

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
FÖLDMŰVELÉSTANI ÉS TERÜLETFEJLESZTÉSI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:

Dr. Győri Zoltán

MTA doktora

Témavezető:

Prof. Dr. Nagy János

MTA doktora

**ELTÉRŐ GENOTÍPUSÚ KUKORICA HIBRIDEK
SZEMTERMÉSÉNEK SZÁRAZANYAG-BEÉPÜLÉS ÉS VÍZLEADÁS
DINAMIKÁJA**

Készítette:

Dobos Attila Csaba

DEBRECEN

2003.

**ELTÉRŐ GENOTÍPUSÚ KUKORICA HIBRIDEK SZEMTERMÉSÉNEK
SZÁRAZANYAG-BEÉPÜLÉS ÉS VÍZLEADÁS DINAMIKÁJA**

*Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a Növénytermesztési és kertészeti Tudományok tudományágban*

Írta: **Dobos Attila Csaba** doktorjelölt

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tud. Fokozat
Elnök:		
Tagok:		
		

A doktori szigorlat időpontja: 2003. április hó 02. nap

Az értekezés bírálói:

Név	Tud. fokozat	Aláírás
		
		
		

A bíráló bizottság:

	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök:			
Titkár:			
Tagok:			
			
			
			
			
			
			

Az értekezés védésének időpontja: 200.....

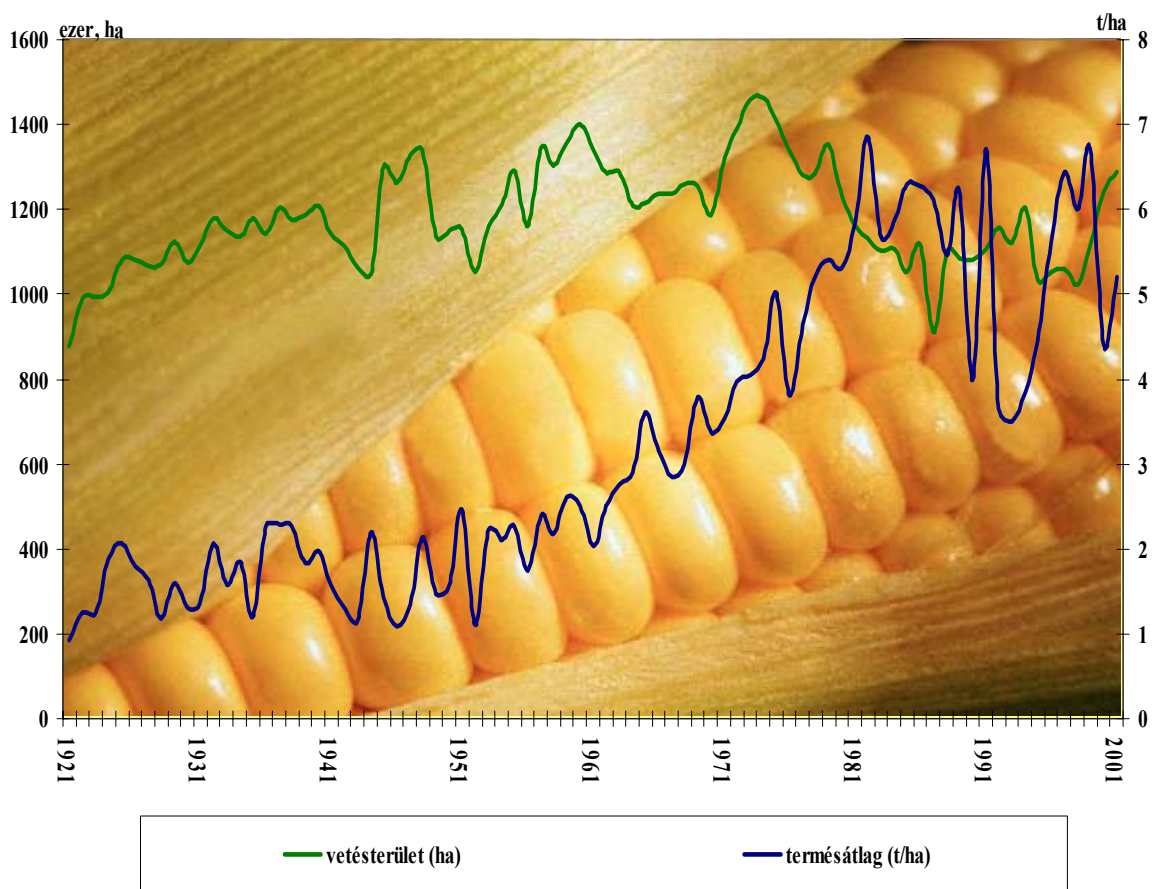
TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
2.1. A kukorica klimatikus igénye.....	8
2.2. A kukorica tenyészidő hosszának jellemzése.....	10
2.3. A kukorica szemtermésének szárazanyag-beépülés és a vízleadás dinamikája ..	13
2.4. A tápanyag-akkumuláció és a termés kapcsolata	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	21
3.1. A szántóföldi kísérlet beállítása és a talaj tulajdonságai	21
3.2. Időjárási adatok és a klimatikus paraméterek számítása	25
3.3. Időjárási adatok értékelése termőhelyenként.....	27
3.4. A mintavétel módszere	44
3.5. Az értékelés módszere	49
4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK	50
4.1. A kukorica tenyészidejének vizsgálata.....	50
4.2. A kukoricaszem vízleadás dinamikája	52
4.2.1. A víztömeg maximum szakasz	54
4.2.2. A vízleadás intenzív szakasza.....	58
4.2.3. A fizikai vízleadás szakasza	65
4.3. A műtrágyázás hatása a szemszámra, a szemtelítődésre és a szemnedvességre .	68
4.4. A műtrágyázás hatása a termésre.....	79
5. ÖSSZEFOGLALÁS	91
6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	98
7. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK	99
8. IRODALOMJEGYZÉK	100
9. MELLÉKLETEK.....	111
9.1. Alapadatok.....	111
9.2. Statisztikai értékelések	116
10. NYILATKOZATOK.....	149

1. BEVEZETÉS

A kukorica növénytermesztésünk egyik legfontosabb növénykultúrája. A hazai abraktakarmány felhasználás 70-72%-a. Vetésterülete a '80-as évek végétől stabilan meghaladja az 1 millió hektárt (1.ábra).

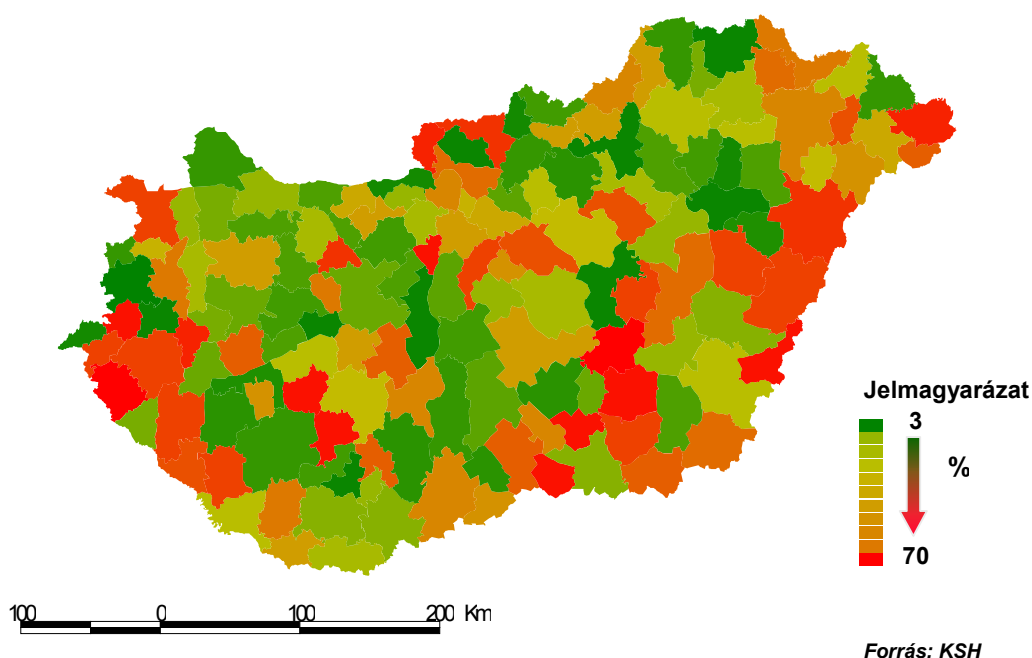
1. ábra A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon
(Forrás: KSH)



Hazánkban az 1950-es évek tekinthetők mérföldkönek a kukoricatermesztésben, mikor megjelentek az első fajta- majd beltenyésztéses hibridek. Az 1950-es évektől a termésátlagok lineárisan növekedtek, az 1980-90-es évekig, megközelítve a 7 t/ha termésátlagot. A kukoricatermesztésben a termésnövekedés mintegy 50%-át tulajdoníthatjuk a jobb hibridek termesztésének.

E tényező mellett a termésnövekedéshez jelentősen hozzájárult a jobb műszaki-technikai háttér, a kemikáliák felhasználása, a szakértelem és vele párhuzamosan a kutatás fejlődése. A termésnövekedéssel szorosan összefügg a kukorica jó alkalmazkodó képessége is, mely lehetővé teszi a termesztését hazánk igen szélsőséges ökológiai adottságai mellett (hideg, csapadékmentes tél; aszályos nyár; egyenlőtlen csapadékeloszlás) (2. ábra).

2. ábra Magyarország kukorica termőterületeinek százalékos megoszlása az egyes kistérségek szántóterületéből (Forrás: KSH, 2000)



Magyarország 1960-81. között a kukorica területegységre vetített termésmennyiségével a világon a harmadik, a genetikai előrehaladást tekintve, évi 151.5 kg/ha termésnövekedéssel a világon az első helyen volt. Azonban ez az intenzív időszak nem csak kiemelkedő eredményekkel járt, hanem kedvezőtlen következményekkel is. Erre az időszakra a kvantitatív szemlélet volt a jellemző, így nem vették figyelembe az ökonómiai optimumokat és környezetvédelmi szempontokat.

A kvalitatív szemlélet elterjedésével az agrotechnikai tényezők színvonalának emelése elsődleges cél. Az eredmények elérésében jelentős szerepet kap a nemesítés és a magas genetikai potenciállal rendelkező hibridek. A hibridspecifikus termesztéstechnológiák használatával igen jó gazdasági eredmények érhetők el, de ennek egyik feltétele az új hibridek tesztelése, megismerése évről-évre.

A növénytermesztésben a technológiai műveletek során befektetett energiának a többszöröse jelenik meg a produktumban. A Nap energiájának és a talaj termőképességének segítségével egy hektár kukoricában 19,4 GJ energia halmozódik fel, ami 2,7 energia-kihasználási koeficienssel egyenértékű. Ez a tényező a feldolgozás egyes fázisaiban (szárítás, tárolás, takarmánykeverés, stb.) fokozatosan csökken, és ha a végtermék állati produktum, az értéke egy alatti. Az energia-kihasználási koeficiens javításának egyik legfontosabb lehetősége a betakarítás és a terményszárítás fázisában lehetséges, egyrészt olyan hibridek termesztésével, melyek betakarításkori víztartalma kisebb, másrészt energiatakarékos vízelvonás révén.

Különösen nagy a jelentősége a szárítási energiafelhasználás csökkentésének, ha a közvetlen energiahordozó felhasználását vizsgáljuk. A szárítás a termésátlagtól függően a közvetlen energiahordozó felhasználás 60-80 %-a (BEKE, 1997.).

A Szabolcs Gabona RT. adatai alapján 1% víztartalom csökkenésre jutó gázfogyasztás $2,34 \text{ m}^3/\text{t}\%$.

A kukoricatermesztés segédüzemági költségei közül a szárítás a legköltségesebb tényező, az összköltség mintegy 40-45% (1. táblázat).

1.táblázat **A kukoricatermesztés munkaműveleti költségei**
(Forrás: Agrárgazdaság Kft. 2000.)

Munkaművelet	Költség (Ft/ha)
Műtrágyaszórás	1500
Tárcsázás	2000
Szántás	9000
Simítózás	2000
Műtrágyaszórás	1500
Kombinátorozás 2X	2000
Vetés	2500
Vegyszerezés (gyomszabályozás)	2000
Kultivátorozás 2X	2000
Betakarítás	10000
Szállítás	2700
Szárítás (10% vízelvonás)	30000

A magas energiaárak, a szárítási költségek rohamos emelkedése miatt növekszik az igény a rövidebb tenyészidejű kukorica hibridek iránt. A termesztés olyan hibrideket igényel, amelyek betakarításkori szemnedvessége 20-25%, így kevesebb vízelvonással alkalmasak tárolásra. Ez nem csak energetikai szempontból fontos, hanem a takarmány beltartalma és étrendi hatása is kedvezőbb. Azok a hibridek, melyek vízleadása lassúbb, a nedves tárolási technológiákra alkalmasak.

A költségek és a betakarításkori munkacsúcsok elkerülése érdekében célszerű a hosszabb és rövidebb tenyészidejű, valamint a lassúbb és gyorsabb vízleadó-képességű hibridek megfelelő arányú termesztése. Ehhez azonban ismernünk kell a hibridek paramétereit (tenyészidő hossza, a virágzás ideje, vízleadás dinamikája, a szemtelítődés sebessége stb.)

Kutatási célkitűzéseimmel ezeknek a gondolatoknak, feladatoknak a megoldásához igyekeztem hozzájárulni és a mezőgazdasági gyakorlat számára közvetlenül hasznosítható eredményeket szolgáltatni.

Tanulmányoztam:

- a vízleadás dinamikáját befolyásoló legfontosabb környezeti tényezőket
- a vízleadás legfontosabb szakaszait
- a termőhely-, és hibridspecifitás hatását a vízleadás dinamikájára
- a műtrágyázás hatását a kukorica szárazanyag-beépülés és vízleadás dinamikájára eltérő genotípusú hibrideknél
- a műtrágyázás hatását a kukorica terméslemeire
- az egyes hibridek műtrágyareakcióját eltérő évjáratokban

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukorica klimatikus igénye

A kukorica hőmérséklet és vízigénye a tenyészidőszak során változik, legkritikusabb a virágzáskori időjárás.

A **hőmérséklet** optimuma a vegetatív szakaszban 25 °C, a virágzás és a generatív szakaszban ennél alacsonyabb, 22 °C. A hőmérséklet minimuma 6-10 °C közötti, a virágzás időszakában 10 °C, a szemfejlődés során 5°C-ra süllyedő éjszakai hőmérséklet után 48 órával még képes a növény CO₂-felvételre. A magas hőmérséklet elsősorban a fejlődés korai szakaszában letális, később hatására a légzési veszteség növekszik (MOSS et al., 1961 cit BROWN 1976.).

A fotoszintézis hőmérsékleti hatásgörbéje optimumgörbe, ami növényfajonként változik. SZALAI (1994) megkülönböztet fiziológiai optimumot, amely tartományban a legnagyobb a növekedés és harmonikus optimumot, amikor a legstabilabb a növények fejlődése. A fotoszintézis optimuma alacsonyabb hőmérsékleten van, mint a légzésé, melynek intenzitása a plazma denaturációjáig emelkedik. Ezért egy adott hőmérsékleten túl a növény több szerves anyagot fogyaszt, mint amennyit fotoszintézissel előállít (PETHŐ, 1993).

A transpiráció alacsony hőmérsékleten minimális, a hőmérséklet emelkedésével fokozatosan növekszik. Éjszaka, amikor a sztómák zártak, a párologtatás mértéke alacsony, napfelkelte után exponenciálisan növekszik, kora délután eléri a maximumot, majd fokozatosan csökken. PETHŐ (1993) szerint a nappali párologtatás mértéke tízszerese az éjszakai értéknek. RASCHKE (1970) megállapította, hogy 7-15 °C között a gázcsere nyitottságok zártak és 40 °C körül érik el a maximális nyitottságot.

LEHENBAUER (1914), CRASTA (1996), FARNHAM (1996) megállapították, hogy a hőmérséklet meghatározó a kukorica fejlődésére, növekedésére és a termés minőségére.

A kukorica **vízigénye** a címerhányás, virágzás és a szemfejlődés korai szakaszában a legnagyobb, napi 4,4-5,6 mm/nap az optimális vízmennyiség (SHAW, 1976). Vízhány hatására csökken a levél vízpotenciálja, CO₂ kicserélődési rátája (MCIPHERSON és BOYER, 1977; QUATTAR et al., 1987b; CEULEMANS et al., 1988). és összes oldható cukortartalma (WESTGATE és BOYER, 1985). A vízdeficit hatására csökken a transpiráció és a zöld levélterület (APARICIO-TEJO és BOYER, 1983).

MENYHÉRT et al. (1984) megállapítják, hogy nagyon fontos az effektív hőösszeg és a csapadék aránya. Méréseik alapján a legkedvezőbb érték 2,5 °C effektív hőösszeg/mm. ÁNGYÁN et al (1985) kimutatták, hogy a kedvező virágzáskori csapadékelátottságnak mindössze 15 % a valószínűsége. MÁTHÉNÉ et al. (1985) és KOVÁCS et al (1984) megállapították, hogy a vízhiány és a magas hőmérséklet hatására csökken a szárazanyag- és nyersfehérje-tartalom, a nettó asszimilációs ráta és a szemtermés. A genotípusok stressz érzékenységekben különbséget tapasztaltak.

A kukoricalevél napszaki ozmoregulációs képességgel rendelkezik, mert a fotoszintézis oldható termékei a levelekben felhalmozódnak, növelve a vízpotenciált. Így magas hőmérsékleten (déli órák) is van minimális gázcsere (PETHŐ, 1993).

ACKERSON és HERBERT (1981), megállapították, hogy öntözött növényállományban, viszonylag magas napi maximum hőmérsékleten nincs szignifikáns csökkenés a gázcsere és a transpiráció mértékében.

A virágzáskor fellépő vízhiány csökkenti a szemtermést, mert a szemek részleges vagy teljes meddőségét okozza (WESTGATE és BOYER, 1986 a,b), illetve a lag fázisban a szemek abortálódását segíti elő (WILSON, 1968; TOLLENNAR és DAYNARD, 1978; QUATTAR et al. 1987a; WESTGATE és BOYER 1985). A szemszám csökkenése-mint legfontosabb termésképző elem- a termésben súlyozottan jelentkezik (YAMAGUCHI, 1974 cit SZÉL 1980).

A tenyészidőszak csapadékelátottsága és a termés közötti összefüggés nem egyértelmű. CARREKER et al. (1972) Európa nyugati, kedvező vízellátottságú területein nem mutattak ki összefüggést a csapadék és a termés között. Ezzel szemben DUMANOVIC et al. (1996) szoros összefüggést állapítottak meg a termés nagysága és a szeptember-június időszak csapadékmennyisége között.

RUZSÁNYI (1992) vizsgálatai kimutatták, hogy a mélyen gyökerező növények termését a tavaszi induló nedvességekészlet határozza meg. BOCZ (1992), GYÖRFFY (1988), RUZSÁNYI (1984), SÁRVÁRI (1982, 1984), NAGY (1993), MEGYES és NAGY (1999), RÁTONYI et al (1999) megállapították, hogy víztakarékos talajműveléssel, megfelelő vetésváltással és optimális tőszámmal csökkenthető a tenyészidőszak folyamán fellépő vízhiány termés-csökkentő hatása.

2.2. A kukorica tenyészidő hosszának jellemzése

CSERHÁTI (1901) már a századforduló elején megállapította, hogy a későn érő fajták nagyobb termőképessége ellenére is olyan kukoricát célszerű termesztetni, amely adott termőhelyen biztonságosan beéri. VILLAX és SURÁNYI (1932) az érés időpontját, azaz a tenyészidő végét még szubjektív becsléssel határozza meg: a betakarítás kezdése vizuálisan történik.

GRABNER (1948) több fajtacsoportot határoz meg, az érés időpontjától függően. A betakarítást SURÁNYI (1957) szerint a levelek leszáradása és a csövek lekonyulása után célszerű elkezdni. JANOSITS (1958) az érés megállapítására a körömpróbát ajánlja.

JUGENHEIMER (1958), a tenyészidő hosszának vizsgálata során megállapította, hogy adott hibridnél jelentős az eltérés az egyes földrajzi helyek között. ANDREJENKO és KUPERMANN (1961) könyvükben három tenyészidő csoportba sorolja a kukorica hibrideket. Leírják hogy a rövid tenyészidejű hibridek 55-65 nap, a közepes tenyészidejű hibridek 110-115 nap és a hosszú tenyészidejű hibridek 160-230 nap alatt érnek be.

MÁNDY (1961) a vetésidő és a tenyészidő hosszának kapcsolatát vizsgálta. Megállapította, hogy a későbbi vetés 10 hibrid átlagában a tenyészidőt mintegy 8 nappal rövidítette.

A FAO rendezésében, Rómában 1954-ben rendezett *VII. Kukorica és cirokértékezetlen* határoztak az un. FAO szám bevezetéséről (JUGENHEIMER, 1958). A FAO szám minden hibridet három számjeggyel jellemez, a 100-as a legkorábbi, a 999-es a legkésőbbi hibridet jelöli. A három számjegy közül az első jelöli az éréscsoportot, a második a hibrid helyét az éréscsoporton belül, míg a harmadik számjegy a szem típusáról ad információt. A harmadik számjegynek napjainkban már nincs jelentősége, mert túlnyomó többségben sárga és lófogú kukoricát termesztnek.

A FAO szám meghatározása az azonos kísérletben szereplő standardok és átfutó standardok

- 50% nővirágzás,
- standardátlag 25% víztartalomnál mért szemnedvesség,
- standardátlag 20% víztartalomnál mért szemnedvesség,
- betakarításkor mért szemnedvesség figyelembevételével történik.

A meghatározott tenyészidő paramétereit kifejezik az adott standard átlag százalékában. Meghatározzák minden standard FAO száma és a standardok tenyészidő paramétereinek átlaga közötti lineáris egyenletet. Az egyenletbe behelyettesítve az adott hibrid paramétereit, kiszámítható az adott évi FAO szám (SZIEBERTH, 2001.).

VÁCZI (1973) vizsgálatai szerint adott FAO csoportban a tenyészidő hossza 10-20 nappal eltérhet a különböző évjáratokban. A tenyészidő hosszának pontosabb meghatározását először LEHENBAUER (1914) vizsgálta. Kísérletében a környezeti tényezők hatását vizsgálta a kukorica növekedésére, és azok figyelembevételével határozta meg a tenyészidő hosszát. A hőmérséklet és a növények növekedése közötti kapcsolatot másodfokú görbével írta le, melynek optimuma 32°C volt. Eredményeinek felhasználásával dolgozta ki a National Weather Service a növekedési foknap, azaz a GDD (GROWING DEGREE DAY) módszert. A módszer a tenyészidőt a napi középhőmérséklet összegzésével számítja, ha az meghaladja a növekedési 50°F küszöbértéket. A GDD módszert BROWN (1976) fejlesztette tovább (GDU: GROWING DEGREE UNITS), de a bonyolult számítási módszer miatt nem terjedt el.

JÓZSA (1981) meghatározása szerint a hőegység az a hőmennyiség, amely szükséges a kukorica fejlődéséhez és növekedéséhez a csírázástól a fiziológiai érettségig. A hőegység számításának több módszere ismeretes. CROSS és ZUBER (1972) 22 módszert dolgozott ki a kukorica hőegység számításához. TOLLENAAR et al. (1979) a hőegység számításához négy módszert használt fel. A legpontosabbnak az Ontario Corn Heat Unit Metod bizonyult.

DERIEUX és BONHOMME (1982 a) hét hőegység számítási módot összehasonlítva, megállapította, hogy a tenyészidő hosszának szórásában nincs jelentős eltérés az egyes számítási módok között. A vizsgált keresztezésekben a relatív szórásértékek 6.6-6.8 % között változtak, ha a tenyészidő hosszát hőösszegben fejezték ki. A szórás jelentősen növekedett (16.7-20%), ha napokban határozták meg a vetés és a fiziológiai érés szakaszát.

A hőegység kidolgozásának problematikus pontja a hőküszöbérték meghatározása. A GDD alsó hőmérsékleti pontja 10°C , de számos szerző (ARNOLD 1975; BLOC ÉS GOUET 1976; BUNTING 1976; GILMORE és ROGERS 1958) kutatásaiban ettől eltérő hőmérsékleti értékeket javasol. Európában megbízható becslést eredményezett a 10°C alacsonyabb küszöbérték alkalmazása (DERIEUX és BONHOMME 1982 b).

A hőegység módszerek következő hiányossága, hogy nem veszik figyelembe az eltérő hőigényt az egyes fenofázisokban (ANDREJENKO és KUPERMAN 1961, ÁBRÁNYI 1988).

HERCZEGH és MARTON (1986) hibridek és beltenyésztett törzsek hőminimumát vizsgálták hőmérsékleti gradiens kamrában. A csírázás két hibridnél 4 °C –on megindult, de a hőigényesebb hibridek és törzsek hőküszöbértéke 8 °C volt. Munkájukban megállapították, hogy a kukoricára jellemző általános hőmérsékleti küszöbértéket meghatározni nem lehet, a genotípusokat külön-külön indokolt értékelni. STAMP (1984) vizsgálataiban hasonló eredményeket állapított meg.

A hibák ellenére a tenyésztési idő hosszának gyors és megbízható jellemzésére a hőösszeg módszerek alkalmasabbak, mint a hagyományos naptári napokkal történő becslés (DERIEUX és BONHOMME 1982 c, MARTON 1990).

A tenyésztési időt először GUNN és CHRISTENSEN (1956) bontotta fel vegetatív és generatív szakaszra. Vegetatív szakaszt a vetéstől a nővirágzásig, a generatív szakaszt a nővirágzástól a betakarításig határozza meg. Több szerző (ANDREJENKO és KUPERMAN, 1961; ALDRICH és LENG, 1972; MENYHÉRT, 1975) vizsgálta az egyes szakaszok stabilitását és variabilitását. Megállapították, hogy főként a vegetatív szakasz hosszában van jelentős eltérés az egyes hibridek között. HANWAY (1963) a nővirágzás előtti fejlődési szakaszokat a levelek száma alapján állapította meg. Az azt követő szakaszokat pedig a szemfejlődés alapján határozta meg, és a kukorica tenyészidejét 11 szakaszra osztotta. HALLAUER-RUSSEL (1961), HANVAY (1963) megállapították, hogy a nővirágzás és a szárazanyag-beépülés maximuma közötti idő aránylag konstans, felhasználható az érés dátumának meghatározásához.

A tenyésztési idő generatív szakaszát szerzőktől függően több szakaszra oszthatjuk. KIESSELBACH (1950) a generatív szakaszt öt részre bontja, a szakaszok végét a szárazanyag-beépülés százalékában határozza meg. JOHNSON és TANNER (1972) három részre, SZENGEL (1982 cit FÓTOS J-né 1983) négy részre osztja a szárazanyag-beépülés időszakát. Mindkét szerző a szárazanyag felhalmozódás intenzív szakaszát lineáris egyenlettel írja le.

DERIEUX (1975) a kukorica tenyészidejének generatív szakaszát három részre osztja:

1. virágzás— vízszűl maximum (35-42 nap)
2. vízszűl maximum — szárazszűl maximum (63-77 nap)
3. szárazanyag maximumot követő szakasz.

2.3. A kukorica szemtermésének szárazanyag-beépülés és a vízleadás dinamikája

BELLINI és FUSI 1961-ben megállapították -több hibridet vizsgálva- hogy a kukorica összes szárazanyagának 43-49 %-a a szemben található.

A szemtelítődés időszakában szignifikáns hatása van a hőmérsékletnek és a vízellátottságnak (KIESSELBACH 1950). A hőmérséklet és a szem növekedési sebessége között pozitív korreláció van (DUNCAN et al. 1965). RAGLAND et al. (1965) hasonló pozitív korrelációt állapított meg a hőmérséklet és a csőnövekedés között.

A szem a szárazanyag maximumát a fekete réteg kialakulásának elején éri el (CARTER és PONELEIT 1973) és a fiziológiai érés mutatója (DAYNARD és DUNCAN 1969). A fekete réteg a maghéj alatt a magalapnál képződik, mikor a kötőszövetek sejtjei elhalnak. Az elhalt sejtek az anyagáramlást gátolják, azonban DUFFUS és COCHRAN 1982-ben megállapította, hogy a fekete rétegen egyes anyagok áthatolhatnak.

Az alacsony hőmérséklet és kedvezőtlen asszimiláta ellátottság a fekete réteg korai kialakulását okozza (DAYNARD és DUNCAN 1969). A fiziológiai érés előtti fagykár miatt a szárazanyag-beépülés megáll, ami termés kiesést és minőségromlást okoz (JÓZSA 1981.). Ugyancsak alacsony szárazanyag maximumnál és magas víztartalomnál fejlődik ki a fekete réteg, ha magas hőmérséklet és kedvezőtlen szacharóz ellátottság alakul ki a szemtelítődés időszakában (AFUAKWA et al. 1984, HANFT et al. 1986).

A hőmérséklet és az asszimiláta-ellátottság a fiziológiai érés időpontját is meghatározza (DAYNARD és DUNCAN 1969, MÁTHÉNÉ 1989), a hűvös időjárás megnyújtja (WILSON et al. 1973, HALLAUER és RUSSEL 1961), a magas hőmérséklet pedig lerövidíti (TOLLENAAR és BRUULSEMA 1988). Nagyon magas hőmérséklet hatására csökken a szemtermés, a szárazanyag-beépülés kisebb sebessége és rövidebb időtartam miatt (BADU-APRAKU et al. 1983). Az alacsony hőmérséklet is kedvezőtlenül befolyásolja a szárazanyag növekedés dinamikáját, de az időtartam növekszik (BUNTING 1976), a szemtermés kisebb-nagyobb mértékben csökken (JONES et al. 1981).

Kedvezőtlen vízellátottság hatására csökken a szárazanyag-beépülés sebessége és időtartama (QUATTAR-et al. 1987 a,b).

A víz a kukoricaszem természetes alkotóeleme, melynek jelentős hatása van az élettani folyamatokra, a szem minőségére és a gazdaságosságra. A kukoricaszem víztartalma kombájnnal való betakarításhoz 23-24%-osan optimális, ugyanakkor a tárolás szempontjából jóval alacsonyabb víztartalom a kedvező (BOCZ 1992).

A szem víztartalmának alakulása két fontos szakaszra különíthető: az aktív fiziológiai folyamatok hatnak a szemtelítődés idején, míg a passzív száradási folyamatok a fiziológiai érés után (SCHMIDT és HALLAUER 1966). A hőmérséklet korrelatív kapcsolata a szem víztartalmával szignifikáns a 75-50% és az 50-30%-os szakaszokban, de a második szakaszban nem az egyedüli hatótényező. Az ezt követő szakaszban (30% víztartalom alatt) a hőmérsékleten kívül egyéb időjárási tényezőknek (relatív nedvességtartalom, telítési hiány) is fontos szerepük van. ALDRICH et. al (1975) szerint fiziológiai érés után az időjárás hatása nagyobb egyéb tényezőkénél. A szemfejlődés során a sejt élete folyamán az osztódás, megnyúlás, zárványképződés és nyugalmi szakaszokon megy át. Valamennyi hat a szem víztartalmára, mely előbb tömegében növekszik, majd csökken. A kukoricaszem érésének is fontos mutatója (HALLAUER és RUSSEL, 1962) a szem víztartalma. A szemtelítődés és a víztartalom csökkenése között (Growing Degree Day -re vetítve) pozitív direkt hatást mutattak ki (KANG et al, 1986). Különböző körülmények eltérő mértékben változtatják meg a genotípusok cső víztartalmának csökkenését, azaz a fajták stabilitása különböző (HALLAUER és RUSSEL 1961). A hibridek éréscsoportja szerint különbözött azok stabilitása (MAGARI et al. 1997), a környezeti tényezők közül a csapadék ill. GDD+ csapadék és a GDD+relatív páratartalom szerepe volt legnagyobb a genotípus és környezet kölcsönhatásában. A vízleadás dinamikája és időtartalma jelentősen függ a klimatikus tényezőktől. BLOC és GOUET (1974) szerint a hőmérséklet a legfontosabb befolyásoló tényező. A szemtömeg és a cső víztartalma között negatív összefüggést (-0,84) állapított meg (KANG et al.,1986), a fiziológiai érés után viszont a szemtömeg szerepe elhanyagolható ($r=0.04$).

A kukoricaszemen vizuálisan megfigyelhető jelek közül az ún. tejvonal kialakulása (kb 40% víztartalom) jobban összefügg a szem víztartalmával, mint a DAYNARD és DUNCAN (1969) által leírt ún. fekete réteg (AFUAKWA et al., 1984), melynek kialakulása a fiziológiai érés idejére tehető.

A kukoricaszem víztartalmának alakításában fontos szerepet játszik a szem kémiai összetétele, többek között a keményítő-, fehérje-, cukor- tartalom, fehérje és aminosav minőség (pl. o₂) (NASS és CRANE 1970a,b,c; MÁTHÉ et al. 1982).

A kukorica szemtelítődése a szem víztartalmának változásával párhuzamosan alakul. A fiziológiai érésig tartó aktív szakaszban fiziológiai tényezők dominálnak. A szemtelítődés és a víztartalom % (növekedési napra vetített) sebessége között path-analízissel pozitív direkt hatást mutattak ki (KANG et al. 1986), a gyorsabb szemtelítődés gyorsabb vízleadással párosult. Vízleadást befolyásoló tényező a szem típusa (DERIEUX, 1975; DERIEUX és BONHOMME 1982), a pericarpium vastagsága (PURDY és CRANE 1967), csuhélevelek száma, minősége (CRANE et al. 1959.). NEMÉNYI (1983) összefüggést állapított meg a hibridek vízleadóképessége és a kukoricaszemek pericarpium szerkezete, valamint kémiai összetétele között. HELM és ZUBER (1969) vizsgálataiban szintén a pericarpium központi szerepét emeli ki a vízkiáramlásban.

A beszáradás időszakát vizsgálva (fekete réteg kialakulásától a betakarításig) SCHMIDT és HALLAUER (1966) megállapította, hogy a napi szemnedvesség csökkenés évjárat függő. HICKS et al (1976) a vízleadás dinamikáját vizsgálva, a hibridspecifitást nem tudták igazolni statisztikai módszerekkel. Ezzel szemben PURDY és CRANE (1967), SUTTON és STUCKER (1974), illetve HALLAUER és RUSSEL (1962) jelentős különbséget figyelt meg az egyes vonalak, hibridek között.

EL-SAID et al. (1975) aszályos évjáratban végeztek kukoricaállományban nedvességvizsgálatokat. Megállapították, hogy vízstressz következtében csökken az összes és a szabad víz százaléka, nő a sejtnedv koncentrációja. A vízhiánnyal egyidőben az élettani folyamatokban zavar keletkezik.

A termesztéstechnológiai beavatkozások többségéről (tőszám, műtrágyázás) elmondható, hogy optimális szintjük nemcsak a termést növeli, hanem a szem víztartalmát is csökkenti (KISING 1962, NAGY és ZEKE 1981). A kukorica megfelelő tápanyag-ellátottsága nemcsak a termést növeli, hanem javítja a növény vízhasznosítását is (KOVÁCS 1982., NAGY 1996, 1998, NÉMETH és BÚZÁS 1991). GAGRO (1974) a N trágyázás hatását vizsgálta a kukoricaszemek víztartalmára, megállapította, hogy a műtrágyázás nélküli és a 200 kg/ha N hatóanyag kezelésben volt a legnagyobb a szemnedvesség. N tartalmú műtrágyák hatását vizsgálva GOTLIN és PUCORIC (1977) megállapította, hogy a műtrágyaadagok növelésével a szemnedvesség tartalom csökken. Öt hibridet vizsgálva, kimutatta, hogy műtrágyázás hatására növekszik a termés és a nyersfehérje-tartalom, a kukoricaszemek nedvességtartalma pedig csökken. Az öntözés különösen alacsony tápanyag-ellátottság esetén jelentősen növelte több hibrid szemnedvességét (NAGY és ZEKE 1982).

2.4. A tápanyag-akkumuláció és a termés kapcsolata

A szántóföldi növénytermesztés célja, hogy elegendő mennyiségben és megfelelő minőségben növényi termékeket állítson elő. A megtermelt szerves anyag nagyságát és összetételét a tenyészidőben a fotoszintézis során megtermelt asszimiláták mennyisége határozza meg.

Szabadföldi trágyázási kísérletben csernozjom jellegű homoktalajon eltérő P- és K-ellátottság mellett LÁSZTITY et al. (1985) megállapították, hogy a kukorica szárazanyag-gyarapodása a tenyészidőszakban folyamatos és maximumát a teljes érés időszakában érte el. A szárazanyag-gyarapodás ütemének maximumát a virágzást követően mérték, amikor a növény 2-3 hét alatt a teljes mennyiség mintegy 30-35 %-át halmozta fel. Az összes mennyiség felét a növény a generatív időszakban építette be a szervezetébe. A vetéstől a 8-10 leveles állapot (40-50 cm-es magasság) eléréséig eltelt idő döntő a kukoricacső kialakulására és a termés nagyságára. DEBRECZENI B.-NÉ (1985) megállapította, hogy a kukorica szárazanyag-tömegének gyarapodása halmozott értékben, a fotoszintetizáló szervek kialakulását követően, meredeken ível fölfelé. Szárazanyag-termelésének csúcsát augusztus elején éri el. LÁSZTITY et al. (1985) vizsgálataikban az érést követően a szárazanyag több mint fele a szemtermésben volt megtalálható. A csutka és a szemek szárazanyag-gyarapodását HERTEL és RIKANOVÁ (1984) szerint elsődlegesen az időjárási tényezők befolyásolták jelentős mértékben. Ezzel ellentétben RYSAVÁ és JAVOREK (1985) a hibridek genotípusát tartják a legfontosabb meghatározó tényezőnek. RYSAVÁ (1989) az érés során a szem és csuhélevelek, illetve a csutka és a szem szárazanyag-gyarapodása között lineáris összefüggést figyelt meg.

BÉLA és BERZE (1982) megbízható kapcsolatot találtak a talaj hasznosítható vízkészletének különböző szintjein mért evapotranszpiráció és a föld feletti szárazanyag-termés között. HUNKÁR (1987) a növényi produkció alakulását elemezve megállapította, hogy az átlagosnál nagyobb nedvességellátottság kedvezően hat a produkció mennyiségére általában hosszabb növekedési időszakot eredményezve, még akkor is ha a hőellátottság alacsonyabb. A meleg, száraz időszak azonban kényszerfejlődést eredményez, ami kevesebb produkcióval jár. NE SMITH és RITCHIE (1992) megfigyelték, hogy vízhiány esetén magtelítődéskor a biomassza felhalmozódása, a szemtelítődés mértéke és időtartama csökken, a szemek száma és súlya kisebb, a termés nagysága csökken.

BERZSENYI (1989) vizsgálta a növényszám hatását a levélfelületi-index (LAI) szezonizációjára. Megállapította, hogy a növekvő egyedszám hatására a növényenkénti maximális levélfelület csökkent, a LAI maximális értékei viszont lineárisan emelkedtek. A növényszám 20×10^3 és 120×10^3 db $\times$ ha⁻¹ intervallumban való növelése jelentősen csökkentette a növényenkénti szárazanyag-termelést és a növekedés dinamikáját. Csökkent a különböző növényi részek abszolút mennyisége, a szemtermésen kívüli részek aránya 49.2 %-ról 59.1 %-ra növekedett, és a harvest index (HI) pedig közel 10 %-kal csökkent (BERZSENYI, 1990). PETR et al. (1985) megállapítják, hogy a növényenkénti levélszám a hibridek tenyészidejének hosszával szoros korrelációban van. A kései hibrideknek nagyobb levélfelületük van mint a koraiaknak. Utóbbiak esetében a kisebb levélfelület nagyobb töszámmal kapcsolható, így mindkét csoportban a LAI értéke közel azonos lehet.

BERZSENYI (1994) 1981 és 1992 között regresszió-analízissel vizsgálta a növényszám és az évjárat hatását. A szemtermés növény számtól függő változását a másodfokú függvénnyel jellemezte. Igen szoros lineáris összefüggést ($\log y = a+bx$) igazol az egyedi szemtermés termelés logaritmus és a növény szám között.

