

Doktori (Ph.D.) Értekezés

Zsoldos Magdolna

Debrecen

2002

**DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYTERMESZTÉSI- ÉS TÁJÖKOLÓGIAI TANSZÉK**

Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Programvezető:

Dr. Ruzsányi László
egyetemi tanár
MTA doktor
Doktori Iskola vezetője

**A termesztési tényezők hatása a kukoricahibridek
produktivitására**

Témavezető:

Dr. Sárvári Mihály
egyetemi docens
a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Készítette:

Zsoldos Magdolna
agrármérnök

**Debrecen
2002**

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. TÉMAFELVETÉS	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	7
3.1. A N-műtrágyázás jelentősége.....	7
3.1.1. A N-műtrágyázás hatása a kukorica termésére.....	7
3.1.2. A N-műtrágyázás hatása a kukorica minőségére.....	8
3.1.3. A N-műtrágyázás hatása a talajra	11
3.1.4. Hibridek N-igénye, a N-műtrágya optimális mennyisége	15
3.1.5. A N-műtrágyázás hatása a kukorica fotoszintetikus aktivitására	16
3.2. A P-műtrágyázás jelentősége.....	19
3.2.1. A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésére	19
3.2.2. Hibridek P-igénye, a P-műtrágya optimális mennyisége	21
3.3. A K-műtrágyázás jelentősége	21
3.3.1. A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére.....	21
3.3.2. Hibridek K-igénye, a K-műtrágya optimális mennyisége	22
3.4. Az NPK-műtrágyázás jelentősége	23
3.4.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica termésére.....	23
3.4.2. Hibridek NPK-igénye, az NPK-műtrágya optimális mennyisége	24
3.5. Hibridek jelentősége	26
3.5.1. A kukoricahibridek fontosabb tulajdonságai.....	26
3.5.2. Hibridek természetes tápanyagfeltárási- és hasznosítóképessége, hibridek trágyareakciója.....	27
3.5.3. Hibridek vízleadóképessége	28
3.5.4. Műtrágyázás, hibridek termőképessége és a szemtermés beltartalmának összefüggései	31
3.5.5. Különböző genetikai tulajdonságú és tenyésztési hibridek alkalmazkodóképessége, műtrágyahasznosulásuk jellemzői	34
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	37
4.1. Célkitűzések	37
4.2. A kísérleti évek időjárásának jellemzői.....	38
4.3. A kísérlet talajának tulajdonságai	42
4.4. A kísérletben vizsgált kukoricahibridek fontosabb jellemzői	43
4.5. Az alkalmazott agrotechnika jellemzése.....	44
4.5.1. Műtrágyázás.....	44
4.5.2. Talajművelés.....	45
4.6. Kiegészítő vizsgálatok leírása	46
4.6.1. Fotoszintézismérés műszere és módszerének leírása	46
4.6.2. A levélterület (LA) mérés módszere és ideje	46
4.6.3. A kukoricaszem nedvességtartalmának mérése.....	47
4.6.4. A kukoricaszem teljes elemtartalmának vizsgálata	48
4.6.5. A kukoricaszem nyersfehérje- és keményítőtartalmának vizsgálata ...	48
4.7. A kísérleti eredmények kiértékelésének módszere	49

5. EREDMÉNYEK	50
5.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére	50
5.1.1. 1997. év termés eredményének értékelése.....	50
5.1.2. 1998. év termés eredményének értékelése.....	56
5.1.3. 1999. év termés eredményének értékelése.....	62
5.2. Kukorica hibridek vízleadó képességének értékelése.....	72
5.3. A N-műtrágyázás és a környezetvédelem összefüggései	83
5.4. Az NPK-műtrágyázás hatása a különböző genetikai tulajdonságú hibridek minőségére	86
5.5. A műtrágyakezelés hatása a különböző hibridek gombás fertőzöttségére.....	92
5.6. A fajta és a műtrágyázás hatása a különböző hibridek LAI-értékére.....	97
5.7. A műtrágyázás és a klimatikus tényezők hatása a különböző genetikai tulajdonságú hibridek fotoszintetikus aktivitására	104
6. ÖSSZEFOGLALÁS	109
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	114
8. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK	116
9. IRODALOMJEGYZÉK	117
FÜGGELÉK	

BEVEZETÉS

A kukorica nagyfokú alkalmazkodóképességének köszönhetően Amerika felfedezésének idején nagy területen elterjedt, a lakosság ételmezésében legfontosabb szerepet játszó termesztett növény volt. A Kolumbusz által Spanyolországba hozott kukorica az Európában termesztett gabonaféléknél nagyobb termőképességét bizonyította, aminek következtében az 1500-as években Európa, Afrika és Ázsia országaiba is elkerült. A kukorica hazai térhódítása a XVI. sz. utolsó dekádjában kezdődött, amikor a Dél-Európai országokból a Kárpát-medencébe is eljutott.

A Föld kukorica-termőterülete 1989-91-ben 132 386 ezer ha volt. Ennek 27,96%-a Észak-és Közép-Amerikában, 12,79 %-a Dél-Amerikában, a kukorica termőterületének közel harmada, 29,76%-a Ázsiában, 18,86%-a pedig Afrikában található. Európában a kukorica termőterülete a világ kukorica-termőterületének csupán 8,08%-át teszi ki. Magyarország területi részesedése ebben az időszakban 0,84% volt.

A kukorica termésátlagát tekintve a legmagasabb Észak-és Közép-Amerikában 5811 kg/ha volt. A legalacsonyabb termésátlagok Dél-Amerikában 2073 kg/ha és Afrikában 1551 kg/ha mutatkoztak. A hazai kukorica átlagtermés a vonatkozó időszak alatt 5723 kg/ha volt, amely a világ átlagától 156,56%-kal magasabb és a legfejlettebb kukoricatermesztéssel rendelkező régiókhoz közel álló eredmény. (Yearbook, 1998)

Magyarországon az utóbbi évtizedekben a legnagyobb erőfeszítést a hektáronkénti termésátlag növelésére fordították. Mindez egy intenzívebb növénytermeléshez vezetett, melyre nagymértékű műtrágyázás, növényvédőszer és géphasználat jellemző.

A kukorica mai viszonylatban az egyik legfontosabb növényünk. A jövőt tekintve csakis az energiatakarékos, környezetkímélő technológiákkal érhetünk el jobb eredményeket.

Berzsenyi (1999) szerint: agroökológiai, biológiai-genetikai szabályozás, fajták adaptációja, optimális termelési szintek meghatározása, biológiai-agrotechnikai tényezők pozitív interakcióinak a feltárása, az interakciók komplex vizsgálata és szimulációs modellek fejlesztése a tudományos kutatás főbb területei.

A kukorica jelentős mennyiségénél fogva igen fontos szerepet játszik az állatok fehérjeellátásában. Különösen kedvezőtlen az a tény, hogy a hibridek termőképességének növelése mellett a szem nyersfehérjetartalma csökkenő tendenciát mutat. Napjainkban a legtöbb hibrid nyersfehérjetartalma -a hagyományos szabadelvirágzású fajtákéhoz képest- már csak 7-8 % körül alakul.

A kukorica szemesabrak szükségletünknek kb. 65-70%-át, fehérjeigényünknek mintegy 40%-át fedezi.

A szemtermés mellett egyre elterjedtebb a kukoricaszár felhasználása, mely hagyományosan a szarvasmarha tömegtakarmánya.

A jövőben várható a kukoricaszár hőtechnikai hasznosítása, mely ebben az energiaválsággal küszködő világban nagy tartalékot jelent.

A sertések takarmányozásánál abrakként használható a CCM (Corn-Cob-Mix), szem-csutka keverék.

Közvetlen emberi táplálékként hazánk lakossága kevés kukoricát fogyaszt. Csemegeként elsősorban a főtt csemegekukorica és a pattogatott kukorica fogyasztása számottevő. Közép-Amerikában, Dél-Amerikában és Indiában viszont nagy az egy főre eső évi kukoricafogyasztás.

A kukorica ipari feldolgozása is fejlődött. A kukoricaacsíra növényolajipari feldolgozásával nyerik a kukoracolajat. Növekszik a kukoricából nyert keményítő-és szeszgyártás aránya is. A kukorica komplex ipari feldolgozása hazánkban a folyékony cukor (High-Fructos Corn Sirup) gyártásával kezdődött.

A kukorica vetésterületének és termésátlagainak adatait Magyarországon és a világon az 1-2. táblázat mutatja.

**A KUKORICA VETÉSTERÜLETE ÉS TERMÉSÁTLAGA
MAGYARORSZÁGON (1921-2000)**

(KSH adatok alapján)

Év	Vetésterület (ha)	Termésátlag (t/ha)	Össztermés
1921-30	1 036 000	1,49	1 555 000
1931-40	1 167 123	1,87	2 185 357
1951-60	1 244 085	2,16	2 722 896
1961-65	1 268 744	2,63	3 315 863
1966-70	1 235 217	3,23	3 991 043
1971-75	1 409 594	4,17	5 880 852
1976-80	1 296 890	4,86	6 291 977
1981-85	1 110 997	6,11	6 790 510
1981	1 162 537	5,86	6 812 573
1982	1 130 194	6,86	7 751 643
1983	1 102 065	5,68	6 255 514
1984	1 107 123	5,88	6 514 135
1985	1 053 066	6,29	6 618 686
1986	1 118 383	6,28	7 028 845
1987	910 122	6,11	5 833 673
1988	1 103 000	5,46	6 028 000
1989	1 085 000	6,22	6 742 000
1990	1 082 000	3,99	4 137 000
1991	1 106 000	6,71	6 348 440
1992	1 159 000	3,65	4 438 970
1993	1 212 000	3,50	3 971 703
1994	1 204 000	3,85	4 761 000
1995	1 037 000	4,44	4 604 000
1996	1 053 000	5,61	5 989 000
1997	1 057 000	6,44	6 811 000
1998	1 003 000	6,00	6 143 000
1999	1 005 000	6,38	7 149 000
2000	1 199 000	4,40	5 277 600

**KUKORICA VETÉSTERÜLETE ÉS TERMÉSÁTLAGÁNAK
ALAKULÁSA A VILÁGON**

	1997		1998		1999	
	vetésterület ezer ha	termésátlag t/ha	vetésterület ezer ha	termésátlag t/ha	vetésterület ezer ha	termésátlag t/ha
Világ összesen	148945	4,13	140029	4,32	139143	4,31
Ausztria	201	8,62	171	9,19	180	9,50
Benelux államok	40	8,81	39	8,24	27	7,90
Bulgária	550	3,00	408	3,28	400	3,00
Csehország	29	4,92	29	5,94	30	7,00
Franciaország	1800	8,58	1770	8,15	1748	8,52
Görögország	230	8,89	228	8,89	214	8,49
Magyarország	1065	6,14	1032	5,95	1120	6,38
Németország	370	8,28	342	8,06	369	8,24
Olaszország	1035	9,32	983	9,64	968	9,32
Oroszország	570	2,63	879	0,91	800	2,25
Spanyolország	498	8,81	468	8,86	427	8,90
Szlovákia	139	5,44	139	4,66	170	5,70
Ukrajna	680	3,53	1620	2,60	999	3,03
India	6163	1,59	6211	1,61	6287	1,67
Kína	10872	9,69	24835	5,21	25352	5,10
Vietnam	615	2,50	659	2,49	650	2,48
USA	29978	7,89	29872	8,30	28709	8,30
Argentína	3243	4,47	3183	6,00	2647	4,98
Brazília	13638	2,65	10817	2,78	11734	2,77
Kanada	1026	6,82	1109	8,02	1100	7,18
Mexikó	7520	2,46	8508	1,93	8110	2,28

2. TÉMAFELVETÉS

Hazánkban a szántóterület nem növelhető. Törekednünk kell arra, hogy az emelkedő műtrágyaárak mellett, azok biológiai értékesítésük szintjén minél nagyobb javulást érjünk el. A kukoricatermesztés fejlődésében rendkívül nagy jelentősége van a fajtának, mint a biológiai alapokat magában hordozó tényezőnek.

Az 1900-as évek első felében a termésátlagok változatlan szinten maradtak, mert változatlan szinten volt a tápanyagellátás is. A talajból több tápanyagot vontak el a termeléssel, mint amennyit visszapótltak, ún. talajzsaroló gazdálkodás folyt.

A XVIII. században főleg a sárga simaszemű, majd a századfordulótól kezdve az Amerikából származó, nagyobb termőképességű lófogú fajták kezdtek lassan elterjedni.

Hazánkban az 1950-es évekig csak a szabadelvirágzású fajtákat termesztették.

Genetikailag egymástól különböző szabadelvirágzású fajták keresztezésével fajtahibrideket kaptunk, melyek 10-15 %-kal nagyobb termést adtak, mint a szabadelvirágzású fajták.

A beltenyésztéses hibridkukoricák nagyobb arányú elterjedése csak akkor indult meg, amikor megépültek a vetőmagüzemek.

1963-ban az ország kukorica-vetésterületének 30%-án már martonvásári nemesítésű beltenyésztett hibridkukoricát termesztettek. Fajtapolitikánk előírja az újabb hibridek kipróbálását, a legjobbak köztermesztésbe vonását és a már termesztett intenzív fajták állandó felülvizsgálatát. A bő fajtaválaszték lehetővé teszi, hogy minden termőterületre az oda legmegfelelőbb fajta kerüljön. A jövőben is a termésátlag növelésének feltétele a biológiai alapok bővítése: nagy termőképességű és egyéb jó tulajdonságokkal rendelkező hibridek előállítása és gyors elterjesztése a köztermesztésben.

1960-75 között 5 évenként megkétszereződött a műtrágya-felhasználás. Mindenekelőtt a gabonafélék esetén a termésátlagok a kétszeresükre nőttek.

A műtrágya-felhasználás növekedése jelentős szerepet tölt be a növénytermesztés hozamainak növelésében. A felhasználás nagyarányú, szinte robbanásszerű növekedését mutatja, hogy az 1931-40-es évek átlagában a magyar mezőgazdaságban mindössze 1,6 kg műtrágya hatóanyagot használtak fel 1 ha mezőgazdasági területre, ezzel szemben 1986-ban már 278 kg-ot. 1989-től kezdődően a hazai műtrágya-felhasználás soha nem tapasztalt mértékben esett vissza. E csökkenés oka a kedvezőtlen gazdasági környezet (műtrágyaárak emelkedése, hazai ártámogatás megszűnése, stb.) mellett a földterület privatizációjában, annak következményeiben keresendő. Napjainkban az NPK

felhasználás 20-50 kg/ha között változik. A műtrágyahasználat ilyen mértékű mellőzése hosszútávon a talaj tápanyagtőkéjének kimerüléséhez vezethet, mely a terméseredményekben is meg fog mutatkozni.

1984-ben Kádár I. elkészítette Magyarország NPK mérlegét, mely szerint a visszapótlás 20%-át műtrágya, 10-18%-át az istállótrágya, valamint 10-15%-át a melléktermékek tették ki.

A N-túltrágyázás mértékét 20-30%-ra becsülték. A mennyiségi szemlélet bővületében folyó termelés hatására a '70-es évek elején az intenzív műtrágyázásnak egyre több negatív vonása jelentkezett. Tapasztalható volt a talajok savanyodása, a talajvizek nitrátosodása.

Ebben az időben a szántóföldi mezőgazdasági termelés vált a társadalom megítélésében az első számú környezetszennyező ágenssé, amely kedvezőtlen megítélés az utóbbi években a rendkívül alacsony színvonalú országos műtrágya-felhasználás következtében jelentősen mérséklődött.

Összefoglalva megállapítható, hogy a termelési költségek növekedése mellett a rentabilitás megőrzése végett elsősorban a ráfordítások hatékonyságát kell növelni. Ez azt jelenti, hogy egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a kukorica műtrágyahasznosítására, a biológiai alapokra, hiszen a kukoricahibridek között eltérő a tápanyaghasznosítás, így más-más tápanyagszinten és tápanyagarány mellett fejtik ki potenciális termőképességüket. Mindez az eltérő termőhelyi viszonyok között fajtaspecifikus technológiával használható ki.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A nitrogén műtrágyázás jelentősége

3.1.1. A nitrogén műtrágyázás hatása a kukorica termésére

Bocz (1974) A három legfontosabb tápelem közül a nitrogén az elsődlegesen meghatározó jelentőségű a terméstöbbletek elérésében. Azonban a nitrogén 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 negatív hatása is nagyobb.

Berzsényi és Győrffy (1995) megállapították, hogy a termesztési tényezők közül a trágyázás 30,7 %-ban, a fajta 30,0 %-ban, a növényszám 20,3 %-ban, a növényápolás 16,3 %-ban és a talajművelés 2,7 %-ban járulnak hozzá a termés növeléséhez.

Széll és Kovácsné (1993) műtrágyázási tartamkísérleteik alapján megállapították, hogy fő hatásként jelentkezik a N-műtrágya termésnövelő hatása:

100 kg N/ha = 34%-os terméstöbblet

200 kg N/ha = 50%-os terméstöbblet

5 év átlagában a kontrollhoz viszonyítva.

A 300 kg/ha-os dózis jobb esetben (csapadékosabb időjárás) közel egyforma termésnövekedést biztosított, mint a 200 kg/ha, rosszabb csapadékelátottság mellett viszont már terméseszkkenést okozott.

Anda (1987) kísérleteikben azt mutatta ki, hogy az adagolt nitrogén műtrágya mennyiség emelkedésével 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, megváltozik a transzspiráció. Mindez magasabb termésben realizálódik.

Harmati (1995) a még jó nitrogénszolgáltató képességű réti talajon is azt tapasztalta, hogy a nitrogéntrágyázás elmaradása vagy adagjának nem kielégítő nagysága sokkal nagyobb terméseszkést okoz, mint a nem megfelelő P-ellátottság.

Berzsenyi (1993) a nitrogén műtrágya hatását vizsgálta a kukorica növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. (1962-1990) Véleménye szerint a kukoricánövény biomassza produkciójának maximuma és abszolút növekedési sebessége az N_{160} és N_{240} kezelésekben volt a legnagyobb, az N_0 kezelésben a legkisebb. Csapadékos években az N_{60} és N_{240} kezelések biomassza produkciója és növekedési sebessége általában nem különbözött szignifikánsan. Száraz évjáratokban viszont az N_{160} kezelésben szignifikánsan nagyobb volt a mutatók értéke. A biomassza produkció mindegyik nitrogén kezelésnél csökkent, de legnagyobb mértékben az N_0 kezeléseknél. Továbbá megállapította, hogy N_0 kezelésnél volt a legkisebb a termésnövekedés sebessége, míg a legnagyobb értéket az N_{160} és N_{240} kezeléseknél kapta.

Pepó (2000) tapasztalatai alapján a Biofert olyan környezetbarát trágyaforma, amelynek ökonómiai hatékonysága a hagyományos N-műtrágyákénál lényegesen kedvezőbb. Az agroökológiai feltételek mellett N ellátás (Biofert) és az öntözés is igen jelentős hatást gyakorolt a kukorica terméseredményére. A Biofert mind az öntözés nélküli, mind az öntözéssel kukoricatermesztési technológiába sikeresen beiktatható, mint N-forrás kedvező terméstöbbletet eredményez. Megállapította, hogy a Biofert termésnövelő hatása az öntözés nélküli technológiában erőteljesen függött az adott év vízellátottságától. 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 terméstöbbletének.

3.1.2. A nitrogén műtrágyázás hatása a kukorica minőségére

Ahmadi et al., (1993) **Alföldi et al.** (1994) A kukorica szemtermése fontos emberi étkezési és állati takarmányforrás, amelynek minőségét a szénhidrátok, fehérjék és zsírok által meghatározott tápláléérték és az emészthetőség határozzák meg.

Tsai et al. (1978) kimutatták, hogy a kukoricaszemek növekedésének meghatározó tényezője a fehérjék beépülésének mértéke.

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. A vizsgálati eredmények megerősítik **Berzsenyi et al.** (1986) megállapítását, miszerint a nitrogén műtrágyázásra a kukorica elsődlegesen a termés növekedésével válaszol, és másodlagosan a fehérjetartalom növelésével.

Kismányoky és Balázs (1996) szerint a nitrogén műtrágyázás hatására nőtt a területegységenként megtermelt esszenciális aminosavak mennyisége, valamint a fajlagos nitrogén tartalom és a nyersfehérjehozam.

Széll és Makhajda (2001) vizsgálták a N-dózis növelésének a szemtermés beltartalmi értékeire gyakorolt hatását. Az előzőekhez hasonló megállapításra jutottak, miszerint a N-hatás legjobban a nyersfehérje % növekedésében igazolható. A szemtermés és a nyersfehérje együttes hatásaként a hektáronkénti hozam a 200 kg/ha N-dózis hatására ötszörösen nagyobb volt, mint a kontrollban.

O' Learly és Rehm (1990), **Cox et al.** (1993) rámutattak, hogy az emelkedő nitrogén adagok hatására a nyersfehérje tartalom silókukorica esetén is növekedett.

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

Pásztor et al. (1997) kimutatták, hogy a kukoricaszem nyersfehérjéjének aminosav-vizsgálati eredményei alapján az egyes aminosav mennyiségek évjáratonként bizonyos mértékig változhatnak, de előfordulnak olyanok is, amelyek évjáratonként is stabilan megtartják értékeiket.

Latkovicsné (1979) és **Zhang et al.** (1994) szerint a kukoricaszem fehérjetartalmának növekedésében az eltérő nitrogén műtrágyák különböző nitrogén formái nem különböztek. A nem szerkezeti (tartálék) szénhidrátok (NSC) mennyisége a szemkitelítődés során szignifikánsan növekedett, alakulásukra a nitrogén-ellátottság alig volt hatással. A maximális NSC értéket a megtermékenyítés után 50 nappal mérték.

Prokszáné et al. (1995) arról számoltak be, hogy a növekvő nitrogén adagok hatására az összes hibrid átlagában matematikailag igazolhatóan csökkent a keményítőtartalom, a FAO 200-as és a 400-as csoportban nincs szignifikáns változás. A keményítőhozamokban bekövetkező változás egyértelműen a termésreakciónak tudható be. Az egy hektárra jutó keményítőhozam a legmagasabb - a terméshez hasonlóan - a 200 kg/ha nitrogén szint esetén, 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 szintekben. 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 termésnövekedés következménye.

Pásztor et al. (1997) szerint a kukoricafehérje minőségét döntő mértékben a cisztin-, metionin- és lizintartalom határozza meg. A CYS-, MET-, és LYS-tartalom hibridenként bizonyos eltérést mutat. CYS-ből és MET-ből mindkét évben a standardhoz viszonyítva a De SC 377 és De TC 382 hibridekben találtak nagyobb mennyiséget. A De SC 351 hibridben mind a CYS, mind a MET mennyisége kisebb volt. A LYS mennyisége a Julianna SC standard hibridben volt a nagyobb.

Glover és Mertz (1987) A szemes kukorica hibridek beltartalmánál jelentős ásványi elem (N,P,K) különbségekről számoltak be.

Ahmadi et al. (1993) pedig arra hívják fel a figyelmet, hogy a megfelelő hibridekre adaptált nitrogén- műtrágyázás nem csupán a szemtermést, hanem annak tápelem tartalmát is növeli.

Bennett et al. (1953) eredményei szerint a növekvő nitrogén adagok csökkentették a szem foszfor koncentrációját, ugyanakkor a kálium koncentrációra csak kismértékben hatottak.

Latkovicsné (1979) arról számol be, hogy a nitrogén ellátottság nem befolyásolta a szemtermés P_2O_5 és K_2O tartalmát.

Ahmadi et al. (1993) ugyanezt állapítják meg a foszfor esetén, a kálium koncentráció vizsgálatakor azonban csökkenést észleltek.

3.1.3. A nitrogénműtrágyázás hatása a talajra

Nagyon fontosnak és időszerűnek tartom, hogy e témáról bővebben szóljak. Ha még az újraképződést többszörösen meghaladó mértékű talajpusztulás - a nagy területi tartalékok és a fajlagos terméshozamok növelésének tág lehetőségei folytán - nem jelent közvetlen veszélyt. Távlati szempontból viszont nagyon is elgondolkodtató. Mindez aláhúzza a némely országokban már széleskörűen alkalmazott talajkímélő, talajvédő és talajregeneráló művelési módok növekvő fontosságát. A talaj nitrogéntartalma állandóan változásban van, amelyre jellemző, hogy a szervesanyag mineralizációja során keletkező nitrogén mobilizálódik, míg a mobilis nitrogén bizonyos része demobilizálódik, azaz megkötődik. A mobilis nitrogén egy részét a növények felveszik és beépítik szervesanyagaikba, egy másik részét pedig a mikroorganizmusok veszik fel. A talaj nitrogénjének egy része denitrifikáció útján gáz formájában az atmoszférába kerül, ugyanakkor a nitrogénkötő baktériumok (szabadon vagy szimbiózisban élők) gáz alakú nitrogént kötnek meg. Egy része a nitrogénnek kimosódhat a talajból, míg más részét műtrágyákkal visszük a talajba, azaz visszapótoljuk.

A nitrogénvegyületek kimosódását a talajból ma már nem csupán a nitrogénveszteség szempontjából kell figyelembe venni, hanem a talajvizek és vízgyűjtők potenciális szennyezési lehetőségeire is. A nitrogénkimosódás mellett nagy gondot kellene fordítani a talajok savanyodásának megakadályozására.

A talajsavanyodás oka lehet a savanyúan hidrolizáló műtrágyák – a talaj tulajdonságait figyelmen kívül hagyó- helytelen alkalmazása.

A talajok savanyodását kísérő folyamatokat – a savanyító hatás jellegétől függetlenül – a külföldi szakirodalmi publikációk alapján **Kozák** (1987) foglalta rendszerbe:

1. A szervesanyag lebomlását, mineralizációját befolyásoló folyamatok:
 - csökken a szervesanyagok mineralizációja a mikroelem és nehézfém toxicitással összefüggésben. **Francis et al.** (1980) **Lohm** (1980)
 - a talaj mikroflórájának összetétele a savrezisztens gombafajok irányába tolódik el. **Lohm** (1980)

- csökken az ammonifikáció és a nitrifikáció intenzitása **Francis et al. (1980)** **Alexander (1980)**
 - a növényi gyökérzet tápanyagfelvevő-képessége csökken a mikroelem toxicitás és a kémhatás csökkenése következtében. **Mayer és Ulrich (1977)**
2. Az adszorpciós folyamatokat érintő hatások:
- megváltozik az agyagásványok morfológiája, növekszik a rétegek közötti AL-OH formációk aránya (**Jackson, 1963**)
 - csökken a talaj kationcserélő kapacitása (**Sawhney, 1968**)
 - növekszik a kicserélhető savanyúság (**Farrell et al. 1980; Stuanes 1980; Bjor és Teigen, 1980; Linzon és Temple, 1980**)
3. Mobilizációt, kilúgzást befolyásoló folyamatok:
- növekszik a talaj AL-és Fe-tartalmának mobilitása (**Abrahamsen et al. 1976, Baker et al. 1977, Cronan, 1980**)
 - megnövekszik az Mn (**Mayer és Ulrich, 1977**), és a nehézfémek mobilitása (**Tyler, 1976**)
 - a tápelemek kilúgzási vesztesége fokozódik (**Overrein, 1972; Mayer és Ulrich, 1977; Abrahamsen, 1976**)
4. A savasodás hatása a talaj ásványi anyagaira:
- fokozódik az ásványok kémiai mállásának intenzitása (**Johnson, 1979; Farrell et al. 1980**)

Máthé (1990) szerint a műtrágyázásból eredő savterhelés 4-40-szer nagyobb volt hazánkban '80-as évek végén, mint a légköri eredetű savas terhelés.

Blaskó (1990) és **Stefanovits (1990)** a környezeti savas terhelést megközelítően egyenértékűnek tekintik a közepes színvonalon végzett műtrágyázás talajsavanyító hatásával.

Sárvári (1994) véleménye szerint száraz, aszályos évjáratban amikor a N-műtrágyázást nem követi megfelelő termésmegnövekedés, különösen nagy lehet a $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódása és talajvízbe kerülése. Nem célravezető az egyoldalú N-műtrágyázás sem, mert az N-P-K tápelemek közötti szoros interakció következtében -Liebig minimumtörvénye szerint- a hozam a minimumban lévő táplálóanyagtól függ. Amennyiben nem pótoljuk

viszsa folyamatosan a P, K makro tápanyagokat, relative minimumba kerülhetnek. Ha nincs meg a tápelemek közötti harmónia, csökken a termés és N egy része- mivel a kukorica nem tudja felvenni- szintén kimosódhat.

A N 150 kg/ha feletti dózissnál 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.

Továbbá **Sárvári** (1995) számszerűen is kimutatta, hogy a kontroll (műtrágyázás nélküli), valamint az N60, N120 kg/ha hatóanyag-kezelésnél a $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége a talaj 200 cm-es szelvényében 25 mg/kg alatt marad.

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

Különösen száraz aszályos évben amikor a N-műtrágyázást nem követi megfelelő termésnövekedés, nagy lehet a $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódása és az altalajvíz szennyezése.

Fülek és **Debreczeni** (1994) rozsdabarna erdőtalajon 17 éves monokultúrás tartamkísérletben a talaj jelentős elsavanyodását tapasztalták, amelyet a szerzők két okra vezettek vissza. A légköri savas ülepedés hatását a kontroll parcellák talajának kémhatásváltozása tükrözi. A növekvő adagú műtrágyázás hatására egyre inkább elsavanyodott a kísérlet talaja. A kontrollhoz viszonyítva 1979-ben 360-240-200 kg/ha N-P-K hatóanyag kijuttatása a kémhatásban 1,05 mértékű $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ csökkenést okozott.

Hoffmann (1994) kísérleteiben szintén jelentős $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ csökkenést tapasztalt a trágyázatlan területeken is meszezést követő 18. évben.

Krisztián et al. (1995) valamint **Kadlicskó** (1995) agyagbemosódásos barna erdőtalajon

(eredeti $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ = 4.3-4.4; y_1 =13) beállított műtrágyázási tartamkísérletben 30 év alatt a kontroll területen 0.67 $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ csökkenést és 7 egységnyi y_1 értéknövekedést tapasztaltak.

A trágyázott parcellák talaja nagyobb mértékű savanyodást mutatott, $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ -juk 3.49-3.52 érték között volt. Megállapításuk szerint a trágyahatások a légköri savas hatásoknak 1/5-ét tették ki, ami lényegesen ellentmond **Máthé** (1990) megállapításainak.

Kadlicskó (1995) a trágyaféleségek közül a N domináns szerepére hívja fel a figyelmet, a lényeges P,K hatást ugyanakkor nem sikerült kimutatnia. A szerző az NPK trágyaanyagok 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 tudható be.

Többek között **Blaskó** (1983) és **Nyíri** (1987) megállapította, hogy 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) mérései szerint a bázisveszteséget döntően a N-trágyázás okozta. A N jelentőségét fokozza az a tény, hogy a kísérletekben pétisót alkalmaztak N forrásként, amely **Darab és Rédly** (1981) adatait figyelembe véve 1000 kg N hatóanyag mellett 640 kg Ca-ot is tartalmazott.

Debreczeni és Péterfalvi (1994) megállapították, hogy a nagy NPK-adagok hatására lejátszódó savasodási folyamat idővel stabilizálódik, azaz egy bizonyos értéken túl már nem csökken tovább a $\text{pH}_{(\text{KCL})}$

Győri és Kisfalusi (1983) rozsdabarna erdőtalajon vizsgálta a műtrágyázás és a meszezés hatását a talaj pH-ra. Megállapították, hogy a feltalaj eredeti kémhatása ($\text{pH}=5.5$) 8 év alatt 1.5-1.7 pH értékkel csökkent a műtrágyázás következtében, illetve 6.3 pH értékre növekedett 2 t/ha/év mészadag alkalmazása esetén.

Debreczeni és Borsavölgyi (1983) szintén barna erdőtalajokon 8 illetve 10 éves tartamkísérletekben az eredeti $\text{pH}_{(\text{KCL})}$ 10-20%-os csökkenését tapasztalta a nagyadagú műtrágyázás hatására aminek következtében az adott talajon folytatott növénytermesztés sikeressége a meszezés, mint az egyik leghatékonyabb és legbiztosabban megtérülő mezőgazdasági beruházási eljárás.

Vitéz (1990) olyan környezetbarát N-műtrágyapótló anyagról tájékoztat, melynek használatával csökkenthetjük a N-műtrágyázással járó megnövekedett költségeket. Tekintettel lehetünk a vészesen nitrátosodó ivóvízre s az elsavanyodó talajra.

Ezt a Philazonit N-kötő baktériumtrágya segítségével tehetnénk meg, amellyel a műtrágya $\frac{3}{4}$ része helyettesíthető. Megemlíti még, hogy elsősorban kukoricánál igazolható hatékonysága.

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 kezelésekben a Biofert alkalmazása esetén -környezetvédelmi szempontból kedvező módon- kevesebb az alsó talajrétegekben (100-200 cm talajréteg) található, lemosódott $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége (290 mg/kg, ill. 200 mg/kg $\text{NO}_3\text{-N}$), mint ugyanezen dózisok esetén UAN-oldat kijuttatásánál (320 mg/kg, ill. 410 mg/kg $\text{NO}_3\text{-N}$).

Fayolle (1991) megállapítása az, hogy a nitrifikáció késleltetésével a N-trágyához kapcsolt dicián-diamid segítségével a növény nitrátellátását szabályosabbá tehetjük. E módszerrel N-trágyázás gazdaságosabbá tehető 10-20%-al csökkenti a szükséges N-trágya mennyiségét.

A dicián-diamid késleltető hatásának időtartama változhat, az alkalmazott dózis, a talaj hőmérséklete és a nedvességtartalom szerint.

Maidl (1991) megállapítása, hogy a kukorica kezdeti fejlődése lassú, amennyiben alatta a talaj huzamosabb ideig borítatlan, lejtős területen nagyok lehetnek az eróziós veszteségek. Ezeket a megosztott N-trágyázással csökkenteni lehet. Az előző adagot vetés előtt, a másodikat 10 cm-es növénymagasságnál kell kijuttatni. Ily módon nem csak az eróziós veszélyt lehet csökkenteni, hanem a nitrát-kimosódást is.

3.1.4. Hibridek N-igénye, N-műtrágya optimális mennyisége

Az 1970-80-as években mennyiségi szemlélet uralkodott a műtrágyázás tekintetében.

Ezt jól mutatja **El-Hattab-Gheith** (1984) két éven át agyagtalajon folytatott kísérlete is. Vizsgálatukban a különböző N-trágyaadagok (0-214 kg/ha) hatását figyelték a kukorica terméskomponensére. A N kedvezően hatott a termésmennyiségre, nőtt a nyersfehérje tartalom. A legnagyobb termést 214 kg/ha N-nel érték el.

Továbbá **Werner** (1983) megállapította, hogy a kukorica 160-240 kg/ha N-t megfelelő vízellátás mellett meghálálja.

Sárvári (1995) megállapította, hogy a gyakorlatban korábban alkalmazott 150-200 kg/ha-os vagy esetleg ezt is meghaladó színvonalú nitrogén műtrágyázást alkalmazni nemcsak szakmailag indokolatlan, hanem energiapazarlást és környezetszennyezést jelent.

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. Közepesen jó elővetemény hatását is jól hasznosítja a kukorica. Ebben az esetben 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 $N+P_2O_5+K_2O$ volt. Öntözés esetén vagy csapadékos évben 125-141 kg/ha nitrogén, illetve 313-354 kg/ha összes $N+P_2O_5+K_2O$ hatóanyag mutatkozott megfelelőnek.

Pepó és 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.

3.1.5. A N-műtrágyázás hatása a kukorica fotoszintetikus aktivitására

Lap (1992) állítása szerint a növénytermesztés célja a növekedés (szárazanyag gyarapodás) és a hasznos termés nagyságának maximalizálása a genotípus és a környezet (lehetőség szerinti) szabályozásával. A korszerű növénytermesztési kutatásokban egyre határozottabb az az igény, hogy a kísérleti kezelések hatását ne csak a hasznos termésben (szemtermés, silókukorica-termés) mérjük, hanem vizsgáljuk a fotoszintetikus produkció dinamikájában bekövetkezett változásokat a növény növekedésének teljes időszakában, a növekedési, élettani folyamatok jobb megismerése érdekében.

Cox et al. (1993) szerint a HI értékének alakulása a N-tápláltsági szint emelkedésével másodfokú függvénnyel volt leírható az egyik évben, ezzel szemben egy másik évben nem tudtak N-hatást kimutatni.

Tollenaar (1989) vizsgálatai szerint a ma használatos hibridek magasabb HI értéke a szemtermés növekedéshez 15%-ban járult hozzá.

Austin et al. (1980) szerint ugyanakkor a HI, mint egyedüli szelekciós szempont nem elegendő a szemtermés növeléséhez, mivel a HI-nek van egy maximális értéke.

A szemtermés növekedését **Tollenaar** (1991) a szárazanyagbeépítés mértékének növekedésével magyarázza. Véleménye szerint hosszútávon a szárazanyagbeépülés, transzlokáció mértékének növelése korlátozott. A további termésnövelés ezért a biológiai hatékonyság jobb kihasználása lehet.

Cavalieri és Smith (1985) megállapítása, hogy a biológiai hatékonyság potenciálisan növelhető a reprodukív fejlődési szakasz hosszának növekedésével, a sugárzás jobb hasznosítására képes nagyobb levélfelület és levélfelület-tartósság (LAD) kialakításával (**Crosbie**, 1982; **Tollenaar**, 1991) és a hatékonyabb fotoszintézissel (**Dwyer és Tollenaar**, 1989).

Magalhaes et al. (1984) megállapítása szerint a növények termőképességét nagyban befolyásolja a fotoszintetizáló zöld levélfelület élettartamának nemesítésseltörténi növelése.

Hanway (1962) szerint a szemtermés alakulására a legnagyobb hatással a levélfelület nagysága van, amelynek kialakulása, nagysága a növény tápanyg-ellátottságától függ (**Novoa és Loomis** 1981).

Williams et al. (1968) véleménye szerint megfelelő tápanyg-és víz-ellátottság esetén a levélfelület volt a növényi növekedés meghatározó tényezője a vegetatív fejlődési szakasz során.

Ruzsányi (1974) szoros összefüggést talált a N-adagok és a levélfelület nagysága között.

Berzsenyi (1988), **Lemcoff és Loomis** (1986), **Muchow** (1988) szerint a növekvő N-ellátottság a fotoszintézis folyamatát serkenti, a levélterületet (LAI) és a levélfelület tartósságát (LAD) növeli. A nagyobb LAD értékek a levelek magasabb N-tartalmával voltak összefüggésben.

Muchow (1988) a levélfelület növekedéséről számol be N-műtrágyázás hatására nővirágzáskor 120 kg/ha N-dózisig. Kísérleteiben a 240 kg/ha N-ellátottság a 120 kg/ha N-hez viszonyítva már nem eredményezett nagyobb levélterület- és szárazanyag-hozamot.

Ülger és munkatársai (1987) az egyes genotípusok eltérő LAI értékeinek alakulásáról számolnak be a különböző N-kezelések hatására.

Lönhardné és Németh (1989) hangsúlyozzák a tenyészidőszak első felében kialakult levélfelület meghatározó szerepét a potenciális szemtermés kialakulásában.

Bár **Crosbie** (1982) adatai szerint az amerikai hibridek levélfelület-index (LAI) értékei nem növekedtek az elmúlt 50 évben, de az újabb hibridek levélszáradása lelassult.

Van Keulen és Seligman (1987) számítógépes modellezéssel igazolták a levelek öregedése („senescence”) és a N-anyagcsere között fennálló szoros összefüggést.

Yoshida (1972) szerint nagyobb nitrogén-ellátottság esetén a szemtermés szénhidrátjai nagyrészt a reproduktív fázis során (levél-leszáradás csökkenése révén), a hosszabb időtartamú fotoszintézisből származnak.

Petr et al. (1985) kimutatták, hogy a kukoricanövények levelei a felső 120-200 cm-es szintben termelik a legtöbb asszimilátát.

Hasonlóan vélekednek **Beauchamp et al.** (1976), mely szerint a felső levelek a szemkitelítődés alatt bekövetkező transzlokáció fő forrásai.

Blackman (1919) és **Briggs et al.** (1920) megállapítása , hogy a kukoricanövény növekedésének- mint biomassa produkciónak- és a növekedést befolyásoló ökológiai és agronómiai faktoroknak egyik fontos vizsgálati módszere a növekedésanalízis.

Az előzőekkel megegyezően **Sesták et al.** (1971); **Hunt** (1982); **Virágh** (1980); **Berzsenyi** (1993) megállapították, hogy a növekedésanalízis különösen alkalmas módszer a több éves, megfelelő tápanyag-ellátottsági szinteket eredményező műtrágyázási kísérletekben, tartamkísérletekben a kísérleti kezelések hatásának jellemzésére, a tényezők egyedi- és kölcsönhatásának tanulmányozására genotípus-különbségek kimutatására.

Hunt (1982); **Berzsenyi** (1993) a matematikai-statisztikai, továbbá számítástechnikai ismeretek bővülésével kidolgozták a „funkcionális növekedésanalízist”, amely az alapadatokhoz matematikai függvények illesztésén és e függvények különböző paramétereinek elemzésével nyert információk vizsgálatán alapul.

Leon (1992) szerint a szárazanyag termelésének mértéke jól jellemezhető a növekedésanalízisben használt, a növényi produkció dinamikáját vizsgáló mutatószámokkal.

Az eltérő N-ellátottság hatásának agronómiai vizsgálatára ezért e paraméterek jól használhatók.

Hunt és Parsons (1974) számítógépes programot dolgoztak ki a növényi növekedés modellezésére, amelyet hazai viszonyok között **Berzsenyi** (1996) alkalmazott.

3.2. A P-műtrágyázás jelentősége

3.2.1. A P-műtrágyázás hatása a kukorica termésére

A kukorica P-trágyázásának megítélésével kapcsolatos publikációkban a szerzők véleménye megegyezik abban, hogy egy viszonylag kis P adag kijuttatása indokolt lehet, de a nagyobb P-műtrágya mennyiségre a kukorica nem reagál termés-növekedéssel, termésdepressziót okozhat.

Csathó (1983); **Kádár et al.** (1984) szerint a P kedvező hatása- a harmonikus tápanyag-ellátottság megteremtésén túlmenően- többek között a tenyészidőszak lerövidülésével, a korábbi éréssel magyarázható.

Marinov (1985) megállapítása, hogy a kukorica sokéves rendszeres N-és K-trágyázása 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.

Krisztián és Holló (1992) is arról számol be, hogy a foszfor-műtrágya nem növelte a kukorica termését, de az nem is csökkent a foszfor-műtrágya tartós elhagyása esetén sem csernozjom barna erdőtalajon.

Kádár (1987) szerint a P-ral jól ellátott területeken megelégedhetünk a terméssel felvett P mennyiségének pótlásával, fenntartó trágyázást folytatva. A talajt gazdagító P-trágyázást szerinte a P-igényesebb kultúrák alá indokolt végezni.

Kádár et al. (1989) mészlepedékes csernozjom talajon a talaj AL-oldható P tartalmát 150 mg/kg körüli értékre tartják szükségesnek feltölteni a kukorica számára, de megjegyezték, hogy a növény érzékenyen reagál túl nagy P-tartalomra. 150 mg/kg-nál nagyobb AL-P₂O₅ tartalom esetén terméscsökkenést tapasztaltak.

Balla (1980) kísérletének eredményei szerint a P négy évre történő adagolása az adott talajon nem volt hátrányosabb, mint az évenkénti. Sem a termésre, sem a felvett P-mennyiségre nézve a négy évre kiadott P is biztosította harmonikus P-felvételét, ezért meggondolandó a P több évre előre történő kijuttatása.

A Debreceni Egyetem ATC MTK eredményei szerint az előbbiekkal ellentétben a nagyadagú P-műtrágyázás jelentősen csökkenti a Zn felvehetőségét és a szemtermés Zn tartalmát.

Arsy és Miller (1989) kimutatták, hogyha a tenyészdő kezdetétől megnövelt P-ellátást kaptak a csíranövények, akkor kapták a legnagyobb termést.

Loch és Nosticzius (1983) véleménye az, hogy a foszforral jól ellátott növények szárazságtűrése általában jobb. A foszforhiány (a nitrogénhiányhoz hasonlóan) megnöveli az aszályérzékenységet, valamint hátrányosan befolyásolja a virág- és termésképzést, ami terméscsökkenésben nyilvánulhat meg.

3.2.2. Hibridek P-igénye, a P-műtrágya optimális mennyisége

Csathó et al. (1989); **Csathó** (1992); **Lasztity és Csathó** (1994, 1995) mészlepedékes csernozjom talajon 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-ral növelte.

A P adag 100 kg/ha/év P_2O_5 -re történő pótlólagos növelése a kukoricákon 0.4-0.7 t/ha-os csökkenést eredményezett a gyenge Zn-ellátottságú talajon a P indukálta Zn-hiány következtében, ami **Csathó** (1989) szerint 100 kg P_2O_5 /ha feletti trágyaadagok esetén fordulhat elő.

A kukorica optimális 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.

Kadlicskó 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 P_2O_5 -t kapott parcellákon 2-6-8 t/ha szemterméscsökkenést mértek.

3.3. A Kálium-műtrágyázás jelentősége

3.3.1. A K-műtrágyázás hatása a kukorica termésére

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 t-val növelte 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.

Kadlicskó 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 csökkenést 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 esetén 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 káliummal trágyázott parcellák termése között.

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

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

A kukoricatermesztés szempontjából kedvező évjáratban **Lásztity és 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 7.871 t/ha-ról 8.43 t/ha-ra növelte a kukorica szemtermését.

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

3.3.2. Hibridek K-igénye, K-műtrágya optimális mennyisége

A kukorica közismerten K-igényes növény.

Loué (1979) a kukorica nagy káliumigényére hívja fel a figyelmet és véleménye szerint a kukoricát még káliumban gazdag talajon is érdemes káliummal trágyázni.

Szemes et al. (1984) vizsgálatai alapján meszes homoktalajokban a K-ellátás javulása a kukorica termését 2.5-szeresére növelte (>6 t/ha) monokultúrában. A jó és a rossz évjárat termésének hányadosa a gyenge K-ellátású parcellákban 1.7 (4.11 t/ha és 2.47 t/ha), míg a jó ellátásúakban 1.1 volt.

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.

Győrffy (1965) szerint a K azért csökkenti a megdőlést, mert lassítja a szövetek elöregedését így a szár tovább marad zöld, s ellenállóbb a megdőléssel szemben.

Nikolova és Pcselárova (1989) megállapították, hogy a kukorica K szükségletének 24%-át képes felvenni az altalajból. Ennek megfelelően K-trágyázásnál bizonyos korrelációs koefficiensst kell alkalmazni.

