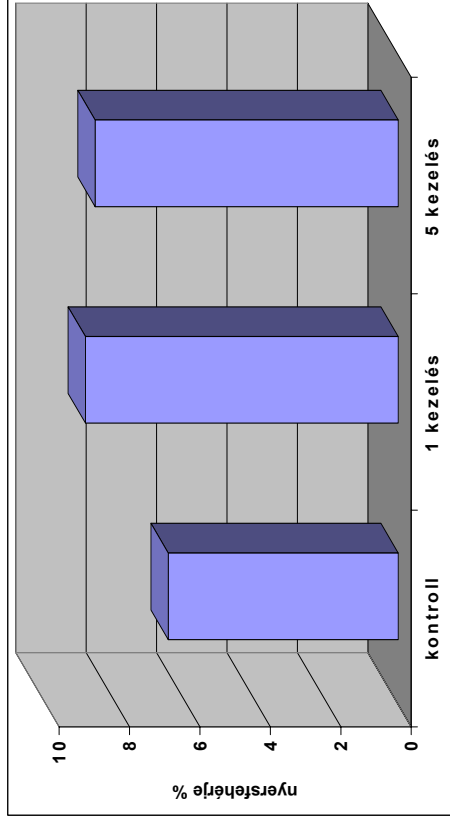
18. ábra A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{40} P_2O_5_{25} K_2O_{30}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 200119. ábra A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{200}, P_2O_5_{125} K_2O_{150}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 2001

20. ábra A kukoricahibridek nyersfehérje tartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001

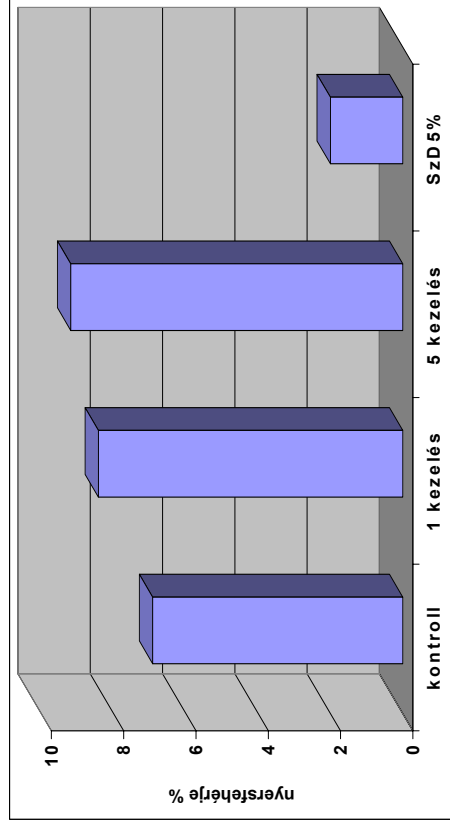
Monessa SC



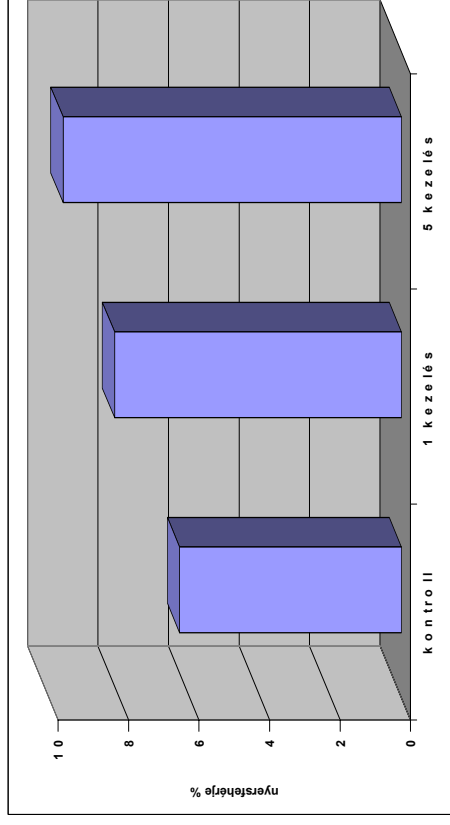
Evelina SC



Veronika SC



Mv TC 514



5.3.2.2. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek nyersolajtartalmára

A Monessa SC maximális nyersolajtartalma (4,09%), a N₄₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt. Az egyes kezelések nyersolajtartalmai között szignifikáns különbség nem volt (21. ábra).

Az Evelina SC a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél érte el legnagyobb nyersolajtartalmát (4,19%), amely szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll kezelésnél mért érték (3,41%) (SzD_{5%}=0,77) (21. ábra).

A Veronika SC nyersolajtartalma szintén a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (4,63%). Az egyes műtrágyakezelések szignifikánsan növelték a hibrid nyersolajtartalmát (SzD_{5%}=0,16) (21. ábra).

Az Mv TC 514 nyersolajtartalma a N₄₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb (4,28%). A N₄₀+PK és a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél a hibrid nyersolajtartalma (4,28%, 4,14%) szignifikánsan meghaladta a kontroll kezelésnél mért értékét (3,86%) (SzD_{5%}=0,16) (21. ábra).

5.3.2.3. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek keményítőtartalmára

A Monessa SC keményítőtartalma a kontroll kezelésnél 64,23%, a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél 60,56% volt. A N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelés a műtrágyázás nélküli kezeléshez képest szignifikánsan csökkentette a hibrid keményítőtartalmát (SzD_{5%}=3,61) (22. ábra).

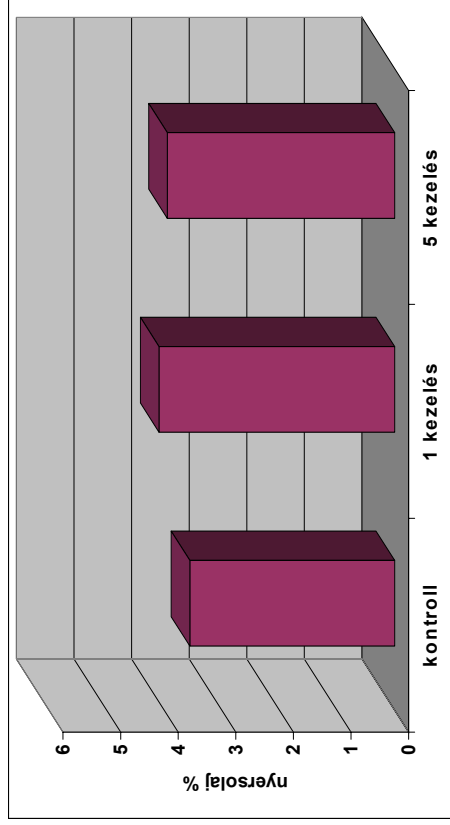
Az Evelina SC keményítőtartalma is szignifikánsan alacsonyabb volt a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél (63,62%), mint műtrágyázás nélkül (66,98%) (SzD_{5%}=2,7) (22. ábra).

A Veronika SC keményítőtartalma a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél (62,45%) szignifikánsan alacsonyabbnak bizonyult a kontroll (67,11%) és a N₄₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél mért (67,74%) értékekhez képest (SzD_{5%}=3,77) (22. ábra).

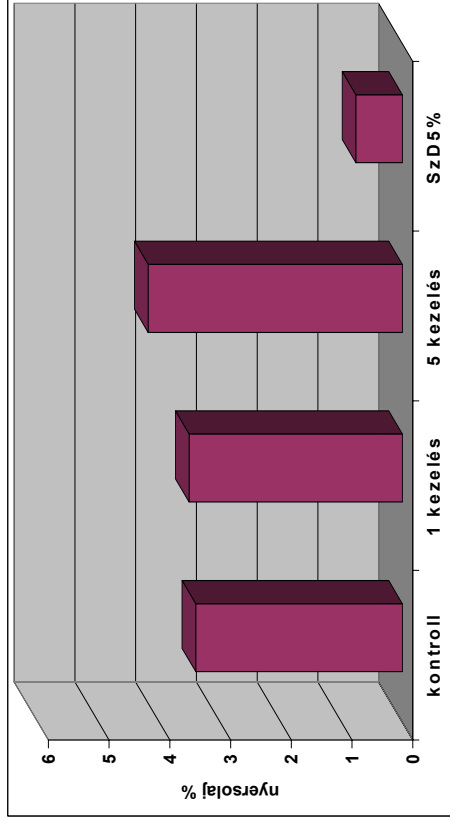
Az Mv TC 514 keményítőtartalma tendenciájában csökkent a műtrágyaadagok növelésével. Szignifikáns különbségek viszont nem voltak az egyes kezelések keményítőtartalmai között (22. ábra).

21. ábra A kukoricahibridek nyersolaj tartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001

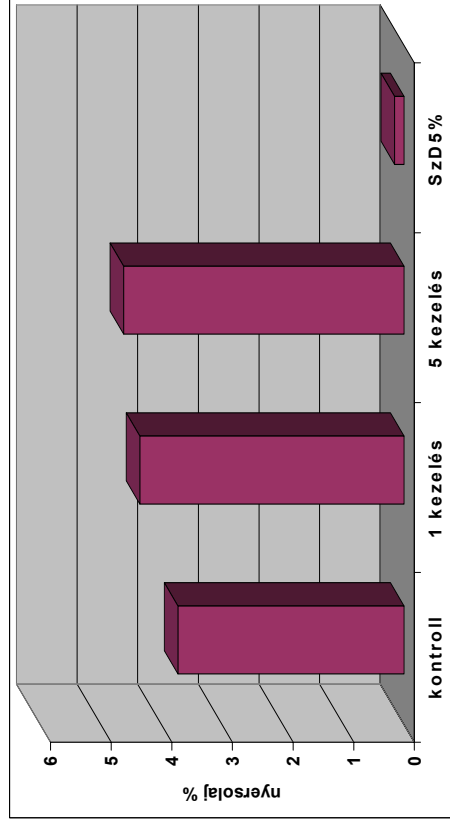
Monessa SC



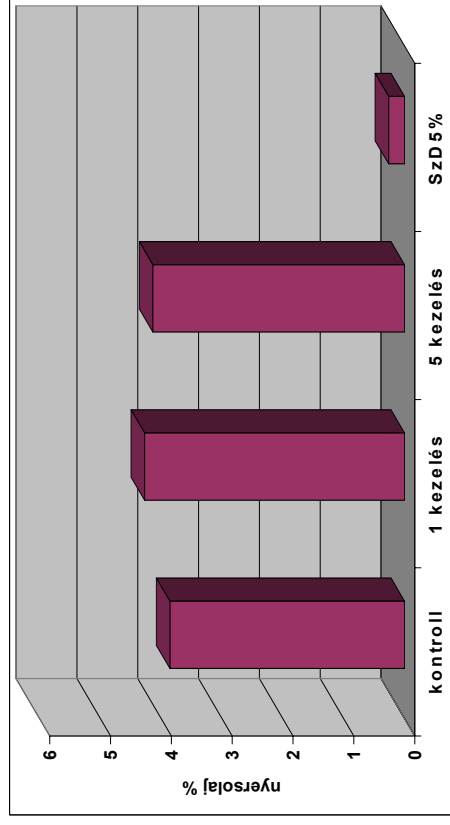
Evelina SC



Veronika SC

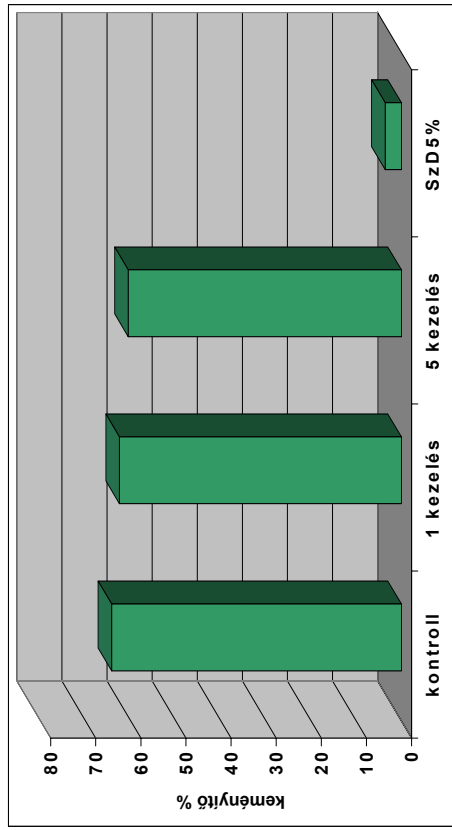


Mv TC 514

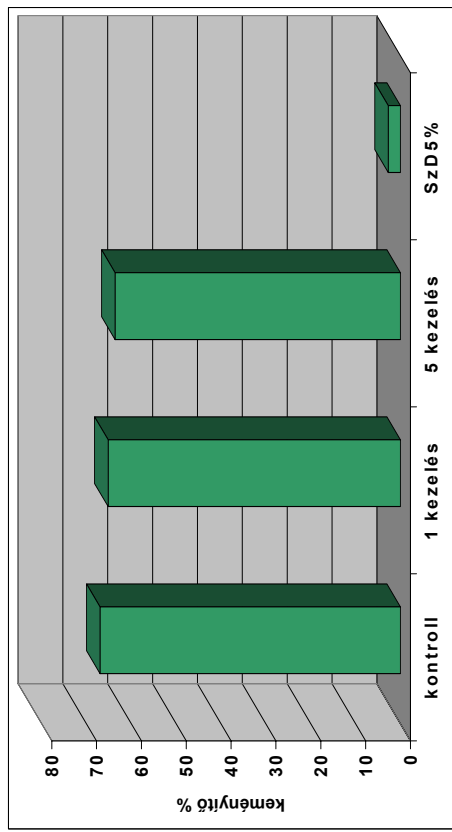


22. ábra A kukoricahibridek keményítőtartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001

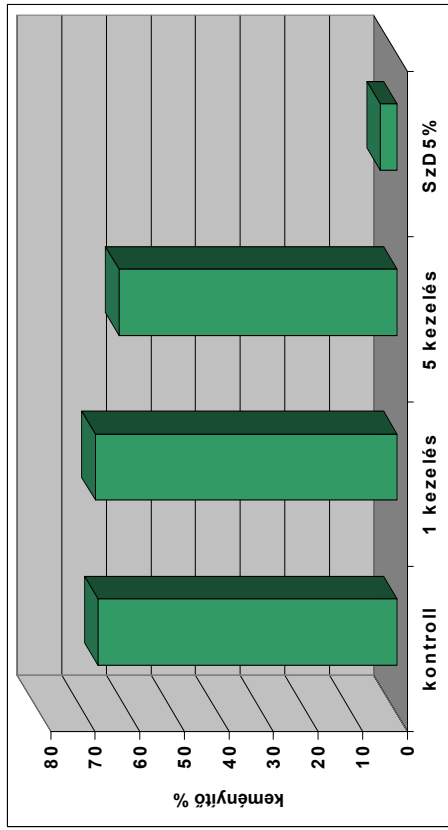
Monessa SC



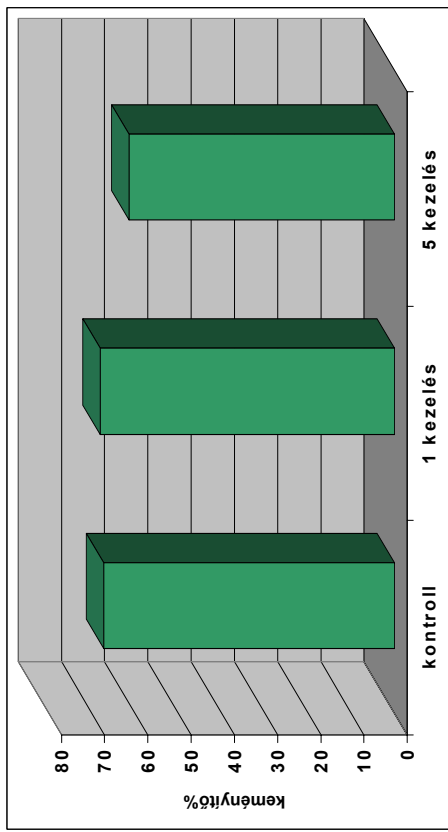
Evelina SC



Veronika SC



Mv TC 514



5.4. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek elemtartalmára

A DK 366 SC, Norma SC, Debreceni 351 SC, DK 471 SC, Colomba SC és a Filia SC hibridek szemmintáinak makro-, mezo-, és mikroelem tartalmát 1999 évben vizsgáltam a kontroll (műtrágyázás nélküli), a $N_{40}+PK$, a $N_{120}+PK$ és a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésekben. A Függelék 8-13 oldalán található ábrák a vizsgálatok eredményeit szemléltetik, ahol terjedelmi okok miatt nem szerepel az összes vizsgálatban szereplő hibrid.

5.4.1. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek makroelem tartalmára

Valamennyi vizsgált hibrid N-tartalma a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésben érte el a maximumát (1,18-1,46 g/100g). A DK 366 SC, a Debreceni 351 SC és a DK 471 SC hibridek N-tartalma a kontroll kezelésben szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a műtrágyázott parcellákban (függelék 8.old.). A Norma SC-nek pedig a $N_{120}+PK$ kg/ha (1,36 mg/kg) és a $N_{200}+PK$ kg/ha (1,45 mg/kg) kezelésekben volt megbízhatóan nagyobb a N-tartalma a kontrollhoz képest (1,14 mg/kg, $SzD_{5\%}=0,24$). A Colomba SC és a Filia SC hibridek N-tartalma is a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésben volt a legnagyobb, azonban $P=5\%$ -os szinten szignifikáns különbség nem volt az egyes kezelésekben mért N-tartalmak között.

A vizsgált hibridek többségének a műtrágyázás nélküli kezelésben volt a legnagyobb a P-tartalma, amely a műtrágyaadagok növelésével általában csökkent. Ez a csökkenés a legtöbb esetben tendencia jellegű volt, a DK 471 SC esetében azonban a kontroll kezelésben mért P-tartalom (3617 mg/kg) szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kezelésben (2948-3134 mg/kg, $SzD_{5\%}=136$) (függelék 9.old.).

Valamennyi vizsgált hibrid K-tartalma a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésben volt a legnagyobb, minimális értéküket pedig a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben érték el. A DK 471 SC K-tartalma a kontroll (3465 mg/kg) és a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésben (3315 mg/kg) megbízhatóan nagyobb volt, mint a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben (2980 mg/kg) ($SzD_{5\%}=235$). A Colomba SC K-tartalma a kontroll kezelésben (3349 mg/kg) szignifikánsan nagyobb volt, mint a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben (2975 mg/kg, $SzD_{5\%}=330$) (függelék 10.old.). A vizsgálatban szereplő többi hibrid esetében csupán tendencia jellegű változások történtek.

5.4.2. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek mezo- és mikroelem tartalmára

A vizsgált hibridek többségének a legnagyobb Ca-tartalma a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben, a legkisebb pedig a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben volt. A Norma SC Ca-tartalma a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben (89 mg/kg) szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésben (111 mg/kg, $SzD_{5\%}=21,6$) (függelék 11. old.). A további 5 vizsgált hibrid Ca-tartalmát az egyes műtrágyakezelések nem változtatták meg szignifikánsan.

A különböző műtrágyaadagok csupán a DK 471 SC Mg-tartalmát (741-1009 mg/kg) befolyásolták szignifikánsan ($SzD_{5\%}=72$), a többi hibridnél csak tendencia jellegű változás következett be (függelék 12. old.). A legtöbb vizsgált hibridnek a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésben volt a legnagyobb a Mg-tartalma, amely a műtrágyaadagok növelésével csökkenő tendenciát mutatott.

A kukorica számára a legfontosabb mikroelem a Zn. Hiányában csökken a termékenyülés, ezáltal pedig a termés is. A legtöbb vizsgált hibrid Zn-tartalma a kontroll kezelésben volt a legnagyobb, és a műtrágyaadagok növelésével értéke csökkent. A legkisebb értékeket valamennyi hibridnél a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben mértük. Statisztikailag igazolható változások két hibrid esetében voltak. A Norma SC Zn-tartalma a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben (7,5mg/kg) szignifikánsan kisebb volt, mint a kontroll kezelésben (10,3 mg/kg, $SzD_{5\%}=2,74$). A DK 471 SC-nek pedig a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésben (6,58 mg/kg) volt megbízhatóan kisebb a Zn-tartalma mint a kontroll (11,02 mg/kg) és a $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben (9,01 mg/kg, $SzD_{5\%}=1,84$) (függelék 13. old.). Ennek feltehetően az az oka, hogy a legnagyobb terméssel vonjuk ki a legtöbb cinket a talajból, amelynek pótlása alacsony ellátottság esetén igen fontos.