HUQ (1983) a kísérletei során maximális szárazanyag-hozamot 200 kg N, 225 kg P és 150 kg K/ha dózisok mellett tapasztalta. A szem N-tartalma 150 kg/ha-nál volt a legnagyobb konstans P- és K-szinteken. GEISLER (1985) a kukoricát különböző N-koncentrációk mellett vizsgálva azt tapasztalta, hogy az össz-szárazanyag, a hajtások szárazanyag-mennyisége és a gyökerek szárazanyag-tömege gyarapodott. SÁRVÁRI (1995) eltérő évjáratokban vizsgálva a kukoricát, a maximális termést 1991-ben 120-140 kg, 1992-93-ban 60-120 kg, 1994-ben 30-120 kg N hatóanyaggal érte el hektáronként. Ez az összefüggés azt bizonyítja, hogy a termést a N hordozza, érvényesülését viszont a vízellátottság határozza meg. PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ et al. (1995) a legnagyobb termést mind a vizsgált hibridek átlagában, mind éréscsoportonként, monokultúrában, réti öntéstalajon 200 kg/ha N műtrágyaszintnél érték el. A legnagyobb termésnövekedés a trágyázatlan kontrollhoz képest a FAO 500 éréscsoportban volt 45%, míg a legkisebb a FAO 400-asban 30%. A FAO 400-as éréscsoport hibridjei mind a trágyázatlan kontrollhoz, mind a különböző N szinteken alacsonyabb termést produkáltak, mint a FAO 200-300-as éréscsoport hibridjei, ez elsősorban az ott szereplő hibridek aszályérzékenységével magyarázható. BERZSENYI (1988) a N-műtrágya szinteknek a

kukorica növekedésére gyakorolt hatását a növekedés-analízis következő mutatóival jellemezte: növekedés sebessége (CGR), levélterület index (LAI), levélterület tartóssága (LAD), biomassa tartóssága (BMD), és harvest index (HI). A különböző N-műtrágyaszintek jelentősen befolyásolták a szárazanyag-felhalmozódás dinamikáját. A hosszú ideig tartó lineáris növekedési szakasz és a gyors növekedési sebesség kombinációja csak a nem limitált N-ellátottságnál alakult ki. BERZSENYI (1993) megállapította, hogy csapadékos évben a kukorica szemtermése a N-kezeléstől függően 1.13-2.28 t/ha-ral volt nagyobb, mint a száraz évben. A meddő növények aránya, a csövenkénti szemszám és az ezerszemtömeg egyaránt hozzájárult a kukorica termésesökkenéséhez a N-hiányos kezelésekben, illetve a kedvezőtlen évjáratokban. A háromtényezős varianciaanalízis mindhárom tényező (év, N-műtrágya és hibrid) szignifikáns hatását igazolta.

GAGRO (1974), LÁSZTITY (1975), RENDIG és JIMENEZ (1978) és RUSELLE et al. (1987) megállapították, hogy a N-műtrágyázás jelentősen növeli a szem N-tartalmát, még olyan esetben is, amikor már termésdepresszió lép fel. KÁDÁR (1987) rámutat, hogy a kukorica N-trágyaigényének megállapításában ma még kevésbé támaszkodhatunk a talaj- és növényvizsgálatokra. A 0-60 cm-es réteg ásványi N-tartalmának figyelembe vételével korrigálható a vetés előtt tervezett műtrágyaszükséglet. BENNETT et al. (1988) megállapították, hogy a talaj nitrogén-hiánya szignifikánsan csökkentette a levelek méretét. A víz- és nitrogénhiány mérsékelte a biomassa felhalmozódását és a szemtermését. Nagy vízhiánynál a nitrogénnek a biomasszára gyakorolt kedvező hatása elmaradt.

A N-trágyázás a P és K kivételével minden vizsgált makro- és mikroelem tartalmának növekedéséhez vezetett. A bőséges N-trágyázással tehát jobban hasznosítható, illetve mozgósítható a talaj tápelemkészlete, amely végső soron a talaj gyorsabb elszegényedését vonhatja maga után megfelelő trágyázás nélkül (KÁDÁR, 1987-88). GEISLER (1985) pozitív korrelációt mutatott ki a gyökérfelület nagysága és a nitrogénfelvétel között. EPPENDORFER et al. (1985) kísérleteik alapján a N és a legtöbb aminosav koncentrációja között negatív korrelációt tapasztaltak.

LATKOVICS GY.-NÉ (1975) és BOCZ (1976) megállapításai szerint a foszfor-műtrágyázás növeli a kukorica foszfor-tartalmát. KÁDÁR és PUSZTAI (1982) szerint a P-trágyázás hatására a N-tartalom is növekedett, ugyanakkor csökkent a Ca- és Zn-koncentrációja. A Mg-, Fe-, Mn-, Cu-tartalmak változása eltérő tendenciát mutatott.

MITTAL et al. (1983) pozitív szignifikáns kapcsolatot tapasztaltak a talaj P-tartalma és a P-felvétel között. GYŐRI és MÁTZ (1979) és KÁDÁR és SHALABY (1986) cikkükben közlik, hogy növekvő P-dózisok hatására csökken a növényi részek és a szem Zn- és triptofán-tartalma. GYŐRI et al. (1990) megállapította, hogy az optimális szemtermés a 174 kg/ha ténylegesen kiadott dózisonál van.

A nitrogén túltrágyázás elkerülhető, ugyanakkor elősegíti a talaj termékenységének fenntartását.

Mind a gyenge, mind a túlzott P-ellátottság gátolja a kukorica termését. KÁDÁR (1987) véleménye szerint a P-ral jól ellátott területeken megelégedhetünk a termésekkel felvett foszfor mennyiségének pótlásával, fenntartó trágyázást folytatva. Homok és réti talajon a szuperfoszfát és a foszforsav idézte elő a legnagyobb foszfortartalom-növekedést a kukoricalevélben a NK-os kontrollhoz viszonyítva (TATÁR és TATÁR L.-NÉ, 1981). KRAUS et al. (1987) klímaházi kísérlet alapján azt tapasztalták, hogy kezdetben magas a foszforkoncentráció a gyökerekben, majd amikor megkezdődött a generatív fázis a foszfor áthelyeződött a hajtásokba és a termésbe. Megállapították, hogy a fejlődés kezdeti stádiumában a foszfor jelentékeny része a gyökerekben halmozódott fel.

KÁDÁR (1987-88) szerint a P- és a K-trágyázás csak a P-, illetve K-tartalmat növelte a kukoricában, míg a többi vizsgált makro- és mikroelem koncentrációját csökkentette. KOZÁK (1977) megállapítja, hogy a K-műtrágyázással elsősorban a kukoricaszár K-tartalma növekedett. Tapasztalatai szerint a búza-kukorica forgóban a növényekkel kivont K-mennyiséget nagyobb mértékben növelte, mint a terméseredményeket.

CSATHÓ et al. (1989) az évi 150-200 kg/ha N-t, 100 kg/ha K₂O és 50 kg/ha P₂O₅-t tartalmazó műtrágyakezelések hatására kapták a maximális hozamokat, 8-12 t/ha szemterméseket. KÁDÁR et al. (1981) a talajok javuló nitrogén-, foszfor- és kálium-ellátottsága mellett egyre inkább minimumba került a növények Zn- és részben Ca-ellátása, ezért javasolható a vizsgált talajokon Zn- és részben Cu-trágyázás elvégzése. CSATHÓ et al. (1989) vizsgálatai szerint a 150-200 mg/kg-nál nagyobb AL-P₂O₅-tartalmú parcellákon 12 mg/kg alá csökkent a virágzáskori Zn-tartalom és P/Zn-aránya 250 fölé emelkedett. KÁDÁR (1987-88) vizsgálta az NPK-trágyázás és a meszezés hatását a 6 leveles kukorica tápelemtartalmára és NPK-forgalmára. A meszezés érdemben nem befolyásolta a kukorica N- és P-felvételét, illetve az NP-trágyahatások irányát. A növényi K-koncentráció viszont a meszezett talajon bizonyult alacsonyabbnak. Itt megnöttek a K-hatások és nőtt a K-

trágyázás iránti igény. LÁSZTITY et al. (1985) csernozjom jellegű homoktalajon elvégzett szabadföldi trágyázási kísérlet alapján a következő megállapításokat tették: A kukorica N-, P-,K-,Ca-,Mg-,Fe-,Mn-, Zn- és Cu-felvétele a tenyészidő végéig tartott, és a maximumot a teljes érés szakaszában betakarításkor mérték. A tápelemfelvételben a felhalmozás intenzív szakasza a makroelemeknél a virágzás fenofázisát megelőzi, a mikroelemeknél azt követi. A makroelem-felvétel a fejlődés korai szakaszában meghaladta a mikroelem-felvételt. Ez utóbbi a tenyészidőszak folyamán sokkal egyenletesebb volt. A fajlagos tápelemtartalomban a PK-műtrágyázás a P,K,Fe,Mn és Cu esetében 20-100 %-os növekedést eredményezett, a többi elemet (N, Ca, Mg és Zn) viszont gyakorlatilag nem befolyásolta.

KÁDÁR (1987-88) megállapítják, hogy az intenzív NPK-műtrágyázás gyakorlata nyomán a fő tápelemekkel való ellátottság általában jó, esetenként magas vagy kóros. Az esetleges mikroelemhiány kialakulásában gyakran nem a talaj abszolút elemhiánya, hanem a tápelemfelvétel körülményei (szárazság, túl bő csapadék, antagonizmusok stb.) a meghatározóak.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A szántóföldi kísérlet beállítása és a talaj tulajdonságai

A mintavétel két termőhelyen -a kukoricatermesztés meghatározó területein- Debrecenben és Szegeden történt.

Debrecen

A háromtényezős (műtrágyázás, öntözés, genotípus) kísérletet a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum a nádudvari KITE-vel együttműködve 1978-ban indította el a DE Látóképi Kísérleti Telepén (3. ábra). A kutatómunkát 1991-től az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta. Ennek keretében évente 10 kukoricaibrid termőképességét, természetes tápanyag-hasznosító képességét és trágyareakcióját vizsgálták. A kísérlet négy ismétléses, osztott parcellás (split-plot) elrendezésű, a főparcella (120 m²) a trágyakezelés, az alparcellák (15 m²) a kukoricaibridek. A destruktív mintavételekhez azonos méretű parcellákat alakítottunk ki.

A Kísérleti Telep a Hajdúsági Lössháton található, talaja löszön kialakult, mély humuszos rétegű alföldi mészlepedékes csernozjom. Fizikai talajfélesége középkötött vályog. A talajvíz 5-8 méter mélyen helyezkedik el. A kísérleti terület talajának fontosabb fizikai és kémiai jellemzőit a 2. és a 3. táblázatban foglaltuk össze (RÁTHONYI 1999.).

A tartamkísérletben feltárt talajszelvény leírása:

A_{SZ} szint: 0-25 cm, barnásfekete színű, laza, morzsás szerkezetű vályog, nyirkos, növényi maradványokat tartalmaz.

A₁ szint: 25-50 cm, barnásfekete, tömődött, morzsás szerkezetű vályog, nedves, szénsavas meszet nem tartalmaz, sósavval nem pezseg, egyenletesen humuszos, gilisztajáratokkal tarkított, átmenet a következő szintbe fokozatos.

B szint: 50-60 cm, barnásfekete, gyengén tömődött, morzsás szerkezetű vályog, nedves, humusztartalom a mélységgel fokozatosan csökken. Szénsavas mész a szint alján jelenik meg a szerkezeti elemek felületén szürke lepedék formájában, sósavval gyengén pezseg. Gilisztajáratokkal tarkított.

3. ábra A háromtényezős kísérlet elhelyezkedése a kísérleti térben



4. ábra A háromtényezős kísérlet elrendezése



BC szint: 60-90 cm, sárgásbarna, gyengén tömődött, nedves, szénsavas meszet tartalmaz, sósavval erősen pezseg, mészsók és mészkonkréciók is találhatóak, krotovinákkal, gilisztajáratokkal tarkított.

C szint: 90 cm-: színe sárga, sárgásbarna lösz, gyengén tömődött, agyagos vályog, nedves, sósavval erősen pezseg, mészkonkréciókat tartalmaz, krotovinákkal tarkított.

A talaj össznitrogén-tartalma 0,15%, ami közepes ellátottsági szintnek felel meg. A művelt réteg AL-oldható P_2O_5 tartalma a területen jelentős heterogenitást mutat, a 0-20 cm-es talajréteg átlagértéke (133 ppm) alapján közepesen ellátott, AL-oldható K_2O tartalma (240 ppm) alapján jó ellátottsági szintbe sorolható.

2. táblázat A kísérleti terület talajának fontosabb fizikai tulajdonságai

mélység cm	leiszapol- ható rész Li%	Arany-féle kötöttségi szám K_A	higrosz- kóposság hy	térfogat- tömeg g/cm^3	pórus- térfogat P%	minimális vízkapacitás $VK_{mint\%}$	holtvíz $HV_{tf\%}$
0-20	56,8	42	2,25	1,41	46,7	33,7	12,69
20-40	58,6	43	2,25	1,43	46	31,1	12,87
40-60	57,1	43	2,13	1,31	50,5	29,1	11,16
60-80	57,5	44	2,51	1,29	51,3	28,6	12,51
80-100	58,6	48	2,07	1,30	50,9	29,1	10,76
100-120	54,1	47	2,18	1,24	53,3	27,4	10,81
120-140	55,3	46	1,91	1,24	53,3	27,8	9,47

3. táblázat A kísérleti terület talajának fontosabb kémiai tulajdonságai

mélység cm	Kémhatás		$CaCO_3$ %	humusz %	Össz.N %	AL-oldható	
	H_2O	KCl				P_2O_5	K_2O
						ppm	
0-20	7,3	5,6	0	2,72	0,150	133,4	240
20-40	7,2	5,4	0	2,31	0,120	48,0	173,6
40-60	7,2	5,8	0	1,68	0,100	40,4	123,0
60-80	8,0	7,2	1,1	1,02	0,086	32,4	96,5
80-100	8,4	7,5	11,64	0,81	0,083	39,8	93,6
100-120	8,4	7,5	10,63	-		40,6	86,1
120-140	8,4	7,5	7,5	-		31,6	78,0

Szeged

A kukorica hibridek éresbiológiáját vizsgáló kísérletet a nádudvari KITE RT., a szegedi Gabonakutató Intézettel (GKI) együttműködve indította el, Szegeden. Évente mintegy 12-20, köztermesztésben vezető hibridet vizsgálnak három ismételtsben. Egy parcellában 50 db növény van, 70 x 24 cm kötésben, hektáronként 59500 tőszámmal.

A GKI ságvári telepe a Dél-Tisza völgy kistájon helyezkedik el. A talaj típusa szolonyeces, erősen meszes réti csernozjom, szerkezete vályog, illetve homokos vályog. A szelvény B-szintjében jelentkező sófelhalmozódáson kívül a B-szint kicserélhető nátriumtartalma meghaladja az S-érték 5 %-át. A pH 8-8,4, a tápanyagellátottság nitrogénből közepes, P₂O₅ és K₂O pedig jó. A talajvíz erősen nátriumsós, 1.5-3 m mélyen helyezkedik el. A talaj vízáteresztése jó, víztartó képessége megfelelő, a magas vízállású időszakokban túlnedvesedésre hajlamos.

3.2. Időjárási adatok és a klimatikus paraméterek számítása

A napi lehullt csapadékmennyiséget helyi méréssel határoztuk meg, a napi sugárzási és hőmérsékleti adatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrometeorológiai Obszervatórium és az Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest bocsátotta rendelkezésünkre. Az agrometeorológiai paraméterek közül vizsgáltuk a tenyészidőszakban lehullt csapadékot, a vegetatív és a generatív szakaszban az effektív hőösszegek alakulását, illetve a potenciális evaporációt és a vízellátottságot.

A hasznos hőösszeg számítása

A napi hasznos hőösszeget RITCHIE et al. (1994) algoritmusával határoztam meg.

A hasznos hőösszeg általános képlete a következő:

$$t_d = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_a - T_b)$$

ahol $\bar{T}_a$ = a napi átlagⁱ⁼¹ levegő hőmérséklet; $T_a = (t_{\min} + t_{\max})/2$

T_b = bázis hőmérséklet; $T_b = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A képlet hibája, hogy a hőmérséklet napi eloszlása nem szimmetrikus, ezért a napi minimum és maximumból számított átlaghőmérséklet és a tényleges átlag között jelentős eltérések lehetnek.

Az alkalmazott algoritmus segítségével kiküszöbölhető az előbb említett hiba, mert a nap 24 óráját nyolc, három órás időtartamra bontja fel. Az időtartamok együtthatóinak kiszámítása harmadfokú függvény segítségével történik:

$$\text{tmfac}(i) = 0.931 + 0.114 * i - 0.0703 * i^2 + 0.0053 * i^3$$

$$i=1 \dots 8$$

A j-edik időtartam átlaghőmérséklete:

$$ttmp = tmin + tmfac(j) * (tmax - tmin)$$

Attól függően, hogy milyen magas az aktuális három órás időtartam értéke az egyenlet módosul:

- ha a maximum hőmérséklet a bázis hőmérséklet alatt van, a hasznos hőösszeg nulla

$$tmax < tbase$$

$$dt = 0$$

- ha a számított időtartam hőmérséklete az optimális tartományon belül van, egy nyolcad súllyal növeli a napi hasznos hőösszeget

$$ttmp > tbase \text{ és } ttmp \leq 34$$

$$dt = dt + (ttmp - tbase) / 8$$

- ha a három órás időtartam hőmérséklete 34 és 44 fok közé esik, csökkenti a hasznos hőösszeget egy 0,1-1,0 terjedő korrekciós együtthatóval.

$$ttmp > 34 \text{ és } ttmp < 44$$

$$dt = dt + (34 - tbase) * (1 - (ttmp - 34) / 10) / 8$$

ahol	dt	=	hasznos hőösszeg (°Cnap)
	tbase	=	bázishőmérséklet(°C)
	ttmp	=	a j-edik időtartam számított hőmérséklete (°C)
	tmax	=	napi maximum hőmérséklet (°C)
	tmin	=	napi minimum hőmérséklet (°C)

A potenciális evaporáció és a vízellátottság számítása

A potenciális evaporációt SZÁSZ (1988) módszere alapján számítottuk ki:

$$PE = \Xi * [0.0054(T+21)^2(1-R)^{2/3} \otimes (<)]$$

ahol	Ξ	=	oázishatás tényezője
	T	=	napi középhőmérséklet (°C)
	R	=	telítési hányad
	$\otimes (<)$	=	szélsebesség függvénye (m/s)

Az egyes évjáratok klimatikus viszonyainak jellemzésére kiszámítottuk dekádonként, a vízellátottsági indexeket (SZÁSZ, 1988):

$$VE = CS + 10/PE$$

ahol	CS	=	napi csapadék (mm)
	PE	=	potenciális evaporáció (mm)

3.3. Időjárási adatok értékelése termőhelyenként

Debrecen

1994-ben 380 mm csapadék hullott, amiből a tenyészidőszakra 151 mm jutott (5.ábra). Az elővetemény lekerülésétől a vetésig terjedő időszakban a lehullott csapadék 314 mm volt. Ebben az időszakban csapadékelátás optimális volt a sokéves átlaghoz képest (288 mm). Az egyedfejlődésben kritikus időszaknak számító július-augusztus hónapokban mindösszesen 46 mm csapadék esett (4. táblázat).

1994-ben az évi átlagos középhőmérséklet $11,0^{\circ}\text{C}$ volt, ami $1,0^{\circ}\text{C}$ -al tért el az 50 éves átlagtól. A júliusi átlag ($21,6^{\circ}\text{C}$) a sokéves átlagnak ($21,2^{\circ}\text{C}$) megfelelően alakult, míg az augusztusi ($21,6^{\circ}\text{C}$) magasabb volt annál ($20,3^{\circ}\text{C}$). A havi átlaghőmérséklet az év során a fentebb említett két hónapban érte el a legmagasabb értéket. A tenyészidőszakban (április vége-szeptember vége) az átlaghőmérséklet ($22,5^{\circ}\text{C}$) ami az 50 éves átlaghoz ($19,3^{\circ}\text{C}$) képest magas volt. A 30°C fölötti napok száma júliusban 18, augusztusban 11 volt.

A napfényes órák száma a tenyészidőszakban 1366 órát ért el. Az 50 éves átlaghoz (1262 óra) képest ekkor mintegy 104 órával hosszabb ideig sütött a nap.

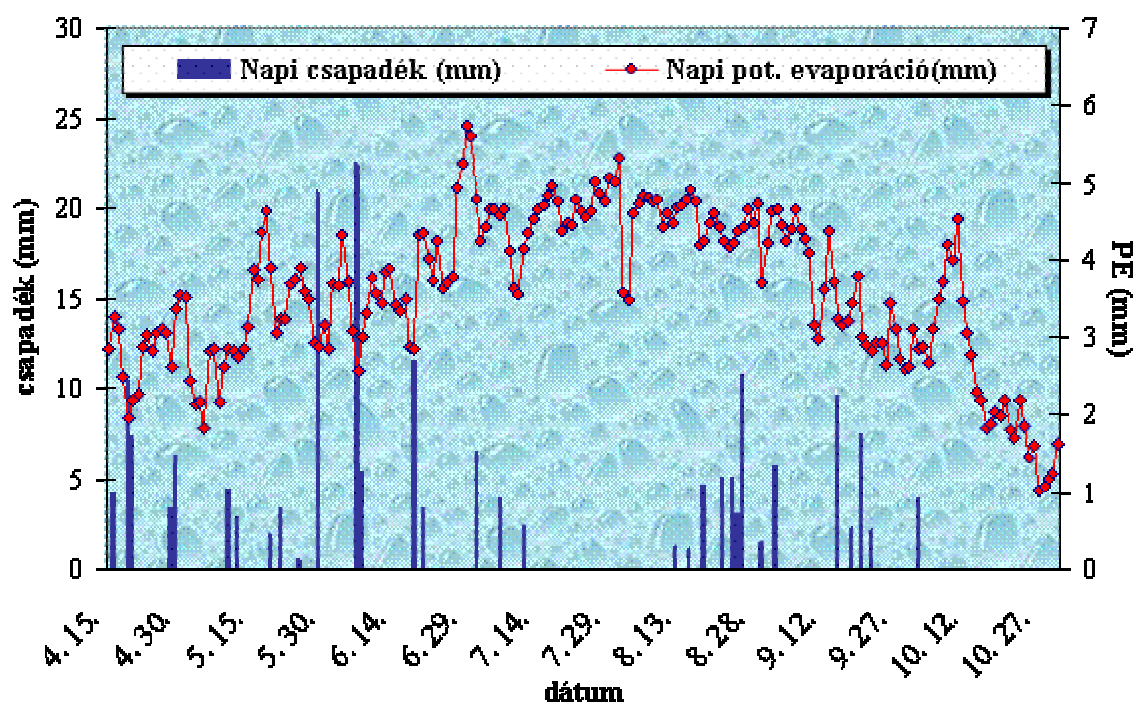
1995-ben 495 mm csapadék hullott ami 88 mm-rel kevesebb volt az 50 éves átlagnál. Az elővetemény területéről való lekerülésétől a kukorica vetéséig eltelt időszakban 189 mm csapadék esett, amely 99 mm-rel kevesebb volt, mint a sok éves átlag (288 mm). A tenyészidőszak során (április vége-október vége) 235,3 mm csapadék hullott. Ez a mennyiség eltérés az optimális szinttől, a sok éves átlagnál (337 mm) 101,7 mm-rel kevesebb volt (6. ábra).

A kritikus időszakban, júliusban 3,3 mm, augusztusban 97,2 mm hullott. A két hónap csapadékösszege 100,5 mm, amely az 50 éves átlag alapján (121 mm) 20,5 mm eltérést mutatott. A kísérleti viszonyokat értékelve megállapítható, hogy az éves átlagos középhőmérséklet megegyezett a sok éves átlag középhőmérsékletével. A tenyészidőszakra megállapított középhőmérséklet $17,4^{\circ}\text{C}$, amely megegyezik az előző és a sok éves átlag ($17,2^{\circ}\text{C}$) értékével.

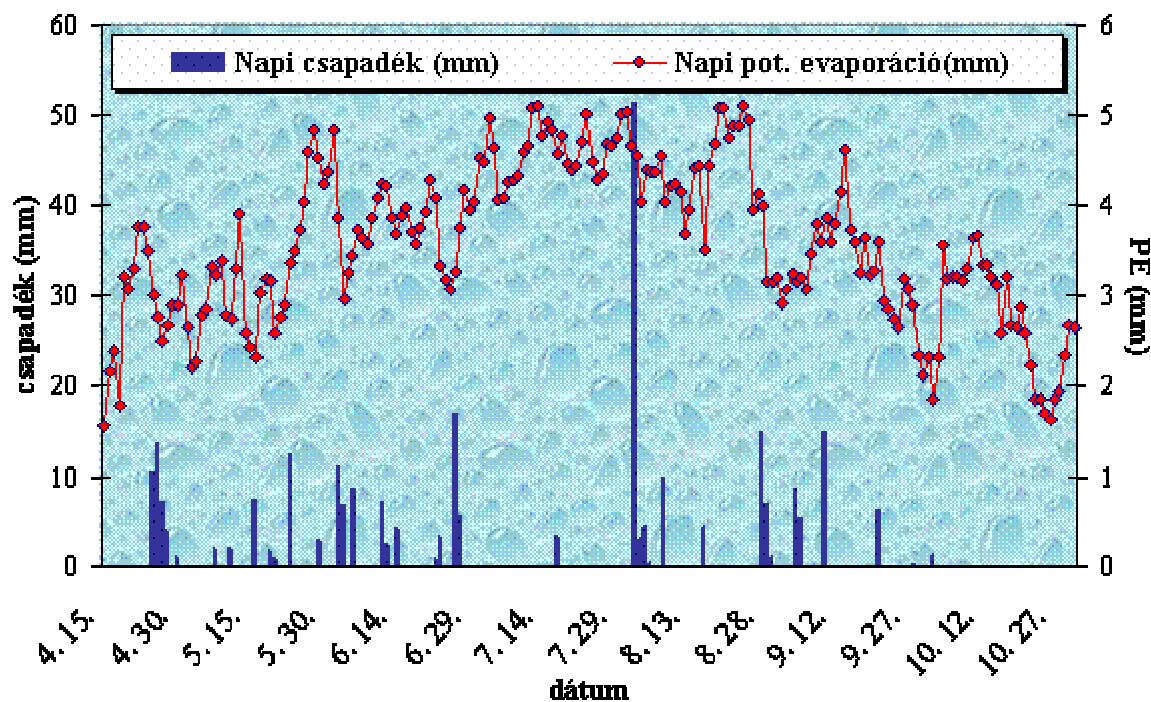
4. táblázat **Debrecen** klimatikus adatai (1994-1999)

Dekád	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)
	1994		1995		1996		1997		1998		1999	
IV.3.	14.1	22.2	14.8	3.2	16.8	20.5	8.1	12.5	11.9	28.5	11.5	26.8
V.1.	11.4	9.8	13.5	36.4	18.0	2.2	11.9	16	13.0	45.2	13.9	41.2
V.2.	17.1	4.5	13.7	2	18.9	31.6	18.5	7	13.9	64.5	13.3	4.6
V.3.	16.2	5	19.1	12.1	15.3	32.7	22.9	1	15.9	12.5	14.4	13.2
VI.1.	16.9	25	18.3	15.3	21.7	20.8	15.1	42.3	16.3	8.8	17.8	36
VI.2.	17.5	28	19.2	26.6	19.9	0	18.5	36.5	22.3	28.2	20.8	10.5
VI.3.	22.0	15.1	18.2	13.9	18.3	6	22.3	27.5	16.8	32.7	21.8	79.6
VII.1.	21.4	0	21.9	26.8	20.3	7.2	21.4	9.5	21.4	17.6	18.2	27.5
VII.2.	22.7	10.6	23.5	0	18.3	11.1	19.4	17.5	18.0	57.1	23.9	6
VII.3.	23.8	2.5	23.1	3.3	19.1	4	16.7	11	19.6	17.6	21.3	70.3
VIII.1.	22.1	0	21.5	0	20.7	2.7	17.9	11.5	24.0	13.5	21.9	6.2
VIII.2.	22.7	0	21.4	69.5	20.4	12.3	22.0	78	23.1	13	21.9	5.1
VIII.3.	21.5	7.2	20.6	4.5	21.1	61.2	22.7	0	21.7	0	20.1	7
IX.1.	21.3	25.7	16.2	23.2	16.7	18.2	21.5	15.5	16.2	26.2	17.8	7
IX.2.	16.9	5.8	18.1	29	12.9	139.2	21.3	3	16.6	50.9	18.2	15.8
IX.3.	13.6	19.4	13.3	0	13.6	26.1	16.8	8.5	14.4	32.6	19.1	0
X.1.	16.8	2.2	14.0	6.8	14.6	26.2	13.6	1	15.5	6.5	19.2	26.1
Összesen		187		273.9		451.5		317		498		397.2

5. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1994.)



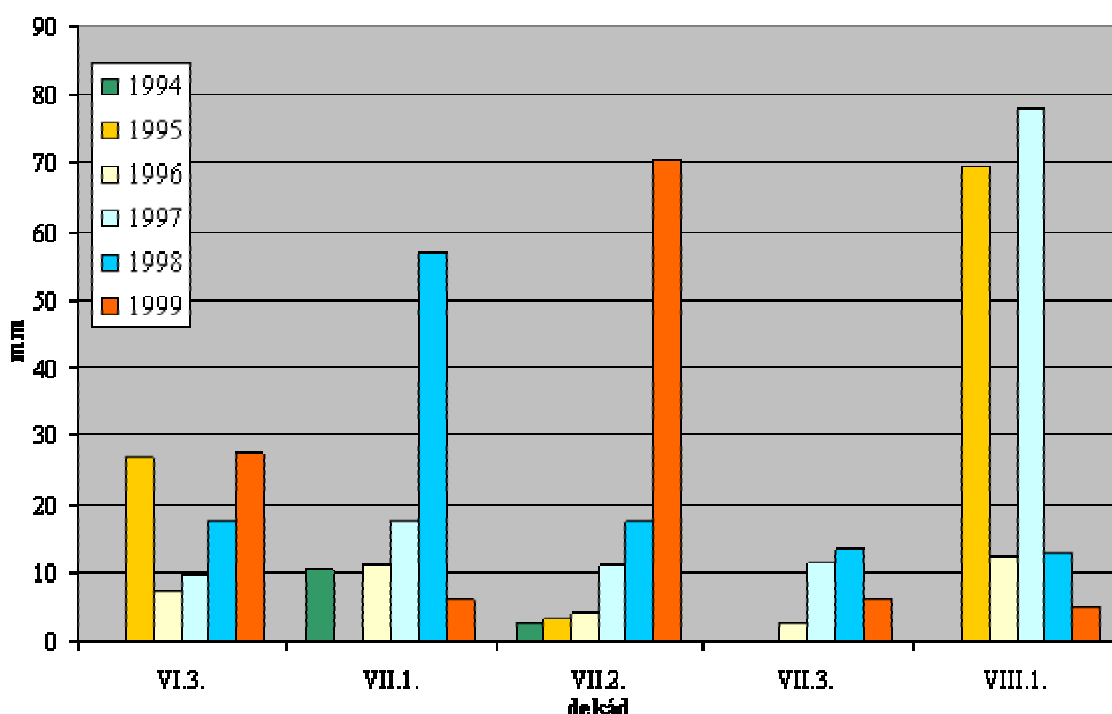
6. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1995.)



A kritikus időszakban július és augusztus átlaghőmérséklete 23.2 °C és 20.6 °C volt, az augusztusi megközelíti, a júliusi fölötte van a sok éves átlag értékének. A 30 °C fölötti napok száma júliusban 18, augusztusban 11 volt.

1996-ban szeptember végéig 475 mm csapadék hullott, ami 37 mm-rel több volt az 50 éves átlagnál. Az elővetemény területéről való lekerülésétől a kukorica vetéséig eltelt időszakban 189 mm csapadék esett, amely 99 mm-rel kevesebb volt, mint a sok éves átlag (288 mm). A tenyészidőszak során (április vége-szeptember vége) 400 mm csapadék hullott. Ez a mennyiség meghaladja a sok éves átlagot (295 mm) 105 mm-rel (7. ábra).

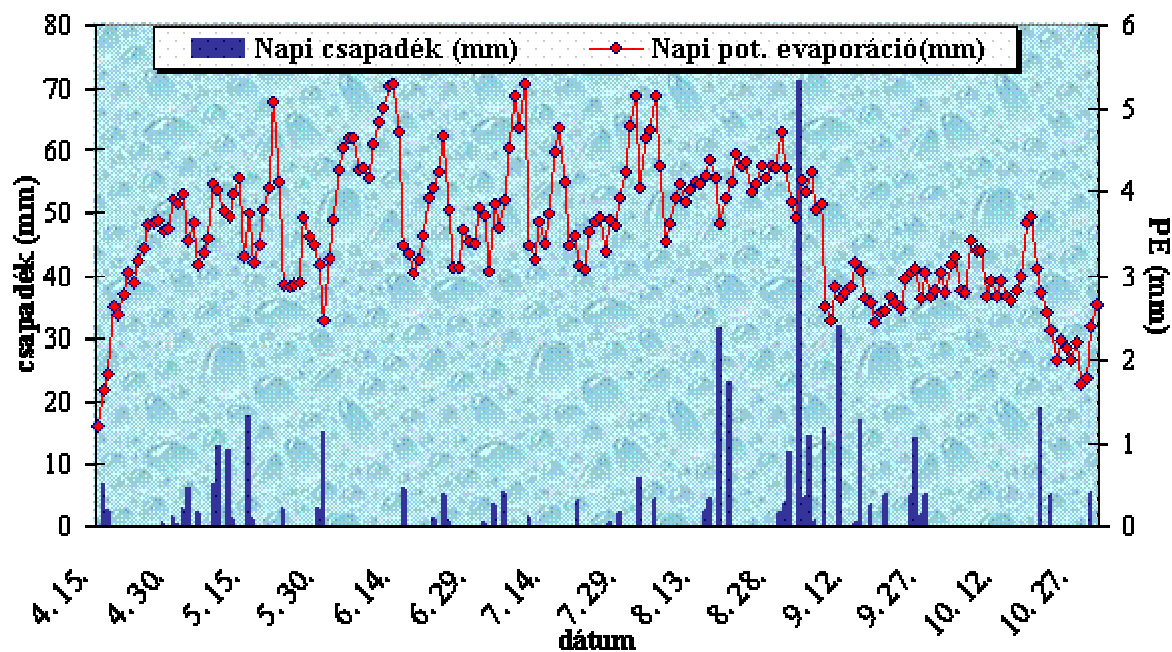
7. ábra **Csapadékelátottság a virágzás időszakában** (Debrecen, 1994-1999.)



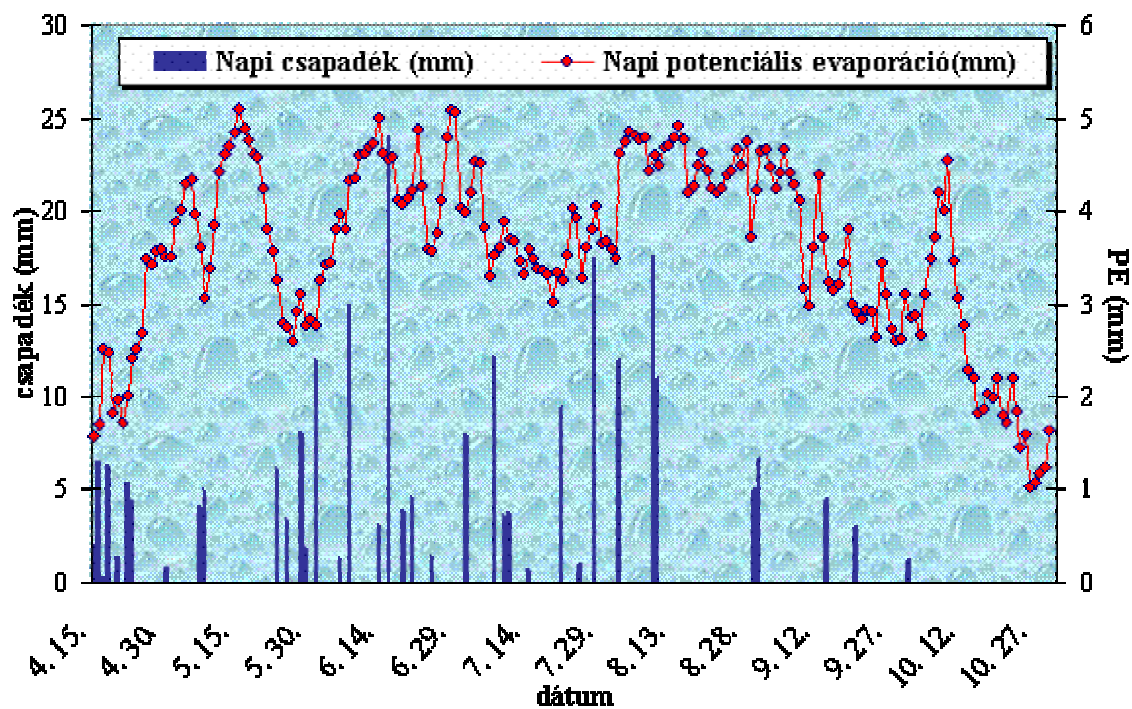
A kritikus időszakban júliusban 25 mm, augusztusban 84 mm hullott. A két hónap csapadékösszege 109 mm, amely az 50 éves átlag alapján (121 mm) mindössze 12 mm-rel kevesebb (8. ábra). A tenyészidőszakra megállapított középhőmérséklet 17.9 °C, amely megegyezik az előző és a sok éves átlag (17.2 °C) értékével. A kritikus időszakban július és augusztus átlaghőmérséklete 19.5 °C és 20.3 °C volt, az augusztusi megegyezik, a júliusi alatta van a sok éves átlag értékének.

1997-ben összesen 394.7 mm csapadék hullott, 188.3 mm-rel elmaradva a sokéves átlagtól (9. ábra). Az elővetemény betakarításától a vetésig tartó időszakban 113 mm csapadékot

8. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1996.)



9. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1997.)



mérték, ami jóval az 50 éves átlag alatt maradt (243 mm). Az igen száraz téli félévet követően a talajban tárolt vízmennyiség (elsősorban a talaj felső 5-10 cm-es rétegében) nagymértékben hátráltatta a kukorica csírázását, kelését. A helyzetet súlyosbította, hogy a vetés körüli csapadékszegény időszak a vegetációs periódus legmelegebb, 25-27 °C-os átlaghőmérsékletű napjaival esett egybe. A kelést követően azonban mérséklődött a csapadékhiány, a lehullott csapadék mennyisége mellett annak eloszlása is kedvező volt, különösen a növényállomány számára kritikus júliusi, augusztusi időszakban volt folyamatos a csapadék utánpótlása. Ebben a periódusban az 50 éves átlagot megközelítve összesen 108.6 mm csapadékot mértek.

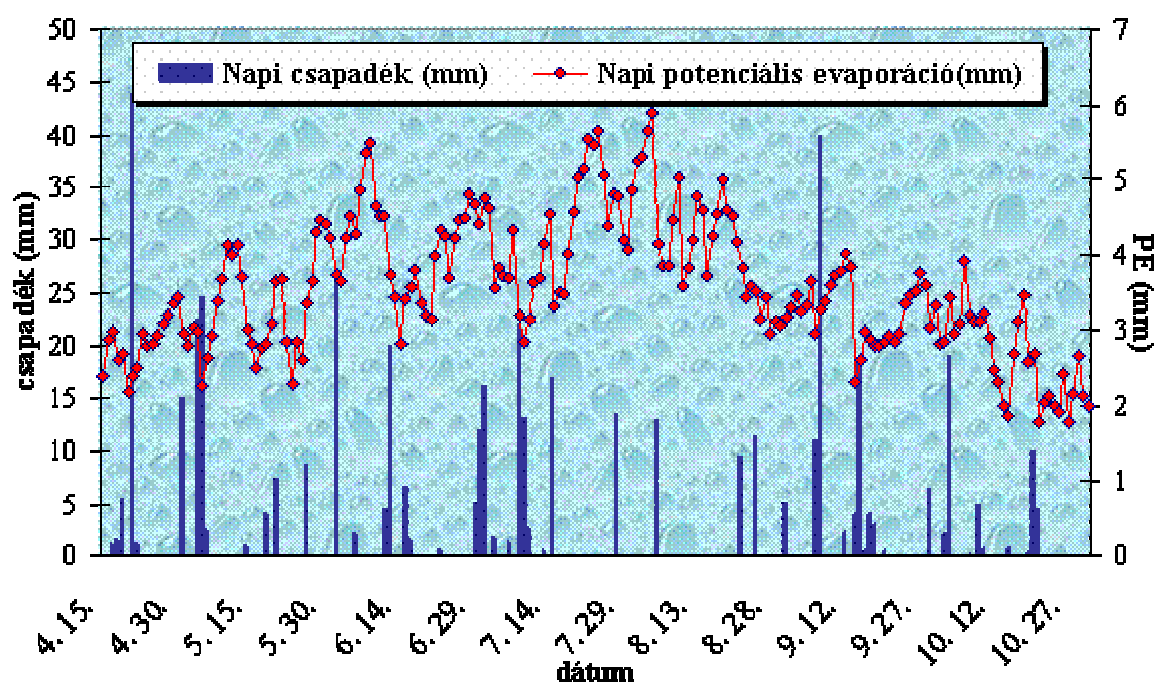
1997-ben az évi átlaghőmérséklet 11.4 °C volt. Ez 1.4 °C-kal több, mint a sokéves átlag (10.0 °C). A tenyészidőszakban csak áprilisban (-1.0 °C) és júliusban (-2.9 °C) volt alacsonyabb, mint az 50 éves átlag. A legmagasabb átlaghőmérsékletet augusztusban mérték (21.8 °C), amely 1.5 °C-al haladta meg a sokéves átlagértéket.