Debreczeni (1990) kísérletével bizonyította, hogy a jó káliumellátás fokozza a fotoszintetikus aktivitást, így a termés mennyisége és minősége szempontjából egyaránt fontos. A talaj megfelelő adottságának (anyagtartalom, agyagásvány-minőség, káliumtartalom, pH) figyelembevételével differenciált káliumműtrágyázásra szükség van. Ha káliumot kihagyjuk, úgy gyakran elmarad N és P hatása is.

Mihaila (1987) véleménye szerint kukoricánál 3 és 10 t/ha szemhozam esetén, ha a talaj K tartalma ppm-ben 80, 100, 120, 140, 180 és 220 akkor 50 és 180, 30 és 165, 15 és 150 és 130 és 80 kg/ha K_2O alkalmazása az optimális.

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.

Roy és Kumar (1990) két éven keresztül öt K-szintet alkalmaztak káliumkarbonát alakban. A termés és az alkalmazott K mennyisége között másodfokú összefüggést találtak.

3.4. Az NPK-műtrágyázás jelentősége

3.4.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica termésére

Nikolov és Sztamboliev (1975) megállapították, hogy a műtrágyázás hatékonysága nemcsak az adag nagyságától, hanem a hatóanyagok arányától is függ. 6: 1=N: P arányától viszonylag nagy termés várható, míg N:P=1:1 arány esetén a termés csökken.

Popova et al. (1977) szerint a kukorica számára a N minimumban van, a P másodsorban. Ezért a P kedvező hatása a N-adagtól függ. A K-t a talaj készlete fedezi öntözött talajokon.

Az előzőek fordítottan is igazak, miszerint **Harmati** (1995) meszes réti talajon megállapította, hogy a N műtrágyázásnak termésnövelő hatása van, amelyet viszont befolyásol P ellátottság mértéke és a tőszám is. A kedvezőtlen N: P arány várhatóan terméscsökkenést okoz.

A műtrágyázás hatékonysága függ a talajok típusától.

Prokszáné et al. (1995) réti öntéstalajon eltérő évjáratokban megállapították, 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.

Sztulin-Kizsakov (1986) megállapítása szerint a K indokolatlanul nagy mennyisége rontja a műtrágya-hasznosulást.

Lásztity és Csathó (1995) mezőföldi csernozjom talajon végzett kísérletük alapján megállapították, hogy a K*N kölcsönhatás a kukorica szemtermésében jelentkezett, amikor a N-adagok növelése a K-hatást is növelte. A K*P kölcsönhatások a kukorica szemtermés esetén elsősorban a száraz, meleg évjáratokban volt szignifikáns.

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

Ugyanezt írják le jóval később **Csathó et al.** (1991) hogy a kielégítő tápanyag-ellátottság általában mérsékli az aszálykárt a kukoricában, de az aszályos évben az NPK-val kisebb adaggal ellátott állomány kevésbé volt fejlett, s jobban átvészelte az aszályt, mint a jól fejlett növények.

3.4.2. Hibridek NPK -igénye, NPK-műtrágyázás optimális mennyisége

Cankova (1983) négy önbeporzós vonal esetén vizsgálta az NPK felvételt, eltérő NPK-adagok mellett. Megállapította, hogy a fejlődés kezdetén gyenge a felvétel, növekedés alatt fokozódik és maximumát a címerhányás idején éri el. A felvételt a növények genetikai tulajdonságai is behatárolják.

Nagy és Zeke (1981) szerint a műtrágyázás növelése a szemnedvesség csökkenéséhez vezet. Kísérleteikben a kukoricahibridek többségénél az optimális szinten felül adagolt műtrágya már nem csökkentette a kukorica nedvességtartalmát.

Menyhért (1979) kísérlete alapján a kukorica a teljes vegetáció alatt felvett tápanyag mennyisége kg/ha-ban 11 t/ha szemtermés esetén:

N-264 kg/ha	100 kg szemterméshez: N-2.4 kg
P-110 kg/ha	100 kg szemterméshez: P-1.0 kg
K-264 kg/ha	100 kg szemterméshez: K-2.4 kg

Sirbu (1986) 18 éven át folytatott kísérleteiben átlagban 100 kg N-t és 80 kg P₂O₅-t alkalmazott melynek hatására kedvezőbb évjáratban 600-800 kg terméstöbbletet ért el hektáronként. A nagyon aszályos években a nagy adagok inkább kedvezőtlenül hatottak, a csapadékosabb években pedig a K-trágya egymagában nagyban csökkentette a csövek méretét.

Ruzsányi (1992) 4-5 kg-os fajlagos műtrágya-alkalmazással számolt aszályos évben öntözés nélkül: 47-62 kg N/ha, 118-154 kg NPK/ha; öntözés mellett illetve csapadékos évben 125-141 kg N/ha, 313-354 kg NPK/ha.

Tehát a műtrágyázás hatása függ a növények vízellátottságától.

Bocz és Nagy (1981) a kukorica víz-és tápanyag-ellátottságának optimális összhangjának szükségességére hívja fel a figyelmet és fontos szervesanyag-produkció determinánsnak ítéli a tenyészidőszakot megelőző év vízellátottságát.

Ugyancsak **Bocz és Nagy** (1981) kísérletükben megállapították, hogy a kukorica terméstöbblete öntözés hatására 2.05-2.24 t/ha, műtrágyázás hatására 1.87-2.13 t/ha volt.

Sárvári (1995) a hajdúböszörményi réti talajon végzett kísérletei szerint a kukoricahibridek leghatékonyabb és a környezetvédelmi szempontoknak is még megfelelő műtrágya adagja $N=60-120$, $P_2O_5=45-90$, $K_2O=53-106$ 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.

3.5. Hibridek jelentősége

3.5.1. Hibridek termőképessége

Németh és Szél (1985) megállapítása, hogy Magyarország nyitott fajtapolitikát folytat. A világ legjobb fajtáit honosítjuk meg. A termésnövekedésben 50%-ot tulajdoníthatunk a jobb fajták, illetve hibridek termesztésének.

Valterova és Zatkolík (1987) 1952 és 1985 között 5 éves periódusokban vizsgálták a termésnövekedést, amit 81%-osnak találtak. Az egyenletes termésnövekedés a legújabb nemesítésű hibrideknek köszönhető.

Bocz (1981) szerint a fajta 25 %-ban járul hozzá a termés növekedéséhez.

Sárvári (1992) véleménye szerint a termésátlag növelhető a legjobb hibridek köztermesztésbe vonásával, különösen a hibrid igényének megfelelő harmonikus tápanyagellátással, valamint az optimális tőszám alkalmazásával. A jövőben a termőhely megválasztására is nagyobb gondot kell fordítani.

Schultze és Koch (1991) szerint a kukorica intenzív kultúra, gondos termesztéstechnikát kíván, melyben a fajtakiválasztásnál a helyi adottságokat fokozottabban figyelembe kell venni. Az optimális vetésidőt is be kell tartani és a tőszámot helyesen kell megválasztani.

Sárvári (1994) kísérletei alapján megállapította, hogy a kukoricatermesztés intenzívebbé válásával az újabb korszerű hibridek köztermesztésbe vonásával jelentősen megváltozott a hibridek tenyészterületigénye, ill. tőszám-sűrítetősége. A korszerű hibridek zöme a tőszámsűrítéssel szemben plasztikusan viselkedik és széles a tőszámoptimum-intervallumuk is. Mindez kedvező tulajdonság, mivel a tőszám a terméshozamot nagymértékben meghatározza.

Pron'ko (1991) megállapította, hogy a Volga folyó mentén a szemeskukorica potenciális termése 6,5-10,0 t/ha és a sikeres termesztés akadályá sokáig a megfelelő korai, bőtermő hibridek hiánya volt. A hibriden kívül a bő termés elérésének előfeltétele a megfelelő elővetemény és az ésszerű műtrágyázás.

Sárvári és Szabó (1998) szerint az utóbbi évek terméseszkökenését döntő mértékben nem a termesztési tényezők hiánya, hanem a kedvezőtlen klimatikus tényezők, az aszályos évjáratok okozták. Hazánkban a hibridellátottság megfelelő, azonban lényeges szempont az ökológiai adottságokhoz igazodó hibridválasztás. Megállapították, hogy a megfelelő tőszám a termést növelő, a túl nagy tőszám viszont azt nagymértékben csökkentő tényező.

3.5.2. Hibridek természetes tápanyagfeltáró- és hasznosítóképessége, hibridek trágyareakciója

Dambroth és El Bassam (1990) szerint a gyökerek tápelemfelvevő hatékonysága elsősorban az adszorpciós kapacitásuktól és a tömegüktől (felület nagysága) függ, amelyek genetikailag és a környezet által meghatározottak.

Debreczeniné (1985) megállapítása, hogy a jobb tápanyagfeltáró-és hasznosító-képességű hibrideknél nagyobb a gyökérszőrök felületének abszorpciós kapacitása. Mindez abban mutatkozik meg, hogy az új fajták és hibridek nagyobb termőképessége

azon is alapszik, hogy jobban képesek hasznosítani a talajtermékenységet, a rendelkezésre álló tápanyag- és vízkészletet. Ez az oka, hogy a kutatók gyakran tapasztalnak az extenzív fajtákkal szemben pozitív kölcsönhatást az intenzív fajták ill. hibridek, valamint a fokozott tápanyagellátás között. Ebből az következik, hogy az intenzív fajtáknál a tervezett termés fajlagos tápanyagigényét csökkenteni lehet, mivel csak a talaj tápanyagát és műtrágyát is jobban hasznosítják. Ugyanakkor az intenzív fajták, hibridek nagyobb termése összességében nagyobb mennyiségű tápanyag-utánpótlást igényel.

Sárvári (1992) véleménye szerint azok a kukoricahibridek értékesebbek, melyek kis műtrágyaadagoknál is nagy termésre képesek. Az jobb tápanyag-reakciót fejez ki, ami genetikailag meghatározott tulajdonság.

Sárvári (1995) továbbá megállapította, hogy a kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója rendkívüli mértékben altérő. A kukoricahibridek értékét, trágyareakcióját a kontroll (műtr. nélküli) és az alacsonyabb szintű NPK adagoknál elért terméseredmények jobban jellemzik, mint a maximális termésnél meglévő terméskülönbségek.

Fox és Piekielek (1987) véleménye szerint agronómiai értelemben a műtrágyázás hatékonyságát a kijuttatott tápanyag egységére vetített termés mennyiségeként fejezik ki.

3.5.3. Hibridek vízleadóképessége

Pásztor (1958) három éves kísérletek eredményei alapján megállapítható, hogy a helyesen megválasztott vetésidő kedvezően hat az érésidőre, valamint a terméseredmények alakulására. Vizsgálatai szerint a legkedvezőbb növekedést és fejlődést a május első felében vetett növényállományok adták. Ezek adták a legnagyobb átlagtermést és ezeknél volt a legkedvezőbb az egyes fejlődési periódusok aránya, továbbá az érés alakulása. A korai vetéseknél a termés csökkenést valószínűleg a növények kezdeti fejlődési stádiumában jelentkező kedvezőtlen időjárási tényezők okozták, melyet tovább fokoz a kórokozók és talajlakó penészgombák kártétele.

I'só (1962) mutatott rá először arra, hogy a kukorica vetésidejéről nálunk a vélemények nagyon eltérők. Szakembereink legnagyobb része a mérsékelten korai (IV.15.-20.) vetést ajánlja, míg sokan a késői vetés (V.1.-10.) hívei. A korai vetés ajánlói a vetés kezdetének a talaj megfelelő felmelegedését (+10-12°C) tekintik. A IV. 15-20. időpontot csak akkor ajánlják, ha a talaj hőmérséklete lehetővé teszi a korai vetést, az megfelel a kukorica csírázáskor fellépő hőigényének. A korai vetés előnye a későbbi vetéssel szemben többrétű. A korai vetéskor a talajban még jobban rendelkezésre áll a téli csapadék, így a megerősödött növények jobban bírják a tavaszi szárazságot, és általában egy-két héttel korábban is érnek. A kései vetés hívei azt hangoztatják, hogy a talaj később a kukorica számára kellően felmelegedett, és nem fenyegeti egy-egy késői hideg időjárás, mint a korábban elvetett fajtákat. A hideg időjárás a kukoricának nem kedvez, mivel ilyenkor elhúzódik a kelés, és fokozottan ki van téve a rovarok és penészgombák károsításának. Előfordulhat az is, hogy a korábban gyorsan kikelt kukoricát egy hideg időjárás elér és a kukoricánövény sárgulni kezd.

I'só (1966) Martonvásáron végzett több éves vetésidő kísérletek eredményeiből megállapítható volt, hogy több év átlagában 7%-os terméstöbblet mutatkozik április közepén vetett kukorica javára a május közepén vetett kukoricával szemben. Debrecenben pedig csak egyetlen évben volt magasabb termésük a május közepén elvetett kukoricafajtáknak. Megállapítható volt az is, hogy a különböző kukoricafajták eltérő érzékenységgel rendelkeznek a vetésidőben bekövetkező változással szemben. A rövid tenészedejű fajták érzékenysége kisebb volt a későbbi vetéssel szemben, mint a hosszabb tenészedővel rendelkező fajtáké.

A vetésidő módosítja a kukorica kelésidejét is. Az április közepén történő vetéskor általában 19-24 nap, május eleje körül 10-15 nap, május 20-i vetéskor már csak 6-10 nap telt el a vetéstől a kelésig.

Igen fontos szempont a különböző kukoricafajták, hibridek beérésének ideje is, különösen az északabbra fekvő, és csapadékosabb területeken. A Martonvásáron végzett kísérletek adataiból kiderül, hogy az egy hónappal későbbi vetés 11-16 nappal, átlagosan 14 nappal későbbi érést eredményezett. A kísérletekben azt is kimutatták, hogy átlagos időjárású években a korai és késői vetések közt csak kisebb terméskülönbség adódik.

Aldrich (1970) szerint az optimális vetésidő-intervallumon belüli korábbi vetés az előnyös, mivel a növény legintenzívebb fejlődése a rövidebb napszakokra esik, ami

miatt a növény alacsonyabb lesz, és kevésbé dől meg. Jobb lesz a csírázás és a megtermékenyítés ideje alatt a növény nedvesség ellátása, a gyökerek mélyebbre hatolnak le, ezáltal az aszályos periódusokat jobban vészeli át, továbbá javul a növények műtrágya hasznosító képessége.

György Bné (1969) kísérleti eredményei is megerősítik azt a megállapítást, hogy a kukorica vetésidejét elsősorban a helyi időjárási és talajviszonyok határozzák meg. Ezen kívül megállapította azt is, hogy a vetést a késői érésű fajtákkal kell kezdeni és a rövidebb tenyészidejű fajtákkal célszerű befejezni. A vetéstől a kelésig eltelt idő az április közepén történt vetésnél volt a leghosszabb (15-16 nap), majd fokozatosan csökkent és a május 15-i vetésnél már csak 7 nap volt. A korábbi vetés a tenyészidőt megnyújtotta, míg a későbbi vetés esetén a tenyészidő megrövidült. Az április közepén elvetett kukorica 4 év átlagában 13-15 nappal ért korábban, míg az április 25-i vetés 8-11 nappal ért korábban a május 15-i vetéshez képest. A május 15-i vetés négy év és két kukoricahibrid átlagában 8-8%-os termésnövekedést eredményezett.

Palágyi és Kálmán (1979) Szegeden 1971-73 években 5 különböző éréscsoportba tartozó kukoricahibriddel (FAO 250-624) folytatott vetésidő kísérleteket április 30.-június 10. között 10 naponkénti vetéssel, a kései vetések hatásának vizsgálata céljából. Megállapították, hogy a május 30-i vetés 3 év átlagában a hibridek legnagyobb terméséhez viszonyítva 7-8%-os, a június 10-i vetés pedig 18-47%-os szignifikáns termésnövekedést okozott. Vizsgálataik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a különböző genotípusú hibridek a késői vetésekre nem egyformán reagálnak.

Kováts és Sárvári (1992) megállapították, hogy a korábbi vetésidők alkalmazásával a vetések kelési és kezdeti fejlődési ütem jobb, mint a későbbi vetések esetében és ezzel a kukoricahibridek érése is előbbre hozható. Az optimális vetésidő intervallumon belül a 2-3 nappal korábbi vetés az érést egy-két nappal hozza előbbre és a szem nedvességtartalma is, csökken -évjárattól és hibridtől függően- 0.5-0.8%-al. A május 5-10. után vetett kukoricahibridek általában gyengébben fejlődnek, a növények Harvest-indexe romlik és lényegesen kevesebbet teremnek.

Záborszky (1998) szintén az optimális időszakon belüli korai vetést tartja előnyösnek, mert így a fejlődés vegetatív szakasza a hűvösebb és csapadékosabb május-június hónapokra esik, a termesztés szempontjából legkritikusabb időszak (címerhányás,

nővirágzás, megtermékenyülés) pedig az aszályos –július vége előtti- időszakhoz képest korábban következik be, így biztonságosabb lesz a termesztés.

A korai vetés előnyeit illetően (korábbi érés, alacsonyabb betakarításkori szemnedvesség) véleménye megegyezik a legtöbb szerző véleményével.

Berzsenyi és Szundy (1998) az 1995-97 évi vetésidő kísérletek eredményei alapján megállapították a vetésidő hatásár a kelésig eltelt napok számára, a kukoricahibridek terméseredményére és betakarításkori szemnedvességtartalmára. A vetéstől eltelt idő a kelésig a korai (április 13.) vetésidőben (13-15 nap) volt a leghosszabb. A későbbi vetésben fokozatosan csökkent a keléshez szükséges napok száma. Az április 23-i vetésben 10-12 napra, május 3-i vetésben 7-10 napra. Általános tendenciaként megállapították, hogy a korai tenyészidejű hibrideknek kevesebb időre volt szükségük a keléshez, mint a hosszabb tenyészidejű hibrideknek.

A vetésidő és a kukorica szemtermése között a következő összefüggéseket állapították meg: a kukorica szemtermése legnagyobb volt a korai (április 13.) és optimális (április 20-23.) vetésidőben. Ezekhez képest a későbbi vetésidőkben 1995. évben (április 29., május 6., május 16.) 22.4, 1996. évben (május 3., 16., 24.) 16.1% volt a termés kiesés.

A hibridek szemtermésének betakarításkori szemnedvességét vizsgálva azt tapasztalták, hogy a későbbi vetésidőben jelentősen 1995-ben 14.4%-ról 19.6%-ra, 1996-ban 22.9%-ról 27.8%-ra nőtt a nedvességtartalom. A hosszabb tenyészidejű hibridek nedvességtartalma lényegesen magasabb volt.

A szerzők a vetésidő és a N-műtrágyázás hatásának kapcsolatát vizsgálva megállapították, hogy a legnagyobb termést minden N-műtrágya szintem a korai vagy az optimális vetésidőben elvetett állományok adták.

Berzsenyi et al. (1998) öt eltérő tenyészidejű kukoricahibrid növekedési dinamikáját vizsgálva megállapították, hogy a korai vetés a kukoricahibridek reprodukzív növekedését, a kései vetés a kezdeti vegetatív növekedést segítette elő.

Kimutatták azt is, hogy a vetésidő és a nővirágzás időpontja között 3:1 arány áll fenn, ami azt jelenti, hogy a vetés három hetes késése egy héttel késlelteti a nővirágzás időpontját.

Sárvári (1999) szerint a vetésidő és a kukorica termése, valamint a betakarításkori szemnedvességtartalom között szoros összefüggés állapítható meg.

A vetésidő és a termés közötti összefüggést a csapadék tenyészidőbeli eloszlása nagymértékben befolyásolja. A korábbi vetésidőben 5-8%-al is csökkent a batakartáskori szemnedvességtartalom, ami kiemelkedő gazdasági előnnyel jár.

3.5.4. Műtrágyázás, hibridek termőképessége és elemtartalom összefüggései

Nemcsak a növényi részek tápelemtartalma tér el egymástól, de a különböző tápelemek felvétele is.

Pintér et al. (1979) a könnyezési nedv analizálásával megállapítja, hogy a kukorica NPK felvétele genotípusok szerint lényegesen eltérő. A tápelemek eltérő mértékben befolyásolják a növények fejlődését, amit a gazdaságossági számításoknál feltétlenül figyelembe veendő tényező. A három fő tápelem közül a nitrogénnek tulajdonítanak a kukorica trágyázásával foglalkozók a legnagyobb jelentőséget, amit a tárgykörben megjelent publikációk száma is bizonyít.

Sárvári (1995) szerint a termést a N hordozza, de N 60-120-tól nagyobb adagot alkalmazunk a talajban károsan sok $\text{NO}_3\text{-N}$ halmozódik fel.

Kadlicskó és Krisztián (1989) barna erdőtalajon végzett NP kukoricatrágyázási tartamkísérlet alapján a nitrogént tartja elsősorban termés-meghatározónak.

A nitrogén-műtrágyázásnál azokat az eljárásokat részesítik előnyben, amelyek azt biztosítják, hogy a kijuttatott műtrágya hatóanyagának minél nagyobb hányadát a növények vegyék fel.

Timmons és Baker (1992) jelölt nitrogént (^{15}N) alkalmaz ott annak kimutatására, hogy a kijuttatott N hatóanyag hányad részét veszi fel a növény. A hasznosult nitrogént (nitrogen recovery) úgy számolja ki, hogy az egységnyi területen lévő növények által felvett jelzett nitrogént elosztja az egységnyi területre összesen kijuttatott jelzett nitrogén mennyiségével.

A nitrogén kijuttatásánál figyelembe veendő a növények nitrogén felvételének dinamikája és a talajréteg, ahonnan a kukorica a N-t legkisebb veszteséggel képes felvenni.

Timmons és Baker (1992) pontinjektálós technológiával a N kijuttatásának helyét és idejét pontosan megvalósíthatónak tartja, így javítva a N hasznosulást.

Timmons és Cruse (1990) szerint az őszi talajmunkák előtt a felszínre szórt N-nél jobban hasznosul a tavasszal a sorok közé, a felszín alá juttatott N.

Timmons és Baker (1992) véleménye szerint, a jelzett nitrogénnel műtrágyázva a kijuttatott N sorsa pontosabban nyomon követhető, ami alapján gazdasági és környezetvédelmi szempontból előnyös döntések hozhatók. No-till művelésű kukoricában N-trágyázásos kísérletben jelzett nitrogénnel kimutatták, hogy a talajban és a növényben kiadott ^{15}N 58-70%-a volt jelen, míg a 30-42%-ról feltételezik, hogy kimosódás vagy denitrifikáció útján távozott, ami a kijuttatásban lévő tartalékokra hívja fel a figyelmet.

A vegetációs időn belüli talaj és növénytesztekkel következtetni lehet a tápanyagellátásra, ami alapján műtrágyázási szaktanácsadási módszereket dolgoztak ki. A N trágya hasznosulásának egyik lehetőségeként ajánlja **Magdoff et al.** (1984) a késő tavaszi nitrát tesztet, amivel a talajban lévő, illetve a kukoricának hiányzó N megállapítható és a szükséges N a növények 15-30 cm-es magasságánál a sorok közé injektálható. A kijuttatott N hatékonyságát a hazai vizsgálatok is értékelik, miszerint a területegységenként kijuttatott N hatóanyag növelésével romlott a hasznosulási %.

Németh (1983) N hatékonysági vizsgálatot végzett. Öt éves kísérlet alapján a N hasznosulási %-át 87 kg-os N-szinten 109%-nak, 174-261kg N-szinten 60-46%-nak, 384 kg-os N-szinten pedig 35%-osnak állapította meg.

A N hasznosulási %-a 87kg-os N szinten azért volt 109 %, mert a többlettermésben lévő nitrogén több volt, mint a kiadott nitrogén. A N kijuttatásának az időpontjának meghatározása tekintetében figyelembe kell venni, hogy a tenyészidő előrehaladtával a N trágya hasznosulása egy ponton túl nullára válik.

Márton (1970) N műtrágya hatásvizsgálatának eredményeként megállapítja, hogy a műtrágyázás időpontja a trágya érvényesülését nagymértékben befolyásolja. A kukorica késői adagolásban, amikor a kukorica magassága meghaladja a 80-100 cm-t nem tudja

az ammóniát hasznosítani. A N adagok növelésének gazdasági hatásain kívül figyelembe kell venni a környezeti hatásait is.

Kavlen et al. (1998) a gazdaságilag hatékonynak és környezetvédelmi szempontból is megfelelőnek tartja a N-műtrágya kijuttatását, ha a maradék $\text{NO}_3\text{-N}$ a talajban minimális a tenyészidő végén.

A nitrogénműtrágyák hatása és talajban való mozgása eltér a P és K műtrágyákétól.

Szirtes (1971) a P hatását illetően megállapítja, hogy a növény föld feletti részének 73.5%-a a szemtermésben akkumulálódott és a P növelése kedvező volt a N érvényesülésére. A tápelemek egyenkénti mennyiségi meghatározásán túl szükséges azok egymásra hatását is megvizsgálni, mert az egyik tápelem növelése egy másik felvehetőségének csökkenéséhez vezethet. Fontos a N:K arányának ismerete adott talaj esetében a trágyaadagok harmonikus meghatározása.

Szirtes (1970) megállapította továbbá, hogy a N trágya hatására a felvett N és K mennyisége változik a legkifejezettebben.

Tölgyesi és Mikó (1977) véleménye szerint a makroelemek mellett a mezo- és mikroelemek szerepe is termést limitáló tényező lehet. A kukorica mezo- és mikroelemkoncentrációja a legtöbb elemre nézve csökkent a nagyobb termésekben, ami relatív táplálóanyag hiányára utalhat.

A ma általánosan pótolta tápelemek (N,P,K esetleg Ca) mellett egyes talajtípusokon a növénytáplálás harmonikus összhangjának megbomlásához vezethet a mikroelemek hiánya. A hiányzó mikroelemek pótlásával **Szirtes et al.** (1977) a N tartalmat 8-19%-kal növelte. A leghatásosabbnak a kelát formában adott Cu és Zn mikroelemek voltak. A szántóföldi táblákról folyamatosan eltávolított terméssel a mikroelem hiányos területek aránya a jövőben növekvő tendenciát mutathat. A mikroelemek pótlására **Szirtes et al.** (1977) szerint csernozjom talajon nincsen szükség.

3.5.5. Különböző genetikai tulajdonságú és tenyészidejű hibridek alkalmazkodóképessége, műtrágya-hasznosulásuk

Dambroth és El Bassam (1980) megállapítják, hogy a mai fajták között jelentős különbségek mutathatók ki a N-hasznosításuk tekintetében.

Jocic és Saric (1983) kutatási eredményei szerint a kukorica (C₄-es növény) a nitrogén, foszfor és kálium felhasználásában hatékonyabbnak bizonyult, mint a napraforgó és cukorrépa (C₃-as növények).

Gerloff (1977) a növényeket terméseik alapján 4 különböző csoportba osztotta:

1. **Hatékony-szenzitívek:** olyan genotípusok, melyek alacsonyabb tápanyag-ellátottság mellett is magas termést hoznak, és a további tápanyagellátásra érzékenyen reagálnak (jó tápanyag-hasznosítók)
2. **Kevésbé hatékony-szenzitívek:** olyan növények, amelyek tápanyag-szegény környezetben alacsony terméseredményeket produkálnak, de a kiegészítő táplálásra érzékenyen reagálnak;
3. **Hatékony-toleránsak:** alacsony tápanyag-ellátottság esetén is magas terméseredményeket elérő fajták, amelyek termése kevésbé (vagy egyáltalán nem) növekszik a tápanyag-szint emelésekor;
4. **Kevésbé hatékony-toleránsak:** amelyek termésszintje nem kielégítő tápanyag-ellátottság esetén alacsony és a további tápanyag-kijuttatásra nem reagálnak.

Bundy és Carter (1988) és **Russell** (1988) szerint az eltérő kukorica genotípusok N-műtrágya-reakciójának összehasonlítására az azonos tenyészedjű, valamint genetikailag hasonló terméspotenciálú (genetikailag közelálló) hibridek alkalmazhatók, mert a különböző hibridek eltérő N-műtrágya reakcióját gyakran az eltérő tenyészidő okozza.

Szell és Makhajda (2001) véleménye szerint a kukoricák a talajok N-készletét nem azonos mértékben képesek hasznosítani. A N-műtrágyaadagok különböző módon növelik azok termését. A tápanyagreakció szerint vannak olyan hibridek, amelyek a talaj tápanyagkészletét az átlagosnál jobban hasznosítják. E hibrideket azokra a helyekre

javasolják, ahol a talaj tápanyagellátottsága rossz, vagy ahol nagyon kevés pénz jut műtrágya vásárlására.

Eghball és Maranville (1991) megállapítása az, hogy a hibridek optimális N-műtrágya adagjának meghatározásához a talajnedvességi állapotának ismerete nélkülözhetetlen.

A N-hasznosítás hatékonysága (N-utilization efficiency) felbontható további összetevőkre: a harvest-indexre (egységnyi szárazanyag-tömegre eső szem-szárazanyag-tömeg, HI) és az egységnyi felvett nitrogén tömegre eső szárazanyag mennyiségre.

Hirose (1984) ezt „N-utility” =” N-hasznosíthatóság”-nak (NU) nevezi, -ami az egész növény N-koncentrációjának (%) inverz értéke-; vagy a nitrogén harvest-index (egységnyi felvett nitrogén-tömegre eső szem-nitrogén mennyisége, NHI) és az egységnyi szem nitrogénre eső szem-szárazanyag-tömeg szorzatára.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Célkitűzések

A kukorica mai viszonylatban az egyik legfontosabb növényünk. A kukoricatermesztés fejlődésében rendkívül nagy jelentősége van a fajtának, mint a biológiai alapokat magában hordozó tényezőknek. A múltban amikor tápanyagellátásunk évtizedeken keresztül alig javult, úgyszólván csak a fajta biztosította a kukorica termésnövekedését. Napjainkban is a termésátlag növelésének feltétele a biológiai alapok bővítése: a nagy termőképességű és egyéb jó tulajdonságokkal rendelkező hibridek nemesítése továbbá gyors elterjesztése a köztermesztésben.

A korszerű agrotechnika követelményei mellett a műtrágya adagokat is az adott hibridre kell adaptálnunk.

A felhasználás nagyarányú, szinte robbanásszerű növekedését mutatja, hogy amíg az 1931-40-es évek átlagában Magyarországon 1,6 kg, addig 1986-ban már 262 kg műtrágya hatóanyagot használtak fel 1 ha mezőgazdasági területre. Bár napjainkra a műtrágya felhasználás gazdasági okok miatt 20-40 kg-ra esett vissza.

Napjainkban egyre nagyobb jelentősége van a kukoricahibridek vízleadásának. Lassú-közepes és gyors vízleadású hibrideket különböztethetünk meg. A lassú 0,4-0,5%, a közepes 0,6-0,8%, a gyors vízleadású hibridek érési időszakban 1-1,2%-át adják le nedvességüknek naponta.

Különbség van a lófogú, sima és félsimaszemű hibridek vízleadása között. Legnagyobb mértékben a lófogú hibridkukoricák adják le nedvességtartalmukat.

A levélterületi index (LAI-Leaf area index) kultúrnövényeink kifejlett egyedeinek állományaiban 4-8. Ilyen állománysűrűségnél a növényegyedek produktivitása csökken, de az állomány primer produkciója a maximálishoz közeli érték.

Az állomány sűrítése a növényegyedek fényenergia ellátottságát csökkenti, az egyedek víz- és tápanyag-ellátottsága romlik, de az egyedek csökkent produktivitását egy határig a nagyobb egyedszám kompenzálja- így az állomány termésmennyisége növekszik. Mindezt azért tartottam fontosnak leírni, mivel kutatási témám keretében a kísérlet 3 évében (1997,1998,1999) vizsgáltuk a különböző kukoricahibridek:

- termőképességét
- természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességét
- vízleadóképességét, betakarításkori nedvességtartalmát

- egyedi levélterületét (LA), valamint levélterületi indexét (LAI)
- a fajta és a műtrágyázás hatását a kukorica hibridek összes levélterületének növekedési dinamikájára
- az NPK-műtrágyázás hatását a különböző genetikai tulajdonságú hibridek elemtartalmára, minőségére, valamint
- a műtrágyázás és a klimatikus tényezők hatását a különböző hibridek fotoszintetikus aktivitására.

Kísérletemet a Debreceni Egyetem ATC Növénytermesztési- és Tájökológiai Tanszékének bemutató kertjében állítottuk be 1996/1997, 1997/1998 és 1998/1999 években.

4.2. A kísérleti évek időjárásának jellemzői

A vizsgált három év időjárása eltérő volt.

A csapadék mennyisége a kukorica tenyészidejében:

1997: 253 mm	416 évi összes csapadék mm
1998: 453 mm	626 évi összes csapadék mm
1999: 382 mm	636 évi összes csapadék mm

1997 időjárása Debrecen térségében összességében kedvező volt a kukorica számára.

Az év első három hónapjában a sokévi átlagtól 76,2 mm-rel hullott kevesebb csapadék. Az év 9 hónapját tekintve (I.-IX.) a ténylegesen lehullott csapadék mennyisége 416 mm, mely 22,1 mm-rel volt kevesebb a sokévi átlaghoz viszonyítva. A kukorica tenyészidejében 253,0 mm csapadék hullott, mely az 50 éves átlaghoz viszonyítva 87 mm-rel kevesebb volt.

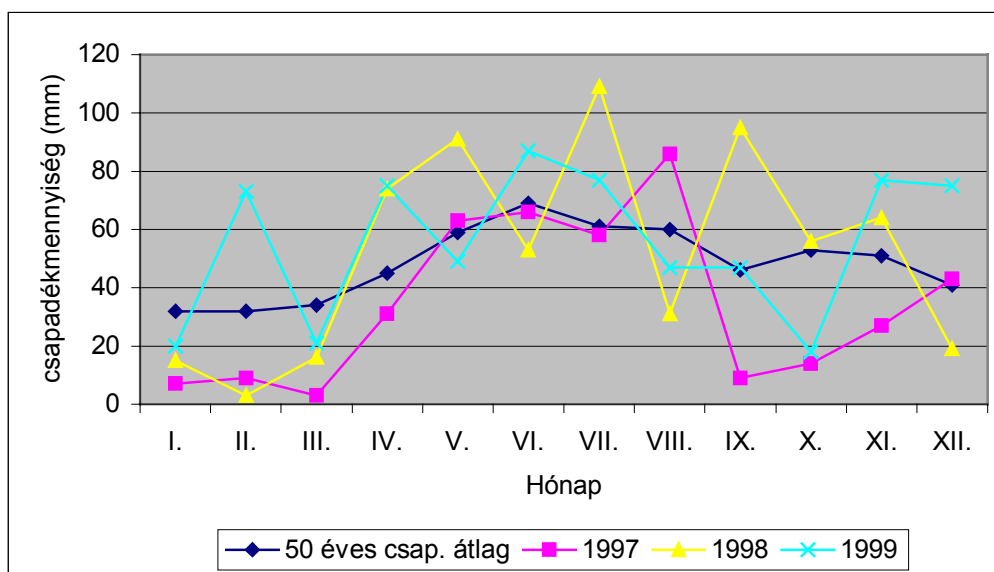
Igen kedvező volt a tenyészidőben a csapadék eloszlása, melynek következtében a kukorica szépen fejlődött, a csöképződés és a szemtelítődés is kedvező volt.

A napi középhőmérséklet I-IX. hó átlagában 11,36 °C, az 50 éves átlag 10,5 °C volt, az eltérés +0,86 °C volt.

A kukorica tenyészidejében (IV.-IX.) a hőmérséklet átlaga 17,85 °C, az 50 éves átlag 17,2 °C volt. Így a kukorica tenyészidejében 0,65 °C-al volt magasabb az átlaghőmérséklet, ami a kedvező csapadékelátottság mellett különösen kedvezett a nagy termésátlag alakulásának.

Hónap	50 éves csap.átlag	Ténylegesen lehullott csapadék (mm)		
		1997	1998	1999
I.	32	7	15	20
II.	32	9	3	73
III.	34	3	16	21
IV.	45	31	74	75
V.	59	63	91	49
VI.	69	66	53	87
VII.	61	58	109	77
VIII.	60	86	31	47
IX.	46	9	95	47
X.	53	14	56	18
XI.	51	27	64	77
XII.	41	43	19	75
Összesen:	583	416	626	666
Eltérés a sokévi átlagtól:		-167	43	83
Tenyészdő IV.-IX.hó	340	313	453	382
Eltérés:		-27	113	42

1. sz. ábra



4. táblázat

**A VIZSGÁLATI ÉVEK HŐMÉRSÉKLETI ADATAI
1997-1999**

Hónap	T (°C) 1997	T (°C) 1998	T (°C) 1999	50 éves átlag (°C)	Eltérés 1997	Eltérés 1998	Eltérés 1999
I.	-1,40	4,10	-0,70	-2,60	1,20	6,70	1,90
II.	1,40	5,00	-1,00	-0,60	2,00	5,60	-0,40
III.	7,90	4,70	6,70	5,00	2,90	-0,30	1,70
IV.	9,70	12,40	12,40	10,70	-1,00	1,70	1,70
V.	19,10	15,80	15,90	16,50	2,60	-0,70	-0,60
VI.	21,20	20,30	20,70	19,10	2,10	1,20	1,60
VII.	18,30	20,60	22,40	21,20	-2,90	-0,60	1,20
VIII.	21,00	20,10	19,90	20,00	1,80	0,10	-0,10
IX.	17,00	15,10	18,20	15,70	1,30	-0,60	2,50
X.	9,60	11,10	10,70	10,30	-0,70	0,80	0,40
XI.	8,10	3,10	3,70	4,50	3,60	-1,40	-0,80
XII.	3,70	-4,90	0,70	0,00	3,70	-4,90	0,70
Éves átlag T(°C)	11,36	10,61	10,80	9,98	1,38	0,63	0,82
IV-IX. hó átlag T(°C)	17,85	17,38	18,25	17,20	0,65	0,18	1,05

5. táblázat

**A VIZSGÁLATI ÉVEK NAPSÜTÉSES ÓRÁINAK SZÁMA
1997-1999**

	1997	1998	1999	50 éves átlag	Eltérés 1997	Eltérés 1998	Eltérés 1999
	40,60	59,20	48,60	64,00	-23,40	-4,80	-15,40
	116,80	142,20	82,30	89,00	27,80	53,20	-6,70
	222,10	167,40	195,60	146,00	76,10	21,40	49,60
	179,10	160,90	194,30	189,00	-9,90	-28,10	5,30
	266,40	230,50	263,00	262,00	4,40	-31,50	1,00
	282,10	253,30	248,10	249,00	33,10	4,30	-0,90
	227,50	266,70	280,50	280,00	-52,50	-13,30	0,50
	284,70	306,70	283,00	357,00	-72,30	-50,30	-74,00
	221,50	162,10	230,80	214,00	7,50	-51,90	16,80
	171,50	104,70	140,40	153,00	18,50	-48,30	-12,60
	71,70	65,70	57,90	71,00	0,70	-5,30	-13,10
	29,70	59,40	64,50	45,00	-15,30	14,40	19,50
	1461,30	1978,80	2089,00	2119,00	-657,70	-140,20	-30,00
	1461,30	1380,20	1499,70	1551,00	-89,70	-170,80	-51,30

1998-ban összesen 626 mm csapadék hullott, mely 43 mm-rel volt több a sokéves átlagnál.

Az év első 3 hónapjában 64 mm-rel hullott kevesebb csapadék, az év első 9 hónapját tekintve pedig (I.-IX.) 49 mm-rel hullott kevesebb csapadék a sokéves átlaghoz viszonyítva.

A kukorica tenyészidejében (IV.-IX.) 453 mm csapadék hullott, mely az előző évekhez viszonyítva jóval kedvezőbb volt a kukorica számára, s ez az 50 éves átlaghoz viszonyítva csupán 113 mm-rel volt több.

A csapadék eloszlása is kedvezően alakult ebben az évben is.

A napi középhőmérséklet I-IX hó átlagában 11,97 °C volt, mely az 50 éves átlaghoz viszonyítva 1,47 °C-al volt több 1998-ban.

A kukorica tenyészidejében (IV.-IX.) a hőmérséklet átlaga 17,38 °C volt, mely az 50 éves átlaghoz képest 0,18 °C-al volt kevesebb.

1999-ben összességében 636 mm csapadék hullott, mely 53 mm-rel volt több a sokévi átlaghoz képest. Az év első 3 hónapjában 114 mm csapadék hullott, mely a sokéves átlagtól 16 mm-rel volt több. Az év első 9 hónapját tekintve (I.-IX.) a ténylegesen lehullott csapadék mennyisége 496 mm volt, mely 58 mm-rel volt több a sokéves átlaghoz viszonyítva.

A kukorica tenyészidejében (IV.-IX.) 382 mm csapadék hullott, így 42 mm-rel volt több a sokéves átlaghoz viszonyítva.

A csapadék eloszlása a tenyészidőben jól alakult.

A napi középhőmérséklet I.-IX. hó átlagában 12,72 °C volt, mely 2,22 °C-al volt több az 50 éves átlaghoz viszonyítva.

A kukorica tenyészidejében (IV.-IX.) az átlaghőmérséklet 18,25 °C, az 50 éves átlag 17,2 °C volt, így a kukorica tenyészidejében 1,05 °C-al volt több az átlaghőmérséklet.

A vizsgálati évek csapadékmennyiségét, hőmérsékleti adatait, valamint a napsütéses órák számát a 3-4-5. táblázat adatai, továbbá az 1. ábra grafikonjai mutatják.

4.3. A kísérlet talajának tulajdonságai

A kísérlet talaja mészelepedékes csernozjom. A talajra jellemző a humuszanyagok felhalmozódása, a kedvező morzsalékos szerkezet kialakulása. A talaj könnyen művelhető. A csapadék a CaCO_3 -t a talaj mélyebb rétegébe mosta. A talaj legfelső

részében jellemző a kilúgzás. A feltalajban mészhianyos. A karbonátok mennyisége felülről lefelé fokozatosan nő, és kolloid v. mikrokristályos alakban egy rétegen csapódik ki. A talaj mészhianyából eredően száraz periódusokban cserepedésre volt hajlamos.

A talaj tápanyagtartalma közepes, tápanyag-dinamizmusa jó. Az „A” szint humuszvastagsága 50-70 cm. A talaj szervesanyag-tartalma 2,57 %, kötöttsége 36 Ak. A pH-értéke 7,0, N-tartalma 0,12 %, AL-oldható P_2O_5 100 mg/kg, K_2O tartalma 165 mg/kg (6. táblázat).

6. táblázat

pH (H ₂ O)	CaCO ₃	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Humusz %	Ak
7	ny.	100	165	2,57	36

4.4. A kísérletben vizsgált kukorica-hibridek fontosabb jellemzői

A kukorica-hibrideket igyekeztünk úgy kiválasztani, hogy magyar és külföldi nemesítésű hibridek egyaránt szerepeljenek és közöttük összehasonlítást nyerjünk. A kísérletben ezért szerepel Szegedi, Martonvásári, Dekalb és Pioneer hibrid.

1997-98-99-ben a következő 10 hibridet vizsgáltuk:

1. **Monessa SC** (Pi.3905): FAO 270-es kiváló termőképességű, kiváló alkalmazkodóképességgel rendelkező hibrid. Jellemző rá a gyors vízleadás.
2. **Mv Mara TC**: FAO 290-es, azaz az éréscsoportjának végén érő hibrid. Minősítési kritériumok szerint terméstöbblete 3,4%. Szárszilárdsági hiba% alapján állóképessége jó.
3. **Clarica SC** (Pi.3893): FAO 300-as éréscsoport elején érő gyors vízleadású hibrid.
4. **Ella** (Sze SC 361) : A FAO 300-as éréscsoport egyik kiemelkedő termőképességű hibridje. Gyors kezdeti fejlődés, erős szár és jó vízleadás jellemzi. Közepes tápanyag-ellátottságú talajokon is sikeresen termesztethető, ugyanakkor az intenzív viszonyokat is meghálálja. N-reakciója kiváló.
5. **Mv Norma SC**: FAO 380-as hibrid. Termőképessége kiemelkedő, a többi hibriddel szemben előnye elsősorban száraz években mutatkozik meg. Az éréscsoport egyik

legjobb alkalmazkodóképességű hibridje. Szárszilárdsága kiváló, vízleadóképessége közepes.

6. **Evelina SC** (Pi.3752) SC: FAO 300-as éréscsoport végén érő, kiváló termőképességű hibrid, mellyel jó alkalmazkodóképessége párosul. Vízleadási üteme közepes.

7. **Veronika** (Sze SC 427): FAO 460-as hibrid. Termőképessége az elmúlt három évben meghaladta a standard hibridek átlagteljesítményét. Intenzív és extenzív termőhelyeken egyaránt termesztethető. Kiváló alkalmazkodóképesség, erős szár jellemzi. Közepes tápanyagellátottságú talajon is eredményesen termesztethető, ugyanakkor az intenzív körülményeket is meghálálja. N-reakciója kiváló.

8. **Dk 527 SC**: FAO 490-es, tehát a középérésű csoport végén érő hibrid, melynek szemtermése 10,6%-kal több a standard átlagnál. Vízleadása közepesen gyors. Szárszilárdsági hiba% kedvező, átlagosan 1,2. Szemnedvességét közepes-gyorsan adja le.

9. **Filia SC** (Pi. 3515): A FAO 500-as, késői éréscsoport legelején érő hibrid. A standard átlagnál 8,2%-kal ad nagyobb szemtermést. Állóképessége kiváló, vízleadása közepes. Jó alkalmazkodóképességekkel rendelkezik.

10. **Florencia SC** (Pi.3573): FAO 530-as, mely az éréscsoportjának egyik legnagyobb termőképességű hibridje. Közepes tápanyagellátottságú talajon is termesztethető, ugyanakkor a nagyon intenzív viszonyokat is meghálálja. Vízleadóképessége közepes.

Nettó parcellaméret: 4m x 5m=20m²

Egységesen 70 ezer tő/ha-os állománysűrűséget alkalmaztunk. Az egyes imétléseken belül a hibridek és a műtrágyázási szintek randomizálva voltak.

4.5. Az alkalmazott agrotechnika jellemzése

4.5.1. Műtrágyázás

A vizsgált 3 kísérleti évben (1997,1998,1999) a kontroll mellett 5 műtrágyalépcsőt alkalmaztunk négy ismétlésben, ahol a legkisebb műtrágyaadag 40 kg N; 25 kg P₂O₅; 30 kg K₂O volt, a legnagyobb pedig ennek az ötszöröse, 200 kg N; 125 kg P₂O₅; 150 kg K₂O, mely összesen 475 kg vegyes hatóanyagot jelent (7. táblázat). A nitrogént őszi ill. tavasszal, a foszfor és kálium teljes mennyiségét őszi egy adagban juttattuk ki.