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált hibridek többségének Ca-tartalma a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésben, Mg és cinktartalma pedig a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésben volt a legnagyobb. A legkisebb elemtartalom értékeket a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésben mértük, amely több esetben statisztikailag is igazolható csökkenést eredményezett a kontroll és a kisebb adagú ($N_{40}+PK$, $N_{200}+PK$ kg/ha) műtrágyakezelésekhez képest.

5.5. A műtrágyakezelés hatása a különböző genotípusú kukoricahibridek gombás fertőzöttségére és fusarium toxintartalmára

1999-ben vizsgáltuk a Monessa SC, Evelina SC, Veronika SC, és az Mv TC 514 hibridek gombás fertőzöttségének mértékét a kontroll (műtrágyázás nélküli), a $N_{40}+PK$ kg/ha, és a $N_{200}+PK$ kg/ha hatóanyagú műtrágyakezeléseknél (9. táblázat).

A kontroll (műtrágyázás nélküli) körülmények között legnagyobb fertőzöttséget a *Penicillium* spp. (11-21,25 %) és a *Fusarium* spp. (6,25-22 %) mutatott a hibrideken. Az Evelina SC és az Mv TC 514 hibridek *Fusarium* spp. fertőzöttsége szignifikánsan nagyobb volt a Monessa SC és a Veronika SC hibridekhez képest. Az *Aspergillus* spp. fertőzöttség kisebb mértékben fordult elő (0,25-1 %). Az *Alternaria* spp. szinte egyáltalán nem fertőzött, csupán 0-0,5 %-os volt az előfordulása. További vizsgálatokat az 1-es ($N_{40}+PK$ kg/ha) és az 5-ös ($N_{200}+PK$ kg/ha) műtrágyakezeléseknél végeztünk.

A $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél a fertőzöttség mértéke hasonlóan alakult, mint a kontrollnál. Szintén a *Penicillium* spp. (15-24,25 %) és a *Fusarium* spp. (5,5-22,5 %) mutatott legnagyobb fertőzöttséget. Az *Alternaria* spp. (0 %) és az *Aspergillus* spp. előfordulása elenyészőnek mondható (0-4,75%).

A műtrágya hatóanyag növelésével az 5-ös $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelés esetén sem volt kiugró változás a gombás fertőzöttség tekintetében. A hibrideknél szintén a *Penicillium* spp. (6,25-22,25 %) és a *Fusarium* spp. (3-24,5%) fertőzöttség volt a legnagyobb. Az Mv TC 514 *Fusarium* spp. fertőzöttsége szignifikánsan nagyobbak bizonyult a Veronika SC hibridhez képest. Az *Aspergillus* spp. fertőzöttség csekély (0-5,5%) az *Alternaria* spp. (0-0,75%) fertőzöttség szintén elenyészőnek mondható, hasonlóan az 1-es trágyakezeléshez. Az Evelina SC *Aspergillus* spp. fertőzöttsége megbízhatóan nagyobb volt a másik három vizsgált hibridhez képest.

A műtrágyaadagok növelése eltérően befolyásolta a hibridek *Penicillium* spp. fertőzöttségét.

A Monessa SC esetében a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél volt a legnagyobb a *Penicillium* spp. fertőzöttség (24,25%).

Az Evelina SC hibrid *Penicillium* spp. fertőzöttsége a nagyobb adagú NPK-műtrágyakezelésekben 19,5%-ról 15-19,25%-ra változott.

A Veronika SC *Penicillium* spp. fertőzöttsége a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél volt a legnagyobb 15%. A $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél a gombás fertőzöttség 6,25%

volt. Az Mv TC 514 esetében is a $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél mértük a legnagyobb *Penicillium* spp. fertőzöttséget (22,75%).

A műtrágyaadagok növelése eltérően befolyásolta a hibridek *Fusarium* spp. fertőzöttségét.

A Monessa SC hibridnél jelentős *Fusarium* spp. fertőzöttséget a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél tapasztaltunk (9%).

Az Evelina SC *Fusarium* spp. fertőzöttsége a legkisebb $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés hatására a kontrollhoz képest 17,25%-ról 22,5%-ra fokozódott. A $N_{200}+PK$ kg/ha kezelés tovább növelte a fertőzöttséget (24,5%).

A Veronika SC *Fusarium* spp. fertőzöttsége a kontroll kezelésnél volt a legnagyobb (6,25%).

Az Mv TC 514 hibrid műtrágyázás nélkül 22%-os *Fusarium* spp. fertőzöttséget mutatott. A N műtrágya hatóanyag növelés tovább fokozta a hibrid gombás fertőzöttségét. A $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelésnél 22,5%, a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél 24,5% volt a fertőzöttsége.

A hibridek különböző gombás fertőzöttsége mellett a vizsgálatok tárgyát képezte a toxintartalom (F-2, T-2, DON, DAS) meghatározása is. A kontroll kezelésnél a DON toxin, a $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél az F-2, T-2, és DON toxinok, a legnagyobb adagú $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél a DAS toxin fordult elő legnagyobb mennyiségben. A műtrágyakezelések egyetlen hibrid toxintartalmát sem növelték következetesen. A Monessa SC hibrid teljesen mentes volt a vizsgált négy toxintól a műtrágyázás nélküli és valamennyi műtrágyakezelésben. A takarmányokban illetve az élelmiszerekben a megengedettnél nagyobb mennyiségben előforduló fuzáriotoxinok jelentős problémákat okozhatnak. Az F-2 toxinnal erősen fertőzött takarmányok etetése szaporodási rendellenességeket okoz. Humán vonatkozásban szintén megfigyelt az ösztrogén hatás, valamint a máj károsodása is. A T-2 toxin az emésztőszerveket károsítja, tüneteként émelygés vagy hányás jelentkezik. A DON toxin a megengedettnél nagyobb mennyiségben bőrtoxikus hatást válthat ki, illetve a fehérjeszintézist is gátolja. A DAS toxin embereknél károsíthatja az emésztőszerveket, fejfájást, lázat okozhat. A vizsgált minták döntő többségének mikotoxin-szennyezettsége nem haladta meg a takarmányokra vonatkozó határértéket.

A gombás fertőzöttségét tekintve összességében megállapítható, hogy a hibrideknek a *Penicillium* spp. és a *Fusarium* spp. fertőzöttsége volt a legnagyobb. Az *Aspergillus* spp. fertőzöttség igen alacsony, míg az *Alternaria* spp. fertőzöttség alig volt kimutatható

A különböző műtrágyakezelésekben az egyes hibridek fertőzöttsége között több esetben is volt statisztikailag igazolható különbség. A műtrágyázás nélküli kezelésben az Mv TC 514 és az Evelina SC *Fusarium* spp. fertőzöttsége szignifikánsan nagyobbnak bizonyult a Monessa SC és a Veronika SC hibridekhez képest. A N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél az Evelina SC *Aspergillus* spp. fertőzöttsége statisztikailag igazolhatóan meghaladta a másik három vizsgált hibrid fertőzöttségének mértékét, valamint az Mv TC 514 hibrid *Fusarium* spp. fertőzöttsége megbízhatóan nagyobb volt a Veronika SC hibridhez képest.

A vizsgált toxinok (F-2, T-2, DON, DAS) mennyisége igen alacsony volt, esetenként nem is lehetett kimutatni a mintákból. Legnagyobb mennyiségben a DON toxin, legkisebb mennyiségben pedig a T-2 toxin fordult elő a hibridek szemmintáiban. A műtrágyázás nem befolyásolta szignifikánsan a toxintartalmat, és az eltérő genotípusok közti különbségek sem haladták meg a statisztikai igazolhatóság határát. A hibridek *Fusarium* spp. toxinvizsgálatának eredményeit a 10. táblázat tartalmazza.

9. táblázat A kukoricahibridek gombás fertőzöttségének vizsgálati eredményei, 1999

KONTROLL	Fertőzési %			
	Penicillium spp. 2 minta átlaga	Fusarium spp. 2 minta átlaga	Aspergillus spp. 2 minta átlaga	Alternaria spp. 2 minta átlaga
Hibridek				
Monessa SC	21,25	7,75	0,25	0,25
Evelina SC	19,5	17,25*	0,75	0
Veronika SC	11	6,25	0,5	0
Mv TC 514	19,75	22*	1	0,5
Hibridek átlaga	17,87	13,31	0,62	0,18
SzD5%	-	9,42	-	-

1. TRÁGYASZINT	Fertőzési %			
	Penicillium spp. 2 minta átlaga	Fusarium spp. 2 minta átlaga	Aspergillus spp. 2 minta átlaga	Alternaria spp. 2 minta átlaga
Hibridek				
Monessa SC	24,25	9	0	0
Evelina SC	15	22,5	4,75	0
Veronika SC	15	5,5	1,5	0
Mv TC 514	22,75	22,5	1	0
Hibridek átlaga	19,25	14,87	1,81	0

5. TRÁGYASZINT	Fertőzési %			
	Penicillium spp. 2 minta átlaga	Fusarium spp. 2 minta átlaga	Aspergillus spp. 2 minta átlaga	Alternaria spp. 2 minta átlaga
Hibridek				
Monessa SC	22,25	3,75	0	0
Evelina SC	19,25	20,75	5,5*	0
Veronika SC	6,25	3	1,25	0,25
Mv TC 514	20,5	24,5	0,25	0,75
Hibridek átlaga	17,06	13,0	1,75	0,25
SzD5%	-	21,39	2,43	-

10. táblázat A kukoricahibridek *Fusarium* spp. toxinvizsgálatának eredménye, 1999

KONTROLL Hibridek	F-2 toxin mg/kg		T-2 toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Monessa SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Evelina SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Veronika SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Mv TC 514	0,017	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív

1. TRÁGYASZINT Hibridek	F-2 toxin mg/kg		T-2 toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Monessa SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Evelina SC	negatív	0,26	0,2	0,034	0,022	negatív	Negatív	negatív
Veronika SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Mv TC 514	0,41	negatív	negatív	negatív	0,35	negatív	Negatív	negatív

5. TRÁGYASZINT Hibridek	F-2 toxin mg/kg		T-2 toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Monessa SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Evelina SC	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	Negatív	negatív
Veronika SC	negatív	negatív	negatív	0,035	negatív	negatív	0,42	negatív
Mv TC 514	negatív	negatív	0,025	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív

5.6. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére

A kukorica tenyésztésében mindhárom kísérleti évben (1999, 2000, 2001) négy alkalommal mértük a Monessa, az Evelina, a Veronika, és az Mv TC 514 hibridek egyedi levélterületét.

5.6.1. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére 1999-ben

A Monessa hibrid levélterületi indexe az első három mérésben egészen a legnagyobb adagú $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésig növekedett, és értéke megközelítette a $4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. A Monessa SC legnagyobb termését is a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el. Az utolsó méréskor a legnagyobb LAI-értéket a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél mértük, az ettől nagyobb adagú kezelésekben LAI-értéke nem különbözött jelentősen a kontrollétól (23.ábra).

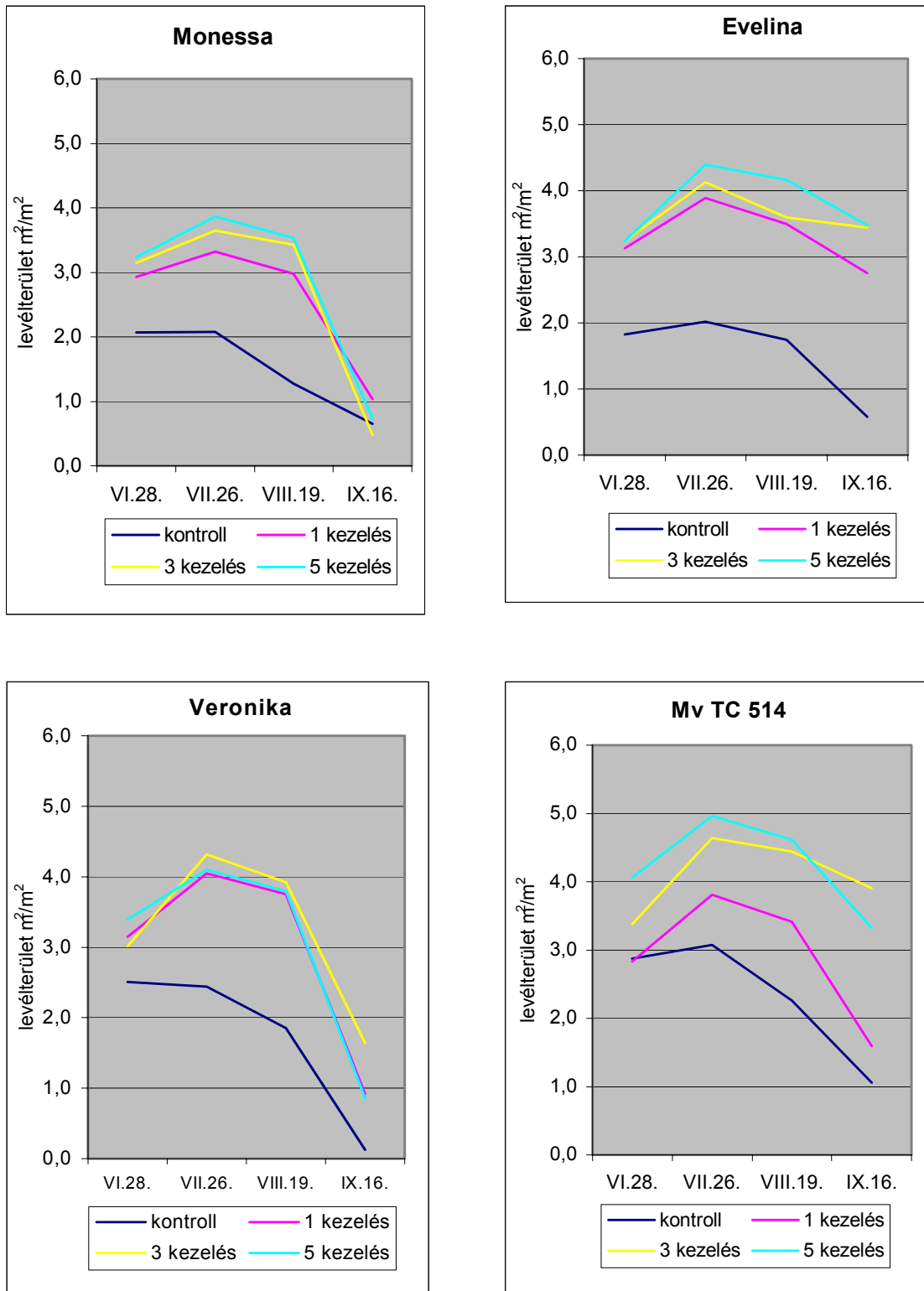
Az Evelina SC levélterületi-indexe mind a négy mérés alkalmával a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb, maximális termését viszont a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el. A hibrid LAI-értéke a kontroll (műtr. nélküli) körülmények között ($1-2 \text{ m}^2/\text{m}^2$) jóval elmaradt a műtrágyázott parcellákhoz viszonyítva, melyeknek az értéke $3-4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ között mozgott (23.ábra).

A Veronika SC LAI-értéke az első méréskor (VI.28.) a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél érte el a maximumát $3,39 \text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. Ezt követően a levélterületi index értéke a $N_{120}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb, termésé viszont a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el a maximumát. A kontroll LAI-értéke mind a négy mérés során a műtrágyázott parcellák értékei alatt maradt (28.ábra).

Az Mv TC 514 középérésű hibrid legnagyobb LAI-értéke a VII. 26-ai mérésben volt ($4,96 \text{ m}^2/\text{m}^2$), a $N_{120}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél. Az utolsó két mérés során a levélterületi index csökkenése volt tapasztalható. A csökkenés mértéke a $N_{120}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelésnél volt a legkisebb. Az első három mérés alkalmával a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük a legnagyobb LAI-értéket, és ebben a kezelésnél érte el a hibrid a maximális termését (23.ábra).

Összességében megállapítható, hogy 1999-ben a legtöbb esetben a hibridek a legnagyobb LAI-értéküket ($3,86-4,96 \text{ m}^2/\text{m}^2$) és a maximális termésüket is a $N_{200}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél érték el. A vizsgált három év közül 1999-ben volt a legnagyobb a hibridek levélterületi-indexe.

23. ábra. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére, 1999



5.6.2. A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek LAI-értékére 2000-ben

A Monessa SC levélterületi indexe az első mérés alkalmával (VI.13) fokozatosan növekedett a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyahatóanyag kezelésig, ahol 2,52 m²/m² értéket ért el. A további három mérés alkalmával is ugyanebben a kezelésnél mértük a legnagyobb értékeket A hibrid legnagyobb termését is ebben a kezelésnél érte el. Az utolsó méréskor (VIII.19.) a LAI-értéke a kontroll (műtr. nélküli) körülmények között (1,5 m²/m²) jóval elmaradt a műtrágyázott parcellákhoz viszonyítva (2,63-3 m²/m²) (24.ábra).

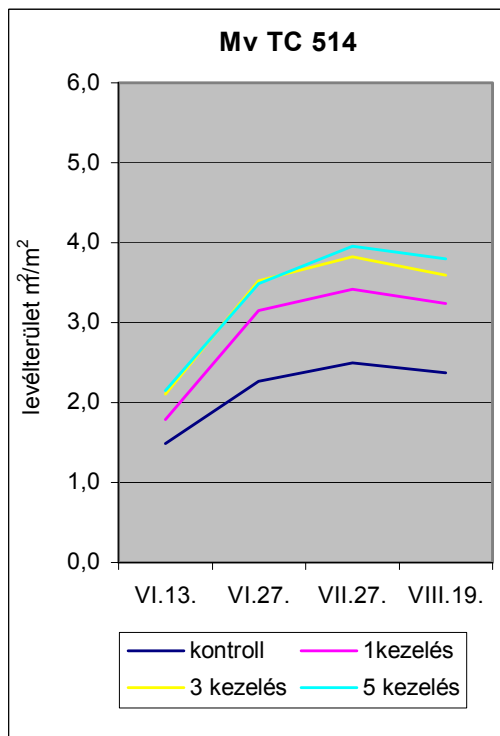
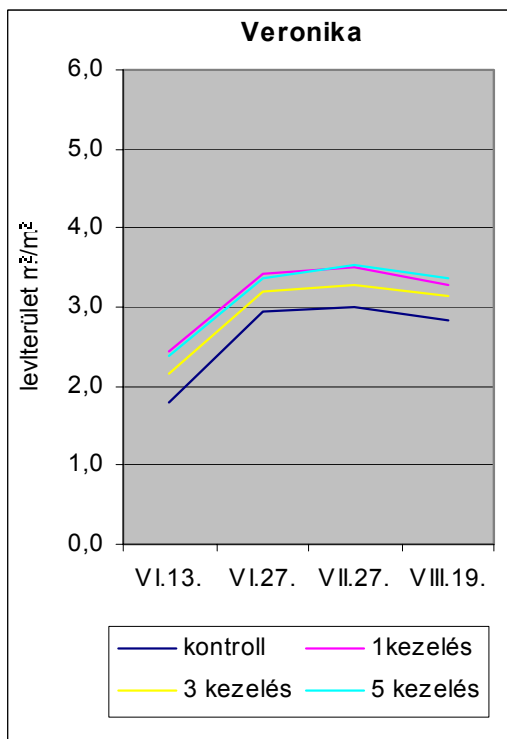
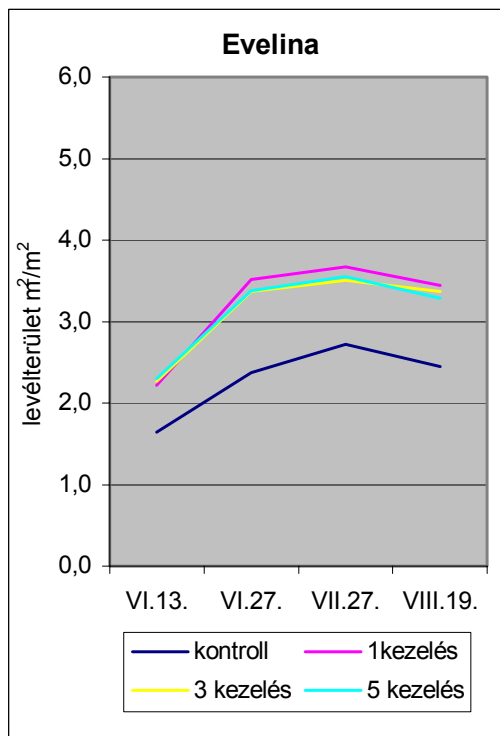
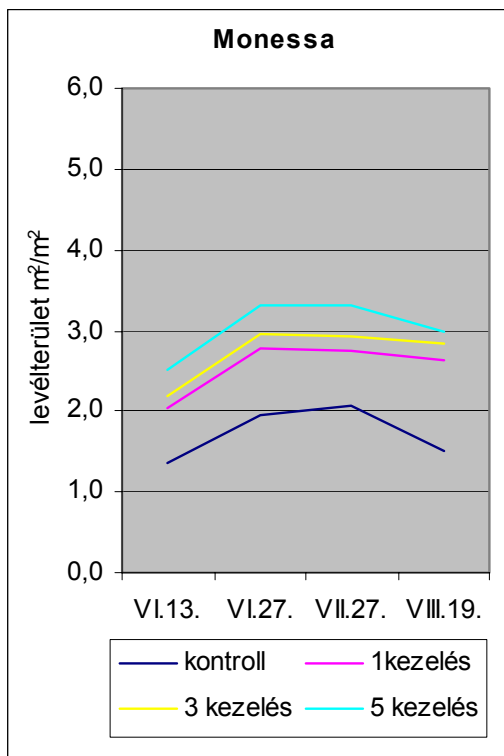
Az Evelina SC korai érésű hibrid LAI-értéke az első méréskor a kontroll parcellán volt a legkisebb, a műtrágyázott parcellák értékei között pedig nem volt jelentős különbség. A tenyészidő további részében legnagyobb értékek a N₄₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelés parcelláin voltak, az ettől nagyobb adagú műtrágyakezelések csökkentették a hibrid levélterületi indexét. Maximális termését viszont a N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél érte el. (24.ábra).