1998-ban a téli félév során 157 mm csapadék esett, ami 86 mm-rel maradt el a sokéves átlagtól. A tenyészidőszak során viszont (május első dekádja-október első dekádja) 470.9 mm hullott, 130.9 mm-rel meghaladva az 50 éves átlagot (10. ábra). A lehullott csapadék a talajban tárolt vízmennyiséggel együtt optimális vízellátottságot eredményezett. A növényállomány fejlődése öntözés nélkül is kedvező volt, a szokásosnál bőségebb csapadék hatására rekord mennyiségű termést takarítottak be. A hazánkban sokszor csapadékhiányos júliusban 88.2, augusztusban 39.2 mm eső esett. A két hónap csapadékösszege kismértékben az 50 éves átlagok alapján számolt értéket is (121 mm) meghaladta.

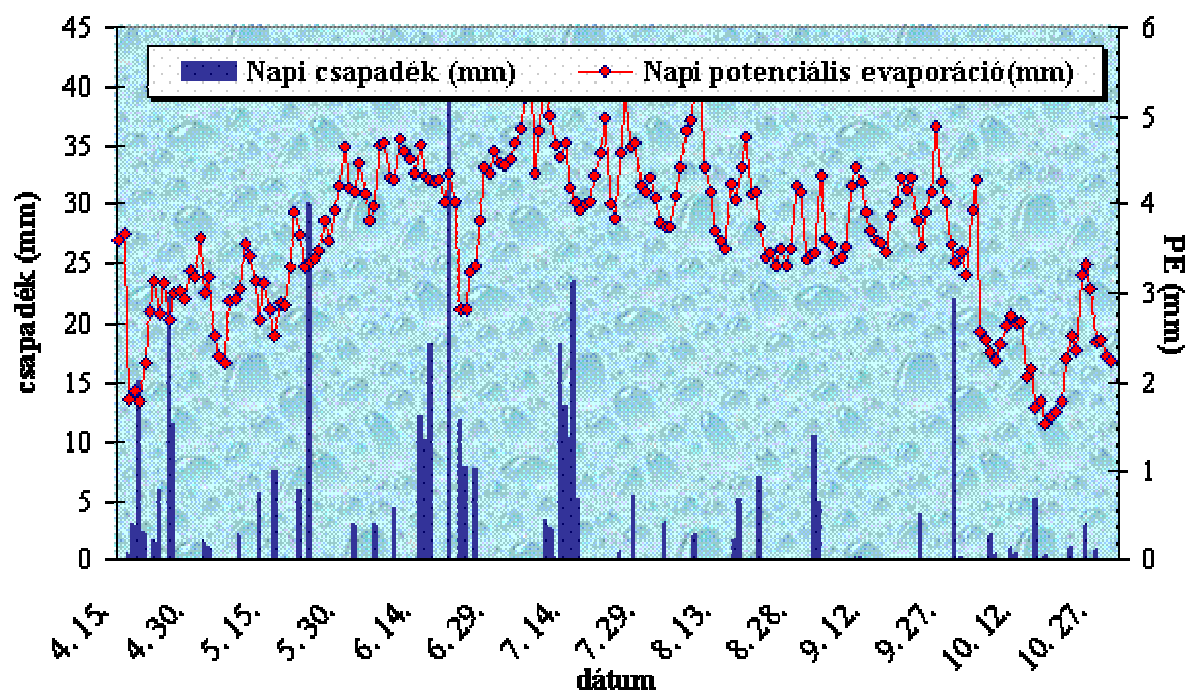
1998 az 1997-es évhez hasonlóan melegebb volt a sokéves átlaghoz viszonyítva. Az évi középhőmérséklet 1.0 °C-kal haladta meg az 50 éves átlagot. Különösen az év első felében, a téli, kora tavaszi hónapokban mért hőmérsékleti anomáliák voltak szembetűnők. A tenyészidőszak hőmérsékleti adatai alapján megállapított középhőmérséklet 17.9 °C volt, amely a sokéves átlaghoz képest 0.6 °C-kal magasabb. A kritikus periódust jelentő július és augusztus átlaghőmérséklete 20.9 ill. 20.4 °C-ot ért el. Az előbbi érték a sokéves átlagnál kismértékben alacsonyabb, az utóbbi viszont 0.1 °C-kal magasabb volt.

Az 1999-es év 1998-hoz hasonlóan átlagon felüli mértékben csapadékos volt. Az év során 635.4 mm csapadék hullott, amiből a tenyészidőszakra 389.2 mm jutott (11. ábra).

10. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1998.)



11. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Debrecen, 1999.)



Ez az érték 49.2 mm-rel haladta meg a sokéves átlagot. A nyári hónapok csapadéka megfelelő vízellátottságot eredményezett. Júliusban és augusztusban összesen 106.9 mm csapadék hullott, ami kismértékben a sokévi átlag alatt maradt.

Az évi középhőmérséklet 11 °C volt, azaz 1.0 °C-kal haladta meg a sokéves megfigyelések átlagértékét. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete 18.4 °C volt, 1.1 °C-kal volt magasabb az 50 éves átlagnál. Július középhőmérséklete 1.3 °C-kal magasabb volt a sokéves átlagnál, augusztusban viszont ettől 0.3 °C-kal alacsonyabb értéket mértek.

Az 1997-től 1999-ig terjedő időszak időjárása kedvezett a kukorica fejlődésének. Az 1998-as és az 1999-es év időjárását bemutató ábrák egy viszonylag ritka egybeesésről árulkodnak. Mind a korábbi rekordernek számító 1998-as, mind az új kísérleti csúcstermést hozó 1999-es év oly módon volt csapadékosabb a sokéves átlagnál, hogy közben a vegetációs periódus hőmérsékleti átlagai is pozitív eltérést mutattak. A több csapadék úgy alapozta meg a termésmenvelés lehetőségét, hogy ehhez hozzájárulhatott a hőmérséklet növekedése is. Különösen az 1998-as és 1999-es évről mondhatjuk el, hogy nem zavarta meg a kukorica fejlődését sem forrósággal járó aszályos periódus, sem hűvös, a beérést gátló vagy elnyújtó időszak.

A vizsgált évjáratok jellemzéséhez kiszámítottuk a potenciális párolgást (PE) és a vízellátottságot. A hat év potenciális párolgásának értékeit összehasonlítva megfigyelhető, hogy 1996-ban a PE maximuma nem júliusban, hanem júniusban érte el az éves maximumát.

1994-ben, a tenyészidőszakban június első dekádjától kezdődően augusztus második dekádjáig volt a vízellátottság alacsony értékeken. Különösen június vége, július második, illetve harmadik dekádja volt nagyon száraz (12. ábra).

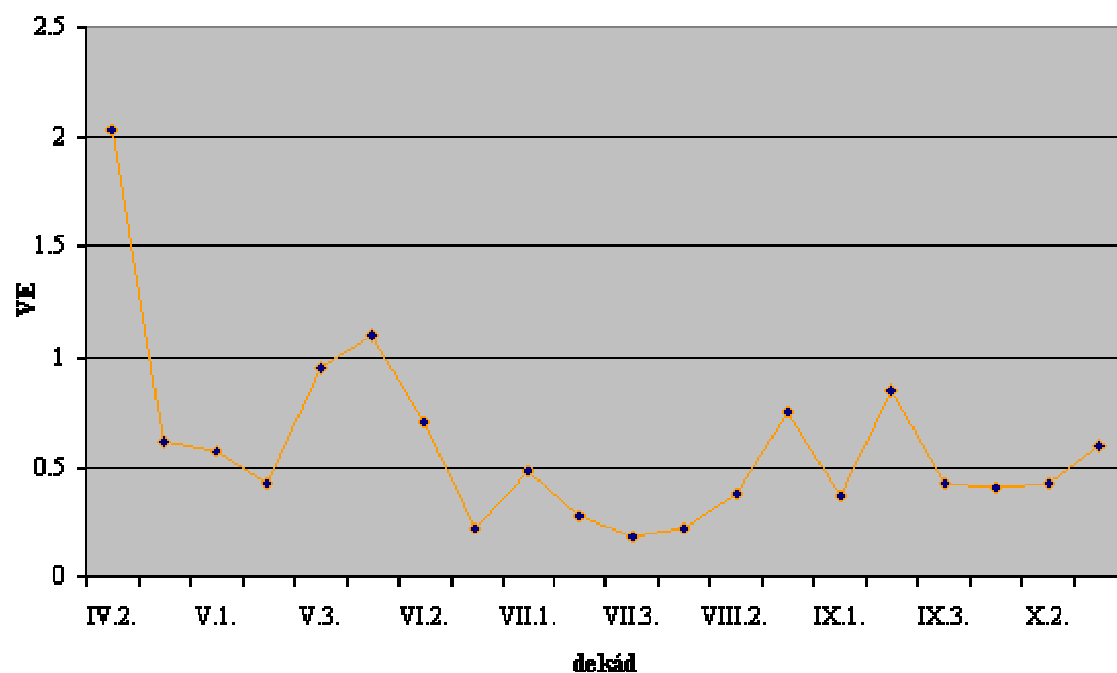
1995-ben a vízellátottság értékei magasabbak voltak mint az előző évben, de a kukorica számára kritikus időszakban, virágzáskor jelentős szárazság alakult ki, ami a megtermékenyítést nagymértékben gátolta (13. ábra).

1996-ban a tenyészidőszak csapadékelátottsága kedvező volt, de eloszlása nem volt egyenletes. A csapadékmennyiség jelentős része (190 mm) szeptemberben hullott, amit a kukorica már csak részben hasznosított. A vízellátottsági értékek jelentősen ingadoztak, július, illetve augusztus első dekádja volt kifejezetten száraz időszak (14. ábra).

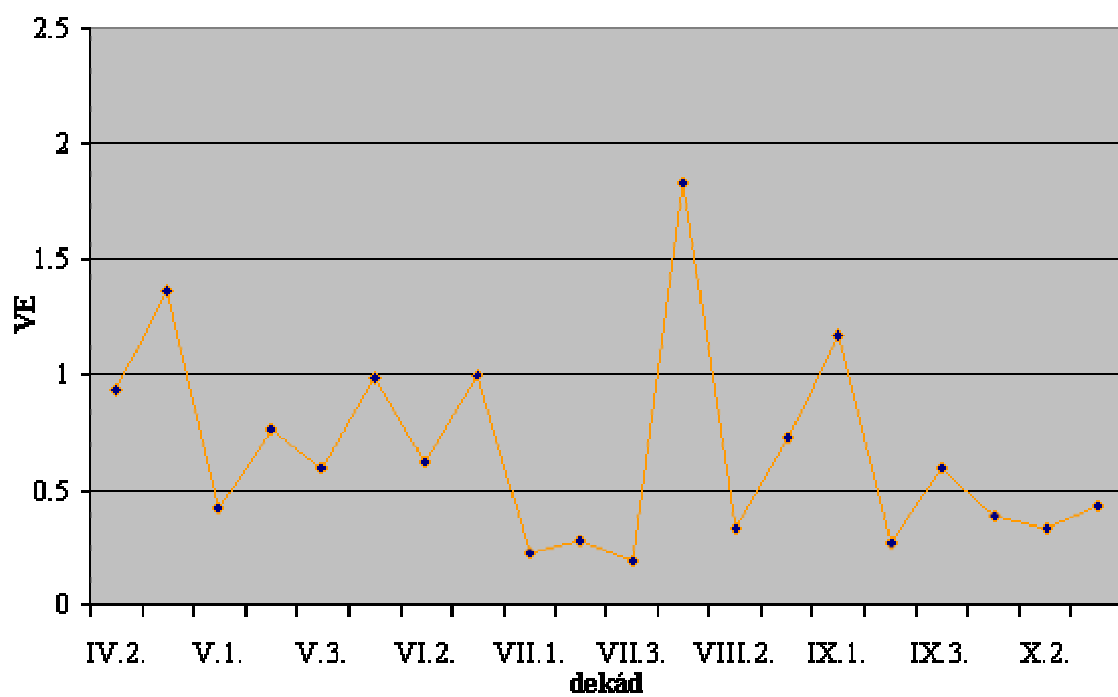
1997-től kezdődően kedvező évjáratok következtek. A '97-es évjárat vízellátottsága jó volt, a kritikus időszakban alakult ki szárazabb időszak (15. ábra).

Az 1998. és az 1999. évjáratok kedvezőek voltak a kukorica számára. A vízellátottság egyenletes volt a teljes tenyészidőszakban, virágzáskor, illetve a szentelítődés kezdeti szakaszában optimális mennyiségű csapadék esett (16. ábra).

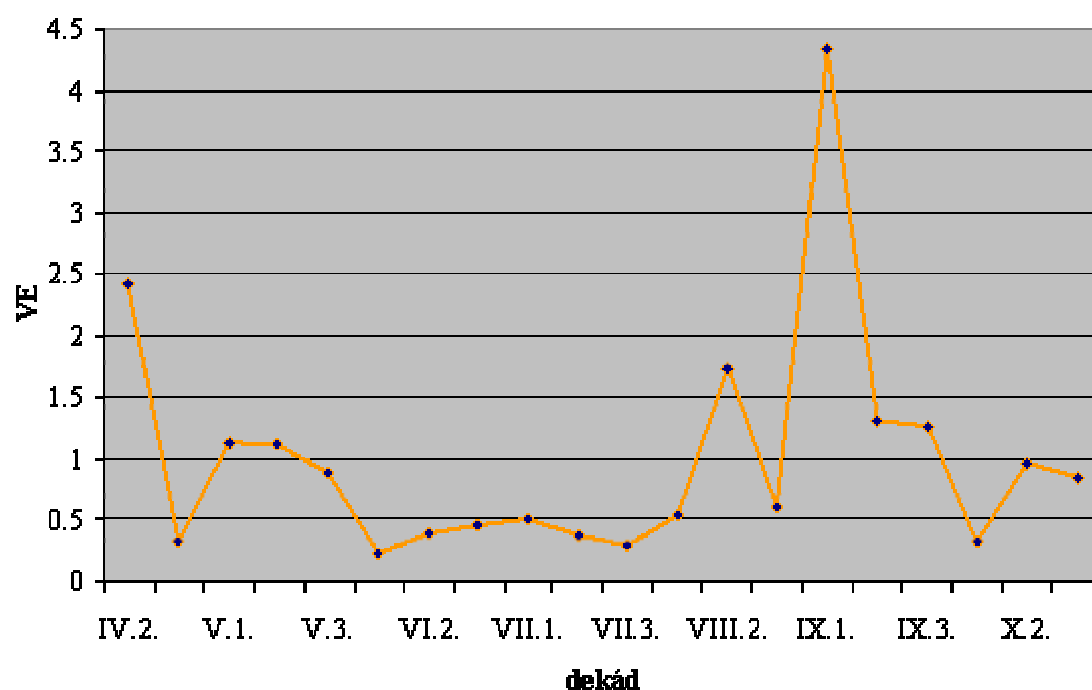
12. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1994.)



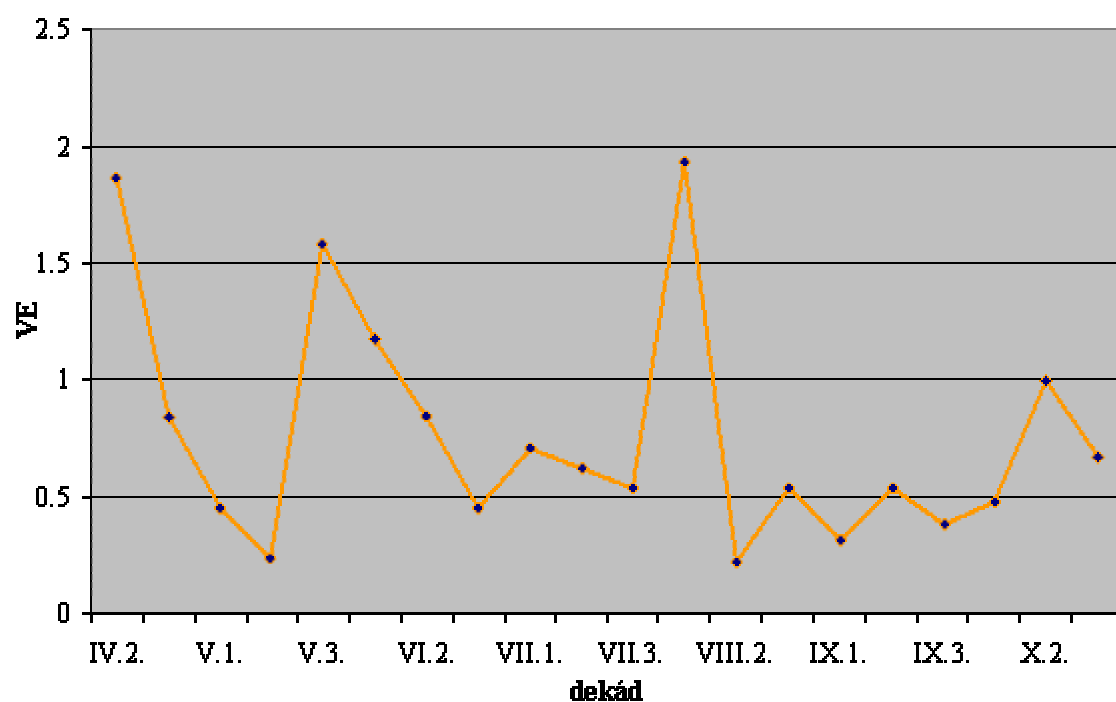
13. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1995.)



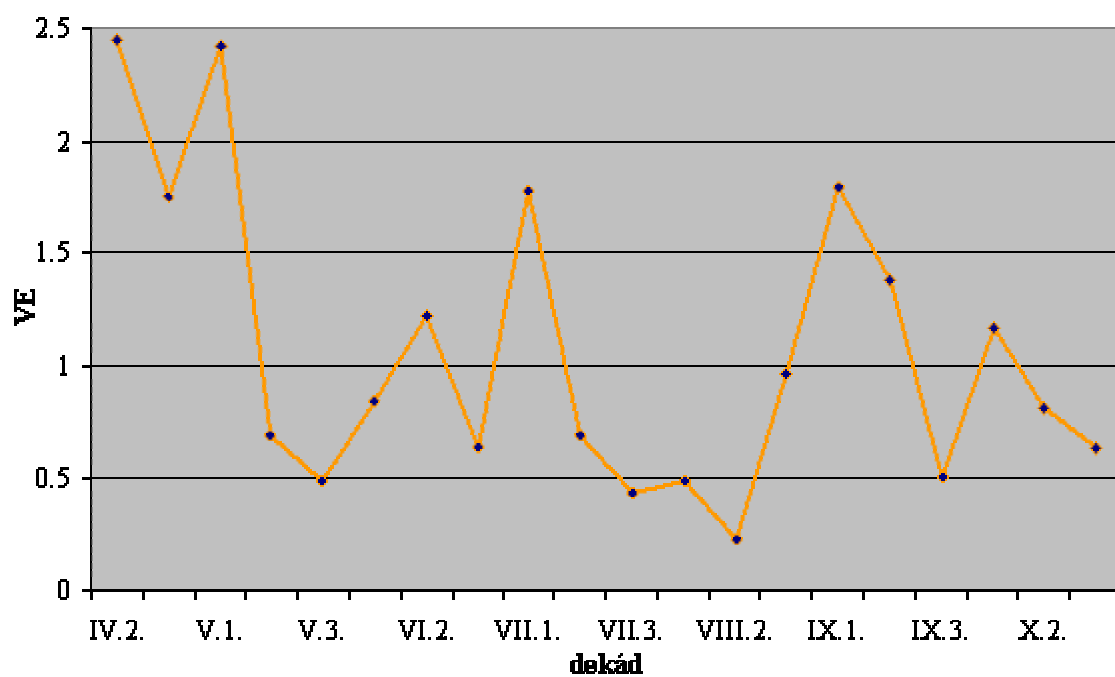
14. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1996.)



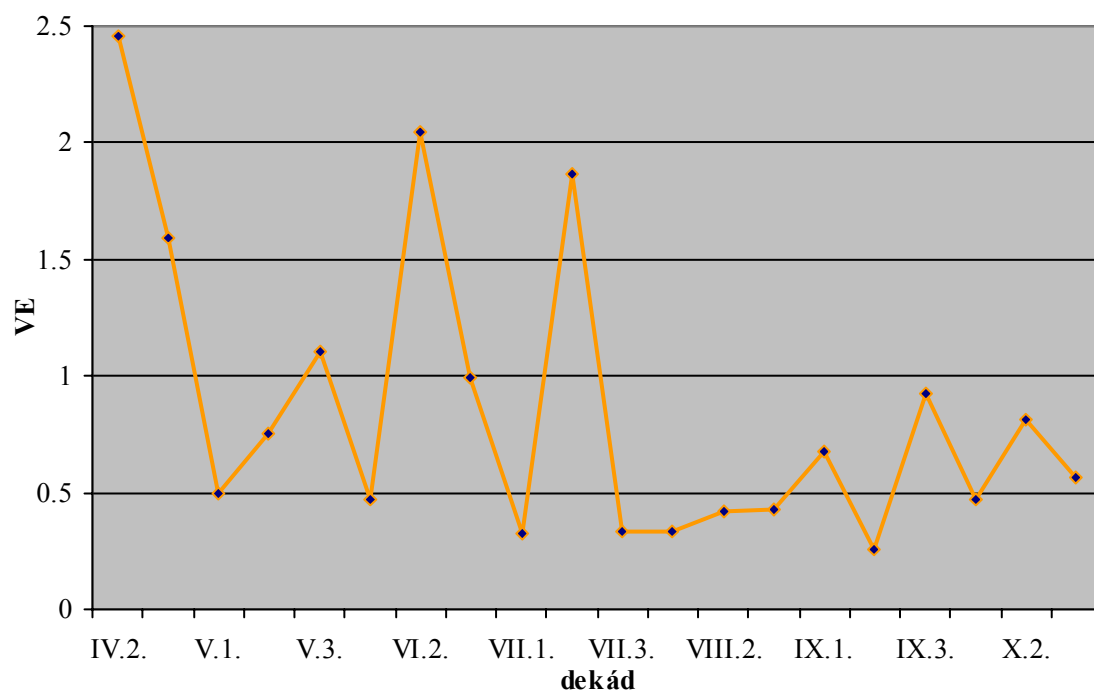
15. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1997.)



16. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1998.)



17. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1999.)



Szeged

1996. kedvező évjárat volt a kukoricatermesztés szempontjából. A tenyészidőszakban 376 mm csapadék esett (5. táblázat). A kritikus időszakok vízellátottsága megfelelő volt, július második dekádja volt csapadékszegény. Az nyári hónapok átlaghőmérséklete megfelelt az ötven éves átlagnak, a kánikulai napok száma mindössze 5 volt (18. ábra).

1997-ben a tenyészidőszak csapadékmennyisége mindösszesen 282 mm volt, de a kritikus időszakok kedvező vízellátottsága következtében a kukorica fejlődése és növekedése viszonylag zavartalan volt. A hűvös és csapadékos május egyrészt a vetést késleltette, másrészt a kikelt állomány fejlődését. A július kedvező klimatikus viszonyai következtében a növények optimálisan tudtak fejlődni, a virágzásnál mindössze 2-3 nap késés volt tapasztalható.

A hőmérsékleti adatokat vizsgálva megállapítható, hogy a kisebb és kiegyenlítettebb átlaghőmérséklet ugyancsak kedvezően hatott a növényekre (19. ábra).

1998 és 1999. hasonlóan kedvező évjárat volt. 1998-ban 382 mm, 1999-ben 463 mm csapadék hullott (20.,21. ábra). A kelés és a virágzás időszakában a csapadékelátottság kedvezően alakult, a növények kezdeti fejlődése közel optimális volt. A hőmérsékleti jellemzők a csapadékosabb évjáratnak megfelelően alakultak, nem voltak hosszabb kánikulai időszakok.

A vizsgált évjáratok jellemzéséhez kiszámítottuk a potenciális párolgást (PE) és a vízellátottságot. A hat év potenciális párolgásának értékei Debrecenhez hasonlóan alakultak.

1996-ban a tenyészidőszak csapadékelátottsága kedvező volt, de eloszlása nem volt egyenletes. A vízellátottsági értékek jelentősen ingadoztak, július első dekádja volt kifejezetten száraz időszak (22. ábra).

A 1997-es évjárat vízellátottsága jó volt. A tenyészidőszakban nem alakultak ki jelentős csapadékszegény időszakok, május, illetve július vízellátottsága kifejezetten egyenletes volt (23. ábra).

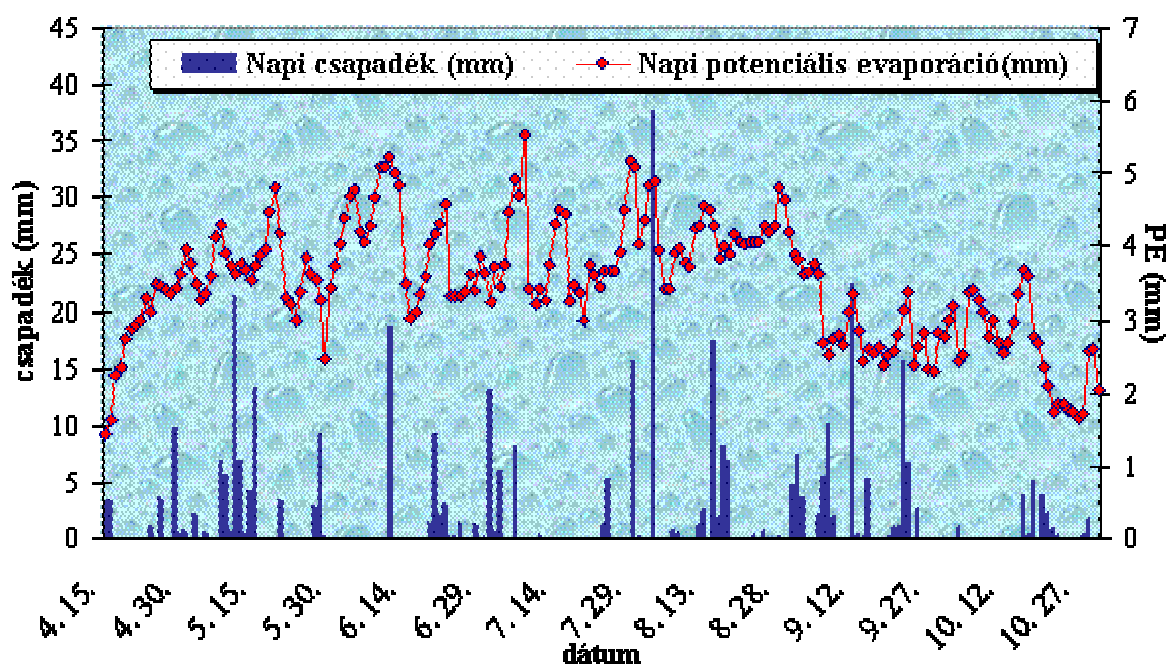
Az 1998. és az 1999. évjáratok kedvezőek voltak a kukorica számára. A vízellátottság egyenletes volt a teljes tenyészidőszakban, virágzáskor, illetve a szemtelítődés kezdeti szakaszában optimális mennyiségű csapadék esett (24.,25. ábra).

1999-es év oly módon volt csapadékosabb a sokéves átlagnál, hogy közben a vegetációs periódus hőmérsékleti átlagai is pozitív eltérést mutattak.

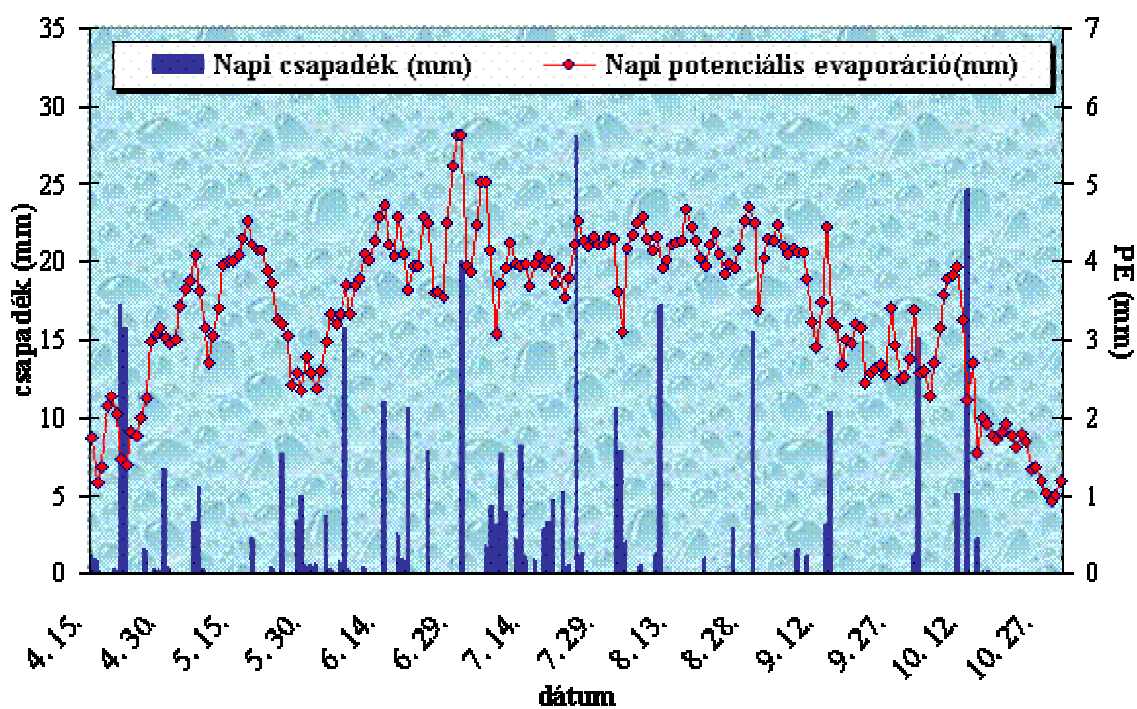
5. táblázat Szeged klimatikus adatai (1994-1999) Forrás: OMSZ

Dekád	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)	Átlaghő- mérséklet (°C)	Csapadék (mm)
	1996		1997		1998		1999	
IV.3.	16.1	4.2	9.6	30.3	13.5	5.3	13.9	33.6
V.1.	18.5	4.7	16.2	11.3	14.8	36.4	14.2	26.1
V.2.	19.6	43.3	20.2	3.1	15.4	4.0	14.7	19.5
V.3.	16.3	28.2	13.8	16.4	16.1	9.6	18.5	22.0
VI.1.	22.4	0.0	16.6	16.3	23.1	7.6	20.6	45.7
VI.2.	19.5	44.2	20.9	26.6	17.1	23.0	20.7	23.1
VI.3.	18.1	20.5	22.0	5.5	22.9	2.4	18.3	8.8
VII.1.	19.9	35.3	20.5	39.7	19.7	32.6	23.8	61.5
VII.2.	18.1	0.0	19.5	23.7	20.7	11.4	21.6	47.2
VII.3.	20.0	6.5	20.7	29.9	24.6	63.4	21.6	74.4
VIII.1.	19.9	35.8	20.3	26.0	24.6	3.7	22.7	3.3
VIII.2.	20.8	51.0	21.0	4.2	23.0	0.0	20.8	14.4
VIII.3.	21.0	1.6	20.5	18.4	17.0	81.4	18.5	33.5
IX.1.	15.3	53.2	20.2	2.0	16.8	7.2	18.0	14.7
IX.2.	12.5	17.4	15.6	17.5	15.0	27.0	19.8	0.0
IX.3.	12.7	30.4	12.5	0.0	16.2	17.8	20.0	33.1
X.1.	14.3	0.0	15.2	11.7	16.4	7.0	14.0	2.6
Összesen		376.3		282.6		339.8		463.5

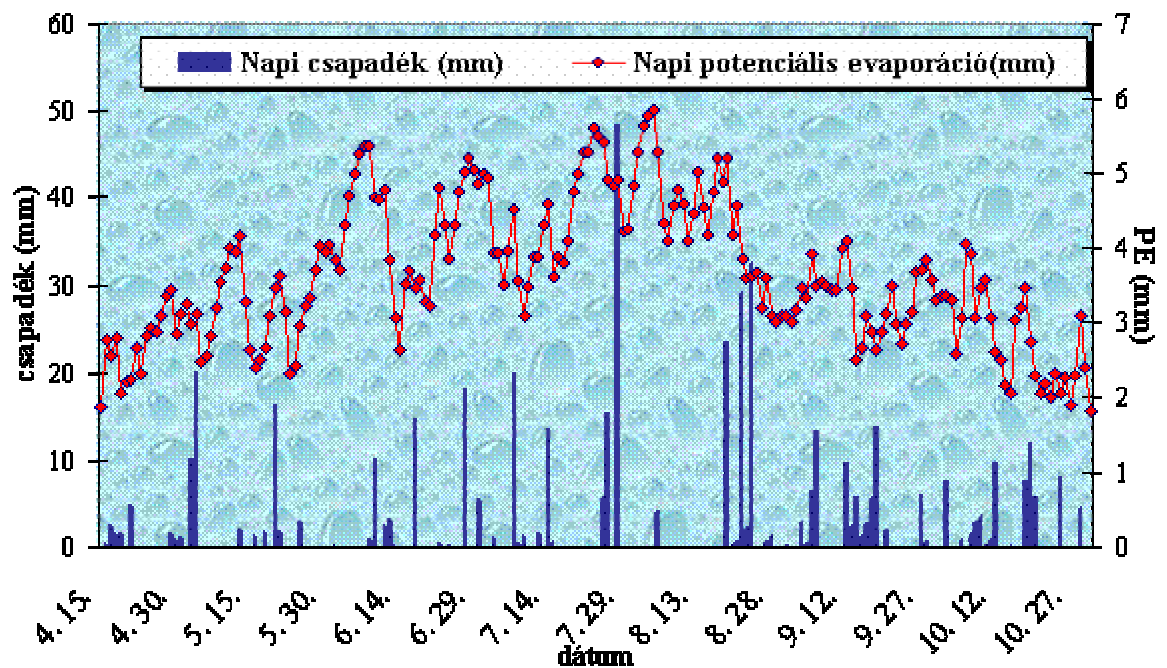
18. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Szeged, 1996.)



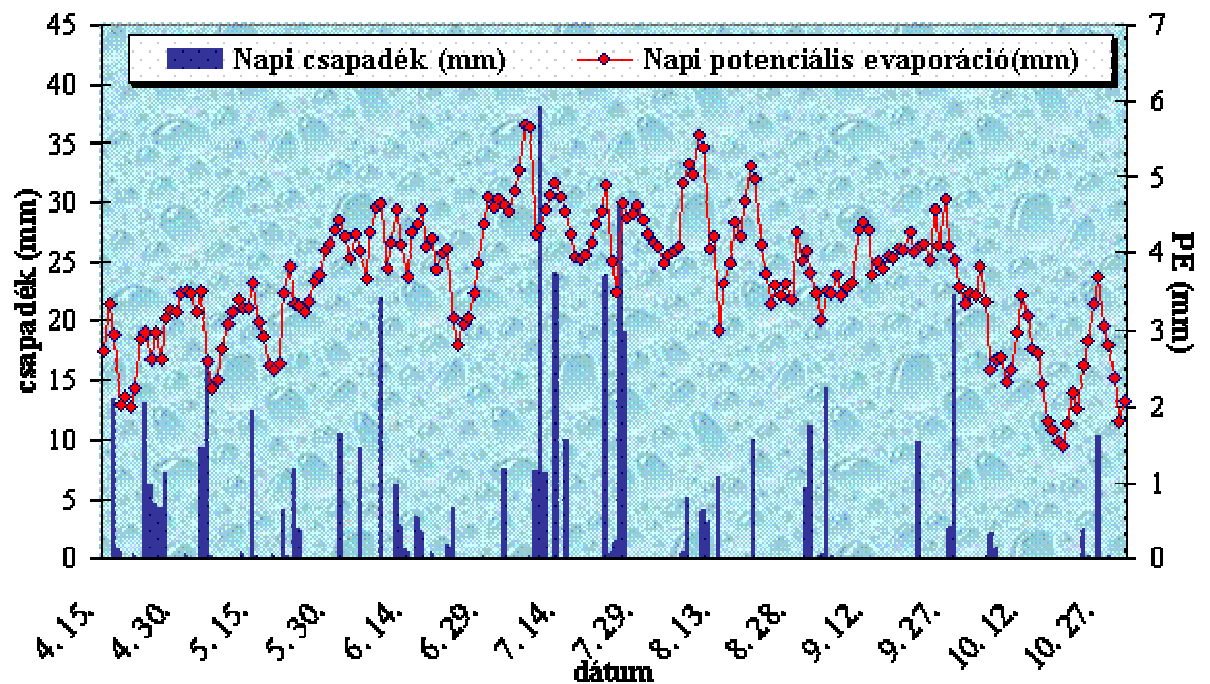
19. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Szeged, 1997.)



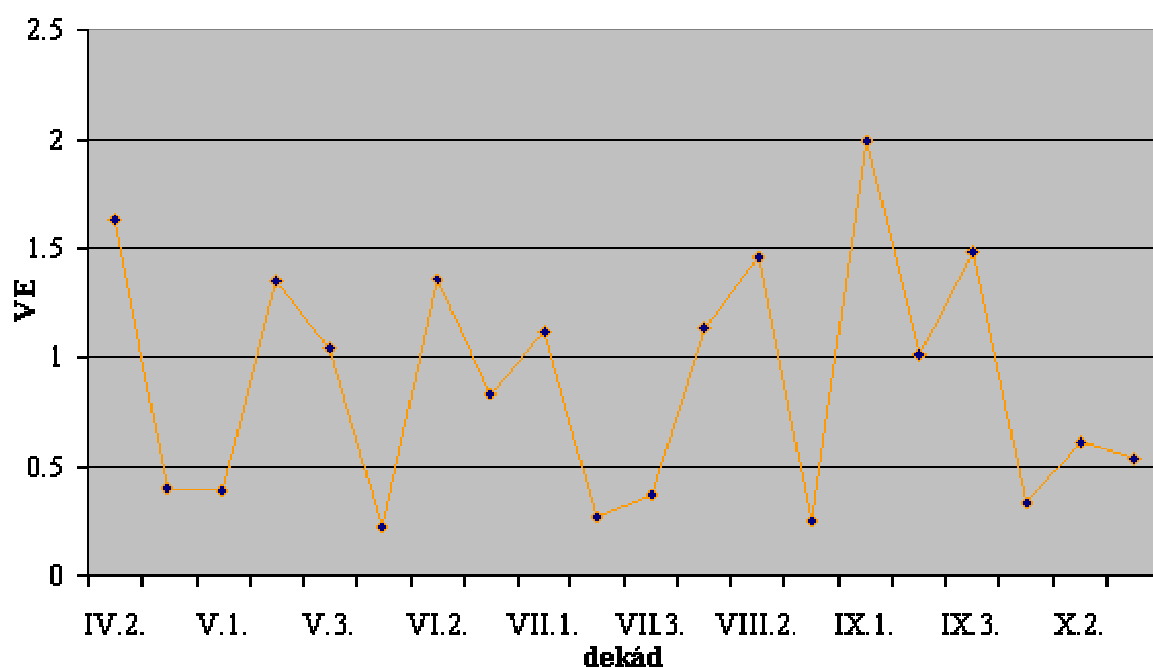
20. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Szeged, 1998.)