7. táblázat

Alkalmazott műtrágyaadagok hatóanyagban
(1997, 1998, 1999)

	N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)	K₂O (kg/ha)	Összesen (kg/ha)
0	-	-	-	-
1	40	25	30	95
2	80	50	60	190
3	120	75	90	285
4	160	100	120	380
5	200	150	150	475

4.5.2. Talajművelés

Az őszi alapművelés mindhárom évben az őszi szántás volt 28-32 cm mélységben. A tavaszi elmunkálás ill. a magágykészítés 1997-ben ásóboronával, 1998-ban simítóval, majd 2x-i boronálással, míg 1999-ben kombinátorral történt.

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

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

A vegyszeres gyomirtást a 8. táblázat szerint végeztük.

8. táblázat

Az alkalmazott gyomirtószer

1997	1998	1999
Primextra 6 l/ha	Titus 25 DF 50g/ha + Banvel 480 0,5 l/ha + Motivell 1 l/ha	Primextra 6 l/ha + Motivell 1 l/ha

9. táblázat

A kísérlet agrotechnikai adatai

Megnevezés	1997	1998	1999
Talajelőkészítés	IV.7.	IV.1-27.	IV.23.
Vetés	IV.25-28.	IV.27-28.	IV.21-22.
Kelés	V.4-5.	V.6-7.	V.2-3.
Gyomirtás	V.13.	V.28.	V.18.
Egyelés	V.26.	V.21.	V.25-26.
Gazoló kapálás	VIII.2-3.	VI.24.	V.27.
Betakarítás	X.3.; XI.3-6.	XI.9-13.	X.9-13.

4.6. Kiegészítő vizsgálatok**4.6.1. 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, utána átjárhatóságot számol.

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).

4.6.2. A levélterület (LA) mérésének módszere és ideje

A kukorica tenyészidejében mindhárom kísérleti évben (1997,1998,1999) 4 alkalommal mértük a Monessa, Mv Norma, Dk 527 és a Florencia hibridek egyedi levélterületét. A

hibridek kiválasztásánál szempont volt, hogy érésidejük eltérő legyen. A Monessa FAO 270-es, az Mv Norma FAO 380-as, a Dk 527 FAO 490-es és a Florencia FAO 530-as érésidejű.

A méréseket a kontroll (műtr.nélküli), valamint a II.-IV. ismétlésben végeztük el az 1-es (N 40 kg/ha), 3-as (N 120 kg/ha) és 5-ös (N 200 kg/ha) trágyaszinten. Kézi módszert alkalmaztunk. Mely során megmértük az élő növény levelének szélességét és hosszúságát, melyből a MONTGOMERY- képlettel számoltam az egyedi levélterületet (LA) ill. levélterületi indexet (LAI):

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

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

$$PPD = \text{plant population density, tőszám } (db/m^2)$$

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

A mérések idejét a 10.sz. táblázat mutatja.

10. táblázat

A levélterület (LA) mérések időpontjai

	1997	1998	1999
1. mérés	VI.23	VI.24.	VI.24.
2. mérés	VII.16.	VII.16.	VII.8.
3. mérés	VIII.6.	VIII.06,	VII.28.
4. mérés	VIII.25.	VIII.26.	VIII.25.

4.6.3. A kukoricaszem nedvességtartalmának mérése

A méréshez a szükséges mintákat 5 naponként szedtük. Azokat szárítószekrénybe tettük, majd súlyállandóságig való szárítás után mértük a nedvességtartalmat. A mintákat, a kontroll parcellából, valamint a II-es és a IV-es ismétlésből az 1-es (N 40 kg/ha), 3-as (N 120 kg/ha), 5-ös (N 200 kg/ha) műtrágyaszintről vettük. Mind a 10 hibrid nedvességtartalmát ill. vízleadásának ütemét vizsgáltuk.

1997-ben IX. 8-tól X. 13-ig 8 alkalommal, 1998-ban VIII. 27-től X. 31-ig 14 alkalommal vettünk mintát.

A kapott eredmények alapján az évjárat és az agrotechnika hatását vizsgáltuk a kukoricahibridek vízleadásának ütemére.

4.6.4. A kukoricaszem teljes elemtartalmának vizsgálata

a) Elemtartalomvizsgálat előkészítése: A mérést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárműszerközpontjában takarmány-alapanyag és takarmányminták összelemmeghatározása esetén $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ nedves roncsolású minta-előkészítési módszert alkalmaztak. A megfelelően előkészített (szárítás, darálás) mintatípusától függően- a bemért anyag mennyisége 1,2 vagy 3g. Az előroncsolás során 10 cm^3 HNO_3 -at alkalmaztak $60\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten 30 perc időtartamig. A főroncsolás előtt 3 cm^3 30%-os H_2O_2 -ot adagolunk hozzá, majd 90 percig $120\text{ }^\circ\text{C}$ -on tartjuk a roncsolmányt.

b) A kukoricaszem elemtartalmánál az NPK makroelemek, Ca és Mg mezoelemek, Cu, Zn, Mn mikroelemek változását vizsgáltuk a különböző tápanyagkezelés függvényében: a N-tartalmat a MSz 6830-66 5,23 szerinti Wagner-Parnas féle Mikrokjaldahl módszerrel határozták meg. Az ásványi anyagok vizsgálatánál a növényi anyagot hamvasztással készítették elő, majd a törzsoldatból a K-ot lángfotometriálással, a Cu-t, Mn-t és Zn-t atomabszorpciós módszerrel, ugyancsak ezzel az eljárással mérték a megfelelő hígítás után a Ca-t és Mg-ot. A P-tartalmat molibdovanadátos módszerrel határozták meg.

4.6.5. A kukoricaszem nyersfehérje- és keményítőtartalmának vizsgálati módszere

Mindhárom mérést szintén a Debreceni Agrártudományi Centrum Agrárműszerközpontjában Dr. Győri Zoltán és mtsai végezték el.

a) Nyersfehérjetartalom 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 Kjeltac félautomata készülékkel végezték. A nyersfehérje-tartalom két párhuzamos meghatározás eredményéből számított középérték.

b) 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.

4.7. A kiértékelés módszere

Összehasonlítás, összefüggés-vizsgálatok. Termékek azonos szárazanyagtartalomra való átszámítása.

Elemzések.

Továbbá a kísérletben kapott eredményeket varianciaanalízissel dolgoztuk fel. A műtrágyázás és a termés közötti összefüggés változását és szorosságát parabolikus regressziós analízissel állapítottuk meg.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az NPK-műtrágyázás hatása a kukorica hibridek termésére

5.1.1. Az 1997. évi kísérlet értékelése

A kukorica hibrideknek eltérő a termőképességük, valamint a trágyareakciójuk. A termőképesség alapvetően összefügg a hibridek tenyészidejével, a hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb a termőképességük. Ugyanakkor nagyobb a betakarításkori szemnedvesség tartalmuk a terméstöbbség jelentős részét elviheti a szárítási költség. Alapvetően a FAO 300-400-as hibridekre kell alapoznunk. Ezek között több olyan hibrid található, amelyek termőképessége és a betakarításkori szemnedvesség tartalma is kedvező.

A hibridek természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képességük mellett eltérő a trágyareakciójuk. Az utóbbi időben a céltudatos nemesítő munka következtében jelentősen javult a hibridek trágyareakciója.

A nagyobb terméseredményeket 1997-ben kaptuk.

1. A **Monessa SC** termése műtrágyázás nélkül 5,62 t/ha volt. Termését a legkisebb NPK műtrágya hatóanyag (N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha) 3,32 t/ha-al szignifikánsan növelte. A legkisebb műtrágyaadaghoz viszonyítva az N_{120} , P_{2O_5} 75, K_2O 90 kg/ha hatóanyag kezelés 1,20 t/ha-os termésnövekedést eredményezett, ami nem érte el a megbízhatóság határát. A termésmaximuma 12,31 t/ha, melyet az N_{120} , P_{75} , K_{90} kg/ha-os kezelésnél érte el.

2. **Mara SC** termése műtrágyázás nélkül 3,71 t/ha, a legkisebb (N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha) műtrágya hatóanyag 5,33 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést. A legkisebb műtrágyaadaghoz viszonyítva csak a legnagyobb (N_{200} , P_{150} , K_{150} kg/ha) műtrágyakezelés eredményezett 2,16 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést. Ennél a kezelésnél érte el a hibrid a termésmaximumát, a 11,20 t/ha-t.

3. **Clarica SC** a kontroll kezelésen 4,33 t/ha-os termést ért el. A legkisebb műtrágyakezelés termését 5,15 t/ha-al szignifikánsan növelte. Az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os kezeléshez viszonyítva az $N_{120}+PK$ kg/ha műtrágyakezelés 2,09 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, nagyobb műtrágyaadag nem növelte megbízhatóan a termést ($SzD_{5\%} = 1,45$)

4. **Szegedi SC 361** termése műtrágyázás nélkül 3,49 t/ha, leghatékonyabbnak itt is a legkisebb N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os műtrágyakezelés bizonyult, mely 5,44 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést. Az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os kezeléshez viszonyítva az N_{80} , P_{50} , K_{60} kg/ha-os kezelés 1,99 t/ha-al megbízhatóan növelte a termést, az ettől nagyobb műtrágyakezelések még kismértékben növelték a hibrid termését, de a további termésnövekedés nem szignifikáns, termésmaximuma 11,90 t/ha volt.

5. **Norma SC** műtrágyázás nélkül rendkívül alacsony 1,87 t/ha-os termésátlagot ért el. Termésmaximumát 11,73 t/ha-t az N_{160} , P_{100} , K_{120} kg/ha-os kezelésnél produkálta. A különböző műtrágyakezeléseknél elért termésátlagok között csak az $N_{40}+PK$ és $N_{80}+PK$ kezelések terméseredményei között van megbízható különbség.

6. **Evelina SC** A hibrid kiváló termőképességét bizonyítja az 1997-ben elért terméseredményei. A kontroll kezelés termése 3,21 t/ha, az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os legkisebb NPK kezelés 6,43 t/ha-os termésnövekedést eredményezett. Az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os kezeléshez viszonyítva az $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,72 t/ha-al, az $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,85 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, ez a műtrágyaadag tekinthető egyben a leghatékonyabb kezelésnek ($SzD_{5\%} = 1,71$). Az $N_{120} + PK$ kg/ha műtrágyaadagoktól nagyobb kezelések nem eredményeztek szignifikáns termésnövekedést. A hibrid termésmaximuma 13,27 t/ha.

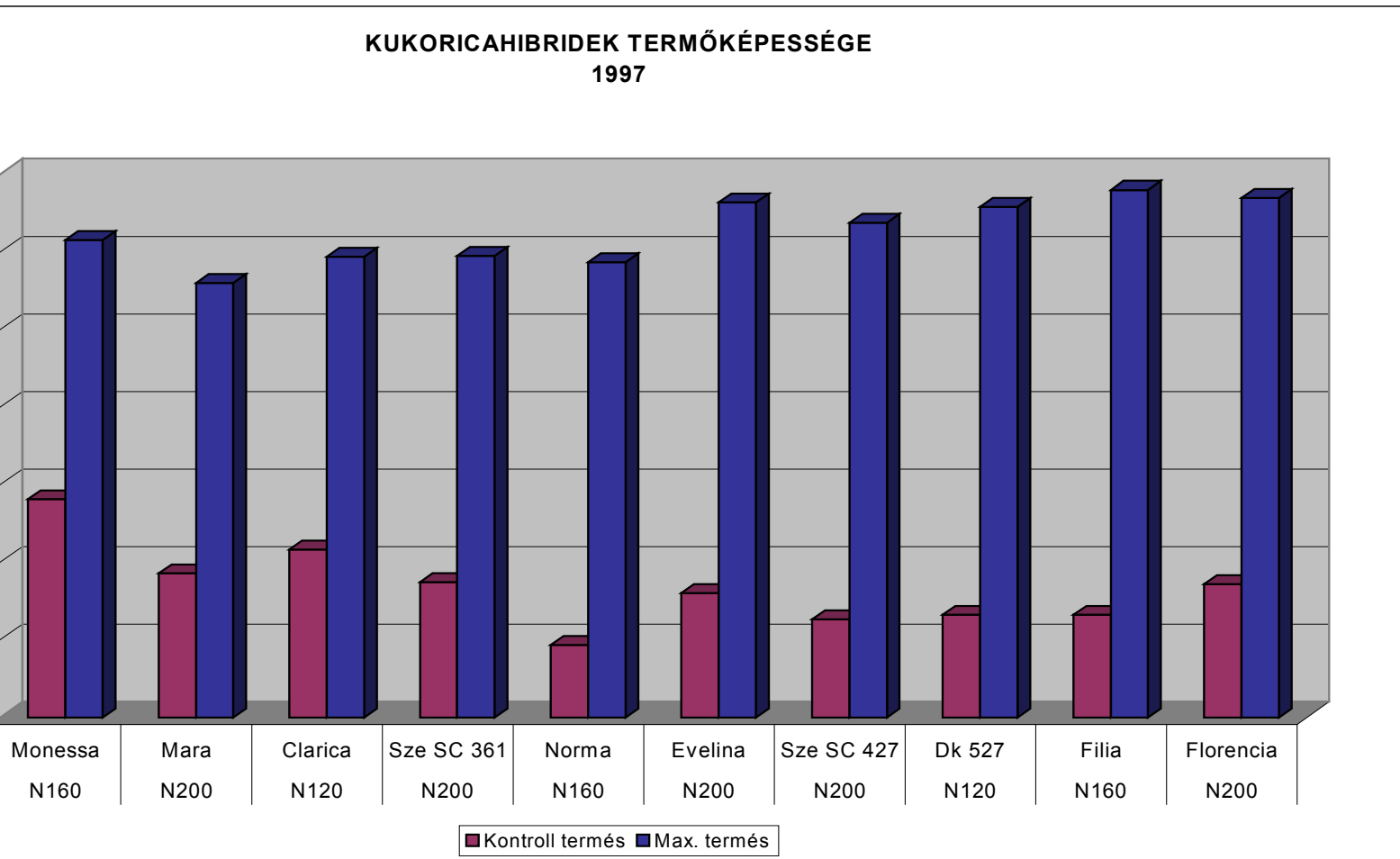
7. **Sze SC 427** termése műtrágyázás nélkül rendkívül alacsony, 2,53 t/ha volt. Az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés termését 6,83 t/ha-al növelte.

Az $N_{40}+PK$ kg/ha-os műtrágyaadaghoz viszonyítva az $N_{80}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,90 t/ha-al, az $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezelés 3,39 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, a termésmaximumát is ennél a kezelésnél érte el a hibrid ($SzD_{5\%} = 1,68$).

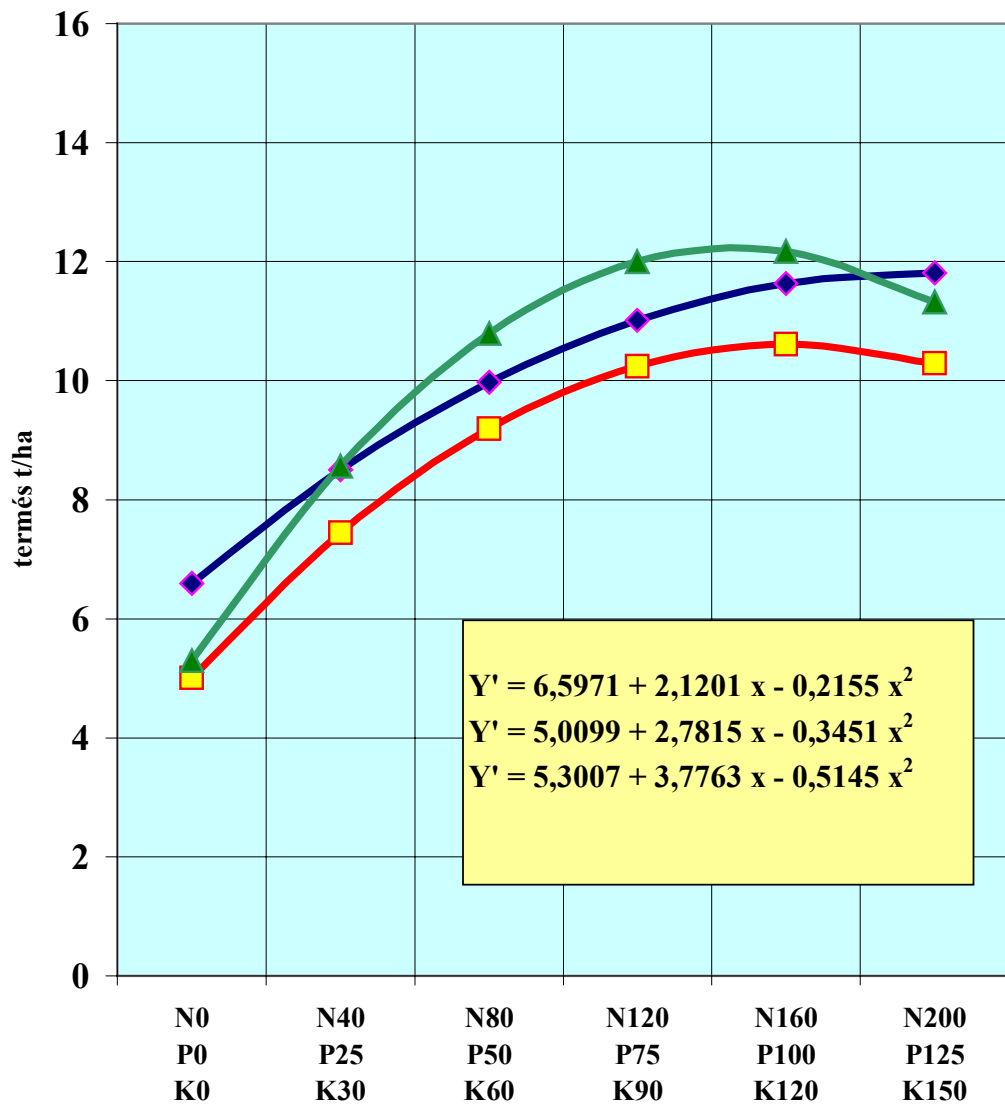
8. **DK 527** a hibrid kiváló termőképességét és műtrágya-reakcióját bizonyítja, hogy a kontroll termése 2,65 t/ha, termésmaximuma 13,16 t/ha az $N_{120}+PK$ kg/ha-os kezelésnél. Az ettől nagyobb műtrágyaadagok nem növelték a termést.

9. **Filia SC** a hibrid termése műtrágyázás nélkül 2,65 t/ha, az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os kezelés 7,27 t/ha-al növelte a termést. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{80}+PK$ kezelés még 3,21 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, az ettől nagyobb műtrágyaadagok már nem növelték megbízhatóan a terméseredményt. A hibrid termésmaximuma 13,60 t/ha.

2. ábra



**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1997**

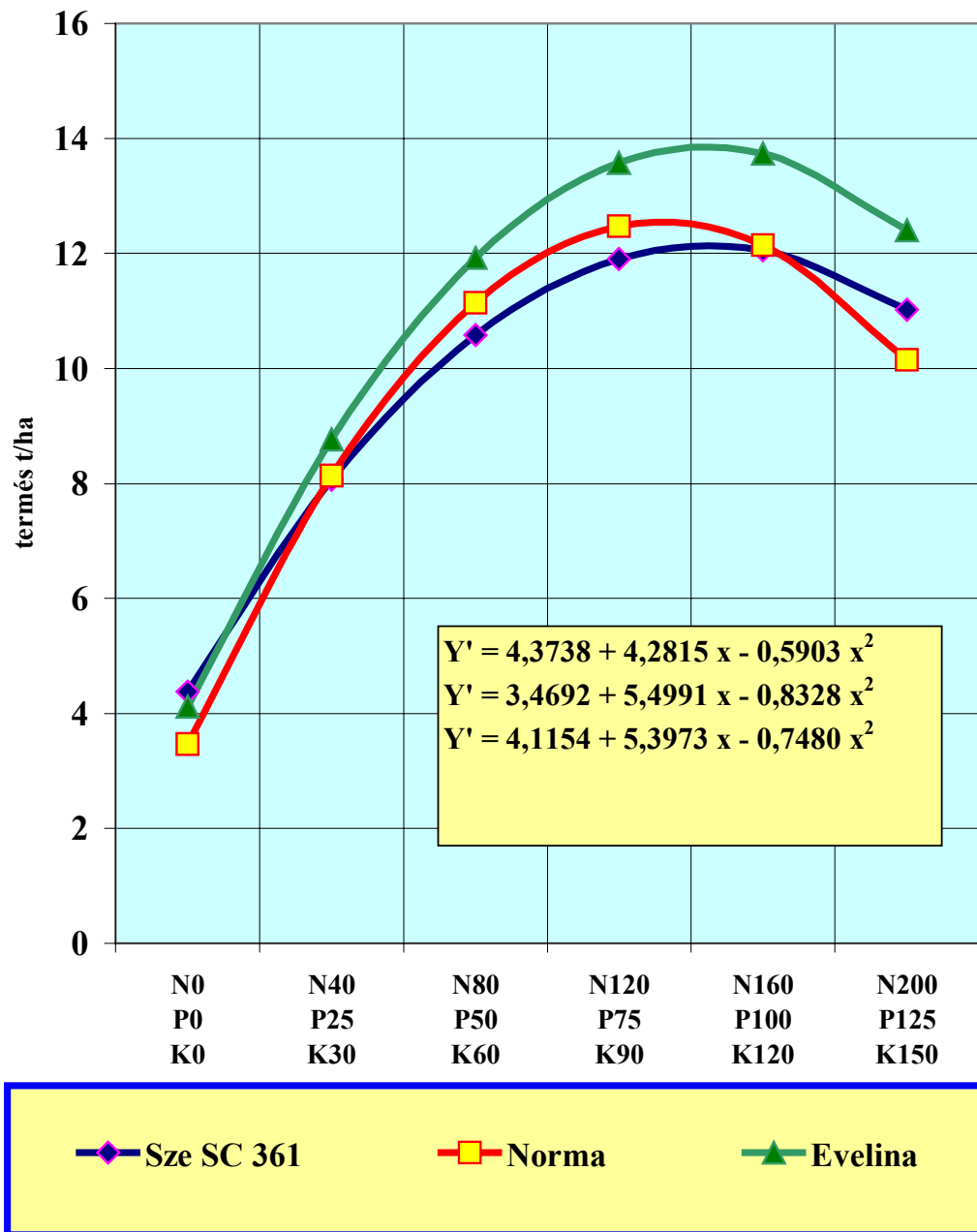


◆ Monessa

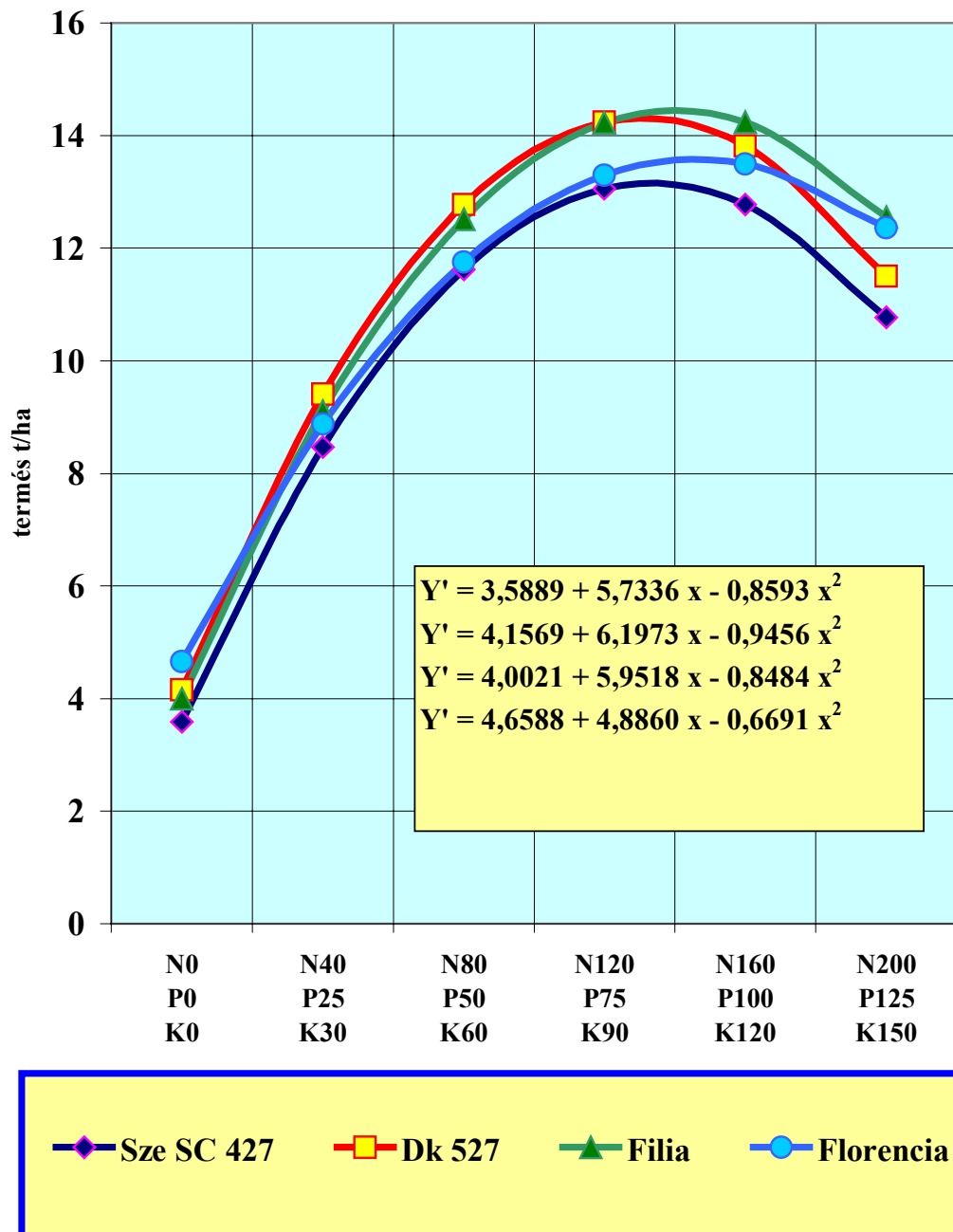
■ Mara

▲ Clarica

**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1997**



**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1997**



10. **Florencia** termése műtrágyázás nélkül 3,44 t/ha, az N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha hatóanyag kezelés 6,04 t/ha-al növelte. A hibrid műtrágya-reakciója igen jó. Az $N_{80}+PK$ kg/ha kezelés 2,77 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, ehhez viszonyítva az $N_{200}+PK$ kg/ha kezelés még 1,14 t/ha-al növelte a termést, ami viszont nem éri el a szignifikáns határt. A hibrid termésmaximuma 13,39 t/ha.

A legnagyobb termést elért hibridek 1997-ben:

1. Filia SC	13,60 t/ha
2. Florencia	13,39 t/ha
3. Evelina	13,27 t/ha
4. DK 527	13,16 t/ha

Ezen hibridek szignifikánsan nagyobb termést értek el a Mara SC 11,20 t/ha hibridhez viszonyítva (a hibridek közötti $SzD_{5\%} = 2,0$).

Az optimális műtrágyaadag hibridtől függően N 40-120, P_2O_5 25-75, K_2O 30-90 kg/ha hatóanyag volt.

A kukorica hibridek termése és a műtrágyázás közötti összefüggéseket az 2-3-4-5. ábra mutatja.

5.1.2. Az 1998. év kísérleti eredményeinek értékelése

A hibridek termése lényegesen elmaradt az 1997-ben elért terméseredményektől. Az 1998 évi kedvezőtlen évjáráthatás 1997-hez képest közel 2-5 t/ha-al termés csökkenést okozott.

1. **Monessa SC** műtrágyázás nélküli termése 4,90 t/ha. A kontrollhoz (műtrágyázás nélküli) viszonyítva az $N_{40}+PK$ kg/ha hatóanyag 3,29 t/ha-al növelte a termést. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva a műtrágyaadag növelés nem eredményezett szignifikáns termésnövekedést.

2. **Mara SC** termésmaximuma ebben az évben 9,88 t/ha. a kontroll kezelés termése 3,85 t/ha, ehhez viszonyítva az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 3,59 t/ha-os szignifikáns kezelés 3,59 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett ($SzD_{5\%} = 1,55$).

3. **Clarica SC** termése műtrágyázás nélkül 3,49 t/ha. Az $N_{40}+PK$ kezelés 4,05 t/ha-al megbízhatóan csökkentette a termését. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva csak az

$N_{200}+PK$ kg/ha-os hatóanyag kezelés eredményezett 1,80 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést ($SzD_{5\%} = 1,24$).

4. **Szegedi SC 361** termésmaximuma 9,75 t/ha volt. Műtrágyázás nélkül 2,51 t/ha-os termést ért el, a legkisebb $N_{40}+PK$ kezelés 4,03 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{160}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,85 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett ($SzD_{5\%} = 1,53$).

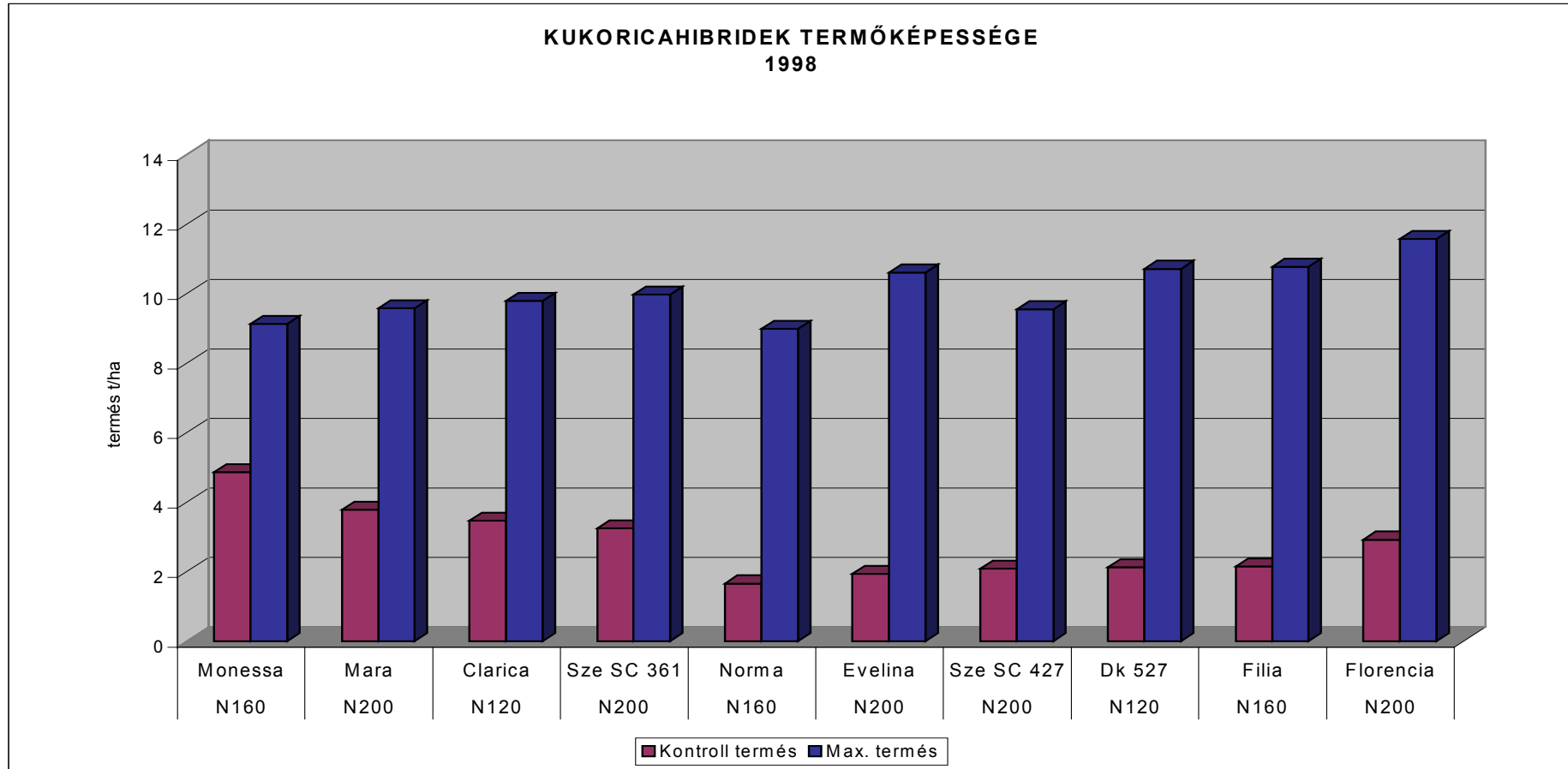
5. **Norma SC** műtrágyázás nélkül termése rendkívül alacsony, 1,50 t/ha volt. Az $N_{40}+PK$ kezelés 5,37 t/ha-al, az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{120}+PK$ kezelés 1,28 t/ha-al növelte a termést, ami nem éri el a szignifikáns határt. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{200}+PK$ kg/ha-os kezelés 1,83 t/ha-os megbízható termésnövekedést eredményezett. A hibrid termésmaximuma 8,70 t/ha volt.

6. **Evelina SC** nagy termőképességű hibrid. 1998-ban a termésmaximuma 10,0 t/ha volt. Műtrágyázás nélkül termése 2,03 t/ha, az $N_{40}+PK$ kezelés termését 4,81 t/ha-al szignifikánsan növelte. Az $N_{120}+PK$ kezelés az $N_{40}+PK$ és $N_{80}+PK$ kezelésekhez viszonyítva is szignifikánsan növelte a termést. Az ettől nagyobb trágyakezelések bár még növelték a termést, de nem érték el a szignifikáns határt.

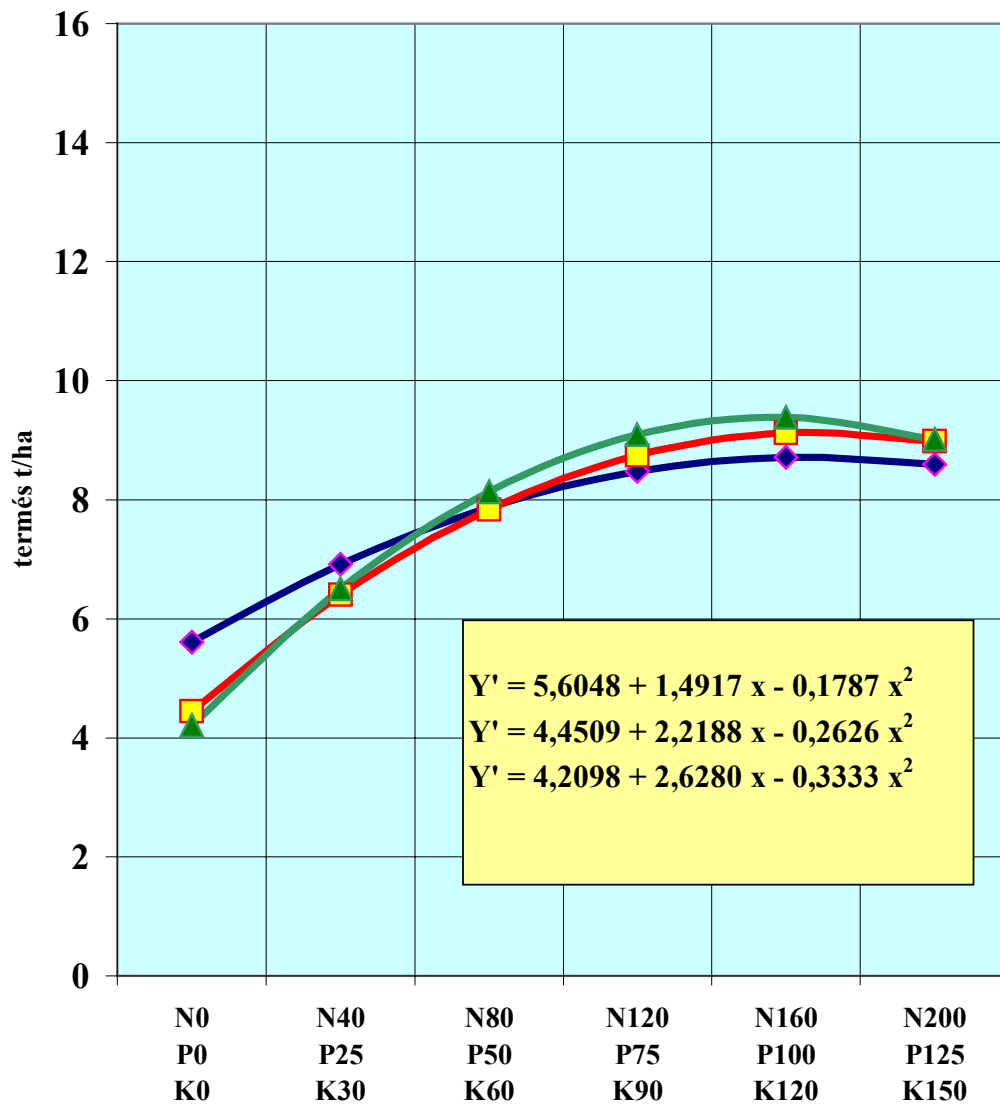
7. **Sze SC 427** termésmaximuma a legnagyobb műtrágyakezelésnél 9,26 t/ha. Műtrágyázás nélkül termése 2,07 t/ha. Az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 3,28 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett. A hibrid termését a legtöbb kezelés, a növekvő műtrágyaadagok szignifikánsan növelték 2,57-3,91 t/ha-al ($SzD_{5\%} = 1,36$). Csak a $N_{40}+PK$ és $N_{80}+PK$ kezelések terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség.

8. **DK 527** a hibrid szintén jó trágyareakciót mutatott ebben az évben. A kontroll termése 2,02 t/ha. Termését az $N_{40}+PK$ kg/ha-os kezelés 3,58 t/ha-al szignifikánsan növelte. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{80}+PK$ kezelés 1,14 t/ha-al növelte a termést, ami nem szignifikáns, viszont az $N_{120}+PK$ kezelés 3,22 t/ha-al megbízhatóan növelte a termést. A termésmaximuma 10,37 t/ha volt.

6. ábra



**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1998**

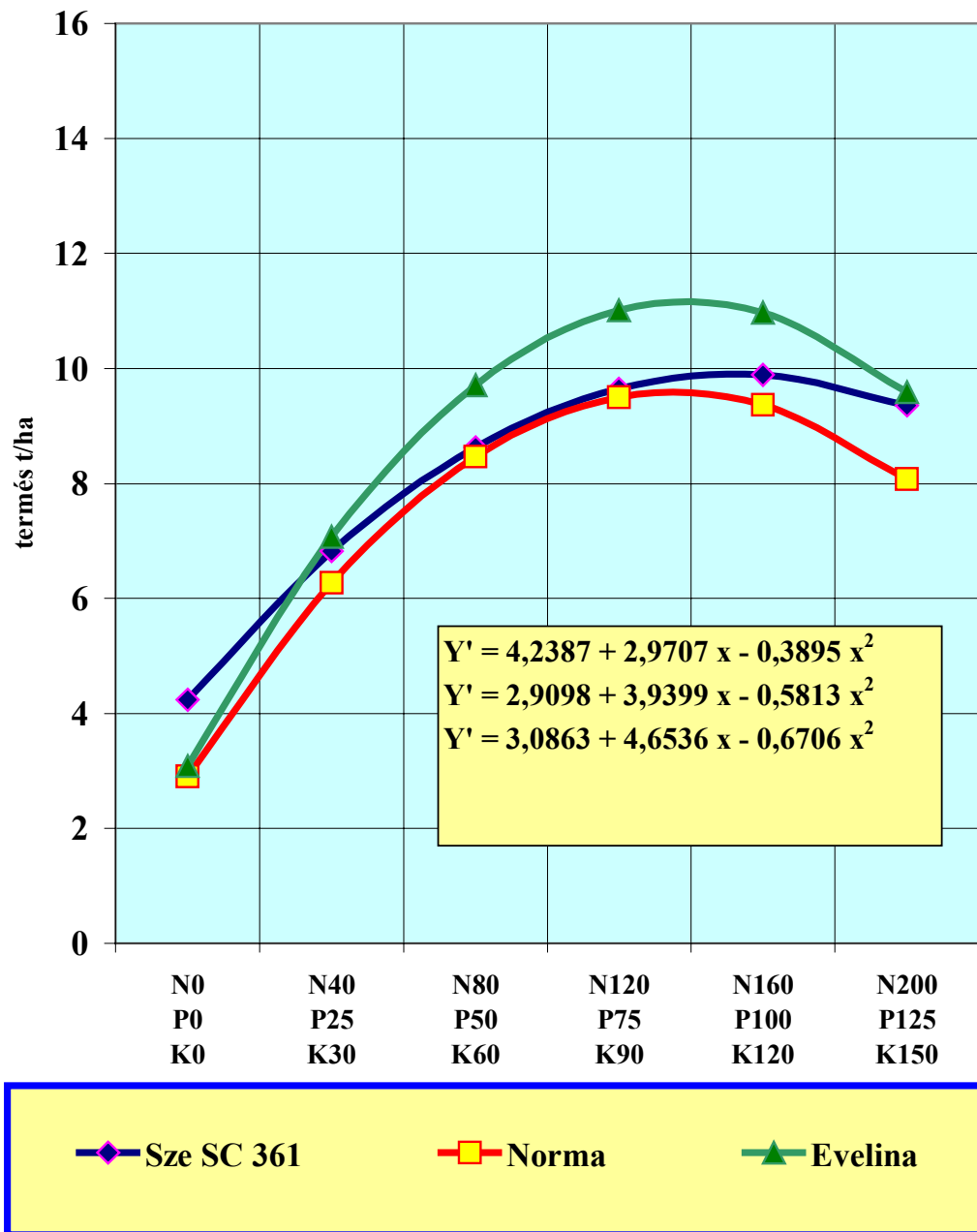


◆ Monessa

■ Mara

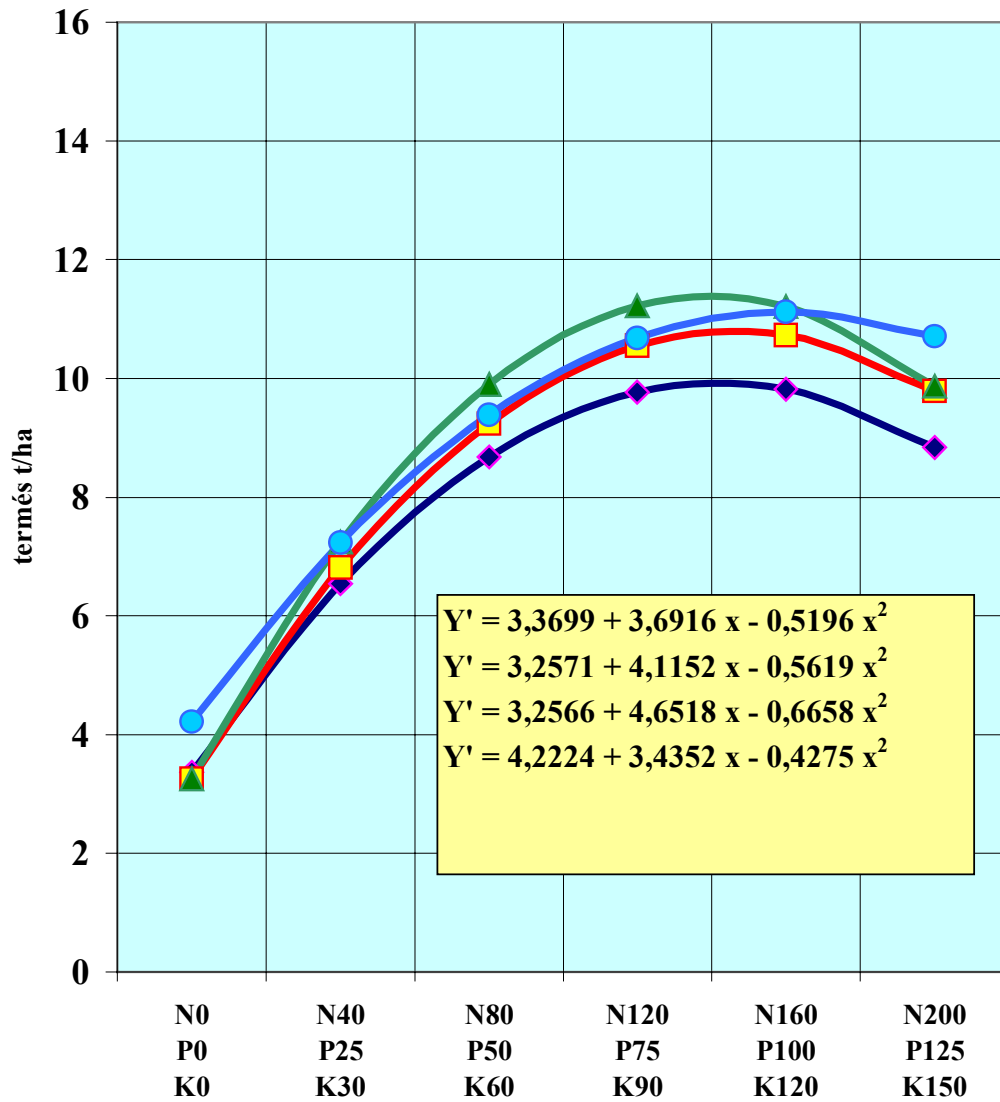
▲ Clarica

**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1998**



9. ábra

**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1998**



◆ Sze SC 427 □ Dk 527 ▲ Filia ● Florencia

9. **Filia SC** hibrid termésmaximuma ebben az évben csak 10,63 t/ha volt. A kontrollhoz viszonyítva az $N_{40}+PK$ kezelés 4,72 t/ha-al növelte a termést, az $N_{40}+PK$ és $N_{80}+PK$ kezelések termése között nincs szignifikáns különbség. Viszont az $N_{120}+PK$ kezelés a termést 2,57 t/ha-al szignifikánsan növelte az ettől kisebb műtrágyaadagokhoz viszonyítva.

10. **Florenzia SC** termése műtrágyázás nélkül 2,94 t/ha, az $N_{40}+PK$ kezelés 3,77 t/ha-al megbízhatóan növelte a termést ($SzD_{5\%} = 1,31$). Termésmaximuma 10,73 t/ha volt. Az $N_{120}+PK$ kezeléshez viszonyítva még az $N_{160}+PK$ kezelés 1,62 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett.

A legnagyobb termést elért hibridek rangsora 1998-ban:

1. Florenzia SC	10,73 t/ha
2. Filia SC	10,63 t/ha
3. DK 527	10,37 t/ha
4. Evelina SC	10,00 t/ha

Az előző kedvező évjáratban a fenti hibridek termése közel 3 t/ha-al volt több. A vizsgált többi hibridek terméseredménye ebben az évben 10 t/ha alatt maradt.