A Veronika SC levélterületi index értéke mind a négy mérés alkalmával a N₄₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél volt a legkisebb. A tenyészidő folyamán a LAI-értéke a N₂₀₀+PK kg/ha műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb, és a termése is ennél a kezelésnél érte el a maximumát. (24.ábra).

Az Mv TC 514 LAI-értéke a tenyészidőszak során folyamatos növekedést mutatott. A mérések alapján megállapítható, hogy az NPK hatóanyag növelése –különösen a N₄₀+PK kg/ha hatóanyagú kezelés- a LAI-érték jelentős növekedését eredményezte. Maximális levélterületi indexe 4,01 m²/m² volt, amelyet a harmadik méréskor (VII.27.) ért el a legnagyobb adagú N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél. Legnagyobb termését is ennél a kezelésnél mértük. (24.ábra).

Összességében megállapítható, hogy 2000-ben a vizsgált hibridek többsége a legnagyobb LAI-értékét (3,32-3,95 m²/m²) a N₂₀₀+PK kg/ha-os műtrágyakezelésnél érte el. A kedvezőtlen évjárat miatt ez 0,54-1,01 m²/m²-el elmarad az 1999-ben mért értékektől.

24. ábra. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére, 2000



5.6.3. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére 2001-ben

A Monessa SC LAI-értéke a kontroll kezelésnél $0,98 \text{ m}^2/\text{m}^2$, műtrágyázott körülmények között pedig $1,4-1,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$ volt az első méréskor (VI.12). A tenyészidő további részében a $\text{N}_{200}+\text{PK}$ kg/ha műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb a levélterületi indexe és ezzel összefüggésben a termése is (25.ábra).

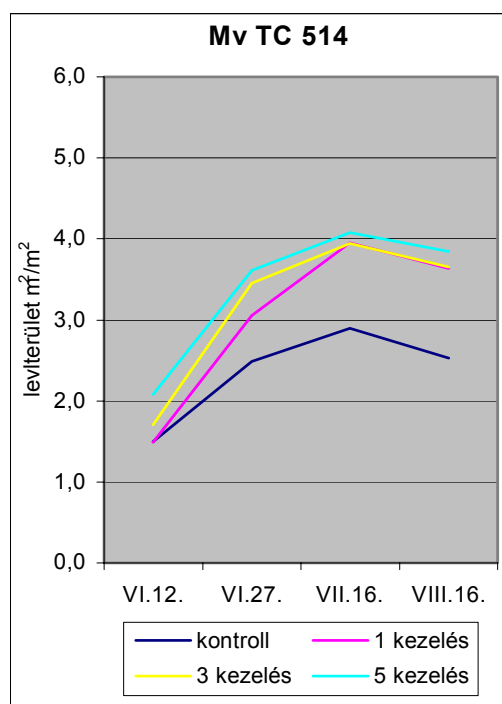
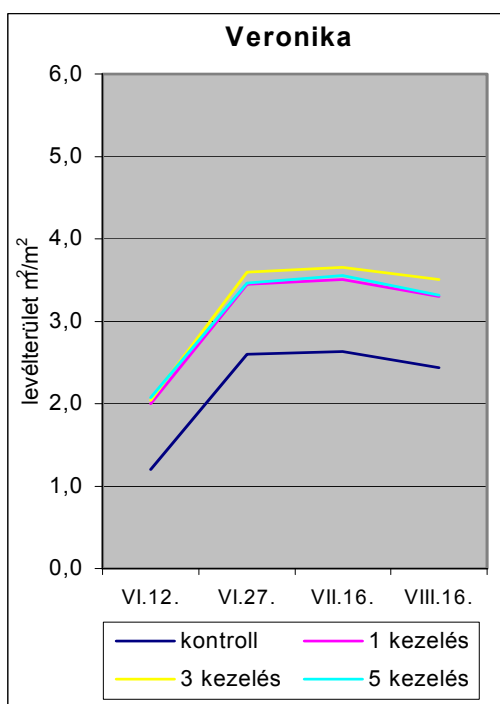
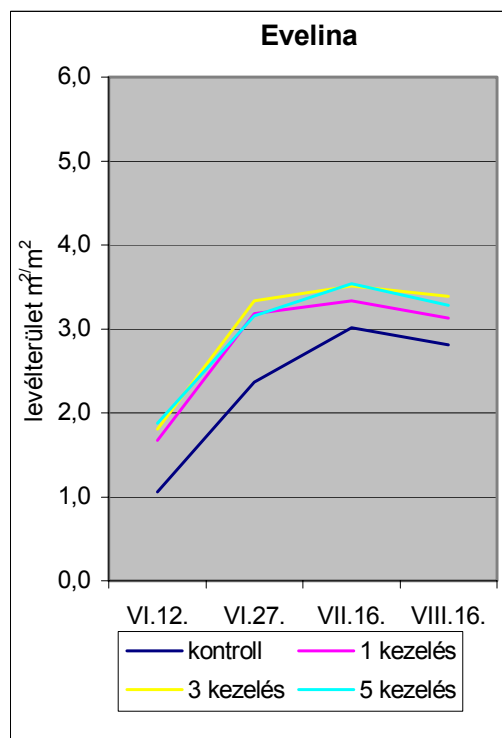
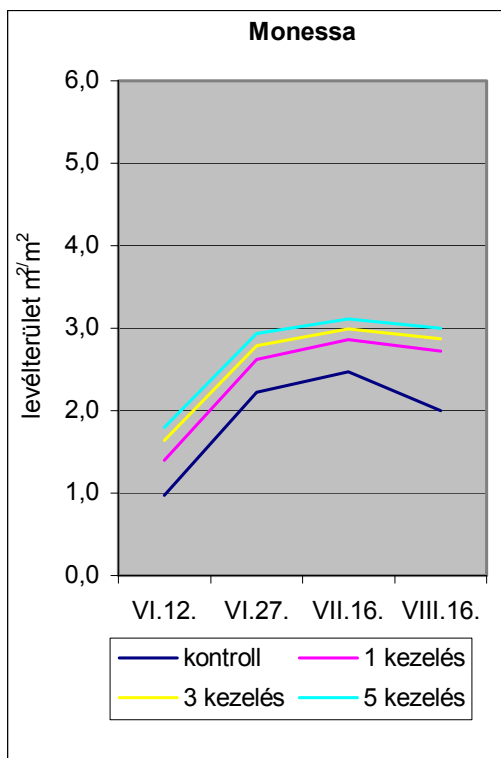
Az Evelina SC levélterületi indexe az első mérés alkalmával a $\text{N}_{40}+\text{PK}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél jelentősen növekedett a kontroll értékéhez képest, a műtrágyaadagok további növelése csak mérsékelt LAI-érték növekedést eredményeztek. A további három mérés során is azt tapasztaltuk, hogy a kontroll levélterületi index értéke minden esetben a műtrágyázott parcellák értékei alatt maradt (25.ábra).

A Veronika SC LAI-értéke a tenyészidő elején meredek emelkedést mutatott, majd a továbbiakban nem változott jelentősen. Mind a négy mérés alkalmával a levélterületi index a $\text{N}_{40}+\text{PK}$ kg/ha-os kezelésnél mutatott jelentős növekedést a kontrollhoz képest. A műtrágyaadagok további növelése csak kis mértékben növelte a hibrid levélterületi index értékét. A tenyészidő alatt a maximális LAI-értéket a $\text{N}_{120}+\text{PK}$ kg/ha kezelésnél érte el, termése azonban a $\text{N}_{200}+\text{PK}$ kg/ha kezelésig növekedett (25.ábra).

Az Mv TC 514 levélterületi indexe a tenyészidőszak alatt jelentősen növekedett. Az első mérés során a kontroll és a $\text{N}_{40}+\text{PK}$ kg/ha-os műtrágyakezelés értékei alig különböztek egymástól. A későbbiekben a műtrágyázott parcellák LAI-értékei meredeken emelkedtek, és a harmadik méréskor érték el maximumukat ($4 \text{ m}^2/\text{m}^2$). A hibrid LAI-értéke a tenyészidő során a $\text{N}_{200}+\text{PK}$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el a maximális értékét és a legnagyobb termését is (25.ábra).

Összességében megállapítható, hogy a kukorica tenyészideje során a LAI-értékének növekedése volt tapasztalható, valamint a korábbi érésű hibridek levélterületi indexe mind a négy mérés alkalmával kisebb volt, mint a későbbi érésű hibrideké. A hibridek többségénél a $\text{N}_{40}+\text{PK}$ kg/ha-os műtrágyakezelés okozott jelentős LAI-érték növekedést a kontrollhoz képest. A további műtrágya hatóanyag növelésével a hibridek levélterülete csak kismértékben növekedett. A hibridek LAI-indexe a $\text{N}_{120}+\text{PK}$ kg/ha és a $\text{N}_{200}+\text{PK}$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el a maximumát, amelyet követett a termések alakulása is.

25. ábra. A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI-értékére, 2001



5.7. A műtrágyázás hatása a különböző genetikai tulajdonságú hibridek fotoszintetikus aktivitására

5.7.1. 1999 év eredményeinek értékelése

A kukorica tenyészidejében 1999-ben négy, 2000-ben pedig három alkalommal mértük a Monessa SC, az Evelina SC, a Veronika SC, és az Mv TC 514 hibridek fotoszintetikus aktivitását a kontroll, az 1-es ($N_{40}+PK$ kg/ha), a 3-as ($N_{120}+PK$ kg/ha) és az 5-ös ($N_{200}+PK$ kg/ha) műtrágyakezeléseknél.

Az első mérés során (1999.07.01.) a Monessa SC fotoszintetikus aktivitása a műtrágyaadagok növelésével a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésig emelkedett. Ehhez képest az $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél kismértékű visszaesés volt tapasztalható.

Az Evelina SC fotoszintézis intenzitása a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el a maximumát. A nagyobb adagú műtrágyakezelések hatására további növekedés nem történt.

A Veronika SC fotoszintézise legintenzívebb a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél volt, az ettől nagyobb ($N_{200}+PK$ kg/ha) hatóanyag-mennyiség nem eredményezett további növekedést.

Az Mv TC 514 fotoszintézis intenzitása a Veronika hibridhez hasonlóan alakult. A legnagyobb értéket ebben az esetben is a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük, a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél kismértékű csökkenés következett be.

A második méréskor (1999.07.22.) a Monessa SC fotoszintetikus aktivitása alacsony szintről indult a kontroll kezelésnél, majd a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelés hatására jelentősebb növekedés történt. A legnagyobb értéket a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük.

Az Evelina SC fotoszintézisének intenzitása a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el a maximális értéket. Ehhez képest az $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél csökkenés volt tapasztalható.

A Veronika SC fotoszintetikus aktivitása a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél volt a legalacsonyabb, míg legnagyobb értékét a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

Az Mv TC 514 fotoszintézisének intenzitása volt a legalacsonyabb a négy hibrid közül. Maximális értékét –amely a vizsgált hibridek közül szintén a legalacsonyabb volt- a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük. A harmadik mérés 1999.08.16-án volt. A Monessa SC fotoszintézis intenzitása a kontrollnál igen alacsony volt. A műtrágyaadagok növelésével párhuzamosan növekedés figyelhető meg. A legnagyobb értéket a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél kaptuk.

Az Evelina SC fotoszintetikus aktivitása is igen alacsony volt a kontroll kezelésnél. A $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél fotoszintézise a kontroll érték több mint kétszeresére növekedett, és a műtrágyaadagok növelésével tovább emelkedett. Maximális értékét a $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el.

A Veronika SC fotoszintézise a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél volt a legintenzívebb. A műtrágyaadagok további növelésével fotoszintézise mérséklődött.

Az Mv TC 514 fotoszintézis intenzitása a kontrollnál viszonylag magas volt. A legnagyobb értéket a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük.

A negyedik mérés a tenyészidőszak végén történt (1999.09.15.). Ekkorra a Monessa SC és az Evelina SC hibridek levélzete már teljesen leszáradt, ezért a méréseket csak a Veronika SC és az Mv TC 514 hibrideken tudtuk elvégezni.

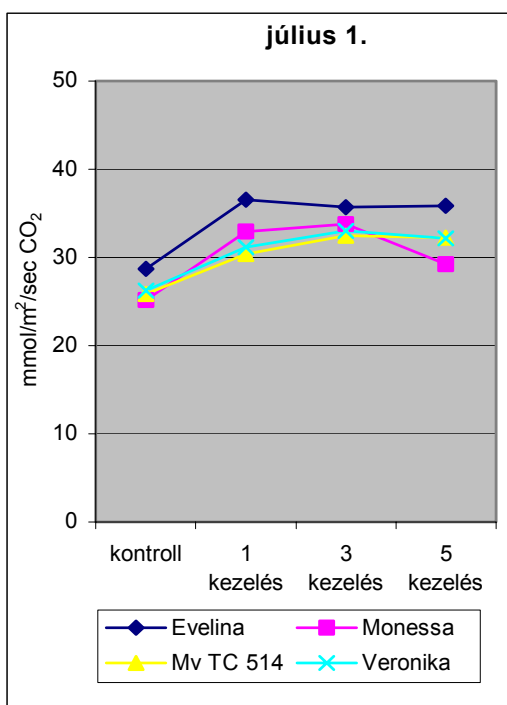
A Veronika SC fotoszintézis intenzitása a kontroll kezelésnél alacsony volt, amelyet a nagyobb adagú műtrágyakezelések sem növeltek jelentős mértékben. Legnagyobb értékét a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el.

Az Mv TC 514 fotoszintetikus aktivitása a műtrágyakezelések hatására jelentősen nem változott a kontroll kezeléshez képest. Maximális értéke a legkisebb $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél volt.

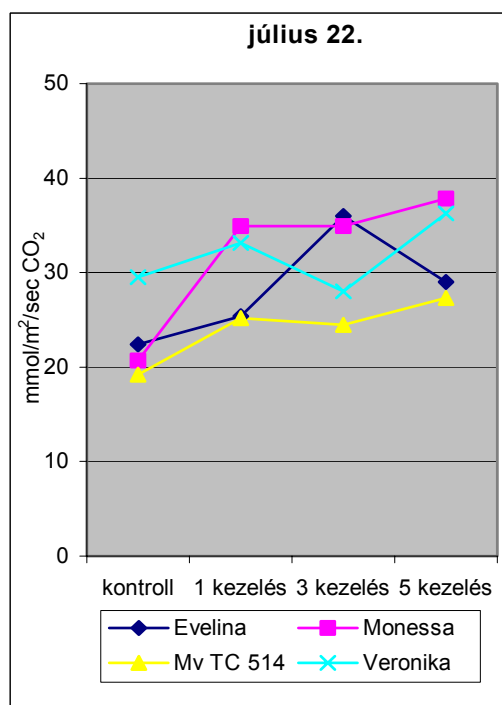
Összefoglalva megállapítható, hogy 1999-ben az első három mérés során a hibridek átlagában a műtrágyakezelések a kontrollhoz képest szignifikánsan növelték a fotoszintézis aktivitását. Az egyes műtrágyakezelésekben mért értékek között statisztikailag igazolható különbség nem volt. A negyedik méréskor nem volt szignifikáns különbség az egyes kezelésekben mért értékek között a vizsgált hibridek átlagában.

Az 1999 év vizsgálati eredményeit a 26. ábra és a 11. táblázat szemlélteti.

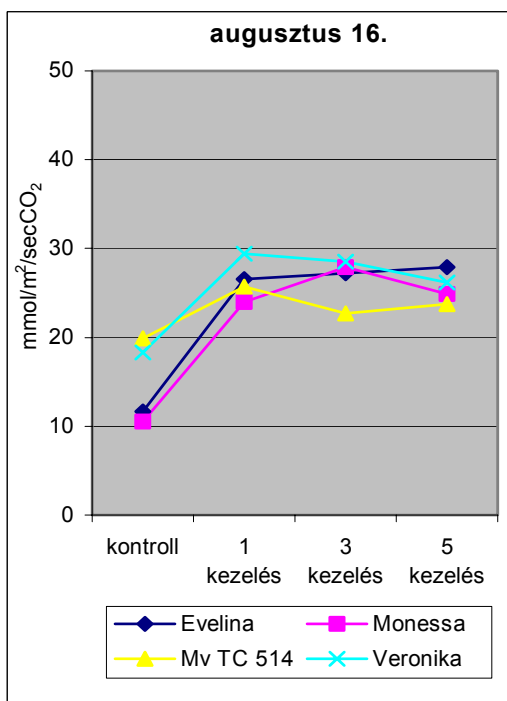
26. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitására, 1999
Az $SzD_{5\%}$ értékek a műtrágyakezelések között a hibridek átlagában értendők



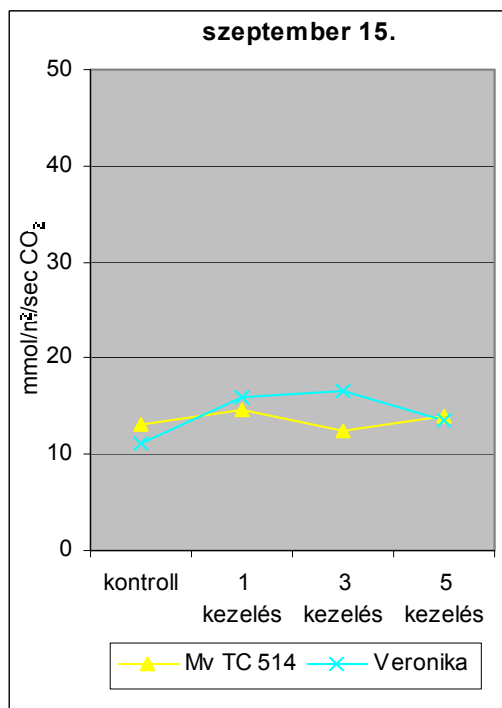
$SzD_{5\%}=5,85$



$SzD_{5\%}=6,39$



$SzD_{5\%}=5,04$



$SzD_{5\%}=4,7$

5.7.2. 2000 év eredményeinek értékelése

2000-ben három alkalommal történt fotoszintézis intenzitás mérés: június 28-án, július 25-én és augusztus 21-én (27.ábra).

Az első mérés 2000.06.28-án volt. A Monessa SC fotoszintetikus aktivitása a kontroll kezelésnél magas volt. Maximális értékét már a legkisebb $N_{40}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelésnél elérte, a műtrágyaadagok további növelésével fotoszintetikus aktivitása már nem növekedett.

Az Evelina SC fotoszintézise a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél jelentősen nagyobb volt, mint a kontroll kezelésnél. A maximális értékét is ennél a kezelésnél érte el.

A Veronika SC fotoszintézis intenzitása a kontroll kezelésnél alacsony volt. A $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél értéke jelentősen növekedett, és ennél a kezelésnél mértük a legnagyobb értéket is.

Az Mv TC 514 fotoszintetikus aktivitása eltérően alakult a többi hibridhez képest, ugyanis legnagyobb értékét nem a $N_{40}+PK$ kg/ha, hanem a $N_{120}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelésnél érte el.

A második mérés (2000.07.25.) során a Monessa SC fotoszintézis intenzitása a trágyázás hatására a kontrollhoz képest fokozatos növekedést mutatott. Legnagyobb értéke a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél volt.