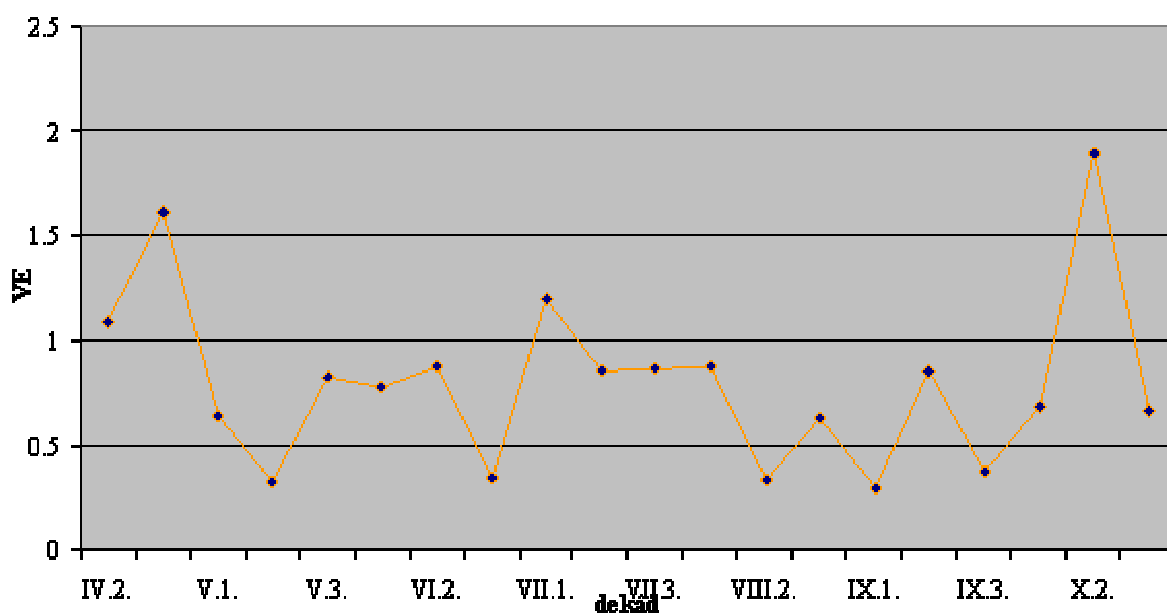
21. ábra A potenciális evaporáció és a csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Szeged, 1999.)



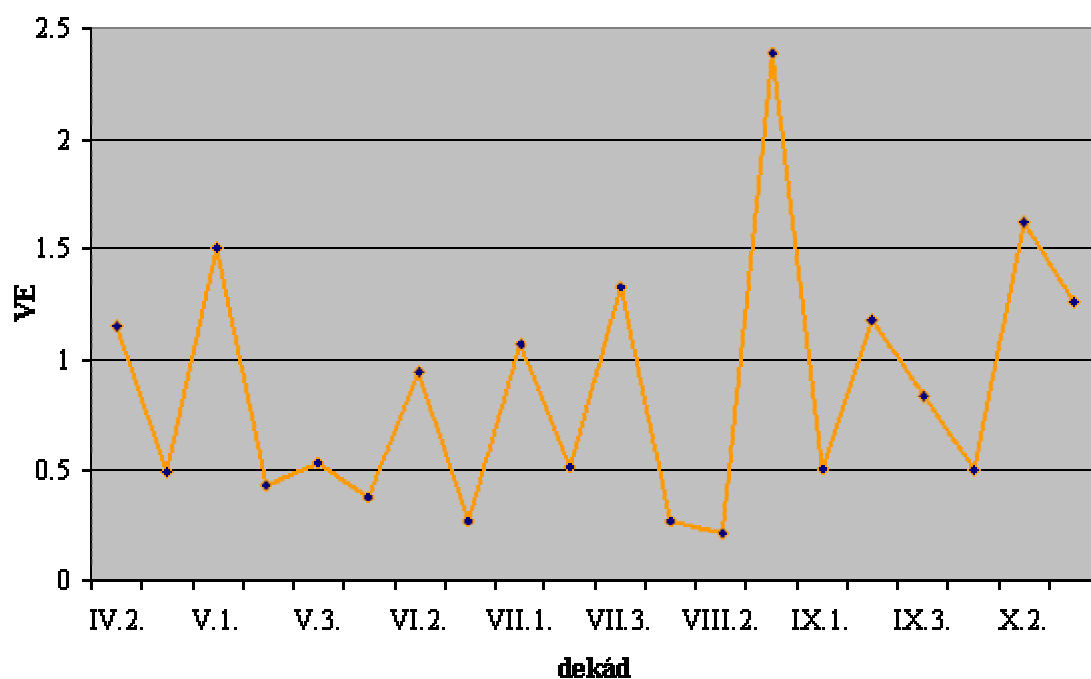
22. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1996.)



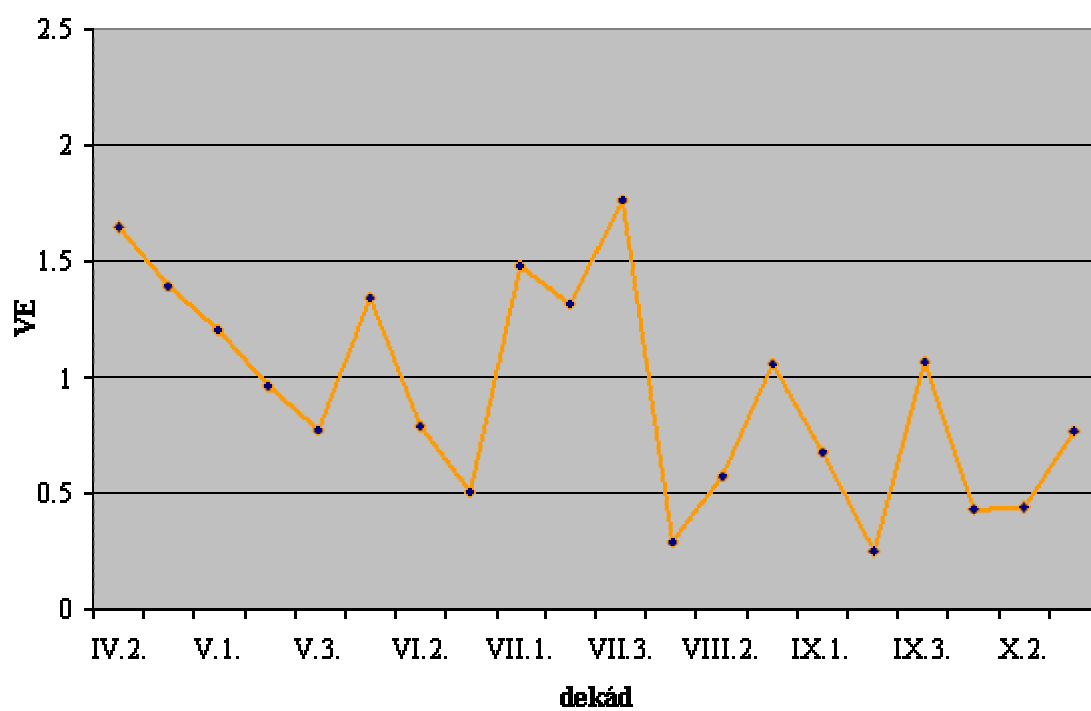
23. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1997.)



24. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1998.)



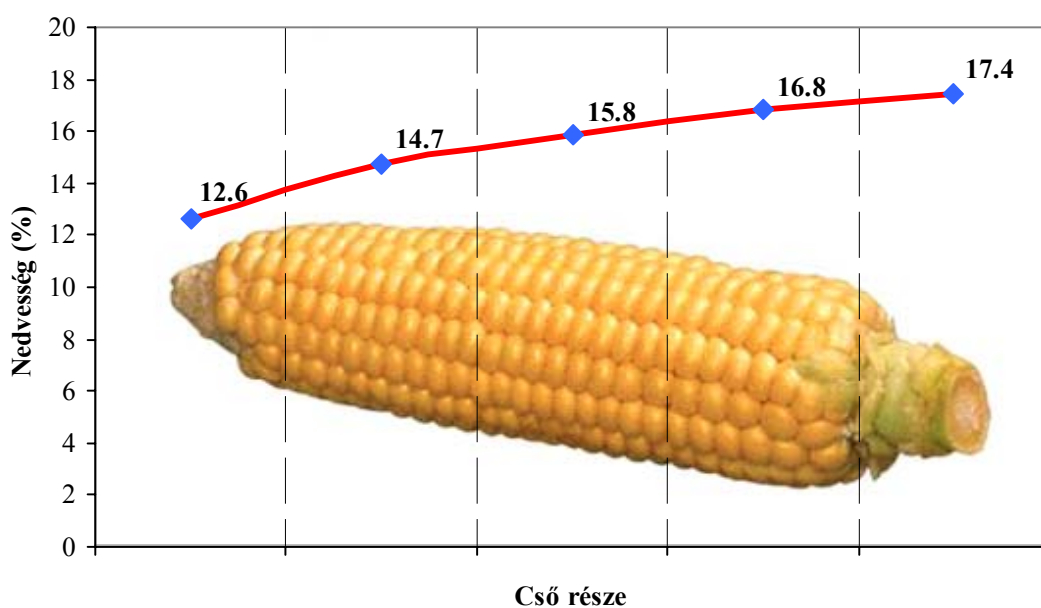
25. ábra A vízellátottság alakulása a tenyésztidőszakban (Debrecen, 1999.)



3.4. A mintavétel módszere

A vizsgálatokat megelőzően meghatároztuk a mintavételezés módját. Egy mintavétel alkalmával 4 ismételtsben 10 kukoricacsövet dolgoztunk fel. A mintát két egyenlő részre osztottuk szét. Az első részmintában a teljes csövet lemorzszoltuk. A másik részmintában a kukoricacsöveket 5 egyenlő részre osztottuk fel, majd külön-külön határoztuk meg a szem szárazanyag- és nedvességtartalmát (26. ábra).

26. ábra A kukoricacső nedvességtartalmának megoszlása



A mérések igazolták, hogy a középső részről származó minta megbízhatóan jellemzi egy adott cső nedvességtartalmát, nem volt szignifikáns eltérés a minták között (6. táblázat).

6. táblázat Az eltérő mintavételi módszerek varianciaanalízise

<i>Tényezők</i>	<i>SQ</i>	<i>df</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>
Kezelés	0.74763	1	0.74763	0.251	0.61878
Hiba	112.881	38	2.97024		
Összesen	113.6158	39			

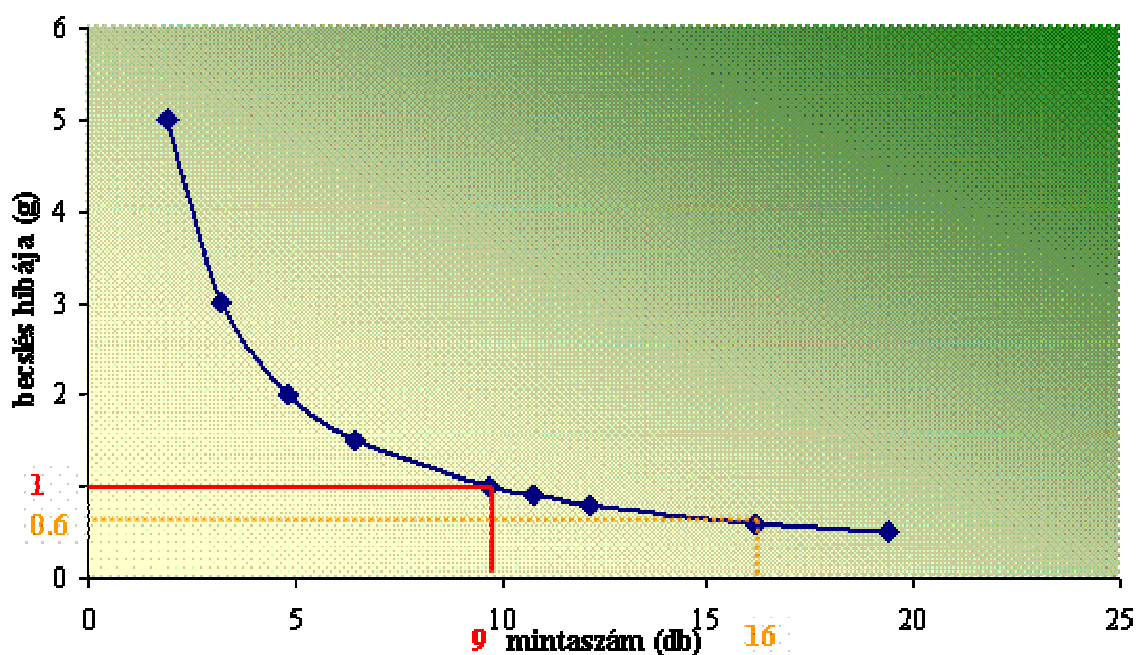
A kísérleti megfigyelések több-kevesebb technikai, mérési vagy egyéb hibával terhelték, melyek az adatokból levont következtetéseket téves irányba terelhetik (SVÁB, 1981). A vizsgált paraméter becsült értékének hibáját a minta elemszámának növelésével lehet csökkenteni, ezért meg kell határozni azt a mintavétel számot, amellyel a becslés hibája egy szakmailag elfogadható érték alá csökken. A mért szem víz- és szárazanyag-tartalom megbízhatóságát (becsült értékét) a mérőeszköz pontossága, az egyedi variabilitás, a mérés végrehajtása és a kísérleti parcellákon belüli inhomogenitás határozza meg.

SVÁB (1981) által javasolt módszer a méréssorozat összes adatának szórásából számítja ki a megengedhető becslési hiba eléréséhez szükséges mintaszámot. A számításhoz meg kell adni a megengedhető becslési hibát (h), meg kell adni a $P\%$ szignifikancia szintet, azaz a megengedhető tévedési valószínűséget. Ha a szórást az alapadatok mértékegységében (g, nedv %) ismerjük, akkor a szükséges adatok száma a következő képlettel határozható meg:

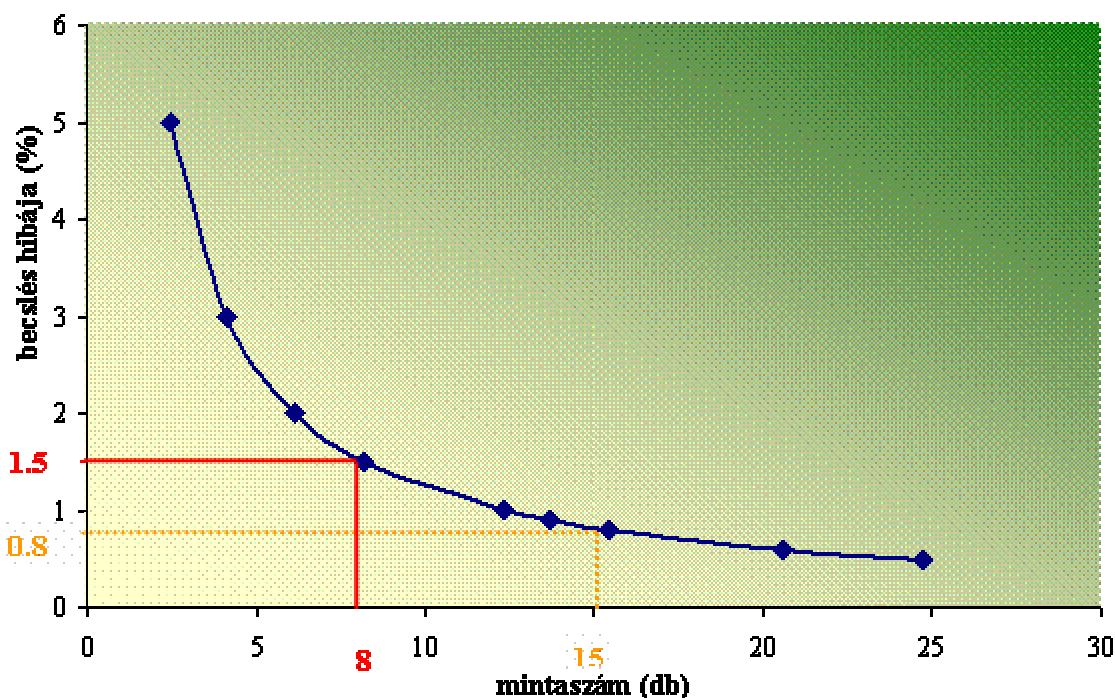
$$n = (t_{p\%}^2 \cdot s^2) / h^2 ,$$

ahol $t_{p\%}$ a szórás szabadságfoka szerinti táblázatbeli t -érték, s az adatok szórása és a h a megengedhető becslési hiba.

27. ábra A minimális mintaszám meghatározása a szem szárazanyagának vizsgálatára



28. ábra A minimális mintaszám meghatározása a szemnedvesség vizsgálatához



Megállapítottuk, hogy a fenti egyenletet alkalmazva a minimális megfigyelések száma a szem szárazanyag-beépülés vizsgálatára 9-16 db (27. ábra), a vízleadás dinamika elemzésére 8-15 között van (28. ábra).

A vegetatív szakaszban meghatároztuk a kelés és az 50 % növirágzás időpontját. A generatív szakaszban meghatároztuk a fekete réteg kialakulásának időpontját hibridenként és kezelésként.

Debrecenben, a virágzást követően 1998, 1999-ben hetente, 1997-ben, átlagban 3 naponta történtek a destruktív mintavételek (7. táblázat).

A mintavételek alkalmával Debrecenben 4 ismétlésben 4 kukoricacső középső részéről 50 szem tömegét mértük. A szárazanyag-tartalom meghatározása, 60 °C-on szárítószekrényben történt, súlyállandóságig szárítva.

Szegeden a mintavételek augusztus végétől kezdődően heti egy alkalommal történtek (8. táblázat). Szegeden ismétlésként 3 cső volt egy minta, és a bemért nyers szem – a hőmérsékletet fokozatosan emelve - 105 °C maximumon lett súlyállandóságig kiszárítva.

A hibridek vízleadás dinamikáját mindkét termőhelyen 90 kg N/ha műtrágyakezelésben elemeztük.

Debrecenben, vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a kukorica szemtermésére, hat szinten - műtrágyázás nélkül és öt műtrágyadózis- debreceni termésadatokon. A műtrágyaadagok 1N: 0.75 P₂O₅: 0.88 K₂O konstans arányú NPK dózisok, amelyekben az alapdózis 1995-ig

158 kg, 1996-tól 89 kg/ha. Mivel az NPK arány konstans arányú, egyszerűsítés miatt a továbbiakban a dózisokat a nitrogén hatóanyag mennyiségével jelöljük. A vizsgált évjáratok 1994-1999 közötti évek voltak. A vizsgált hibridek közül azokat vontuk be az értékelésbe, melyekről legalább három év termésadataival rendelkezünk.

Ugyancsak Debrecenben 1998-ban és 1999-ben vizsgáltuk a generatív szakaszban a műtrágyázás hatását a szemtelítődésre, a szemszámra és a vízleadás dinamikájára.

7. táblázat **Mintavételi időpontok (Debrecen, 1997-1999)**

Mintavételi időpontok	1997	1998	1999
1.	augusztus.13.	július. 25.	július. 25.
2.	augusztus.15.	augusztus.06.	augusztus.16.
3.	augusztus.18.	augusztus.28.	augusztus.27.
4.	augusztus.22.	szeptember.02.	szeptember.02.
5.	augusztus.25.	szeptember.11.	szeptember.10.
6.	augusztus.27.	szeptember.25.	szeptember.16.
7.	augusztus.29.	október.15.	szeptember.24.
8.	szeptember.01.		szeptember.30.
9.	szeptember.03.		október.07.
10.	szeptember.05.		október.15.
11.	szeptember.08.		
12.	szeptember.10.		
13.	szeptember.12.		
14.	szeptember.15.		
15.	szeptember.17.		
16.	szeptember.19.		
17.	szeptember.22.		
18.	szeptember.24.		
19.	szeptember.29.		
20.	október.01.		
21.	október.03.		
22.	október.06.		

8. táblázat **Mintavételi időpontok (Szeged, 1996-1999)**

Mintavételi időpontok	1996	1997	1998	1999
1.	08.26.	08.25.	08.26.	08.26.
2.	09.02.	09.01.	09.03.	09.03.
3.	09.09.	09.09.	09.08.	09.09.
4.	09.16.	09.15.	09.14.	09.15.
5.	09.23.	09.23.	09.23.	09.22.
6.	10.01.	10.01.	10.01.	09.29.
7.	10.07.	10.09.	10.07.	10.05.
8.	10.22.	10.16.	10.12.	

A vizsgálatba eltérő genotípusú kukorica hibrideket vontam be 4 éréscsoportból:

Hibrid neve	FAO szám	Vizsgált évek száma	Vizsgált termőhelyek
MONESSA	270	3	Sz
KANADA	300	3	D, Sz
CLARICA	310	3	Sz
CLARISIA	310	3	Sz
SZE 277	320	4	D, Sz
DB 351	340	2	D
LG 2298	340	3	D, Sz
AW 043	380	4	D, Sz
DB 377	380	2	D
GOLDARIS	380	4	Sz
OCCITAN	380	6	D, Sz
DK 471	410	6	D, Sz
NASTIA	420	3	Sz
AW 143	450	5	Sz
MV 484	450	6	D, Sz
GOLDAFFE	460	4	Sz
VERONIKA	460	3	D, Sz
DK 527	490	3	Sz
FLORENCIA	530	3	D, Sz

3.5. Az értékelés módszere

A vízleadás dinamikájának vizsgálatára általánosított lineáris modellt és regresszióanalízist alkalmaztunk. Az általánosított lineáris modell (GLM) segítségével ellenőrizhetjük a változók csoportjai közötti szignifikáns különbségekre vonatkozó statisztikai hipotéziseket, illetve kevert modelleket állíthatunk fel mind az állandó, mind a véletlenszerű hatások elemzésére. A GLM rugalmas statisztikai eszköz a normális eloszlású célváltozók és a diszkrét vagy folytonos eloszlású független változók kombinációinak összefüggés analízisére. A módszerben a folytonos változókra mint kovariánsokra (covariates) hivatkozunk. A GLM modell statisztikai analízise kiegészült egy lineáris regresszió-analízissel. Az illesztések szorosságának megítélését a többszörös R-értéknek, a becslés standard hibájának és az egyes részhalmazok konfidencia-intervallumainak vizsgálatával és figyelembevételével végeztük.

A műtrágyázás hatását a szemtelítődésre, a vízleadásra és a szemszámra egytényezős varianciaanalízissel végeztük, SVÁB (1981) módszertani könyve alapján.

A műtrágyázás terménynövelő hatását másodfokú regressziós függvény segítségével vizsgáltuk. Az analízis során állandót is számoltunk, mely paraméterrel megbízhatóan lehet jellemezni a természetes tápanyag-hasznosítást. Az illesztés jóságának elbírálását a többszörös R-értéken túl, a regresszió varianciaanalízisével, az F-próbával és a becslés standard hibájának figyelembevételével végeztük. Az egyenlet paramétereit t-próbával teszteltük, a szignifikancia elbírálásához kétoldali szimmetrikus tesztet használtunk. A kezeléslagok közötti különbségek megbízható igazolására nem SZDp%-t, hanem Duncan rang tesztet alkalmaztunk, mivel az SZDp% értékeiből levont következtetések csak a véletlenül kiválasztott kezelések különbségeire érvényesek. Ha az SZDp%-ot az összes kezelésszintre alkalmazzuk, akkor az $\forall$ hiba növekedése miatt, a levont következtetések nem megbízhatóak. A Duncan rang tesztrel a csoportok (kezelések) részhalmazainak együttes homogenitását vizsgáltuk (HUZSVAI 2000). Segítségével meghatározhatóak azok a kezeléskombinációk, melyek egy homogén csoportba tartoznak, illetve könnyen elkülöníthetőek a szignifikáns különbségek.

A statisztikai elemzéseket SPSS for Windows 9.0 és Excel XP szoftverek segítségével végeztük.

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

4.1. A kukorica tenyészidejének vizsgálata

A korábbi kutatások bizonyították, hogy a tenyészidő kifejezése napokban, csak adott termőhelyre és adott évjáratban érvényes. A törvényszerűségek meghatározásához, eltérő termőhelyek és évjáratok összehasonlítására már nem ad megbízható információt.

Bizonyított, hogy a később elvetett kukorica vegetatív tenyészideje rövidül, ha napokban fejezzük ki a tenyészidő hosszát. Ugyanígy hibával terhelt, ha a vízleadás vagy a szárazanyag-beépülés dinamikáját hasonlítjuk össze eltérő évjáratokban, illetve termőhelyeken a naptári napok függvényében.

A FAO 1977 óta foglalkozik a kukorica tenyészidejének pontos meghatározásával és új módszer kidolgozásával. Az eredmények bizonyították, hogy a legszorosabb összefüggés -a környezeti tényezőket vizsgálva- a hőmérséklettel van (ha a legfontosabb limitáló tényező: a víz nem korlátozó tényező).

Dolgozatomban vizsgáltuk, a Magyarországon köztermesztésben lévő kukoricahibridek tenyészidejének (teljes, vegetatív és generatív szakasz) hosszát napokban és hőösszegben kifejezve (1. és 2. melléklet).

Magyarországon a kutatásban és a gyakorlatban elsősorban technikai okok miatt (napi hőmérsékleti adatok hiánya) a tenyészidőszakot napokban fejezik ki. Vizsgálataink rámutatnak, hogy a hőösszegben meghatározott tenyészidőszak relatív szórása kisebb, megbízhatósága jobb (9. táblázat).

A vegetatív és generatív szakaszokat összehasonlítva megállapítható, hogy a virágzásig eltelt intervallum stabilabb, variációs koefficiense kisebb. Ez azzal magyarázható, hogy míg a vegetatív periódus fenológiai paraméterei (kelés, 50 % nővirágzás stb.) egyértelműen meghatározhatóak, addig a generatív szakasz mérése, illetve megfigyelése szubjektívebb, a vizsgálatok több hibával terheltek (fekete réteg színének meghatározása, lag periódus hosszának becslése stb.). Másrészt Magyarország klimatikus viszonyai között a vegetatív szakasz csapadékelátottsága stabilabb, mint a generatív periódusé.

9. táblázat **Kukorica**hibridek tenyészideje napokban és hőösszegeben meghatározva az évek és a termőhelyek átlagában

Hibrid	Átlagos vegetatív szakasz (nap)	Variációs koefficiens (%)	Átlagos generatív szakasz (nap)	Variációs koefficiens (%)	Átlagos vegetatív szakasz (°C nap)	Variációs koefficiens (%)	Átlagos generatív szakasz (°C nap)	Variációs koefficiens (%)	Átlagos tenyészidő (nap)	Variációs koefficiens (%)	Átlagos tenyészidő (°C nap)	Variációs koefficiens (%)
AW 043	73	5.2	66	18.1	824	5.8	813	11.3	139	8.8	1637	5.9
AW 143	72	3.0	75	14.1	770	2.4	915	7.3	146	6.1	1685	4.2
CLARICA	67	3.8	74	7.5	729	1.5	873	2.9	141	2.1	1602	1.7
CLARISIA	71	3.8	74	14.2	750	3.0	877	7.7	145	6.6	1627	5.1
DB 351	77	10.5	55	12.3	878	4.7	730	6.3	132	11.2	1609	5.4
DB 377	75	9.8	54	15.4	847	3.0	734	9.8	129	12.1	1581	6.1
DK 471	77	5.8	61	20.4	865	8.1	767	14.9	138	7.5	1632	3.8
DK 527	73	4.8	78	17.5	788	3.6	864	5.9	151	8.5	1652	4.5
DOLÁR	73	5.1	70	17.3	784	0.7	887	8.2	143	6.5	1672	4.5
EVELINA	72	7.0	75	6.7	785	5.0	849	4.2	147	1.8	1634	2.7
GOLDAFFE	73	3.5	70	15.4	782	1.6	862	4.6	143	6.7	1644	2.6
GOLDARIS	71	3.9	70	11.8	755	1.1	881	5.2	141	4.9	1637	2.6
MONESSA	66	5.5	71	7.5	721	3.0	860	1.9	137	1.3	1581	2.2
MV 484	79	8.6	64	19.1	907	8.7	779	18.3	143	8.3	1685	5.2
NASTIA	75	3.5	78	10.8	806	1.8	866	7.3	152	5.0	1672	3.5
OCCITAN	80	9.2	53	11.5	920	3.8	697	5.4	133	10.1	1617	4.5
SZE 277	73	7.0	69	6.1	800	5.4	871	6.8	142	1.0	1670	3.9
<i>Hibridek átlaga</i>		5.8		13.1		3.5		7.3		6.3		3.9

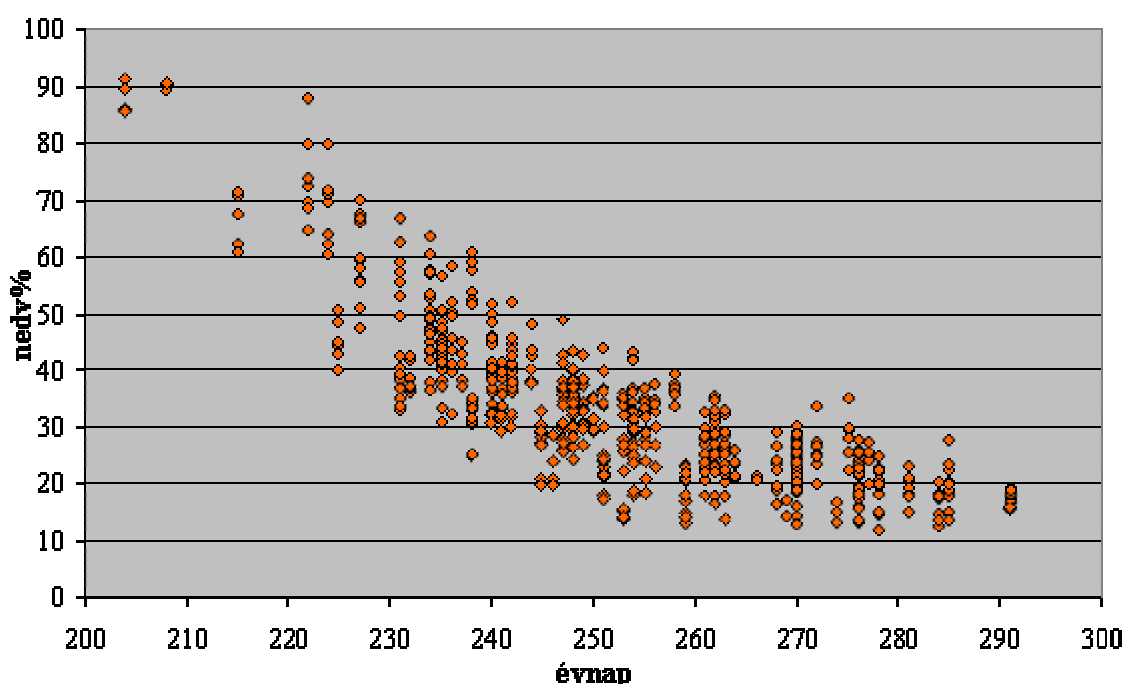
4.2. A kukoricaszem vízleadás dinamikája

A víz a kukoricaszem természetes alkotóeleme, melynek jelentős hatása van az élettani folyamatokra, a szem minőségére és a gazdaságosságra. A kukoricaszem víztartalma kombájnnal való betakarításhoz 23-24%-osan optimális, ugyanakkor a tárolás szempontjából jóval alacsonyabb víztartalom a kedvező. A virágzás után a legtöbb fiziológiai folyamat a cső felé irányul, hogy a szárazanyag-beépülés elkezdődjön, és ezzel párhuzamosan megindul a szem nedvességtartalmának a változása is.

A szem vízleadás dinamikáját két termőhelyen, Debrecenben és Szegeden vizsgáltuk, 90 kg N/ha műtrágyakezelésben.

Az adatok értékelésekor először a vetéstől eltelt napokban fejeztük ki a víztartalom változást (29. ábra).

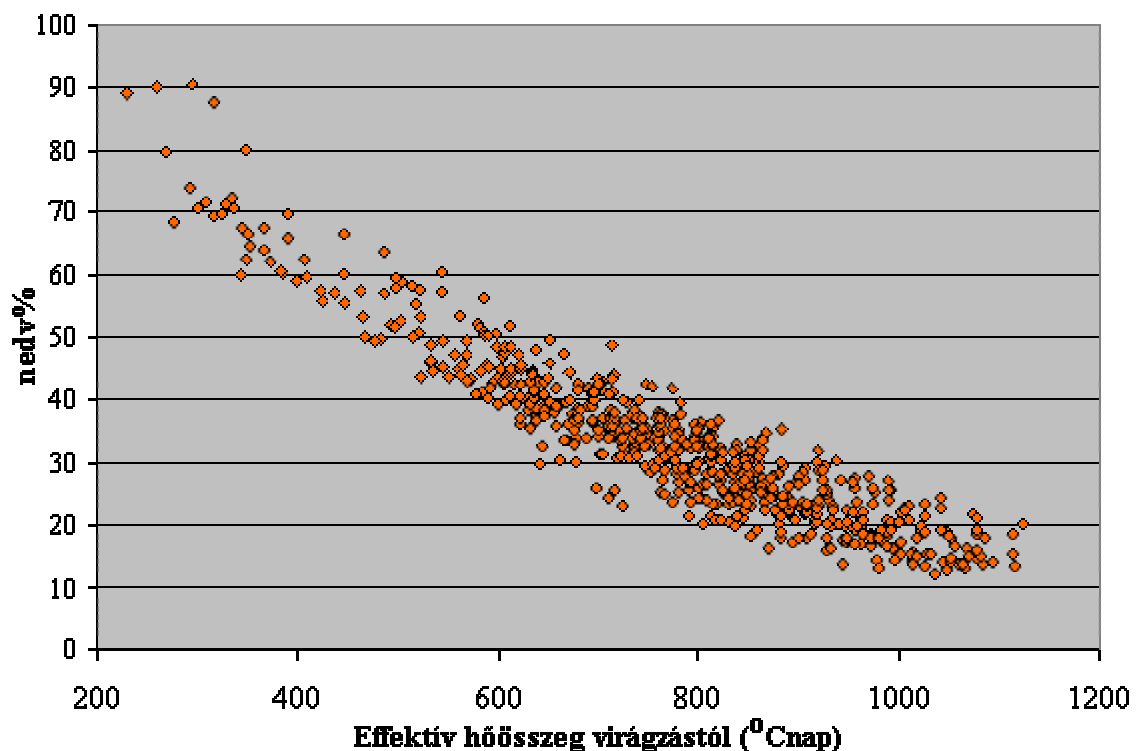
29. ábra A kukorica vízleadás dinamikája (Debrecen-Szeged, 1996-1999.)



Látható, hogy így az egyes évjáratnak, illetve termőhelynek döntő hatása van a kukorica vízleadás dinamikájára. Meghatároztuk, hogy a környezeti paraméterek közül, melyik hatása a domináns. Vizsgálataink eredménye szerint a fekete réteg kialakulásáig döntően a hőmérséklet befolyásolja a vízleadás dinamikáját. A többi elem (sugárzás, relatív

páratartalom, telítési hányad stb.) hatása is lényeges, de a gyakorlati alkalmazhatóság miatt a hőmérséklet használata indokolt (30. ábra).

30. ábra A kukorica vízleadás dinamikája az effektív hőösszeg függvényében (Debrecen-Szeged, 1996-1999.)



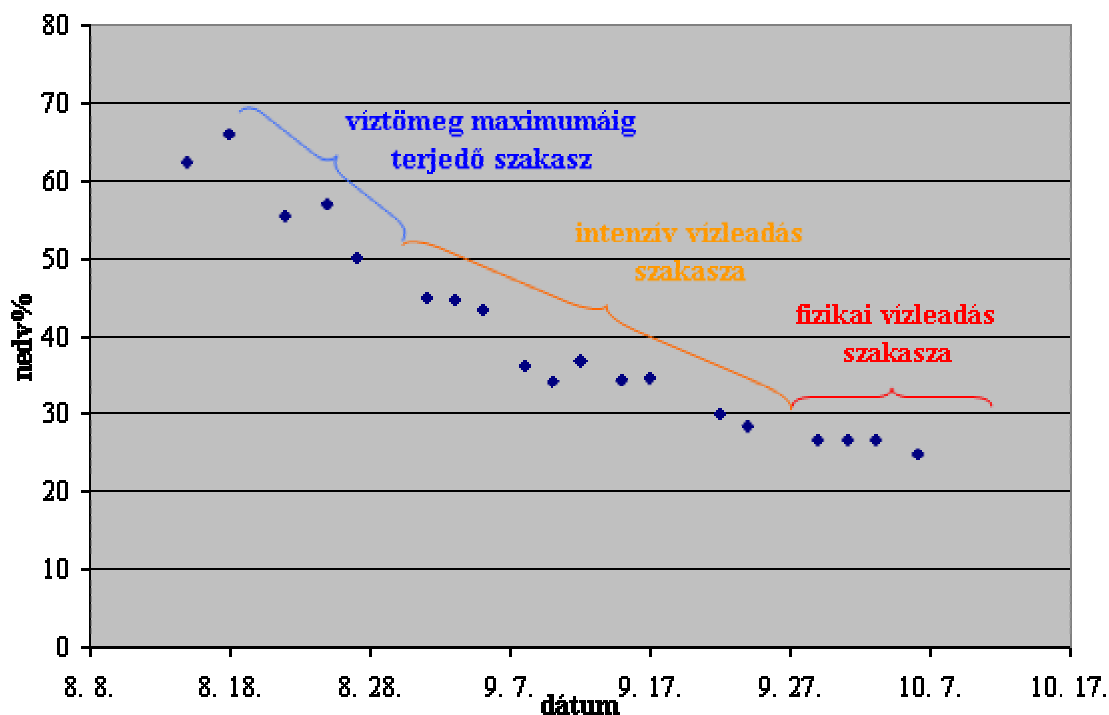
Az előző fejezetben a tenyészidőt két szakaszra, a vegetatív és a generatív szakaszra osztottuk fel. Lényegesnek tekintettük, hogy a vízleadás időszakát is jellemző szakaszokra bontsuk, hogy a szem fejlődését és a víztartalom csökkenést pontosabban tudjuk vizsgálni.

Fontos szempont volt, hogy az egyes időszakok kezdeti és végső időpontjai jól behatárolhatóak legyenek, és, hogy az egyes intervallumokat lineáris egyenessel tudjuk közelíteni.

Kutatásaink alapján -az irodalmi adatokhoz hasonlóan – a generatív szakaszt, a vízleadás szempontjából három szakaszra tagoltuk (31. ábra):

- víztömeg maximumig terjedő szakasz
- víztömeg maximumtól a fekete réteg kialakulásáig terjedő szakasz
- fizikai vízleadás szakasza

31. ábra A vízleadás szakaszai (AW 043, Debrecen, 1997)



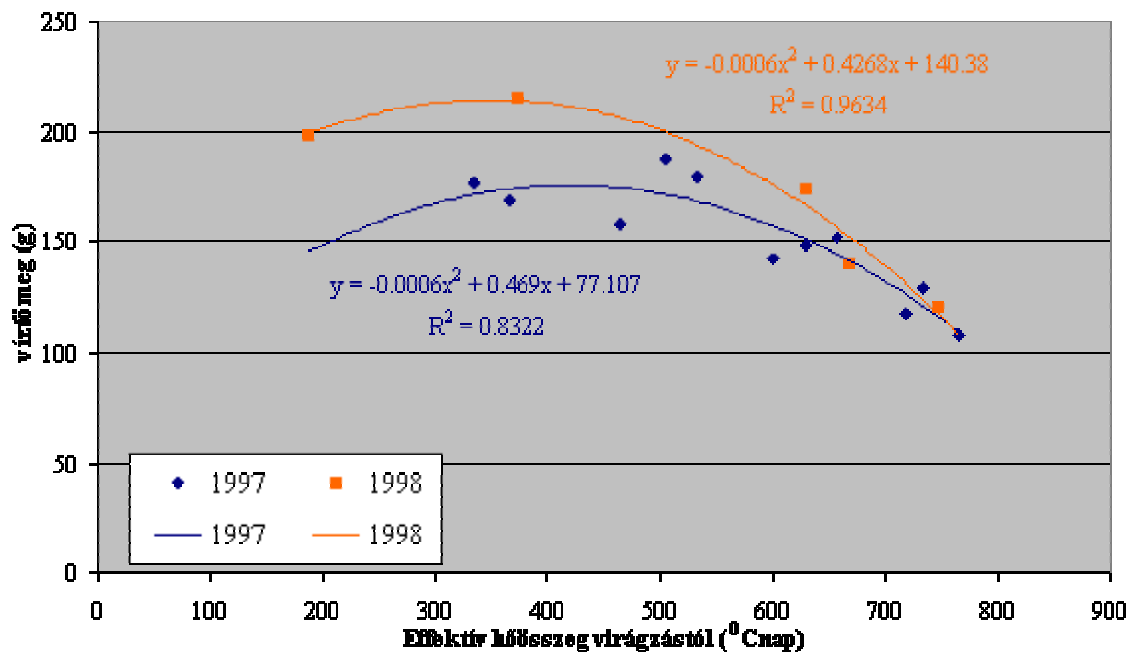
4.2.1. A víztömeg maximum szakasz

A víztömeg maximumig terjedő szakaszt a debreceni termőhely 1997-es és 1998-as adatain vizsgáltuk, mert a mintavételezést mindkét évben a szemfejlődés kezdetétől a fekete réteg kialakulásáig végeztük. Az elemzésbe a DB 351 SC, a DB 377 SC, a DK 471 SC, az MV 484 SC és az Occitan SC kukorica hibridek adatait használtuk fel.