A kukorica hibridek termése és a műtrágyázás közötti összefüggéseket az 6-7-8-9. ábrák mutatják.

5.1.3. Az 1999. év kísérleti eredményeinek értékelése

1999-ben a terméseredmények közepes szintet értek el.

1. **Monessa SC** termésmaximuma a legnagyobb műtrágyakezelésnél 8,68 t/ha. A kontroll termése 3,84 t/ha. Az $N_{40}+PK$ kezelés 3,03 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést, az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{80}+PK$ kezelés 0,89 t/ha-al, az $N_{120}+PK$ kezelés 1,37 t/ha-al szignifikánsan növelte, az ettől nagyobb műtrágyaadag nem eredményezett szignifikáns termésnövekedést.

2. **Mara SC** termése műtrágyázás nélkül 2,40 t/ha,. Termésmaximuma a legnagyobb műtrágyakezelésnél 9,86 t/ha. Az $N_{40}+PK$ kezelés a termést 4,15 t/ha-al szignifikánsan növelte. Az $N_{40}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{80}+PK$ kezelés 0,92

t/ha-al, az N₁₂₀+PK kezelés 2,14 t/ha-al növelte a termést, melyből csak az utóbbi termésnövekedés volt szignifikáns.

3. **Clarica SC** termésmaximuma az N₄₀+PK kezelésnél 8,98 t/ha. Műtrágyázás nélkül termése 2,56 t/ha. Az N₄₀+PK kezelés a termést 4,60 t/ha-al megbízhatóan növelte. Az N₄₀+PK és N₈₀+PK kezelések között a termésmennyiségben nincs szignifikáns különbség.

4. **Sze SC 361** műtrágyázás nélkül csak 1,87 t/ha-os terméseredményt adott. Az N₄₀+PK kezelés 4,66 t/ha-al, az N₈₀+PK kezelés 5,47 t/ha-al szignifikánsan növelte a termést. Az N₄₀+PK kezeléshez viszonyítva az N₁₂₀+PK kezelés 2,48 t/ha-al megbízhatóan növelte a termést, az ettől nagyobb műtrágyaadagok viszont nem növelték szignifikánsan a termést. A termésmaximum 9,82 t/ha volt.

5. **Norma SC** termésmaximuma az N₁₆₀+PK kezelésnél 11,85 t/ha. Műtrágyázás nélkül termése 2,15 t/ha. Termését az N₄₀+PK kezelés 6,80 t/ha-al növelte. Az N₄₀+PK és a N₈₀+PK kezelések terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség. Az N₁₂₀+PK kezelés viszont a termést 2,40 t/ha-al megbízhatóan növelte. Az N₂₀₀+PK kezelés termését 1,88 t/ha-al szignifikánsan csökkentette.

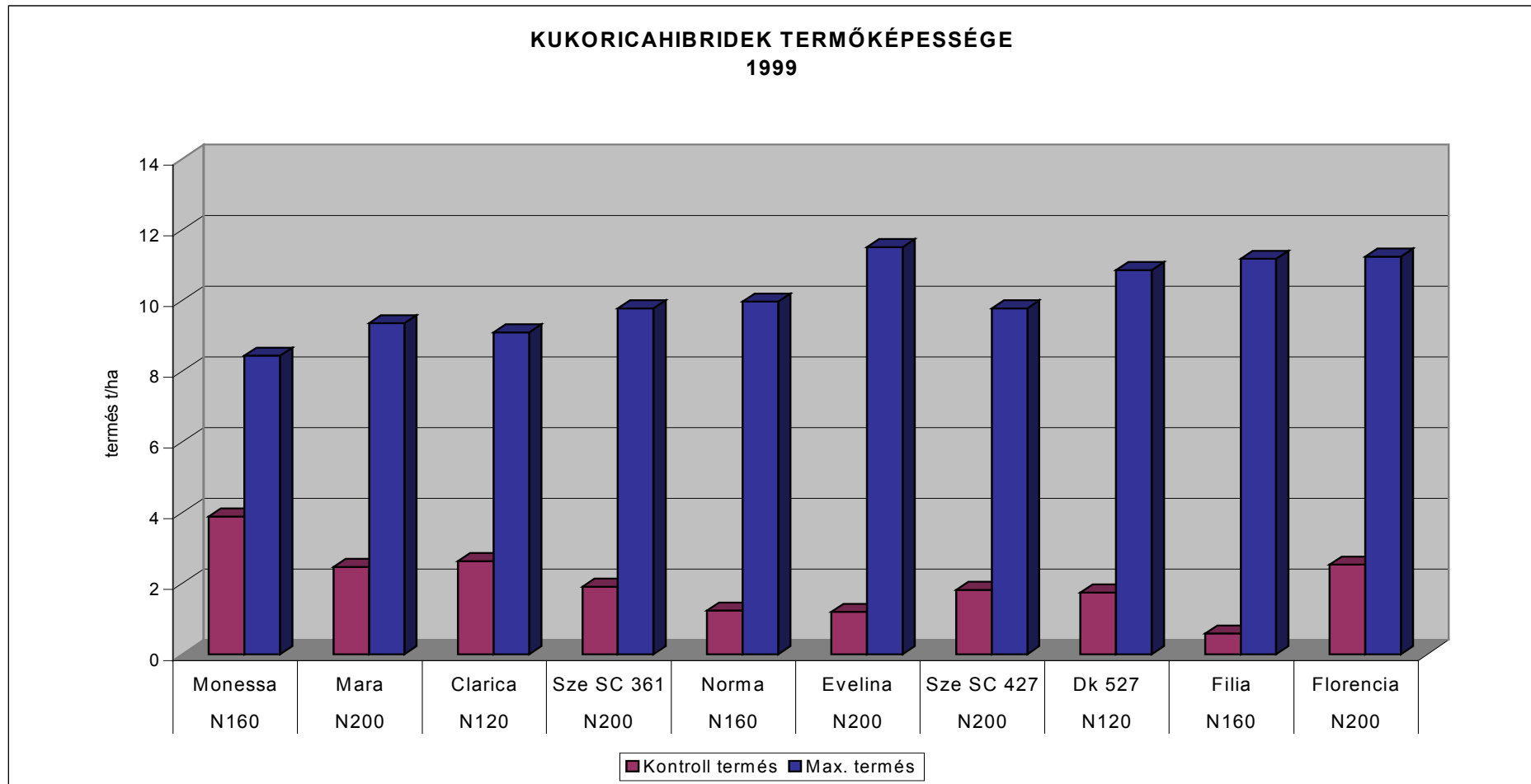
6. **Evelina SC** termése műtrágyázás nélkül igen alacsony 1,46 t/ha. Termését az N₄₀+PK kezelés 4,51 t/ha-al növelte. Termése az N₁₂₀+PK kezelésig szignifikánsan nőtt (3,13 t/ha), az SzD_{5%} = 1,02. Termésmaximuma 11,33 t/ha volt.

7. **Sze SC 427** hibrid termésmaximuma az N 120, P₂O₅ 75, K₂O 90 kg/ha-os kezelésnél 9,59 t/ha. Az ettől nagyobb műtrágyakezelések nem növelték megbízhatóan a termést.

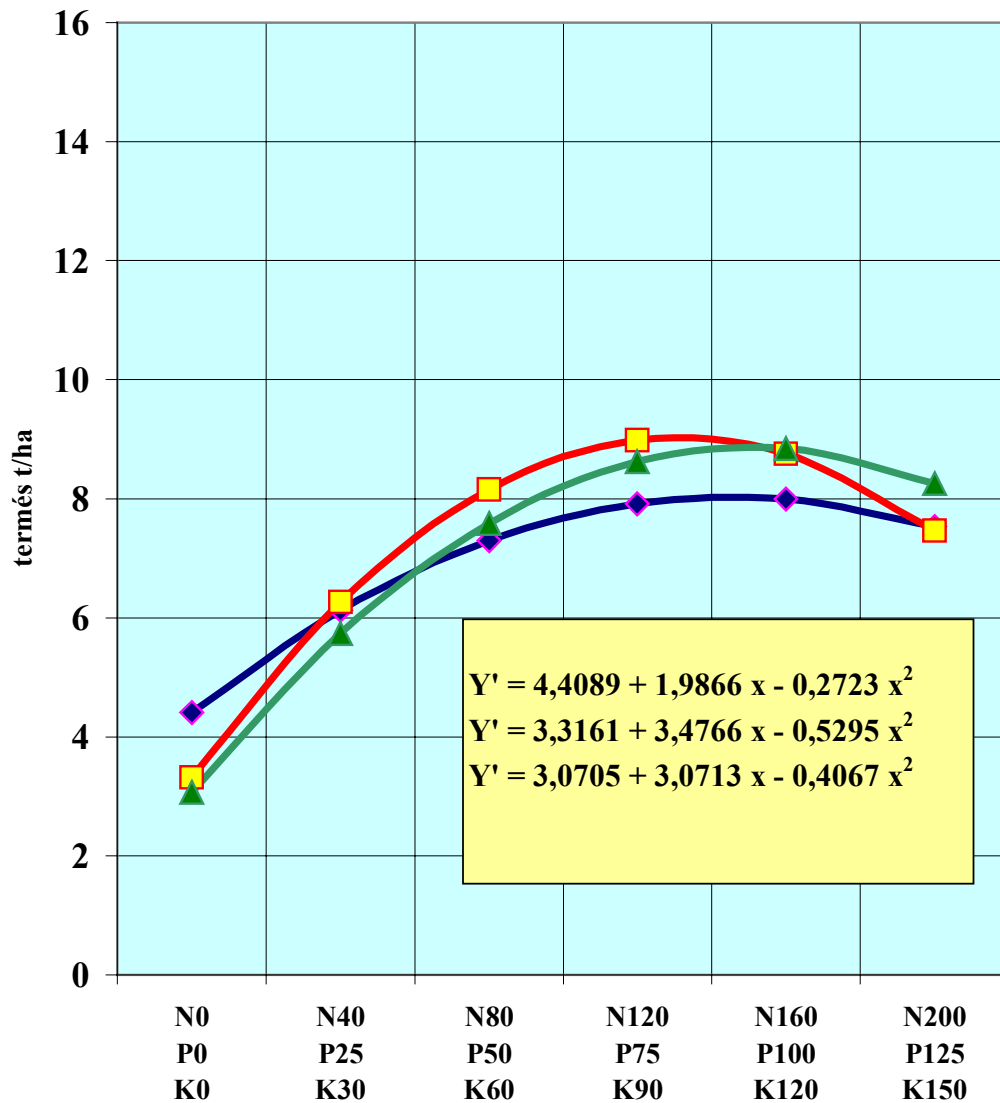
8. **DK 527 SC** hibrid termése műtrágyázás nélkül csak 1,72 t/ha. Termését az N₄₀+PK kezelés 3,16 t/ha-al növelte. Termését az N₁₂₀, N₁₆₀, N₂₀₀ kg/ha-os kezelések a hozzá tartozó P,K-val 2,23, 1,11 és 1,52 t/ha-al szignifikánsan növelte. Termésmaximuma 10,58 t/ha volt.

9. **Filia SC** rendkívül alacsony kontrolltermés mellett a termésmaximuma 10,92 t/ha volt. Az N₄₀+PK kezeléshez viszonyítva az N₁₂₀+PK kezelés 3,86 t/ha-os szignifikáns termésnövekedést eredményezett. Az ettől nagyobb műtrágyaadagok a termést nem növelték megbízhatóan.

10. ábra



**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1999**

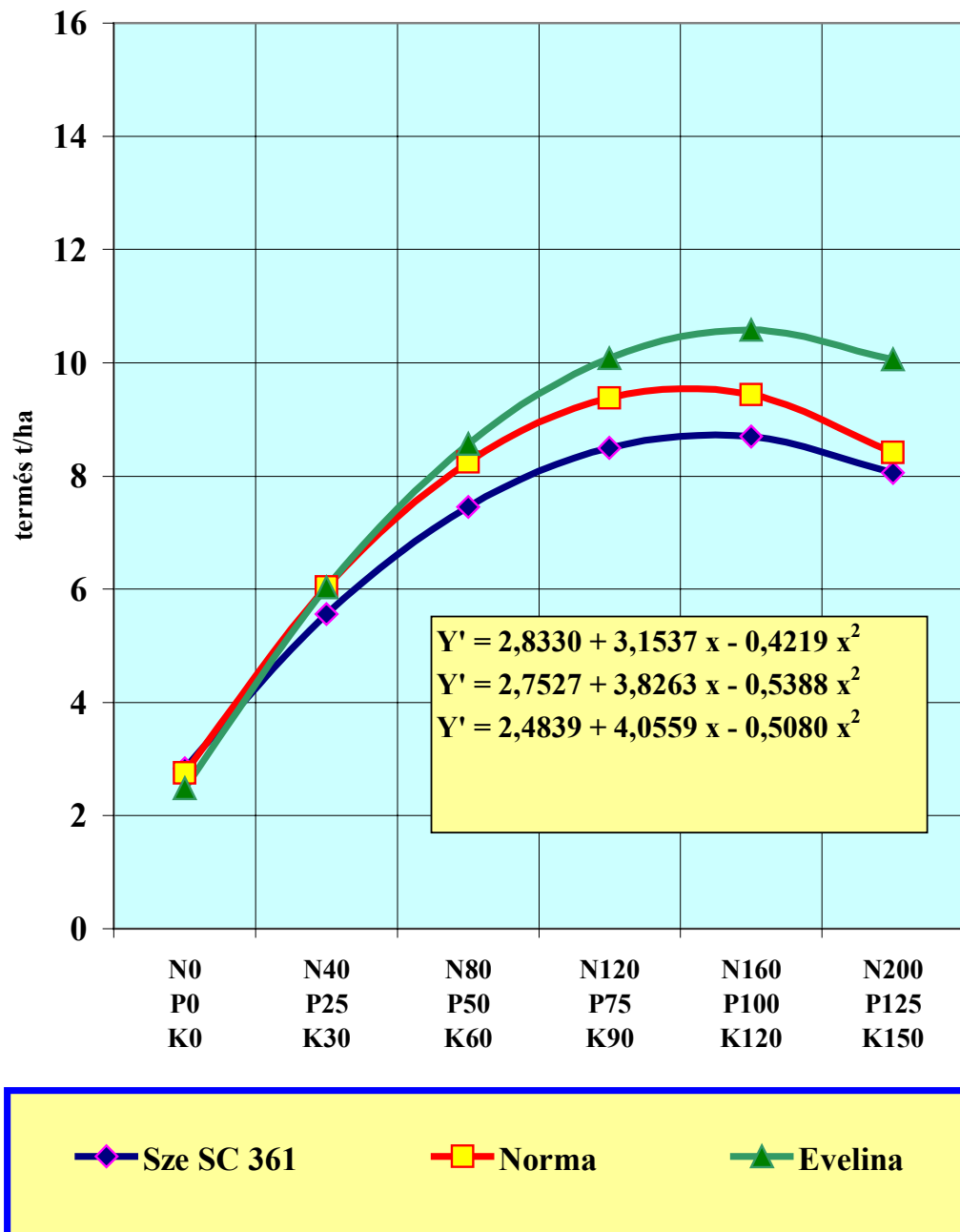


—◆— Monessa

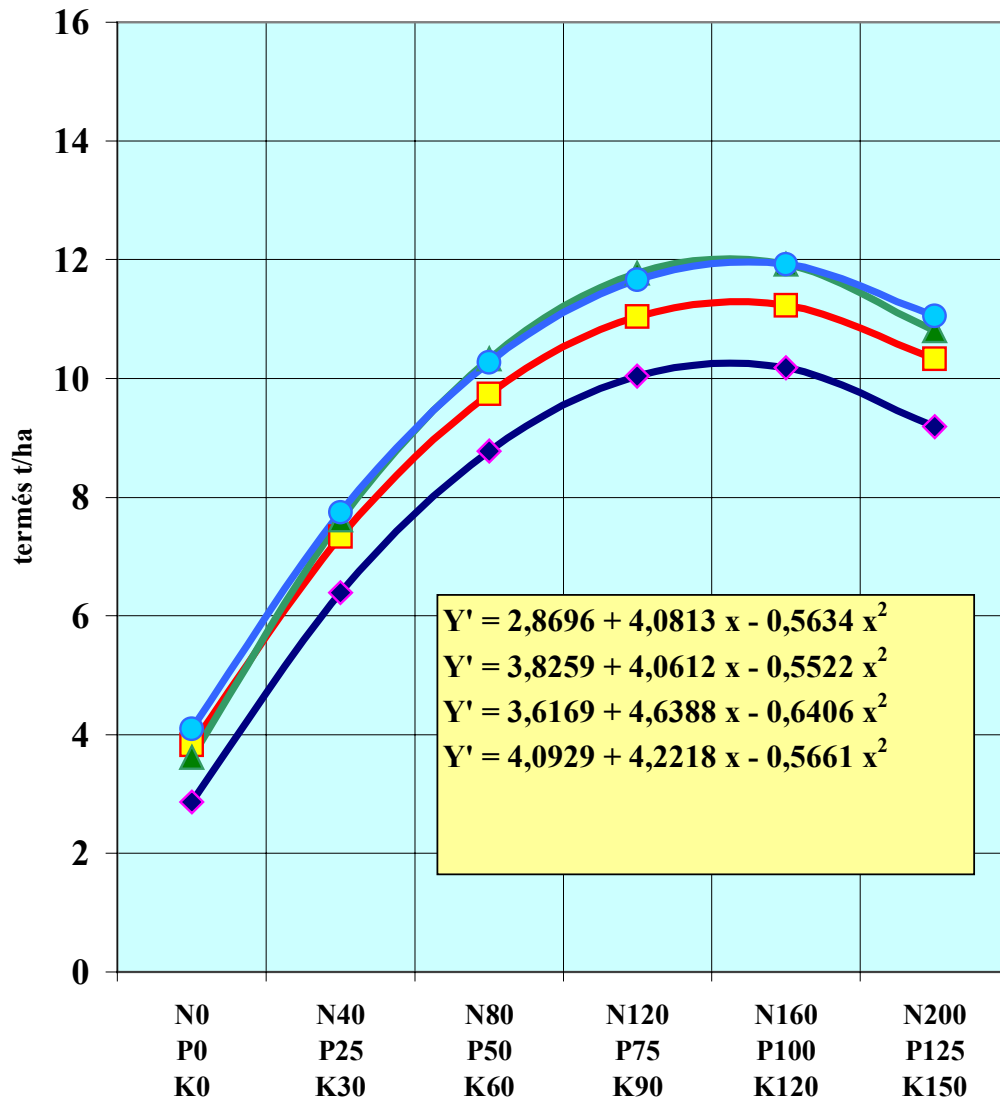
—■— Mara

—▲— Clarica

**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1999**

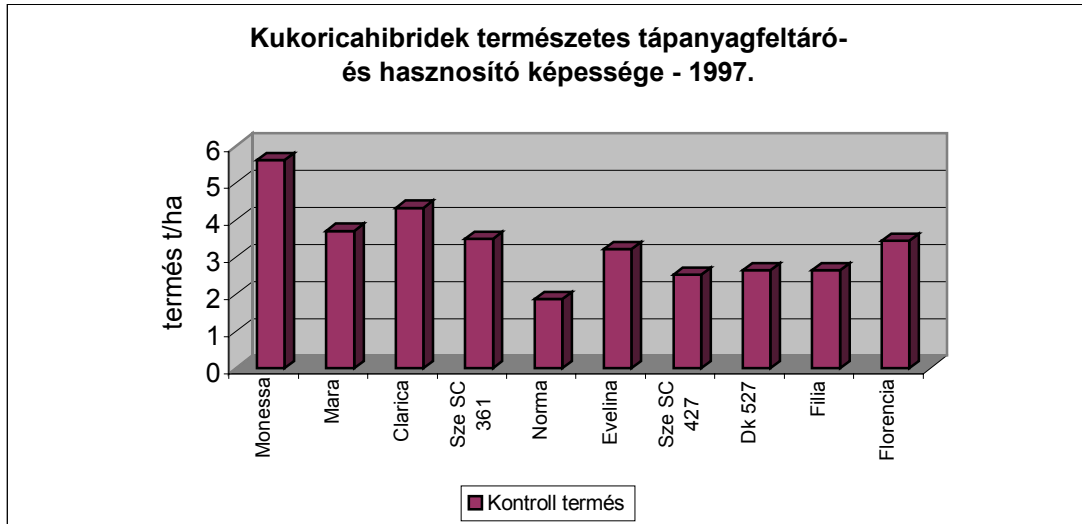


**A műtrágyázás és a kukorica hibridek termése közötti
összefüggés
1999**

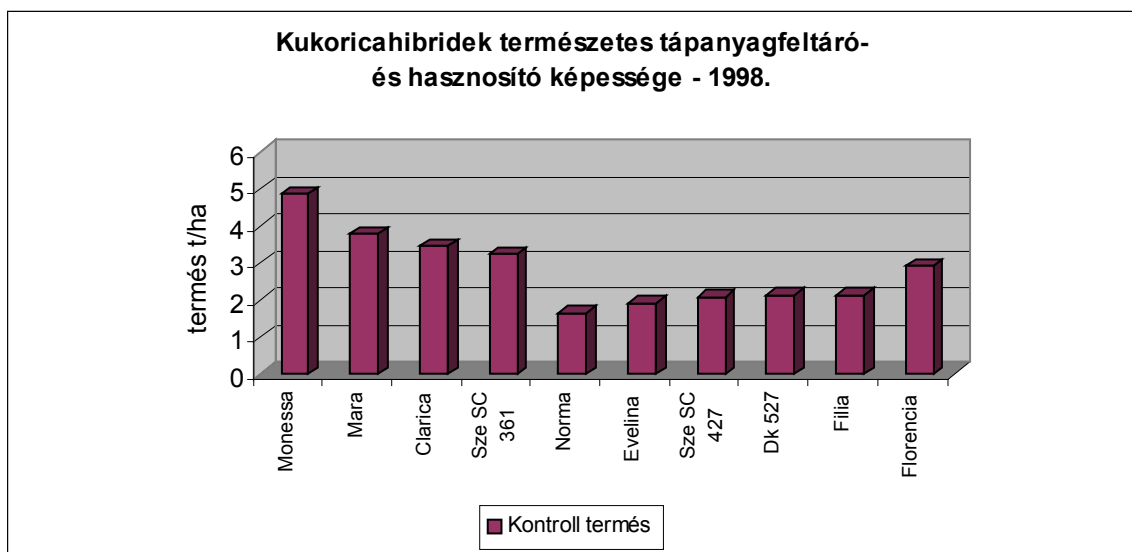


◆ Sze SC 427 □ Dk 527 ▲ Filia ● Florencia

14. ábra

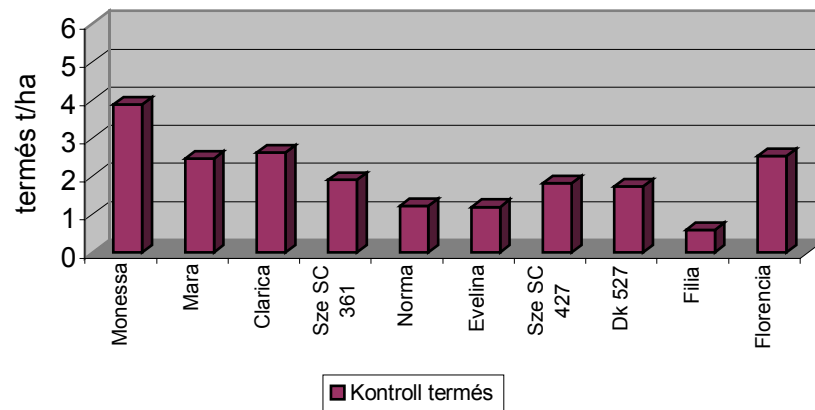


15. ábra

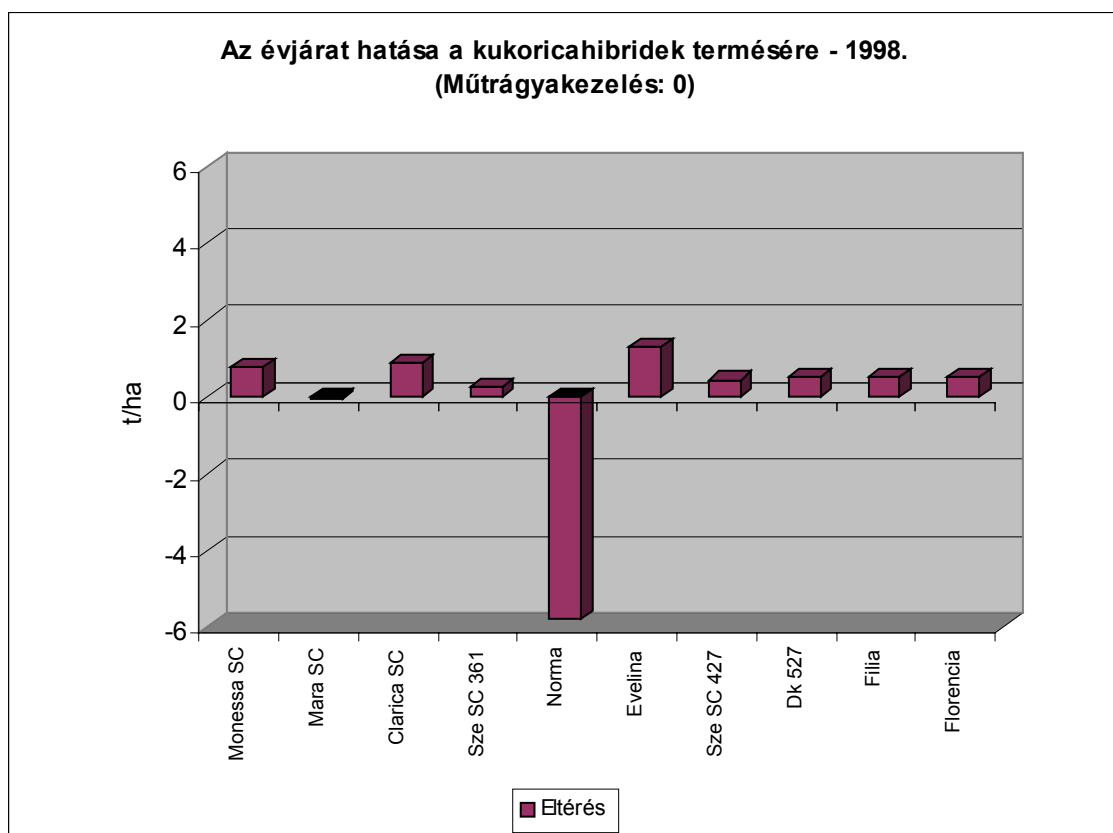


16. ábra

**Kukoricahibridek természetes tápanyagfeltáró-
és hasznosító képessége - 1999.**

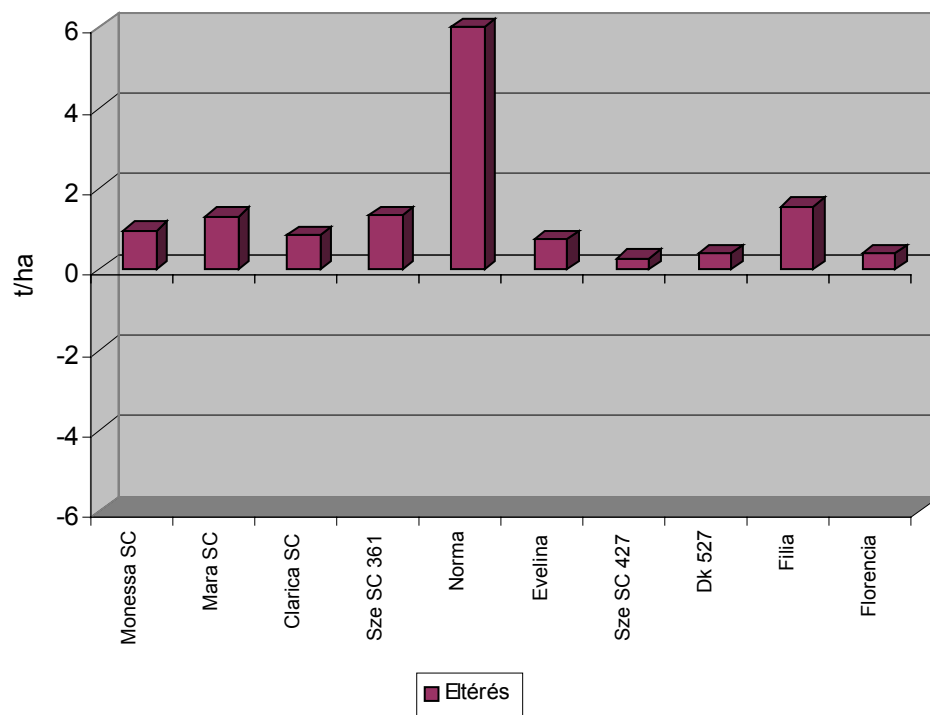


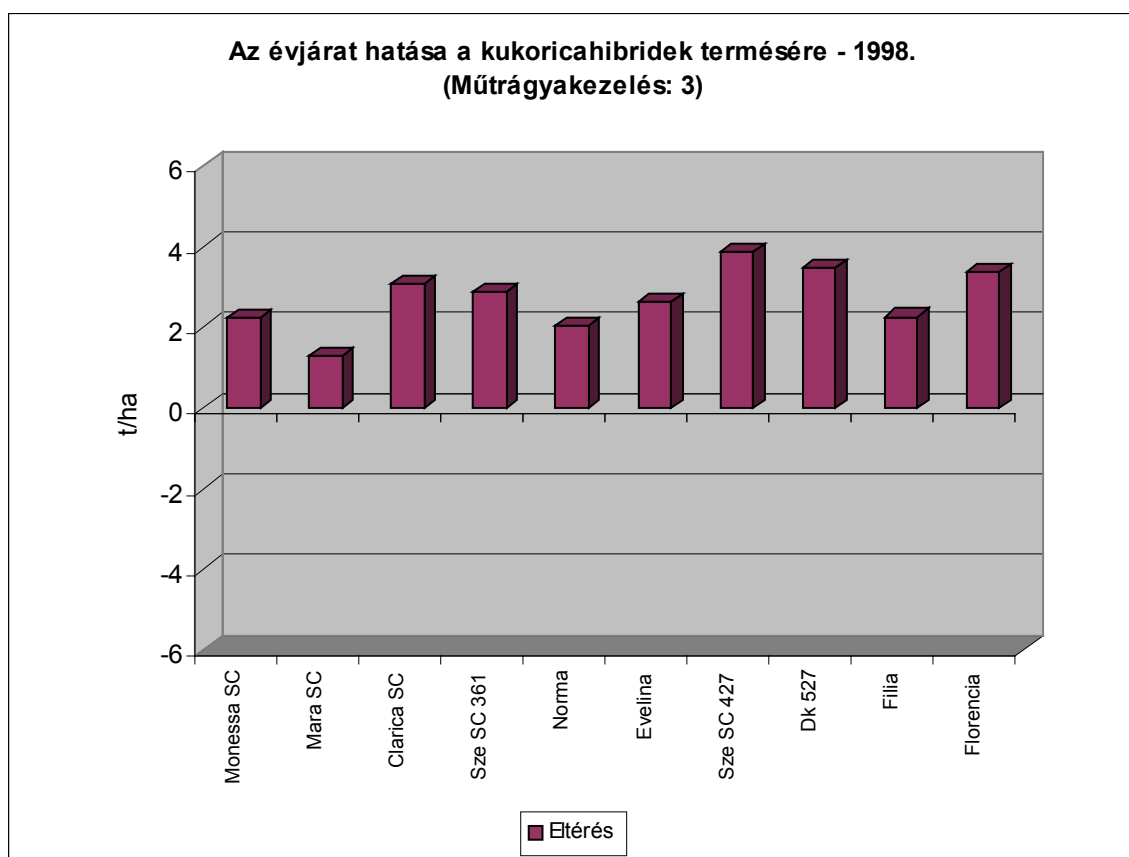
17. ábra

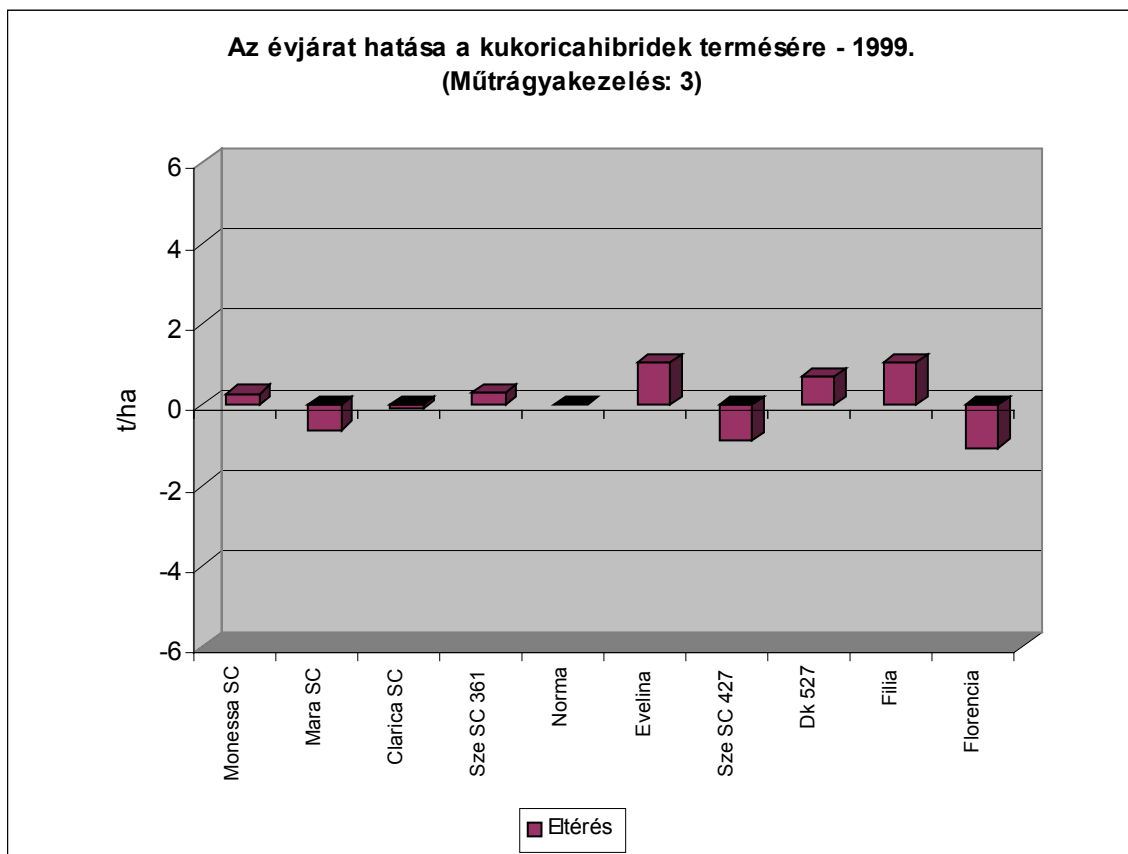


18. ábra

**Az évjárat hatása a kukorica hibridek termésére - 1999.
(Műtrágyakezelés: 0)**







10. **Florencia SC** termése műtrágyázás nélkül 2,28 t/ha. Az $N_{40}+PK$ kezelés termését 3,36 t/ha-al növelte. Az $N_{40}+PK$ és $N_{80}+PK$ kezelések terméseredményei között nem volt szignifikáns különbség. A $N_{120}+PK$ kezeléshez viszonyítva az $N_{200}+PK$ kezelés 2,35 t/ha-al megbízhatóan növelte. A termésmaximuma 11,66 t/ha volt.

Megállapítható, hogy a hibridek termőképességében is nagy különbségek vannak.

Legnagyobb termést elért hibridek 1999-ben:

1. Florencia SC 11,66 t/ha
2. Norma SC 11,66 t/ha
3. Evelina SC 11,33 t/ha

A kukorica hibridek termése és a műtrágyázás hatása közötti összefüggéseket a 10-11-12-13. ábrák mutatják.

Az évjáráthatás nagymértékben meghatározza a hibridek termése mellett az NPK műtrágyák hatékonyságát is. A kukorica számára kedvező 1997-es évjárat hibridtől függően 2-3 t/ha-os terméstöbbletet is eredményezett az 1998-as évhez képest, míg a kedvezőtlenebb 98-as évjárat alig érzékelhető termésmnövekedést, sőt néhány hibrid

esetében termésnövekedést okozott az 1999-es közepes évjáráthoz képest. A termesztett hibridtől és évjáráttól függően a legnagyobb termésnövekedést a legkisebb N_{40} , P_{25} , K_{30} kg/ha-os műtrágyakezeléssel érték el. Az N_{120} , $P_{2O_5 75}$, $K_2O 90$ kg/ha-os hatóanyagig az esetek többségében szignifikánsan nőtt a termés. Az ettől nagyobb műtrágyaadagok már nem növelték megbízhatóan a termést. Legnagyobb termésnövekedést a későbbi érésű Sze SC 427, Dk 527 és Florencia hibrideknél kaptuk.

A fentiek alapján a legkedvezőbb és leghatékonyabb NPK műtrágyakezelésnek az N_{40-120} , $P_{2O_5 25-75}$, $K_2O 30-90$ kg/ha hatóanyag kezelés bizonyult.

Az évjárat hatását a kukorica hibridek termésére a 17-18-19-20. ábrák szemléltetik.

5.2. Kukorica hibridek vízleadóképességének értékelése

1997 és 1998-ban vizsgáltuk a hibridek szemnedvességtartalmát, valamint a vízleadás ütemét.

1997

1. **Monessa SC** (FAO 270) szemnedvessége szeptember 8-án 27-28% volt. A mérés kezdetén a víztartalom legalacsonyabb volt az optimális kezelésnél (3.tr.) és a vízleadás üteme is itt volt a leggyorsabb, valamint itt takarítottuk be a legalacsonyabb szemnedvességtartalommal. A 21. ábrán látható az is, hogy műtrágyázás nélkül lassúbb a vízleadás üteme és sokkal magasabb víztartalommal tudtuk betakarítani a kukoricát. A kukorica levél-és szár leszáradása műtrágyázás nélkül volt a leggyorsabb. Lehet, hogy éppen ezért tudta lassabban leadni szemnedvességét a hibrid. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=695-839$ között változott. A regresszió értéke alapján a legalacsonyabb volt az érték a kontroll kezelésnél és a legszorosabb összefüggés az 5-ös trágyakezelésnél mutatkozott.

Össességében a hibrid vízleadóképessége nagyon jó 18%-os legalacsonyabb nedvességtartalomnál takarítottuk be a kukorica számára optimális $N_{120};P_{75};K_{90}$ kg/ha-os műtrágyakezelésnél (21. ábra).

2. **Mara SC** (FAO 290) hibridnél IX.8-án a legmagasabb nedvességtartalmat 38 %-ot az 1-es trágyakezelésnél, a legalacsonyabbat 33 %-ot pedig a 3-as trágyakezelésnél mértük. A vízleadás üteme is ennél az optimális(3-ast.) trágyaszintnél volt a leggyorsabb, de az 1-es és 5-ös trágyakezelésnél takarítottuk be a legalacsonyabb szemnedvességtartalomnál. A 22. ábrán látható, hogy a Monessához hasonlóan a vízleadás üteme a kontroll (műtr.nélküli) kezeléseknél volt a leglassúbb és itt magasabb víztartalom mellett takarítottuk be a kukoricát. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=661-813$. A legalacsonyabb betakarításkori nedvességtartalom 16%-os volt, amit a $N_{40};P_{25};K_{30}$ kg/ha-os hatóanyag-kezelésnél értük el (22. ábra).

3. **Clarica SC** (FAO 310) vízleadási üteme az előző két hibridhez viszonyítva eltérően alakult. A legalacsonyabb szemnedvességtartalmat éppen a kontroll(műtr.nélküli) kezelésnél kaptuk a mérés kezdetén, a legmagasabbat pedig az optimális 3-as trágyakezelésnél. A vízleadás üteme is a kontroll kezelésnél bizonyult a legintenzívebbnek. A legalacsonyabb 15%-os nedvességtartalommal takarítottuk be a kukoricát , melyet a $N_{40};P_{25};K_{30}$ kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelésnél kaptunk. Rövid tenyészidejű, viszont meglepő módon a betakarításkori szemnedvesség az 5-ös trágyaszinten volt a legnagyobb. Össességében elmondható, hogy ez egy gyors vízleadású hibrid. $R=476-672$ (23. ábra).

4. **Sze SC 361**. A mérés kezdetekor a nedvességtartalom a kontrollon magas (36-37%-os) értékkel indult. A vízleadás üteme ezt követően nagyon gyors volt.

A kezelések átlagában viszont közepes vízleadóképességet mutat a hibrid. Víztartalmát leggyorsabban a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél adta le, és ennél a trágyakezelésnél takarítottuk be a legalacsonyabb 14%-os nedvességtartalomnál.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=748-888$.

5. **Norma SC** FAO 380-as hibrid, melynél a szem nedvességtartalma (37%) közel azonos szinten mozgott a mérés kezdetén a kontroll (műtr. nélküli), a 3-as és 5-ös trágyakezelésnél. Az érésidő során a leggyorsabb volt a vízleadás dinamikája a kontroll kezelésnél, és itt is takarítottuk be a legalacsonyabb 17%-os nedvességtartalomnál a kukoricát.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=675-880$. Összességében közepes vízleadóképességű hibridnek bizonyult (24. ábra).

6. **Evelina SC (Pi. 3752)**. A legmagasabb szemnedvességtartalma IX. 8-án 44% a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél volt, valamint a vízleadás üteme is itt volt a leglassúbb. Első méréskor legalacsonyabb volt a szemnedvességtartalma az 5-ös trágyakezelésnél, viszont a mérés időszakában a vízleadás üteme a leggyorsabb az optimális 3-as trágyakezelésnél mutatkozott. A kontroll kezelésnél takarítottuk be a kukoricát a legalacsonyabb szemnedvességtartalomnál, 21 %-kal.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=704-726$ (25. ábra).

7. **Sze 427 SC** a mérés kezdetén a legmagasabb (32%-os) szemnedveségtartalmat az optimális 3-as trágyakezelésnél mutatta. A vízleadás üteme összességében az érés időszakában fokozatosan lassult. A vízleadás üteme az 5-ös trágyakezelésnél volt a legintenzívebb(nagyon hasonlóan alakult az 1-es és a 3-as kezelés is), és itt takarítottuk be a kukoricát a legalacsonyabb nedvességtartalommal.

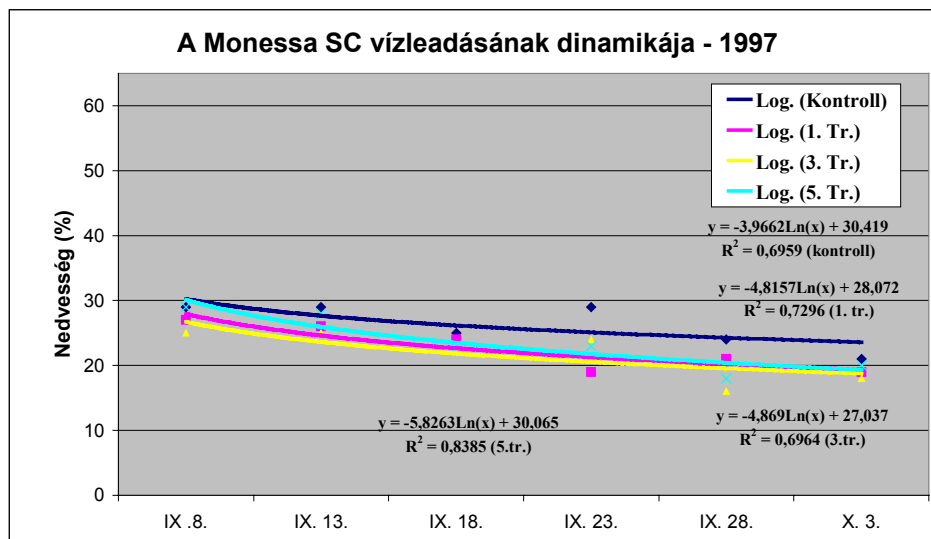
A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=704-875$. (26. ábra)

8. **Dk 527 SC**. Ennél a hibridnél IX.8-án a legalacsonyabb 37%-os szemnedvességtartalmat az 5-ös trágyakezelésnél, a legmagasabbat 49%-ot a kontroll (műtr.nélküli) kezeléseknél mértük. A vízleadás üteme viszont a kukorica számára optimális 3-as trágyakezelésnél volt a leggyorsabb, és itt is takarítottuk be a hibridet a legalacsonyabb 22%-os nedvességtartalommal. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=689-879$. Összességében az állapítható meg, hogy egy közepes-gyors vízleadóképességű hibrid (27. ábra).

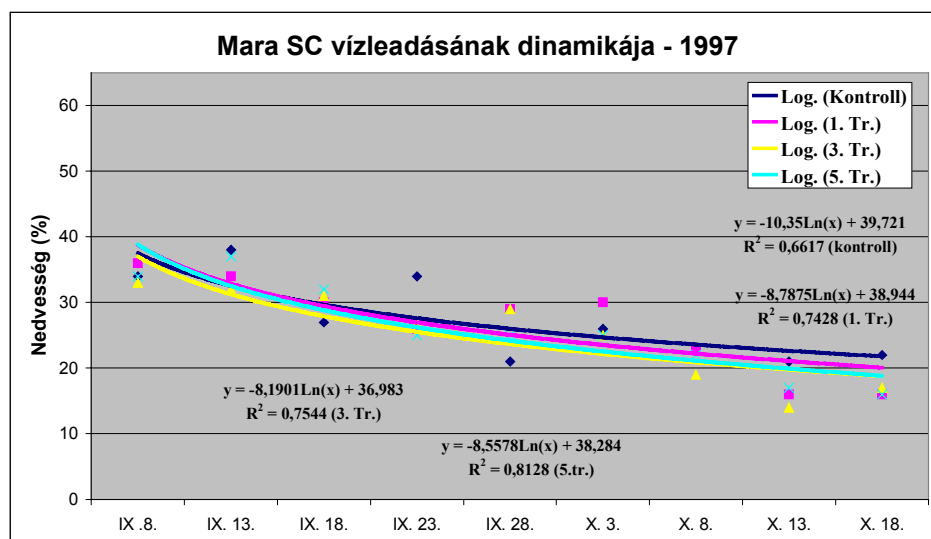
9. **Filia SC (Pi.3515).** IX.8-án a legmagasabb 48%-os nedvességtartalom a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél mutatkozott. A vízleadás üteme is ennél a trágyakezelésnél volt a legintenzívebb és X. 18-án itt mértük a legalacsonyabb 24%-os szemnedvességtartalmat. Az 5-ös trágyakezelésnél a kontrollhoz képest alacsonyabb nedvességtartalmat 38%-ot mértünk, de a vízleadás üteme sokkal lassabb volt, és igen magas 30%-os nedvességtartalmat kaptunk az utolsó méréskor. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=671-948$ (28. ábra).