A vizsgált hibridek közül az Evelina SC fotoszintetikus aktivitása volt a legalacsonyabb a kontroll kezelésnél. A legnagyobb értékét a $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél érte el.

A Veronika SC fotoszintézisének intenzitása is a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél volt a legnagyobb, amely ehhez képest a $N_{200}+PK$ kg/ha kezelésnél jelentősen csökkent.

Az Mv TC 514 fotoszintetikus aktivitása a $N_{120}+PK$ kg/ha hatóanyagú kezelésig növekedett. A $N_{200}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél már ettől kisebb értéket mértünk.

A harmadik mérés 2000.08.21-én volt. A Monessa SC fotoszintézis intenzitása a kontroll kezelésnél volt a legkisebb. Maximális értékét a $N_{120}+PK$ kg/ha kezelésnél érte el.

Az Evelina SC fotoszintetikus aktivitása a $N_{40}+PK$ kg/ha műtrágyakezelésnél volt a legnagyobb.

A középérésű Veronika SC fotoszintézise a kontroll kezelésnél intenzív volt. A legnagyobb értéket a $N_{40}+PK$ kg/ha kezelésnél mértük.

Az Mv TC 514 fotoszintézis intenzitása is a legkisebb adagú N₄₀+PK kg/ha műtrágyakezelésnél érte el a maximumát.

Összességében megállapítható, hogy 2000 évben, amely kedvezőtlen évjárat volt a kukorica számára a hibridek legnagyobb fotoszintetikus aktivitásukat a N₄₀+PK kg/ha és a N₁₂₀+PK kg/ha műtrágyakezeléseknél érték el. A első méréskor N₄₀+PK kg/ha és a N₁₂₀+PK kg/ha műtrágyakezelésekben mért értékek a kontrollhoz képest szignifikánsan nagyobbak voltak. A második és harmadik méréskor a kontroll kezelésnél mért értékek a műtrágyázott parcellák értékeitől statisztikailag igazolhatóan kisebbek voltak.

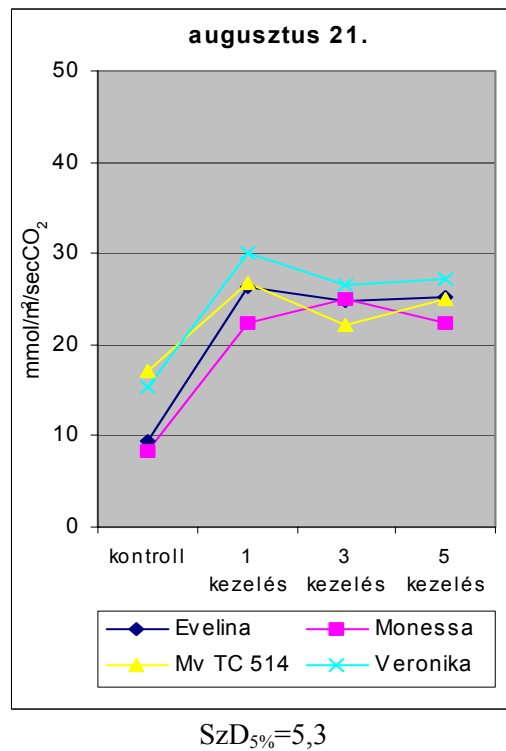
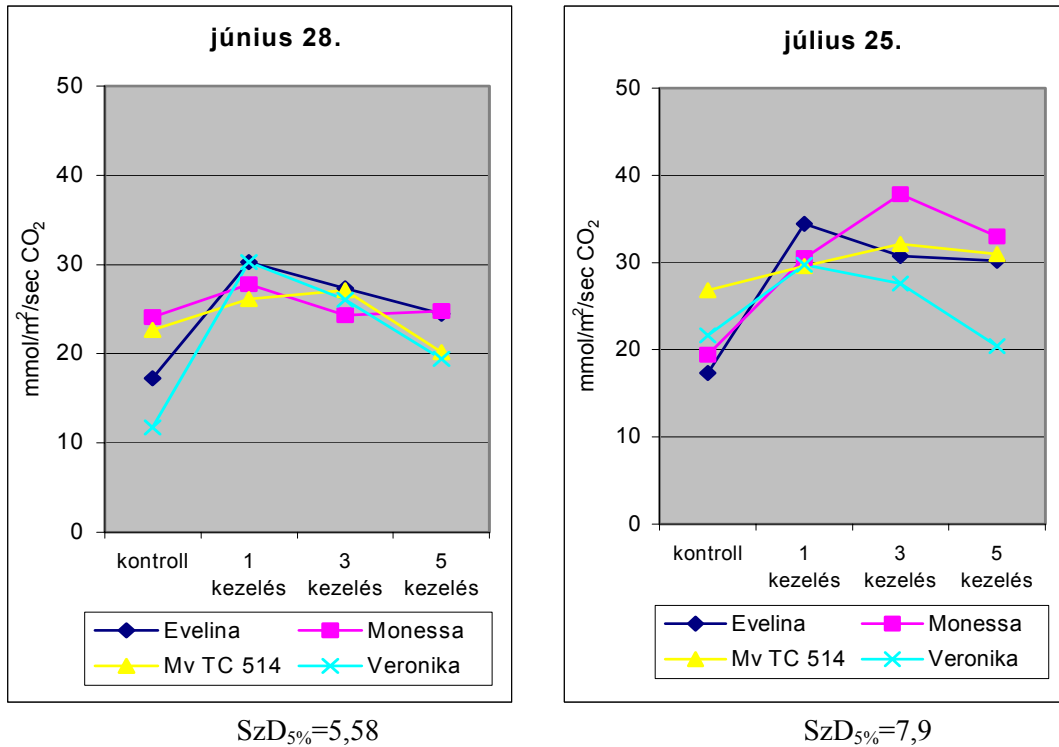
A 2000 év vizsgálati eredményeit a 27. ábra és a 11. táblázat szemlélteti.

11. táblázat. A fotoszintetikus aktivitás változása a tápanyagellátás függvényében, 1999, 2000

kezelés	1999				2000		
	07.01.	07.22.	08.16.	09.15	06.28.	07.25.	08.21.
Kontroll	26,47	22,96	15,08	12,15	18,94	20,53	12,54
1 kezelés	32,77	29,68	26,43	15,29	28,63	31,09	26,35
3 kezelés	33,73	30,86	26,6	14,55	26,21	32,05	24,64
5 kezelés	32,53	32,6	25,68	13,82	22,21	28,66	24,95
SzD_{5%}	5,85	6,39	5,04	4,7	5,58	7,9	5,3

27. ábra. A tápanyagellátás hatása a kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitására, 2000

Az $SzD_{5\%}$ értékek a műtrágyakezelések között a hibridek átlagában értendők



6. ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánk ökológiai adottságai indokolják, hogy a szántóterület jelenleg mintegy 60%-át gabonafélék foglalják el. A kukorica (a silókukoricával együtt) 1946 óta a legnagyobb területen termelt szántóföldi kultúránk, és valószínűleg jelentős szerepet fog betölteni növénytermesztésünk szerkezetében a jövőben is. A kukoricatermesztés fejlesztésében rendkívül nagy jelentősége van a termesztési tényezők (ökológiai, biológiai és agrotechnikai) közötti pozitív interaktív hatások kihasználásának, illetve a hibridspecifikus technológiák alkalmazásának, ahol a ráfordítások színvonalát (tápanyagellátás, növényvédelem) a hibrid intenzitásának megfelelően kell megválasztani.

Vizsgálataimat 1999-2001 években végeztem. A kísérlet talaja mészlepedékes csernozjom volt, amely közepes tápanyagtartalommal és jó tápanyag-dinamizmussal rendelkezett. Az elővetemény mind a három évben kukorica volt. A három vizsgálati év időjárása eltérően alakult. 1999-ben 35,1 mm-rel több, 2000-ben 64,4 mm-el, 2001-ben 23,9 mm-rel kevesebb csapadék hullott a kukorica tenyészidejében a 30 éves átlaghoz képest. A kísérletbe szerepeltek hazai (Szegedi, Martonvásári, Debreceni) és külföldi (Pioneer, Monsanto) nemesítésű hibridek egyaránt.

Kutatásaim során a Hajdúság adott ökológiai feltételei mellett vizsgáltam a termesztési tényezők, ezen belül kiemelten a tápanyagellátás hatását tíz különböző genotípusú kukoricahibrid fontos értékmérő tulajdonságára, illetve a termésképződés szempontjából fontos élettani folyamatára, amelyek a következők voltak:

- termőképesség
- természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képesség
- trágyareakció
- vízleadási dinamika, betakarításkori szemnedvesség
- levélterületi index (LAI) illetve ennek változása a tenyészidő során, és összefüggését a terméssel
- nyersfehérje-, keményítő-, illetve nyersolajtartalom
- makro-, mezo- és mikroelemtartalom
- különböző gombás fertőzöttség és toxinszennyezettség mértéke
- fotoszintetikus aktivitás

A kísérlet mindhárom évében a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett 5 műtrágyalépcsőt alkalmaztam, ahol a legkisebb műtrágyaadag 40 kg N, 25 kg P₂O₅, és 30 kg K₂O hatóanyag volt hektáronként. A legnagyobb adag pedig ezen dózis ötszöröse azaz 200 kg N; 125 kg P₂O₅; 150 kg K₂O, hatóanyag volt hektáronként.

1999 kedvező évjárat volt a kukorica számára. A hibridek legnagyobb termésüket 12,17-15,26 t/ha, a N₂₀₀+PK kg/ha műtrágyakezelésnél érték el.

A vizsgált hibridek közül legnagyobb termése a Colomba SC (15,26 t/ha) és a Filia SC (14,77 t/ha) hibrideknek volt. 2000 év időjárása kedvezőtlen volt a kukorica számára. A hibridek maximális termése 1,74-3,14 t/ha-al kevesebb volt mint 1999-ben. Legnagyobb termése a Filia SC (13,03 t/ha) és az Mv TC 514 (11,61 t/ha) hibrideknek volt.

2001 átlagos évjárat volt a kukorica számára. A hibridek maximális termésüket 11,2-13,23 t/ha-t a N₁₆₀+PK kg/ha és a N₂₀₀+PK kg/ha műtrágyakezeléseknél érték el. A vizsgált hibridek közül a Colomba SC (13,23 t/ha) Filia SC (13,18 t/ha) érték el a legnagyobb hektáronkénti termést. A vizsgálatok alapján a hibrideknek elegendő a N₄₀₋₁₂₀; P₂O₅₂₅₋₇₅; K₂O₃₀₋₉₀ kg/ha-os hatóanyag kijuttatása.

A kukoricahibridek vízleadási dinamikájára és betakarításkori szemnedvesség tartalmára a hibrid tenyészidején és genotípusán kívül az évjárat (ezen belül a tenyészidőszak csapadékviszonyai) és a tápanyagellátás is jelentős hatást gyakorol.

A tápanyagellátás hatása a betakarításkori szemnedvesség tartalomra összetett. A tápanyagok mennyiségének növelésével egy bizonyos szintig (az optimális mennyiségig) csökkenthető a betakarításkor mért szemnedvesség értéke, a túl nagy mennyiségű tápanyag viszont nagyobb betakarításkori szemnedvesség tartalmat eredményez. Vizsgálataimban az 1-es és a 3-as kezelések (N₄₀+PK kg/ha, N₁₂₀+PK kg/ha) több esetben szignifikánsan is csökkentették a hibridek betakarításkori szemnedvesség értékeit a kontrollhoz, valamint a legnagyobb adagú kezeléshez képest (N₂₀₀+PK kg/ha). A műtrágyázás és a beltartalom között szoros összefüggés állapítható meg. A N műtrágyázás több esetben is szignifikánsan növelte a szem nyersfehérje tartalmát, a keményítőtartalmát pedig csökkentette. A hibridek nyersolajtartalma évjáratról és genotípustól függően változott. Egyes hibridek nyersolajtartalma stabil volt (Monessa SC, Evelina SC), míg másoké eltérően alakult (Veronika SC, Mv TC 514) a két vizsgált évben. Műtrágyázás hatására a legtöbb esetben az elemtartalom csökkent (P, K, Mg), kivéve a makroelemek közül a N-t, a mezoelemek közül a Ca-ot, amelyek mennyisége a N₁₂₀+PK kg/ha hatóanyag kezelésig nőtt. A növekvő NPK-műtrágyázás

hatására a kukoricaszem Zn-tartalma csökkent. Ez a csökkenés a DK 366 SC, Debreceni SC 351, Colomba SC és Filia SC hibridek esetében nem volt statisztikailag igazolható. A Norma SC és a DK 471 SC hibridek Zn-tartalma a N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél szignifikánsan kisebb volt, mint a műtrágyázás nélkül.

A gombás fertőzöttségét tekintve megállapítható, hogy a hibrideknek a *Penicillium* spp. és a *Fusarium* spp. fertőzöttsége volt a legnagyobb. Az *Aspergillus* spp. fertőzöttség igen alacsony, míg az *Alternaria* spp. fertőzöttség alig volt kimutatható. A különböző műtrágyakezelésekben az egyes hibridek fertőzöttsége között statisztikailag igazolható különbségek voltak. A műtrágyázás nélküli kezelésben az Mv TC 514 és az Evelina SC *Fusarium* spp. fertőzöttsége szignifikánsan nagyobbak bizonyult a Monessa SC és a Veronika SC hibridekhez képest. A N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél az Evelina SC *Aspergillus* spp. fertőzöttsége statisztikailag igazolhatóan meghaladta a többi hibrid fertőzöttségének mértékét, valamint az Mv TC 514 hibrid *Fusarium* spp. fertőzöttsége megbízhatóan nagyobb volt a Veronika SC hibridhez képest.

A vizsgált toxinok (F-2, T-2, DON, DAS) mennyisége igen alacsony volt, esetenként nem is lehetett kimutatni a mintákból. Legnagyobb mennyiségben a DON toxin, legkisebb mennyiségben pedig a T-2 toxin fordult elő a hibridek szemmintáiban. A műtrágyázás nem befolyásolta szignifikánsan a toxintartalmat, és az eltérő genotípusok közti különbségek sem haladták meg a statisztikai igazolhatóság határát.

A LAI-érték alakulása kukoricahibridtől és évjáratától függően változott. Kedvező évjáratban a hibridek maximális LAI-értéke 3,86-4,96 m²/m² volt. A LAI-érték és a termés között szoros összefüggés állapítható meg. Adott évjáratban legnagyobb volt a LAI-értéke az Mv TC 514 hibridnek (a legnagyobb N₂₀₀+PK kg/ha műtrágyakezelésnél), és a termésmaximumát is (13,86 t/ha) ennél a kezelésnél érte el.

Kedvezőtlen évjáratban alacsonyabbak voltak a LAI-értékek is. Ekkor a hibridek legnagyobb LAI-értéke 3,32-3,95 m²/m² között változott, ami az időjárási viszonyokkal összefüggésben 2-3 t/ha terméscsökkenéssel járt.

A levélfelület nagysága kedvezően befolyásolja a kukorica fotoszintetikus aktivitását. Kedvező évjáratban a hibridek maximális fotoszintézis aktivitása a N₁₂₀+PK kg/ha és a N₂₀₀+PK kg/ha, míg kedvezőtlen évjáratban a N₄₀+PK kg/ha és a N₁₂₀+PK kg/ha műtrágyakezeléseknél volt. A kontrollhoz viszonyítva a műtrágyázott parcellákon mért értékek szignifikánsan nagyobbak voltak, viszont a műtrágyakezelésben részesült parcellák közti különbség nem volt szignifikáns.

7. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A korszerű kukoricahibridek legfontosabb tulajdonságait az adott termőhelyre szabadföldi kísérletekkel lehet meghatározni. Az így kapott eredmények más termőhelyre is adaptálhatóak.
2. A hatékony és környezetkímélő kukoricatermesztés csak hibridspecifikus technológiákkal valósítható meg.
3. Az évjárathatás, a csapadékellátottság 3-4 t/ha-al is képes a termést csökkenteni kedvezőtlen évjárásban.
4. A kukoricatermesztésben egyre korszerűbb hibridek állnak rendelkezésre, amelyeknek potenciális termőképessége kiemelkedően nagy. A globális felmelegedés következtében az időjárási szélsőségek, az aszályos évjáratok gyakorisága nő, ezért törekedni kell az ökológiai, biológiai és az agrotechnikai tényezők közötti pozitív interaktív hatások jobb kihasználására, melynek egyik eleme a jó alkalmazkodóképességű hibridek választása, a másik pedig a hibridspecifikus technológia alkalmazása.
5. A jó természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességgel rendelkező hibridek (Filia SC, Mv TC 514) természetesen eredményesen alacsony ráfordítási színvonal mellett.
6. Az újabb kukoricahibrideknek a kedvező természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességük mellett jelentősen javult a trágyareakciójuk is. Míg korábban 180 kg/ha, addig napjainkban 120 kg/ha N hatóanyag jelenti az agroökológiai optimumot.
7. A kukoricahibridek az érés időszakában az optimális műtrágyakezelésnél tudják leggyorsabban leadni víztartalmukat.
8. A kukoricahibridek számára az előveteménytől, évjárattól a talaj tápanyagellátottságától függően, valamint a hatékonysági és környezetvédelmi szempontokból is elegendő a N_{40-120} $P_2O_5_{25-75}$ K_2O_{30-90} kg/ha hatóanyag.
9. A műtrágyázás és a beltartalom között szoros összefüggés állapítható meg. A N műtrágyázás több esetben is szignifikánsan növelte a szem nyersfehérje tartalmát, a keményítőtartalmát pedig csökkentette. A hibridek nyersolajtartalma évjárattól és genotípustól függően változott. Egyes hibridek nyersolajtartalma stabil volt (Monessa SC, Evelina SC), míg másoké eltérően alakult (Veronika SC, Mv TC 514) a két vizsgált évben.

10. Műtrágyázás hatására a legtöbb esetben az elemtartalom csökkent (P, K, Mg), kivéve a makroelemek közül a N-t, a mezoelemek közül a Ca-ot, amelyek mennyisége a N₁₂₀+PK kg/ha hatóanyag kezelésig nőtt. A mikroelemek közül a cinktartalom a műtrágyaadagok növelésével jelentős mértékben csökkent.
11. A P₂O₅-műtrágyázás és a kukoricaszem Zn-tartalma közötti összefüggés hibridspecifikus. A DK 366 SC, Debreceni SC 351, Colomba SC és Filia SC hibridek Zn-tartalma a műtrágyakezelések hatására nem változott szignifikánsan. A Norma SC és a DK 471 SC hibridek Zn-tartalma a N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél szignifikánsan kisebb volt, mint a műtrágyázás nélküli kezeléseknél.
12. A vizsgált hibridek gombás fertőzöttségét az NPK műtrágyázás kisebb, míg a természetett hibrid tulajdonsága nagyobb mértékben, több esetben statisztikailag igazolhatóan is befolyásolta. A különböző műtrágyakezelésekben az egyes hibridek fertőzöttsége között statisztikailag igazolható különbségek voltak. A műtrágyázás nélküli kezelésben az Mv TC 514 és az Evelina SC *Fusarium* spp. fertőzöttsége szignifikánsan nagyobbak bizonyult a Monessa SC és a Veronika SC hibridekhez képest. A N₂₀₀+PK kg/ha kezelésnél az Evelina SC *Aspergillus* spp. fertőzöttsége statisztikailag igazolhatóan meghaladta a másik három vizsgált hibrid fertőzöttségének mértékét, valamint az Mv TC 514 hibrid *Fusarium* spp. fertőzöttsége megbízhatóan nagyobb volt a Veronika SC hibridhez képest.
13. A vizsgált toxinok (F-2, T-2, DON, DAS) közül legnagyobb mennyiségben a DON toxin, legkisebb mennyiségben pedig a T-2 toxin fordult elő a hibridek szemmintáiban. A műtrágyázás nem befolyásolta szignifikánsan a toxintartalmat, és az eltérő genotípusok közti különbségek sem haladták meg a statisztikai igazolhatóság határát.
14. A LAI-érték alakulása kukoricahibridtől és évjáratától függően változott. Kedvező évjáratban a hibridek maximális LAI-értéke 3,86-4,96 m²/m² volt. A LAI-érték és a termés között szoros összefüggés állapítható meg. Adott évjáratban legnagyobb volt a LAI-értéke az Mv TC 514 hibridnek (a legnagyobb N₂₀₀+PK kg/ha műtrágyakezelésnél), és a termésmaximumát is (13,86 t/ha) ennél a kezelésnél érte el.
15. Kedvezőtlen évjáratban alacsonyabbak voltak a LAI-értékek is. Ekkor a hibridek legnagyobb LAI-értéke 3,32-3,95 m²/m² között változott, ami az időjárási viszonyokkal összefüggésben 2-3 t/ha termésesökkenéssel járt.