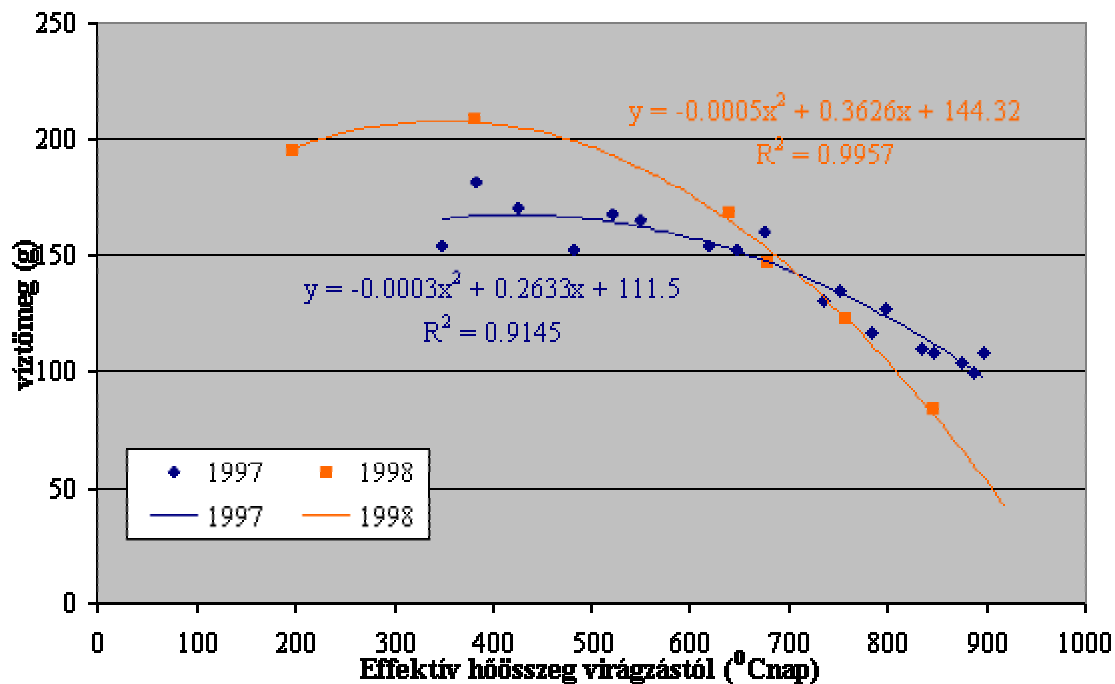
Minden hibrid esetében a legszorosabb közelítést másodfokú regressziós függvénnyel értük el (32.-36. ábra). Az illesztés jóságának elbírálását a többszörös R-értéken túl, a regresszió varianciaanalízisével, az F-próbával és a becslés standard hibájának figyelembevételével végeztük (8. melléklet).

A többszörös R-négyzet értékek magasak, a standard hibák 8.15-24.5 g intervallumok között helyezkednek el.

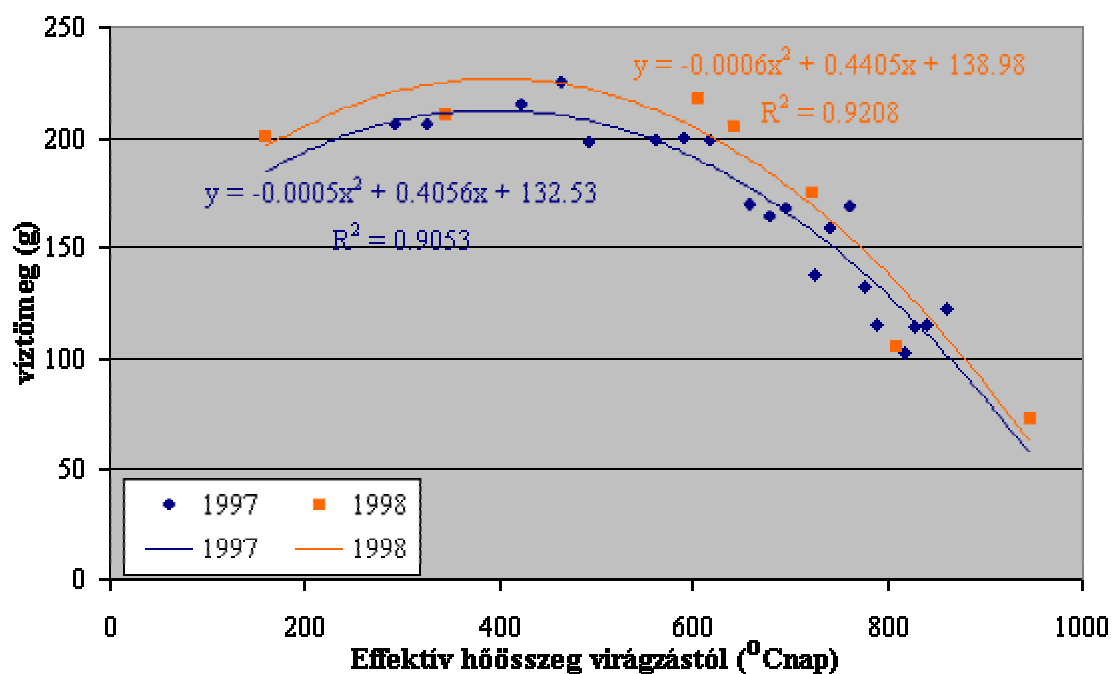
32. ábra A szem víztömeg alakulása a generatív szakaszban (DB 351 SC)
(Debrecen, 1997-1998.)



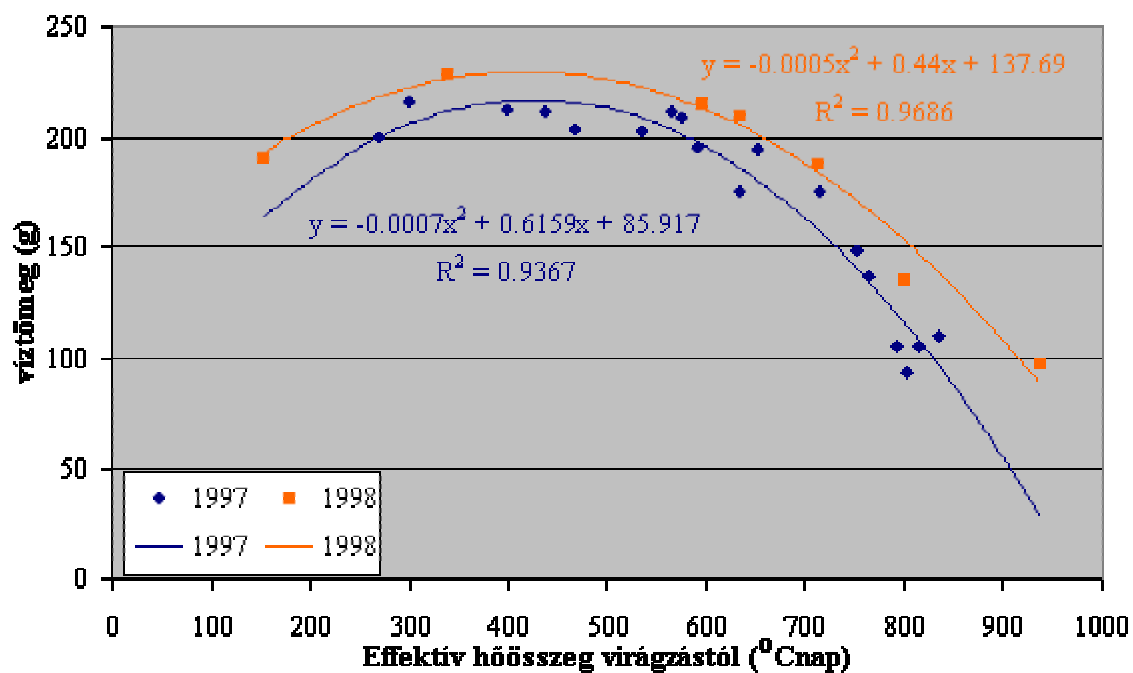
33. ábra A szem víztömeg alakulása a generatív szakaszban (DB 377 SC)
(Debrecen, 1997-1998.)



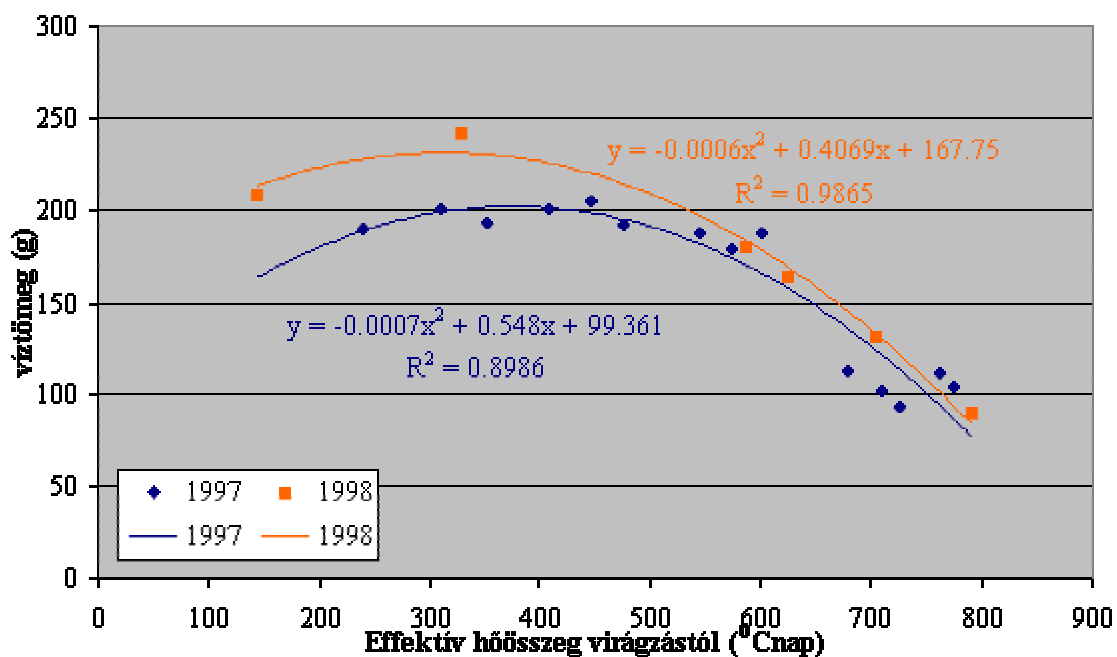
34. ábra A szem víztömeg alakulása a generatív szakaszban (DK 471 SC)
(Debrecen, 1997-1998.)



35. ábra A szem víztömeg alakulása a generatív szakaszban (MV 484 SC)
(Debrecen, 1997-1998.)



36. ábra A szem víztömeg alakulása a generatív szakaszban (Occitan SC)
(Debrecen, 1997-1998.)



Minden egyes hibridnél kiszámítottuk a maximális víztömeget és a hozzá tartozó effektív hőösszeget (10. táblázat).

1997-ben a maximális számított víztömegek 169-221 g között változtak, a legmagasabb értéket az MV 484 SC -nél mértük. A maximális víztömegekhez tartozó hőösszegek átlaga 413 °Cnap volt. A hibridek ettől az értéktől ± 25 °Cnappal tértek el, ami megközelítőleg két naptári napot jelent.

10. táblázat A hibridek maximális víztömegének és a generatív szakasz hosszának kapcsolata (Debrecen, 1997-1998)

Hibrid	1997			1998		
	X _{max}	Y _{max}	A generatív szakasz hossza (°Cnap)	X _{max}	Y _{max}	A generatív szakasz hossza (°Cnap)
DB 351 SC	391	169	800	356	216	834
DB 377 SC	439	169	783	362	210	844
DK 471 SC	406	215	818	367	220	807
MV 484 SC	440	221	792	440	235	799
Occitan SC	391	207	761	339	237	795

1998-ban a maximális számított víztömegek 210-237 g között változtak, a legmagasabb értéket, ebben az évben is az MV 484 SC -nél mértük. A maximális víztömegekhez tartozó hőösszegek átlaga 372 °Cnap volt. A hibridek ettől az értéktől ± 50 °Cnappal tértek el, ami megközelítőleg négy naptári napot jelent.

A két évet összehasonlítva megállapítható, hogy 1997-ben a víztömeg növekedés a szemben átlagosan 40 °Cnappal tovább tartott, de intenzitása kisebb volt. Az 1998-as évben mért nagyobb víztömeg értékekhez hosszabb generatív szakasz tartozott.

Összefoglalva megállapítható, hogy a víztömeg maximumok értékei hibridenként és évjáratonként változóak. Egy adott évjáratban a maximális értékekhez tartozó effektív hőösszegek között nincs jelentős különbség, az eltérés 2-4 naptári nap. Adott hibridnél, adott évjáratban a szem maximális víztömege és a generatív szakasz hossza között szoros összefüggés van. Jobb vízellátottság mellett (1998) nagyobb víztömeg maximumok alakultak, ami közvetve segítette a hosszabb és intenzívebb szárazanyag-beépülést.

4.2.2. A vízleadás intenzív szakasza

A vízleadás intenzív szakaszának vizsgálatához két termőhely, Debrecen és Szeged nedvesség % adatait használtuk fel. A vizsgált évjáratok száma Debrecenben 3 év, Szegeden 4 év volt. Mindkét termőhelyen 90 kg N/ha műtrágyadózis mellett értékeltük a hibridek vízleadás dinamikáját.

Az elemző munka során törekedtünk arra, hogy az összes FAO osztályból válasszunk ki hibridet, így 19 hibrid vizsgálatára került sor. A felhasznált adatok augusztus végétől kezdődően a fekete réteg kialakulásáig terjedő időszakra vonatkoznak.

Az adatok értékelésekor a szem nedvességtartalmának változását először a virágzástól eltelt napok függvényében vizsgáltuk. Ebben az esetben az illesztett egyenesek meredeksége és konstansa eltérő volt. Ha a kísérleti adatokat a virágzástól kumulált hőösszeg függvényében vizsgáltuk, az egyenesek egymás mellett szorosan helyezkedtek el. A vízleadás intenzív szakaszának elemzését a virágzástól kumulált hőösszeg függvényében mutatjuk be.

A vízleadás dinamikájának vizsgálatára általánosított lineáris modellt és regresszióanalízist alkalmaztunk. A módszerben a folytonos változókra mint kovariánsokra (covariates) hivatkozunk, jelen vizsgálatban a kumulált hőösszegre. A GLM modell statisztikai analízise kiegészült egy lineáris regresszió-analízissel. Az illesztések szorosságának megítélését a többszörös R-értéknek, a becslés standard hibájának és az egyes részhalmazok konfidencia-intervallumainak vizsgálatával és figyelembevételével végeztük.

Az elemzés első szakaszában hibridenként és termőhelyenként vizsgáltuk, hogy van-e szignifikáns különbség az egyes évjáratok között. Megállapítottuk, hogy a vizsgált hibridek közül, a Monessa SC, a Clarica SC, a Clarisia SC és a Florencia SC vízleadás dinamikáját nem lehet jellemezni egy közös regressziós egyenlettel, az egyes évek regressziós egyenesei szignifikánsan eltértek egymástól (11-13. táblázat). A jelenség azzal magyarázható, hogy ezek a hibridek a hőmérséklet mellett érzékenyebben reagálnak a csapadék mennyiségére és eloszlására, mint a vizsgálatba vont többi hibrid.

A fennmaradó 15 hibrid adatait elemezve kimutattuk, hogy a vízleadás dinamikája egy adott genotípusnál közös regressziós egyenessel közelíthető, az egyes évjáratok szignifikánsan nem tértek el egymástól. A lineáris illesztés (többszörös r -négyzet) minden esetben szoros volt, értékei .88 és .98 között alakultak (9.-23. melléklet).

Vizsgáltuk, az MV 484 SC és a DK 471 SC esetében, hogy a vízleadás dinamikáját milyen mértékben befolyásolja a termőhely. A két, kukoricatermesztés szempontjából jó talajadottságú termőhelyen, Debrecenben és Szegeden a hibridek vízleadásának sebessége hasonló volt. Az effektív hőösszeg függvényében a víztartalom változása e két helyen közös regressziós koefficienssel jellemezhető (MV 484 SC $b_0 = -.0723$; DK 471 SC $b_0 = -.0718$).

Azonban a két termőhelyre nem alkalmazható közös lineáris regressziós egyenlet, mert a konstansok szignifikánsan eltérnek egymástól. Valószínűsíthető, hogy az egyes termőhelyeken a hőmérséklet mellett egyéb tényezők is kismértékben befolyásolják (talajtulajdonságok, csapadékeloszlás) a vízleadás dinamikáját.

A lineáris egyenlet b tagjának vizsgálatával meghatároztuk termőhelyenként, az egyes hibridek vízleadás sebességét. A számított közös regressziós koefficiensek alapján a hibrideket négy különböző csoportba soroltuk (37-40. ábrák).

Összefoglalva, bizonyítottuk, hogy a vízleadás sebességét a környezeti paraméterek közül, elsősorban a hőmérséklet határozza meg. A szakasz hosszát (a fekete réteg kialakulásának idejét) a hőmérséklet mellett a csapadékeloszlás és a hibridspecifitás határozza meg. A hőösszeg függvényében a vízleadás dinamikája egy adott genotípusnál évjáratától függetlenül közös regressziós egyenessel közelíthető, az egyes évjáratok szignifikánsan nem tértek el egymástól. Bizonyos hibridek a környezet egyéb tényezőire érzékenyebben reagálnak, a vízleadás dinamikája évről-évre változik, így nem jellemezhető egy regressziós egyenessel.

11. táblázat **Eltérő genotípusú kukorica hibridek vízleadás dinamikája az intenzív szakaszban (Szeged, 1996-1999)**

Hibrid neve	FAO szám	Évek				
		1996	1997	1998	1999	Közös regressziós egyenlet
MONESSA	270	$-0.054x + 69.815$ $R^2 = .9932$	$-0.071x + 82.547$ $R^2 = .9916$	$-0.029x + 52.471$ $R^2 = .9107$		-
KANADA	300			$-.056x + 75.283$ $R^2 = .907$	$-.065x + 81.847$ $R^2 = .978$	$-.0623x + 79.999$ $R^2 = .948$
CLARICA	310		$-.0576x + 79.064$ $R^2 = .9794$	$-.0576x + 79.064$ $R^2 = .9794$	$-.0621x + 77.583$ $R^2 = .9995$	-
CLARISIA	310	$-.0722x + 89.76$ $R^2 = .9592$	$-.058x + 81.885$ $R^2 = .9933$	$-.0672x + 82.805$ $R^2 = .9896$		-
SZE 277	320			$-.0599x + 78.879$ $R^2 = .874$	$-.0649x + 81.542$ $R^2 = .999$	$-.0635x + 81.069$ $R^2 = .938$
LG 2298	340			$-.0534x + 73.469$ $R^2 = .9884$	$-.0536x + 72.588$ $R^2 = .9199$	$-.0536x + 73.005$ $R^2 = .914$
AW 043	380	$-0.0594x + 79.726$ $R^2 = .9825$	$-0.0692x + 86.001$ $R^2 = .9955$	$-0.0526x + 75.480$ $R^2 = .9541$	$-0.0747x + 90.758$ $R^2 = .985$	$-.0637x + 82.856$ $R^2 = .93891$
GOLDARIS	380	$-.0548x + 75.802$ $R^2 = .937$	$-.0504x + 72.033$ $R^2 = .988$			$-.0518x + 73.394$ $R^2 = .956$

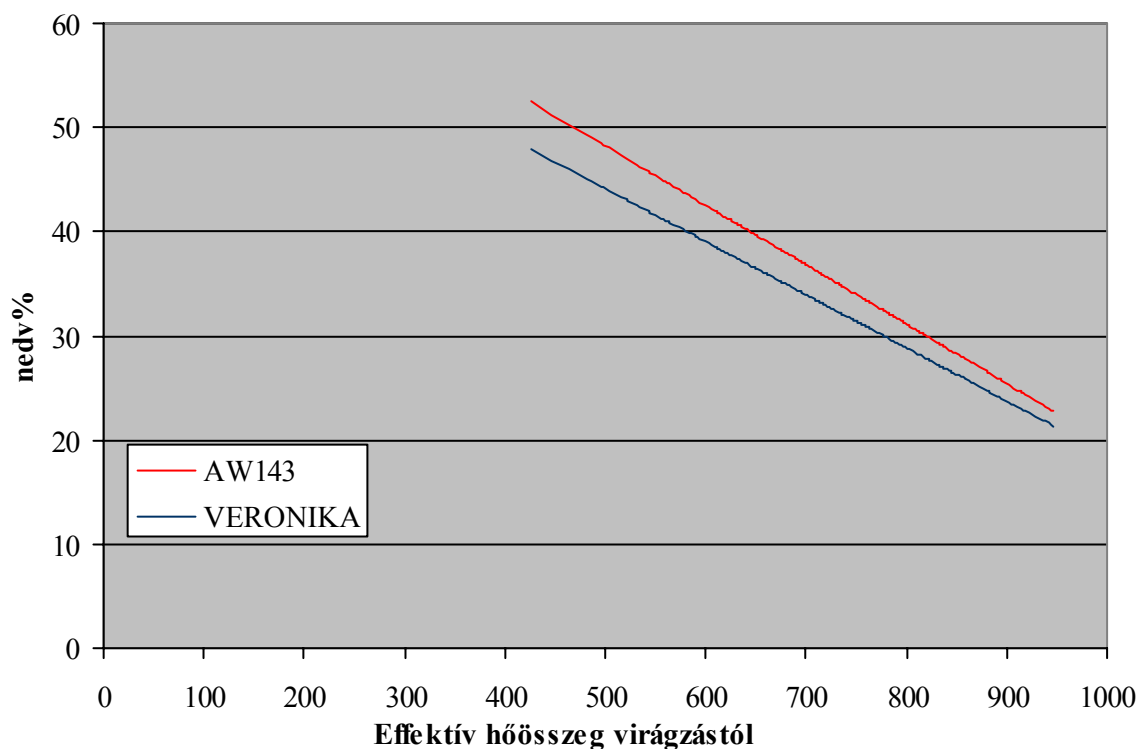
12. táblázat **Eltérő genotípusú kukorica hibridek vízleadás dinamikája az intenzív szakaszban (Szeged, 1996-1999)(folytatás)**

Hibrid neve	FAO szám	Évek				
		1996	1997	1998	1999	Közös regressziós egyenlet
DK 471	410	$-.0827x+98.514$ $R^2 = .998$	$-.0676x+86.802$ $R^2 = .987$			$-.072x+90.296$ $R^2 = .97876$
NASTIA	420	$-.0685x+83.08$ $R^2 = .974$	$-.067x+81.997$ $R^2 = .995$			$-.0672x+82.22$ $R^2 = .992$
AW 143	450	$-0.0498x+71.881$ $R^2 = .947$	$-0.0482x+70.759$ $R^2 = .982$			$-0.0487x+71.098$ $R^2 = .969$
MV 484	450		$-.0702x+89.099$ $R^2 = .961$	$-.0752x+80.980$ $R^2 = .967$	$-.0717x+89.477$ $R^2 = .997$	$-.0735x+84.149$ $R^2 = .987$
GOLDAFFE	460	$-.0653x+83.222$ $R^2 = .979$	$-.0858x+95.851$ $R^2 = .947$			$-.0796x+92.453$ $R^2 = 0.92422$
VERONIKA	460			$-.0507x+69.867$ $R^2 = .983$	$-.0491x+67.865$ $R^2 = .98$	$-.051x+69.666$ $R^2 = .976$
DK 527	490		$-.0776x+95.574$ $R^2 = .963$	$-.0486x+75.028$ $R^2 = .963$	$-.0792x+97.092$ $R^2 = .995$	$-.0638x+86.269$ $R^2 = .91770$
FLORENCIA	530		$-.0616x-80.539$ $R^2 = .967$	$-.0390x+67.203$ $R^2 = .986$		-

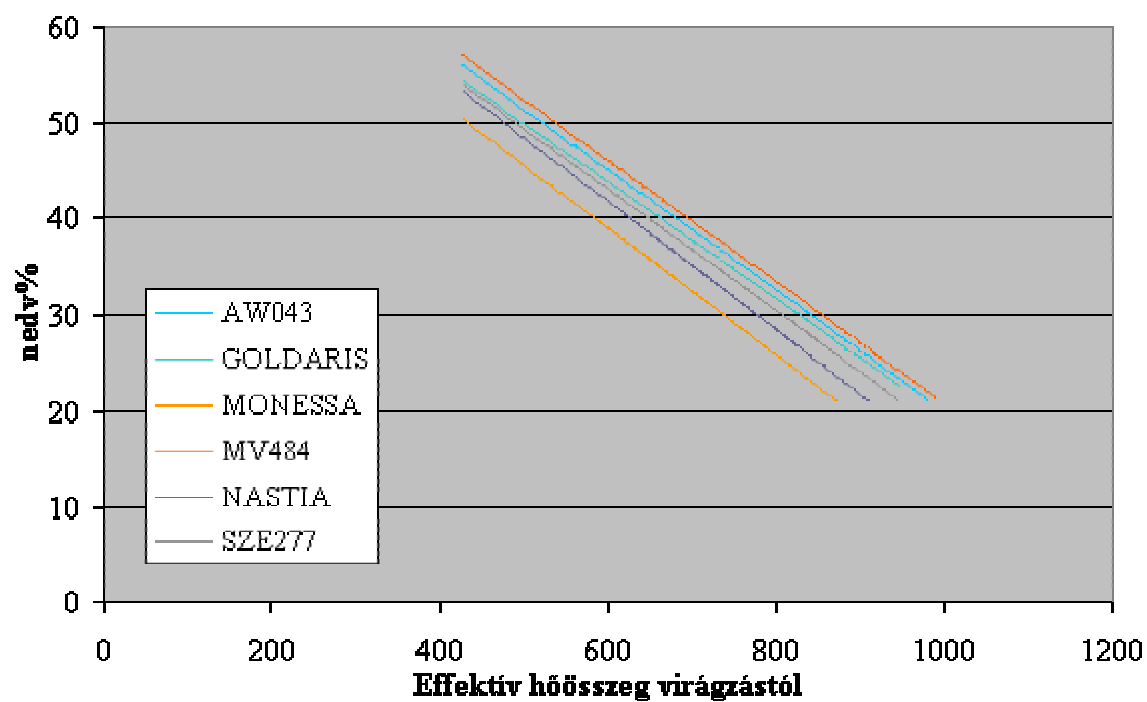
13. táblázat **Eltérő genotípusú kukorica hibridek vízleadás dinamikája az intenzív szakaszban (Debrecen, 1996-1999)**

Hibrid neve	FAO szám	Évek				
		1996	1997	1998	1999	Közös regressziós egyenlet
DB 351	340		$-.0909x+96.821$ $R^2 = 0.866$	$-.0853x+92.719$ $R^2 = 0.987$		$-.0882x+94.968$ $R^2 = .917$
DB 377	380		$-.0756x+88.098$ $R^2 = .852$	$-.0768x+86.363$ $R^2 = .982$		$-.079x+89.737$ $R^2 = .878$
OCCITAN	380		$-.0835x+89.476$ $R^2 = .767$	$-.0796x+86.812$ $R^2 = .945$		$-.0829x+89.015$ $R^2 = .796$
DK 471	410		$-.0843x+93.576$ $R^2 = .946$	$-.0912x+99.487$ $R^2 = .984$	$-.0771x+87.459$ $R^2 = .999$	$-.076x+90.711$ $R^2 = .955$
MV 484	450		$-.0686x+83.362$ $R^2 = 0.730$	$-.0795x+90.095$ $R^2 = 0.984$	$-.0664x+80.032$ $R^2 = 0.996$	$-.0715x+84.805$ $R^2 = .887$

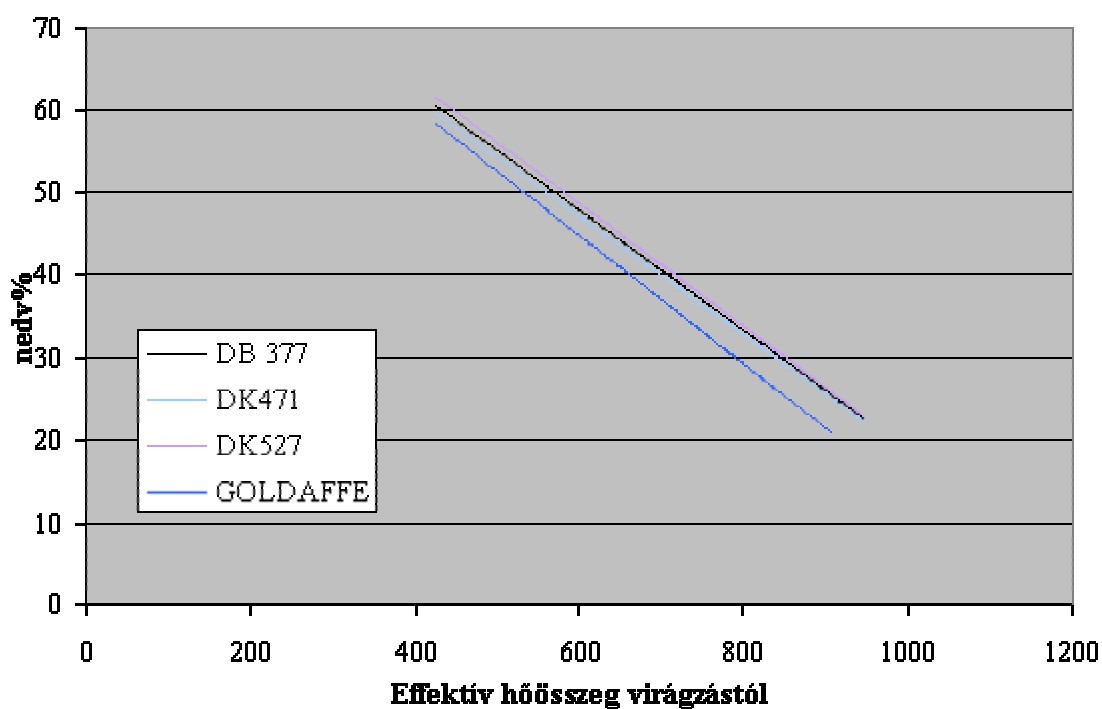
37. ábra **Kukoricahibridek vízleadás-dinamikája az évek átlagában**
(I.csoport: $0.053\%/^{\circ}\text{Cnap}$)



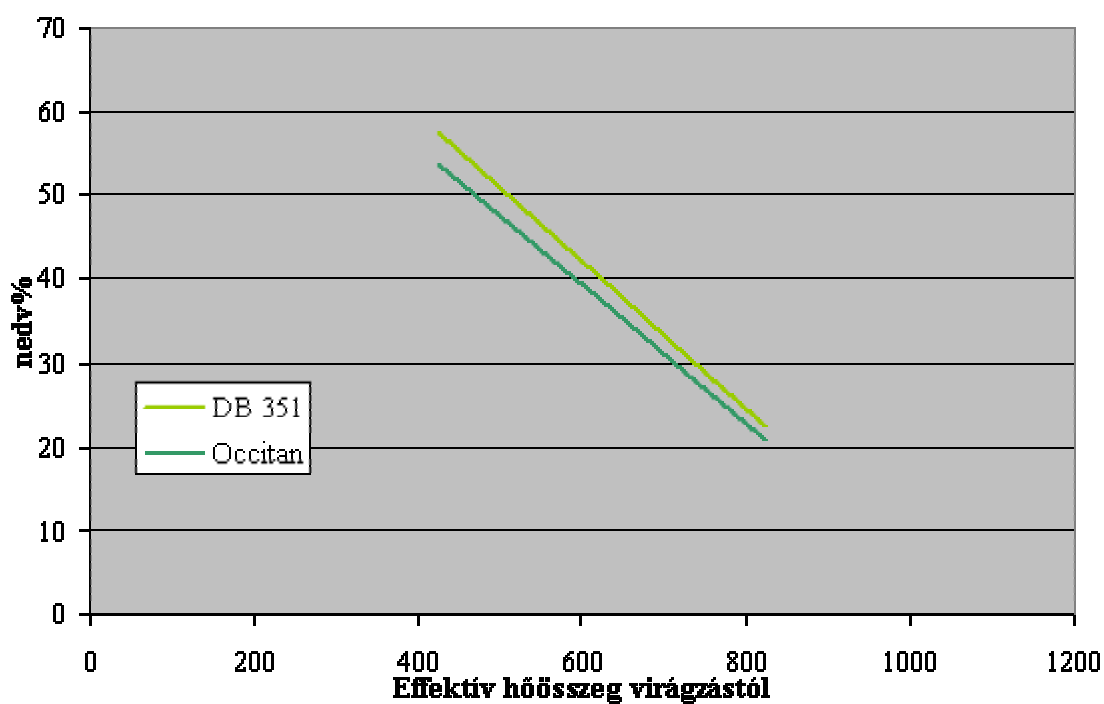
38. ábra **Kukoricahibridek vízleadás-dinamikája az évek átlagában**
(II.csoport: $0.063\%/^{\circ}\text{Cnap}$)



39. ábra **Kukoricahibridek vízleadás-dinamikája az évek átlagában**
(III.csoport: 0.073%/°Cnap)



40. ábra **Kukoricahibridek vízleadás-dinamikája az évek átlagában**
(IV.csoport: 0.083%/°Cnap)



4.2.3. A fizikai vízleadás szakasza

A szem víztartalmának alakulása két fontos szakaszra különíthető: az aktív fiziológiai folyamatok hatnak a szemtelítődés idején, míg a passzív száradási folyamatok a fiziológiai érés után (SCHMIDT-HALLAUER 1966). A hőmérséklet korrelatív kapcsolata a szem víztartalmával szignifikáns az első szakaszban, de a második szakaszban bár a legfontosabb, de nem az egyedüli hatótényező. ALDRICH et. al (1975) szerint fiziológiai érés után az időjárás hatása nagyobb az egyéb tényezőknél.

A szem a szárazanyag maximumát a fekete réteg kialakulásának elején éri el (CARTER és PONELEIT 1973) és a fiziológiai érés mutatója (DAYNARD és DUNCAN 1969). A fekete réteg a maghéj alatt a magalapnál képződik, mikor a kötőszövetek sejtjei elhalnak. A fekete réteg kialakulása utáni szakaszban (30% víztartalom alatt) a hőmérsékleten kívül egyéb időjárási tényezőknek is fontos szerepük van.

A fizikai vízleadás szakaszának vizsgálatába azokat az éveket, hibridek mintavételi adatait vontuk be, ahol minimum 3 mintavétel történt a fiziológiai érés után:

- Debrecen: MV 484 SC, DB 377 SC és DK 471 SC 1997. évjáratból
- Szeged: AW 043 SC, Clarica SC, Clarisia SC, Evelina SC, Goldaris SC és Monessa SC 1996-1998 évekből.

Először a fizikai vízleadás szakaszát a hőösszeg függvényében vizsgáltuk. Nem tapasztaltunk összefüggést a szem nedvességtartalom változás és a fekete réteg kialakulásától számított hőösszeg között. Megállapítottuk, hogy ebben a szakaszban – a szakirodalommal összhangban – a vízleadás dinamikáját, a hőmérséklet mellett más környezeti tényező is befolyásolja.

A továbbiakban a szem fizikai vízleadás dinamikáját az evaporáció függvényében vizsgáltuk. A potenciális evaporációt SZÁSZ (1988) módszere alapján számítottuk ki:

$$PE = \exists * [0.0054(T+21)^2(1-R)^{2/3} \otimes (<)]$$

ahol	$\exists$	=	oázishatás tényezője
	T	=	napi középhőmérséklet (°C)
	R	=	telítési hányad
	$\otimes (<)$	=	szélsebesség függvénye (m/s)

A több lehetőség közül, azért választottuk a SZÁSZ-féle módszert, mert a víz párolgását befolyásoló légköri elemek és folyamatok közül a legfontosabbakat veszi figyelembe és hazai specifikus körülményekre íródott.

A statisztikai értékelést lineáris regresszió-analízissel végeztük. Az illesztések szorosságának megítélésékor a többszörös R-értéket és a becslés standard hibáját vettük figyelembe. Az összefüggés valódiságát az F-próba alapján állapítottuk meg (24. melléklet).

A vizsgálatok bizonyították, hogy a fizikai vízleadást a hőmérséklet mellett a csapadékelátottság (páratartalom) határozza meg. A fekete réteg kialakulása után a nedvességtartalomban bekövetkező változások kétirányúak, magasabb páratartalom a szem visszanedvesedését okozza. Az összefüggés jól jellemezhető lineáris egyenesekkel, az R-négyszetek minden esetben szoros illeszkedést mutattak (16. táblázat).

A vízleadás sebességében az egyes hibridek között nem tapasztaltunk, szignifikáns különbséget, az egyenesek meredeksége közel azonos volt.

Összefoglalva, vizsgáltuk a vízleadás dinamikáját a hőösszeg, illetve a fiziológiai érés után az evaporáció függvényében.

A generatív szakaszt a vízleadás szempontjából három szakaszra osztottuk fel:

- víztömeg maximumig terjedő szakasz
- víztömeg maximumtól a fekete réteg kialakulásáig terjedő szakasz
- fizikai vízleadás szakasza

Megállapítottuk, hogy a víztömeg maximumok értékei hibridenként és évjáratonként változóak. Egy adott évjáratban a maximális értékekhez tartozó effektív hőösszegek között nincs jelentős különbség, az eltérés 2-4 naptári nap. Adott hibridnél, adott évjáratban a szem maximális víztömege és a generatív szakasz hossza között szoros összefüggés van. Jobb vízellátottság mellett (1998) nagyobb víztömeg maximumok alakultak ki, ami közvetve segítette a hosszabb és intenzívebb szárazanyag-beépülést.

A vízleadás sebességét a környezeti paraméterek közül, elsősorban a hőmérséklet határozza meg. Az intenzív vízleadás hosszát (a fekete réteg kialakulását) a hőmérséklet mellett a csapadékeloszlás és a hibrid tulajdonsága határozza meg.

A szem nedvességtartalom változása egy adott hibridnél közös lineáris egyenessel jellemezhető. A lineáris egyenlet b tagjának vizsgálatával meghatároztuk termőhelyenként, az egyes hibridek vízleadásának a sebességét. A számított közös regressziós koefficiensek alapján a hibrideket négy különböző csoportba soroltuk.

A fiziológiai érés után a fizikai vízleadás az evaporáció függvényében lineáris összefüggést mutatott.

16. táblázat **Eltérő genotípusú kukoricahibridek vízleadás dinamikája a fiziológiai érés után (Debrecen, 1996-1999)**

Hibrid neve	FAO szám	Évek		
		1996	1997	1998
MONESSA	270	$-.164X+24.227$ $R^2 = .971$	$-.153X+20.140$ $R^2 = .998$	$-.129X+26.332$ $R^2 = .981$
CLARICA	310	$-.122X+25.348$ $R^2 = .964$		$-.119X+28.690$ $R^2 = .937$
CLARISIA	310	$-.139X+27.975$ $R^2 = .968$		$-.135X+23.728$ $R^2 = .829$
AW 043	380	$-.123X+25.901$ $R^2 = .929$	$-.154X+22.607$ $R^2 = 1.00$	$-.129X+26.088$ $R^2 = .983$
DB 377	380		$-.136x+29.500$ $R^2 = .764$	
EVELINA	380	$-.150X+26.511$ $R^2 = .989$	$-.112X+25.537$ $R^2 = 1.000$	
DK 471	410		$-.167x+23.706$ $R^2 = .545$	
GOLDARIS	430	$-.164X+29.379$ $R^2 = .992$	$-.114X+23.489$ $R^2 = 1.000$	
MV 484	450		$-.145x+18.503$ $R^2 = .733$	

4.3.A műtrágyázás hatása a szemszáma, a szemtelítődésre és a szemnedvességre

A kukorica terméselemeit és nedvességtartalmát befolyásoló agrotechnikai tényezők közül a műtrágyázás hatását vizsgáltuk. Az elemzésbe, a DK 471 SC és az MV 484 SC adatait vontuk be az 1998. és 1999. évjáratból. 1998-ban kontroll és öt, 1999-ben kontroll és három (90 kg N/ha, illetve 150 kg N/ha) műtrágyakezelésben vizsgáltuk a tápanyag-ellátás hatását.