10. **Florenzia SC.** A mérés kezdetekor a legmagasabb 47%-os nedvességtartalmat a kontroll (műtr.nélküli) , a legalacsonyabbat 45%-ot pedig az 5-ös trágyakezelésnél mértük. A vízleadás üteme legintenzívebb a 3-as trágyakezelésnél volt, s az utolsó mérésnél is itt volt a legalacsonyabb a szem nedvességtartalma (17%). A kontroll kezelésnél sokkal lassúbb volt a vízleadás üteme és sokkal magasabb (27%) szemnedvességtartalomnál takarítottuk be a kukoricát. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=726-876$. Összességében megállapítható, hogy ez a FAO 530-as hosszú tenyészidejű hibrid közepes vízleadóképességű hibrid (29. ábra).

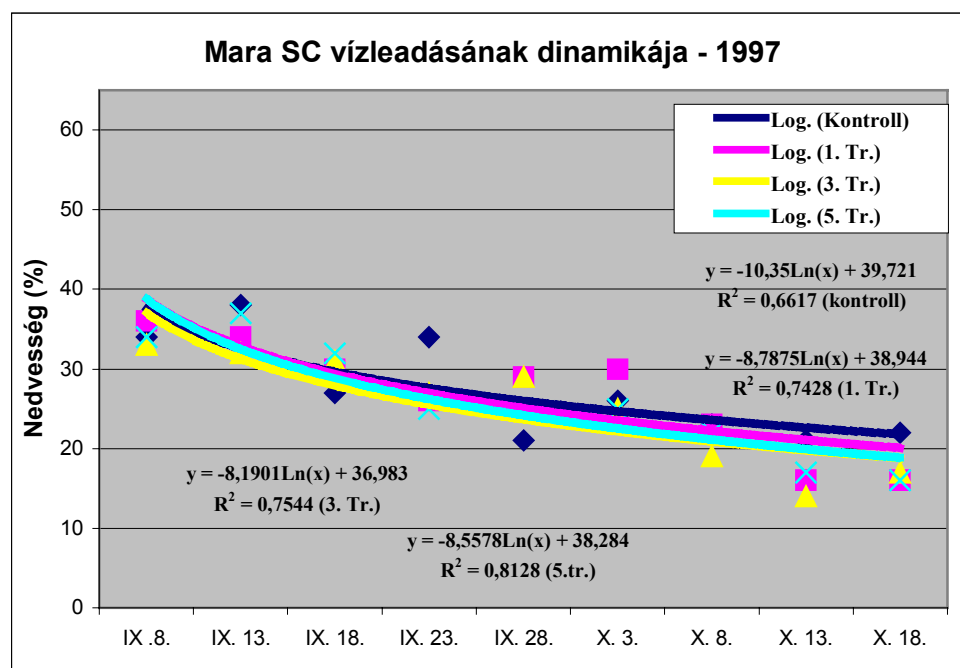
21. ábra



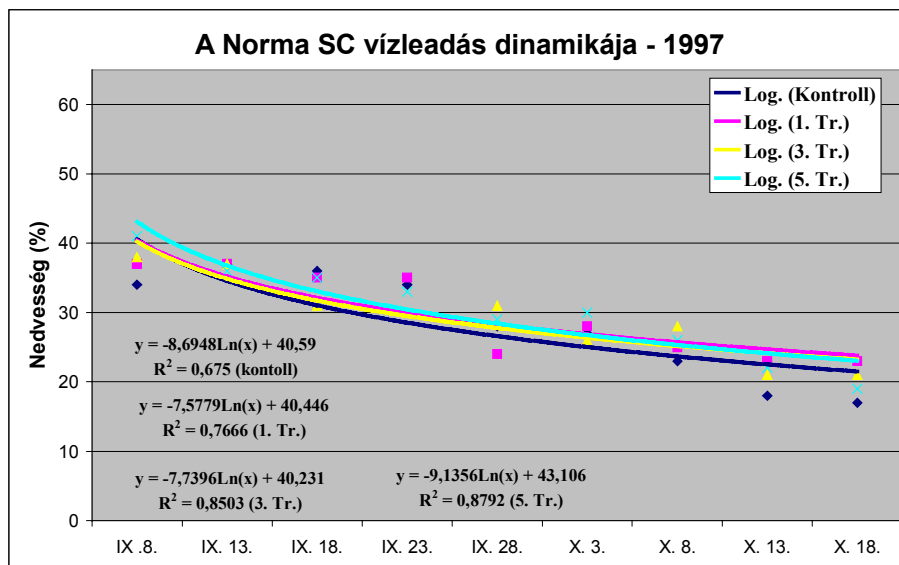
22. ábra



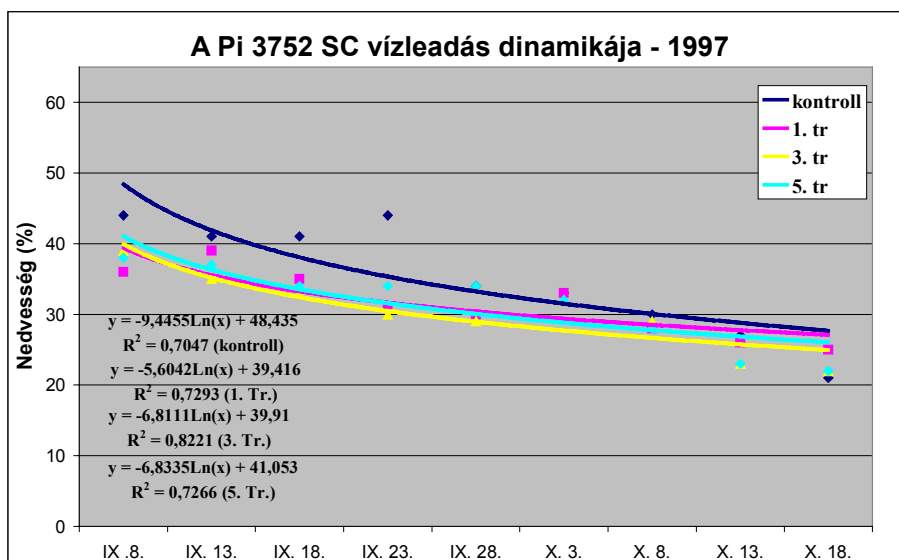
23. ábra



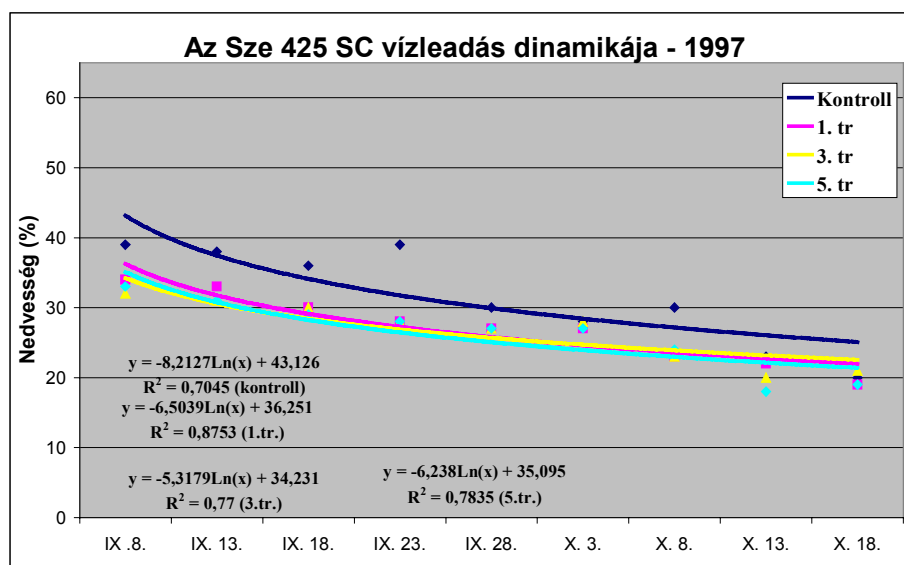
24. ábra



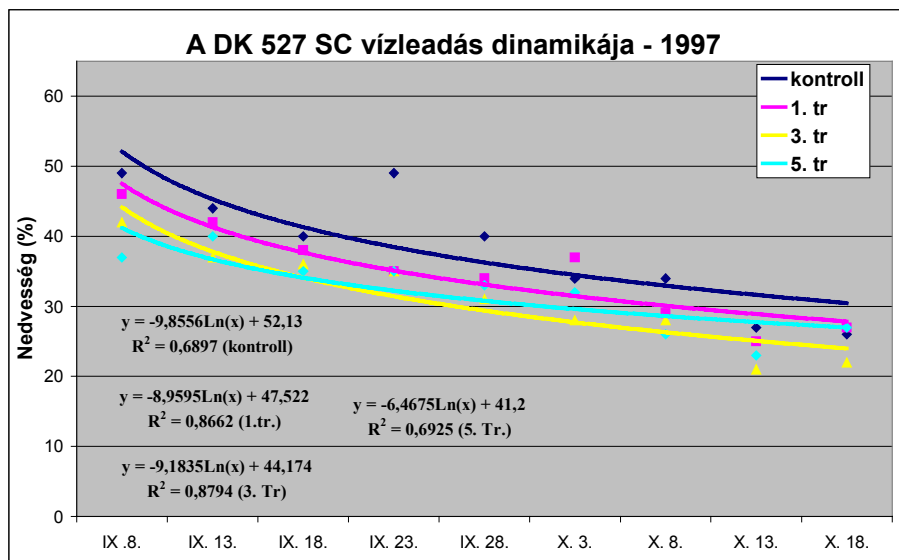
25. ábra



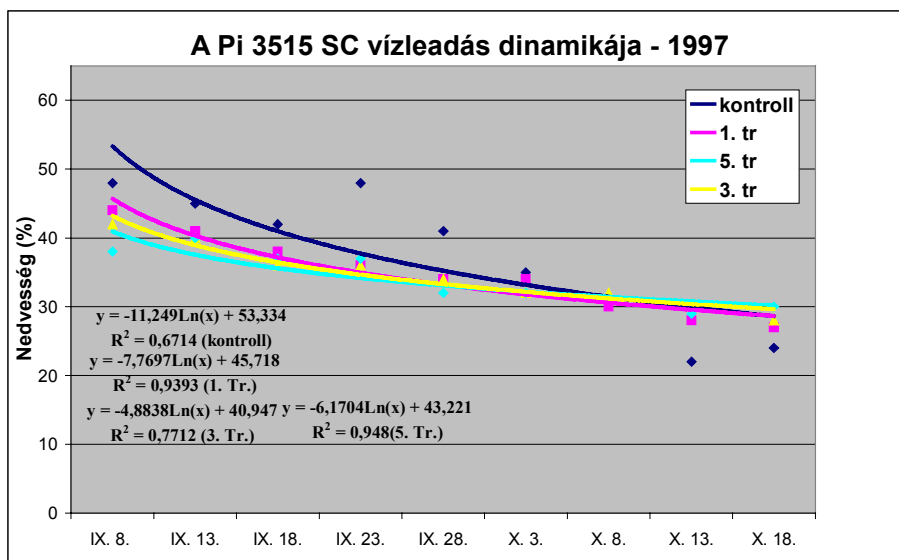
26. ábra



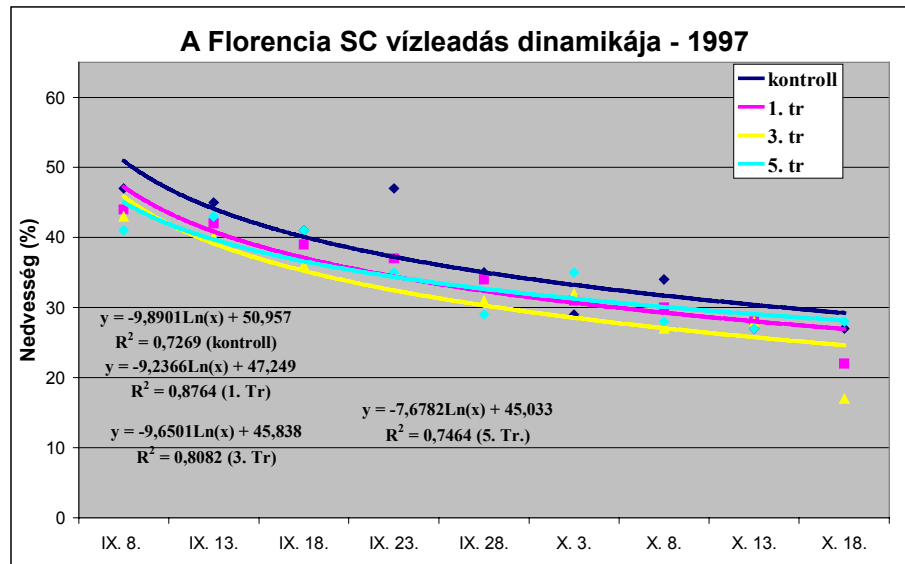
27. ábra



28. ábra



29. ábra



1998

1. **Monessa SC** FAO 270-es hibridnél a legmagasabb 39%-os szemnedvességtartalmat a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél mértünk, valamint a vízleadás üteme is ennél a kezelésnél volt a leglassabb. A vízleadás üteme legintenzívebb közel azonos módon az 1-es és a 3-as trágyakezelésnél mutatkozott. Az utolsó mérések (XI.31.) során közel azonos 9-10%-os szemnedvességtartalomnál takarítottuk be a kukoricát. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=746-877$. Összességében megállapítható, hogy a hibrid vízleadóképessége akárcsak az 1997-es évben nagyon jónak mutatkozott (30. ábra).

2. **Mara SC** hibridnél 43%-os nedvességtartalmat az 1-es trágyakezelésnél mértük. A vízleadás üteme a kontroll (műtr.nélküli) parcellán mutatkozott a leggyorsabbnak, bár a többi kezelésnél is hasonlóan alakult a vízleadás dinamikája. A kukoricát 12%-os legalacsonyabb nedvességtartalomnál a kontroll parcelláról takarítottuk be. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=760-835$ (31. ábra).

3. **Clarica SC**-nél VIII. 27-én a legmagasabb szemnedvességtartalmat 38%-ot az 1-es és 5-ös trágyakezelésű parcellán mértük. A vízleadás dinamikája az 5-ös trágyakezelésnél volt a leggyorsabb. A N120-200 kg/ha-os hatóanyag-kezelésnél takarítottuk be a kukoricát a legalacsonyabb 10%-os nedvességtartalommal. A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=756-828$ (32. ábra).

4. **Sze SC 361** hibridnél VIII.27-én igen magas (41-45%) nedvességtartalmat mértünk. A vízleadás üteme igen jó volt a kontroll (műtr.nélküli) és a N40 kg/ha-os műtrágya hatóanyag-kezeléseknél. A kukoricát végül ugyanennél a kezelésnél 13-14%-os szemnedvességtartalommal takarítottuk be.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=860-872$.

5. **Norma SC** hibridnél az első alkalommal a legmagasabb nedvességtartalmat (47%-ot) az 5-ös trágyakezelésnél mértük. A hibrid vízleadásának dinamikája az érés

időszakában a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél volt a leggyorsabb, és itt is volt a legalacsonyabb (12%) a szem betakarításkori nedvességtartalma.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=778-867$ (33. ábra).

6. Evelina SC (Pi. 3752). Az érés kezdetekor a legmagasabb víztartalmat (50%-ot) a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél mértük, a legalacsonyabbat (45%) a kukorica számára optimális 3-as kezelésnél. A vízleadás üteme a kontroll kezelésnél volt a legintenzívebb, és itt is takarítottuk be a kukoricát a legalacsonyabb (17%-os) nedvességtartalommal.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=824-902$ (34. ábra).

7. Sze 427 SC-nél VIII.27-én 38%-os nedvességtartalmat mértünk az 5-ös trágyakezelésnél. A vízleadás dinamikája is ennél a kezelésnél volt a leggyorsabb. Az utolsó mérés alkalmával itt volt a legalacsonyabb (13%) a szem nedvességtartalma.

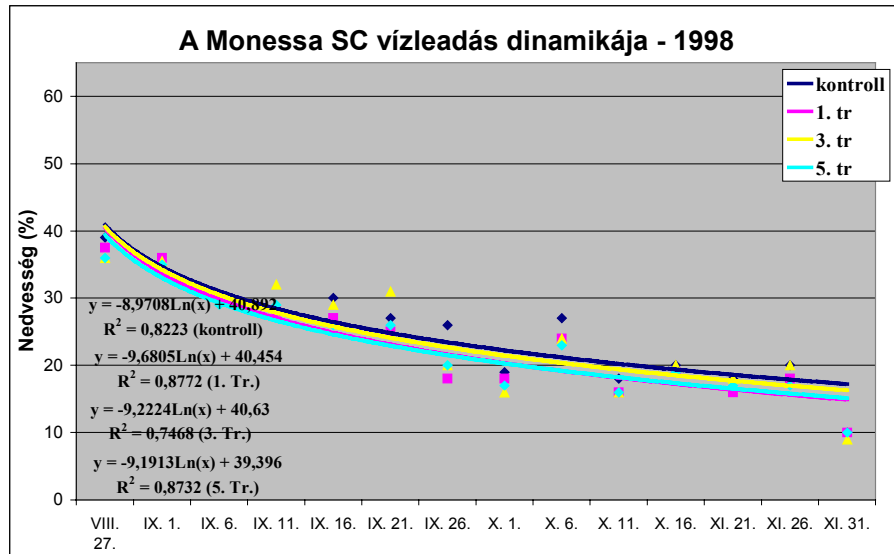
A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=766-848$ (35. ábra).

8. Dk 527 SC hibridnél a kontroll parcellán az első mérés alkalmával óriási (58%-os) nedvességtartalmat mértünk. A vízleadás üteme legintenzívebb a 3-as (N_{80} kg/ha-os) műtrágya-hatóanyagkezelés esetében volt, és ugyanitt takarítottuk be a kukoricát a legalacsonyabb (14%-os) nedvességtartalommal.

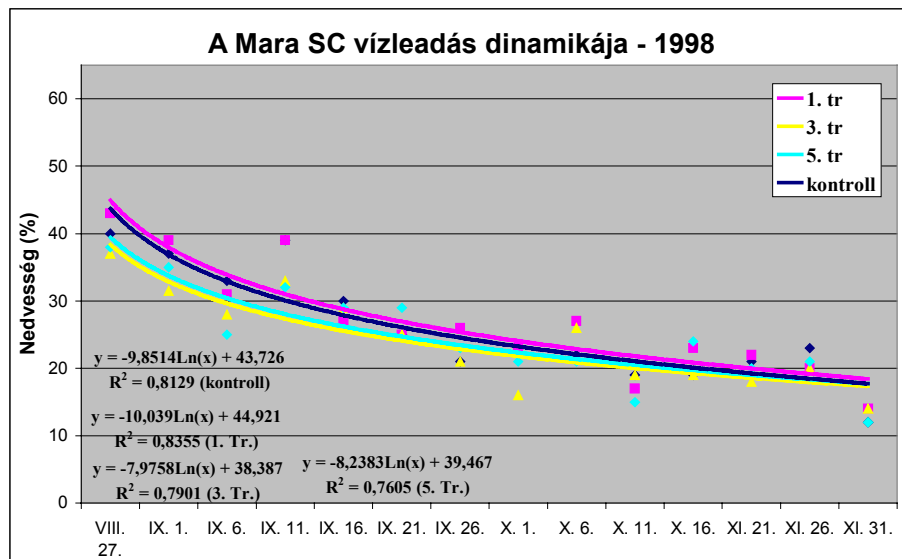
A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=817-902$. Összességében az állapítható meg, hogy egy gyors vízleadóképességű hibrid (36. ábra).

9. Filia SC (Pi. 3515) hibrid kontroll parcelláján igen magas 53%-os nedvességtartalmat mértünk. A szem vízleadásának dinamikája a legintenzívebb ugyancsak a műtrágyázás nélküli parcellákon mutatkozott. Itt kaptuk az utolsó mérés alkalmával a legalacsonyabb 15%-os szemnedvességtartalmat.

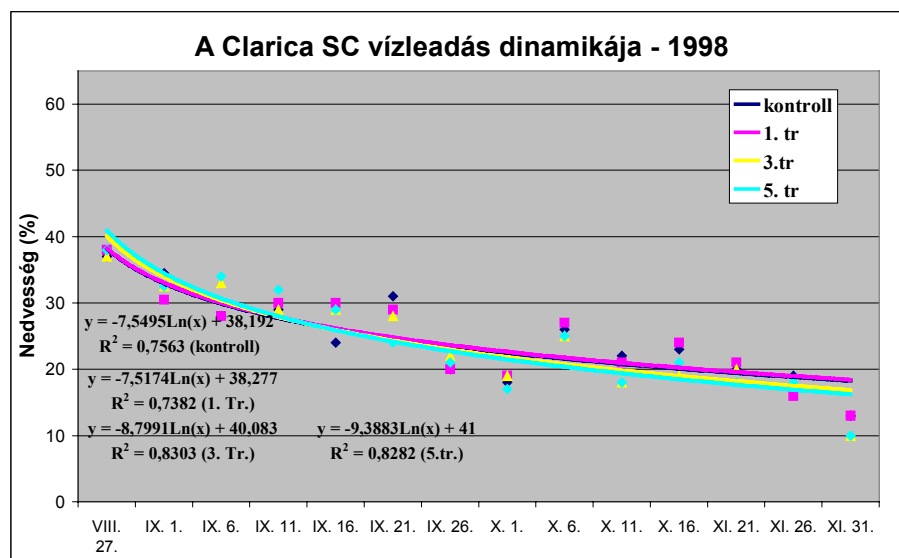
30. ábra



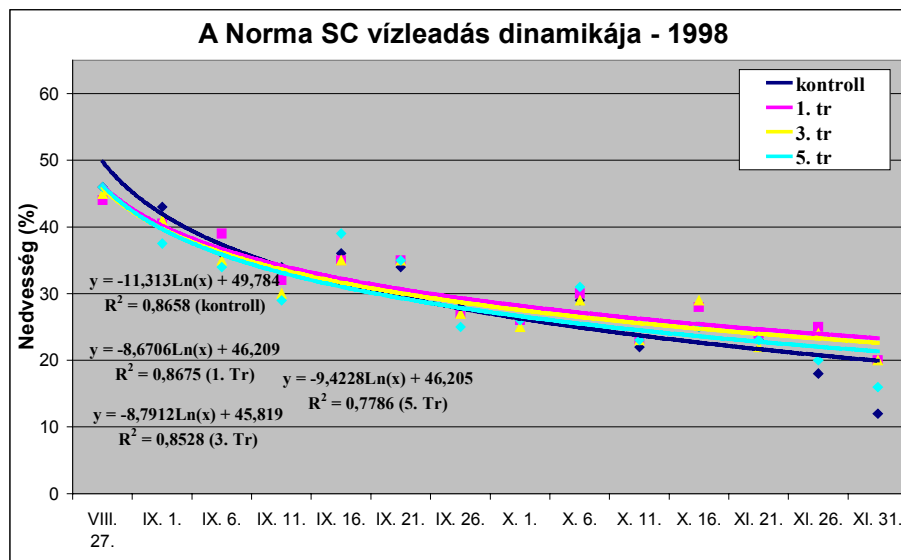
31. ábra



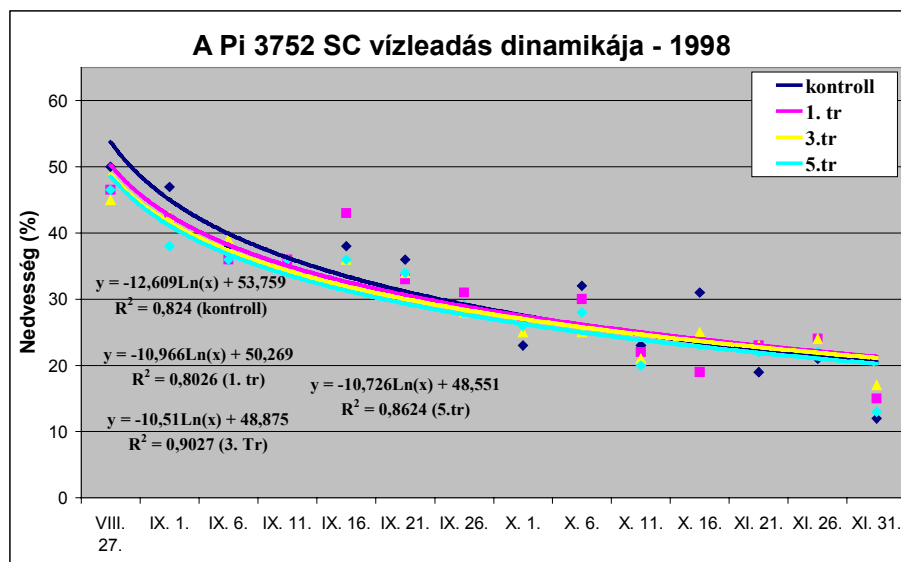
32. ábra



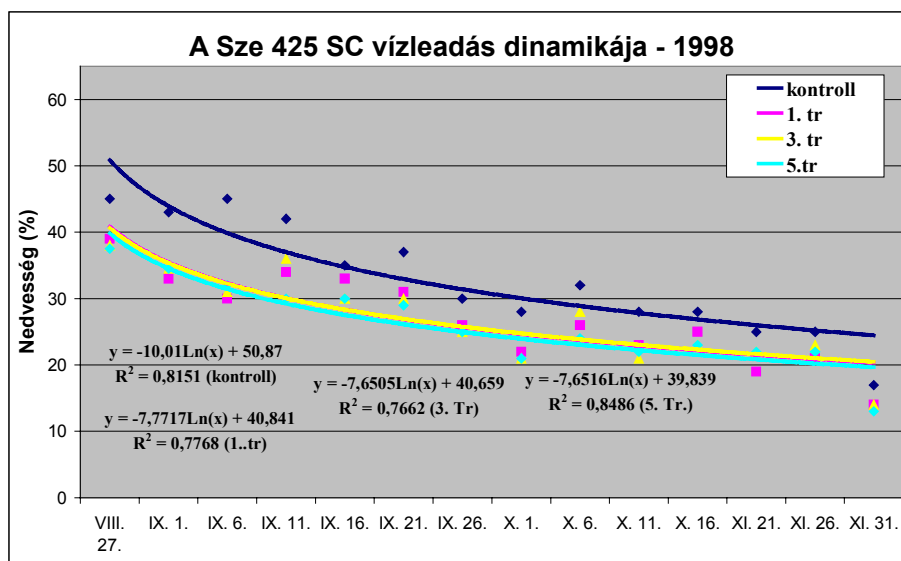
33. ábra



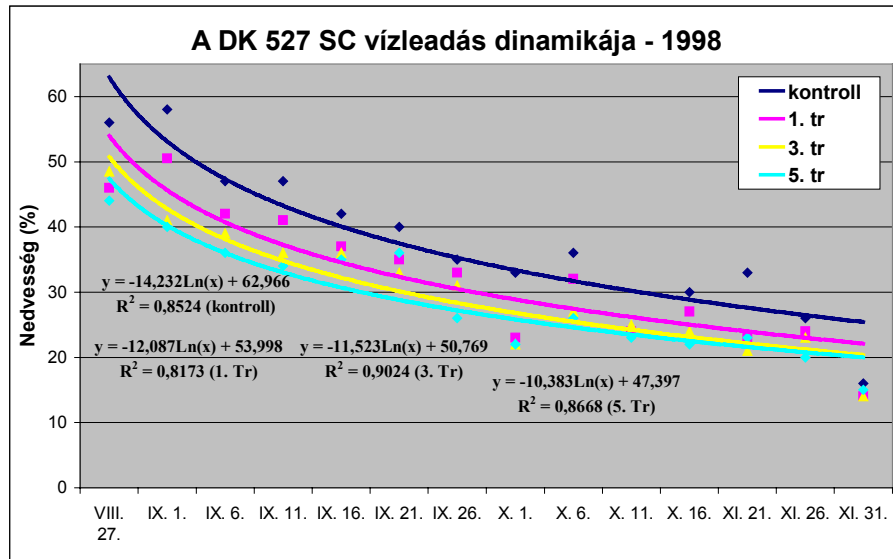
34. ábra



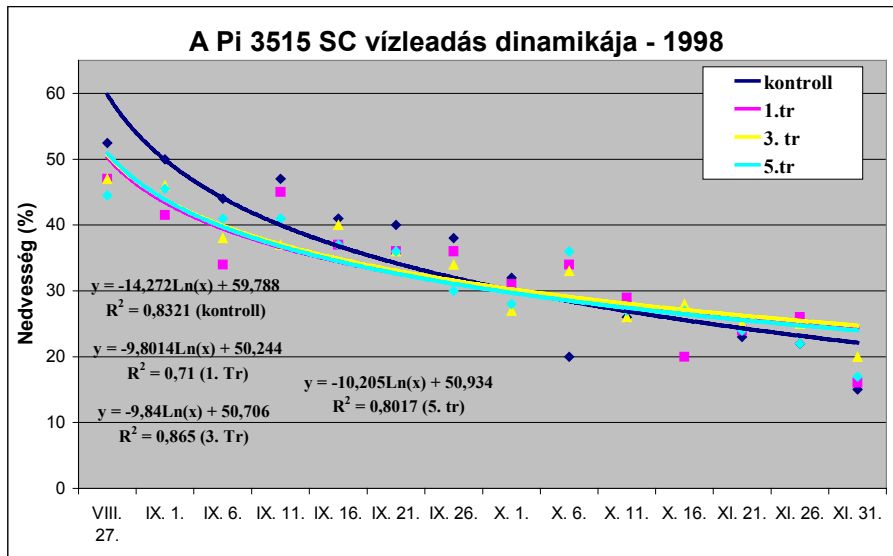
35. ábra



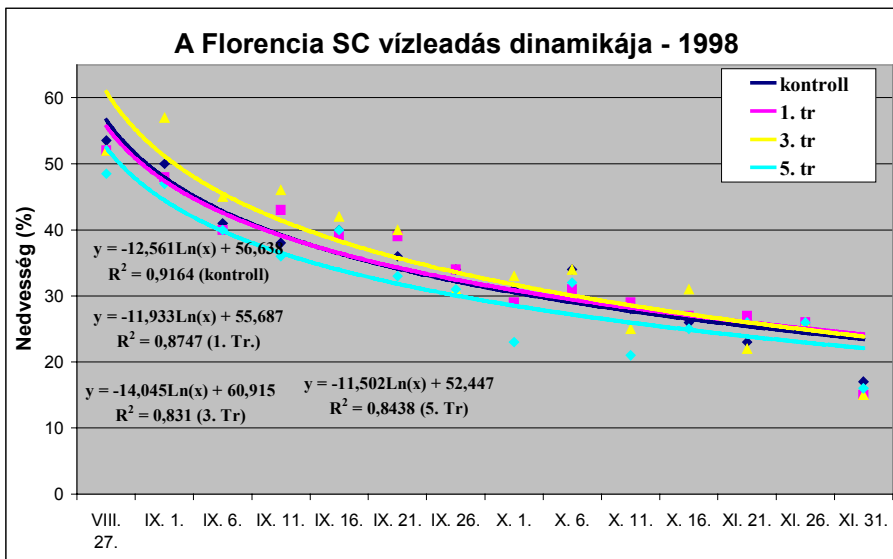
36. ábra



37. ábra



38. ábra



A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=710-865$ (37. ábra).

10. **Florenzia SC** FAO 530-as hibrid szemnedvességtartalma a mérés kezdetekor a kontroll parcellán igen magas 54%-os volt. A vízleadás dinamikája legintenzívebbnek az 5-ös N_{200} kg/ha-os hatóanyag-kezelésnél mutatkozott, viszont a legalacsonyabb 15%-os nedvességtartalmat az 1-es (N_{40} kg/ha), valamint a 3-as (N_{80} kg/ha) hatóanyagkezeléseknél mértük az utolsó mérés alkalmával.

A különböző kezelések és az érés időszakában a szem vízleadóképessége közötti összefüggés korrelációs értéke $R=836-916$ (38. ábra).

Összefoglalva megállapítható –figyelembe véve a lehullott csapadék mennyiségét- hogy a mérések közötti időszakokban kezdetben lassúbb 1-3%-os volt a vízleadás mértéke, majd 4-5%, esetenként 6-8%-al is csökkent a szem nedvességtartalma. A vízleadás dinamikáját nagymértékben befolyásolta a kiadott műtrágya hatóanyag mennyisége. Az igen korai, korai hibridek (Monessa, Mara) a nagyobb ($N_{80}; N_{120}; N_{200}$ kg/ha) műtrágya hatóanyag-kezelés mellett adták le gyorsabban nedvességtartalmukat, míg a hosszabb tenyészidejűek a kontroll (műtr.nélküli) és max. N_{40-120} kg/ha-os műtrágya hatóanyag-kezelésnél. Továbbá megállapítható, hogy a hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb volt a betakarításkori nedvességtartalma, mint a rövidebb tenyészidejű hibrideknek. Napjainkban egyre nagyobb jelentősége van a gyors vízleadású hibrideknek, mellyel jelentős szárítási költség takarítható meg.

5.3. A N-műtrágyázás és a környezetvédelem összefüggései

A N-műtrágyázás legszembetűnőbb környezetkárosító hatása a NO_3-N felhalmozódása és az altalajvízbe kerülése, továbbá a talaj savanyodása, a talaj pH értékének csökkenésében nyilvánul meg.

Az energiatakarékos, környezetkímélő technológia alapkövetelménye, hogy a kukorica számára a kísérleti körülményeinkhez hasonló esetekben N 60-120 kg/ha hatóanyagnál nagyobb adagot nem szabad kijuttatni.

A gyakorlatban alkalmazott $N:150-200$, vagy $N:200-250$ kg/ha-os nitrogén műtrágyázást alkalmazni vétek. Energiapazarlást és környezetszennyezést eredményez. Száraz, aszályos évjáratban amikor a N-műtrágyázást nem követi megfelelő termésnövekedés különösen nagy lehet a NO_3-N felhalmozódása, a talajban lefelé

irányuló mozgása, majd az altalajvízbe kerülése. Nem célravezető az egyoldalú N-műtrágyázás sem, mert az NPK tápelemek közötti szoros interakció következtében és Justus Von Liebig (1862) minimutörvénye miatt a hozam a minimumban lévő táplálóanyagtól függ.

Ha nem pótoljuk vissza folyamatosan a P,K makrotápanyagot (szerves vagy műtrágya formájában) relative minimumba kerülhetnek. Ha nincs meg az NPK tápelemek közötti harmónia, csökken a termés és a N egy része – mivel a kukorica nem tudja felvenni – kimosódhat.

1996. őszén vizsgáltuk a talaj 0-200 cm-es rétegében a $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódását a kontroll és a további öt műtrágyalépcső tekintetében (39. ábra).

A kontroll parcellákon a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma csekély, a 0-20 cm-es rétegben ősszel 5,87 mg/kg, 1997. tavaszán 18,07 mg/kg, de az ettől mélyebben lévő talajszelvényben 10 mg/kg alatti értéket találunk. A N40 kg/ha-os kezelésnél 1996. őszén a talaj 0-100 cm-es rétegében 10 mg/kg alatti értéket mutat a $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalom, az ettől mélyebb rétegekben közel 40mg/kg $\text{NO}_3\text{-N}$ is található.

Tavasszal viszont csekély a kimutatható $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége, szinte az egész talajszelvényben 25 mg/kg alatt maradt, mely azt jelenti, hogy a kukorica fel tudta venni és jól is hasznosította a N 40 kg/ha-os műtrágya hatóanyagot (40. ábra).

A N 120 kg/ha-os kezelésnél szintén csekély a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma a talaj mélyebb rétegeiben nem volt felhalmozódás.

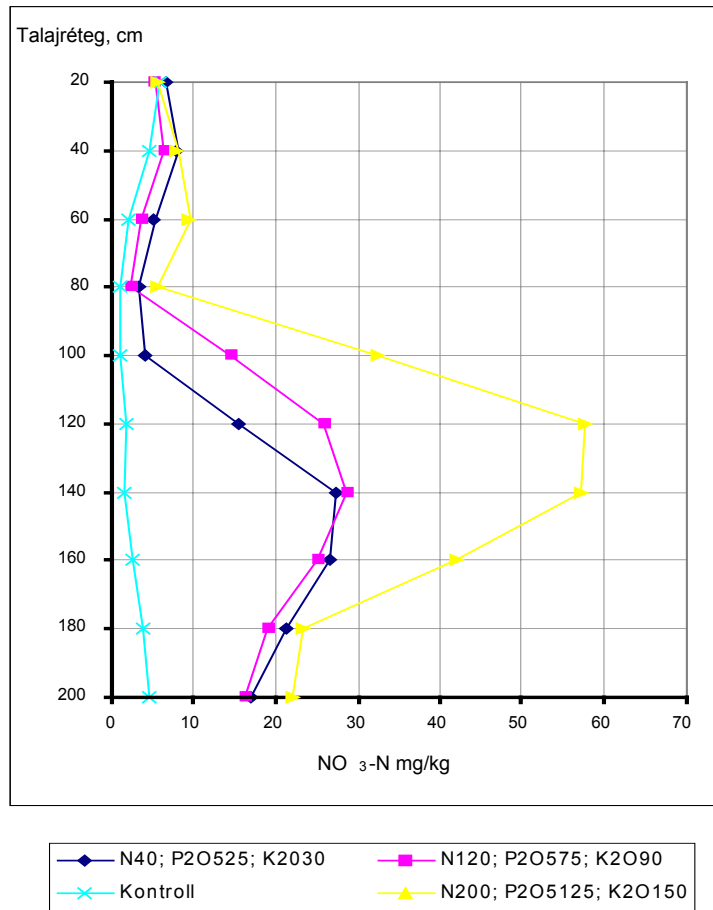
A N 200 kg/ha-os műtrágyakezeléseknél már tapasztalható $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódás, mely közel 60 mg/kg volt a talaj 100-200 cm-es rétegében. Különösen ősszel.

Tavasszal jóval kisebb értékek mutatkoznak, ami azt jelenti, hogy a kukorica jól tudta hasznosítani a talajban lévő $\text{NO}_3\text{-N}$ -t.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kísérlet 3 évében a kukorica számára kedvezően alakultak az időjárási feltételek, nem voltak olyan száraz, aszályos periódusok, mint az ezt megelőző években. Nagy termőképességű, jó tápanyaghasznosító-képességű és trágyareakciójú hibrideket választottunk ki. A kedvező feltételek ellenére a talaj 100-120 cm-es rétegében mégis kimutatható volt a (ha nem is túl nagymértékű) $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódása.

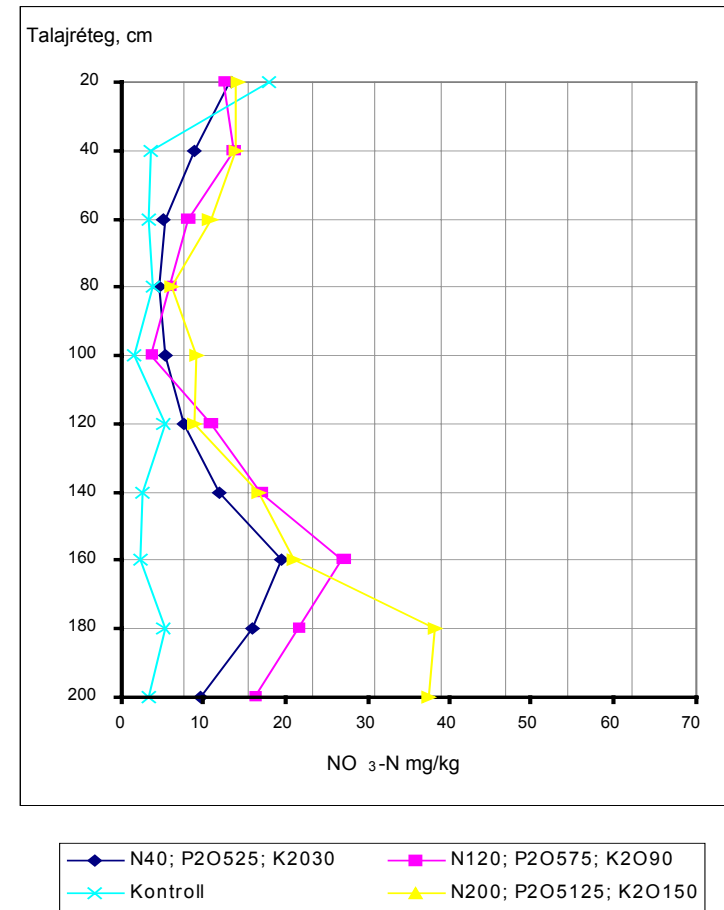
39. ábra

A N műtrágyázás hatása a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmára 1996 őszén



40. ábra

A N műtrágyázás hatása a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmára 1997 tavaszán



Ennek figyelembevételével szakítani kell a mennyiségi szemlélettel. A környezetvédelmi szempontokat szem előtt tartva a kísérleti körülményeinkhez hasonló termőhelyi adottságok esetén a N 120 kg/ha feletti műtrágyaadagnál nagyobb dózist nem javasolunk kijuttatni kukorica alá. Jobb N-ellátottságnál vagy aszályos évben elegendő 120 kg/ha N-műtrágya hatóanyagát kevesebbet is kijuttatni.

5.4. Az NPK-műtrágyázás hatása a különböző genetikai tulajdonságú hibridek minőségére

Irodalmi adatok szerint a kukorica hibridek fehérjetartalma a növekvő nitrogénszintek hatására folyamatosan nőtt. 1998-ban a betakarítást követően megvizsgáltuk mind a 10 hibrid, kontroll (műtr.nélküli), N40; P_2O_5 25; K_2O 30 kg/ha-os valamint N120; P_2O_5 75; K_2O 90 kg/ha-os műtrágyakezelésekből vett szemmintáinak beltartalmát.

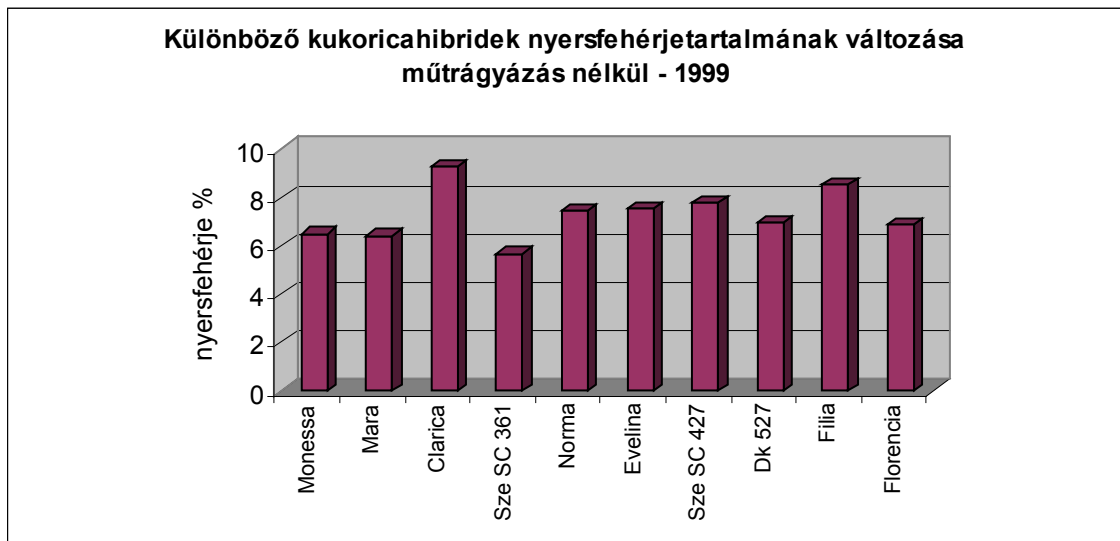
A hibridek nyersfehérjetartalmánál a kontroll (műtr.nélküli) kezeléshez képest jelentősebb emelkedést a N120 kg/ha-os kezelésnél tapasztaltunk.

Az eltérő genotípusú hibridek fehérjetartalmának változását az érésidő függvényében is vizsgáltuk. Megállapítható, hogy a kontroll (műtr.nélküli) kezelésnél az igen korai korai hibridek alacsonyabb fehérjetartalommal rendelkeznek, mint a középérésű kukorica hibridek. A Dk 527 és Florencia késői érésű hibridek fehérjetartalma alig tér el az igen korai, korai érésű Monessa és Mara hibridekétől (41. ábra).

Hasonlóan alakult a N40 kg/ha-os és N120 kg/ha-os kezeléseknél is a hibridek szemtermésének fehérjetartalma.

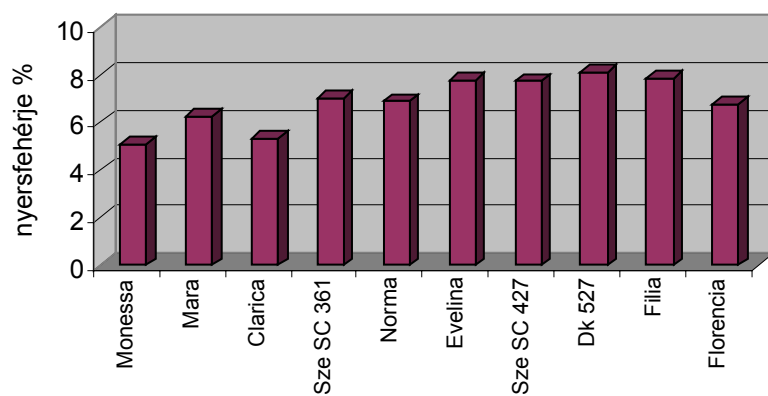
A N-műtrágyázás különböző mértékben növelte a szem nyersfehérjetartalmát. Sokkal nagyobb mértékben növelte a Sze SC 361 és Sze SC 427 hibridek nyersfehérjetartalmát, mint pl. az Evelinát. Természetesen a mennyiségi és minőségi tulajdonságok között általában negatív összefüggés van (44-45-46. ábra).