16. A különböző kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitása eltérő, amit a műtrágyakezelések is befolyásoltak. Kedvező évjáratban a hibridek maximális fotoszintézis aktivitása a $N_{120}+PK$ kg/ha és a $N_{200}+PK$ kg/ha, míg kedvezőtlen évjáratban a $N_{40}+PK$ kg/ha és a $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezeléseknél volt.
17. Legnagyobb mértékű volt a fotoszintetikus aktivitás növekedése a kontrollhoz képest a $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, az ezt követő műtrágyakezelések közötti különbségek már kisebbek voltak.
18. A fenntartható fejlődés érdekében részben biztosítani kell a talajok termékenységének megőrzését, hibridspecifikus technológiát kell alkalmazni, és maximálisan törekedni kell a termesztési tényezők közötti interakciók legjobb kihasználására.

8. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. A kukoricahibridek termőképességére, természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességére vonatkozó megállapítások a gyakorlatban közvetlenül is hasznosíthatóak.
2. A vizsgálati eredmények alapján eltérő technológiai változatok alakíthatóak ki, a ráfordítás színvonalának és a hibrid intenzitásának megfelelően, amelyek a hatékonyság mellett a környezet védelmét is biztosítják.
3. A kukoricatermesztésben a talaj tápelem ellátottságához és a hibrid igényéhez igazodó harmonikus tápanyag-visszapótlást kell biztosítani, amely a kellő hatékonyság mellett hosszabb távon a talaj termékenységének megőrzését is biztosítja.
4. A jelenleg termesztett kukoricahibridek számára előveteménytől és évjáráttól függően elegendő a $N_{40-120} P_2O_5_{25-75} K_2O_{30-90}$ kg/ha hatóanyag kijuttatása.
5. A hibrid megválasztásánál előnyben kell részesíteni a jobb alkalmazkodóképességű hibrideket az időjárási szélsőségek fokozódása miatt. Az agrotechnikai tényezőkön belül pedig a harmonikus tápanyag visszapótlás mellett az okszerű vetésváltásra, és az eddigieknél szakszerűbb növényvédelemre kell nagyobb hangsúlyt helyezni.
6. A kukoricahibridek betakarításkori szemnedvesség tartalmának alakulását a hibrid genetikai tulajdonságán kívül nagymértékben befolyásolja az évjáráthatás és a kijuttatott műtrágya mennyisége is. A hibridek érésidejében mutatott vízleadás üteme, dinamikája összefüggést mutat a betakarításkori szemnedvesség tartalom alakulásával.
7. A gyakorlat számára a termésmennyiségen kívül a minőség is fontos kérdés, amelyet nagymértékben befolyásol a szakszerű tápanyagellátás.
8. A hároméves vizsgálati eredmények a kísérleti területhez hasonló ökológiai adottságú területeken megfelelően adaptálhatóak.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. ALEXANDER, D.E. (1973): Illinois Maize Genetics Laboratory Research Activities. Urbana, USA
2. ÁRENDÁS T.-SARKADI J.-MOLNÁR O. (1998): Műtrágyahatások kukorica-őszi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 47. No. 1. 45-57.p.
3. BALÁZS E. (2002): Érvek tíz pontban. Magyar Mezőgazdaság. 57. évf. 1.szám. 19.p.
4. BÁLINT A. (1977a): A fehérjeképződés genetikája. In: Gazdasági növényeink produkciógenetikája. Szerk. Bálint A. Akadémiai Kiadó, Budapest. 107-122.p.
5. BÁLINT A. (1977b): Gazdasági növényeink produkciógenetikája. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
6. BÁLINT A. (1985): A kukorica nemesítése. In: A kukoricatermesztés kézikönyve. Szerk: Menyhért Z. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 116-133.p.
7. BÁLINT A.-GECZKI I.-KOVÁCS G.-né-MENYHÉRT Z. (1976): Fehérje és aminosav mutánsok előállítása a kukoricában. Növénytermelés. Budapest. Tom. 25. No. 4. 305-314. p.
8. BERZSENYI Z. (1993): A N-műtrágyázás és az évjárat hatása a kukoricahibridek (*Zea mays* L.) szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletekben az 1970-1991. években. Növénytermelés. Budapest. Tom. 42. No. 1. 49-63.p.
9. BERZSENYI Z. (2000): Növekedésanalízis a növénytermesztésben. Egyetemi jegyzet. Keszthely.
10. BERZSENYI Z.-GYŐRFFY B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés. Budapest. Tom. 44. No. 5-6. 507-517. p.
11. BERZSENYI Z.-GYŐRFFY B. (1997): Az istállótrágya és a műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és termésstabilitására monokultúrában tartamkísérletben. Növénytermelés. Budapest. Tom. 46. No. 5. 509-527. p.
12. BIRKÁS M. (1998): A tarlóművelés jelentősége a talajnedvesség megőrzésében. Agrofórum. Budapest. 7. évf. 8. szám. 10-12. p.
13. BIRKÁS M. (2001): A talajtömörödés kialakulása Magyarországon; következményei, megelőzésének és enyhítésének lehetőségei. Akadémiai doktori értekezés tézisei. Gödöllő. 46. p.

14. BIRKÁS M.-GYURICZA CS.-GECSE M.-PERCZE A. (1999): Az ismételt tárcsás sekélyművelés hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 48. No. 4. 387-402. p.
15. BLASKÓ L. (1983): Réti talaj Al-oldható Ca és Mg tartalmának változása tartós műtrágyázás hatására. Növénytermelés. Budapest. Tom. 32. No. 4. 539-547.p.
16. BOCZ E. (1962): Előtanulmány a 20 éves növénytermesztési célkitűzések elérésének feltételeiről. Készült az Országos Távlati Tudományos Tervkészítő Bizottság keretében, az Országos Tervhivatal megbízásából. 55.p.
17. BOCZ E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 257. p.
18. BOCZ E. (1981): A növénytermesztés ösztönző támogatása. Magyar Mezőgazdaság. 36. évf. 27.szám 9.p.
19. BOCZ E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 887. p.
20. BOCZ E.-NAGY J. (1981): A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. Növénytermelés. Budapest. Tom. 30. No. 6. 539-549.p.
21. BONCIARELLI, F.-MONOTTI, M. (1975): Growth analysis of hybrid corn of different earlines. Maydica. 20. 39-55. p.
22. CARDWELL, V. B. (1982): Fifty years of Minnesota corn production: Sources of yield increase. Agronomy Journal. 74. 984-990. p.
23. CSAJBÓK J. (2000): A termesztési tényezők és a produkció összefüggései kukoricában. In: Az agrár-termékpiacon és környezetük. XLII. Georgikon Napok 2000. szeptember 21-22. Keszthely. Szerk. SZABÓ F., Keszthely, 2000. VE Georgikon MTK, 231-235. p.
24. 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.
25. CSAJBÓK J.-KUTASY E. (2002): A tápanyagellátás és a fotoszintetikus aktivitás összefüggései kukorica hibrideknél. In: II. Növénytermesztési Tudományos Nap Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben. Proceedings. Budapest. Szerk. PEPÓ P.-JOLÁNKAI M. 173-180.p.
26. CSATHÓ P. (1992): K és P hatások kukoricában meszes csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom 41. No. 3-4. 241-261.p.

27. CSATHÓ P.-LÁSZTITY B.-SARKADI J. (1991): Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. Növénytermelés. Budapest. Tom. 40. No 4. 339-351.p.
28. DALE, R. F. -DANIELS, J. A. (1995): A weather-soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield probabilities. Agronomy Journal. 87. 1115-1121. p.
29. DÁNIEL P. (1998): Termesztési és környezeti tényezők hatása a kukorica elemtartalmára. Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei. Debrecen. 23.p.
30. DEBRECZENI B.-BORSAVÖLGYI T. (1983): Műtrágyázás hatása a talaj termékenységre. In: A talajtermékenység fokozása. XXV. Georgikon Tudományos Napok. Keszthely. 523-524.p.
31. DEBRECZENI B.-PÉTERFALVI A. (1994): Tartamműtrágyázás hatása az OMTK talajok savasodására. In: Trágyázási kutatások 1960-1990. Szerk. Debreczeni B.-Debreczeni B.-né. Akadémiai Kiadó. Budapest. 118-121.p.
32. DEBRECZENI B-né (1994): A termőhely-klíma-talajtípus hatása, főbb növényei tápelemkoncentrációjára az OMTK kísérletekben. In: Trágyázási Kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó. Budapest. 48-54.p.
33. DEBRECZENI B-né. (1985): A kukorica ásványi táplálkozása. In: A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985. Szerk. MENYHÉRT Z. 560.p.
34. DEBRECZENI B-né-SZLOVÁK S. (1985): A kukorica nitrogénfelvételének tanulmányozása 15-N jelzett műtrágyával. II. Magyar Növényvédelmi Kongresszus. MTA Szegedi Biológiai Központ. Előadás.
35. DOBOS A.-NAGY J. (1998): Az évjárat és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) szárazanyag termelésére. Növénytermelés. Budapest. Tom. 47. No. 5. 513-524. p.
36. DUDITS D. (2000): A géntechnológia szerepvállalása a fajta-előállításban. In: VI. Növénynemesítési Tudományos Napok. 2000. Március 8-9. Budapest. Szerk. BEDŐ Z., KERTÉSZ Z., KŐSZEGI B., SUTKA J., VELICH I., 17.p.
37. DUVICK, D.N. (1992): Genetic contributions to advances in yield of U.S. maize. Maydica. 37. 69-79. p.
38. DUVICK, D.N. (1977): Genetic rates of grain in hybrid maize yields during the past 40 years. Maydica. 22. 187-196.p.
39. EVANS, L. T. (1993): Crop Evaluation, Adaptation and Yield. Cambridge University Press.

40. FEIL, B.-THIRAPORN, R.-GEISLER, G.-STAMP, P. (1990): Root traits of maize seedlings indicators of nitrogen efficiency. *Plant and Soil*. 123. 2. 155-159.p.
41. FREY, J. K. (1949): The inheritance of protein and certain of its components in maize. *Agronomy Journal*. 41. 113-117.p.
42. FUTÓ Z.-JAKAB P. (2001): A kukoricatermesztési biológiai alapjainak jövőbeli kihívásai. *Agrárius Regionális Agrárinformációs Havi Lap*. 2001/6. 14-15.p.
43. FÜLEKY GY.-DEBRECZENI B. (1994): A hosszantartó műtrágyázás hatása a gödöllői rozsdabarna erdőtalaj tulajdonságaira. In: *Trágyázási kutatások 1960-1990*. Szerk. Debreczeni B.-Debreczeni B-né. Akadémiai Kiadó, Budapest. 115-118.p.
44. GARDNER, F.P.-RAUL V.-McCLOUD, D.E. (1990): Yield characteristics of ancient races of maize compared to a modern hybrid. *Agronomy Journal*. 82. 864-868.p.
45. GERTNER, C.F.-EHEART, J.F.-LINKOUS, W.N. (1956): Effects of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on the oil and protein contents of corn grain. *Agronomy Journal*. 48. 63-67.p.
46. GRÁBNER E. (1935): *Szántóföldi növénytermesztés*. Pátria Kiadó, Budapest. 85. p.
47. GYENESNÉ 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.
48. GYŐRFFY B. (1965): *Kukoricatermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 95-105.p.
49. GYŐRFFY B. (1969): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére, komplex I. In: *kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968*. Szerk. I'só István. Akadémiai Kiadó. Budapest. 54-60.p.
50. GYŐRFFY B. (1976): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*. 35. 239-266. p.
51. GYŐRFFY B. (1979): Fajta, növényszám-és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények*. 38. 309-331.p.
52. GYŐRFFY B.-I'SÓ I. (1966): *A növénytermesztés kézikönyve 1*. Szerk. Láng Géza. Mezőgazdasági Kiadó. 591. p.

53. GYŐRI D.-KISFALUSI F. (1983): A talajsavanyúság hatása a műtrágyák érvényesülése rozsdabarna erdőtalajon. In: A talajtermékenység fokozása. XXV. Georgikon Tudományos Napok. Keszthely. 525-526.p.
54. GYŐRI Z. (1998): A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. Akadémiai doktori értekezés tézisei. Debrecen. 42.p.
55. GYŐRI Z. (1999): A tápanyagellátás hatása a növényi termékek minőségére. In: Tápanyag-gazdálkodás. Szerk. Füleki György. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 600-605.p.
56. GYŐRI Z. (2002): A növényi termékek minőségvizsgálatának új irányai. In: Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban. 2002. április 11-12. Debrecen. Szerk. JÁVOR A., SÁRVÁRI M., 147-153.p.
57. GYŐRI Z.-SZILÁGYI SZ.-PÁSZTOR K. (2000): Debreceni hibridek és új hibridkombinációk beltartalmának alakulása, nemesítési módszerek. In: VI. Növénynemesítési Tudományos Napok. 2000. Március 8-9. Budapest. Szerk. BEDŐ Z., KERTÉSZ Z., KŐSZEGI B., SUTKA J., VELICH I., 43.p.
58. GYURICZA CS.-BIRKÁS M. (2000): A szélsőséges csapadékelátottság hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon, kukoricánál. Növénytermelés. Budapest. Tom. 49. No. 6. 691-706. p.
59. HANWAJ, J.J.-BUSSEL, W.A. (1969): Dry-matter accumulations in corn (*Zea mays* L.) plants: Comparisons among singlecross hybrids. *Agronomy. Journal.* 61. 947-951.p.
60. HARMARI I. (1981): A kukoricaöntözés hatékonyságának növelési lehetőségei. Tudomány és Mezőgazdaság. XIX. 45-50.p.
61. HARTMANN F.-SZÉLL E. (1998): Gyomok-gyomirtás. In: Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell. Szerk. SZIEBERT D.-SZÉLL E. Budapest. 1998. 110-125.p.
62. HOLLÓ S. (1993): A szerves- és műtrágyázás hatásának összehasonlítása vetésforgó trágyázási kísérletekben. Kandidátusi értekezés. 141.p.
63. HOLLÓ S. (1994): A Kompolton végzett tartamkísérletek. In: Trágyázási Kutatások. 1960-1990. Szerk. Debreczeni B- Debreczeni B.-né. Akadémiai Kiadó. Budapest. 46-48.p.
64. HOLLÓ S. (1995): A környezetkímélő növénytaplálás lehetőségei Kompolton. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. „A DEBRECENI AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM A TISZÁNTÚL MEZŐGAZDASÁGÁÉRT”.

- I. kötet. DATE Állattenyésztési Főiskolai Kar. Hódmezővásárhely. 1995. április 21-22. 85.p.
65. HOPKINS, C. G. (1899): Improvement in the chemical composition of the corn cernel. III. Agr. Exp. Sta. Bul. 55. 205-240.p.
66. HUNKÁR M. (1987): A biomassza produkció dinamikája az időjárás függvényében. Növénytermelés. Budapest. Tom. 36. No. 2. 83-90. p.
67. IZSÁKI Z. (1999): Az N és P ellátottság hatása néhány szántóföldi kultúra fehérjetartalmára és aminosav összetételére. In. Növénytermesztés és Környezetvédelem. Szerk: Ruzsányi L- Pepó P. MTA Agrártudományi Osztály. Budapest 92-96.p.
68. JAKAB P. (1998): A kukorica hibridek termőképességének és trágyareakciójának vizsgálata réti talajon. Diplomadolgozat. DATE Mezőgazdaságtudományi Kar, Növénytermesztési- és Földműveléstani Tanszék, Debrecen 57. p.
69. JAKAB P.-ZSOLDOS M. (2002): Különböző évjáratok hatásának vizsgálata kukorica műtrágyázási kísérletekben. Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények Különszám. 38-40. p.
70. JAKUSKIN I. V. (1950): Növénytermelés I. kötet. Mezőgazdasági kiadó, Budapest. 150. p.
71. JAMES, C. (1999): Global Review of Commercialized Transgenic Crops. No. 12. 199.p.
72. JENEY CS.-ÁNGYÁN J.-MENYHÉRT Z.-VARGA A (1985): A kukoricatermesztést befolyásoló fontosabb klímajellemzők területi eloszlása Magyarországon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 34. No. 1. 21-32. p.
73. JUGENHEIMER, R. W. (1958): Hybrid Maize Breeding and Seed Production. Publ. By FAO. Roma, Agricultural Development Paper, 62.p.
74. JUGENHEIMER, R.W. (1950): Experimental corn hybrids tested in 1949. III. Agr. Exp. Sta. Bul. 55. 205-240.p.
75. KÁDÁR I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest. 387.p.
76. KÁDÁR I. (2000): A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) elemfelvételére meszes csernozjom talajon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 49. No. 1-2. 127-140.p.

77. KÁDÁR I.-CSATHÓ P.-SARKADI J. (1984): A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. I. Talajvizsgálati és szemterméseredmények. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 33. No.2. 375-390.p.
78. 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.
79. KADLICKSKÓ B. (1995): A barna erdőtalajok krónikus elsavanyodásának megakadályozása, a talajjavítás hatása mezőgazdasági területeken. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 44. No. 3-4. 329-336.p.
80. KADLICKSKÓ B.–KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1988): Kálium műtrágyázási kísérletek eredményei barna erdőtalajokon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 37. No. 1. 43-52p.
81. KÁLMÁN L.-NÉMETH J. (1986): Genetikai haladás-kísérletek szülővonalakkal. Gabonamag. Szeged. 1986. (Kivonat a Hajdúszoboszlón megrendezett vetőmagtermesztők tanfolyamának előadásaiból). 54-65.p.
82. KÁPOSZTA J. (1974): Az őszi és tavaszi szántás, valamint a direkt vetés hatása a kukoricatermesztésben. Talajtermékenység V. 19-32.p.
83. KEMENESY E: (1961): A földművelés irányelvei. Akadémiai Kiadó, Budapest. 135. p.
84. KISS I-né: (2000): A kukorica termesztéstechnológiájának áttekintése. Gyakorlati Agrofórum. 11. évf. 3. szám. 2-9.p.
85. KISS I-né: (2001): Lehetőségek a kukorica termelési szintjének emeléséhez a 2000. év tapasztalatai tükrében. Gyakorlati Agrofórum. 12. évf. 5. szám. 27-33.p.
86. KOVÁCS GY. (1982): A kukorica víz- és tápanyag-dinamikájának kritikus ökofiziológiai kapcsolata. Növénytermelés. Budapest. Tom. 31. No. 4. 355-365. p.
87. KOVÁCS K. (1994): A műtrágyázás és kémiai növényvédelem hatása az őszi búza és a kukorica szemtermésének minőségére. In: Trágyázási Kutatások. 1960-1990. Szerk: Debreczeni B- Debreczeni B.-né. Akadémiai Kiadó. Budapest. 65-73.p.
88. KRALOVANSZKY, U.P.-MANNINGER, S. (1985): A kukoricanevelés munkájában figyelembe veendő felhasználói minőségi igények. „Kukoricatermesztési szeminárium” 1985. február 11-15. Előadás anyag. 9.p.
89. KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1992): Periodikus foszfor műtrágyázás. Növénytermelés. Budapest. Tom. 41. No. 2. 141-148.p.

90. KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1997): Vetésforgó (vetésváltás). Kevesebb műtrágyázás több termés. Gyakorlati Agroforum. 8. évf. 5. szám. 8-9.p.
91. KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1998): A műtrágyázás nem zsarolja a talajt. Gyakorlati Agroforum. 9.évf. 12. szám. 11-12.p.
92. KRISZTIÁN J.-KADLICKÓ B.-HOLLÓ S. (1989): A káliumtrágya hasznosulása észak-magyarországi csernozjom barna erdőtalajon és agyagbemosódásos barna erdőtalajon. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 38. No. 2. 89-92.p.
93. KRISZTIÁN J.-KADLICKÓ B.-HOLLÓ S. (1995): Barna erdőtalajok krónikus elsavanyodása. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 44. No. 3-4. 326-328.p.
94. LÁNG G. (1976): Szántóföldi növénytermelés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 140-155 p.
95. LÁNG I. (1993): Bevezetés. In: Az aszály 1983. Szerk. BARÁTH CS-né, GYÖRFFY B., HARNOS ZS. KEÉ. Budapest 5-7. p.
96. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1994): A tartós NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. Növénytermelés. Budapest. Tom. 43. No. 2. 157-167.p.
97. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1995): NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben mezőföldi csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 44. No. 1-2. 47-60.p.
98. 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.
99. LOCH J. (1992): Foszfortrágyázás. In: Agrokémia és növényvédelmi kémia. LOCH-J.-NOSTICZIUS Á.. 182-184.p. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
100. MARINOV, M. (1985): Vlijanie na mnogo godisnoto szisztemo torene sz foszforen tor varhu domiva ot psenica i carevica. Rasztenivadni Nauki, Szófia, 22. k. 2. sz. 11-17.p.
101. MARTON L. CS. (1999): A martonvásári kukoricanemesítési kutatások célkitűzései és eredményei. In: 50 éves a Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete. Jubileumi Tudományos Ülés. 1999. június 2-3. Martonvásár. Szerk. Veisz Ottó. 50-57. p.
102. MARTON L. CS.-BERZSENYI Z.-SZUNDY T.-ÁRENDÁS T.-BÓNIS P. (1999): Különböző tenyészidejű kukorica hibridek termőképességének és szemnedvességének összehasonlító értékelése. In: Tiszántúli Mezőgazdasági

- Tudományos Napok, Debrecen. Szerk: Ruzsányi L.-Lesznyák M-né-Jávor A. 85-89. p.
103. MARTON L. CS.-SZIEBERTH D.-CSÚRÖS M. (2002): A kukorica (*Zea mays* L.) tenyészidejének meghatározása. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 51. No 2. 161-170. p.
104. MENYHÉRT Z. (1979): Kukoricáról termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 258.p.
105. MENYHÉRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 560.p.
106. MENYHÉRT Z.-ÁNGYÁN J.-JENEY CS.-VARGA A. (1984): Kukorica klimatikus igényeinek biometria elemzése. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 33. No 3. 385-396. p.
107. MERTZ, E.T.-BATES, L.S.-NELSON, O.F. (1964): Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Agronomy Journal*. 43. 305-311.p.
108. NAGY J. (1986): Összefüggés a kukoricahibridek öntözése, tápanyagellátása és a terméseredménye között. *DATE Tudományos Közleményei*. XXVI. Debrecen. 187-201.p.
109. NAGY J. (1988): A műtrágyázás és az öntözés hatása a kukoricahibridek termésére II. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 37. No. 5. 461-467. p.
110. NAGY J. (1995): A műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 44. No. 5-6. 493-506.p.
111. NAGY J. (1996a): Interactions between fertilization and irrigation and plant density of maize (*Zea mays* L.). *Cereal Research Communications*. Tom. 24. No. 1. 85-92.p.
112. NAGY J. (1996b): A talajművelés és a műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Agrokémia és Talajtan*. Budapest. Tom. 45. No. 1-2. 113-124.p.
113. NAGY J.-HUZSVAI L. (1995): Az évjárat hatás értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 44. No. 4. 385-393. p.
114. NÉMET T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. *MTA TAKI*. Budapest. 382. p.

115. NÉMETH I.-SZÉL S. (1985): Kukoricatermesztés fejlesztése. MÉM Mérnök Vezető-továbbképző Intézet kiadványa. 5-22.p.
116. NÉMETH J. (1977): A termőképesebb hibridek előállításának genetikai tartalékai. In: A kukorica jelene és jövője. Szerk. Bálint A. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
117. NÉMETH J. (1979): Gondos fajtaválasztással a kukoricatermesztés megalapozásáért. Magyar Mezőgazdaság. 34. évf. 48. szám. 10-11.p.
118. NÉMETH J. (1980): Egyre nagyobb jelentőségű a kukoricák tenyészideje. Magyar Mezőgazdaság. 35. évf. 51. szám. 11.p.
119. NÉMETH J.-SZÉL S.-NOTHEISZ F-né -NEHÉZ R. (1976): A kukorica szemtermés beltartalmának javítása szelekciós úton. Növénytermelés. Budapest. Tom. 25. No. 4. 325-333. p.
120. NYÍRI L. (1987): A meszezés és más, a talajsavanyúságot javító eljárások. In: A környezet erősödő savasodása. Szerk. Fábíán Gy. OKTH-MTA Környezet és természetvédelmi kutatások. 7. 207-237.p.
121. ORAVECZ S.(1999): A géntechnológiai tevékenység szabályozása. Vetőmag. 1999. 3. 6-8.p.
122. PÁSZTOR K.-GYŐRI Z. (1991): Nagy lizintartalmú kukoricahibridek aminosav összetételének változása. Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei. Tom. XXX. 117-128.p.
123. PÁSZTOR K.-GYŐRI Z.-SZILÁGYI SZ. (1998): A fehérje-, a keményítő-, a hamu-, a rost- és zsírtartalom változása kukorica-szülőtörzsekben és hibridjeikben. Növénytermelés. Budapest. Tom. 47. No. 3. 271-278. p.
124. PEPÓ P (1987): A tápanyagellátottság és a tőszám kölcsönhatása a hozamra. Magyar Mezőgazdaság. 42. évf. 2. szám. 8.p.
125. PEPÓ P. (2000): Új lehetőség a kukorica trágyázásában. Gyakorlati Agrofórum. 11. évf. 3. szám. 62-65.p.
126. PEPÓ P. (2001): A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. Növénytermelés. Budapest. Tom 50. No. 2-3. 189-202.p.
127. PEPÓ P.-NAGY J. (1997): Plant nutrition system of cereals in their sustainable crop production. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 46. No. 1-4. 113-126.p.
128. PEPÓ P.-RUZSÁNYI L.-KISS I-né. (2000): A kukorica hibridspecifikus trágyázása. Gyakorlati Agrofórum. 11. évf. 3. szám. 51-52.p.

129. PEPÓ Pá. (1992): A mutációs kukorica nemesítés újabb eredményei. Kandidátusi értekezés tézisei. Debrecen. 25.p.
130. PEPÓ Pá.-PÁSZTOR K. (1985): Mutánsvonalak szerepe a kukorica hibridkombinációk fehérjetartalmának és hozamának növelésében. Növénytermelés. Budapest. Tom. 34. No. 6. 441-448.p.
131. PEPÓ Pá.-TÓTH SZ. (2002): Development of a new maize (*Zea mays* L.) breeding program. Journal of agricultural sciences. Debrecen 2002/1. 25-30.p.
132. PEPÓ Pé.-SZABÓ P.-ALBRECHT L. (2002): Az állománysűrűség szerepe a fajtaspecifikus kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agrofórum. Budapest. 13. évf. 3. szám. 34-36. p.
133. PINTÉR L. (1979): Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek alkalmazkodóképességének alakulása hazai ökológiai viszonyok között. Növénytermelés. Budapest. Tom. 28. No. 3. 213-216. p.
134. PINTÉR L.-SZIRBIK M. (1977): A kukorica (*Zea mays* L.) hibridek alkalmazkodóképességének vizsgálata. Növénytermelés. Budapest. Tom. 26. No. 6. 433-442. p.
135. PÓK I.-SZUNDY T.-HADI G. (2000): Kukorica genotípusok szemtelítődésének és vízleadásának vizsgálata. In: VI. Növénytermelési Tudományos Napok. Budapest. 2000. március 8-9. Szerk. BEDŐ Z.-KERTÉSZ Z.-KŐSZEGI B.-SUTKA J.-VELICH I. 63.p.
136. POWELL, R. D. (1968): High rates of fertilization for corn. In: Proc. Of the 23th Annual Corn and Sorghum Res. Conf. Chicago. 27-32.p.
137. PRETTENHOFFER I. (1952): Különböző irányú műtrágyázási kísérletek eredményei Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 1. No. 2. 447-458. p.
138. PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS., SZÉLL E., KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1995): N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi muatatójára eltérő évjáratokban réti öntés talajon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 44. No. 1. 37-38.p.
139. PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS.-HARMATI I. (1988): Kukoricahibridek keményítő-, fehérje- és olajtartalma. Növénytermelés. Budapest. Tom. 37. No. 1. 17-26. p.
140. RUSSEL, W.A. (1974): Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. Proceeding. 29 th. Annu. Corn and Sorghum Research Conference. 29: 81-101.p.

141. RUZSÁNYI L. (1987): Agrotechnika a kukoricatermesztésben. Magyar Mezőgazdaság. 42. évf. 18. szám. 8-9.p.
142. RUZSÁNYI L. (1992a): A N-műtrágyázás hatása a termésre és a talajszelvény nitrátosodására. Növénytermelés. Budapest. Tom. 41. No. 5. 497-510.p.
143. RUZSÁNYI L. (1992b): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. MTA Doktori értekezés. Debrecen
144. RUZSÁNYI L. (2000): Hidrometeorológiai szélsőségek növénytermesztési értékelése. In: Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. IV. Nemzetközi Tudományos Szeminárium 2000. Debrecen. Szerk: NAGY J.-PEPÓ P., Debrecen, 2000. DE ATC, 145-161.p.
145. RUZSÁNYI L.-DARÓCZI M.-LESZNYÁK M-né. (2000): Energia- és költségtakarékosság lehetőségei, módjai a kukoricatermesztésben. Gyakorlati Agroforum. 11. évf. 3. szám. 55-61.p.
146. RUZSÁNYI L.-PEPÓ P.-SÁRVÁRI M. (1994): Evaluation of major agrotechnical factors in sustainable crop production. Agrokémia és Talajtan. Budapest. Tom. 43. No. 3-4. 335-343.p.
147. SÁRVÁRI M. (1982): A kukoricahibridek termőképessége és tápanyaghasznosító képessége. Növénytermelés. Budapest. Tom. 31. No. 1. 21-32.p.
148. SÁRVÁRI M. (1986): A vetésváltás és tápanyagellátás hatása a búza és a kukorica termésére. Kandidátusi értekezés, Debrecen
149. SÁRVÁRI M. (1993): A műtrágyázás hatása a kukorica termésére és minőségére. Kutatási jelentés. DATE. Növénytermesztéstani Tanszék. 1-70.p.
150. SÁRVÁRI M. (1993): Energiatakarékos környezetkímélő kukoricatermesztési technológia fejlesztése. OMFB Kutatási Zárójelentés. Debrecen. 25-30.p.
151. SÁRVÁRI M. (1994): Energia-műtrágya-környezetvédelem. Magyar Mezőgazdaság. 49. évf. 18. szám. 10.p.
152. SÁRVÁRI M. (1995): A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. Növénytermelés. Budapest. Tom. 44. No. 2. 184-190.p.
153. SÁRVÁRI M. (2000): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. Gyakorlati Agroforum. Budapest. 11. évf. 3. szám. 53-55. p.
154. SÁRVÁRI M. (2001): A termesztési tényezők hatása a kukorica hibridek termésére. Habilitációs eljárás tézisei. 29.p.

155. SÁRVÁRI M.-FUTÓ Z. (2001): A vetésidő hatása a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésére. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 50. No. 1. 43-60.p.
156. SÁRVÁRI M.–GYŐRI Z. (1982): A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 31. No. 2. 213–221.p.
157. SÁRVÁRI M.-JAKAB P. (2000): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák 1. *Agrárius Regionális Agrárinformációs Havi*lap. 2000/3 10-11.p.
158. SÁRVÁRI M.-JAKAB P. (2001): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák (1. rész.). *Agrárius Regionális Agrárinformációs Havi*lap 2000/3. 10-11.p.
159. SÁRVÁRI M.-JAKAB P.-FUTÓ Z. (2001): A korszerű kukoricatermesztés hatékonyságát befolyásoló tényezők I. rész. *Agrárius Regionális Agrárinformációs Magazin*. Debrecen. 2001/2. 12-13 p.
160. SÁRVÁRI M.-SZABÓ P. (1996): Összefüggés a kukoricahibridek tápanyagreakciója és termőképessége között. *DATE Tudományos Közleményei*. Tom. XXXII. 165-175.p.
161. SÁRVÁRI M.–SZABÓ P. (1998): A termelési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 47. No. 2. 213–221.p.
162. SCHRODER, D.-HEADLEY, J. D.-FINLEY, R. M. (1982): The contribution of pesticides and other technologies to corn production in the Corn Belt region, 1964 to 1979. *Agricultural economics paper 1982-8*. Columbia. University of Missouri.
163. SOMOLYÓDI L. (2000): A magyar vízgazdálkodás főbb stratégiai kérdései. *Ezredforduló Tanulmányok 2000/4*. Budapest. 3-10. p.
164. SPRAGUE, G.F.-BRIMHALL, B. (1949): Quantitativ inheritance of oil in the corn kernel. *Agronomy Journal*. 41. 30-33.p.
165. STAMP, P.-KULLMAN, A. (1984): Shoot growth, green leaf area development and NAR of maize. Comparison between cultivars grown in Germany 1875 and 1976. *Maydica*. 29. 235-246.p.
166. STOOKSBURY, D. E.-MICHAELS, P. J.: (1994): Climate change and large-area corn yield in the Southeastern United States. *Agronomy Journal*. 86. 564-569. p.
167. SURÁNYI J. –VILLAX Ö. (1932): *Kukoricafajták és termesztésük*. Szerzők kiadása, Magyaróvár. 120. p.

168. SVÁB J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 557.p.
169. SZABÓ P. (1998): Kukoricahibridek tőszámsűrítetősége és produktivitásuk közötti kapcsolat. Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei. Debrecen. 27.p.
170. SZÁSZ G. (1998): A természetes vízhasznosulás agrometeorológiai vizsgálatának eredményei. Növénytermelés. Budapest. Tom. 47. No. 3. 289-300. p.
171. SZÁSZ G. (2000): A termesztett növények természetes vízhasznosulásának trendje Magyarországon a XX. században. In: Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. IV. Nemzetközi Tudományos Szeminárium 2000. Debrecen. Szerk. NAGY J.-PEPÓ P., Debrecen, 2000. DE ATC, 176-186.p.
172. SZÉL S. (1992): A kukoricanevelés eredményei a Gabonatermesztési Kutató Intézetben. In: Biológiai alapok a növénytermesztésben. I. Országos Konferencia. 1992. február 3-5. Budapest. Szerk. HAJDU M. 125-126.p.
173. SZÉLL E. (1999): A kukorica vetőmagtermesztés hibridspecifikus technológiájának kidolgozását szolgáló agrotechnikai kísérletek rendszere. MTA Kandidátusi értekezés. MTA TMB. Budapest.
174. SZÉLL E.-MAKHAJDA J. (2001): Néhány fontos gondolat a szegedi kukoricahibridek nitrogén műtrágyázásáról. Gyakorlati Agrofórum. Budapest. 12. évf. 5. szám. 41-45.p.
175. SZIEBERT D.-MAJOR Z. (2001): Államilag elismert fajták jegyzéke. Kukorica. Szerk: CZIRÁK L. Budapest. 2001. 7.p.
176. SZIRTES V.-GÁL J.-né: A kukoricatermesztés fontosabb paraméterei csernozjom talajon II. Műtrágyázási mód-igény, különös tekintettel a PK-készlettrágyázási lehetőségekre. Növénytermelés. Budapest. Tom. 29. No. 5. 421-428.p.
177. SZUNDY T.-MARTON L. CS.-HADI G.-BERZSENYI Z. (2002): A kukoricatermesztés jövedelmezőségét befolyásoló néhány tényező. Martonvásár. 14. évf.1. szám. 8-10.p.
178. TARÁNYI J. (2001): A transzgénikus kukorica térhódítása. Gyakorlati Agrofórum. 11. évf. 3. szám. 24-25.p.
179. THOMPSON, H. C.-KELLY, W. C. (1957): Vegetable crops. McGrawhill Book Comp. New York (Sweet corn) 544-561.p.
180. TOLLENAAR, M. (1991): Physiological bases of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. Crop Scienses. 31. 119-124.p.

181. TOLLENAAR, M.-WU, J. (1999): Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Sciences*. 39. 1597-1604.p.
182. VÁCZI D. (1981): Kukorica. In: A szántóföldi növények vetőmagtermesztése és fajtahasználata. Szerk. Szabó J. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 213-258.p.
183. VAJDAI I. (1999): Időszakosan káros vízbőség (belvíz) hatása a növénytermesztésben. In: Gazdálkodók kézikönyve. 99/12, Budapest, 1-18. p.
184. VÁRALLYAY GY. (1987): A talaj vízgazdálkodása. Akadémiai doktori értekezés. MTA Budapest. 244. p.
185. VÁRALLYAY GY. (2000): Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása. In: „Székfoglalók”. MTA Budapest. 32. p.
186. VÁRALLYAY GY.-LÁNG I. (2001): A talaj kettős funkciója: természeti erőforrás és termőhely. *Debreceni Egyetem Agrártudományi Közlemények* 1. 5-19. p.
187. VARGA-HASZONICS Z.-MIKÉNÉ HEGEDŰS F. (1993): Az éghajlati változékonyság és a növénytermesztés. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 42. No. 4. 361-373. p.
188. VARGA-HASZONICS Z.-VÁMOS O.-VARGA Z.-LANTOS ZS. (2001): Néhány fontosabb gazdasági növény vízhasznosítása. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 50. No. 4. 441-452. p.
189. VARGA-HASZONICS Z.-VARGA Z.(1998): A meteorológiai tényezők hatása a kukorica fenofázisainak tartamára. *Növénytermelés*. Budapest. Tom. 47. No. 5. 503-512. p.
190. VOSE, P. B. (1963): Varietal differences in plant nutrition. *Herbage Abstract*, 33. 1. 1-13.p.
191. WAGGLE, D.H.- DEYOE, C.W.- SMITH F.W. (1967): Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. *Crop Sciences*. 7. 367-368.p.
192. ZSCHEISLER, L.-HEPTING L. (1974): Results of regional varietal trials of grain maize at various spacings in Bavaria, 1970-1972. *Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch*. 51. 3. 304-317.p.
193. ZSOLDOS M. (2002): A termesztési tényezők hatása a kukoricahibridek produktivására. Doktori (Ph.D.) értekezés. Debrecen. 141.p.

10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

		oldal
1. táblázat	A kukoricatermesztés alakulása Magyarországon (1921-2001)	4.
2. táblázat	A kukorica vetésterülete és termésátlaga a világon (1991,2001 években)	5.
3. táblázat	A vizsgálati évek csapadékmennyisége (1999-2001)	45.
4. táblázat	A kísérlet talajának fontosabb jellemzői	46.
5. táblázat	A kísérletben vizsgált kukoricahibridek, 1999-2001	46.
6. táblázat	A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések (hatóanyag kg/ha)	47.
7. táblázat	1999-2001 évek agrotechnikai eljárásai időrendben	48.
8. táblázat	A tápanyagellátás hatása a kukoricahibridek betakarításkori szemnedvességére, 1999-2001	68.
9. táblázat	A kukoricahibridek gombás fertőzőtségének vizsgálati eredményei, 1999	89.
10. táblázat	A kukoricahibridek Fusarium spp. fertőzőtségének vizsgálati eredményei, 1999.	90.
11. táblázat	A fotoszintetikus aktivitás változása a tápanyagellátás függvényében, 1999, 2000	101.

11. ÁBRAJEGYZÉK

		oldal
1. ábra	A csapadék mennyisége a vizsgálati években (1999-2001) a 30 éves átlaghoz viszonyítva	45.
2. ábra	A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 1999	56.
3. ábra	A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége, 1999	56.
4. ábra	A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 2000	60.
5. ábra	A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége, 2000	60.
6. ábra	A kukoricahibridek termése a műtrágyakezelések átlagában, 2001	64.
7. ábra	A kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képessége, 2001	64.
8. ábra	A kukoricahibridek vízleadási dinamikája, 1999	69.
9. ábra	A kukoricahibridek vízleadási dinamikája, 2000	70.
10. ábra	A kukoricahibridek vízleadási dinamikája, 2001	71.
11. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma műtrágyázás nélkül, 1999	73.
12. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{40} P_2O_5_{25} K_2O_{30}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 1999	73.
13. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{200} P_2O_5_{125} K_2O_{150}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 1999	73.
14. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalmának változása műtrágyázás hatására 1999	74.
15. ábra	A kukoricahibridek nyersolaj tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999	76.
16. ábra	A kukoricahibridek keményítőtartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999	77.
17. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma műtrágyázás nélkül, 2001	79.
18. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{40} P_2O_5_{25} K_2O_{30}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 2001	79.
19. ábra	A kukoricahibridek nyersfehérje tartalma a $N_{200} P_2O_5_{125} K_2O_{150}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél, 2001	79.

	oldal
20. ábra A kukorica hibridek nyersfehérje tartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001	80.
21. ábra A kukorica hibridek nyersolaj tartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001	82.
22. ábra A kukorica hibridek keményítő tartalmának változása műtrágyázás hatására, 2001	83.
23. ábra A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek LAI-értékére, 1999	92.
24. ábra A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek LAI-értékre, 2000	94.
25. ábra A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek LAI-értékre, 2001	96.
26. ábra A tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitására, 1999	99.
27. ábra A tápanyagellátás hatása a kukorica hibridek fotoszintetikus aktivitására, 2001	102.