Műtrágyázás hatására a *csövenkénti szemek száma* (80-120%) szignifikánsan nőtt a műtrágyázott kezelésekben, igazolva, hogy a tápanyagellátás (adott vízellátottság mellett) kedvezően befolyásolja a megtermékenyítést és a termést.

A szemszám 1998-ban a 120 kg N/ha kezelésben, 1999-ben –a kedvező csapadékellátottság következtében- 150kg N/ha-os műtrágya-hatóanyag dózis hatására volt a legmagasabb (41-42. ábra).

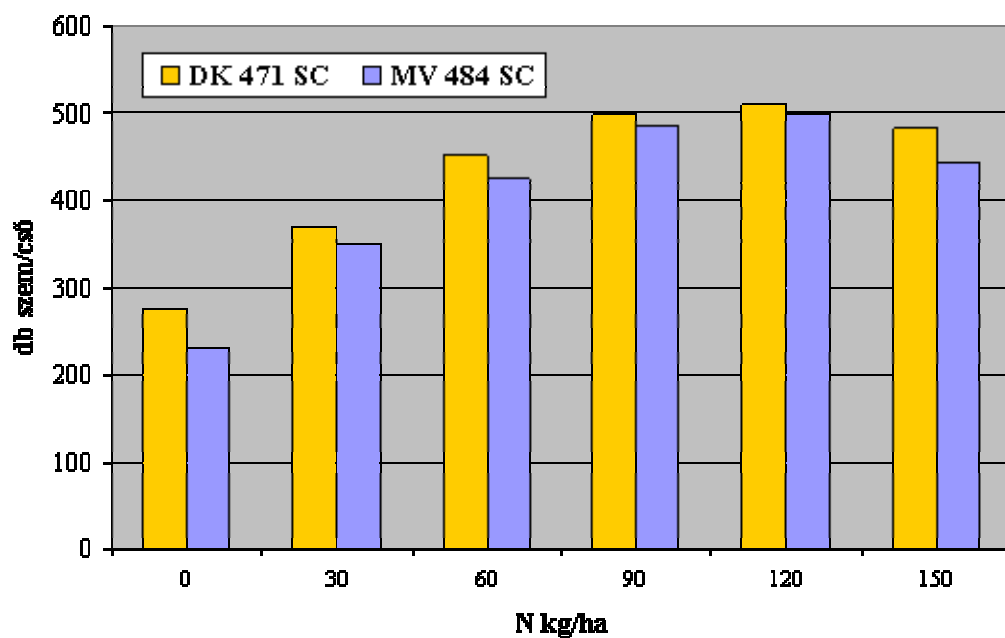
A két hibridet vizsgálva megállapítható, hogy az intenzívebb tápanyag-hasznosítású DK 471 szemszáma mindkét évben magasabb volt 5-10 %-kal, a hibridhatás szignifikáns volt.

A műtrágyázás hatását másodfokú regressziós függvény segítségével vizsgáltuk. Az illesztés jóságának elbírálását a többszörös R-értéken túl, a regresszió varianciaanalízisével, az F-próbával és a becslés standard hibájának figyelembevételével végeztük. Az egyenlet paramétereit t-próbával teszteltük, a szignifikancia elbírálásához kétoldali szimmetrikus tesztet végeztünk.

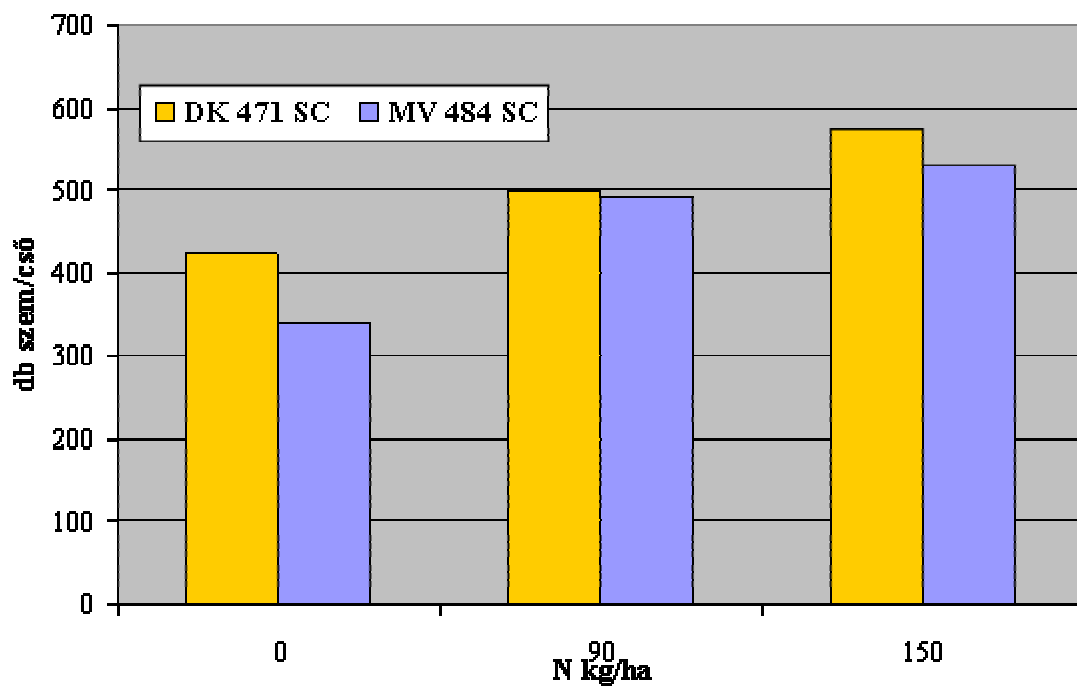
A statisztikai értékelést a 17. és 18. táblázatok tartalmazzák. A vizsgált években a többszörös R értékek között alakultak (0,84-0,86), az F próba alapján 0.1 % szinten minden évjáratban szignifikánsnak bizonyult a műtrágya hatása. Az egyenlet lineáris és négyzetes tagjai a t-próba alapján 0,1 % szinten ugyancsak szignifikánsak voltak. Mindkét évben a lineáris tag dominanciája volt a jellemző, a négyzetes tag depresszív hatása kis mértékben jelentkezett.

A műtrágyakezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságának vizsgálatára Duncan tesztet alkalmaztunk (19-20. táblázatok). A vizsgálattal megállapítottuk, hogy az egyes hibridek műtrágya reakciójában az évek átlagában eltérés van. A DK 471 SC szemszáma 60 kg/ha kezeléstől már szignifikánsan nem változik, jelentős szemszám növekedés nincs. Az MV 484 SC szemszám növekedése egyenletes, a maximális szemszámot 120 kg N/ha kezelés hatására érte el.

41. ábra A műtrágyázás hatása a DK 471 SC és az MV 484 csőenkénti szemszámára
(Debrecen, 1998)



42. ábra A műtrágyázás hatása a DK 471 SC és az MV 484 szemszámára
(Debrecen, 1999)



17. táblázat A DK 471 SC szemszámának regresszió eredménye
(Debrecen, 1998-1999)

Többszörös R	.92777			Standard hiba	35.8510
Többszörös R-négyzet	.86075				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	166849.42	2	83424.711	64.90383	.0000
Maradék	26992.54	21	1285.359		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	270.464286	16.246773		16.647	.0000
Műtrágya	4.077976	509406	2.324829	8.005	.0000
Műtrágya négyzet	-.017639	.003260	-1.571413	-5.411	.0000

18. táblázat Az MV 484 SC szemszámának regresszió eredménye
(Debrecen, 1998-1999)

Többszörös R	.92056			Standard hiba	43.33887
Többszörös R-négyzet	.84743				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	219087.45	2	109543.72	58.32198	.0000
Maradék	39443.42	21	1878.26		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	223.596211	19.639594		11.385	.0000
Műtrágya	5.011911	.615786	2.474101	8.139	.0000
Műtrágya négyzet	-.022941	.003941	-1.769736	-5.822	.0000

19. táblázat A DK 471 SC szemszámának Duncan tesztje (Debrecen, 1998-1999)

Műtrágyakezelés	N	V=.05	
		1	2
2	7	338	
30	4	368	
60	4		452
120	7		497
90	4		508
150	7		522
Sig.		.426	.091

20. táblázat Az MV 484 SC szemszámának Duncan tesztje (Debrecen, 1998-1999)

Műtrágyakezelés	N	V=.05			
		1	2	3	4
2	7	277			
30	4		349		
60	4			426	
150	7			479	479
90	7			487	487
120	4				527
Sig.		1.000	1.000	.091	.182

A műtrágyázás elősegítette a *szemtelítődést*. 1998-ban a szárazanyag maximuma mindkét hibridnél 120 kg N/ha műtrágyakezelésben volt. A két hibridet összehasonlítva a DK 471 szárazanyag-termelődése volt magasabb 11%-kal (43-46. ábrák).

A szemtelítődés lineáris szakaszában a DK 471 SC szemtelítődési sebessége 7,84 mg/⁰Cnap, az MV 484 SC-nek pedig 7,31 mg/⁰Cnap volt.

Vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a szemtelítődésre az egyes időpontokban. Megállapítottuk, hogy a lineáris szakasz meredekségében, azaz a szemtelítődés sebességében az egyes kezelések között nincs szignifikáns különbség, a műtrágyázás a szemtelítődés időszakának a hosszát növeli (25. melléklet).

A betakarítás időpontjában vizsgáltuk a műtrágyakezelések hatását az ezerszemtömegekre (21. táblázat). Megállapítottuk, hogy a jobb tápanyag-ellátás szignifikánsan növelte mindkét hibrid ezerszemtömegét. A műtrágyakezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságának vizsgálatára Duncan tesztet alkalmaztunk (22. táblázat). A vizsgálattal megállapítottuk, hogy 1998-ban az egyes hibridek műtrágya reakciójában nincs különbség. A DK 471 SC és MV 484 SC ezerszemtömegeit összehasonlítva három homogén csoportot lehet elkülöníteni, 60kg N/ha műtrágyadózistól az ezerszemtömeg nem nő számottevően.

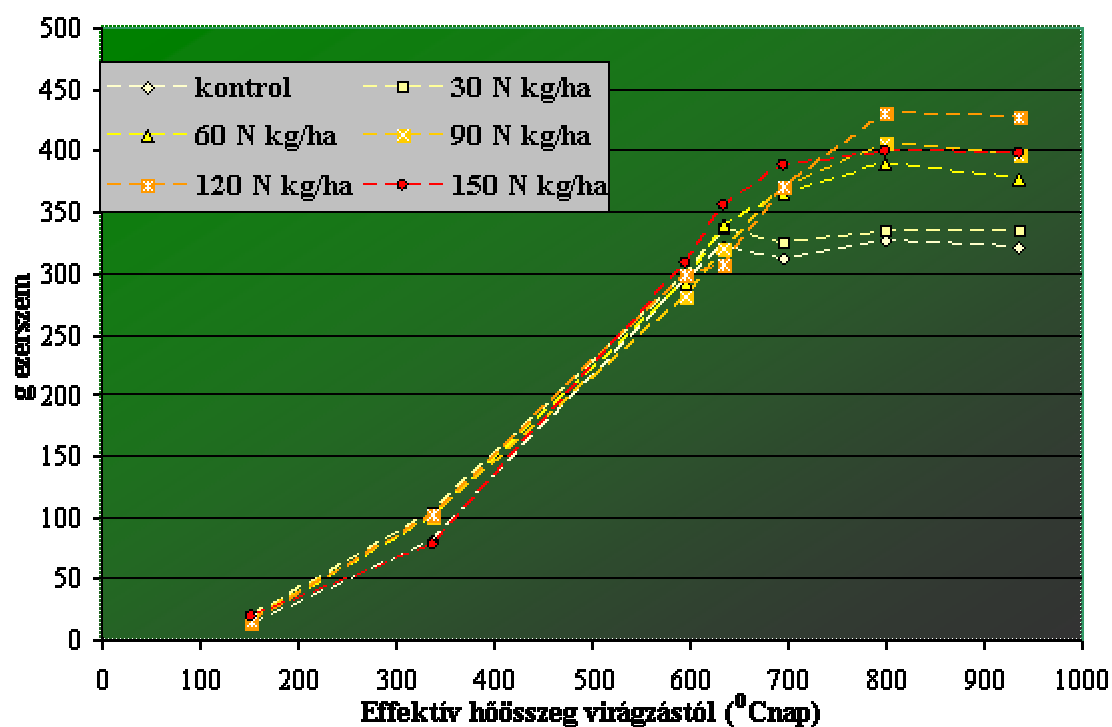
1999-ben a kedvező csapadékelátottság miatt mindkét hibridnél magasabb értékeket mértünk, mint 1998-ban. A hibrideket összehasonlítva megállapítható, hogy a DK 471 SC intenzívebben hasznosította a tápanyagot, az összes kezelésben nagyobb értékeket mértünk, mint az MV 484 SC-nél.

A szemtelítődés lineáris szakaszában a DK 471 SC szemtelítődési sebessége 7,91 mg/⁰Cnap, az MV 484 SC-nek pedig 7,44 mg/⁰Cnap volt. Az egyes időpontok varianciaanalízise –az előző évhez hasonlóan– igazolta, hogy a tápanyagellátás a szemtelítődés hosszát befolyásolja, a szemtelítődés sebessége azonos az eltérő kezelésekben.

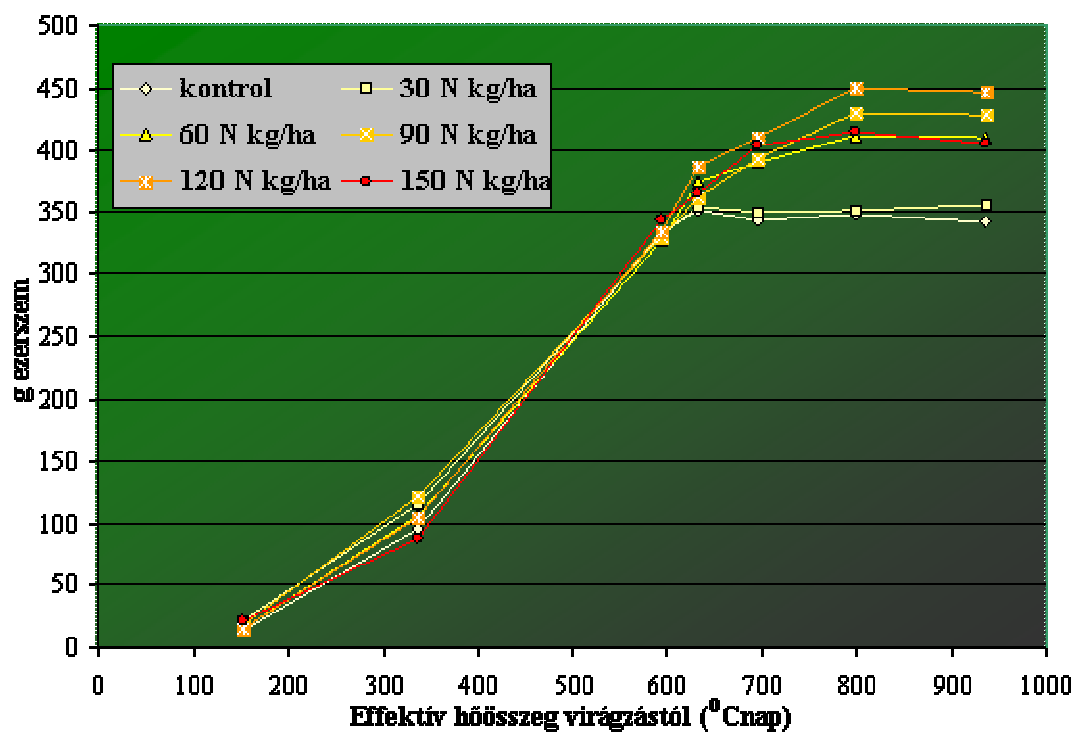
1999-ben műtrágyázás hatására a hibridek ezerszemtömege szignifikánsan nőtt (23. táblázat). A betakarítás időpontjában, a kezeléseket összehasonlítva, a legnagyobb értékeket a 150 N kg/ha műtrágyaadagnál mértük (24. táblázat).

A két évjáratot összehasonlítva, 1998-ban a kezelések átlagában a szemtelítődés 520 °C napig tartott, 1999-ben a kedvező vízellátottság következtében, körülbelül 100 °C nappal kitolódott a szemtelítődés lineáris szakasza.

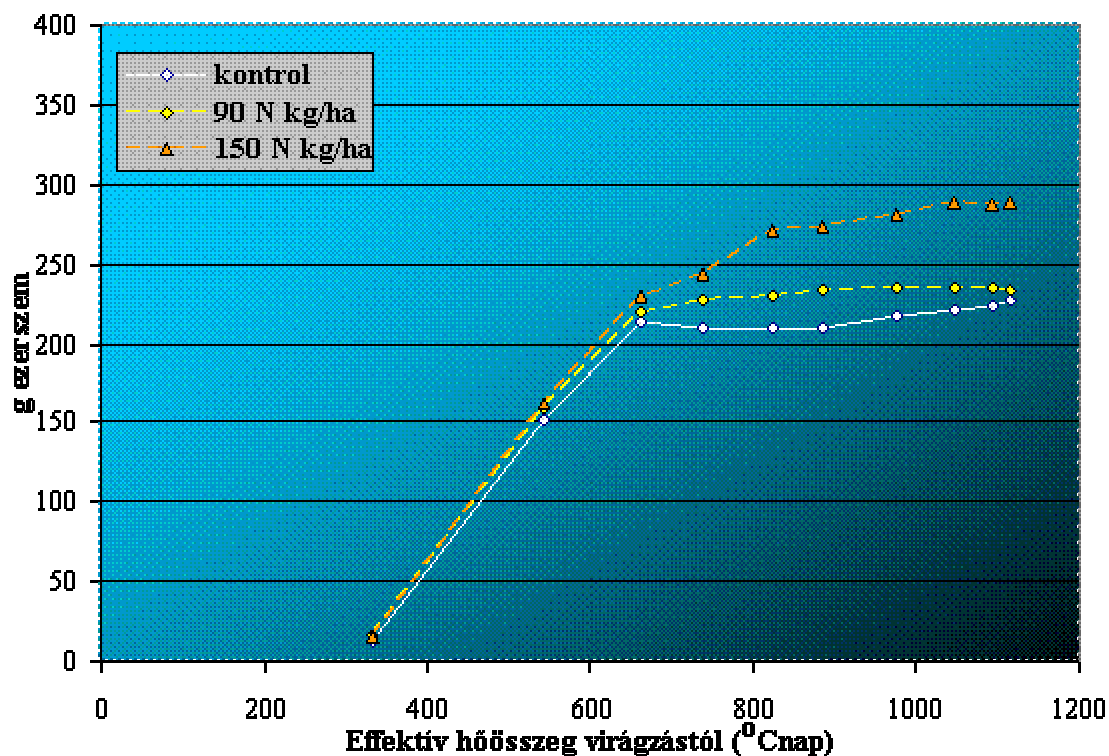
43. ábra A műtrágyázás hatása az MV 484 SC szemtelítődésre (Debrecen, 1998)



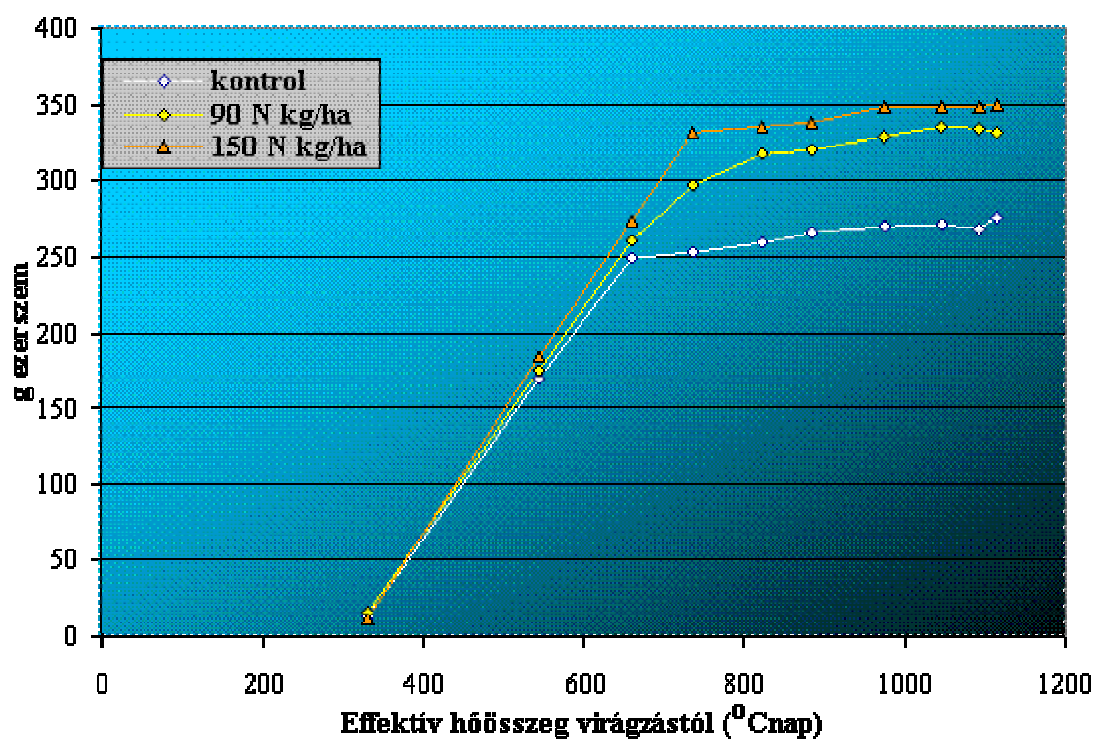
44. ábra A műtrágyázás hatása a DK 471 SC szemtelítődésre (Debrecen, 1998)



45. ábra A műtrágyázás hatása az MV 484 SC szentelítődésére (Debrecen, 1999)



46. ábra A műtrágyázás hatása az DK 471 SC szentelítődésére (Debrecen, 1999)



21. táblázat A kukorica hibridek ezerszemtömegének varianciaanalízise
(Debrecen, 1998)

Varianciaanalízis					
MV 484 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	20181.062	5	4036.212	5.749	.002
Hiba	13339.888	19	702.099		
Összes	33520.950	24			
DK 471 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	25454.312	5	5090.862	5.690	.002
Hiba	16999.885	19	894.731		
Összes	42454.198	24			

22. táblázat A kukorica hibridek ezerszemtömegének Duncan tesztje (Debrecen, 1998)

Műtrágyakezelés	N	MV 484 SC			DK 471 SC		
		V=.05			V=.05		
		1	2	3	1	2	3
2	4	338.5			323.7		
30	4	353.7	353.7		352.8	352.8	
60	4		386.6	386.6		368.9	368.9
150	4			405.6			395.9
90	4			420.6			399.9
120	4			421.0			402.1
Sig.		.471	.131	.145	.130	.395	.114

23. táblázat A kukorica hibridek ezerszemtömegének varianciaanalízise
(Debrecen, 1999)

Varianciaanalízis					
MV 484 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	20963.742	2	10481.871	32.213	.001
Hiba	1952.373	6	325.396		
Összes	22916.116	8			
DK 471 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	8243.849	2	4121.924	20.750	.002
Hiba	1191.893	6	198.649		
Összes	9435.742	8			

24. táblázat A kukorica hibridek ezerszemtömegének Duncan tesztje (Debrecen, 1999)

Műtrágyakezelés	N	MV 484 SC			DK 471 SC	
		V=.05			V=.05	
		1	2	3	1	2
2	3	281.5			231.4	
90	3		350.8		228.9	
150	3			399.1		294.3
Sig.		1.000	1.000	1.000	.837	1.000

A szemfejlődés különböző időpontjaiban vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a kukoricaszemek *nedvességtartalmára* a DK 471 SC és az MV 484 SC hibridek adatain. (47-50. ábra).

Megállapítottuk, hogy a generatív szakasz elején nincs szignifikáns különbség az egyes kezelések között (26. melléklet). 1998-ban augusztus végétől mértünk szignifikáns különbségeket az egyes kezelések víztartalmai között, ami egyértelműen bizonyítja a műtrágyázás hatását.

1998-ban műtrágyázás hatására csökkent a szem víztartalma a fiziológiai érés időszakában (25. táblázat). A víztartalom minimuma mindkét hibridnél, 60 kg N/ha műtrágyakezelésben volt. A két hibridet összehasonlítva a DK 471 víztartalma volt magasabb, mintegy 1%-kal.

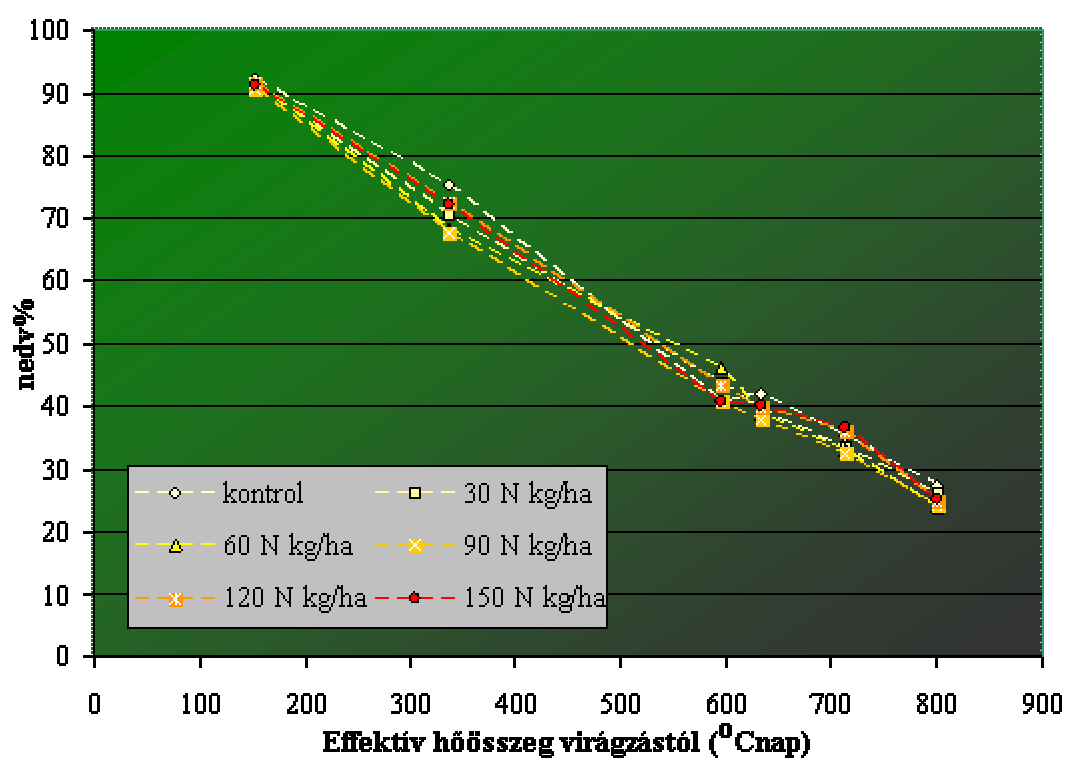
Megállapítottuk, hogy a jobb tápanyag-ellátás szignifikánsan csökkentette a szem víztartalmát mindkét hibrid esetében 60 kg N/ha kezelésig. Az ennél nagyobb műtrágyakezelésekben a víztartalom szignifikánsan nőtt (26. táblázat). A műtrágyakezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságának vizsgálatára Duncan tesztet alkalmaztunk. A vizsgálattal megállapítottuk, hogy 1998-ban különbség volt az egyes hibridek műtrágya reakciójában, a DK 471 SC szemnedvessége az egyes kezelésekben szignifikánsan eltérő volt.

1999-ben műtrágyázás hatására a hibridek víztartalma szignifikánsan csökkent. A fiziológiai érés időpontjában, a legkisebb értékeket a 150 N kg/ha műtrágyaadagnál mértük. A műtrágyakezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságának vizsgálatára Duncan tesztet alkalmaztunk. 1999-ben nem volt különbség az egyes hibridek műtrágya reakciójában.

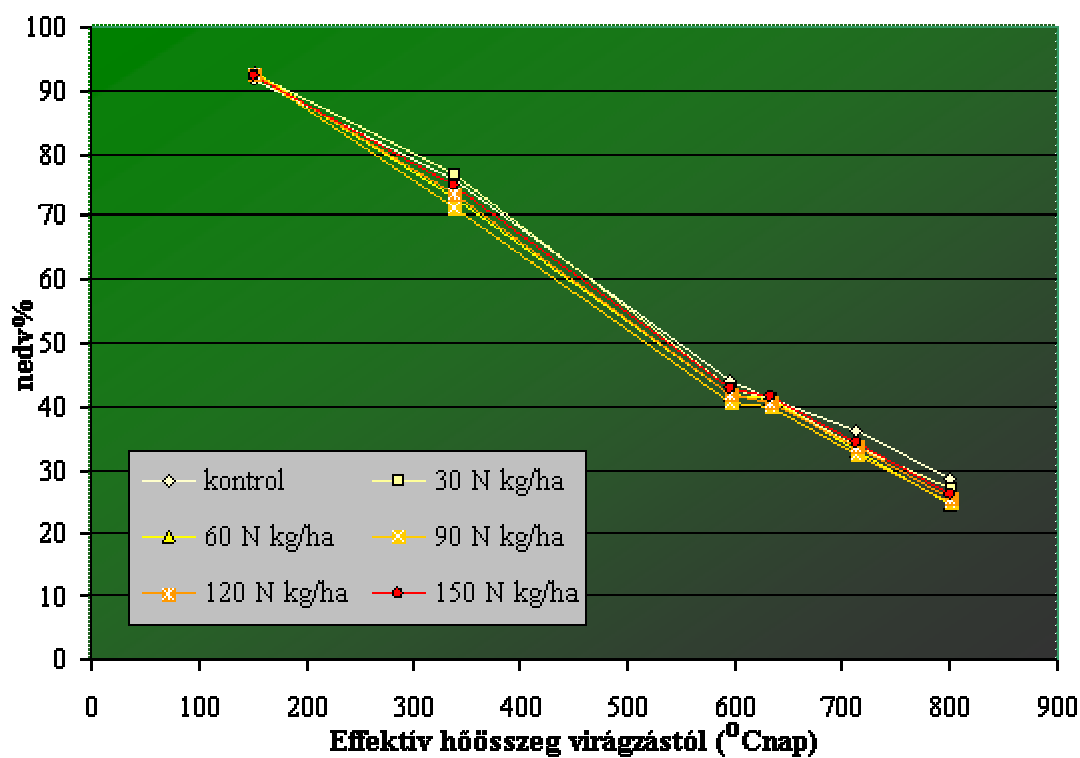
1999-ben a kedvező évjárat miatt mindkét hibridnél kisebb értékeket mértünk a fiziológiai érés időpontjában, mint 1998-ban. A jelenség magyarázata, hogy a fekete réteg kialakulása később következett be, a szemtelítődést nem akadályozta semmi külső tényező.

Az egyes időpontok varianciaanalízise –az előző évhez hasonlóan– igazolta, hogy a műtrágyázás a szemtelítődés végén hat, csökkentve a szem víztartalmát.

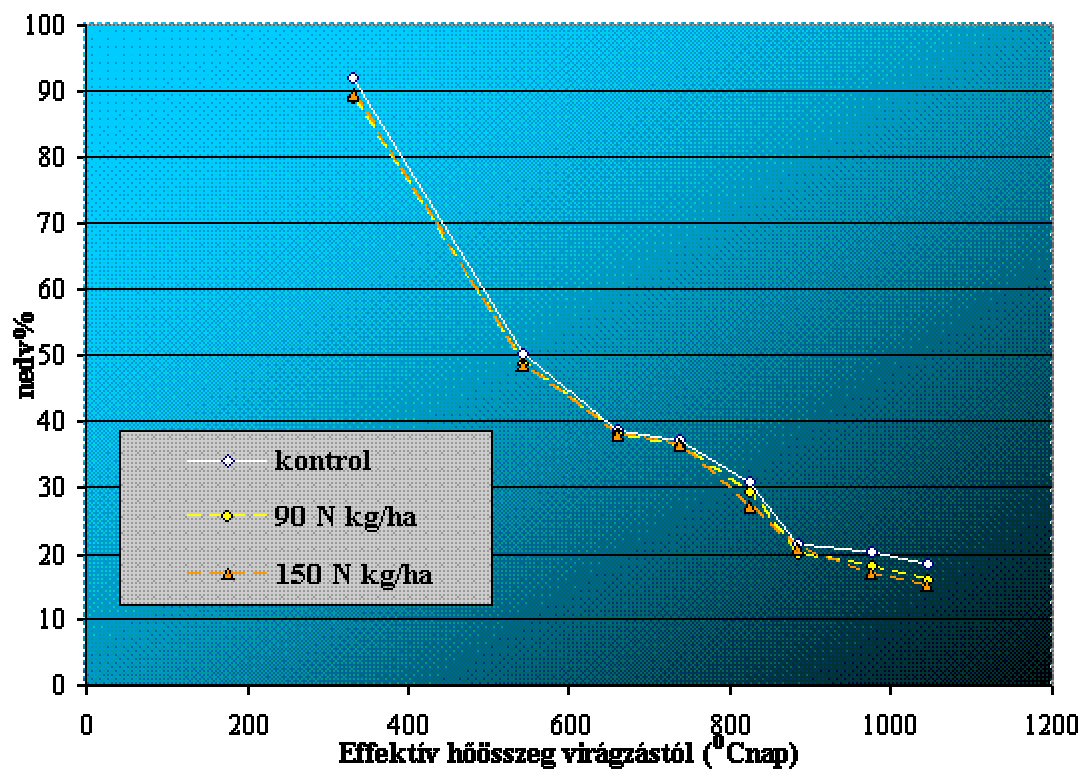
47. ábra A műtrágyázás hatása a MV 484 SC vízleadás dinamikájára (Debrecen, 1998)



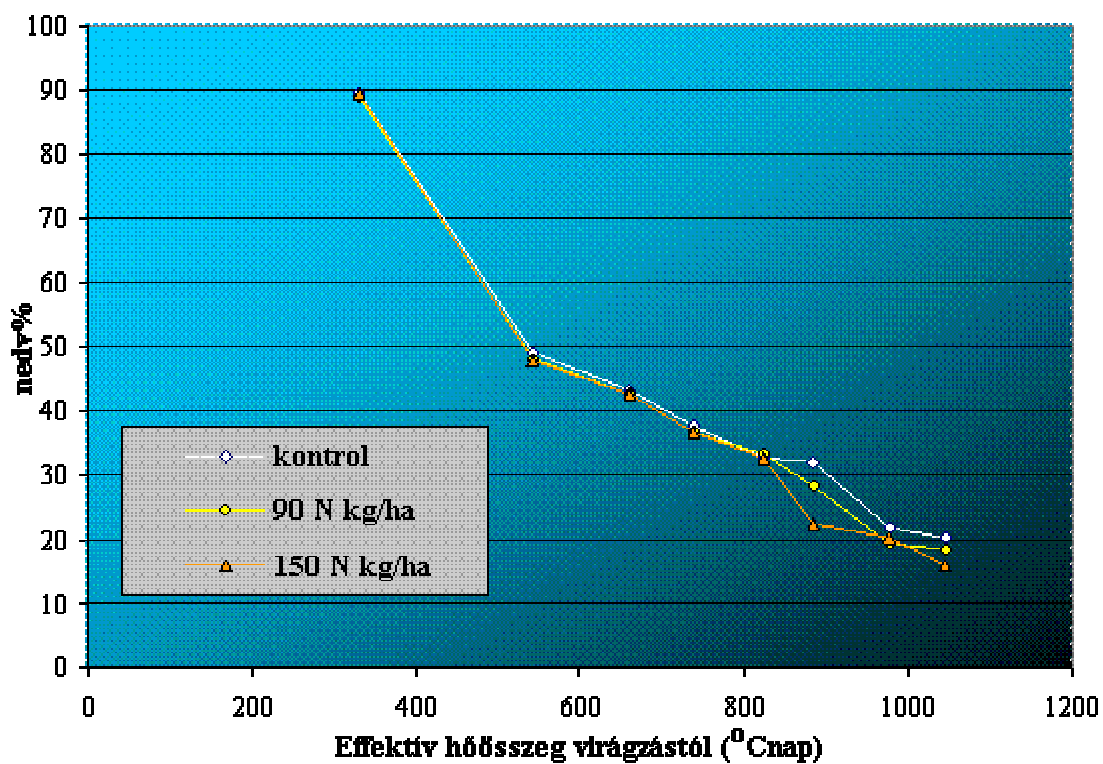
48. ábra A műtrágyázás hatása a DK 471 SC vízleadás dinamikájára (Debrecen, 1998)



49. ábra A műtrágyázás hatása a MV 484 SC vízleadás dinamikájára (Debrecen, 1999)



50. ábra A műtrágyázás hatása a DK 471 SC vízleadás dinamikájára (Debrecen, 1999)



25. táblázat A kukorica hibridek szemnedvességtartalmának varianciaanalízise
fiziológiai éréskor (Debrecen, 1998)

Varianciaanalízis					
MV 484 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	41.543	5	8.309	12.938	.000
Hiba	15.412	24	.642		
Összes	56.956	29			
DK 471 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	54.654	5	10.931	18.615	.000
Hiba	14.093	24	.587		
Összes	68.746	29			

26. táblázat A kukorica hibridek szemnedvességtartalmának Duncan tesztje (Debrecen, 1998)

Műtrágyakezelés	N	MV 484 SC				DK 471 SC				
		$\bar{V}=.05$				$\bar{V}=.05$				
		1	2	3	4	1	2	3	4	5
60	5	23.67				24.52				
90	5	24.20	24.20			24.76	24.76			
120	5		24.77				25.60	25.60		
150	5		25.08	25.08				26.02	26.02	
30	5			26.06					26.90	
2	5				27.20					28.49
Sig.		.304	.111	.066	1.000	.600	.097	.395	.081	1.000

27. táblázat A kukorica hibridek szemnedvességtartalmának varianciaanalízise
fiziológiai éréskor (Debrecen, 1998)

Varianciaanalízis					
MV 484 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	28.602	2	14.301	3.499	.098
Hiba	24.524	6	4.087		
Összes	53.125	8			
DK 471 SC					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Műtrágya	10.038	2	5.019	44.416	.000
Hiba	.678	6	.113		
Összes	10.716	8			

28. táblázat A kukorica hibridek szemnedvességtartalmának Duncan tesztje (Debrecen, 1999)

Műtrágyakezelés	N	MV 484 SC		DK 471 SC		
		$\bar{V}=.05$		$\bar{V}=.05$		
		1	2	1	2	3
150	3	15.7648		14.42		
90	3	18.3279	18.3279		16.00	
2	3		20.1080			16.98
Sig.		.171	.322	1.000	1.000	1.000

4.4.A műtrágyázás hatása a termésre

A műtrágyázás hatását hat szinten -műtrágyázás nélkül és öt műtrágyadózis- vizsgáltuk. A műtrágyaadagok 1N: 0.75 P₂O₅: 0.88 K₂O konstans arányú NPK dózisok és azok x2-x5 mennyiségei, amelyekben az alapidózis 1995-ig 158 kg, 1996-tól 89 kg/ha. Mivel az NPK arány konstans, egyszerűsítés miatt a továbbiakban a dózisokat a nitrogén hatóanyag mennyiségében jelöljük. A vizsgált évjáratok 1994-1999 közötti évek voltak. A vizsgált hibridek közül azokat vontuk be az értékelésbe, melyekről minimum három év termésadataival rendelkezünk. Így az AW 043 SC 1994-1999, az Occitan SC 1995-1997,1999, a DK 471 SC, az MV 484 SC 1997-1999 évjáratait vizsgáltuk.