41. ábra



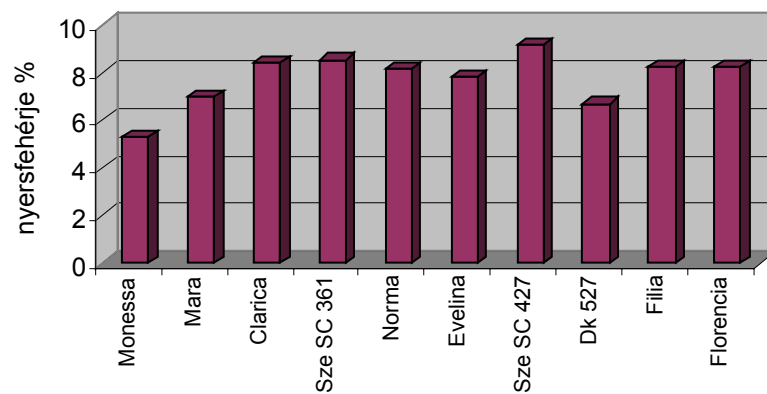
42. ábra

**Különböző kukorica hibridek nyersfehérjetartalmának változása
N 40 kg/ha; P₂O₅ 25 kg/ha; K₂O 30 kg/ha-os műtrágyakezelésnél - 1999**



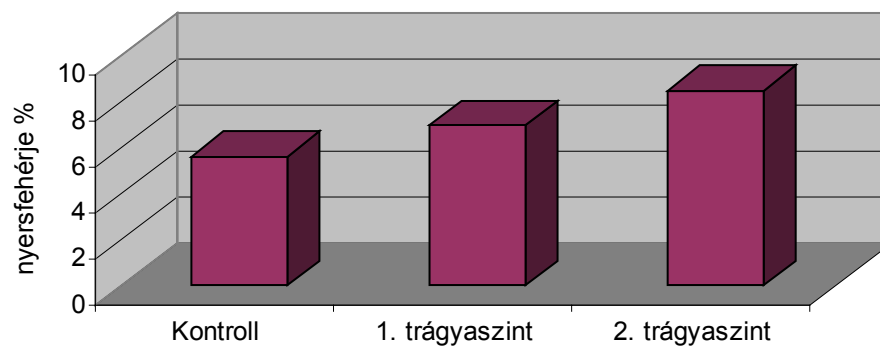
43. ábra

**Különböző kukorica hibridek nyersfehérjetartalmának változása
N 80 kg/ha; P₂O₅ 50 kg/ha; K₂O 60 kg/ha-os műtrágyakezelésnél - 1999**

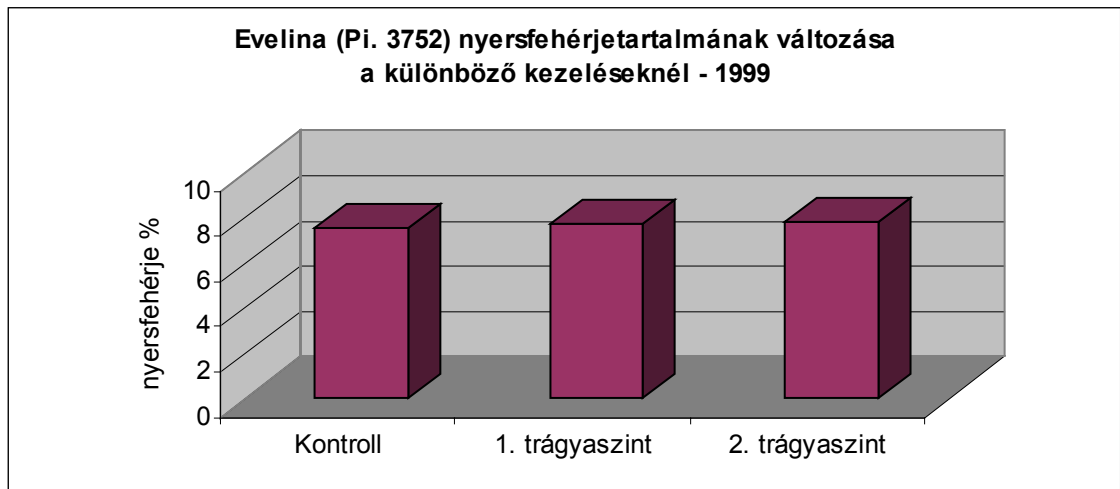


44. ábra

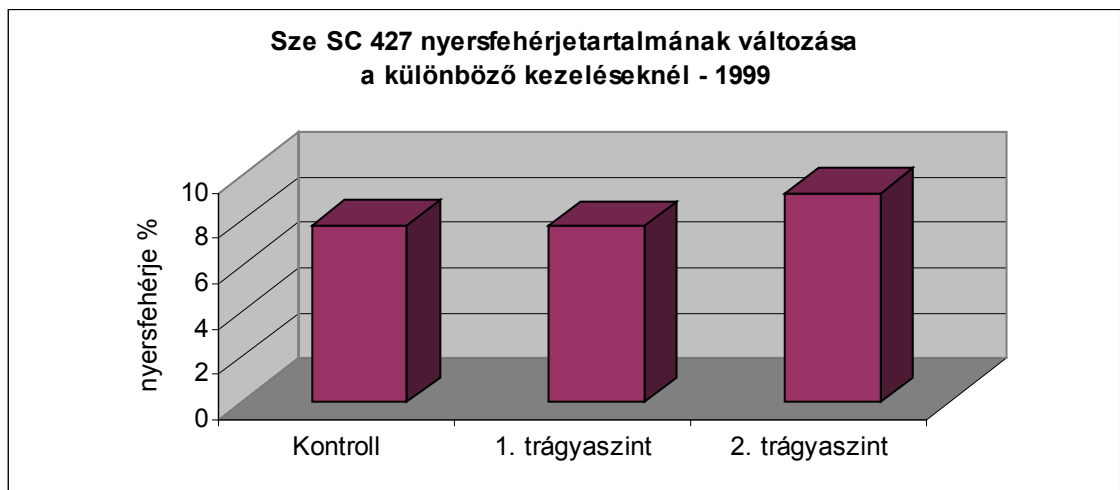
**Sze SC 361 nyersfehérjetartalmának változása
a különböző kezelésekénél - 1999**



45. ábra



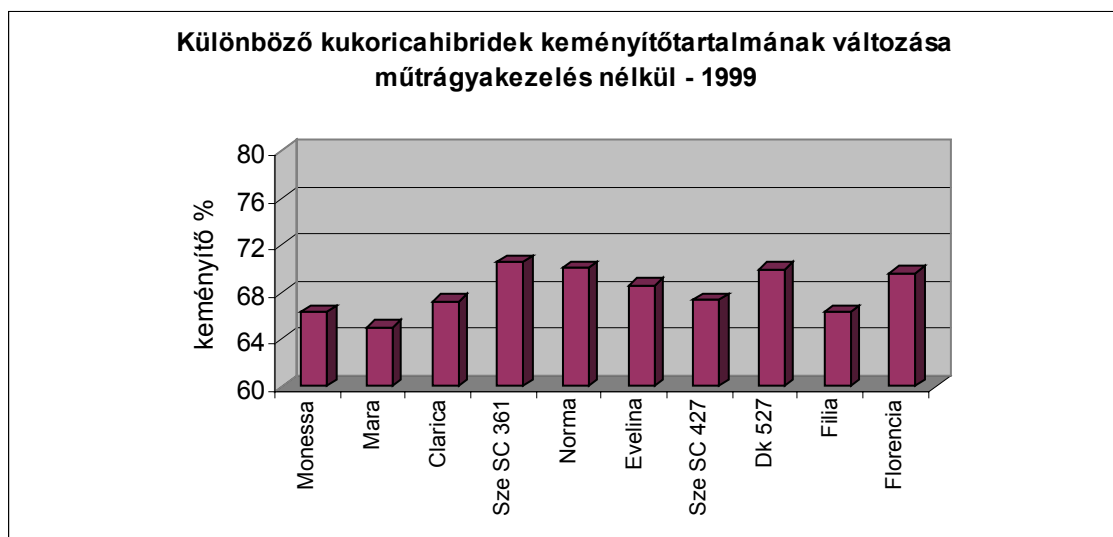
46. ábra



Trágyázás $SZD_{5\%} = 0,75$

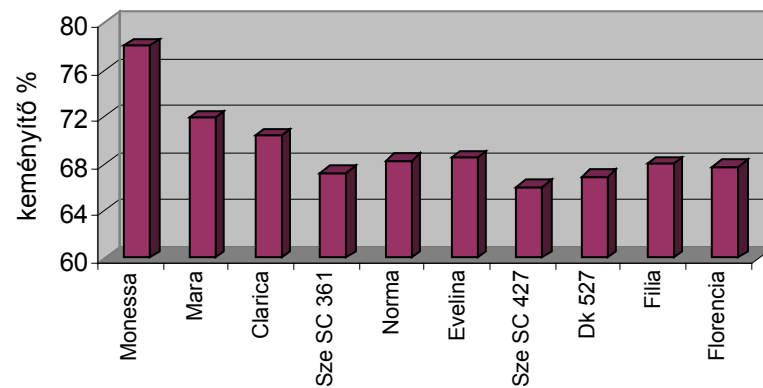
Fajta $SZD_{5\%} = 1,83$

47. ábra



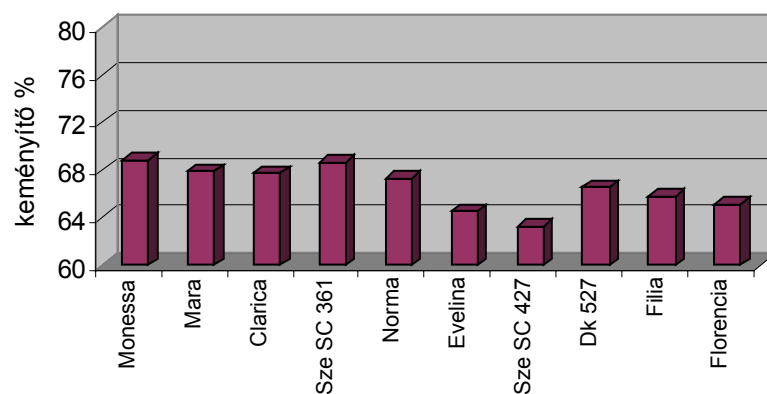
48. ábra

**Különböző kukorica hibridek keményítőtartalmának változása
N 40 kg/ha; P₂O₅ 25 kg/ha; K₂O 30 kg/ha-os műtrágyakezelésnél - 1999**

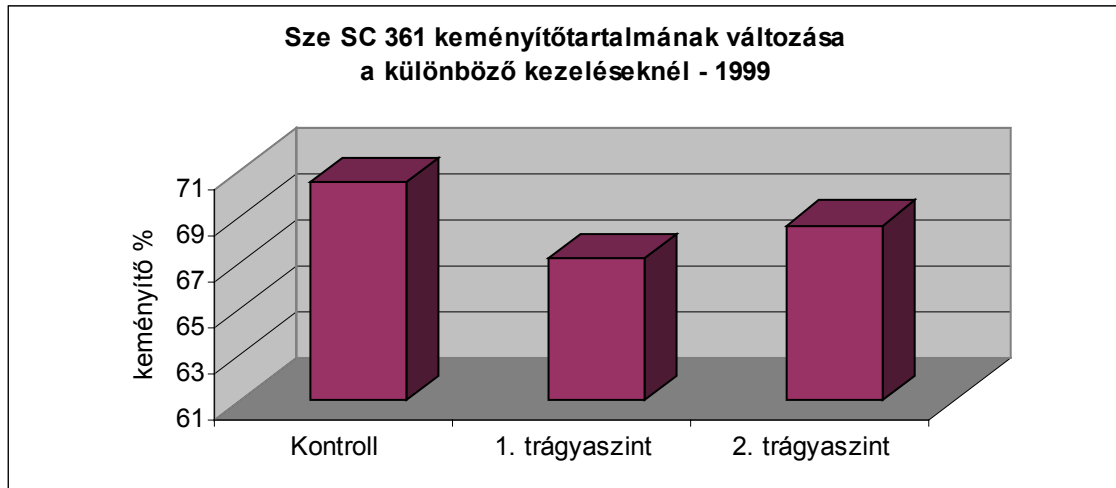


49. ábra

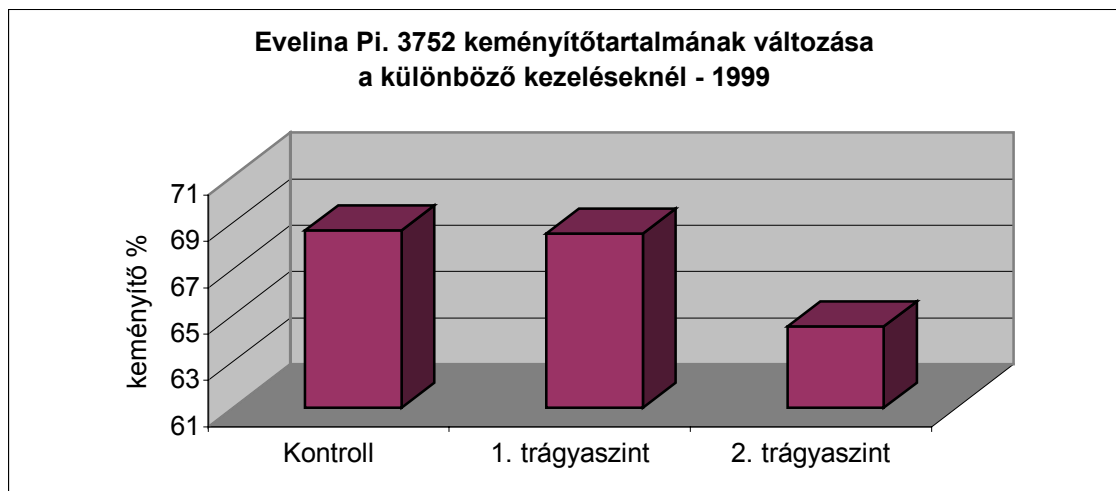
**Különböző kukorica hibridek keményítőtartalmának változása
N 80 kg/ha; P₂O₅ 50 kg/ha; K₂O 60 kg/ha-os műtrágyakezelésnél - 1999**



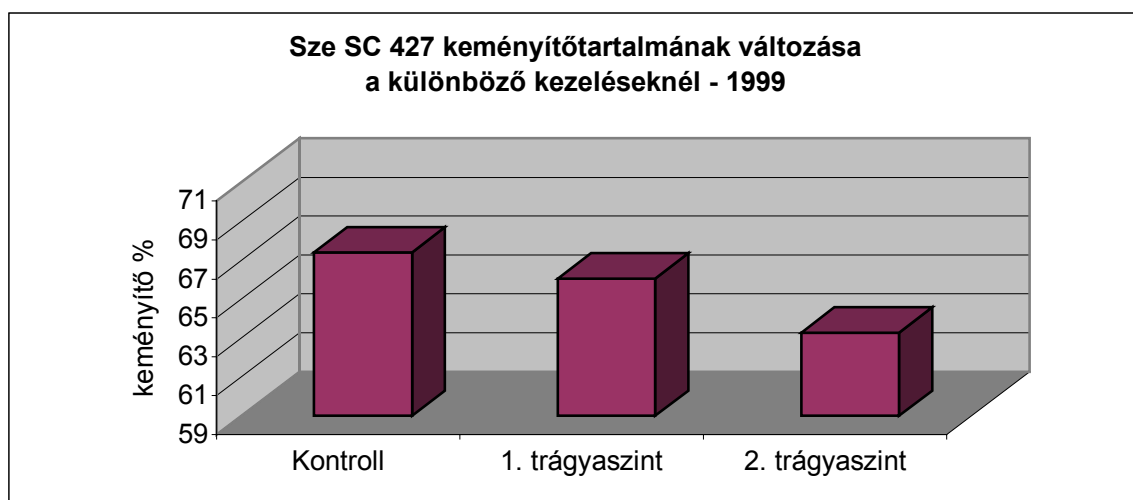
50. ábra



51. ábra



52. ábra



Trágyázás $SZD_{5\%} = 1,00$

Fajta $SZD_{5\%} = 1,83$

**A KÜLÖNBÖZŐ GENOTÍPUSÚ HIBRIDEK NYERSFEHÉRJETARTALMÁNAK
VÁLTOZÁSA A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSÁRA
1999**

11. táblázat

HIBRID	Nyersfehérje % a különböző trágyaszinten				
	Kontroll	N40; P ₂ O ₅ 25; K ₂ O30 kg/ha		N80; P ₂ O ₅ 50; K ₂ O60 kg/ha	
	%	%	Diff.	%	Diff.
1 Monessa	6,48	5,08	-1,4	5,32	-1,16
2 Mara	6,41	6,26	-0,15	6,96	0,55
3 Clarica	9,29	5,34	-3,95	8,41	-0,88
4 Sze SC 361	5,66	7,01	1,35	8,55	2,89
5 Norma	7,47	6,92	-0,55	8,17	0,7
6 Evelina	7,54	7,78	0,24	7,83	0,29
7 Sze SC 427	7,77	7,73	-0,04	9,19	1,42
8 Dk 527	6,95	8,11	1,16	6,68	-0,27
9 Filia	8,55	7,88	-0,67	8,26	-0,29
10 Florencia	6,85	6,78	-0,07	8,24	1,39

**A KÜLÖNBÖZŐ GENOTÍPUSÚ HIBRIDEK KEMÉNYÍTŐTARTALMÁNAK
VÁLTOZÁSA A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSÁRA
1999**

12. táblázat

HIBRID	Keményítő % a különböző trágyaszinten				
	Kontroll	N40; P ₂ O ₅ 25; K ₂ O30 kg/ha		N80; P ₂ O ₅ 50; K ₂ O60 kg/ha	
	%	%	Diff.	%	Diff.
1 Monessa	66,33	78,12	11,79	68,79	2,46
2 Mara	65,09	71,92	6,83	67,94	2,85
3 Clarica	67,25	70,47	3,22	67,70	0,45
4 Sze SC 361	70,56	67,25	-3,31	68,67	-1,89
5 Norma	70,06	68,29	-1,77	67,29	-2,77
6 Evelina	68,67	68,53	-0,14	64,51	-4,16
7 Sze SC 427	67,40	66,06	-1,34	63,28	-4,12
8 Dk 527	70,00	66,91	-3,09	66,51	-3,49
9 Filia	66,36	68,04	1,68	65,76	-0,6
10 Florencia	69,68	67,82	-1,86	65,09	-4,59

Trágyázás SZD5% = 1,00

Fajta SZD5 % = 1,83

A kontrollon a tenyészdő és a keményítőtartalom alakulása nem következetes (47. ábra). Eltérően alakul a N 40 kg/ha és N 120 kg/ha-os műtrágyakezelésnél a keményítőtartalom változása. Mindkét esetben az érésidő előrehaladtával fokozatos keményítőtartalom csökkenés mutatkozott. A különböző kukorica hibridek keményítőtartalma általában 64-70% körül alakul. Viszonylag kiemelkedő volt a keményítőtartalma a Sze SC 361, Mv Norma és Dk 527 hibrideknek. Kisebb adagú műtrágya főleg a korai érésű hibridek keményítőtartalmát növelte (48-49. ábra).

Vizsgáltuk a különböző genotipusú hibridek fehérjetartalmának és keményítőtartalmának változását a trágyázás függvényében.

Megállapítottuk, hogy a növekvő N-műtrágyaadagok hatására –a hibridek többségénél– a fehérjetartalom párhuzamosan növekedett. A kontrollhoz (műtr.nélkül) képest nagyobb fehérjetartalomnövekedést a N120, P_2O_5 75, K_2O 90 kg/ha-os hatóanyagkezelésnél tapasztaltuk (11. táblázat).

A keményítőtartalmat illetően azt tapasztaltuk, hogy a legtöbb hibrid esetében a növekvő műtrágyaadagok hatására a keményítőtartalom csökkent. Jelentősebb keményítőtartalom csökkenést a kontrollhoz viszonyítva a nagyobb N120, P_2O_5 75, K_2O 90 kg/ha-os kezelésnél tapasztaltunk (12. táblázat).

5.5. A műtrágyakezelés hatása a különböző genotipusú hibridek gombás fertőzőttségére

1999-ben 10 hibrid közül az Mv Mara, Mv Norma, Dk 527 és Filia hibridek *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. és *Alternaria* spp. fertőzőttségének mértékét vizsgáltuk. (13. táblázat)

Kontroll (műtr.nélküli) körülmények között legnagyobb fertőzőttséget a *Penicillium* spp. (5,5-10,75 %) és a *Fusarium* spp. (5-14 %) mutatott a hibrideken.. Az *Alternaria* spp. fertőzőttség kisebb mértékben fordult elő (2,5-4 %). Az *Aspergillus* spp. szinte egyáltalán nem fertőzött, csupán 0,25-0,5 %-os volt az előfordulása. További vizsgálatokat az 1-es (N40; P_2O_5 25; K_2O 30 kg/ha) és az 5-ös (N200; P_2O_5 125; K_2O 150 kg/ha) műtrágyakezeléseknél végeztünk..

A N40; P_2O_5 25; K_2O 30 kg/ha-os műtrágya-kezelésnél a fertőzőttség mértéke hasonlóan alakult mint a kontrollon. Szintén a *Penicillium* spp. (2,5-16,25 %) és a *Fusarium* spp.

(6,75-24,25 %) mutatott legnagyobb fertőzöttséget. Az *Alternaria* spp. (0-1,75 %) és az *Aspergillus* spp. előfordulása elenyészőnek mondható (0-0,25%).

A műtrágya-hatóanyag növelésével az 5-ös N200; P₂O₅125;K₂O150 kg/ha-os kezelés esetén sem volt kiugró változás a gombás fertőzöttség tekintetében.

13. táblázat

KÜLÖNBÖZŐ KUKORICAHIBRIDEK GOMBÁS FERTŐZÖTTSÉGÉNEK VIZSGÁLATA
1999

KONTROLL	Fertőzési %											
	Penicillium spp.			Aspergillus spp.			Fusarium spp.			Alternaria spp.		
Hibridek	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga
Mv Mara	4,5	7,5	6,00	0,0	0,0	0,00	3,0	7,5	5,25	2,0	5,5	3,75
Mv Norma	10,5	11,0	10,75	0,0	0,5	0,25	1,5	16,5	9,00	1,0	6,0	3,50
Dk 527	13,0	1,5	7,25	1,0	0,0	0,50	4,0	6,0	5,00	0,5	4,5	2,50
Filia	8,5	2,5	5,50	0,5	0,0	0,25	25,5	2,5	14,00	3,5	4,5	4,00
Hibridek átlaga	7,38					0,25			8,31	3,44		

1. TRÁGYASZINT	Fertőzési %											
	Penicillium spp.			Aspergillus spp.			Fusarium spp.			Alternaria spp.		
Hibridek	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga
Mv Mara	9,0	5,0	7,00	0,0	0,0	0,00	12,5	1,0	6,75	1,0	2,5	1,75
Mv Norma	1,0	4,0	2,50	0,0	0,0	0,00	9,5	22,0	15,75	0,5	2,0	1,25
Dk 527	4,0	19,0	11,50	0,5	0,0	0,25	10,0	12,5	11,25	1,5	0,5	1,00
Filia	24,5	8,0	16,25	0,0	0,0	0,00	30,0	18,5	24,25	0,0	0,0	0,00
Hibridek átlaga	9,31					0,06			14,50	1,00		

5. TRÁGYASZINT	Fertőzési %											
	Penicillium spp.			Aspergillus spp.			Fusarium spp.			Alternaria spp.		
Hibridek	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga	1. minta	2. minta	2 minta átlaga
Mv Mara	18,0	10,5	14,25	0,5	0,0	0,25	3,5	23,0	13,25	1,5	1,0	1,25
Mv Norma	6,0	4,0	5,00	0,0	0,0	0,00	14,5	11,0	12,75	1,5	1,0	1,25
Dk 527	15,0	12,5	13,75	0,0	0,0	0,00	7,5	26,5	17,00	1,0	0,5	0,75
Filia	4,5	19,5	12,00	0,0	0,0	0,00	15,0	11,5	13,25	1,0	0,5	0,75
Hibridek átlaga	11,25					0,06			14,06	1,00		

14. táblázat

**KÜLÖNBÖZŐ KUKORICAHIBRIDEK FUZÁRIUM TOXINVIZSGÁLATA
1999**

KONTROLL	F₂ toxin mg/kg		T₂ toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
Hibrid	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Mv Mara	negatív	negatív	0,050	0,048	negatív	negatív	0,080	negatív
Mv Norma	negatív	negatív	0,054	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív
Dk 527	negatív	negatív	0,058	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív
Filia	negatív	negatív	0,058	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív

1. TRÁGYASZINT	F₂ toxin mg/kg		T₂ toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
Hibrid	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Mv Mara	negatív	negatív	0,051	negatív	negatív	negatív	negatív	0,060
Mv Norma	negatív	negatív	0,006	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív
Dk 527	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív
Filia	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	0,600	negatív

5. TRÁGYASZINT	F₂ toxin mg/kg		T₂ toxin mg/kg		DON mg/kg		DAS mg/kg	
Hibrid	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta	1. minta	2. minta
Mv Mara	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív
Mv Norma	negatív	negatív	0,200	0,280	negatív	negatív	negatív	negatív
Dk 527	negatív	negatív	negatív	0,130	negatív	negatív	negatív	negatív
Filia	negatív	0,140	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív	negatív

A hibrideknél szintén a *Penicillium* spp. (5-14,25 %) és a *Fusarium* spp. (12,75-17%) fertőzöttség volt a legnagyobb. Az *Alternaria* spp. fertőzöttség nagyon csekély (0,75-1,25%) az *Aspergillus* spp. fertőzöttség szintén elenyészőnek mondható, úgy mint az 1-es trágyakezelés esetében.

Hibridenként vizsgálva a trágyázás függvényében már nagyobb eltéréseket tapasztaltunk az egyes gombás fertőzések esetében.

A műtrágyaadag növelése a hibridek többségénél következetesen fokozta a *Penicillium* spp. fertőzöttséget.

1. **Mv Mara** hibridnél egyértelműen megállapítottuk, hogy a nagyadagú N200 kg/ha-os hatóanyagkezelés hatására a kontrollhoz képest 6%-ról 14,25%-ra fokozódott a hibrid *Penicillium* spp. fertőzöttsége.
2. **Mv Norma** esetében ellentétben a többi hibriddel a nagyobb adagú N-műtrágyázás a *Penicillium* spp. fertőzöttséget csökkentette 10,75%-ról 2,5-5%-ra.
3. **Dk 527** hibridnél már a legkisebb N40 kg/ha-os hatóanyagkezelés is jelentősen növelte a *Penicillium* spp. fertőzöttséget (11,5%), a legnagyobb N200 kg/ha-os hatóanyagkezelés pedig tovább növelte a gombás fertőzöttséget (13,75%).
4. **Filia** esetében megállapítottuk, hogy a legkisebb adagú N40 kg/ha-os hatóanyagkezelés jelentősen fokozta a *Penicillium* spp. fertőzöttséget (16,25%). A N200 kg/ha-os hatóanyagkezelés már nem fokozta tovább a hibrid gombás fertőzöttségét.

A műtrágyaadag növelése következetesen fokozta a *Fusarium* spp. fertőzöttségét mind a négy vizsgált hibridnél.

1. **Mv Mara** hibridnél jelentős *Fusarium* spp. fertőzöttséget a legnagyobb N200 kg/ha-os műtrágyahatóanyagkezelésnél tapasztaltuk. (13,25%).
2. **Mv Norma** *Fusarium* spp. fertőzöttsége a legkisebb N40 kg/ha-os kezelés hatására a kontrollhoz képest 9%-ról 15,75%-ra fokozódott. Az ettől nagyobb műtrágya hatóanyagkezelés nem növelte tovább a hibrid gombás fertőzöttségét.
3. **Dk 527** hibrid *Fusarium* spp. fertőzöttsége a kontrollhoz képest (5%) a N200 kg/ha-os hatóanyag-kezelésnél volt a legnagyobb mértékű (17%).
4. **Filia**. Már a műtrágyázás nélküli kezelésnél is 14%-os *Fusarium* spp. fertőzöttséget tapasztaltuk, a N-műtrágya hatóanyag-növelés tovább fokozta a hibrid gombás fertőzöttségét. A legkisebb N40 kg/ha-os kezelés jelentősen fokozta a hibrid *Fusarium* spp. fertőzöttséget (24,25%).

A kukorica fuzáriózisa igen változatos megjelenésű betegség. A kukorica legsúlyosabb növénykórtani problémáinak egyike. Nemcsak hazánkban, hanem a világ minden táján. A kórokozók a növények valamennyi részét fertőzik. Az egyik legsúlyosabb tünettípus a csőpenészesedés. A kukoricát fertőző *Fusarium* fajok polifág, talajlakó paraziták. Általában a valamilyen oknál fogva legyengült, rosszul táplált, sérült növények fertőződnek meg. Így pl. a kukoricamoly által károsított csövek, száruk szinte mindig fertőzöttek fuzáriummal.

A különböző fuzáriumfajok még a kukorica betakarítása után is termelnek toxinokat. A vizsgált négy toxin (F_2 , T_2 , DON, DAS) a leggyakrabban mind a négy hibrid esetében, a kontroll (műtr.nélküli) és a N40+PK; N120+PK hatóanyag-kezelésnél leggyakrabban a T_2 toxin fordult elő. Az F_2 , DON és DAS fuzáriumtoxin előfordulása igen minimális vagy egyáltalán nem volt kimutatható. A hibridek közül mindhárom kezelésnél (kontroll, N40+PK, N120+PK) a T_2 toxin az Mv Mara esetében volt kimutatható. A T_2 fuzáriumtoxin mennyisége minden esetben a műtrágyaadag növelésével emelkedett. Így pl. az Mv Mara esetében míg a kontrollnál 0,054 mg/kg volt, a N120+PK hatóanyagánál már 0,200 mg/kg-ra növekedett (14. táblázat).

5.6. A fajta és az NPK-műtrágyázás hatása a kukoricahibridek LAI értékére

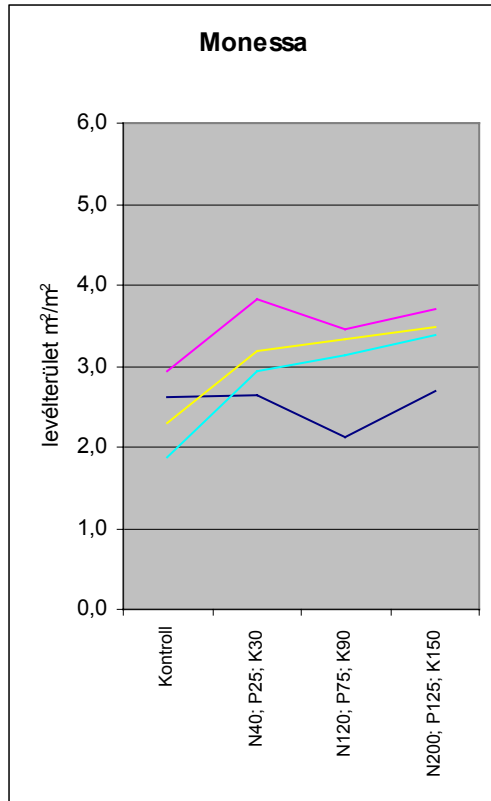
A kukorica tenyészidejében mindhárom kísérleti évben (1997,1998,1999) négy alkalommal mértük a Monessa, Mv Norma, Dk 527 és Florencia hibridek egyedi levélterületét.

1997

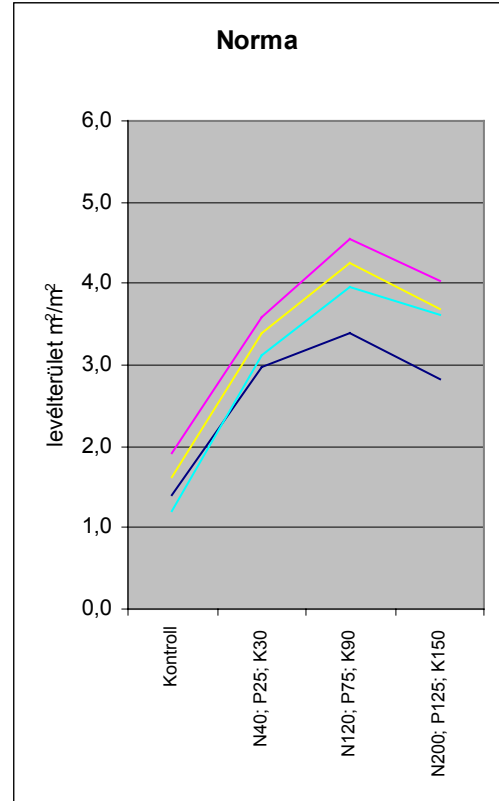
Monessa: Az első mérés (VI.23.) eredményéből kitűnik, hogy a Monessa esetében a kontroll (műtr.nélküli) és a nagyobb műtrágya-hatóanyag kezelés hatására nem történt növekedés a levélterületi-indexben. Sőt a N 120;P 75;K 90 kg/ha-os kezelésnél a Monessa LAI értéke jóval kisebb volt ($2 \text{ m}^2/\text{m}^2$) a műtrágyázatlan parcellákéhoz viszonyítva (közel $3 \text{ m}^2/\text{m}^2$). A további 3 mérés alkalmával megállapítottuk, hogy műtrágyázott körülmények között a hibrid LAI értéke fokozatosan növekedett a műtrágyázás nélküli parcellákéhoz képest (53. ábra).

**A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA A KUKORICAHIBRIDEK ÖSSZES
LEVÉLTERÜLETÉNEK NÖVEKEDÉSI DINAMIKÁJÁRA
1997**

53. ábra

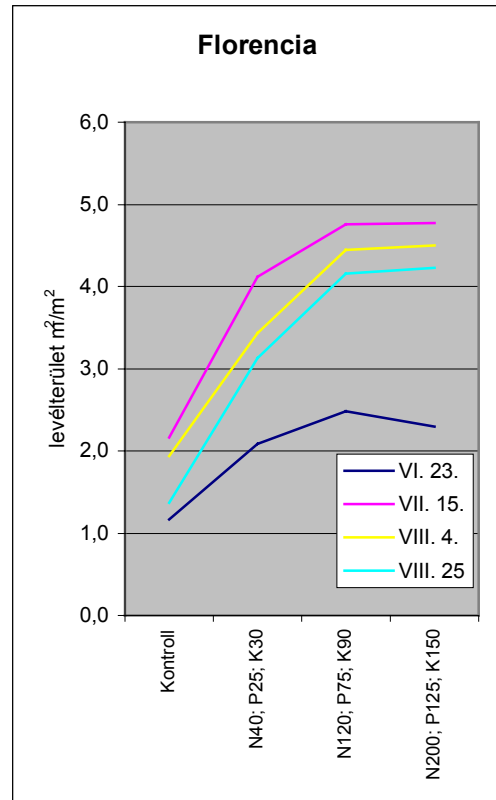
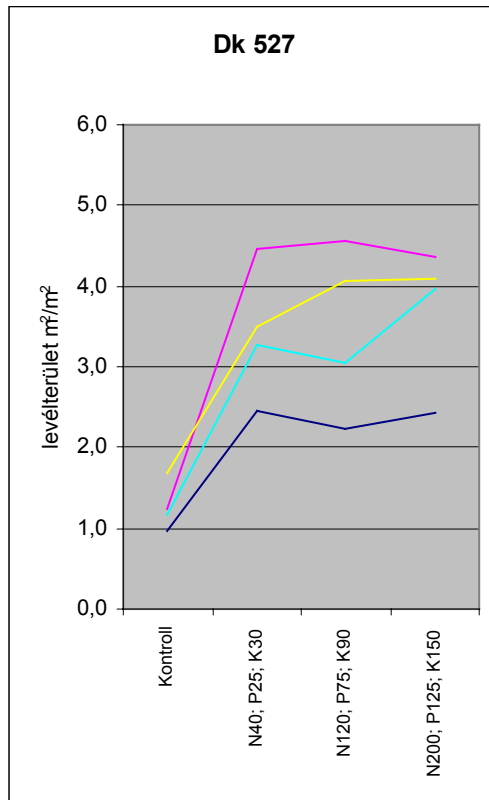


54. ábra



55. ábra

56. ábra



Mv Norma középérésű hibridnél egyértelműen megállapítható mind a négy mérés alkalmával, hogy a N 120;P 75;K 90 kg/ha-os műtrágya-hatóanyag kezelésig a hibrid levélterületi indexe növekedést mutat, majd a nagyobb N 200;P₂O₅ 125;K 150 kg/ha-os kezelésnél jelentős visszaesés mutatkozott. Tehát a hibrid LAI értéke a kontroll (műtr.nélküli) körülmények között jóval elmaradt ($1-2 \text{ m}^2/\text{m}^2$) a műtrágyázott parcellákhoz viszonyítva, melynek értéke $4-5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ között mozgott (54. ábra).

Dk 527-re is összességében az jellemző, hogy a kontroll (műtr.nélküli) parcella LAI-értéke jóval elmarad a műtrágyázott parcellákhoz képest. Természetesen az érésidő előrehaladtával a levélterületi-index először egy növekvő tendenciát mutat, majd a harmadik (VIII.4.) és negyedik (VIII.25.) mérésnél már kisebb értéket mutat (55. ábra).

Florencia késői érésű hibridnél megállapítható, hogy LAI-értéke a kontroll (műtr.nélküli) körülmények között ($1-2 \text{ m}^2/\text{m}^2$) jóval elmaradt a műtrágyázott parcellákhoz viszonyítva ($4-5 \text{ m}^2/\text{m}^2$) (56. ábra).

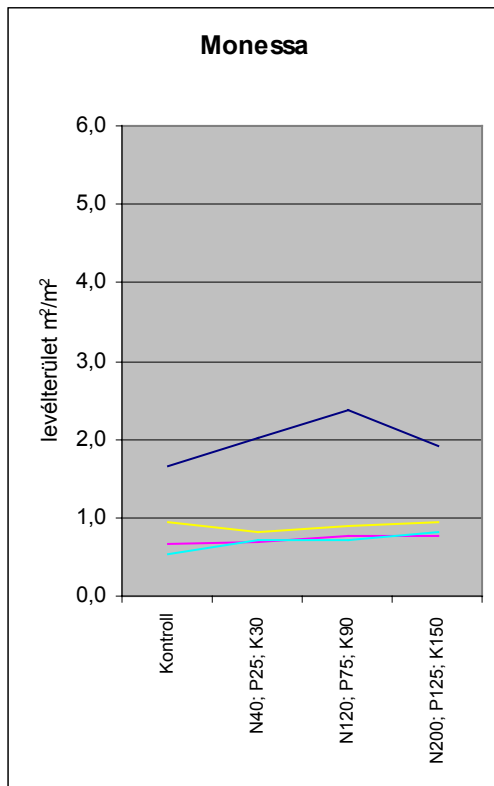
Összességében megállapítható, hogy 1997-ben a korai érésű hibrideknek jóval kisebb volt a levélterületi indexe, mint a hosszabb tenészsídejűeknek. Továbbá megállapítható, hogy nagyjából a N 120;P 75;K 90 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelésig figyelhető meg LAI-érték növekedés, az ettől nagyobb műtrágya-hatóanyagkezeléssel nem értünk el növekedést.

1998

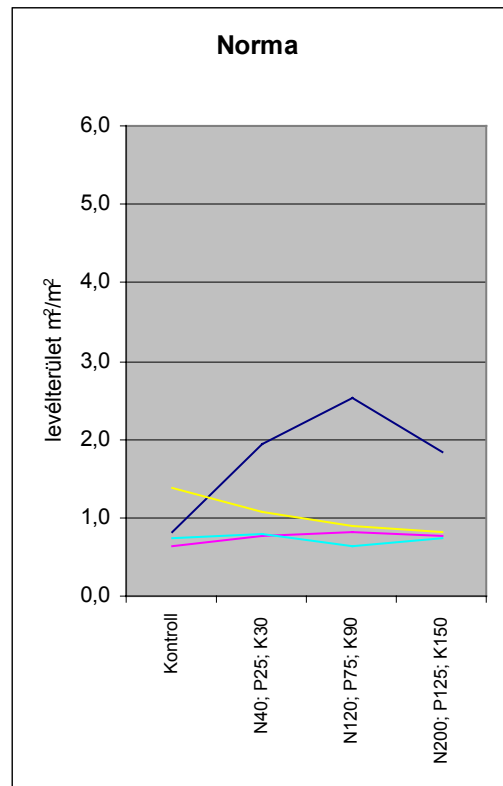
Monessa. Az első mérés alkalmával (VI.24.) a kukorica hibrid levélterületi indexe fokozatosan növekedett a N 120 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelésig ($2 \text{ m}^2/\text{m}^2$ feletti értéket mutatott), majd az ettől nagyobb adagú műtrágya-hatóanyag csökkenést okozott ($1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ alatt maradt). A további három mérés alkalmával azt tapasztaltuk, hogy a kontroll levélterületi-index értéke alig maradt el a műtrágyázott parcellákéhoz képest (57. ábra).

**A FAJTA ÉS A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA A KUKORICAHIBRIDEK ÖSSZES
LEVÉLTERÜLETÉNEK NÖVEKEDÉSI DINAMIKÁJÁRA
1998**

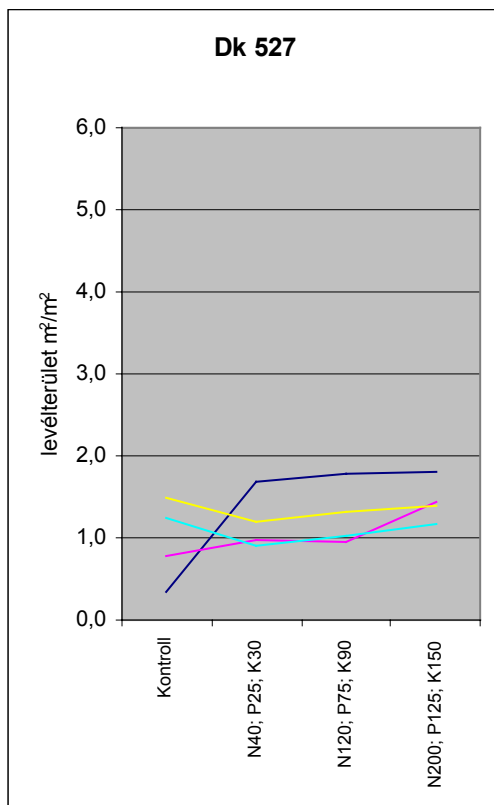
57. ábra



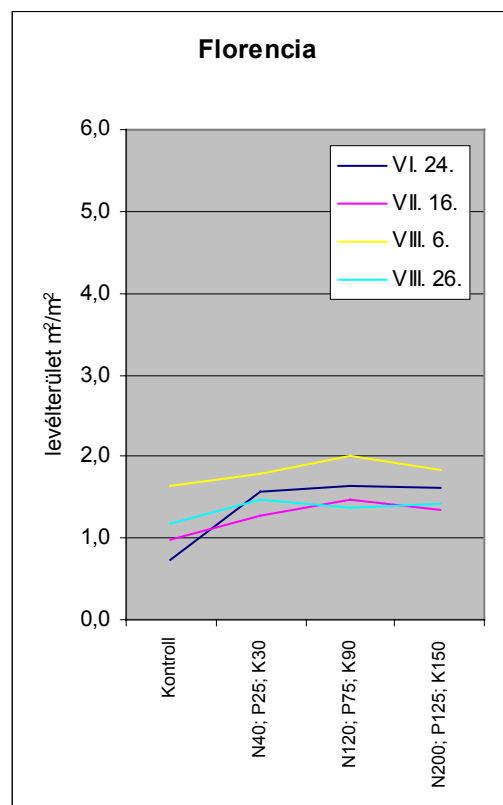
58. ábra



59. ábra



60. ábra



Mv Norma középérésű hibridnél az első mérés (VI:24.) alkalmával a N 120;P 75;K 90 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelésig növekedett a hibrid LAI-értéke, az ettől nagyobb hatóanyag-kezelés csökkenést okozott. Az ezt követő mérések során a LAI-érték a nagyobb műtrágyaadagok hatására nem vagy alig emelkedett a kontroll (műtr.nélküli) parcellákhoz viszonyítva (58. ábra).

Dk 527 hibrid tenyészideje elején LAI értéke a N 40 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelésig emelkedett, az ettől nagyobb műtrágya-hatóanyag nem eredményezett növekedést. A mérések során a levélterületi index értékének csökkenése figyelhető meg a tenyészidőszak során. Az utolsó két mérés alkalmával a műtrágyaadagok növelésével a LAI-érték egyértelmű csökkenését figyelhettük meg a kontroll parcellákhoz viszonyítva (59. ábra).

Florenzia késői érésű hibridnél a legnagyobb LAI-értéket az VIII.6-i mérésnél tapasztaltuk a kukorica tenyészideje során. Itt a LAI értéke a kontrollhoz képest enyhe növekedést mutatott a N 40 kg/ha-os ill. N 120 kg/ha-os műtrágya hatóanyag-kezelésig, a további műtrágya-hatóanyag növelés nem eredményezett levélterületnövekedést. A LAI-érték $2 \text{ m}^2/\text{m}^2$ alatt maradt (60. ábra).

Összességében megállapítható, hogy 1998-ban a VI. 24.-i mérés kivételével a korai érésű hibrideknek kisebb volt a levélterületi indexe, mint a hosszabb tenyészidejűeknek, ami a termés eredménnyel is összefüggést mutatott. Továbbá, 1998-ban a LAI index sokkal alacsonyabb értéket mutatott, mint 1997-ben és 1999-ben.

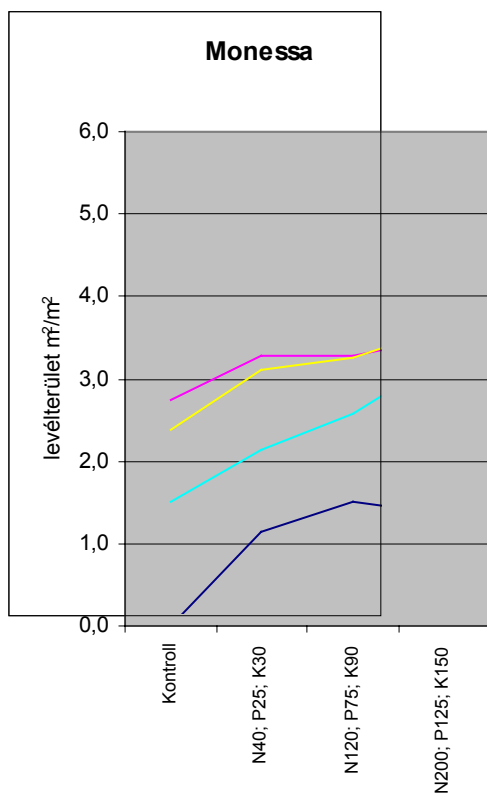
1999

Monessa LAI-értéke a tenyészidőszak során folyamatos növekedést mutat. Az első két mérés (VI.14;VII.8.) eredményeként megállapítható, hogy az NPK hatóanyag növelése a LAI érték jelentős növekedését eredményezte.