FÜGGELÉK

A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére t/ha (1999)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>Monessa SC</i> <i>FAO 270</i>	kontroll	4,57	1,19
	1 kezelés	10,07	
	2 kezelés	11,09	
	3 kezelés	11,66	
	4 kezelés	11,78	
	5 kezelés	12,17	
<i>Átlag</i>		10,22	
<i>DK 366 SC</i> <i>FAO 310</i>	kontroll	4,75	1,36
	1 kezelés	9,74	
	2 kezelés	11,95	
	3 kezelés	12,90	
	4 kezelés	13,27	
	5 kezelés	13,98	
<i>Átlag</i>		11,10	
<i>Norma SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,52	1,46
	1 kezelés	10,13	
	2 kezelés	12,24	
	3 kezelés	12,71	
	4 kezelés	12,74	
	5 kezelés	12,80	
<i>Átlag</i>		10,86	
<i>Evelina SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	5,08	1,34
	1 kezelés	10,71	
	2 kezelés	12,13	
	3 kezelés	12,73	
	4 kezelés	13,05	
	5 kezelés	13,25	
<i>Átlag</i>		11,16	
<i>Debreceni SC 351</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,85	1,47
	1 kezelés	9,82	
	2 kezelés	10,74	
	3 kezelés	11,60	
	4 kezelés	11,61	
	5 kezelés	12,65	
<i>Átlag</i>		10,21	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére t/ha (1999)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>DK 471SC</i> <i>FAO 410</i>	kontroll	5,41	1,28
	1 kezelés	10,24	
	2 kezelés	12,20	
	3 kezelés	14,01	
	4 kezelés	14,28	
	5 kezelés	14,63	
<i>Átlag</i>		11,79	
<i>Veronika SC</i> <i>FAO 460</i>	kontroll	5,30	2,1
	1 kezelés	10,46	
	2 kezelés	11,35	
	3 kezelés	12,27	
	4 kezelés	12,52	
	5 kezelés	13,01	
<i>Átlag</i>		10,82	
<i>Colomba SC</i> <i>FAO 480</i>	kontroll	6,08	1,03
	1 kezelés	11,93	
	2 kezelés	13,55	
	3 kezelés	14,16	
	4 kezelés	14,41	
	5 kezelés	15,26	
<i>Átlag</i>		12,57	
<i>Filia SC</i> <i>FAO 500</i>	kontroll	6,52	0,93
	1 kezelés	11,18	
	2 kezelés	12,30	
	3 kezelés	13,74	
	4 kezelés	14,49	
	5 kezelés	14,77	
<i>Átlag</i>		12,17	
<i>Mv TC 514</i> <i>FAO 550</i>	kontroll	6,15	1,68
	1 kezelés	9,53	
	2 kezelés	11,04	
	3 kezelés	12,83	
	4 kezelés	13,79	
	5 kezelés	13,86	
<i>Átlag</i>		11,20	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére t/ha (2000)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>Monessa SC</i> <i>FAO 270</i>	kontroll	3,44	0,62
	1 kezelés	8,22	
	2 kezelés	8,75	
	3 kezelés	9,25	
	4 kezelés	9,64	
	5 kezelés	9,42	
<i>Átlag</i>		8,12	
<i>DK 366 SC</i> <i>FAO 310</i>	kontroll	3,68	1,39
	1 kezelés	8,25	
	2 kezelés	9,28	
	3 kezelés	9,63	
	4 kezelés	9,49	
	5 kezelés	9,21	
<i>Átlag</i>		8,26	
<i>Norma SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	3,50	1,47
	1 kezelés	8,75	
	2 kezelés	9,11	
	3 kezelés	9,98	
	4 kezelés	9,38	
	5 kezelés	9,82	
<i>Átlag</i>		8,42	
<i>Evelina SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,50	1,05
	1 kezelés	9,38	
	2 kezelés	10,20	
	3 kezelés	10,52	
	4 kezelés	10,82	
	5 kezelés	10,91	
<i>Átlag</i>		9,39	
<i>Debreceni SC 351</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	3,74	1,73
	1 kezelés	8,90	
	2 kezelés	9,55	
	3 kezelés	9,65	
	4 kezelés	9,75	
	5 kezelés	9,42	
<i>Átlag</i>		8,50	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére t/ha (2000)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>DK 471SC</i> <i>FAO 410</i>	Kontroll	4,10	0,7
	1 kezelés	8,98	
	2 kezelés	10,13	
	3 kezelés	11,14	
	4 kezelés	11,29	
	5 kezelés	11,49	
<i>Átlag</i>		9,52	
<i>Veronika SC</i> <i>FAO 460</i>	Kontroll	4,53	0,6
	1 kezelés	8,34	
	2 kezelés	9,09	
	3 kezelés	10,18	
	4 kezelés	9,83	
	5 kezelés	9,92	
<i>Átlag</i>		8,65	
<i>Colomba SC</i> <i>FAO 480</i>	Kontroll	4,88	1,0
	1 kezelés	10,21	
	2 kezelés	11,58	
	3 kezelés	12,17	
	4 kezelés	12,42	
	5 kezelés	11,50	
<i>Átlag</i>		10,46	
<i>Filia SC</i> <i>FAO 500</i>	Kontroll	5,20	1,66
	1 kezelés	11,48	
	2 kezelés	12,73	
	3 kezelés	13,03	
	4 kezelés	12,64	
	5 kezelés	12,62	
<i>Átlag</i>		11,28	
<i>Mv TC 514</i> <i>FAO 550</i>	Kontroll	5,11	0,92
	1 kezelés	9,46	
	2 kezelés	11,23	
	3 kezelés	11,61	
	4 kezelés	11,48	
	5 kezelés	11,39	
<i>Átlag</i>		10,05	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére t/ha (2001)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>Monessa SC</i> <i>FAO 270</i>	Kontroll	4,22	0,66
	1 kezelés	8,24	
	2 kezelés	9,98	
	3 kezelés	10,58	
	4 kezelés	11,20	
	5 kezelés	10,70	
<i>Átlag</i>		9,15	
<i>DK 366 SC</i> <i>FAO 310</i>	kontroll	4,50	0,94
	1 kezelés	8,93	
	2 kezelés	9,94	
	3 kezelés	10,54	
	4 kezelés	11,16	
	5 kezelés	11,39	
<i>Átlag</i>		9,41	
<i>Norma SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,41	1,39
	1 kezelés	9,07	
	2 kezelés	10,36	
	3 kezelés	11,14	
	4 kezelés	11,18	
	5 kezelés	11,96	
<i>Átlag</i>		9,69	
<i>Evelina SC</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,98	1,09
	1 kezelés	10,02	
	2 kezelés	10,91	
	3 kezelés	11,60	
	4 kezelés	11,57	
	5 kezelés	12,91	
<i>Átlag</i>		10,33	
<i>Debreceni SC 351</i> <i>FAO 380</i>	kontroll	4,80	0,90
	1 kezelés	9,10	
	2 kezelés	9,67	
	3 kezelés	10,06	
	4 kezelés	10,31	
	5 kezelés	11,31	
<i>Átlag</i>		9,21	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére (2001)

Hibrid neve	Kezelés	Átlagtermés t/ha	SzD _{5%}
<i>DK 471SC</i> <i>FAO 410</i>	kontroll	5,27	1,23
	1 kezelés	9,49	
	2 kezelés	11,04	
	3 kezelés	12,08	
	4 kezelés	12,17	
	5 kezelés	12,32	
<i>Átlag</i>		10,40	
<i>Veronika SC</i> <i>FAO 460</i>	kontroll	5,26	0,96
	1 kezelés	9,38	
	2 kezelés	10,20	
	3 kezelés	11,06	
	4 kezelés	11,31	
	5 kezelés	11,85	
<i>Átlag</i>		9,84	
<i>Colomba SC</i> <i>FAO 480</i>	kontroll	5,65	1,08
	1 kezelés	11,47	
	2 kezelés	11,99	
	3 kezelés	12,06	
	4 kezelés	12,58	
	5 kezelés	13,23	
<i>Átlag</i>		11,16	
<i>Filia SC</i> <i>FAO 500</i>	kontroll	6,20	0,55
	1 kezelés	11,80	
	2 kezelés	11,97	
	3 kezelés	13,17	
	4 kezelés	13,18	
	5 kezelés	13,01	
<i>Átlag</i>		11,55	
<i>Mv TC 514</i> <i>FAO 550</i>	kontroll	6,06	1,19
	1 kezelés	10,34	
	2 kezelés	10,68	
	3 kezelés	11,01	
	4 kezelés	11,58	
	5 kezelés	11,80	
<i>Átlag</i>		10,24	

A kezelésekre vonatkozóan a 48. oldal 5. táblázata ad felvilágosítást.

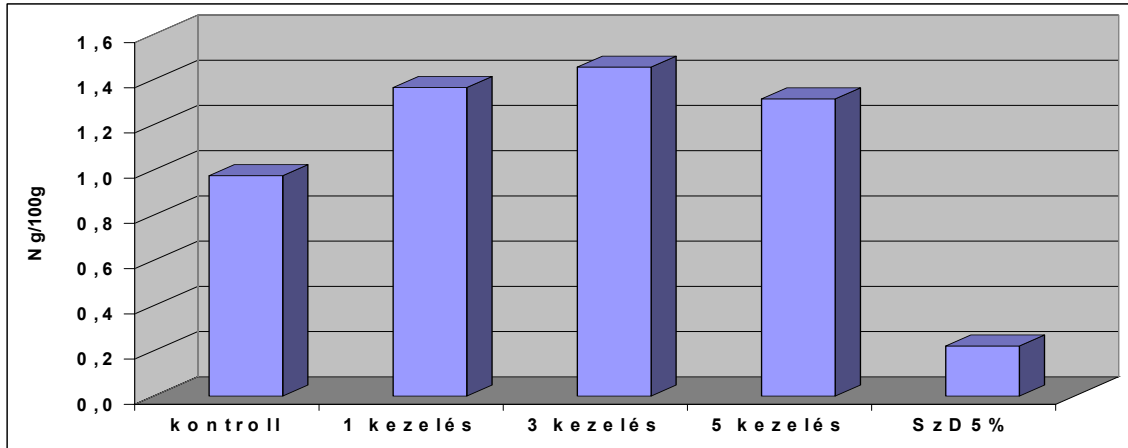
A feltüntetett SzD_{5%} értékek az egyes műtrágyakezelések terméseredményeire vonatkoznak.

A vizsgálati évek hőmérsékleti adatai (1999-2001)

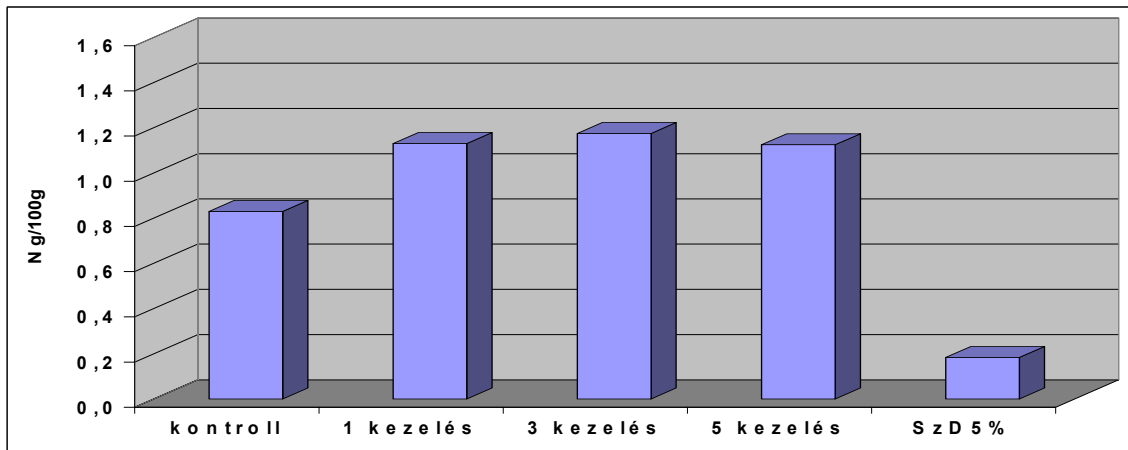
Hónap	T(°C) 1999	T(°C) 2000	T(°C) 2001	30 éves átlag (°C)	Eltérés 1999	Eltérés 2000	Eltérés 2001
I.	-0,7	-3,3	1,1	-2,6	1,9	-0,7	3,7
II.	-1	2,5	2,7	0,2	-1,2	2,3	2,5
III.	6,7	5	8	5	1,7	0	3
IV.	12,4	14,1	11,3	10,7	1,7	3,4	0,6
V.	15,9	18,1	18,2	15,8	0,1	2,3	2,4
VI.	20,7	20,9	18,2	18,7	2	2,2	-0,5
VII.	22,4	20,2	21,8	20,3	2,1	-0,1	1,5
VIII.	19,9	22,1	21,9	19,6	0,3	2,5	2,3
IX.	18,2	14,6	13,4	15,8	2,4	-1,2	-2,4
X.	10,7	12,8	12,1	10,3	0,4	2,5	1,8
XI.	3,7	8,6	1,7	4,5	-0,8	4,1	-2,8
XII.	0,7	2,4	-5,8	-0,2	0,9	2,6	-5,6
Éves átlag T(°C)	10,80	11,50	10,38	9,84	0,96	1,66	0,54
IV-IX. hónap átlag	18,25	18,33	17,47	16,82	1,43	1,52	0,65