A műtrágyázás termésmenvelő hatását másodfokú regressziós függvény segítségével elemeztük. Az illesztés jóságának elbírálását a többszörös R-értéken túl, a regresszió varianciaanalízisével, az F-próbával és a becslés standard hibájának figyelembevételével végeztük. Az egyenlet paramétereit t-próbával teszteltük, a szignifikancia elbírálásához kétoldali szimmetrikus tesztet végeztünk.

Az évjáratok statisztikai értékelését a 27.-32. táblázatok tartalmazzák. A vizsgált években a többszörös R értékeket széles intervallum jellemezte (0,53-0,89), de az F próba alapján 0.1 % szinten minden évjáratban szignifikánsnak bizonyultak. Az egyenlet lineáris és négyzetes tagja, a t-próba alapján 0,1 % szinten ugyancsak szignifikánsak voltak.

A hat évben a termésbecslés átlagos hibája 500-1700 kg/ha között volt. A relatív széles intervallum az évjáratok szélsőséges jellegéből adódik. 1994 és 1995 nagyon aszályos évjárat volt, míg 1998. és 1999. esztendőket a kedvező csapadékellátottság jellemezte.

1994-ben a maximális termés mindösszesen 5.965 t/ha (AW 043 SC), ami 134 kg N/ha mellett alakult ki. 1995-ben a virágzáskor fellépő súlyos vízhiány növelte a szemek meddőségét és a lag periódusban a szemek abortálódását okozta. A maximális termés az egyenlet alapján a kontroll, műtrágyázás nélküli parcellákon alakult ki. A műtrágyázás a vízhiány hatására termésdepressziót okozott. Mindkét hibrid esetében (AW 043 SC, Occitan SC) a műtrágyázott kezelésekben szignifikánsan kisebb termést mértünk.

29. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1994)**

Többszörös R	.56543			Standard hiba	.53009
Többszörös R-négyzet	.31971			X _{max}	134
				Y _{max}	5.965
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	2.7731904	2	1.3865952	4.93451	.0175
Maradék	5.9009874	21	.2809994		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	5.279125	240219		21.976	.0000
Műtrágya	.009989	.003766	1.702626	2.653	.0149
Műtrágya négyzet	-3.6366E-05	1.205E-05	-1.937275	-3.018	.0065

30. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1995)**

Többszörös R	.62210		Standard hiba	1.01019		
Többszörös R-négyzet	.38701			X _{max}		-
			Y _{max}			
Varianciaanalízis						
	SS	df	MQ	F	Sig F	
Regresszió	28.992918	2	14.496459	14.20556	.0000	
Maradék	45.921490	45	1.020478			
Regresszióanalízis						
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T	
Konstans	4.887723	.323699		15.100	.0000	
Műtrágya	-.007904	.005075	-.648330	-1.558	.1263	
Műtrágya négyzet	1.0677E-06	1.623E-05	.027371	.066	.9479	

31. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1996)**

Többszörös R	.88557		Standard hiba	.86978	
Többszörös R-négyzet	.78423		X _{max}	95	
			Y _{max}	6.072	
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	123.73287	2	61.866437	81.77749	.0000
Maradék	34.04347	45	.756522		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	5.595000	.278709		20.075	.0000
Műtrágya	.100919	.008739	2.851909	11.548	.0000
Műtrágya négyzet	-.000534	5.592E-05	-2.357040	-9.545	.0000

31. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1997)**

Többszörös R	.80184			Standard hiba	1.46941
Többszörös R-négyzet	.64295			X _{max}	111
				Y _{max}	11.838
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	454.91163	2	227.45581	105.34360	.0000
Maradék	252.62408	117	2.15918		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	6.288823	.297793		21.118	.0000
Műtrágya	.099827	.009337	2.106349	10.691	.0000
Műtrágya négyzet	-.000449	5.975E-05	-1.479520	-7.510	.0000

31. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1998)**

Többszörös R	.66098			Standard hiba	1.73905
Többszörös R-négyzet	.43690			X _{max}	111
				Y _{max}	11.248
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	218.22234	2	109.11117	36.07818	.0000
Maradék	281.25972	93	3.02430		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	6.944777	.394037		17.625	.0000
Műtrágya	.077729	.012355	1.745908	6.291	.0000
Műtrágya négyzet	-.000351	7.906E-05	-1.231756	-4.439	.0000

31. táblázat **Kukoricahibridek statisztikai eredménye (Debrecen, 1999)**

Többszörös R	.77422			Standard hiba	1.64104
Többszörös R-négyzet	.59941			X _{max}	121
				Y _{max}	12.056
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	471.46544	2	235.73272	87.53535	.0000
Maradék	315.08102	117	2.69300		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	6.489102	.332574		19.512	.0000
Műtrágya	.092106	.010428	1.843234	8.833	.0000
Műtrágya négyzet	-.000381	6.673E-05	-1.192847	-5.716	.0000

1996-ban az egyenlet alapján, csökkentett műtrágyadózisok mellett, a maximális termés 10,363 t/ha, ami 95 kg N/ha; 1997-ben 11,838 t/ha, ami 111 kg N/ha; 1998-ban 11,248 t/ha, ami 111 kg N/ha; 1999-ben pedig 12,056 t/ha, ami 121 kg N/ha mellett alakult ki.

A termésnövekedés a maximális termésnél a kedvező évjáratokban 1,7-3,3 t/ha között ingadozott, az 1 kg nitrogén műtrágyára jutó átlagos növekedés 11-19 kg/ha volt.

A másodfokú függvény első szakaszában a meredekség értéke nagy, kis tápanyag szinten már nagy terméstöbbletet tapasztaltunk. A második szakasztól a függvény meredeksége fokozatosan csökken, majd a termésmaximum körül széles plató szakasz alakul ki, ahol a műtrágya adagok növelésével, illetve csökkentésével a termés nagysága csak kis mértékben változik. Vizsgálataink igazolták, hogy gazdaságos kukoricatermesztésben nem lehet elsődleges cél a maximális termés elérése, a tápanyag-visszapótlást a másodfokú függvény első szakaszára kell tervezni.

Értékeltek az egyes hibridek természetes tápanyag- és csapadékhasznosító képességét, illetve műtrágya reakcióját.

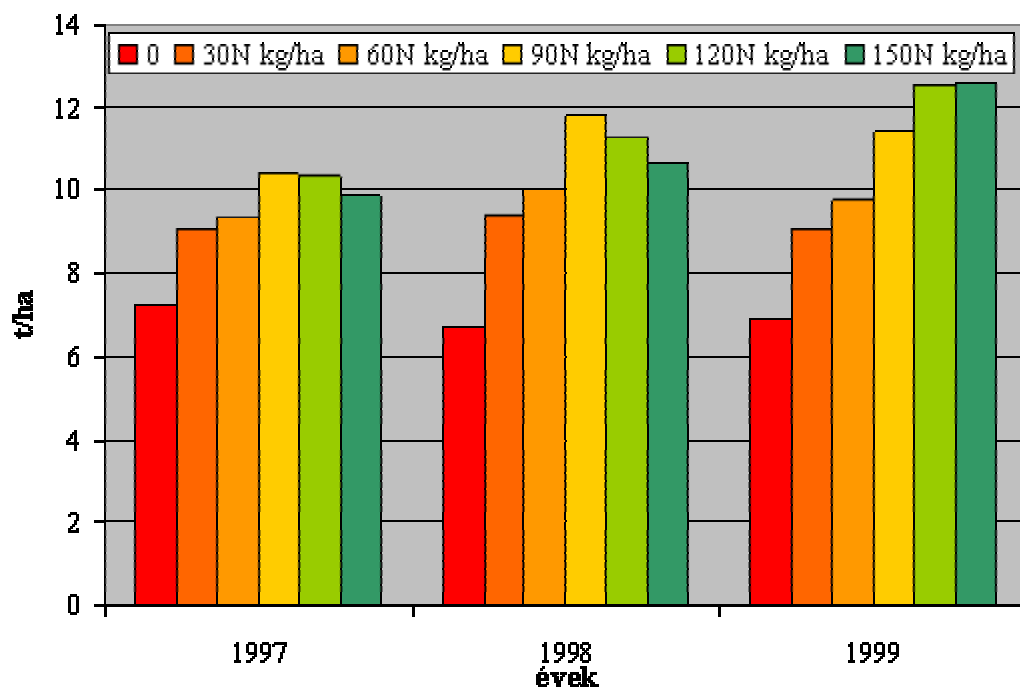
A megbízhatóság növelése érdekében azokat az évjáratokat vizsgáltuk (1997-1999), ahol mind az öt hibrid terméseredményei rendelkezésre álltak. A műtrágyázás nélküli parcellák mellett bemutatjuk az egyes hibridek tápanyag-hasznosító képességét is.

1997-ben összesen 394.7 mm csapadék hullott, 188.3 mm-rel elmaradva a sokéves átlagtól. Az elővetemény betakarításától a vetésig tartó időszakban 113 mm csapadékot mértek, ami jóval az 50 éves átlag alatt maradt (243 mm). Az igen száraz téli félévet követően a talajban tárolt vízmennyiség (elsősorban a talaj felső 5-10 cm-es rétegében) nagymértékben hátráltatta a kukorica csírázását, kelését. A helyzetet súlyosbította, hogy a vetés körüli csapadékszegény időszak a vegetációs periódus legmelegebb, 25-27 °C-os átlaghőmérsékletű napjaival esett egybe. A kelést követően mérséklődött a csapadékhiány, a lehullott csapadék mennyisége mellett annak eloszlása is kedvező volt.

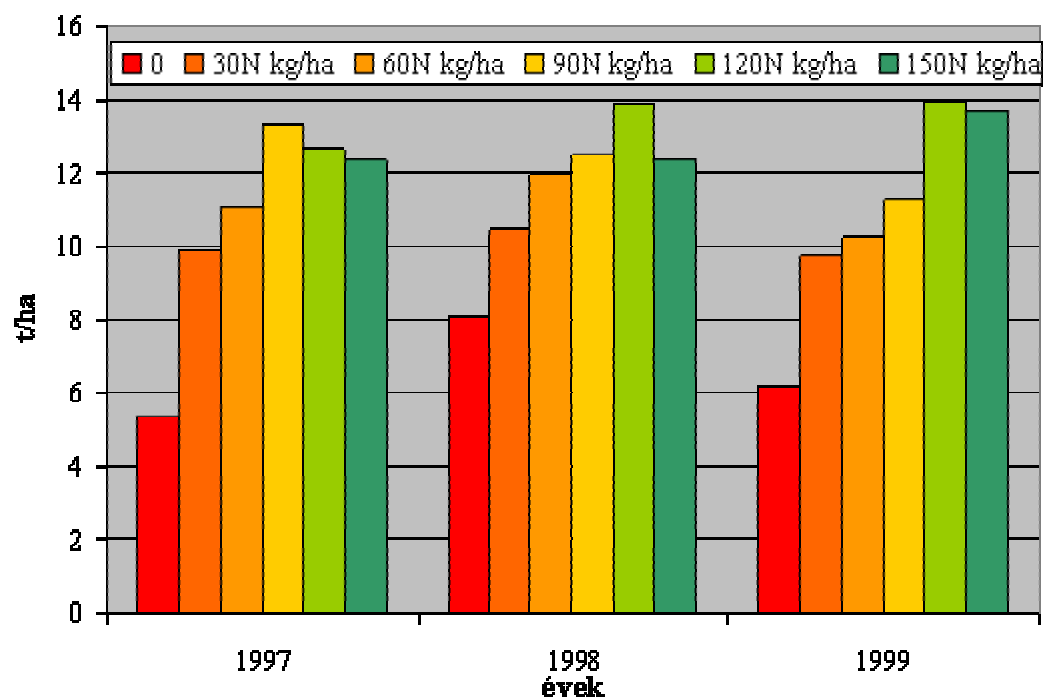
Természetes tápanyaghasznosító képességével kitűnt az MV 484 SC, az AW 043 SC hibrid (51-55. ábra). A műtrágyázás terméstöbblete a hibridek átlagában 5,687 t/ha volt. Az átlagot a két intenzív hibrid, a DK 471 SC és az Occitan SC haladta meg.

A műtrágyázott kezelésekben a maximális termések eléréséhez az elővetemény betakarításától a tenyészidőszak végéig lehullott csapadék 1 mm-rére a SZE 277 SC-nél és az AW 043 SC-nél 26, a DK 471 SC-nél, illetve az Occitan SC-nél 34, az MV 484 Sc-nél 29.6 kg szemtermés jutott.

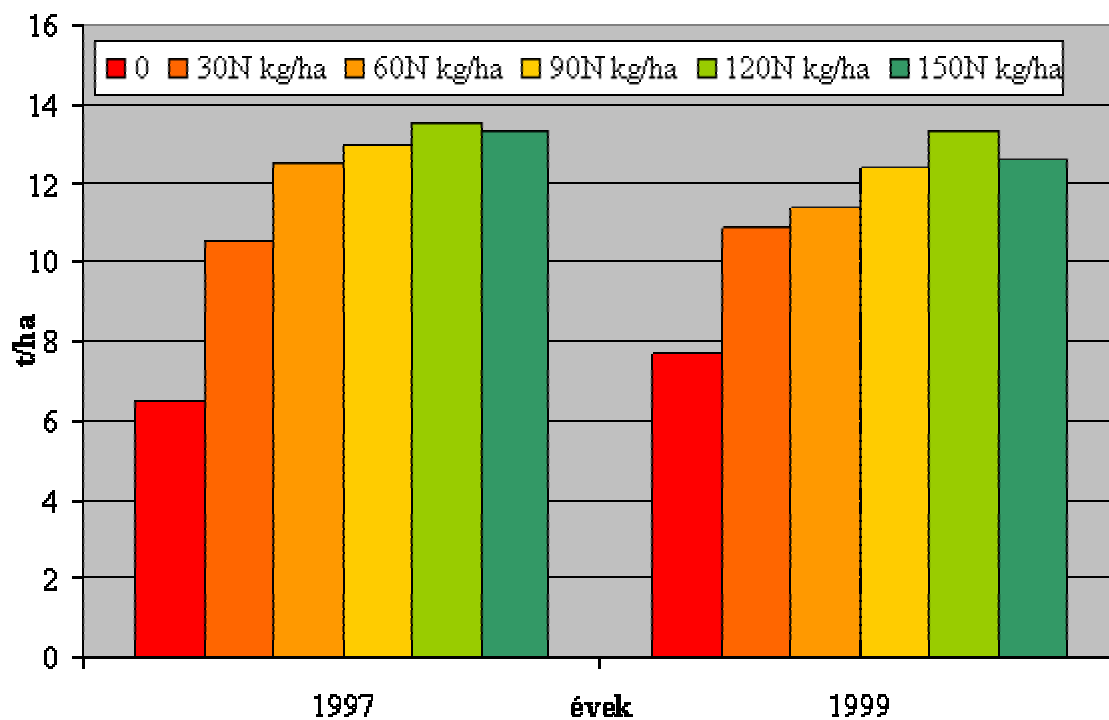
51. ábra Műtrágyázás hatása az AW 043 SC termésére (Debrecen, 1997-1999)



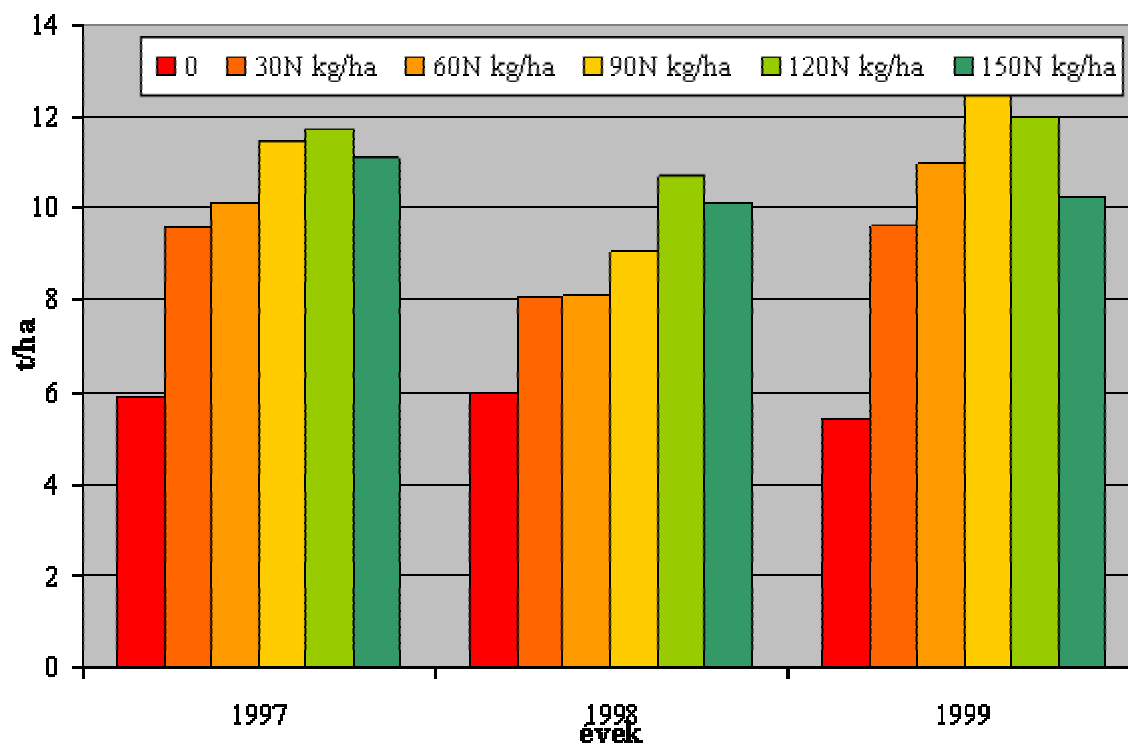
52. ábra Műtrágyázás hatása a DK 471 SC termésére (Debrecen, 1997-1999)



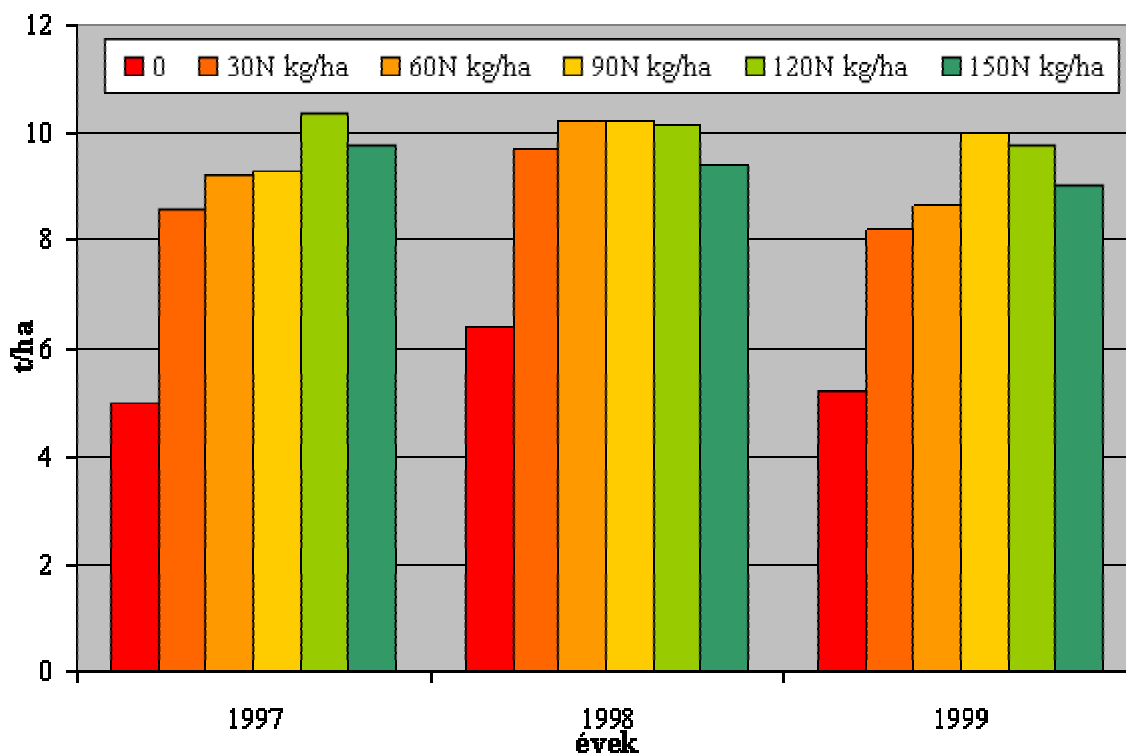
53. ábra Műtrágyázás hatása az Occitan SC termésére (Debrecen, 1997,1999)



54. ábra Műtrágyázás hatása a MV 484 SC termésére (Debrecen, 1997-1999)



55. ábra Műtrágyázás hatása a SZE 277 SC termésére (Debrecen, 1997-1999)



1998-ban a téli félév során 157 mm csapadék esett, ami 86 mm-rel maradt el a sokéves átlagtól. A tenyészidőszak során viszont (május első dekádja-október első dekádja) 470.9 mm hullott, 130.9 mm-rel meghaladva az 50 éves átlagot (340 mm). A lehullott csapadék a talajban tárolt vízmennyiséggel együtt optimális vízellátottságot eredményezett. A növényállomány fejlődése öntözés nélkül is kedvező volt, a szokásosnál bőségesebb csapadék hatására rekord mennyiségű termést takarítottak be. A hazánkban sokszor csapadékhányos júliusban 88.2, augusztusban 39.2 mm eső esett. A két hónap csapadékösszege kismértékben az 50 éves átlagok alapján számolt értéket is (121 mm) meghaladta.

A kedvező csapadékelátottság következtében a hibridek természetes tápanyag-hasznosító képessége kiváló volt, a kontroll parcellákon 6,3 t/ha termésátlagot mértünk.

A műtrágyázott kezelésekben a maximális termések eléréséhez az elővetemény betakarításától a tenyészidőszak végéig lehullott csapadék 1 mm-rére a SZE 277 SC-nél és az MV 484 Sc-nél 17, az AW 043 SC-nél 19, a DK 471 SC-nél 22 kg szemtermés jutott.

Az 1999-es év 1998-hoz hasonlóan átlagon felüli mértékben csapadékos volt. Az év során 635.4 mm csapadék hullott, amiből a tenyészidőszakra 389.2 mm jutott. Ez az érték

49.2 mm-rel haladta meg a sokéves átlagot. A nyári hónapok csapadéka megfelelő vízellátottságot eredményezett. Júliusban és augusztusban összesen 106.9 mm csapadék hullott, ami kismértékben a sokévi átlag alatt maradt.

A tenyészidőszak klimatikus adottságai kedvezőek voltak a kukoricára. A terméseredményeket vizsgálva megállapítható, hogy az 1998-as évjáráthoz hasonlóan a hibridek rekordterméseket értek el a műtrágyázott parcellákon. A kontroll parcellákon mért termések is kiemelkedőek voltak a kedvezőtlenebb évjáratok terméseredményeihez viszonyítva.

A műtrágyázott kezelésekben a maximális termések eléréséhez az elővetemény betakarításától a tenyészidőszak végéig lehullott csapadék 1 mm-rére a az MV 484 Sc-nél és az AW 043 SC-nél 22, a DK 471 SC-nél 24, az Occitan Sc-nél 23, SZE 277 SC-nél 20 kg szemtermés jutott.

A hibridek műtrágyareakcióját 3 éves termésadatok felhasználásával vizsgáltuk évente hat műtrágyaszinten négy ismétlésben. A műtrágya hatás értékelését regresszióanalízissel végeztük. Függő változó a termés, független változó a műtrágyázás lineáris és négyzetes tagja volt. A másodfokú függvény megbízhatóságának vizsgálatára, meghatároztuk az egyenlet és paramétereinek szignifikanciáját.

Az AW 043 SC regresszióanalízisét az 35. táblázat tartalmazza. A többszörös R-négyzet értéke magas és a standard hiba viszonylag alacsony. Az F-próba alapján a másodfokú függvény 0.1 %-on szignifikáns. A standardizált regressziós koeficiensek alapján a lineáris és a négyzetes hatás jelentősége közel azonos.

A DK 471 SC statisztikai értékelését az 36. táblázat tartalmazza. A többszörös R-négyzet értéke jó és a standard hiba alacsony. Az F-próba alapján a másodfokú függvény 0.1 %-on szignifikáns. A standardizált regressziós koeficiensek alapján a lineáris hatás jelentősebb, mint a négyzetes hatás.

Az MV 484 SC regresszióanalízisét az 37. táblázat mutatja. A többszörös R-négyzet értéke közepes és a standard hiba viszonylag nagy. A közepes R-érték nem jelenti azt, hogy a másodfokú függvény alkalmatlan az összefüggés leírására, mert az F-próba 0.1 %-on szignifikáns. A standardizált regressziós koeficiensek alapján a lineáris hatás jelentősebb, mint a négyzetes hatás.

Az Occitan SC statisztikai értékelését az 38. táblázat tartalmazza. A többszörös R-négyzet értéke magas és a standard hiba alacsony. Az F-próba alapján a másodfokú

függvény 0.1 %-on szignifikáns. A standardizált regressziós koefficiensek alapján a lineáris hatás jelentősebb, mint a négyzetes hatás. A SZE 277 SC regresszióanalízisét a 39. táblázat tartalmazza. A többszörös R-négyzet értéke magas és a standard hiba a legalacsonyabb a vizsgált hibridek közül. Az F-próba alapján a másodfokú függvény 0.1 %-on szignifikáns. A standardizált regressziós koefficiensek alapján, a lineáris és a négyzetes hatás jelentősége közel azonos.

Az analízis eredménye alapján megállapítottuk, hogy többéves termésadatokat figyelembe véve a másodfokú függvénnyel történő közelítés közepes vagy szoros összefüggést mutat a termés és a műtrágyázás között. A vizsgált években a becslés hibája viszonylag alacsony, a műtrágyahatás hasonló mértékű. Ennek oka, hogy a vizsgált évjáratok jellege (csapadékelátottság, átlaghőmérséklet stb.) hasonló volt, a termések öntözés nélkül is kiegyenlítettek voltak. Ugyancsak a kedvező évjáratok eredménye a lineáris tag termésmenvelő hatásának dominanciája az alkalmazott műtrágya adagok mellett.

35. táblázat Az AW 043 SC regresszió eredménye (*Debrecen, 1997-1999*)

Többszörös R	.81541			Standard hiba	1.11623
Többszörös R-négyzet	.66489				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	170.57567	2	85.287837	68.45089	.0000
Maradék	85.97201	69	1.245971		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	7.014015	.292044		24.017	.0000
Műtrágya	.070002	.009157	-1.206507	-4.854	.0000
Műtrágya négyzet	-.000284	5.86E-05	1.900021	7.645	.0000

36. táblázat A DK 471 SC regresszió eredménye (*Debrecen, 1997-1999*)

Többszörös R	.89000			Standard hiba	1.19986
Többszörös R-négyzet	.79211				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	378.48628	2	189.24314	131.44993	.0000
Maradék	99.33650	69	1.43966		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	6.750345	.313924		21.503	.0000
Műtrágya	.101957	.009843	2.027743	10.358	.0000
Műtrágya négyzet	-.000406	6.299E-05	-1.261689	-6.445	.0000

37. táblázat Az MV 484 SC regresszió eredménye (Debrecen, 1997-1999)

Többszörös R	.71935			Standard hiba	1.83676
Többszörös R-négyzet	.51746				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	249.63473	2	124.81737	36.99733	.0000
Maradék	232.78435	69	3.37369		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	5.963979	.480559		12.411	.0000
Műtrágya	.097616	.015068	1.932140	6.479	.0000
Műtrágya négyzet	-.000447	9.642E-05	-1.381398	-4.632	.0000

38. táblázat Az Occitan SC SC regresszió eredménye (Debrecen, 1997-1999)

Többszörös R	.88994		Standard hiba	1.11797	
Többszörös R-négyzet	.79200				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	214.15705	2	107.07853	85.67280	.0000
Maradék	56.24345	45	1.24985		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	7.407500	.358236		20.678	.0000
Műtrágya	.102715	.011232	2.217256	9.145	.0000
Műtrágya négyzet	-.000442	7.188E-05	-1.491545	-6.152	.0000

39. táblázat A SZE 277 SC regresszió eredménye (Debrecen, 1997-1999)

Többszörös R	.84295		Standard hiba	.97125	
Többszörös R-négyzet	.71057				
Varianciaanalízis					
	SS	df	MQ	F	Sig F
Regresszió	159.79917	2	79.899585	84.69978	.0000
Maradék	65.08956	69	.943327		
Regresszióanalízis					
Tényezők	Koefficiens	SE B	Beta	t	Sig T
Konstans	5.889571	.254112		23.177	.0000
Műtrágya	.085475	.007968	2.477926	10.728	.0000
Műtrágya négyzet	-.000420	5.099E-05	-1.901227	-8.231	.0000

A termésátlagok közötti különbségek kimutatására Duncan tesztet alkalmaztunk (40-44. táblázatok). A próba teszteli, hogy mely kezelés kombinációk tartoznak egy homogén csoportba, a szignifikánsan eltérő csoportokat külön oszlopba rendezi. A teszteléssel megállapítottuk, hogy az egyes hibridek műtrágya reakciójában az évek átlagában jelentős eltérés van. A DK 471 SC terméseredményeit 5 homogén csoportba, az MV 484 SC 4 csoportba, a SZE 277 SC, az AW 043 SC és az Occitan SC termései 3 csoportba sorolható.

40. táblázat Az AW 043 SC Duncan tesztje (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágyakezelés	N	$\forall=.05$		
		1	2	3
2	12	6.8876		
30	12		9.2566	
60	12		10.0152	
150	12			11.1069
90	12			11.1356
120	12			11.2772
Sig.		1.000	.055	.685

41. táblázat A DK 471 SC Duncan tesztje (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágyakezelés	N	$\forall=.05$				
		1	2	3	4	5
2	12	6.5317				
30.00	12		10.0196			
60.00	12			11.0728		
90.00	12				12.3691	
150.00	12				12.8271	12.8271
120.00	12					13.4673
Sig.		1.000	1.000	1.000	.343	.187

42. táblázat Az MV 484 SC Duncan tesztje (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágyakezelés	N	$\forall=.05$			
		1	2	3	4
2	12	5.7595			
30	12		9.0871		
60	12		9.7229	9.7229	
150	12		10.4850	10.4850	10.4850
90	12			11.0678	11.0678
120	12				11.4815
Sig.		1.000	.083	.096	.217

43. táblázat Az Occitan SC Duncan tesztje

Műtrágyakezelés	N	$\forall=.05$		
		1	2	3
2	12	6.5049		
30	12		9.8987	
60	12			11.5183
150	12			11.9623
90	12			12.1621
120	12			12.4843
Sig.		1.000	1.000	.168

44. táblázat A SZE 277 SC Duncan tesztje

Műtrágyakezelés	N	$\forall=.05$		
		1	2	3
2	12	5.5215		
30	12		8.8212	
60	12		9.3601	9.3601
150	12		9.3884	9.3884
90	12			9.8345
120	12			10.1017
Sig.		1.000	.155	.072

A vizsgálatok szerint egyezően más kutatási eredményekkel a kukorica hibridek műtrágyareakciójára jelentősen hat az évjárat- ezen belül elsősorban a csapadék- mely hatás jól jellemezhető az 1 mm csapadékra jutó szemtermés mennyiségével. Gyakorlati szempontból fontos annak a műtrágyadózisnak az ismerete, amely a maximális terméshez tartozik. Segítségével meghatározható az optimális műtrágyaszint adott vízellátás mellett. A kutatási eredmények bizonyítják, hogy az egyes genotípusok műtrágyareakciójában jelentős eltérés van. A különbségek pontosabb meghatározása érdekében fontos vizsgálni a hibridek egyéb tulajdonságait (természetes tápanyaghasznosító képesség, 1 mm csapadékra jutó terméstartalom stb.).

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A növénytermesztésben a technológiai műveletek során befektetett energiának a többszöröse jelenik meg a produktumban. A nap energiájának és a talaj termőképességének segítségével egy hektár kukoricában 19,4 GJ energia halmozódik fel, ami 2,7 energia-kihasználási koefficienssel egyenértékű. Ez a tényező a feldolgozás egyes fázisaiban (szárítás, tárolás, takarmánykeverés, stb.) fokozatosan csökken és ha a végtermék állati produktum az értéke egy alatti. Az energia-kihasználási koefficiens javításának egyik legfontosabb lehetősége a betakarítás és a terményszárítás fázisában lehetséges, egyrészt olyan hibridek termesztésével, melyek betakarításkori víztartalma kisebb, másrészt energiatakarékos vízelvonás révén.

Különösen nagy a jelentősége a szárítási energiafelhasználás csökkentésének, ha a közvetlen energiahordozó felhasználását vizsgáljuk. A szárítás a termésátlagtól függően a közvetlen energiahordozó felhasználás 60-80 %-a (BEKE, 1997.).

A magas energiaárak, a szárítási költségek rohamos emelkedése miatt növekszik az igény a rövidebb tenyészidejű kukoricahibridek iránt. A termesztés olyan hibrideket igényel, amelyek betakarításkori szemnedvessége 20-25%, így kevesebb vízelvonással alkalmasak tárolásra. Ez nem csak energetikai szempontból fontos, hanem a takarmány beltartalma és étrendi hatása is kedvezőbb.

Kutatási célkitűzéseimmel ezeknek a gondolatoknak, feladatoknak a megoldásához igyekeztem hozzájárulni és a mezőgazdasági gyakorlat számára közvetlenül hasznosítható eredményeket szolgáltatni.

Tanulmányoztam:

- a vízleadás dinamikáját befolyásoló legfontosabb környezeti tényezőket
- a vízleadás legfontosabb szakaszait
- a termőhely-, és hibridspecifitás hatását a vízleadás dinamikájára
- a műtrágyázás hatását a kukorica szárazanyag-beépülés és vízleadás dinamikájára eltérő genotípusú hibrideknél
- a műtrágyázás hatását a kukorica terméselemeire
- az egyes hibridek műtrágyareakcióját eltérő évjáratokban

Mintavétel és megfigyelés

A kutatásban két termőhely, Debrecen és Szeged adatait elemeztem. A vegetatív szakaszban meghatároztuk a kelés és az 50 % nővirágzás időpontját. A generatív szakaszban meghatároztuk a fekete réteg kialakulásának időpontját hibridenként és kezelésként.

Debrecenben a virágzást követően 1998, 1999-ben hetente, 1997-ben, átlagban 3 naponta történtek a destruktív mintavételek.

A mintavételek alkalmával Debrecenben 4 ismétlésben 4 kukoricacső középső részéről 50 szem tömegét mértük. A szárazanyag-tartalom meghatározása, 60 °C-on szárítószekrényben történt, súlyállandóságig szárítva.

Szegeden a mintavételek augusztus végétől kezdődően heti egy alkalommal történtek. Szegeden ismétlésként 3 cső volt egy minta és a bemért nyers szem – a hőmérsékletet fokozatosan emelve - 105 °C maximumon lett súlyállandóságig kiszárítva.

A hibridek vízleadás dinamikáját mindkét termőhelyen 90 kg N/ha műtrágyakezelésben elemeztük.

Debrecenben vizsgáltuk a műtrágyázás hatását a kukorica szemtermésére, hat szinten -műtrágyázás nélkül és öt műtrágyadózis- debreceni termésadatokon. A műtrágyaadagok 1N: 0.75 P₂O₅: 0.88 K₂O konstans arányú NPK dózisok, amelyekben az alapdózis 1995-ig 158 kg, 1996-tól 89 kg/ha. A vizsgált évjáratok 1994-1999 közötti évek voltak. A vizsgált hibridek közül azokat vontuk be az értékelésbe, melyekről legalább három év termésadataival rendelkezünk.

Ugyancsak Debrecenben 1998-ban és 1999-ben vizsgáltuk a generatív szakaszban a műtrágyázás hatását a szemtelítődésre, a szemszámra és a vízleadás dinamikájára.

Alkalmazott statisztikai módszerek

A vízleadás dinamikájának vizsgálatára általánosított lineáris modellt és regresszióanalízist alkalmaztunk. Az illesztések szorosságának megítélését a többszörös R-értéknek, a becslés standard hibájának és az egyes részhalmazok konfidencia-intervallumainak vizsgálatával és figyelembevételével végeztük.

A műtrágyázás hatását a szemtelítődésre, a vízleadásra és a szemszámra egytényezős varianciaanalízissel végeztük.

A műtrágyázás termésmenővelő hatását másodfokú regressziós függvény segítségével vizsgáltuk. Az illesztés jóságának elbírálását a többszörös R-értéken túl, a regresszió

variacionálízisével, az F-próbával és a becslés standard hibájának figyelembevételével végeztük. Az egyenlet paramétereit t-próbával teszteltük, a szignifikancia elbírálásához kétoldali szimmetrikus tesztet használtunk. A kezeléscsoportok közötti különbségek megbízható igazolására Duncan tesztet alkalmaztunk. A statisztikai elemzéseket SPSS for Windows 9.0 és Excel XP szoftverek segítségével végeztük.

Eredmények

A korábbi kutatások bizonyították, hogy a **tenyészidő** kifejezése napokban, csak adott termőhelyre és adott évjáratban érvényes. A törvényszerűségek meghatározásához, eltérő termőhelyek és évjáratok összehasonlítására már nem ad megbízható információt.

Magyarországon a kutatásban és a gyakorlatban elsősorban technikai okok miatt (napi hőmérsékleti adatok hiánya) a tenyészidőszakot napokban fejezik ki. Vizsgálataink rámutattak, hogy a hőösszegben meghatározott tenyészidőszak relatív szórása kisebb, megbízhatósága jobb. A vegetatív és generatív szakaszokat összehasonlítva megállapítható, hogy a virágzásig eltelt intervallum stabilabb, variációs koefficiense kisebb.

A **szem vízleadás dinamikáját** két termőhelyen, Debrecenben és Szegeden vizsgáltuk, 90 kg N/ha műtrágyakezelésben. Meghatároztuk, hogy a környezeti paraméterek közül, melyik hatása a domináns. Vizsgálataink eredménye szerint a fekete réteg kialakulásáig döntően a hőmérséklet befolyásolja a vízleadás dinamikáját.

Lényegesnek tekintettük, hogy a vízleadás időszakát jellemző szakaszokra bontsuk, hogy a szem fejlődését és a víztartalom csökkenést pontosabban tudjuk vizsgálni.

Fontos szempont volt, hogy az egyes időszakok kezdeti és végső időpontjai jól behatárolhatóak legyenek és hogy az egyes intervallumokat lineáris egyenlissel tudjuk közelíteni.

Kutatásaink alapján -az irodalmi adatokhoz hasonlóan – a generatív szakaszt, a vízleadás szempontjából három időszakra tagoltuk:

- víztömeg maximumig terjedő szakasz
- víztömeg maximumtól a fekete réteg kialakulásáig terjedő szakasz
- fizikai vízleadás szakasza

A **víztömeg maximumig** tejedő szakaszt a debreceni termőhely 1997-es és 1998-as adatain vizsgáltuk, mert a mintavételezést mindkét évben a szemfejlődés kezdetétől a fekete réteg kialakulásáig végeztük. Az elemzésbe a DB 351 SC, a DB 377 SC, a DK 471 SC, az MV 484 SC és az Occitan SC kukorica hibridek adatait vontuk.

Megállapítottuk, hogy a víztömeg maximumok értékei hibridenként és évjáratonként változóak. Egy adott évjáratban a maximális víztömeg értékekhez tartozó effektív hőösszegek között nincs jelentős különbség, az eltérés 2-4 naptári nap. Adott hibridnél, adott évjáratban a szem maximális víztömege és a generatív szakasz hossza között szoros összefüggés van. Jobb vízellátottság mellett (1998) nagyobb víztömeg maximumok alakultak, ami közvetve segítette a hosszabb és intenzívebb szárazanyag-beépülést.

A víztömeg maximumának elérésétől a fiziológiai érésig tart a **vízleadás intenzív szakasza**. Vizsgálatához két termőhely, Debrecen és Szeged nedvesség % adatait használtuk fel. A vizsgált évjáratok száma Debrecenben 3 év, Szegeden 4 év volt. Mindkét termőhelyen 90 kg N/ha műtrágyadózis mellett értékeltük a hibridek vízleadás dinamikáját.

Bizonyítottuk, hogy a vízleadás sebességét a környezeti paraméterek közül, elsősorban a hőmérséklet határozza meg. A szakasz hosszát (a fekete réteg kialakulásának idejét) a hőmérséklet mellett a csapadékeloszlás és a hibrid tulajdonsága határozza meg. A hőösszeg függvényében a vízleadás dinamikája egy adott genotípusnál közös regressziós egyenessel közelíthető, az egyes évjáratok szignifikánsan nem tértek el egymástól. Bizonyos hibridek a környezet egyéb tényezőire érzékenyebben reagálnak, a vízleadás dinamikája, évről-évre változik, így nem jellemezhető egy regressziós egyenessel.