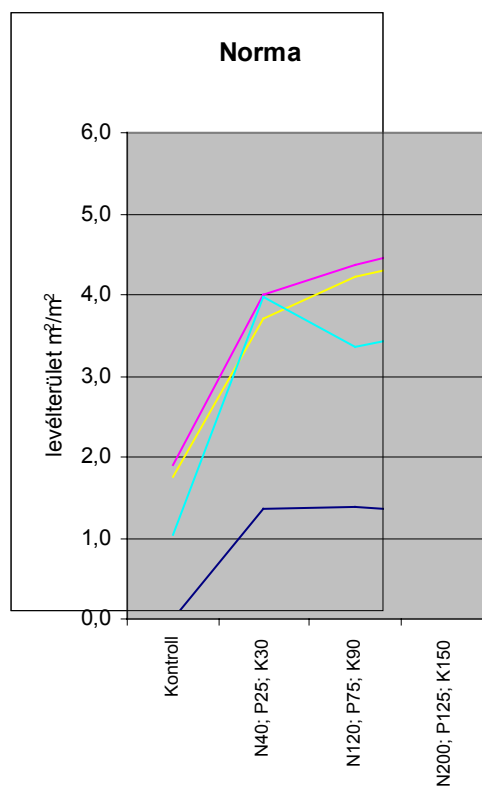
A további két mérés során a N 40;P₂O₅ 25;K₂O 30 kg/ha-os hatóanyag-kezelésig figyelhető meg jelentős LAI érték növekedés, további hatóanyag-növelés nem eredményezett lényeges levélterületnövekedést (61. ábra).

**A FAJTA ÉS A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA A KUKORICAHIBRIDEK ÖSSZES
LEVÉLTERÜLETÉNEK NÖVEKEDÉSI DINAMIKÁJÁRA
1999.**

61. ábra

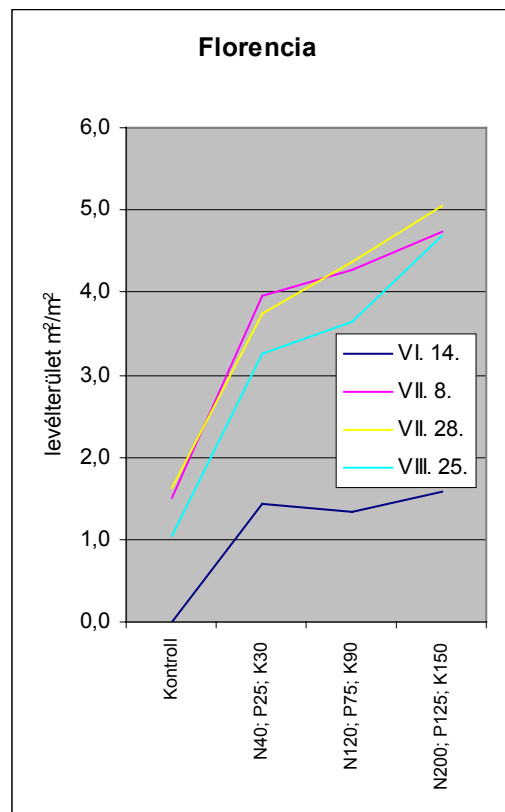
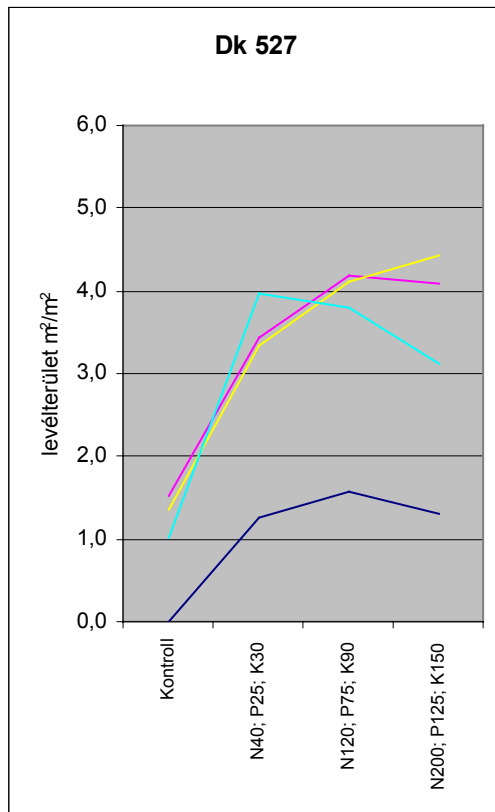


62. ábra



63. ábra

64. ábra



MV Norma LAI-értéke a tenyészidőszak előrehaladtával jelentős növekedést mutat. A tenyészidőszak elején az első mérés (VI.14.) alkalmával a LAI érték a N 40; P₂O₅ 25; K₂O 30 kg/ha-os kezelésig növekedett (1-2 m²/m² közötti érték). A további hatóanyag-növelés nem eredményezett növekedést. A következő két mérés eredményeként szintén azt állapítottuk meg, hogy a N 40; P 25; K 30 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelés óriási növekedést eredményezett a levélterületben, s a nagyobb műtrágya-hatóanyag további LAI-érték növekedést vont maga után (3-4 m²/m² közötti érték). Ugyanakkor az utolsó mérés (VIII.25.) esetén azt tapasztaltuk, hogy a nagyobb műtrágya-hatóanyag már nem eredményezett levélterület-növekedést (62. ábra).

Dk 527 középérésű hibridnél megállapítottuk, hogy a tenyészidőszak során a N 40 kg/ha-os illetve a N 120 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezelés eredményezett LAI-érték növekedést (3-4 m²/m²), az ettől nagyobb adagú műtrágyázás már levélterület-csökkenéssel járt (63. ábra).

Florencia. A tenyészidőszak során a LAI-érték folyamatos nőtt. Jelentős levélterületi növekedést a N 40; P 25; K 30 kg/ha-os műtrágya hatóanyag-kezelésnél figyelhetjük meg (3-4 m²/m²), de mind a négy mérés alkalmával a további műtrágya hatóanyag-növelés, szintén növelte a LAI-értékét, mely elérte a 4-5 m²/m²-t (64. ábra).

Összességében megállapítható, hogy a kukorica tenyészideje során a LAI-érték egyértelmű növekedését tapasztaltuk. Továbbá megállapítható, hogy a korábbi érésű hibrideknek kisebb a levélterületi indexe, mint a későbbi érésűeknek. A tenyészidőszak elején nagymértékű LAI érték növekedést értünk el a N 40; P 25; K 30 kg/ha-os műtrágya-hatóanyagkezeléssel. További műtrágya-hatóanyag-növeléssel nem vagy csak kisebb mértékű levélterület-növekedést figyelhettünk meg.

A trágyahatás változhat évjáráttól függően, hisz a LAI-érték is eltérő volt a különböző évjáratokban. Az adott műtrágyamennyiség és a LAI-érték közötti összefüggést továbbá módosíthatja a talaj tápanyagellátásának változása, a tápanyagellátással szorosan összefüggő tápanyag-szolgáltatóképesség dinamizmusának változása, a talaj fizikai-kémiai tulajdonságainak változása, továbbá a hibrid és a technológia intenzitása.

Mint ismeretes a levélterület nagysága nagymértékben befolyásolja a növények fotoszintetikus aktivitását, mely hatással van a kukorica hibridek termésének mennyiségére

is.

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

A kukorica tenyésztésében 4 alkalommal végeztünk méréseket. Az első mérést június 20-án, a másodikat július 15-én, a harmadik mérést július 30-án. Az utolsót pedig augusztus 15-én végeztük el.

Az első mérés eredményei:

- 1. Monessa SC** korai érésű hibridnél megállapítottuk, hogy a kontrollon a fotoszintetikus aktivitás magasabb volt, mint az N 40+PK kezelésnél. Lényegtelen növekedés a N120+PK műtrágyakezelés hatására történt, az ettől nagyobb műtrágya-hatóanyagkezelés már jelentős csökkenést okozott.
- 2. Mv Norma SC** hibridnél a fotoszintetikus aktivitás a kontrollon alacsonyabb szinten indul, s a legnagyobb értéket a legnagyobb N 200+PK hatóanyag-kezelésnél kaptuk.
- 3. Dk 527 SC.** Hasonlóan az előző hibridhez itt is a fotoszintézis egyre intenzívebbé vált a műtrágya-hatóanyag növelésével. A kontrollnál alacsony szinten kezd, majd közel a duplájára emelkedik a fotoszintetikus aktivitás a N 200+PK kezelés hatására.
- 4. Florencia SC:** A műtrágya-hatóanyag növelésével egyre intenzívebbé vált a fotoszintézis. A legnagyobb értéket szintén a N200+PK kezelésnél érték el.

Az első mérés eredményeit a 65. ábra mutatja.

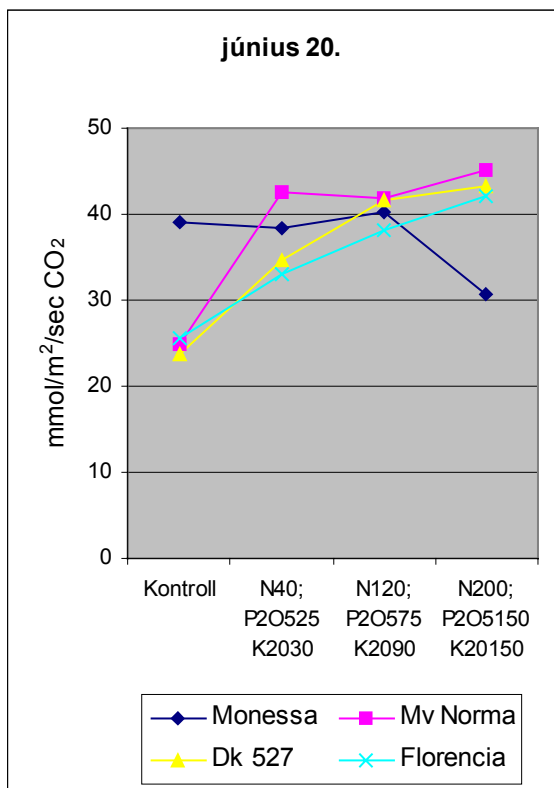
A vizsgált négy hibrid közül a középérésű, nagyon jó termőképességű Mv Norma fotoszintetikus aktivitása bizonyult a legintenzívebbnek.

A második mérés eredményei:

- 1. Monessa SC** fotoszintézise legintenzívebbnek a N 120+PK kezelésnél mutatkozott, az ettől nagyobb (N 200+PK) hatóanyag-mennyiség nem eredményezett növekedést.
- 2. Mv Norma SC** hibridnél a N 40+PK kezelésnél volt legnagyobb a fotoszintetikus aktivitás, az ettől nagyobb hatóanyag-mennyiség annak csökkenését okozta.
- 3. Dk 527 SC** legnagyobb értékét fotoszintetikus aktivitása a N 200+PK kezelésnél érte el.
- 4. Florencia SC.** A fotoszintézis intenzitása a kontrollon igen alacsonyan indul, majd a trágyaadagok növelésével párhuzamosan növekedést tapasztaltunk. Legnagyobb volt a fotoszintetikus aktivitás a N 120+PK kezelésnél. A második mérés eredményeit a 66. ábra mutatja.

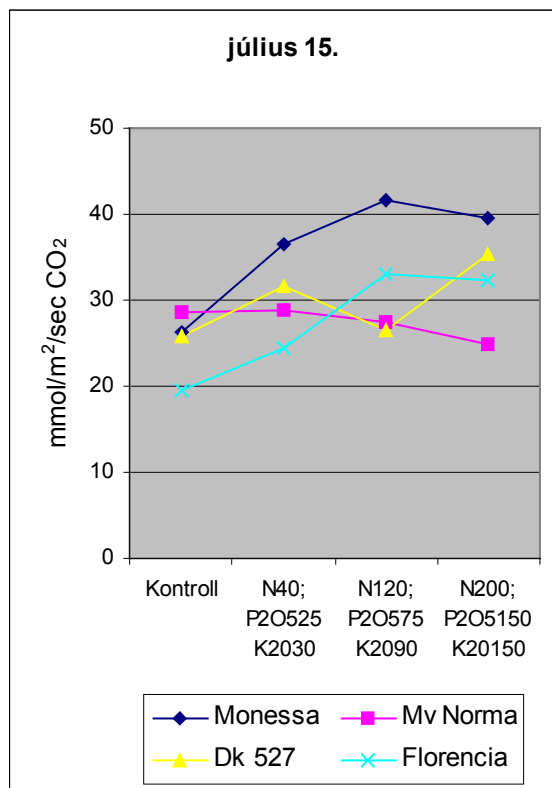
**Különböző genotípusú hibridek fotoszintetikus aktivitása az érésidő
és a trágyázás függvényében
1999**

65. ábra

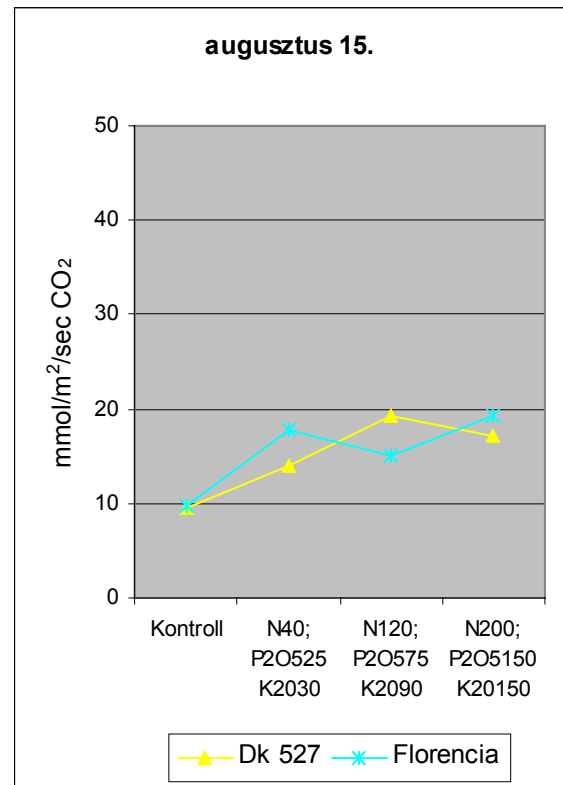
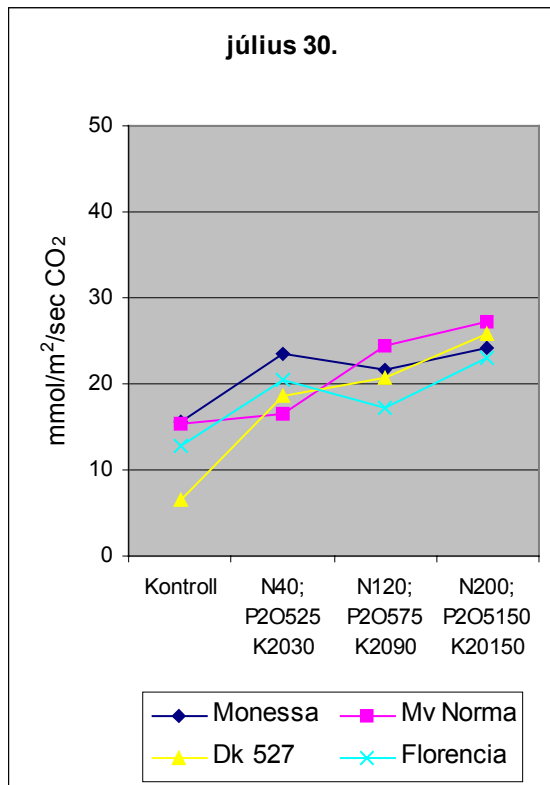


67. ábra

66. ábra



68. ábra



A négy hibrid közül legintenzívebb volt a Monessa fotoszintetikus aktivitása.

A harmadik mérés eredményei:

- 1. Monessa SC** fotoszintetikus aktivitása alacsony szinten indul a kontroll kezelésnél, majd a N40+PKL kezelés hatására jelentősebb intenzitás növekedés figyelhető meg.
- 2. Mv Norma SC** fotoszintézis intenzitása a trágyázás hatására a kontrollhoz képest fokozatos növekedést mutatott.
- 3. Dk 527 SC** fotoszintézis intenzitása a kontrollnál igen alacsony. A műtrágyaadag növelésével párhuzamosan növekedés figyelhető meg. A legnagyobb értéket itt is a N 200+PK kezelésnél kaptuk.
- 4. Florencia SC** fotoszintézis intenzitása a kontrollon alacsony szinten kezd, majd növekedés figyelhető meg. Legnagyobb értéket a N 200+PK kezelésnél mértük.

A harmadik mérés eredményeit a 67. ábra mutatja.

A negyedik mérés eredményei:

Az érés időszakának a végén történt a mérés, így a korábbi érésű két kukoricahibrid teljesen leszáradt. Csak a középérésű csoport végén érő Dk 527 és a késői érésű Florencia hibrideket tudtuk megvizsgálni.

- 1. Dk 527 SC** fotoszintetikus aktivitása a műtrágyaadagok növelésével a N 120+PK kezelésig nőtt.
- 2. Florencia SC.** Ennél a késői érésű hibridnél pedig a fotoszintézis legintenzívebbnek a N 200+PK kezelésnél mutatkozott, de nem sokkal maradt el az értéke a N 40+PK kezelés hatására sem.

A negyedik mérés eredményeit a 68. ábra mutatja.

**A MŰTRÁGYÁZÁS VIZSGÁLATA VARIANCIAANALÍZISSEL A KÜLÖNBÖZŐ GENETIKAI
TULAJDONSÁGÚ HIBRIDEK FOTOSZINTETIKUS AKTIVITÁSÁRA
1999.**

15. táblázat július 15.

Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
8 280,889 ^a	15	1 218,726	54,748	0,000
958,464	3	319,488	14,352	0,000
8 512,373	3	2 837,458	127,464	0,000
8 285,995	9	920,666	41,358	0,000
0 863,279	488	22,261	-	-
7 073,700	504	-	-	-
9 144,168	503	-	-	-

(Adjusted R Squares = 0,616)

16. táblázat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10 763,936 ^a	15	717,596	31,323	0,000
Hibrid	3 792,139	3	1 264,046	55,176	0,000
Trágya	2 210,444	3	736,815	32,162	0,000
Hibrid* trágya	3 426,293	9	380,699	16,618	0,000
Error	7 331,039	320	22,909	-	-
Total	338 114,410	336	-	-	-
Corrected Total	18 094,975	335	-	-	-

a. R Squared = 0,595 (Adjusted R Squares = 0,576)

17. táblázat augusztus 15.

Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
7 254,350 ^a	15	483,623	18,672	0,000
645,116	3	215,039	8,302	0,000
5 093,063	3	1 697,688	65,545	0,000
1 639,115	9	182,124	7,032	0,000
8 288,348	320	25,901	-	-
8 974,020	336	-	-	-
5 542,698	335	-	-	-

(Adjusted R Squares = 0,442)

18. táblázat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1 723,055 ^a	7	246,151	15,999	0,000
Hibrid	8,611	1	8,611	0,560	0,000
Trágya	1 278,504	3	426,168	27,699	0,000
Hibrid* trágya	432,482	3	144,161	9,370	0,000
Error	2 461,712	160	15,386	-	-
Total	47 316,697	168	-	-	-
Corrected Total	4 184,768	167	-	-	-

a. R Squared = 0,412 (Adjusted R Squares = 0,386)

Összességében megállapítható a műtrágyázás függvényében, hogy a különböző érésidejű és genetikai tulajdonságú hibridek fotoszintetikus aktivitása a műtrágyahatóanyag növelésével fokozatosan növekedett. Az eltérő érésidejű hibridek közül a tenyésztés elején a korai érésű Monessa SC hibridnek volt a legnagyobb a fotoszintetikus aktivitása. A tenyésztés előrehaladva fotoszintetikus aktivitás fokozatos csökkenést mutatott, hiszen a kukorica leszáradásával egyre kisebb aktív levélfelületet találtunk.

A varianciaanalízis egyértelműen megmutatja, hogy külön-külön is, és együttesen is a hibrid*trágyahatás szignifikánsan befolyásolja a kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitását, ezáltal a kukoricahibridek termőképességét (15-16-17-18. táblázat).

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt két évtizedben kukoricatermesztésünk jelentős fejlődésen ment keresztül. Korszerű hibridek kerültek köztermesztésbe, nőtt az NPK-műtrágya és a kemikáliák felhasználása, a szakértelem mellett javult a műszaki-technikai háttér.

Kukoricatermesztésünknek ebben az intenzív szakaszában a területegységre vetített termést két-, két és félszeresére növeltük. A kukoricatermesztés fejlődésében rendkívül nagy jelentősége van a biológiai alapoknak, termesztett hibrideknek. Fontos, hogy a termőhely ökológiai adottságainak megfelelő hibridet válasszunk, továbbá egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a hatékony és környezetkímélő tápanyag-visszapótlásra.

Vizsgálataimat 1997-1999-re vonatkozóan végeztem. A kísérlet talaja mészelepedékes csernozjom, melyre jellemző a talaj könnyű művelhetősége. A talaj mészhiányából eredően száraz periódusokban cserepesedésre volt hajlamos. Tápanyagtartalma közepes, tápanyag-dinamizmusa jó.

Az elővetemény mind a három évben kukorica volt. A vizsgált három év időjárása eltérően alakult. 1997-ben 27 mm-rel kevesebb, 1998-ban 113 mm-rel, 1999-ben pedig 42 mm-rel több hullott a kukorica tenyészidejében a sokévi átlaghoz viszonyítva.

A kísérletbe magyar és külföldi nemesítésű hibrideket (Szegedi, Martonvásári, Dekalb és Pioneer) állítottam be.

Kutatási témám keretében a kísérlet 3 évében (1997,1998,1999) vizsgáltuk:

- a kukoricahibridek termőképességét
- természetes tápanyagfeltáró- és hasznosító képességét
- a kukoricahibridek vízleadóképességét, betakarításkori nedvességtartalmát
- a hibridek egyedi levélterületét (LA), valamint levélterületi indexét (LAI)
- a fajta és a műtrágyázás hatását a kukoricahibridek összes levélterületének növekedési dinamikájára
- az NPK-műtrágyázás hatását a különböző genotípusú hibridek termésének nyersfehérje- és keményítőértékére
- a műtrágyázás és a klimatikus tényezők hatását a különböző hibridek fotoszintetikus aktivitására.

A három kísérleti évben (1997,1998,1999) a kontroll mellett 5 műtrágyalépcsőt alkalmaztunk IV ismétlésben. A legkisebb műtrágyaadag 40 kg N; 25 kg P_2O_5 ; 30 kg K_2O volt, a legnagyobb pedig ennek az ötszöröse, 200 kg N; 125 kg P_2O_5 ; 150 kg K_2O volt hektáronként, mely összesen 475 kg vegyes hatóanyagot jelent. A hibridek tápanyag-reakciója rendkívüli mértékben eltérő volt. A kukorica hibridek értékét az alacsonyabb szintű NPK adagoknál elért terméseredmények jobban jellemzik, mint a maximális termésnél meglévő terméskülönbségek.

1997-ben a kukorica tenyészidejében 253 mm csapadék hullott, melyet a kukorica jól tudott hasznosítani. A vizsgált három évből 1997-ben kaptuk a legtöbb termést. A legnagyobb termést elért hibridek voltak a Filia SC 13,60 t/ha-ral, Florencia 13,39 t/ha-ral, Evelina 13,27 t/ha-ral, Dk 527 13,16 t/ha-ral. Ezen hibridek szignifikánsan többet termést adtak a Mara SC-hez képest. Az optimális műtrágyaadag hibridtől függően N 40-120; P_2O_5 25-75; K_2O 30-90 kg/ha hatóanyag volt.

1998-ban a hibridek termése lényegesen elmaradt az 1997-ben elért terméseredményektől. Az évjáráthatás közel 2-5 t/ha-os terméseszkökenést okozott 1997-hez képest. A legnagyobb termést elért hibridek a következők voltak: Florencia SC 10,73 t/ha, Filia SC 10,62 t/ha, Dk 527 10,37 t/ha és az Evelina 10 t/ha. Az előző kedvező évjáratban a fenti hibridek termése közel 3 t/ha-ral volt nagyobb. A vizsgált többi hibrid terméseredménye ebben az évben 10 t/ha alatt maradt.

1999-ben a terméseredmények közepes szintet értek el. Megállapítottuk, hogy a hibridek termőképességében is nagy különbségek vannak. Legnagyobb termést az Evelina SC 11,33 t/ha-t, a Norma SC és a Florencia SC egységesen 11,66 t/ha-t értek el.

Az évjáráthatás nagymértékben meghatározza a hibridek termése mellett az NPK műtrágyák hatékonyságát is. A termesztett hibridektől és évjáratától függően a gazdaságos és megbízható termésnövekedést az alacsonyabb műtrágyaszintek eredményezték. A nagyobb műtrágyaadagok az alacsonyabb műtrágyaszintekhez képest már nem növelték megbízhatóan a termést.

A legkedvezőbb és leghatékonyabb NPK műtrágyakezelésnek a N 40-120; P_2O_5 25-75; K_2O 30-90 kg/ha-os hatóanyag-kezelés bizonyult.

A hibridek vízleadóképeségének dinamikáját vizsgálva megállapítható –figyelembe véve a lehullott csapadék mennyiségét- hogy az érési folyamat kezdetén lassúbb (1-3%-os) volt a vízleadás mértéke, majd 4-5%, esetenként 6-8%-al is csökkent a szem nedvességtartalma. A vízleadás dinamikáját nagymértékben befolyásolta a kiadott

műtrágya hatóanyag mennyisége. Az igen korai, korai hibridek (Monessa, Mara) a nagyobb (N 80;N 120;N 200 kg/ha) műtrágya hatóanyag-kezelés mellett adták le nedvességtartalmukat, míg a hosszabb tenyészidejűek a kontroll és a kisebb N 40-120 kg/ha-os műtrágya hatóanyagszinten. Továbbá megállapítható, hogy a hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb volt a betakarításkori nedvességtartalma, mint a rövidebb tenyészidejű hibrideknek. Napjainkban egyre nagyobb jelentősége van a gyors vízleadású hibrideknek, mellyel jelentős szárítási költségeket takaríthatunk meg.

A kísérlet 3 évében a kukorica számára kedvezően alakultak az időjárási feltételek. Nem voltak olyan száraz, aszályos periódusok, mint az ezt megelőző években. Nagy hangsúlyt fektettünk a nagy termőképességű, jó tápanyaghasznosító-képességű és trágyareakciójú hibridek kiválasztására. Ennek ellenére kimutatható volt a –ha nem is túl nagymértékű- $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódása a talaj 100-120 cm-es rétegében. Ugyanis a terméssel fel nem vett N-hatóanyag a talaj alsóbb rétegeibe vándorolt.

Ennek figyelembevételével szakítani kell a mennyiségi szemlélettel. A környezetvédelmi szempontokat szem előtt tartva a kísérleti körülményeinkhez hasonló talajviszonyok esetén a N 120 kg/ha feletti műtrágyaadagnál nagyobb dózist nem szabad kijuttatni kukorica alá de jobb N-ellátottságnál vagy aszályos évben elegendő 120 kg/ha N-műtrágya hatóanyagnál kevesebbet is kijuttatni.

A hibridek nyersfehérjetartalmánál a kontrollhoz viszonyítva jelentősebb emelkedést a N 120 kg/ha-os kezelésnél tapasztaltunk.

Az eltérő genetikai tulajdonságú hibridek fehérjetartalmának változását vizsgáltuk az érésidő függvényében is. Megállapítható, hogy a kontrollon az igen korai, korai hibridek alacsonyabb fehérjetartalommal rendelkeznek, mint a középérésűek.

A nagyobb termőképességű hibrideknél a N dózis növelésének hatására nem volt olyan nagymértékű a fehérjetartalom növekedése, mint a kisebb termőképességű hibrideknél. Sokkal nagyobb mértékben növelte a Sze SC 361 és Sze SC 427 hibridek nyersfehérjetartalmát, mint pl. az Evelináét.

Egyes hibrideknél az alacsonyabb fehérjetartalommal magasabb keményítőtartalom párosult, másoknál pedig fordítva.

A különböző kukoricahibridek keményítőtartalma általában 64-70 % körül alakult.

A kontrollon a későbbi érésű hibridek keményítőtartalma alacsonyabb, mint a korábbi érésűeké. Ezzel ellentétben a műtrágyázott parcellákon a korai érésű hibridek keményítőtartalma meghaladja a késői érésűekét. Viszonylag kiemelkedő volt a keményítőtartalma műtrágyázás nélkül a Sze SC 361, Mv Norma és Dk 527 hibrideknek. Kisebb adagú műtrágya főleg a korai érésű hibridek keményítőtartalmát növelték.

A gombás fertőzöttséget vizsgálva összességében megállapítottuk, hogy a hibrideknek a *Penicillium* spp. és a *Fusarium* spp. fertőzöttsége volt a legnagyobb. Az *Alternaria* spp. fertőzöttség nagyon csekély, az *Aspergillus* spp. fertőzöttség szintén elenyésző volt.

A műtrágyaadag növelése a hibridek többségénél következetesen fokozta a *Penicillium* spp. és a *Fusarium* spp. fertőzöttségét.

A különböző fuzáriumfajok még a kukorica betakarítása után is termelnek toxinokat.

A vizsgált négy toxin (F_2 , T_2 , DON, DAS) a leggyakrabban mind a négy hibrid esetében, a kontrollon és a N 40+PK; N120+PK hatóanyag-kezelésnél leggyakrabban a T_2 toxin fordult elő. Az F_2 , DON és DAS fuzáriumtoxin előfordulása igen minimális volt vagy egyáltalán nem volt kimutatható. A hibridek közül mindhárom kezelésnél (kontroll, N40+PK, N120+PK) a T_2 toxin az Mv Mara esetében volt kimutatható. A T_2 fuzáriumtoxin mennyisége minden esetben a műtrágyaadag növelésével emelkedett. Így pl. az Mv Mara esetében míg a kontrollnál 0,054 mg/kg volt, a N120+PK hatóanyagnál már 0,200 mg/kg-ra növekedett.

A kukorica tenyészideje során a LAI-érték egyértelmű növekedését tapasztaltuk. Továbbá megállapítottuk, hogy a korábbi érésű hibrideknek a levélterületi-indexe kisebb, mint a későbbi érésűeké. A tenyészidőszak elején nagymértékű LAI-érték növekedést értünk el a N 40 ; P_2O_5 25; K_2O 30 kg/ha-os műtrágya dózissal. További műtrágya-hatóanyag-növeléssel nem vagy csak kisebb mértékű levélterületnövekedést figyelhattunk meg.

A levélfelület nagysága kedvezően befolyásolja a növény fotoszintetikus aktivitását, ezáltal kihatással van a kukorica termésének mennyiségére.

Összességében megállapítható, hogy a különböző érésű és genetikai tulajdonságú hibridek fotoszintetikus aktivitása a műtrágya-hatóanyag növelésével fokozatosan növekedett. Az eltérő érésű hibridek közül a korai érésű Monessa SC hibridnek volt

a legnagyobb a fotoszintetikus aktivitása. Természetesen a kukorica tenésztidejében előrehaladva fotoszintetikus aktivitás fokozatosan csökkent, hiszen a kukorica leszáradásával egyre kisebb aktív levélfelületet találtunk.

A varianciaanalízis egyértelműen megmutatta, hogy külön-külön is és együttesen is a hibrid*trágyahatás szignifikánsan befolyásolja a kukoricahibridek fotoszintetikus aktivitását, ezáltal a kukoricahibridek termőképességét is.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az új hibridek legfontosabb tulajdonságai szabadföldi kísérletekkel állapíthatók meg.
2. Adott kísérleti körülmények között az agrotechnikai tényezők közül a tápanyagellátás, az ökológiai tényezőkön belül a klimatikus tényezők, csapadékelátottság határozta meg legnagyobb mértékben a termés alakulását. Az évjárat hatása 2-3 t/ha-ral változtatta meg a termés mennyiségét.
3. A fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák meghatározó elemei: az ökológiai adottságoknak megfelelő hibrid megválasztása, a hibrid tenyészidejének és termőképességének megfelelő harmonikus NPK tápanyagvisszapótlás, mely az érés időszakában a vízleadás dinamikáját is befolyásolja. Fajtaspecifikus technológiáknál a hatékonyság és a környezetvédelem is fontos szempont. A jó tápanyagfeltáró- és hasznosítóképességű hibrideknél alkalmazható a mérsékelt ráfordítású (Low input system) technológiai változat.
4. A fajtaspecifikus kukoricatermesztésben a fenntartható fejlődés érdekében törekedni kell az ökológiai-biológiai és agrotechnikai tényezők közötti interaktív hatások jobb kihasználására.
5. A kukoricahibrid értékét nagymértékben jellemzi a műtrágyázás nélküli vagy a kisebb adagú műtrágyakezeléseknél elért terméseredmény. Vannak hibridek melyeknek részleges monokultúrás körülmények között is kiemelkedően jó a talaj természetes tápanyagfeltáró- és hasznosítóképessége (pl. Monessa), mely műtrágyázás nélkül is kiemelkedő termés elérésére képes.
6. Az NPK-műtrágyázás jelentős hatást gyakorolt a különböző tenyészidejű kukoricahibridek termésének mennyiségére. A dózisok változása módosítja a műtrágyázás hatékonyságát és a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalmát.
7. A kukoricahibridek számára előveteménytől és évjáratától függően a hatékonysági szempontokat is figyelembe véve a kísérleti körülményeinkhez hasonló talajviszonyok esetén elegendő a N 60-120; P_2O_5 40-75; K_2O 50-90 kg/ha-os hatóanyag kijuttatása.
8. A nagyobb adagú N-műtrágyakezelés jelentősen növeli a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmát a talaj 120-140 cm-es szelvényében, amelynek maximális értéke a 60 mg/kg $\text{NO}_3\text{-N}$ szintet is elérte.

9. A LAI-értékének alakulása kukoricaibridtől és az évjártat hatásától függően nagymértékben változott. Az igen korai, korai érésű hibridek LAI-értéke kedvező évjártatban $2\text{--}4\text{ m}^2/\text{m}^2$ között változott, a közép- és közép késői érésű hibrideké pedig megközelítette az $5\text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. A LAI értéke a kukorica számára kedvezőtlenebb évjártatban alig érte el a $2\text{ m}^2/\text{m}^2$ -t. A LAI-értéke hibridenként a műtrágyakezelés és a tenyészidő függvényében is változott. A LAI-érték a termés alakulásával szoros összefüggést mutat.
10. A különböző kukoricaibridek fotoszintetikus aktivitása eltérő, melyet a különböző műtrágyakezelések is befolyásoltak. A legtöbb hibridnél az a legnagyobb (N 200+PK) hatóanyag-kezelésnél volt a legintenzívebb. A fotoszintetikus aktivitás eltérő mértékben, de összefüggést mutat a kukoricaibridek termésének mennyiségével.
11. A kukoricaibridek vízleadóképessége az érés időszakában nagymértékben eltérő volt. A vízleadás üteme legnagyobb mértékben a kukoricaibridtől, az NPK műtrágyakezeléstől és az évjártat hatásától függően változott. Megállapítható, hogy a legtöbb hibridnél lassúbb a vízleadás üteme a műtrágyázás nélküli kezeléseknél (pl.: Monessa, Evelina, Sze SC 425, Dk 527, Filia, Florencia). Csak a kifejezetten gyors vízleadóképességű hibrideknél fordult elő (mint pl. Monessa, Mv Norma hibridek), hogy műtrágyázás nélkül is intenzív a betakarításkori szem-nedvességtartalom leadása. Általánosságban viszont megállapítható, hogy a kukoricaibridek vízleadásának üteme az optimális műtrágyakezelésnél a legkedvezőbb.
12. Megállapítható, hogy a különböző kukoricaibridek fuzáriumfogékonysága nagymértékben eltérő. A fertőzöttség mértékét viszont jelentősen módosítja a tápanyag-visszapótlás mértéke is. Az optimálisnál nagyobb tápanyag-visszapótlás növeli a fuzáriumra való fogékonyságot. Továbbá megállapítható, hogy a fuzáriumfertőzöttségen belül változik a fuzárium toxintermelőképessége. A fuzáriumtoxin termelése az átlagosnál nagyobb volt az Mv Norma és Filia hibrideknél.

8. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Adott ökológiai viszonyok között a leghatékonyabb technológiai változatok kísérleti eredmények alapján alakíthatók ki.
2. A kukoricahibridek termőképességének, természetes tápanyagfeltáró és hasznosító-képességének, valamint a műtrágya-reakciójukra vonatkozó megállapítások a gyakorlatban közvetlenül hasznosíthatóak.
3. A műtrágyaadag megállapításánál a hatékonyság mellett a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni.
4. A kukoricatermesztésben harmonikus NPK tápanyag-visszapótlást kell biztosítani, mely a termés mennyiségén túlmenően hosszabb távon kedvező hatással lehet a talaj termékenységére is.
5. A kukoricahibridek betakarításkori szemnedvesség-tartalmának alakulását a hibrid genetikai tulajdonságán kívül nagymértékben befolyásolta az évjáráthatás és a kijuttatott műtrágya mennyisége is. A hibridek érési időszakában mutatott vízleadás üteme, dinamikája összefüggést mutat a betakarításkori szemnedvesség-tartalom alakulásával, mely a szárítási költséget lényegesen befolyásolja.
6. A három éves vizsgálati eredményeink a kísérleti területünkhöz hasonló ökológiai adottságú térségekre is adaptálhatóak.
7. A kísérleti eredmények alapján a gyakorlati termesztésben eltérő intenzitású technológiai változatok alakíthatók ki.

IRODALOMJEGYZÉK

1. ABRAHAMSEN, G.-BJOR,K.-HORNTVEDT,R.-TVEITE,B. (1976): Effect of acid precipitation on coniferous forest. (In: Braekke, F.H.: „Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway”. SNSF Project. 38-63.)
2. AHMADI, M., W. J. WIEBOLD, and J.E. BEUERLEIN (1993): Grain yield and mineral composition of corn as influenced by endosperm type and nitrogen. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 24: 2409-2426.
3. ALEXANDER, M. (1980): Effect of acid precipitation on biochemical activities in soil. (In: Drables,D.-Tollan, A.: „Ecological impact of acid precipitation”. SNSF Project. 47-52.)
4. ALFÖLDI Z.-L. PINTÉR, and B.FEIL. (1994): Nitrogen. Phosphorus and potassium concentrations in developing maize grains. J. Agron. Crop Sci. 172: 200-206.
5. ALDRICH, S.R. (1970): In: Inglett, G.E.: Corn culture, Processing, Products. The AVI Publishing Co.Inc., Westport, Connecticut.
6. ANDA, A. (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő-és vízháztartási komponensének alakulása a N-ellátottság függvényében. Növénytermelés. Tom. 36. No. 3. 161-170.
7. ÁRENDÁS T.-SARKADI J.-MOLNÁR O. (1998): Műtrágyahatások kukorica-őszi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon. Növénytermelés. 47. 45-57.
8. ARSY-MILLER (1989): Kukorica csíranövények foszforigénye a maximális terméshez. Madison. Agronomy Journal. 81.K. 1.sz. 95-99.
9. AUSTIN. R.B., J. BINGHAM, R.D. BLACKWELL, L.T. EVANS, M.A. FORD, C.L. MORGAN, and M. TAYLOR (1980): Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes J. Agric. Sci., Cambridge, 94: 675-689.
10. BAKER, J.-HOCKING, D. –NYBORG, M. (1977): Acidity of open and intercepted precipitation in forest and effects on forest soils in Alberta. Water Air Soil Pollut. 7. 449-460.
11. BALLA L. (1980): Istállótrágyázási és műtrágyázási kísérletek Martonvásáron. Budapest. Tom. 29. No.4. 355.

12. BEAUCHAMP, E.G., L.W. KANNENBERG, and R.B. HUNTER (1976): Nitrogen accumulation in corn genotypes following silking. *Agron. J.* 68: 418-422.
13. BENNETT, W.F., g. STANFORD, and L. DUMENIL (1953): Nitrogen, phosphorus and potassium content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* 17:252-258.
14. BERZSENYI Z. (1988): A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára. *Növénytermelés.* 37: 527-540.
15. BERZSENYI Z. (1993): A N-műtrágyázás hatása a kukorica növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára eltérő évjáratokban. *Növénytermelés.* Tom. 42. No. 5. 457-470.
16. BERZSENYI Z. (1993): Növekedésanalízis a kukoricatermesztési kutatásokban. Doktori értekezés, MTA Mg. Kutatóintézete, Martonvásár.
17. BERZSENYI Z. (1996): A N-műtrágyázás hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésére Hunt-Parsons modellel. *Növénytermelés.* 45: 35-52.
18. BERZSENYI Z. (1999): Új kihívások a növénytermesztési kutatásokban a 2000-es évek küszöbén. *Növénytermesztési Tudományos Nap Budapest.* 19-21.
19. BERZSENYI Z.-RAGAB, A.Y.-DANG, Q.L. (1998): A vetésidő hatása a kukoricahibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. In: *Növénytermelés.* 2. 165-180.
20. BERZSENYI Z.-SZUNDY T. (1998): Vetés. In: *Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell.* Szerk. Széll E.-Szibereth D. Mezőmag Kft., Székesfehérvár. 96-104.
21. BERZSENYI Z.-VARGA K. (1986): A kukoricahibridek optimális tőszámát és N-műtrágya reakcióját meghatározó tényezők vizsgálata tartamkísérletben. *Georgikon Napok, Keszthely, PATE Kiadvány*
22. BHATIA, C. R. and R. MITRA (1990): Bioenergetics of grain protein. In: Y.P. Abrol (ed.) *Nitrogen in higher plants.* Research Studies Press Ltd., England, 427-471.
23. BJOR, K-TEIGEN,C. (1980): Lysimeter experiment in greenhouse. (In: Drables,D.-Tollan,A.: „Ecological impact of acid precipitation.” SNSF Project. 200-201.

24. BLACKMAN, V.H. (1919): The compound interest law and plant growth. *Ann. Bot.* 33: 353-360.
25. BLASKÓ L. (1983): Réti talaj Al-oldható Ca és Mg tartalmának változása tartós műtrágyázás hatására. *Növénytermelés.* 32. 539-547.
26. BLASKÓ L. (1990): Műtrágyázás hatása az alföldi kötött talajok elsavanyodására. (In: *Környezetünk savasodása. Országos Konferencia, Balatonfüred. 1990. November 14-16. Környezetgazdálkodási programiroda. Budapest.* 395-407.
27. BOCZ E. (1974): A szántóföldi növények hazai trágyázásának irányelvei. *Debrecen.* 65-77.
28. BOCZ E. (1981): A növénytermesztés ösztönző támogatása. *Magyar Mezőgazdaság*, 36.évf. 27:9.
29. BOCZ E.-NAGY J. (1981): A kukorica víz-és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés. Tom. 30. No. 6.* 539-550.
30. BOCZ E.-NAGY J. (1981): A kukorica víz-és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés. Tom.30. No.6.* 539-547.
31. BRIGGS, G.E., F. KIDD, and C. WEST (1920): A quantative analisis of plant growth. II. *Ann. Appl. Biol.* 7: 202-223.
32. BUNDY, L.G., P.R. CARTER (1988): Corn hybrid response to nitrogen fertilizer in the Northern corn belt. *J. prod. Agric.* 1:99-104.
33. CANKOVA, G. (1983): Uszvojavane na azota, foszfora i kalija ot szamooprzeni linii carevica pri razlicni ravniscsa na torene. *Raszteniev. Nauki, Szófia*, 20.K. 6.sz. 42-50.
34. CAVALIERI, A.J. and O.S. SMITH (1985): Grain filling and field drying of a set of maize hybrids released from 1930 to 1982. *Crop Sci.* 25: 856-860.
35. COX, W.J., S. KALONGE, D.J.R. CHERNEY, and W.S.REID (1993): Growth, yield, and quality of forage maize under different nitrogen management practices. *Agron. J.* 85: 341-347.
36. CRONAN, C.S. (1980): Controls on leaching from coniferous forest floor microcosmos. *Plant Soil.* 56. 301-322.
37. CROSBIE, T.M. (1982): Changes in physiological traits associated with longterm breeding effects to improve grain yield of maize. (In: *H.D. Loden and Sorghum Ind. Res. Conf., Chicago; Am. Seed Trade Assoc. Washington DC.*

38. CSATHÓ P. (1983): A foszforellátottság hatása az őszi búza terméshozzáadására monokultúrában. Búza-nemesítési és termesztési Ifj. Tud. Konf. Martonvásár. 16-18.
39. CSATHÓ P. (1989): A foszforellátottság hatása az őszi búza terméshozzáadására monokultúrában. Búzanemesítési és-termesztési Ifj. Tud. Konf. Martonvásár. 16-18.
40. CSATHÓ P. (1992): K és P hatások kukoricában meszes csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 41. 241-260.
41. CSATHÓ P. (1992): K és P hatások kukoricában meszes csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 41. 241-261.
42. CSATHÓ P. (1992): K-és P-hatások kukoricában meszes csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. Tom.41. No.3-4. 252.
43. CSATHÓ P. et al. (1991): Az évjárat hatása a kukorica termésselemlére. Növénytermelés. Budapest, No.4. 289-384.
44. CSATHÓ P.-KÁDÁR I. (1990): Adatok a foszfor és kálium feltöltő-fenntartó műtrágyázáshoz. Agrokémia és Talajtan. 39. 111-126.
45. CSATHÓ P.-KÁDÁR I.-SARKADI J. (1989): A kukorica műtrágyázása meszes csernozjom talajon. Növénytermelés. 38. 69-76.
46. DAMBROTH, M. and N. EL BASSAM (1990): Genotypic variation in plant productivity and consequences for breeding of „low-input cultivars”. In: N. El Bassam et al. (eds.), Genetic aspects of plant mineral nutrition, Kluwer Acad. Publs., 1-7.
47. DARAB K.-RÉDLY Lné (1981): Kalciumtartalmú javítóanyagok oldódása és talajjavító hatása. Agrokémia és Talajtan. 30. 169-176.
48. DEBRECZENI B. (1979): Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 231-232.
49. DEBRECZENI B. (1990): Kálium a növénytermesztésben. Magyar Mezőgazdaság. 45. Évf. 21. Sz. 10.
50. DEBRECZENI B.-BORSVÖLGYI T. (1983): Műtrágyázás hatása a talaj termékenységre. (In: ”A talajtermékenység fokozása” XXV. Georgikon Tudományos Napok Kiadványa, Keszthely 523-524.)
51. DEBRECZENI B.-PÉTERFALVI A. (1994): Tartamműtrágyázás hatása az OMTK talajok savasodására. (In: Debreczeni B.-Debreczeni B-né: Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó, Budapest.)