A kukorica hibridek N-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

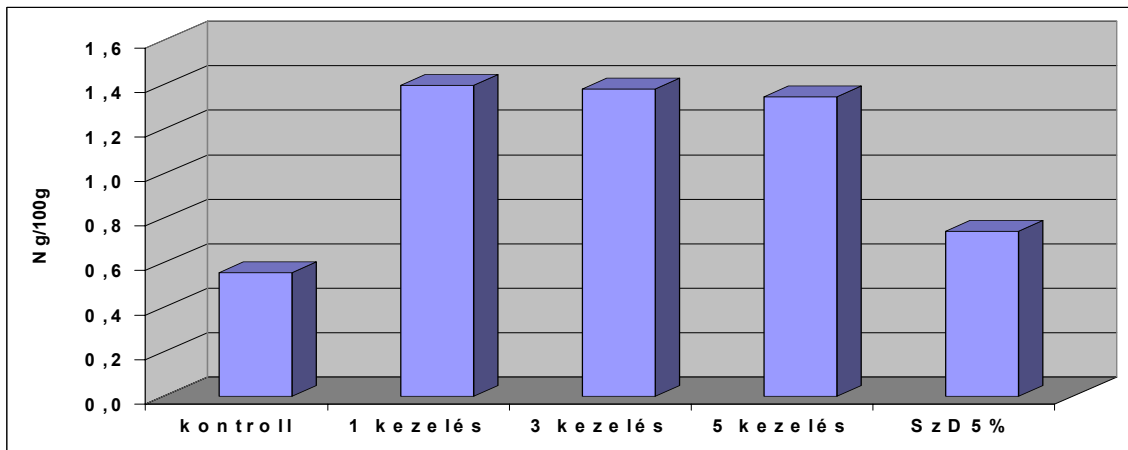
Debreceni 351 SC



DK 471 SC

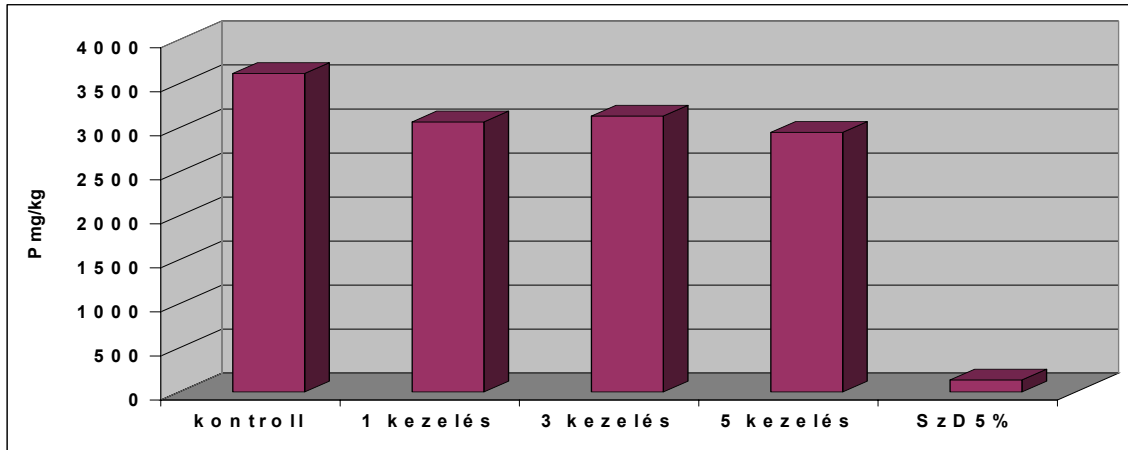


DK 366 SC

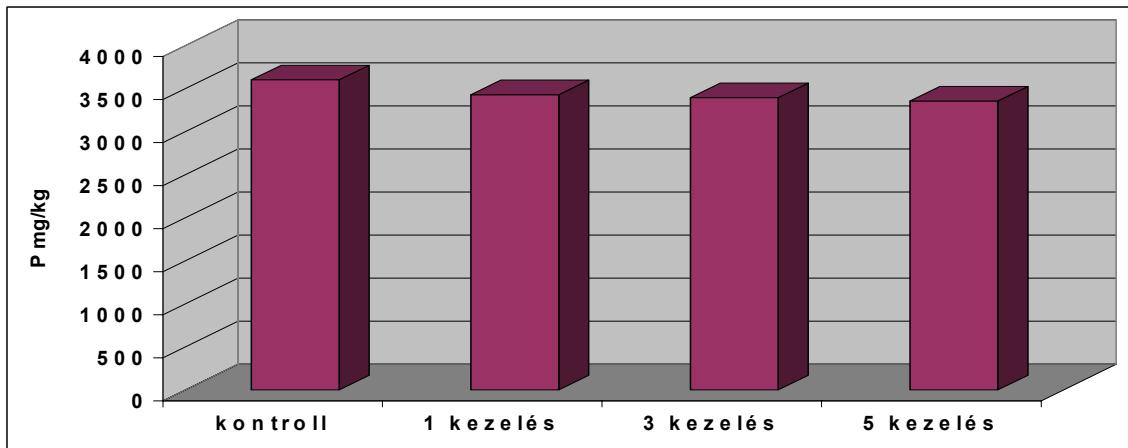


A kukorica hibridek P-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

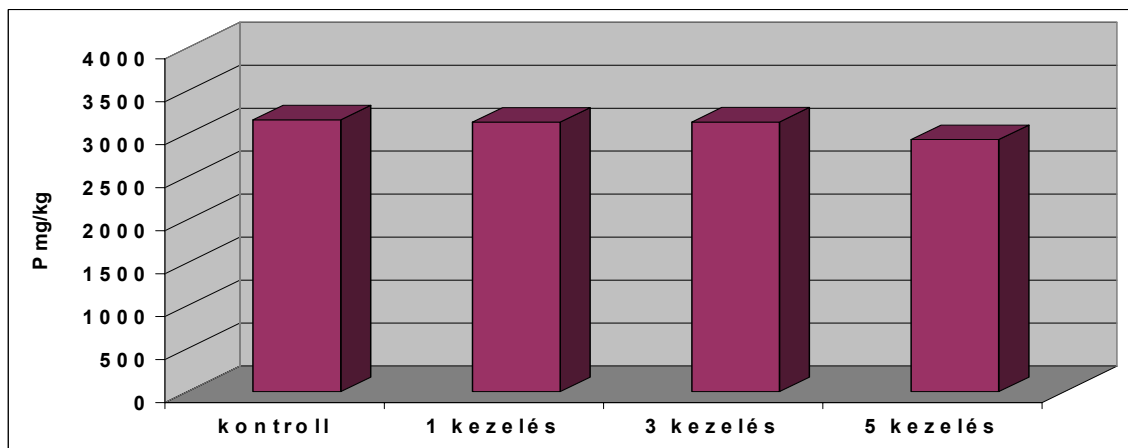
DK 471 SC



DK 366 SC

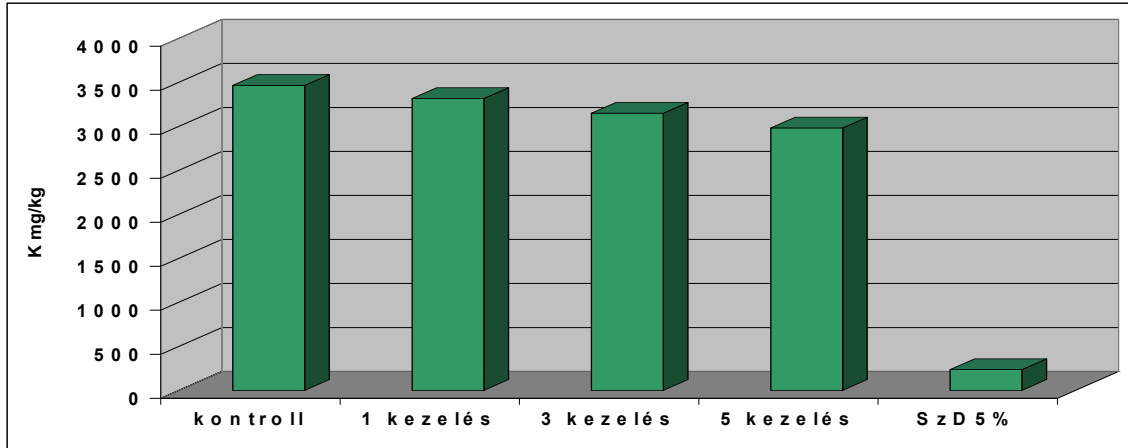


Filia SC

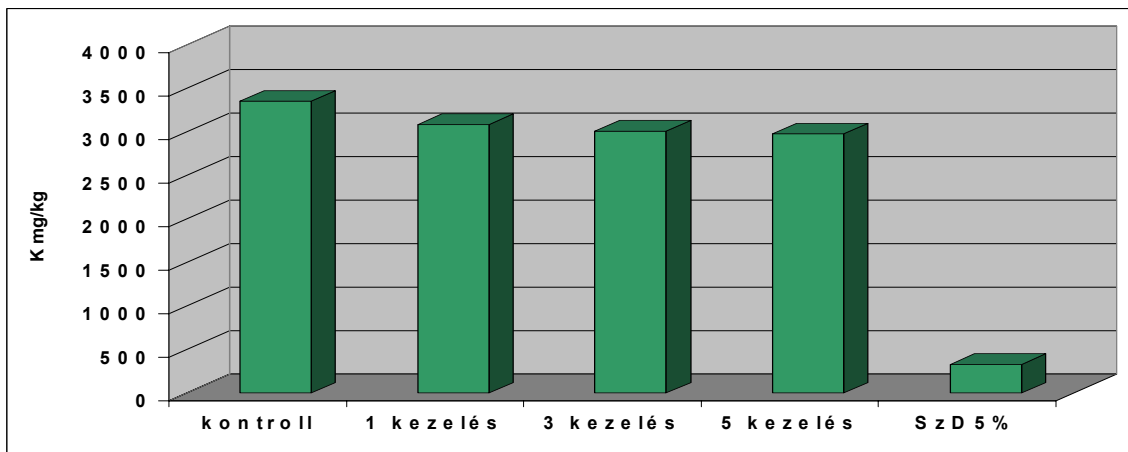


A kukorica hibridek K-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

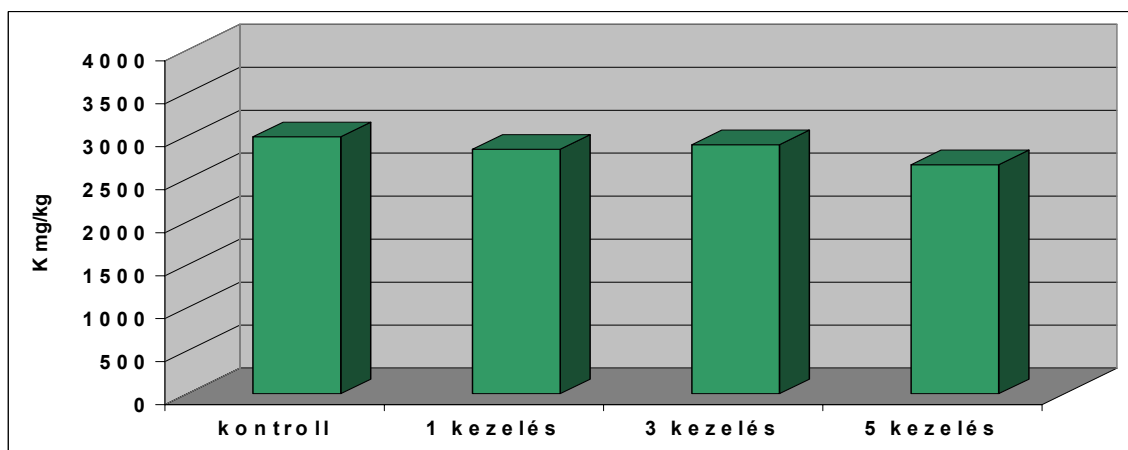
DK 471 SC



Colomba SC

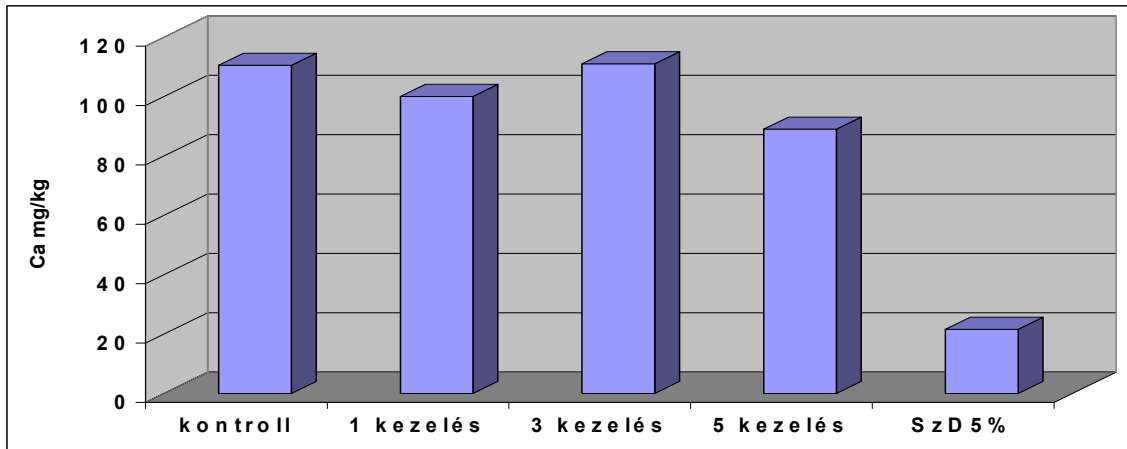


Filia SC

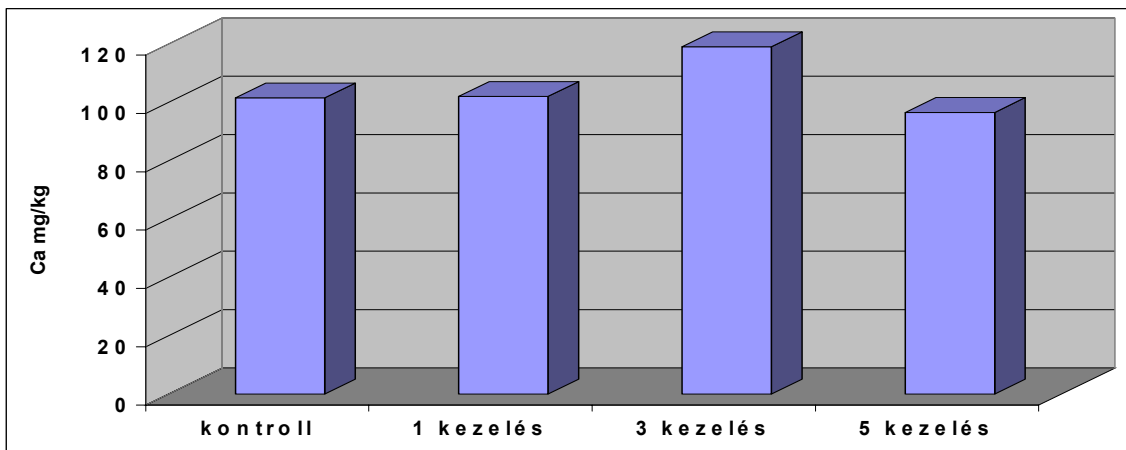


A kukorica hibridek Ca-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

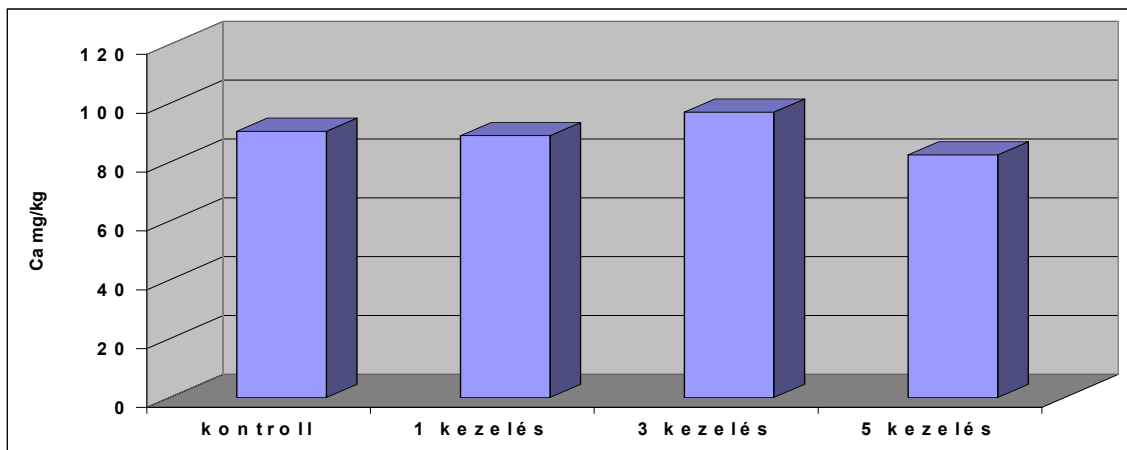
Norma SC



Colomba SC

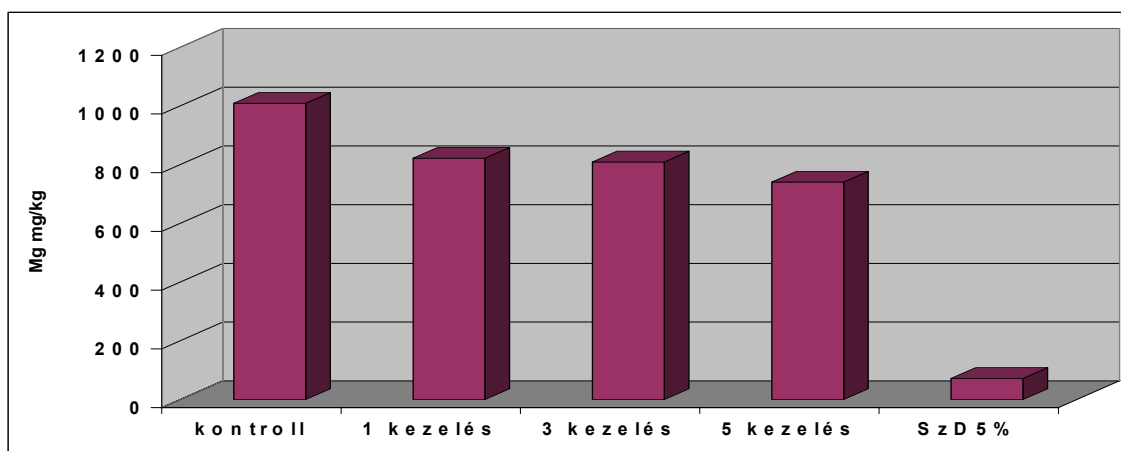


Filia SC

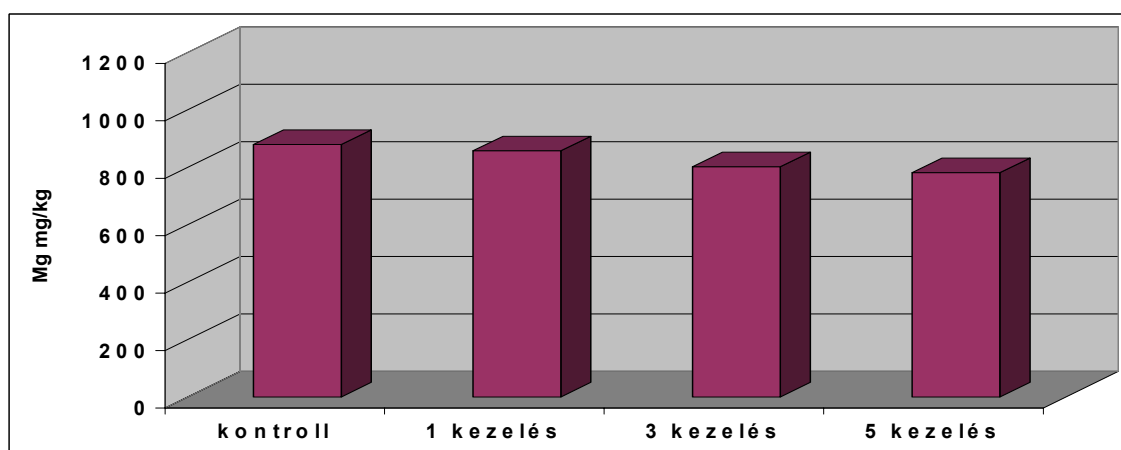


A kukorica hibridek Mg-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

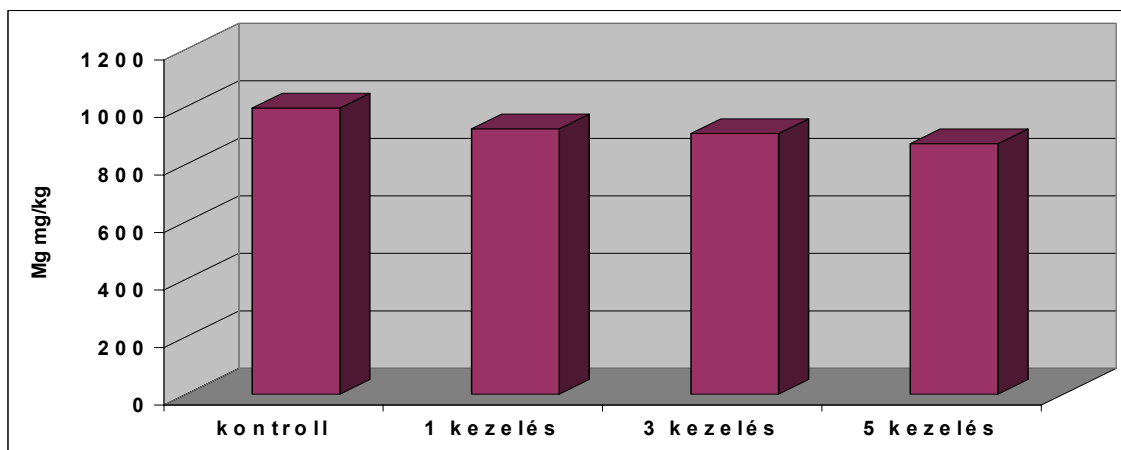
DK 471 SC



Debreceni 351 SC

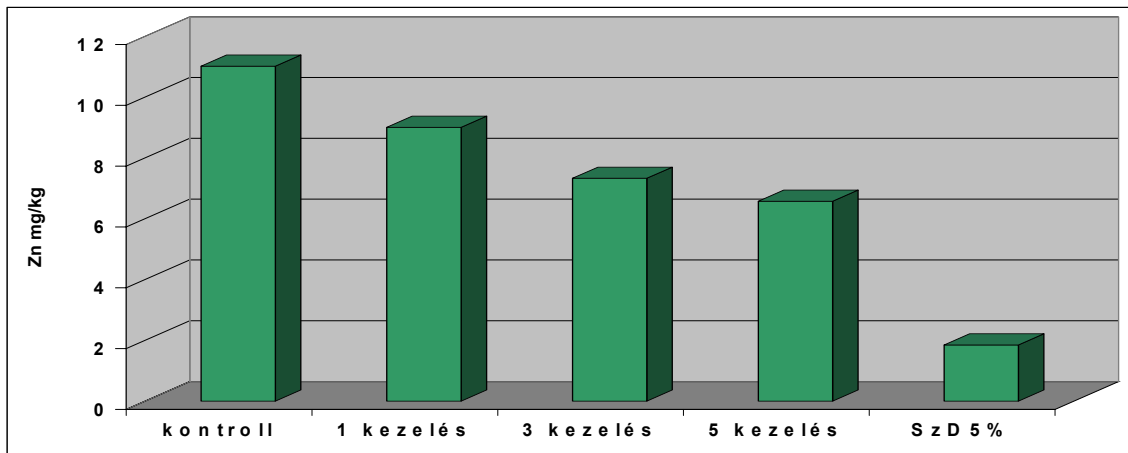


DK 366 SC

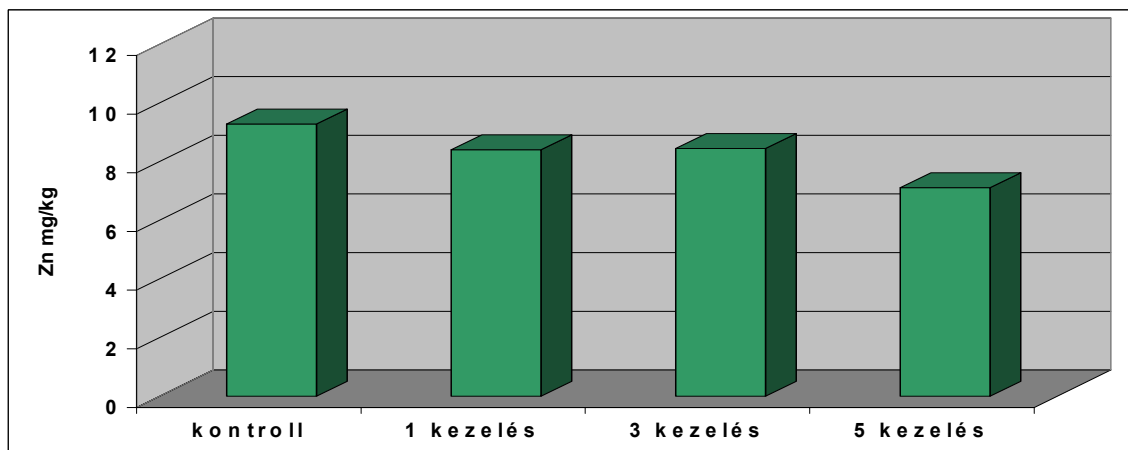


A kukorica hibridek Zn-tartalmának változása műtrágyázás hatására, 1999

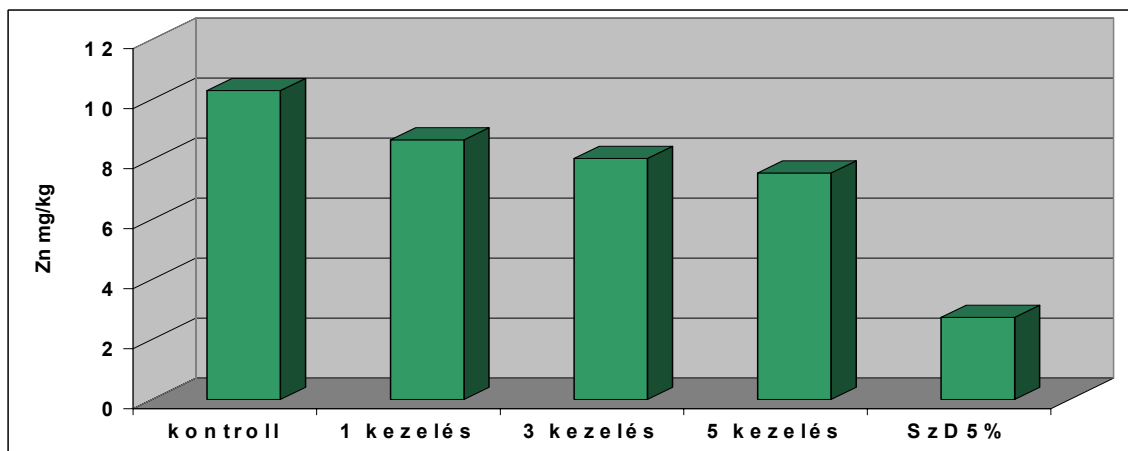
DK 471 SC



Colomba SC



Norma SC



NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Karán a Növénytermesztési és kertészeti tudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2003. március 12.

Jakab Péter
jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Jakab Péter doktorjelölt 1999 – 2001 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal – irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom – javasoljuk.

Debrecen, 2003. március 12.

Dr. habil Sárvári Mihály
témavezető aláírása