52. DEBRECZENI Bné (1985): A kukorica ásványi táplálkozása. In: Menyhért Z (szerk.) A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 76-92.
53. DWYER, L.M. and M. TOLLENAAR (1989): Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivars, 1959 to 1988. Can. J. Plant Sci. 69: 81-91.
54. EGHBALL, B. and J.W. MARANVILLE (1991): Interactive effects of water and nitrogen stresses on nitrogen utilization efficiency, leaf water status and yield of corn genotypes. Commun. Soil. Sci. Plant Anal., 22:1367-1382.
55. EL-HATTAB, A.H.-GHEITHE, E.N.S. (1984): Response of corn (*Zea mays* L.) to nitrogen and zinc fertilization as soil application. (In: Beiträge trop. Landwirtschaft. Veterinärmed. Leipzig. 22.K. 3.sz. 255-261.
56. FAO Yearbook (1998): Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1999.
57. FARRELL, E.P.-NILSSON, J.-TAMM, C.O.-WIKLANDER, G. (1980): Effects of artificial acidification with sulfuric acid on soil chemistry in a Scottish pine forest. (In: Drabes, D.-Tollan, A.: „Ecological impact of acid precipitation”. SNSF Project. 186-187.)
58. FAYOLLE, C. (1991): Du chercheur à l'agronome: le maïs sous les projecteurs à pom Cultivar, Lille 287.sz. 29.
59. Fox, R.H. and P. PIEKIELEK (1987): Yield response to N fertilizer and N fertilizer use efficiency in no tillage and plow-tillage corn. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 18: 495-513.
60. FRANCIS, A.F.-OLSON, D.-BERNATSKY, R. (1980): Effect of acidity on microbial processes in a forest soil. (In: Ecological impact of acid precipitation. Proceedings of an international conference Oslo. Norway. SNSF Project. 166-167.)
61. FÜLEKY GY.-DEBRECZENI B. (1994): A hosszantartó műtrágyázás hatása a gödöllői rozsdabarna erdőtalaj tulajdonságaira. (In: Debreczeni B.-Debreczeni Bné: Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó, Budapest.)
62. GERLOFF, G.C. (1977): Plant efficiencies in the use of N, P, and K. In: M.J. Wright (eds.) Plant adaptation to mineral stress in problem soils. Cornell Univ. Press, N.Y. 161-174.

63. GLOVER, D.V. and E.T. MERTZ (1987): Corn. In: R.A. Olson and K.J. Frey (eds.) Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. 183-36. ASA,CSSA, SSSA, Madison, WI, USA.
64. GYÖRFFY B. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 95-105.
65. GYÖRGY Bné (1969) Vetésidő-kísérletek kukoricával. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968 Szerk. I'só I. Akadémiai Kiadó, Budapest. 220-226.
66. GYŐRI D.-KISFALUSI F. (1983): A talajsavanyúság hatása a műtrágyák érvényesülése rozsdabarna erdőtalajon. (In: "A talajtermékenység fokozása" XXV. Georgikon Tudományos Napok Kiadványa, Keszthely 525-526.)
67. HANWAY, J.J. (1962): Corn growth and composition in relation to soil fertility: I. Growth of different plant parts and relation between leaf weight and grain yield. Agron. J. 54: 145-148.
68. HARMARI I. (1981): A kukoricaöntözés hatékonyságának növelési lehetőségei. Tudomány és Mezőgazdaság. XIX. 45-50.
69. HARMATI I. (1995): A kukorica nitrogén és foszfor műtrágyázása meszes réti talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 31-39.
70. HARMATI I. (1995): A kukorica nitrogén és foszfor műtrágyázása meszes réti talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 31-39.
71. HARMATI I. (1995a): A kukorica nitrogén és foszfor műtrágyázása meszes réti talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 31-39.
72. HIROSE, T. (1984): Nitrogen use efficiency in growth of *Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc. Ann. Bot. 54: 695-704.
73. HOFFMANN S. (1994): A trágyázás és meszezés hatása a talaj kémhatására. (In: Debreczeni B.-Debreczeni B-né: Trágyázási kutatások 1960-1990. Akadémiai Kiadó, Budapest.)
74. HUNT, R. (1982): Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold, London
75. HUNT, R. and I.T. PARSONS (1974): A computerprogram for deriving growth-functions in plant growth-analysis. J. Appl: Biol. 11: 297-307.
76. I'SÓ I. (1962): Vetésidő-kísérletek kukoricával. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1958-1960. Szerk. I'só I. Akadémiai Kiadó, Budapest 138-142.
77. I'SÓ I. (1966): Vetésidő-kísérletek kukoricával. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1961-1964. Szerk. I'só I. Akadémia Kiadó, Budapest. 224-232.

78. JACKSON, M.L. (1963): Aluminium bounding in soils. Soil Sci Soc. Amer: Proc. 27. 1-10.
79. JOCIC, B. and M.R. SARIC (1983): Efficiency of nitrogen, phosphorus, and potassium use by corn, sunflower, and sugarbeet for the synthesis of organic matter. In: M.R. Saric and B.C. Loughman (eds.) Genetic aspects of plant mineral nutrition. Martinus Nijhoff/Dr.W.Junk publ.
80. JOHNSON, N.H. (1979): Acid rain: Neutralization within the Hubbard-Brook ecosystem and regional implication. Science 204. 497.
81. KÁDÁR I. (1987): A kukorica ásványi tápanyagellátása. Növénytermelés, Budapest. Tom. 36. No.1. 57-66.
82. KÁDÁR I.-CSATHÓ P.-SARKADI J. (1984): A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. I. Talajvizsgálati és szemerterméseredmények. Agrokémia és Talajtan. 33. 375-390.
83. KÁDÁR I.-CSATHÓ P.-SARKADI J. (1989): A talajok PK-ellátottsága és a PK-trágyázás hatékonysága közötti összefüggés meszes csernozjom talajon. A Magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Társaságának Vándorgyűlése. Szarvas, 1988. szeptember 1-2. (In: Agrokémia és Talajtan 38. 78-82.)
84. KADLICKÓ B. (1995): A barna erdőtalajok krónikus elsavanyodásának megakadályozása, a talajjavítás hatása mezőgazdasági területeken. A talaj környezetvédelmének problémái. III. Országos Konferencia. Nyíregyháza-Sóstóhegyfürdő. Szeptember 28-29. (In: Agrokémia és Talajtan. 44. 329-336.)
85. KADLICKÓ B. -KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1988): Kálium műtrágyázási kísérletek eredményei barna erdőtalajokon. Növénytermelés Tom. 37. 43-52.
86. KADLICKÓ B.-KRISZTIÁN J. (1989): Az őszi búza és a kukorica NP trágyázásának tapasztalatai barna erdőtalajokon. Növénytermelés. Tom. 38. No.4. 325-333.
87. KAVLEN, D.L., KRAMER, L.A., and LOGSDON, S.D. (1998): Field-Scale Nitrogen Balances Associated with Long-Term. Continuous Corn Production. Agronomy Journal. Vol.90. No.5. 644-650.
88. KISMÁNYOKY T. és BALÁZS I. (1996): Keszthelyi tartamkísérletek. PÁTE Georgikon Kar Kiadványa, Keszthely, 24.
89. KOVÁTS-SÁRVÁRI (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Szerk. Bocz E. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

90. KOZÁK M. (1987): A környezeti savasodás hatása a talajra. (In: Fábíán Gy. (1987) A környezet erősödő savasodása. Az MTA elnöksége, valamint az OKTH elnöke megbízásából alakult „A környezet erősödő savasodása és ennek hatása” elnevezésű „ad hoc” bizottság albizottságainak jelentései. OKTH-MTA Környezet és Természetvédelmi kutatások. 7.)
91. KRISZTIÁN J. –KADLICSKÓ B.-HOLLÓ S. (1995): Barna erdőtalajok krónikus elsavanyodása. A talaj környezetvédelmének problémái. III. Országos Konferencia. Nyíregyháza-Sóstóhegyfürdő. Szeptember 28-29. (In: Agrokémia és Talajtan. 44. 326-328.)
92. KRISZTIÁN J.-HOLLÓ S. (1992): Periodikus foszfor műtrágyázás. Növénytermelés Tom. 41. 141-148.
93. KRISZTIÁN J.-KADLICSKÓ B.-HOLLÓ S. (1989): A káliumtrágya hasznosulása észak-magyarországi csernozjom barna erdőtalajon és agyagbemosódásos barna erdőtalajon. A Magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Társaságának Vándorgyűlése. Szarvas, 1988. Szeptember 1-2. (In: Agrokémia és Talajtan 38. 89-92.)
94. LAP, D.Q. (1992): A növényszám és a műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésére. Kandidátusi értekezés, MTA Mg. Kutatóintézete, Martonvásár
95. LÁSZTITY B.-KÁDÁR I. (1979): A kukorica tápanyagfelvételi görbéjének kimérése kisparcellás szabadföldi kísérletben. MÜFA Jelentés 20. 361. VIII. 178-161. MÉM sz. MÉM NAK TAKI Budapest.
96. LÁSZTITY B. et al. (1985): A műtrágyázás hatása a kukorica fejlődésére és tápanyagforgalmára I. Szárazanyag-felhalmozás, tápelemtartalom és tápelemarányok. Agrokémia és Talajtan 34. 137-160.
97. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1994): A tartós NPK műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. Növénytermelés. Tom. 43. 157-167.
98. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1994): A tartós NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata búza-kukorica dikultúrában. Növénytermelés. Tom. 43. 157-167.
99. LÁSZTITY B.-CSATHÓ P. (1995): NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben mezőföldi csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 47-60.
100. LÁSZTIY B.-CSATHÓ P. (1995): NPK-műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben mezőföldi csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 44. 47-60.

101. LATKOVICS GYné (1979): A különböző N-műtrágyák hatása a kukorica szemtermésére. Kukoricatermesztési Kísérletek 1968-1974. Szerk.: Dr. Bajai J., Akadémiai Kiadó, 271-277.
102. LEMCOFF, J.H. and R.S. LOOMIS (1986): Nitrogen influences on yield determination in maize. Crop. Sci. 26: 1017-1022.
103. LEON, J. (1992): Crop growth rates and durations of spring barley cultivars as affected by varied N supply and seeding rates. J.Agron. Crop. Sci. 169: 1-8.
104. LINZON, S.N.-TEMPLE, P.J. (1980): Soil resampling and pH measurements after an 18 year period in Ontario. (In: „Ecological impact of acid precipitation.” SNSF Project. 176-177.)
105. LOCH J.-NOSTICZIUS Á. (1983): Alkalmazott kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
106. LOHM, U. (1980): Effect of experimental acidification on soil organism populations and decompositions (In: Drables,D.-Tollan,A.: „Ecological impact of acid precipitation”.SNSF Project. 178-179.)
107. LOUÉ, A. (1979): A kukorica káliumban gazdag talajt kíván. Serv. Agric. Mulhause. 1.1-4.
108. LÖNHARDNÉ BORI É.-NÉMETH I. (1989): A N-trágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) levélfelületének alakulására. Növénytermelés. Tom. 38: 541-548.
109. MAGALHAES, J.R., and G.E.WILCOX (1984): Ammonium toxicity development in tomato plants relative in nitrogen form and light intensity. J. Plant Nutr. 7: 1477-1496.
110. MAGDOFF, F.R., ROSS, D. and AMADON, J. (1984): A soil test for nitrogen availability to corn. Soil.Sci. Soc. Agronomy Journal. 48: 1301-1304.
111. MAIDL, F.X. (1991): Stickstoffverwertung bei mais. Mais, Münster-Hiltrup 18 K. 3.sz. 22-24.
112. MARINOV, M. (1985): Vlijanie na mnogo godisnoto szisztemo torene sz foszforen tor varhu domiva ot psenica i carevica. Rasztienivadni Nauki, Szófia, 22.K. 2.sz. 11-17.
113. MÁRTON Á. (1970): Folyékony és szilárd nitrogén műtrágyák hatásvizsgálata kukorica jelzőnövényekkel Növénytermelés. Tom. 19. No.2. 155-164.
114. MÁTHÉ F. (1990): A civilizációs eredetű savterhelés hatása a talajok néhány tulajdonságára. (In: Környezetünk savasodása. Országos Konferencia,

- Balatonfüred. 1990. November 14-16. Környezetgazdálkodási programiroda. Budapest. 277-282.
115. MAYER, R.-ULRICH, B. (1977): Acidity of precipitation as influenced by the filtering of atmospheric sulphur and nitrogen compounds its role in the element balance and effect on soil. *Water Air Soil Pollut.* 7. 499-516.
 116. MENYHÉRT Z. (1979): Kukoricáról termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 258.
 117. MENYHÉRT Z. (1979): Kukoricáról termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 258.
 118. MIHAILA, V. (1987): Unele aspecte privind fertilizarea cu potasiu. *Productia vegetala, cereale și plante tehnice.* Bucuresti 39.10. 26-29.
 119. MUCHOW, R.C. (1988): Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. III. Grain yield and nitrogen accumulation. *Field Crops Res.* 18: 31-43.
 120. NAGY J.-ZEKE É. (1981): A kukoricaszemek vízleadásának vizsgálata. A műtrágyázás hatása a szemnedvességre. *Növénytermelés.* Tom.30. No.6. 529-536.
 121. NÉMETH I. (1983): A kukorica nitrogénműtrágyázás-hatékonyságának vizsgálata pszeudoglejes barna erdőtalajon. *Növénytermelés.* Tom. 32. No.6. 559-564.
 122. NÉMETH I.-SZÉL S. (1985): Kukoricatermesztés fejlesztés MÉM Mérnök Vezető-továbbképző Intézet Kiadványa Budapest. 5-22.
 123. NIKOLOV, E.-SZTAMBOLIEV M.(1975): A karbonátos csernozjomon termesztett kukorica trágyázásáról és mikroelem tartalmáról. *Roszt. Nauki*, 12.K. 82-91.
 124. NIKOLOVA, M.-PCSELAROVA, H. (1989): Izsledovanija v' rhu uszovojanet na kalija podornija pocsven szloj. *Pocsvoznaniye i Agrohimiye*, Szófia, 24: K.5.sz. 58-62.
 125. NOVOA, R. and R.S. LOOMIS (1981): Nitrogen and plant production. *Plant Soil*, 58: 177-204.
 126. NYÍRI L. (1987): A meszezés és más, a talajsavanyúságot javító eljárások. (In: Fábíán Gy.(1987) A környezet erősödő savasodása. Az MTA elnöksége, valamint az OKTH elnöke megbízásából alakult „A környezet erősödő savasodása és ennek hatása” elnevezésű „ad hoc” bizottság albizottságainak jelentései. OKTH-MTA Környezet és természetvédelmi kutatások. 7. 207-237.)

127. O'LEARLY, M. J. and G.W. REHM (1990): Nitrogen and sulfur effect on the yield and quality of corn grown for grain and silage. *J. Prod. Agric.* 3:135-140.
128. OVERREIN, L.N. (1972): Sulphur pollution pattern observed.: leaching of calcium in forest soil determined. *Ambio* 1. 145-147.
129. PALÁGYI A.-KÁLMÁN L. (1979): Vetésidő-kísérletek kukoricával. (1971-1973) In: kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957. Szerk. Bajai J. Akadémiai Kiadó, Budapest. 349-360.
130. PÁSZTOR K. (1958) Vetésidő és fajtakísérletek kukoricával. In: Kukoricatermesztési kísérletek 1953-1957. Szerk. Pó I. Akadémiai Kiadó, Budapest 169-188.
131. PÁSZTOR K., FORGÁCS B.-GYŐRI Z., SZILÁGYI SZ. (1997): Kukorica hibridek fehérje- és aminosavösszetételének vizsgálata. *Növénytermelés* Tom. 46. No. 1. 113.
132. PEKÁRY K. (1969): N-P-K-műtrágyaadagolási kísérletek kukoricával két északkelet-magyarországi termőhelyen. (In: Kukoricatermesztési kísérletek 1965-1968. Szerk.: Pó I.) Akadémiai Kiadó, Budapest. 186-201.)
133. PEPÓ P. (2000): Új lehetőség a kukorica trágyázásában. *Gyakorlati Agrofórum*. 11. évf. 3:62-65.
134. PEPÓ P.-NAGY J. (1997): Plant nutrition system of cereals in their sustainable crop production. British-Hungarian Seminar on Long-Term Trials for Sustainable Land Use, Crop Management and Plant Nutrition. Debrecen. 1996. Dec.11. (In: *Agrokémia és Talajtan* 46. 113-126.)
135. PETR, J., V. CERNY, L. HRUSKA (1985): Főbb szántóföldi növények termésképződése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
136. PINTÉR L.-PÁLFI G.-PERCRICH G.-PÁLFI ZS.-DEÁK J. (1979): Eltérő genotípusú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek tápanyagfelvételének és akkumulációjának vizsgálata. *Növénytermelés*. Tom. 28. No.1. 23-28,
137. POPOVA, I.M. et al. (1977): A kukorica trágyázása az öntözött gesztenyeszínű talajokon. *Agrohimija*, Moszkva 2.sz. 51-57.
138. PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS., SZÉLL E., KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1995): N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntés talajon. *Növénytermelés*. Tom. 44. No.1. 37-38.

139. PRON'KO, V.V. (1991): Szover sensztvovanie intenzivnoj technologii vozdeľyvanija kukuruzy na zerno vesztnik szel'szkohozjajsztvvennoj nauki, Moszkva 2.sz. 54-58.
140. ROY, H. K.-KUMAR, A. (1990): Effect of potassium on yield of maize (*Zea mays* L.) and forms of potassium. *Indian Journal of Agricultural Sciences* (New Delhi). 60. 762-764.
141. RUSSELL, W.A. (1988): Interrelation between corn hybrids and production systems. *Proc. 43th Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf. Chicago, Il.*, 131-158.
142. RUZSÁNYI L. (1974): A műtrágyázás hatása egyes szántóföldi növényállományok vízfogyasztására és vízhasznosítására. *Növénytermelés*, Tom. 23: 249-258.
143. RUZSÁNYI L. (1992): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. *Akadémiai doktori értekezés.*
144. RUZSÁNYI L. (1992a): A N-műtrágyázás hatása a termésre és a talajszelvény nitrátosodására. *Növénytermelés*. Tom. 41. 497-510.
145. RUZSÁNYI L. (1992b): A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. *MTA Doktori értekezés. Debrecen*
146. RUZSÁNYI L.-PEPÓ P.-SÁRVÁRI M.(1994): Evaluation of major agrotechnical factors in sustainable crop production. *British-Hungarian Seminar on Sustainable Land Use in Long-Term Field Experiments. Debrecen, 1994. February 14-17. In: Agrokémia és Talajtan 43. 335-343.)*
147. SÁRVÁRI M. (1986): A vetésváltás és tápanyagellátás hatása a búza és a kukorica termésére. *Kandidátusi értekezés, Debrecen*
148. SÁRVÁRI M. (1992): A tőszám növelésének hatása eltérő tenyészidejű kukoricahibridek termésére és állóképességére réti talajon. *Növénytermelés. Tom.31. No.3. 225-236.*
149. SÁRVÁRI M. (1994): Energia-műtrágya-környezetvédelem. *Magyar Mezőgazdaság, 49.évf. 18:10.*
150. SÁRVÁRI M. (1994): Energia-műtrágya-környezetvédelem. *Magyar Mezőgazdaság, 45 évf. 8:12.*
151. SÁRVÁRI M. (1995): A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. *Növénytermelés. Tom.44. No.2. 184-190.*

152. SÁRVÁRI M. (1999): Fajtaspecifikus kukoricatermesztési technológiák fejlesztése. Agrofórum. 11. évf. 3.
153. SÁRVÁRI M.-GYÖRI Z. (1982): A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagainak és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. Növénytermelés. Tom. 31. 177-184.
154. SÁRVÁRI M.-SZABÓ P. (1998): A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. Tom. 47. No.2. 213-221.
155. SAWHNEY, B.L. (1968): Al interlayers in layer silicates. Effect on Al solution, time of reaction and type of structure. Clays Clay Mineral. 16. 157-163.
156. SCULTZE, R.-KOCH, E. (1991): Mais hybriden mehrjährig erprobt und bewährt. Saat-und Pflanzgut, Quedlinburg, 31.k. 12.sz. 174-175.
157. SEETHARAMA, N., R.B. CLARK, and J.W. MARANVILLE (1987): Sorghum genotype differences in uptake and use efficiency of mineral elements. (In: H.W. Gabelman and B.C. Loughman (eds.) Genetic aspects of plant mineral nutrition. Martinus Nijhoff Publ.
158. SESTÁK Z., J. CATSKY, and P.G. JARVIS (1971): Plant photosynthetic production. Manual of methods. Dr.W. Junk N.V. Publ., The Hague, pp. 343-391.
159. SIRBU, M. (1986): Influenta factorilor climatici si fertilizarii indelungate asupra cresterii si dezvoltarii porumbului in cimpia moldovei. An. I.C.C.P.I. Bucuresti, 8.sz. 139-154.
160. STEFANOVITS P. (1990): A talajok savasodásának okai. (In: Környezetünk savasodása. Országos Konferencia, Balatonfüred. 1990. November 14-16. Környezetgazdálkodási programiroda. Budapest. 193-208.
161. STUANES, A.O. (1980): Release and loss of nutrient from a Norwegian forest soil due to artificial rain of varying acidity. Clays Clay Mineral. 16. 198-199.
162. SZABÓ S.A. et al. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban. I. Esszenciális mikroelemek. Mezőgazdasági Kiadó Budapest.
163. SZÉLL E., KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1993): Hozzászólások a „Tápanyagok nélkül?” című riporthoz. Agrofórum 4 évf. 9:23.
164. SZÉLL E., MAKHAJDA J. (2001): Néhány fontos gondolat a szegedi kukoricahibridek nitrogén műtrágyázásáról. Gyakorlati Agrofórum. 12. évf. 5:41-45.
165. SZEMES I.-LÁSZTITY B.-KÁDÁR I. (1984): A talaj K-ellátottsága és termékenysége közötti összefüggés vizsgálata kukorica monokultúrában. A

- magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Társaságának Vándorgyűlése. Kecskemét, 1983. Szeptember 2-3. (In: Agrokémia és Talajtan. 33. 253-260.)
166. SZIRTES V. (1970): A nitrogén műtrágyázás hatása a kukorica tápanyagfelvételére. Növénytermesztés. 373-384.
 167. SZIRTES V. (1971): A foszfor műtrágyázás hatása a kukorica tápanyagfelvételére. Növénytermelés. Tom.20. No.2. 157-170.
 168. SZIRTES V. (1971): A kálium műtrágyázás hatása a fiatal kukoricanövény tápanyagfelvételére. Növénytermelés. Tom.20. No.1. 43-58.
 169. SZIRTES V.-PONGOR S.-PENCZI E.(1977): A mikrotápanyagokkal történő műtrágyázás hatása a kukorica fehérjetermésére és lizin arányára. Növénytermelés. Tom. 26. No.1. 49-58.
 170. SZTULIN, A.F.-KIZSAKOV, U.E. (1986): Produktivnoszty' kukuruzy, vozdalijvaemoj v szerooborte beszszenno v uszlovijak intenzivnogo prime neniya udobrenij. Agrohimiya, Moszkva, 7.sz. 61-67.
 171. TIMMONS, D.R. and BAKER, J.L. (1992): Recovery of point-infected labeled nitrogen by corn as affected by timing, rate, and tillage. 83: 850-857.
 172. TIMMONS, D.R. and CRUSE, R.M. (1990): Effect of fertilization method and tillage on nitrogen-15 recovery by corn. 82: 777-784.
 173. TOLLENAAR, M. (1989): Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 29: 1365-1371.
 174. TOLLENAAR, M. (1991): Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 31.: 119-124.
 175. TÖLGYESI GY.-T. MIKÓ ZS. (1977): A kukorica termésmennyisége és a felvett ásványi anyagok közötti összefüggés. Növénytermelés. Tom.26. No.2-3. 169-176.
 176. TSAI, C.Y., D.M. HUBER, and H.L. WARREN (1978): Relationship of the kernel sink for N to maize productivity. Crop Sci. 18: 399-404.
 177. TYLER, G. (1976): Heavy metal pollution, phosphatase activity and mineralization of organic phosphorus in forest soils. Soil. Biol. Biochem. 8. 327-332.
 178. ÜLGER, A.C., H.C. BECKER, and G. KAHNT (1987): Response of maize inbred lines and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizers. J.Agron. Crop Sci: 159: 147-163.

179. VALTEROVA, L.-ZATKOLIK, D. (1987): Vyvoj sortimentu a urod kukorice na zrno v statnych aurodovyeck pokusoch od roku. 1953. Rostl. Nyroba, Praha, 33.k. 12.sz. 1273-1380.
180. VAN KEULEN, and N.G. SELIGMAN (1987): Simulation of water use. Nitrogen nutrition and growth of a spring wheat crop. Simulation Monograph Series. PUDOC, Wageningen.
181. VIRÁGH K. (1980): A növekedésanalízis, mint ökológiai módszer. I. Elméleti alapok. Bot. Közlem. 67: 67-77.
182. VITÉZ (1990): Környezetbarát műtrágyapótló. Magyar Mezőgazdaság, 45.évf. 8.sz. 12.
183. WAGGLE, D.H., C.W. DEYOE, and F.W. SMITH (1967): Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. Crop Sci. 7: 367-368.
184. WERNER, W. (1983): The effect of N fertilization in connection with the use of nitrification inhibitor on maize. Problems of an optimum nutrient supply to tropical crop, Leipzig, TTL 78-87.
185. WILLIAMS, W.A., R.S. LOOMIS, W.G. DUNCAN, A. DDOVRAT, and F. NUNEZ A. (1968): Canopy architecture cut various population densiries and the growth and grain yield of corn. Crop Sci. 8: 303-308.
186. YOSHIDA, S. (1972): Physiological aspects of grain yield. Ann.Rev. Plant Physiol. 23: 437-464.
187. ZÁBORSZKY S. (1998): Néhány gondolat a kukorica vetésidőjéről. In: Gyakorlati Agrofórum. 5:28.
188. ZHANG, F., A.F. MACKENZIE, and D.L. SMITH (1994): Nitrogen fertilizer and protein, lipid, and non-structural carbohydrate concentrations during the course of maize kernel filling. J. Agron. Crop Sci. 172: 171-181.

FÜGGELÉK

Májusi morzsolt termés 1997
(t/ha)

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	6,21	6,25	5,65	4,36	5,62
1. Monessa Pi. 3905	1	7,37	7,90	10,40	10,10	8,94
	2	7,31	9,75	11,25	12,32	10,16
	3	8,73	12,65	9,37	9,80	10,14
	4	11,01	12,25	12,37	13,60	12,31
	5	11,26	12,69	12,38	11,45	11,95
	Ř	5,15	2,34	3,12	4,23	3,71
2. Mara	1	9,00	8,00	10,16	9,00	9,04
	2	9,50	9,00	11,03	9,45	9,75
	3	8,13	8,13	10,37	9,00	8,91
	4	9,42	8,13	11,18	10,00	9,68
	5	11,42	10,83	10,24	12,29	11,20
	Ř	3,99	4,90	4,61	3,83	4,33
3. Clarica Pi. 3752	1	9,46	9,50	9,94	9,00	9,48
	2	10,60	11,00	10,11	8,56	10,07
	3	11,00	11,90	11,56	11,80	11,57
	4	11,00	12,00	12,28	12,19	11,87
	5	11,44	12,97	9,87	12,72	11,75
	Ř	3,11	3,40	4,27	3,18	3,49
4. Sze SC 361 Ella	1	9,00	8,90	8,00	9,80	8,93
	2	10,10	10,80	11,60	11,18	10,92
	3	11,00	12,17	10,11	12,92	11,55
	4	10,13	10,53	12,19	10,00	10,71
	5	12,53	12,19	11,89	11,00	11,90
	Ř	1,50	2,10	1,78	2,09	1,87
5. Norma	1	8,00	9,16	8,40	8,65	8,55
	2	11,50	8,36	11,48	12,24	10,90
	3	10,45	11,31	10,48	11,60	10,96
	4	11,00	11,75	12,16	12,00	11,73
	5	9,40	10,40	11,48	12,20	10,87

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	3,70	2,58	2,65	3,90	3,21
6. Evelina Pi. 3752	1	10,00	9,92	9,55	9,10	9,64
	2	11,00	10,57	12,00	11,87	11,36
	3	12,60	14,21	13,03	13,00	13,21
	4	11,00	12,96	14,65	14,46	13,27
	5	12,88	10,31	14,03	14,17	12,85
	Ř	2,83	2,69	2,14	2,45	2,53
7. Sze SC 427	1	10,00	8,55	9,50	9,40	9,35
	2	11,00	9,61	13,17	10,69	11,26
	3	12,00	12,48	13,78	11,34	12,75
	4	12,40	12,93	12,10	12,10	12,48
	5	9,84	11,00	12,42	11,77	11,09
	Ř	3,08	2,51	2,71	2,28	2,65
8. Dk 527	1	10,90	9,50	10,30	10,17	10,22
	2	12,40	12,90	13,00	13,51	12,95
	3	12,90	11,39	14,00	14,33	13,16
	4	13,00	10,62	12,80	13,81	12,56
	5	11,42	12,43	12,07	14,34	12,57
	Ř	2,04	2,51	2,91	3,14	2,65
9. Filia Pi. 3515	1	9,90	9,75	9,40	10,50	9,89
	2	12,60	12,40	14,12	13,28	13,10
	3	11,90	12,76	14,36	13,07	13,02
	4	12,79	13,55	12,60	13,03	12,99
	5	13,61	14,54	13,01	13,23	13,60
	Ř	2,64	3,84	3,83	3,45	3,44
10. Florencia	1	9,90	9,00	9,60	9,40	9,48
	2	12,00	12,40	12,51	12,09	12,25
	3	13,00	11,63	13,00	12,00	12,41
	4	13,12	11,83	12,50	11,17	12,16
	5	12,81	14,37	13,64	12,72	13,39

Májusi morzsolt termés 1998
(t/ha)

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	4,40	5,19	5,10	4,73	4,86
1. Monessa Pi. 3905	1	7,83	8,91	7,83	8,26	8,21
	2	7,20	7,55	8,28	8,87	7,97
	3	7,97	7,37	9,82	6,55	7,93
	4	7,32	7,34	10,48	7,21	8,09
	5	9,37	9,13	8,12	9,88	9,13
Átlag:		7,35	7,58	8,27	7,58	
	Ř	4,48	3,27	3,80	3,55	3,78
2. Mara	1	6,31	6,38	9,64	6,64	7,24
	2	8,10	8,00	9,59	9,50	8,80
	3	7,91	7,34	8,00	7,20	7,61
	4	7,18	8,70	11,16	7,15	8,55
	5	10,18	8,89	10,55	8,66	9,57
Átlag:		7,36	7,10	8,79	7,12	
	Ř	3,05	3,67	3,75	3,37	3,46
3. Clarica Pi. 3752	1	6,24	8,59	7,79	7,52	7,53
	2	8,90	8,93	7,39	9,85	8,77
	3	7,36	8,87	9,47	8,32	8,50
	4	7,05	8,78	9,16	8,17	8,29
	5	9,64	10,42	8,90	10,20	9,79
Átlag:		7,04	8,21	7,74	7,91	
	Ř	3,90	2,56	3,04	3,48	3,24
4. Sze SC 361 Ella	1	7,90	8,50	8,70	9,09	8,55
	2	8,50	8,00	9,00	9,70	8,80
	3	8,00	8,16	10,45	8,12	8,68
	4	8,57	9,00	11,38	8,40	9,34
	5	9,83	10,54	8,89	10,56	9,96
Átlag:		7,78	7,79	8,58	8,23	
	Ř	1,56	1,23	1,72	2,12	1,66
5. Norma	1	8,00	9,64	8,36	8,02	8,50
	2	8,40	8,22	7,59	9,21	8,36
	3	8,90	7,90	10,28	8,64	8,93
	4	7,20	7,90	9,75	7,74	8,15
	5	8,75	9,29	8,07	9,85	8,99
Átlag:		7,13	7,36	7,63	7,60	

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	1,71	2,57	1,81	1,63	1,93
6. Evelina Pi. 3752	1	9,00	9,34	9,07	9,70	9,28
	2	9,00	8,22	9,00	10,93	9,29
	3	9,90	10,00	12,96	9,52	10,60
	4	9,80	8,84	12,31	9,14	10,02
	5	8,65	11,68	9,65	11,32	10,33
Átlag:		8,01	8,44	9,13	8,71	
	Ř	2,83	1,70	1,67	2,15	2,09
7. Sze SC 427	1	8,90	9,40	8,49	9,00	8,95
	2	9,00	8,00	7,09	9,66	8,44
	3	9,10	9,09	9,29	8,00	8,87
	4	9,40	8,47	9,91	8,70	9,12
	5	10,17	9,91	7,68	10,45	9,55
Átlag:		8,23	7,76	7,35	7,99	
	Ř	2,58	1,97	1,53	2,40	2,12
8. Dk 527	1	8,10	8,30	8,53	9,61	8,63
	2	9,30	9,00	9,48	10,87	9,66
	3	9,60	9,14	10,38	9,68	9,70
	4	9,42	8,89	10,63	9,20	9,53
	5	11,49	10,62	9,00	11,73	10,71
Átlag:		8,42	7,99	8,26	8,91	
	Ř	2,75	1,52	1,92	2,40	2,15
9. Filia Pi. 3515	1	8,90	9,00	10,44	8,54	9,22
	2	9,10	9,30	9,37	11,38	9,79
	3	10,60	10,00	11,70	10,80	10,77
	4	9,64	9,57	11,22	9,83	10,06
	5	12,10	11,79	8,01	10,91	10,70
Átlag:		8,85	8,53	8,78	8,98	
	Ř	3,67	2,14	3,00	2,88	2,92
10. Florencia	1	9,40	9,00	9,28	9,54	9,31
	2	10,60	9,50	9,28	11,04	10,11
	3	8,73	9,00	10,03	8,50	9,06
	4	9,96	9,70	11,87	10,03	10,39
	5	11,69	12,40	10,50	11,67	11,57
Átlag:		9,01	8,62	8,99	8,94	

Májusi morzsolt termés 1999
(t/ha)

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	4,11	2,98	4,43	4,02	3,89
1. Monessa FAO 200	1	5,44	7,12	8,05	5,63	6,56
	2	7,20	6,65	8,19	5,21	6,81
	3	8,17	8,09	8,47	5,90	7,66
	4	8,47	7,62	9,57	8,08	8,43
	5	8,56	7,69	9,78	7,73	8,44
Átlag:		6,99	6,69	8,08	6,09	6,96
	Ř	2,28	2,36	2,56	2,70	2,47
2. Mara FAO 290	1	3,25	4,39	12,01	7,98	6,91
	2	6,43	4,89	11,11	12,20	8,66
	3	8,09	6,93	11,06	6,82	8,23
	4	7,27	7,48	12,37	8,88	9,00
	5	8,42	8,43	12,72	7,81	9,35
Átlag:		5,96	5,75	10,30	7,73	7,43
	Ř	2,35	2,42	2,89	2,86	2,63
3. Clarica FAO 300	1	4,86	8,45	8,15	7,86	7,33
	2	7,52	7,77	7,37	7,57	7,56
	3	8,45	9,08	7,29	9,60	8,60
	4	9,36	8,91	8,67	9,47	9,10
	5	8,98	7,77	8,53	9,82	8,78
Átlag:		6,92	7,40	7,15	7,86	7,33
	Ř	1,48	1,88	2,24	2,04	1,91
4. Ella (Sze SC 361) FAO 300	1	3,83	4,34	11,43	7,00	6,65
	2	4,97	5,14	11,90	8,09	7,53
	3	7,56	7,37	12,09	6,58	8,40
	4	8,59	8,06	11,71	9,36	9,43
	5	8,80	9,00	11,64	9,62	9,77
Átlag:		5,87	5,96	10,17	7,11	7,28
	Ř	1,60	0,67	1,21	1,45	1,23
5. Norma FAO 380	1	1,15	5,22	11,43	9,41	6,80
	2	4,15	8,04	8,46	8,98	7,41
	3	6,73	9,84	9,54	9,74	8,96
	4	7,99	9,46	10,61	11,27	9,83
	5	9,53	10,21	10,64	9,50	9,97
Átlag:		5,19	7,24	8,65	8,39	7,37

<i>A hibrid neve</i>	<i>Műtrágya kez.j.</i>	<i>Ismétlés</i>				<i>Átlag</i>
		<i>I.</i>	<i>II.</i>	<i>III.</i>	<i>IV.</i>	
	Ř	1,74	1,78	0,86	0,41	1,20
6. Evelina FAO 300	1	2,97	6,36	8,58	9,46	6,84
	2	3,20	7,34	12,58	8,78	7,97
	3	6,86	9,73	10,71	10,88	9,55
	4	7,44	11,07	12,65	10,73	10,47
	5	9,65	11,45	12,87	12,06	11,51
Átlag:		5,31	7,95	9,71	8,72	7,92
	Ř	2,00	1,79	1,82	1,68	1,82
7. Veronika FAO 400	1	3,34	6,75	9,23	9,91	7,31
	2	5,13	9,70	7,54	9,89	8,06
	3	9,02	10,22	9,53	10,32	9,77
	4	7,83	10,36	8,26	9,61	9,01
	5	8,34	10,89	8,13	11,67	9,76
Átlag:		5,94	8,29	7,42	8,85	7,62
	Ř	1,71	1,68	1,76	1,82	1,74
8. Dk 527 FAO 490	1	2,28	4,97	7,40	9,35	6,00
	2	3,87	6,31	6,99	10,60	6,94
	3	5,32	9,62	8,91	12,22	9,02
	4	8,58	11,23	7,37	12,08	9,81
	5	10,39	12,64	8,70	11,71	10,86
Átlag:		5,36	7,74	6,85	9,63	7,40
	Ř	0,58	0,45	0,86	0,46	0,59
9. Filia FAO 500	1	2,58	6,34	8,44	8,03	6,35
	2	4,81	10,46	8,08	11,09	8,61
	3	8,61	11,37	8,98	9,98	9,73
	4	10,70	12,75	6,75	11,90	10,52
	5	11,13	13,94	7,69	11,96	11,18
Átlag:		6,40	9,22	6,80	8,90	7,83
	Ř	2,07	2,33	2,45	3,26	2,53
10. Florencia FAO 530	1	4,68	5,42	6,83	11,52	7,11
	2	5,66	5,92	8,14	13,34	8,26
	3	9,54	10,31	8,10	12,56	10,13
	4	11,34	11,13	7,84	11,54	10,46
	5	11,80	12,99	10,18	10,00	11,24
Átlag:		7,52	8,01	7,26	10,37	8,29

							2. függelék
Bemutatókert, trágyázási kísérlet 1996. őszi NO₃-N mg/kg (0-200 cm-ig)							
Kezelések:							
N	P	K	NO₃-N II. ism.	I.	II.	III.	Átlag
40	25	30	1				
			0-20 cm	4,9	8,8	8,2	7,30
			20-40	7,7	13,7	6,8	9,40
			40-60	4,1	5,7	5,2	5,00
			60-80	3,5	3	3,5	3,33
			80-100	0,8	3,2	2,4	2,13
			100-120	6,8	4,9	6,3	6,00
			120-140	15,7	10,4	23,6	16,57
			140-160	23,9	14,3	22	20,07
			160-180	22,5	14	13,7	16,73
			180-200	20,3	16,2	10,4	15,63
NO₃-N							
N	P	K	II. ism.	I.	II.	III.	Átlag
120	75	90	3				
			0-20 cm	3	4,1	6	4,37
			20-40	4,9	8,2	9,6	7,57
			40-60	2,7	3,2	4,9	3,60
			60-80	1	3,2	2,4	2,20
			80-100	1	3,5	36,3	13,60
			100-120	3,8	7,4	40,5	17,23
			120-140	10,1	11,8	41,3	21,07
			140-160	13,7	15,1	29,7	19,50
			160-180	14,8	13,7	15,7	14,73
			180-200	13,2	12,9	11,8	12,63
NO₃-N							
N	P	K	II. ism.	I.	II.	III.	Átlag
200	125	150	5				
			0-20 cm	5,2	4,9	6,3	5,47
			20-40	12,6	7,1	10,1	9,93
			40-60	4,3	3	10,1	5,80
			60-80	6,3	2,1	6	4,80
			80-100	13,4	35,5	19,8	22,90
			100-120	40,2	65,5	69,9	58,53
			120-140	39,4	44	80,4	54,60
			140-160	39,9	40,7	47,9	42,83
			160-180	33,3	27,5	37,2	32,67
			180-200	28,6	19	25	24,20
NO₃-N							
N	P	K	IV. ism.	I.	II.	III.	Átlag
40	25	30	1				
			0-20 cm	5,7	6,3	6,3	6,10
			20-40	9	5,4	4,9	6,43
			40-60	10,4	3,5	1,3	5,07
			60-80	6	2,7	1	3,23
			80-100	12,6	4,9	0,2	5,90
			100-120	48,2	21,7	4,1	24,67
			120-140	65,5	39,1	9,6	38,07
			140-160	45,6	32,2	21,7	33,17
			160-180	32,8	24,8	20,1	25,90
			180-200	17,9	19,5	16,5	17,97

			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	IV.ism.	I.	II.	III.	Átlag
120	75	90	3				
			0-20 cm	4,9	6,6	5,7	5,73
			20-40	5,4	5,7	4,3	5,13
			40-60	2,7	4,3	3,8	3,60
			60-80	1	3,2	2,7	2,30
			80-100	6,6	15,1	23,6	15,10
			100-120	26,1	33	44,9	34,67
			120-140	39,1	31,6	38,5	36,40
			140-160	31,4	28,3	32,5	30,73
			160-180	21,7	24,8	22,8	23,10
			180-200	19	18,1	21,4	19,50
			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	IV.ism.	I.	II.	III.	Átlag
200	125	150	5				
			0-20 cm	9	3,2	5,2	5,80
			20-40	8,2	4,1	5,7	6,00
			40-60	31,4	6,8	1,9	13,37
			60-80	12,6	6,3		6,30
			80-100	84,3	37,2	3,2	41,57
			100-120	71	72,1	26,7	56,60
			120-140	56,1	73,2	50,4	59,90
			140-160	30	50,4	43	41,13
			160-180	18,4	23,4		13,93
			180-200	13,7	21,7	23,6	19,67
Kontroll/Műtr.nélkül			<u>NO3-N</u>	I.	II.	III.	Átlag
			0-20 cm	9,1	6,3	2,2	5,87
			20-40	6	6	2,2	4,73
			40-60	1,9	1,9	2,5	2,10
			60-80		2,2	0,7	0,97
			80-100	1	1,6	0,7	1,10
			100-120	1,9	1,6	1,6	1,70
			120-140	1,2	2,2	1,2	1,53
			140-160	3,1	3,7	1,2	2,67
			160-180	5,3	4,4	1,9	3,87
			180-200	5,7	6,3	1,6	4,53

Bemutatókert,trágyázási kísérlet 1997.tavaszi NO ₃ -N mg/kg (0-200 cm-ig)							
Kezelések:			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	II.ism.	I.	II.	III.	Átlag
40	25	30	1				
			0-20 cm	13,8	9,2	11	11,33
			20-40	16,5	5,1	6,8	9,47
			40-60	4,9	3,5	3,5	3,97
			60-80	3,3	1,5	2,7	2,50
			80-100	2,9	12,8	1,6	5,77
			100-120	5,5	0,7	14,2	6,80
			120-140	4,2	2,7	1,2	2,70
			140-160	6,8	1,6	1,2	3,20
			160-180	11	3	1,9	5,30
			180-200	10,7	2,7	2,9	5,43
			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	II.ism.	I.	II.	III.	Átlag
120	75	90	3				
			0-20 cm	18,6	6,8	7	10,80
			20-40	20,3	9,1	13,1	14,17
			40-60	8,8	6,4	6,5	7,23
			60-80	4,6	3,5	6	4,70
			80-100	2,7	2,5	1,8	2,33
			100-120	18,3	4,2	4,9	9,13
			120-140	19,7	2,3	1,5	7,83
			140-160	30,2	1,8	3	11,67
			160-180	20,5	2,9	2,5	8,63
			180-200	18,1	6	5,1	9,73
			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	II.ism.	I.	II.	III.	Átlag
200	125	150	5				
			0-20 cm	31,4	10,6	9,9	17,30
			20-40	29,3	10,1	10,6	16,67
			40-60	12,6	10,8	9,2	10,87
			60-80	4,9		5,3	5,10
			80-100	35,3	2,4	2,2	13,30
			100-120	28,5	4,9	4,2	12,53
			120-140	59,8	11,9	10,7	27,47
			140-160	9,2	22,6	24	18,60
			160-180	9,7	32,5	34,2	25,47
			180-200	26,2	28	25,8	26,67
			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	IV.ism.	I.	II.	III.	Átlag
40	25	30	1				
			0-20 cm	11	18,3	16,5	15,27
			20-40	10,6	6,6	8,6	8,60
			40-60	10,7	4,2	3,7	6,20
			60-80	8	6,3	5,8	6,70
			80-100	5,5	4	4,9	4,80
			100-120	14,2	5,6	6,2	8,67
			120-140	38,1	11,4	13	20,83
			140-160	46,8	32,4	28,6	35,93
			160-180	21,4	29,3	28,9	26,53
			180-200	15,9	21,7	4,6	14,07

			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	IV.ism.	I.	II.	III.	Átlag
120	75	90	3				
			0-20 cm	18,7	11	11,4	13,70
			20-40	13,5	12,6	12,6	12,90
			40-60	13	6,4	6,8	8,73
			60-80	12,6	3,9	4,4	6,97
			80-100	7	3,5	3,7	4,73
			100-120	11,4	10,7	15,2	12,43
			120-140	20,8	32,5	24,2	25,83
			140-160	49,4	32,5	44,4	42,10
			160-180	45,8	29,3	27,7	34,27
			180-200	27,7	20,2	20,5	22,80
			<u>NO3-N</u>				
N	P	K	IV.ism.	I.	II.	III.	Átlag
200	125	150	5				
			0-20 cm	11,9	11	10,3	11,07
			20-40	10,7	7,8	15,2	11,23
			40-60	12,1	5,5	14	10,53
			60-80	10,7	4,2	7,2	7,37
			80-100	5,6	4,6	4,7	4,97
			100-120	6,8	4,4	5,8	5,67
			120-140	7,4	5,8	4	5,73
			140-160	35,3	16,5	18,1	23,30
			160-180	47,2	49,2	56,6	51,00
			180-200	41,8	53,7	48,8	48,10
Kontroll/Műtr.nélkül			<u>NO3-N</u>	I.	II.	III.	Átlag
			0-20 cm	23,4	17,5	13,3	18,07
			20-40	5,3	3,3	2,4	3,67
			40-60	4	2,2	4	3,40
			60-80	3,5	2,9	5,1	3,83
			80-100	1,9	1,3	1,3	1,50
			100-120	4	3,7	7,4	5,03
			120-140	2,5	1,9	3,2	2,53
			140-160	3,7	1,9	1,5	2,37
			160-180	9,4	0,9	5,3	5,20
			180-200	6,4	1,8	1,9	3,37