A **fizikai vízleadás szakaszának** vizsgálatába azokat az éveket, hibridek mintavételi adatait használtuk fel, ahol legalább 3 mintavétel történt a fiziológiai érés után:

- Debrecen: MV 484 SC, DB 377 SC és DK 471 SC 1997. évjáratból
- Szeged: AW 043 SC, Clarica SC, Clarisia SC, Evelina SC, Goldaris SC és Monessa SC 1996-1998 évekből.

A vizsgálatok bizonyították, hogy a fizikai vízleadást a hőmérséklet mellett, a csapadékelátottság (páratartalom) határozza meg. Az összefüggés jól jellemezhető lineáris egyenesekkel, az R-négyzetek minden esetben szoros illeszkedést mutattak.

A *kukorica terméselemeit* és *nedvességtartalmát* befolyásoló agrotechnikai tényezők közül, a műtrágyázás hatását vizsgáltuk. Az elemzésbe, a DK 471 SC és az MV 484 SC adatait vontuk be, az 1998. és 1999. évjáratból. 1998-ban kontroll és öt, 1999-ben kontroll és három (90 kg N/ha, illetve 150 kg N/ha) műtrágyakezelésben vizsgáltuk a tápanyag-ellátás hatását.

A műtrágyázás hatását másodfokú függvénnyel közelítettük.

Műtrágyázás hatására a *szemek száma* szignifikánsan nőtt a műtrágyázott kezelésekben a kontroll parcellákhoz viszonyítva, igazolva, hogy a tápanyagellátás (adott vízellátottság mellett) kedvezően befolyásolja a megtermékenyítést és a termést.

A vizsgált években a többszörös R értékeket szűk intervallum jellemezte (0.84-0.93), az F próba alapján 0.1 % szinten minden évjáratban szignifikánsnak bizonyult a műtrágya hatása. Az egyenlet lineáris és négyzetes tagjai, a t-próba alapján 0.1 % szinten ugyancsak szignifikánsak voltak. Mindkét évben a lineáris tag dominanciája volt a jellemző, a négyzetes tag depresszív hatása kis mértékben jelentkezett.

A műtrágyakezelés átlagok közötti különbségek megbízhatóságának vizsgálatára Duncan tesztet alkalmaztunk. A vizsgálattal megállapítottuk, hogy az egyes hibridek műtrágya reakciójában, az évek átlagában eltérés van. A DK 471 SC szemszáma 60 kg/ha kezeléstől már szignifikánsan nem változik, jelentős szemszám növekedést nem mértünk. Az MV 484 SC szemszám növekedése egyenletes, maximális szemszámot 120 kg N/ha kezelés hatására érte el.

A műtrágyázás elősegítette a *szemtelítődést*. Megállapítottuk, hogy a lineáris szakasz meredekségében, azaz a szemtelítődés sebességében az egyes kezelések között nincs szignifikáns különbség, a műtrágyázás a szemtelítődés időszakának a hosszát növeli.

A betakarítás időpontjában vizsgáltuk a műtrágyakezelések hatását az ezerszemtömegre. Megállapítottuk, hogy a jobb tápanyag-ellátás szignifikánsan növelte mindkét hibrid ezerszemtömegét.

A két évjáratot összehasonlítva, 1998-ban a kezelések átlagában a szemtelítődés 520 °C napig tartott, 1999-ben a kedvező vízellátottság következtében, mintegy 100 °C nappal kitolódott a szemtelítődés lineáris szakasza.

A szemfejlődés különböző időpontjaiban vizsgáltuk műtrágyázás hatását a kukoricaszemek *nedvességtartalmára*.

Megállapítottuk, hogy a generatív szakasz elején egyik évben sincs szignifikáns különbség az egyes kezelések között.

1998-ban augusztus végétől 50%-os víztartalomtól állapítottunk meg műtrágyázás hatását igazoló szignifikáns különbségeket az egyes kezelések víztartalmai között.

A műtrágyázás hatására csökkent a szem víztartalma a fiziológiai érés idejére. A víztartalom minimuma, 1998-ban mindkét hibridnél, 60 kg N/ha műtrágyakezelésben volt, azaz a nagyobb műtrágyakezelések növelték a víztartalmat, míg 1999-ben műtrágyázás hatására a hibridek víztartalma 150 N kg/ha adagig szignifikánsan csökkent.

1999-ben a kedvező évjárat miatt, mindkét hibridnél kisebb víztartalom értékeket mértünk a fiziológiai érés időpontjában, mint 1998-ban. A jelenség magyarázata, hogy a fekete réteg kialakulása, később következett be, a szemtelítődést nem akadályozta semmi külső tényező.

A műtrágyázás hatását, a *szemtermés*re hat szinten -műtrágyázás nélkül és öt műtrágyadózis- vizsgáltuk. A műtrágyaadagok 1N: 0.75 P₂O₅: 0.88 K₂O konstans arányú NPK dózisok és azok x2-x5 mennyiségei, amelyekben az alapdózis 1995-ig 158 kg, 1996-tól 89 kg/ha. A vizsgált évjáratok 1994-1999 közötti évek voltak. A vizsgált hibridek közül azokat vontuk be az értékelésbe, melyekről minimum három év termésadataival rendelkezünk.

A vizsgált években a többszörös R értékeket széles intervallum jellemezte (0.53-0.89). Az egyenlet lineáris és négyzetes tagja, a t-próba alapján 0,1 % szinten ugyancsak szignifikánsak voltak. Az aszályos években kisebb R értékek jellemezték a másodfokú függvény illesztését, mert az alapadatok relatív szórása nagyobb volt.

A hat évben a termésbecslés átlagos hibája 500-1700 kg/ha között volt. A relatív széles intervallum az évjáratok szélsőséges jellegéből adódik, 1994 és 1995 nagyon aszályos évjárat volt, míg 1998. és 1999. esztendőket a kedvező csapadékelátottság jellemezte. A különösen aszályos évben, 1995-ben a virágzáskor fellépő súlyos vízhiány növelte a szemek meddőségét és a lag periódusban a szemek abortálódását okozta. A maximális termés az egyenlet alapján a kontroll, műtrágyázás nélküli parcellákon alakult ki. A műtrágyázás relatív nagyobb vízhiány és termésdepressziót okozott, mindkét hibrid esetében (AW 043 SC, Occitan SC) a műtrágyázott kezelésekben szignifikánsan kisebb termést mértünk.

Értékeltek az egyes hibridek természetes tápanyag- és csapadékhasznosító képességét, illetve műtrágya reakcióját.

Az analízis alapján megállapítottuk, hogy többéves termésadatokat figyelembe véve, a másodfokú függvénnyel történő közelítés közepes vagy jó erősségű összefüggést mutat a termés és a műtrágyázás között. A vizsgált években a becslés hibája viszonylag alacsony, a műtrágyahatás hasonló mértékű. Ennek oka, hogy a vizsgált évjáratok jellege (csapadékelátottság, átlaghőmérséklet stb.) hasonlóan kedvező volt, a termések öntözés nélkül is kiegyenlítettek voltak. Ugyancsak a kedvező évjáratok eredménye a lineáris tag termésnövelő hatásának dominanciája.

A vizsgálatok szerint egyezően más kutatási eredményekkel a kukoricahibridek műtrágyareakciójára jelentősen hat az évjárat- ezen belül elsősorban a csapadék- mely hatás jól jellemezhető az 1 mm csapadékra jutó szemtermés mennyiségével. Gyakorlati szempontból fontos annak a műtrágyadózisnak az ismerete, amely a maximális terméshez tartozik. Segítségével meghatározható az optimális műtrágyaszint adott vízellátás mellett. A kutatási eredmények bizonyítják, hogy az egyes genotípusok műtrareakciójában jelentős eltérés van. A különbségek pontosabb meghatározása érdekében fontos vizsgálni a hibridek egyéb tulajdonságait (természetes tápanyaghasznosító képesség, 1 mm csapadékra jutó terméstöbblet stb.).

6. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- bizonyítottuk, hogy a hőösszegben kifejezett tenyészidőszak a gyakorlat számára jobban hasznosítható információt tartalmaz
- egy adott évjáratban a víztömeg maximum közel azonos időpontban alakul ki (2-4 nap)
- szoros összefüggés van a szem maximális víztömege és a generatív szakasz hossza között
- a vízleadás sebességét elsősorban a hőmérséklet határozza meg
- egy adott genotípus vízleadás dinamikája évjárattól függetlenül közös regressziós egyenessel közelíthető (19 hibrid-15 hibrid)
- termőhelyenként a víztartalom változása közös regressziós koefficienssel jellemezhető, de a konstansok szignifikánsan eltérnek egymástól
- műtrágyázás hatására nő a csövenkénti szemek száma
- a műtrágyázás a szemtelítődés sebességét nem befolyásolja, de hosszát szignifikánsan növeli
- műtrágyázás hatására a generatív szakasz elején nincs szignifikáns különbség a kukoricaszemek nedvességtartalmában
- műtrágyázás hatására a betakarításkori nedvességtartalom csökken

7. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK

- Az egyes genotípusok tenyészidejének napokban kifejezett hossza nagymértékben függ az évjárattól, csak adott termőhelyen és adott időben használható. A tenyészidőszak hőösszegben történő kifejezése, évjárattól és termőhelytől kevésbé függ, az egyes genotípusok fenológiai szakaszainak hosszát megbízhatóan jellemzi.
- A műtrágyázás hatással van a szemtermés nedvességtartalmára. A növekvő műtrágyadózisok és a szemnedvességtartalom közötti összefüggés minimum értékkel rendelkező másodfokú függvénnyel jellemezhető.
- Műtrágyázás hatására a szemek száma szignifikánsan nő, igazolva, hogy a tápanyagellátás (adott vízellátottság mellett) kedvezően befolyásolja a megtermékenyítést és a termést. Megállapítottuk, hogy a lineáris szakasz meredekségében, azaz a szemtelítődés sebességében az egyes kezelések között nincs szignifikáns különbség, a műtrágyázás a szemtelítődés időszakának a hosszát növeli.
- Az évjárathatás figyelembevételével a műtrágyahasznosulás négyzetes hatásgörbéinek alapján meghatároztuk a vizsgált hibridek műtrágyareakcióit. A másodfokú függvény első szakaszában a meredekség értéke nagy, kis tápanyag szinten már nagy terméstöbbletet tapasztaltunk. A második szakasztól a függvény meredeksége fokozatosan csökken, majd a termésmaximum körül széles plató szakasz alakul ki, ahol a műtrágya adagok növelésével, illetve csökkentésével a termés nagysága csak kis mértékben változik. Vizsgálataink igazolták, hogy gazdaságos kukoricatermesztésben nem lehet elsődleges cél a maximális termés elérése, a tápanyag-visszapótlást a másodfokú függvény első szakaszára kell tervezni.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- ÁBRÁNYI A. (1988):** A növényi növekedés agrometeorológiai modellezése. Kandidátusi értekezés. Martonvásár. 80-85 p.
- ACKERSON, R. C., HERBERT, R. R. (1981):** Osmoregulation in cotton in response to water stress. *Plant Physiology*. 67. 484-488 p.
- AFUAKWA, J. J., CROOKSTON, K. R., JONES, R.J. (1984):** Effect of temperature and sucrose availability on kernel black layer development in maize. *Crop Science*. 24. 285-288 p.
- ALDRICH, S. R., LENG, E. R. (1972):** Modern corn production. Fand w Publishing Crop, Illinois, USA. 8-15 p.
- ALDRICH, S. R., SCOTT, W. O., LENG, E. R.(1975):** Modern corn production. Illinois, USA. 8-25 p.
- ANDREJENKO, SZ. SZ., KUPERMANN, F. M. (1961):** A kukorica élettana. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- ÁNGYÁN J., JENEY CS., MENYHÉRT Z., VARGA A. (1985):** A kukorica termesztése szempontjából kedvező klimatikus viszonyok előfordulási gyakorisága Magyarországon. *Növénytermelés*. 34. 87-93p.
- APARICIO-TEJO, P. M., BOYER, J. S. (1983):** Significance of leaf senescence at low water potentials for water loss and grain yield in maize. *Crop Science*. 23. 1198-1202p.
- ARNOLD, C. Y. (1975):** Heat unit systems in corn production. III. *Res*. 17. 2. 10-11p.
- BADU-APRAKU, B., HUNTER, R. B., TOLLENAAR, M. (1983):** Effect of temperature during grain filling on whole plant and grain yield in maize (*Zea mays* L.) *Canadian Journal Plant Science*. 63. 357-36
- BEKE J. (1997):** Terményszárítás. Agroinform Kiadó, Budapest. 11p.
- BÉLA M., BERZE B. (1982):** Szárazanyag-termelés és a talaj vízháztartásának szabályozása. *Növénytermelés*, 31. 6. 539-543 p.
- BELLINI, P., FUSI, G. (1961):** Rese individuali ed unitarie dei diversi organi epigei in *Zea mays* L. *Elette*. 7. 1. 28-40 p.
- BENNETT, J. M., MUTT, L. S. M., RAO, P. S. C., JONES, J. W. (1988):** Interactive effects of nitrogen and water stresser on biomass accumulation, nitrogen uptake, and seed yield of maize. *Field Craps Research*, Amsterdam, 19. 4. 297-311.

- BERZSENYI Z. (1988):** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára. *Növényter.*, 37.6.527-540p.
- BERZSENYI Z. (1989):** A növényszám hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára I. (Levélterület-index (LAI), levélterület tartóssága (LAD) és levélterület arány (LAR)), *Növénytermelés*, 38.5.395-407 p.
- BERZSENYI Z. (1990):** A növényszám hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára II. (Száranyag-termelés (BMD, HI), relatív növekedési sebesség (RGR), termésnövekedési sebesség (CGR) és nettó asszimilációs ráta (NAR)). *Növényterm.*, 39.6.483-494 p.
- BERZSENYI Z. (1993):** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea Mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikája eltérő évjáratban. *Növénytermelés*, 42.5.457-471 p.
- BERZSENYI Z. (1994):** A növényszám és az évjárat hatása a kukorica (*Zea Mays* L.) szemtermésének és terméskomponenseinek alakulására az 1981-1992 években. *Növénytermelés*, 43.1.61 p.
- BLOC, D., GOUET, J. P. (1974):** Influence des sommes de temperature sur la date de floraison et l'évolution de l'humidité du grain chez le maïs. *AGPM-ITCF*.
- BLOC, D., GOUET, J. P. (1976):** Influence des sommes de temperature sur la maturité du maïs. *AGPM. Paris*, 1-60 p.
- BOCZ E. (1976):** Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BOCZ E. (1992):** Kukorica. In: Szántóföldi növénytermesztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- BOCZ E., NAGY J., PEPÓ P., SÁRVÁRI M. (1984):** A tápanyag- és a vízellátás hatása az őszi búza és a kukorica fajták termés mennyiségére, minőségére és öntözési reakciójára. *Tessedik Sámuel Tiszántúli Tud. Napok. DATE*. 101-102 p.
- BROWN, D.M. (1976):** Response of maize environmental temperatures. In: *Proc. Symp. On the Agrometeorology of the Maize (Corn) Crop*. 5-9 July 1976., Iowa, USA., 15-26 p.
- BUNTING, E. S. (1976):** Accumulated temperature and maize development in england. *Journal Agronomic Science Cambridge*. 87. 577-583 p.

- CARREKER, J. R., ADAMES, W. E., MORRIS, H. D. (1972):** Corn yields in relation to rainfall and cropping treatments. *J. Soil Water Conservat.* 27. 117-120p.
- CARTER, M. W., PONELEIT, C. G. (1973):** Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Canadian Journal of Plant Science*. 68. 597-606 p.
- CEULEMANS, R., IMPENS, I., LAKER, M. C., VAN ASSCHE, F. M. G., MOTTRAM, R. (1988):** Net CO₂ exchange rate as a sensitive indicator of plant water status in corn (*Zea mays* L.). *Canadian Jour. of Plant Science*. 68. 597-606p.
- CRASTA, O. R. (1996):** Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield and forage quality. *Crop Science*. Vol. 36., NO. 2. 341-348 p.
- CROSS, H. Z., ZUBER, M. S. (1972):** Prediction of flowering dates in maize based on defferent metods of estimating thermal units. *Agronomic Journal*. 64. 351-355 p.
- CSATHÓ P., KÁDÁR I., SARKADI J. (1989):** A kukorica műtrágyázása meszes csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 38.1.69-76 p.
- CSERHÁTI, S. (1901):** Általános és különleges növénytermelés. II. Magyarovár.
- DAYNARD, T. B., DUNCAN, V. G. (1969):** The black layer and grain maturity in corn. *Crop Science*. 9. 473-476.
- DEBRECENI B.-NÉ(1985):** A kukorica ásványi táplálkozása (In szerk: Menyhért Z. A kukoricatermesztés kézikönyve) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- DERIEUX, M. (1975):** La precocite du mais. *EUCARPIA* 8. Congrès International de la Section Mais-Sorgho. Paris-Versailles, 128-160 p.
- DERIEUX, M., BONHOMME, R. (1982):** Heat units requirements for maize hybrids in Europe. *Maydica*. 2. 59-77 p.
- DUFFUS, C. M., COCHRAN, M. P. (1982):** Carbohydrate metabolism during cereal grain development. In: *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Szerk: KHAN, A. A.. Elsevier Biomed. Press. 43-66 p.
- DUMANOVIC, Z., VIDENOVIC, Z., VASIC, G. (1996):** The effect of meteorological conditions on maize yield. *ESA 4th Congress, Book of Abstracts*. 26-27 p.
- DUNCAN, W. G., HATFIELD, A. L., RAGLAND, J. L. (1965):** The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. *Agronomic Journal*. 57. 221-223 p.

- EL-SAID, M. T., GABRO, E., EL-ZENY, H. A. (1975):** The effect of certain pre-sowing seed treatments and early phosphorus supplement on cell sap concentration and water fractions in leaves of maize (*Zea mays* L.) plant grown under soil moisture stress conditions. Biol. Pl. Praha. 17. 4. 281-291 p.
- EPPENDORFER, W. H., BILLE, S. W., PATIPANAWATTANA, S. (1985):** Protein quality and amino acid-protein relationships of maize, sorghum and rice grain as influenced by nitrogen, phosphorus, potassium and soil moisture stress. J. Sci. Food Agric., London, 36.6.453-462 p.
- FARNHAM, D. E. (1996):** Drier conditions may slow corn growth. Iowa State Univ. Newsletter. 7/1996. 127-128 p.
- FÓTOS J.-né K. K. (1983):** Eltérő tenyésztésidejű kukoricavonalak és hibridek szemtermésének vízleadó képessége. Doktori értekezés. DATE. Debrecen.
- GAGRO M. (1974):** Percentage of nitrogen and protein content in maize grain as influenced by application of increased and sulphur doses. Poljopr. Znanst. Smotra., Zagreb. 32.1.257-263.
- GEISLER, G. (1985):** Untersuchungen zur Wirkung von "Stickstoff" auf die Morphologie, die Trockenmassenbildung und die Aufnahmeleistung der Wurzelsysteme von Mais-, Sommergersten- und Ackerbohnen-Sorten unter Berücksichtigung der Temperatur III. Grundlagen zur Bestimmung von Aufnahmeleistungen. 2. Acker- und Pflanzenbau, Berlin-Hamburg, 154.1.25-37 p.
- GILMORE, E. C., ROGERS, J. S. (1958):** Heat unit as a method of measuring maturity in corn. Agronomic Journal. 50. 611-615 p.
- GOTLIN, J., PUCORIC, A.: Znacenje agrotehnickih mjera za prinos i kvalitetu zrna hibrida kukuruza u Jugoslaviji. Krimiva, Zagreb , 19.3.49-55. p.**
- GRABNER, E. (1948):** Szántóföldi növénytermesztés. Pátria Nyomda, Bp. 290-300p.
- CRANE, P. L., MILES, S. R., NEWMAN, J. E. (1959):** Factors associated with varietal difference in rate of field drying in corn. Agronomic Journal. 51.318-320 p.
- GUNN, R. B., CHRISTENSEN, R. (1956):** Maturity relationships among early to late hybrids of corn. Crop Science 5. 299-302 p.
- GYÓRFFY B. (1988):** Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. Magyar Tudomány. 1988/4. 45-49 p.

- GYŐRI D., NÉMETH I., MATGUSNÉ SÉNYI K. (1990):** Búza és kukorica optimális N-műtrágya igényének megállapítása talajvizsgálattal. *Növénytermelés*, 39.2.139-146 p.
- GYŐRI D., MÁTZ G. (1979):** Changes in the zinc and tryptophan contents of maize grains as a response to increasing rates of phosphorus fertilization. *Acta. Agron. Acad. Sci. Hung.*, 28.1-2.158-167 p.
- HALLAUER, A. R., RUSSEL, W. A. (1961):** Effects of selected weather factors on grain moisture reduction from silking to physiologic maturity in corn. *Agronomic Journal*. 53. 225-229 p.
- HALLAUER, A. R., RUSSEL, W. A. (1962):** Estimates of maturity and its inheritance in maize. *Crop Science*. 2. 289-294 p.
- HANFT, J. M., JONES, R. J., STUME, A. B. (1986):** Dry matter accumulation and carbohydrate concentration patterns field-grown and in vitro cultured maize kernels from tip and middle ear positions. *Crop Science*. 26. 568-572 p.
- HANWAY, J. J. (1963):** Growth Stages of corn (*Zea mays* L.). *Agronomic Journal*. 55. 487-492 p.
- HELM, J. L., ZUBER, M. S. (1969):** Pericarp thickness of dent corn inbred lines. *Crop Science*. 9. 803-804 p.
- HERCZEGH M. (1978):** A szárszilárdság tényezői, szilárdabb szárú hibridek előállítása. In: *A kukorica jelene és jövője*. Szerk. Bálint A., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 47-50 p.
- HERCZEGH M., MARTON L. CS. (1986):** Cold stress of maize in a temperature gradient chamber. In: *Breeding of silage maize*. Szerk: DOLSTRA, O., MIEDEMA, P., Pudoc, Wageningen, 56-60 p.
- HERTEL, F., RIKANOVÁ, J. (1984):** Zmeny v narustani susíny u kukorice. *Uroda*, Praha, 32.10.448-449 p.
- HICKS, D. R., GEADELMANN, J. L., PETERSON, R.H. (1976):** Drying rates of frosted maturing maize. *Agronomic Journal*. 68. 452-455 p.
- HUQ, S.M.I. (1983):** Fertilizer effects on yield, nitrogen content and amino acid composition of maize grain. *Agronomie, Paris*, 3.10.965-970.
- HUNKÁR M. (1987):** A biomassza produkció dinamikája az időjárás függvényében. *Növénytermelés*, 36.2.83-90 p.

- HUZSVAI L. (2000):** A talaj és környezet kölcsönhatások értékelésének módszerei. Doktori értekezés. Debrecen. 18-20 p.
- JANOSITS, L. (1958):** A hibridkukorica. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- JOHNSON, D. R., TANNER, J. W. (1972):** Calculation of rate and duration of grain filling in corn. Crop Science. 12. 485-486 p.
- JONES, R. J., GEGENBACH, B. B., CARDWELL, V. B. (1981):** temperature effects on in vitro kernel development of maize. Crop science. 21. 761-766 p.
- JÓZSA L. (1981):** Kukoricatermesztés szilázsnak. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- JUGENHEIMER (1958):** Hybrid Maize Breeding and Seed Production. Publ. by FAO. Roma. 62 p.
- KÁDÁR I. (1987):** A kukorica ásványi tápanyagellátása. Növényterm, 36.1.57-66 p.
- KÁDÁR I. (1987-88):** A meszezés és műtrágyázás együttes hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben II. Növényvizsgálati és tápanyagforgalmi elemzések. Agrokémia és Talajtan, 36-37.239-252 p.
- KÁDÁR I., LÁSZTITY B., SIMON L. (1981):** Az üzemi talaj és növényvizsgálati eredmények értelmezése és felhasználása mezőföldi csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan, 30.1-2. 65-78 p.
- KÁDÁR I., PUSZTAI A. (1982):** Az NPK túltrágyázás hatása a 6 leveles kukorica makro- és mikroelem tartalmára II. Növénytermelés, 31.6.523-532 p.
- KÁDÁR I., SHALABY M.H. (1986):** A P- és Zn-trágyázás közötti összefüggések vizsgálata meszes csernozjom talajon. Növénytermelés, 35.5.419-425 p.
- KANG, M.S., ZUBER, M.S., COLBERT, T.R., HORROKS, R.D. (1986):** Effects of certain agronomic traits on and relationship between of grain-moisture reduction and grain fill during the filling period in maize. Field Crop Res. 14. 339-347 p.
- KIESSELBACH, T. A. (1950):** Progressive development and seasonal variation of corn crop. University of Nebraska Bulletin. 166.
- KISING, W. (1962):** Maisanbau auf neuen Wegen. Mitt. DLG. Frankfurt.
- KOVÁCS G.J. (1982):** A kukorica víz- és tápanyag-dinamikájának kritikus ökofizikai kapcsolata. Növénytermelés. 31.4. 355-365 p.
- KOVÁCS G., J., MÁTHÉNÉ G. G., MÁTHÉ P. (1984):** Interaction between maize genotypes, soil nitrogen and water regime. In: CIEC 9th Congress, 11-16 June 1984. Budapest. 2. 176-180 p.

- KOZÁK M. (1977):** A kálium műtrágyázás hatása a búza, kukorica és takarmányborsó termésére és tápanyagtartalmára. *Agrokémia és Talajtan*, 26.3-4.363-375 p.
- KRAUS,M., FUSSEDER,A., BECKT,E. (1987):** Development and replenishment of the P-depletion zone around the primary root of maize during the vegetation period. *Plant and Soil*, Wageningen,101. 2.247-255 p.
- LÁSZTITY B. (1975):** A kukoricaszem NPK-tartalmának változása és a műtrágyák érvényesülése meszes homokon. *Agrokémia és Talajtan*, 24.3-4.279-290 p.
- LÁSZTITY B., BICZOK GY., ELEK É., RUDA M. (1985):** A műtrágyázás hatása a kukorica fejlődésére és tápanyagforgalmára I. Szárazanyag-felhalmozás, tápelemtartalom és tápelemarányok. *Agrokémia és Talajtan*, 34.1-2.137-152 p.
- LATKOVICS GY.-NÉ(1975):** NPK-műtrágyázás vizsgálata a kukorica monokultúrában. I. A műtrágyázás hatása a kukorica szemtermés NPK-tartalmára. *Agrokémia és Talajtan*, 24.3-4.259-267 p.
- LEHENBAUER, P. A. (1914):** Growth of maize seedlings in relation to temperature. *Physiol. Res.* 1: 247-288 p.
- MAGARI R., KANG MS., ZHANG Y. (1997):** Genotype by environment interaction for ear moisture loss rate in corn. *Crop Science*. 37 (3): 774-779p.
- MÁNDY GY. (1961):** Adatok kukoricafajták ökológiájához. *Agrobotanika*. 87-102p.
- MARTON L. CS. (1990):** A kukorica beltenyésztett törzsek kelése és kezdeti fejlődése hőmérsékleti gradiens kamrában. I. a beltenyésztett törzsek kelése. *Növénytermelés*. 39. 305-311 p.
- MÁTHÉ P., MÁTHÉNÉ G. G., KOVÁCSNÉ SCH. M. (1982):** Opaque és normál kukoricaszemek eltérő vízleadásának okai. *Botanikai Közlemények*. 69. 262 p.
- MÁTHÉNÉ G. G. (1989):** A különböző N-anyagsere hatása a szemfejlődés folyamataira, különös tekintettel a szem nedvességtartalom dinamikájára opaque-2 és normál genotípusoknál. *Kandidátusi értekezés. Kompolt*
- MÁTHÉNÉ G. G., MÁTHÉ P., KOVÁCSNÉ SCH. M. (1985):** Kedvezőtlen időjárási tényezők hatása néhány kukorica genotípus produkciójára és növekedési mutatóira. *Botanikai Közlemények* 72. 271p.
- MCPHERSON, H. G., BOYER, J. S. (1977):** Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water deficiency. *Agron. Journ.* 69. 714-718p.

- MEGYES A., NAGY J. (1999):** A növényszám hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban. *Növénytermelés*. 48.5. 535-542 p.
- MENYHÉRT, Z. (1975):** Kukoricatermelőknek a kukoricáról. KSZE, Szekszárd.
- MENYHÉRT Z., ÁNGYÁN, J., JENEY, CS., VARGA, A. (1984):** Kukorica klimatikus igényeinek biometria elemzése. *Növénytermelés*. 33. 385-396 p.
- MITTAL, S.B., SINGH, A.P., SINGH, M., SINGH, R. (1983):** Phosphorus supplying capacity of soils and their relationship with phosphorus removal by maize. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, New Delhi, 31.2.241-244.
- NAGY J. (1993):** Evaluation on the effect of crop production factors on the yield of maize in long-term experiments. Rothamsted 150th Anniversary Conference. Rothamsted, 136-137 p.
- NAGY J. (1996):** A növényszám és a talajművelés kölcsönhatása a kukoricatermesztésben. *Növénytermelés*. 45.5-6. 543-552 p.
- NAGY J. (1998):** Interaction between fertilization and soil cultivation in maize production. *Acta Agronomica* 46. 4. 698-706 p.
- NAGY J., ZEKE É. (1981):** A kukoricaszemek vízleadásának vizsgálata. I. A műtrágyázás hatása a szemnedvességre. *Növénytermelés*. 30. 529-538 p.
- NAGY J., ZEKE É. (1982):** A kukoricaszemek vízleadásának vizsgálata. II. Különböző kukoricahibridek szemnedvessége és az öntözés hatása. *Növényterm.* 31. 119-123 p.
- NASS, H. G., CRANE, P. L. (1970a):** Effect of Endosperm Mutans on Germination and Early Seedling Growth rate in maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*. 10.139-140p.
- NASS, H. G., CRANE, P. L. (1970b):** Effect of endosperm mutans on drying rate of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*. 10. 141-142 p.
- NASS, H. G., CRANE, P. L. (1970c):** Effect of endosperm genes on dry matter accumulation and moisture loss in corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*. 10.276-280 p.
- NEMÉNYI M. (1983):** Energiatakarékosan szárítható kukoricahibridek jellemzői. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- NÉMETH T., BÚZÁS I. (1991):** Nitrogéntrágyázási tartamkísérlet humuszos homok- és mészlepedékes csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 40.399-408p.
- NESMITH, D.S., RITCHIE, J.T. (1992):** Short and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. *Agronomic Journal*. 84. 107-113 p.

- PETHŐ M. (1993):** Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- PETR J., CERNY V., HRUSKA L. (1985):** Tvorba vynosu hlavníc polních plodin státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- PROKSZÁNÉ PAPLOGÓ ZS., SZÉLL E., KOVÁCSNÉ KOMLÓS M. (1995):** A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntéstartalajon. Növénytermelés. 44.1.33-43 p.
- PURDY, I. L., CRANE, P. L. (1967):** Influence of pericarp on differential drying rate in „mature” corn (*Zea mays* L.). Crop Science. 7. 379-381 p.
- QUATTAR, S., JONES, R. J., CROOKSTON, R. K., KAJELOU, M. (1987a):** Effects of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science. 27. 730-735 p.
- QUATTAR, S., JONES, R. J., CROOKSTON, R. K., KAJELOU, M. (1987b):** Effect of drought on water relations of developing maize kernels. Crop Science. 27. 730-735 p.
- RAGLAND, J. L., HATFIELD, A. L., BENIOT, G.R. (1965):** The growth and yield of corn. I. Microclimate effects on the growth rate. Agron. Journal. 57. 217-220 p.
- RASCHKE, K. (1970):** Stomatal responses to pressure changes and interruptions in the water supply of detached leaves of *Zea mays* L.. Plant Physiology, 45, 415-423p.
- RÁTONYI T., MEGYES A., DOBOS A. (1999):** A talaj tömörödöttségét befolyásoló agrotechnikai tényezők értékelése a debreceni talajművelési tartamkísérletben. In: V. Ifjúsági Tudományos Fórum. 1999. Keszthely. 139-143 p.
- RÁTONYI T. (1999):** A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. Doktori értekezés. Debrecen. 28-29 p.
- RENDIG, V.V., JIMENEZ J. (1978):** Nitrogen nutrition as a regulator of biosynthesis of storage proteins in maize (*Zea mays* L.). in: Nitrogen in the Environment, New York - San Francisco - London - Acad. 2.253-278 p.
- RITCHIE, J.T., SING, U., GODWIN, D.C., HUMPRIES, J. (1994):** CERES CEREAL GENERIC MODEL Fortran Source Code. Michigan State University. East-Lansing.
- RUSSELLE, M.P., OLSON, R.A., HAUCK, R.D. (1987):** Planting date and nitrogen management interactions in irrigated maize. Field Crops Res., Amsterdam, 16.4.349-362p.

- RUZSÁNYI L. (1984):** Interrelation of fertilisation, water supply and water utilisation in chernozem soils. In: CIEC 9th Congress, 11-16 June 1984. Budapest. 1. 31-37 p.
- RUZSÁNYI L. (1992):** A főbb növénytermesztési tényezők és a vízellátás kölcsönhatásai. Akadémiai Doktori Értekezés. DATE. Debrecen.
- RYSAVÁ, B. (1989):** Sledovanie vzájomných vzťahov pri náraste susiny zrna, vretena a listenov kukurice. Rostlinná Vyroba, Praha, 35.12.1307-1313 p.
- RYSAVÁ, B., JAVOREK, E. (1985):** Zmeny v raste susiny zrna kukurice vplyvom genotypu. Poľnohospodárstvo, Bratislava, 1.1.41-47 p.
- SÁRVÁRI M., GYŐRI Z. (1982):** A monokultúrában és vetésváltásban termesztett kukorica termésátlagának és minőségének változása különböző tápanyagellátás esetén. Növénytermelés, 31.2.177-184 p.
- SÁRVÁRI M. (1984):** Különböző kukoricahibridek tápanyagreakciója réti talajon. Növénytermelés, 33.6.549-558 p.
- SÁRVÁRI M. (1995):** Monokultúrás termesztés hatása a kukorica termésére réti talajon, műtrágyázási tartamkísérletben. Növénytermelés, 44.4. 359-374 p.
- SCHMIDT, T. L., HALLAUER, A. R. (1966):** Estimating harvest date of corn in the field. Crop Science. 6. 227-231 p.
- SHAW, R. H. (1976):** Water use and requirements of maize. In: Proc. Symp. On the Agrometeorology of the Maize (Corn) Crop. 5-9 July 1976., Iowa, USA., 15-26 p.
- STAMP, P. (1984):** Chilling tolerance of young plants demonstrated on the example of maize. Advances in Ag. and Crop Science. Sup. to Journal of Agr. and Crop Science. 7. 9-80 p.
- SURÁNYI J. (1957):** A kukorica és termesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- SUTTON, L. M., STUCKER, R. E. (1974):** growing degree days to black layer composed to minnesota relative maturity rating of corn hybrids. Crop Science 14. 408-412 p.
- SZALAI I. (1994):** A növények élete. JATE Press, Szeged, 58 p.
- SZÁSZ G. (1998):** Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 169 p.
- SZÉL S. (1980):** A kukorica fehérjeminőségének javítása az opaque mutáns felhasználásával. Kandidátusi értekezés. Szeged.
- SZIEBERT D. (2001):** Államilag elismert kukoricafajták kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérleteinek kiértékelési módszertana. OMMI Kiadvány. Budapest.

- SVÁB J. (1981):** Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TATÁR L, TATÁR L.-NÉ (1981):** Különböző foszfortrágyák hatása a talaj P-tartalmára és a kukoricanövény foszforfrakcióira II. Összefüggések a talaj és a kukoricanövény foszforfrakciói között. *Agrokémia és Talajtan*, 30.3-4.307-320 p.
- TOLLENAAR, M., BRUULSEMA, T. W. (1988):** effect of temperature on rate and rate duration of kernel dry matter accumulation of maize. *Canadian Journal Plant Science*. 68. 935-939 p.
- TOLLENAAR, M., DAYNARD, T. B., HUNTER, R. B. (1979):** Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. *Crop Science*. 3. 363-366 p.
- TOLLENAAR, M., DAYNARD, T. B. (1978b):** Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in shortseason environment. *Agronomy Journal*. 70. 219-223 p.
- VÁCZI D. (1973):** Kukorica. Vetőmagtermelők Kiskönyvtára, Budapest.
- VILLAX Ö., SURÁNYI J. (1932):** Kukoricafajták és termesztésük. Magyaróvár.
- WESTGATE, M. E., BOYER, J. S. (1985):** Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize. *Crop Science*. 25. 762-769 p.
- WESTGATE, M. E., BOYER, J. S. (1986a):** Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*. 26. 951-956 p.
- WESTGATE, M. E., BOYER, J. S. (1986b):** Silk and pollen water potentials in maize. *Crop Science*. 26. 947-951 p.
- WILSON, J. H. (1968):** Water relations of maize. *Rhod. Journal Agron. Res.* 6.103-105p.
- WILSON, J. H., CLOVES, M. S., ALLISON, J. C. (1973):** Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia. *Ann. Appl. Biol.* 73. 77-84 p.

9. MELLÉKLETEK

9.1. Alapadatok

1. melléklet Az egyes hibridek nővirágzásának és fekete réteg kialakulásának időpontjai (Debrecen)

Hibrid	Évek					
	1997		1998		1999	
	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja
AW 043	1997.07.15	1997.10.02				
DB 351	1997.07.12	1997.09.17	1998.07.08	1998.09.25		
DB 377	1997.07.11	1997.09.17	1998.07.08	1998.09.25		
DK 471	1997.07.19	1997.09.26	1998.07.13	1998.10.02	1999.07.08	1999.09.21
FLORENCIA	1997.07.21	1997.09.29				
KANADA					1999.07.05	1999.09.20
LG 2298			1998.07.13	1998.09.25		
MV 484	1997.07.16	1997.09.29	1998.07.13	1998.10.15	1999.07.10	1999.09.30
OCCITAN	1997.07.17	1997.09.22	1998.07.13	1998.09.25		
SZE 277					1999.07.07	1999.09.16

2. melléklet Az egyes hibridek nővirágzásának és fekete réteg kialakulásának időpontjai (Szeged)

Hibrid	Évek							
	1996		1997		1998		1999	
	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja	50% nővirágzás időpontja	fekete réteg kialakulásának időpontja
AW 043	1996.07.07	1996.10.01	1997.07.11	1997.10.03	1998.07.15	1998.10.04	1999.07.10	1999.09.25
AW 143	1996.07.07	1996.10.05	1997.07.11	1997.10.01				
CLARICA	1996.07.04	1996.09.23	1997.07.05	1997.09.20	1998.07.06	1998.09.14		
CLARISIA	1996.07.06	1996.09.25	1997.07.08	1997.09.28	1998.07.09	1998.09.28		
DK 471	1996.07.08	1996.09.30	1997.07.13	1997.10.03				
DK 527	1996.07.08	1996.10.03	1997.07.14	1997.10.11				
EVELINA	1996.07.05	1996.09.26	1997.07.15	1997.09.28	1998.07.09	1998.09.20		
FLORENCIA			1997.07.15	1997.10.01	1998.07.16	1998.10.05		
GOLDAFFE	1996.07.08	1996.09.28	1997.07.12	1997.10.01				
GOLDARIS	1996.07.06	1996.09.25	1997.07.09	1997.09.23				
KANADA					1998.07.08	1998.09.22	1999.07.06	1999.09.24
LG 2298			1997.07.08	1997.09.28	1998.07.08	1998.09.15		
MONESSA	1996.07.02	1996.09.18	1997.07.05	1997.09.15	1998.07.06	1998.09.12		
MV 484			1997.07.11	1997.10.09	1998.07.15	1998.10.05	1999.07.10	1999.09.28
NASTIA	1996.07.10	1996.09.30	1997.07.14	1997.10.09				
OCCITAN								
SZE 277	1996.07.06	1996.09.20			1998.07.08	1998.09.25	1999.07.07	1999.09.21
VERONIKA	1996.07.07	1996.09.28			1998.07.09	1998.09.23	1999.07.10	1999.09.22

3. mell. A műtrágyázás hatása az AW 043 SC termésére, t/ha (Debrecen, 1994-1999)

Műtrágya -kezelés	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Átlag
0	4.924	5.527	5.270	7.221	6.707	6.895	6.091
1	6.404	5.286	7.867	9.080	9.376	9.084	5.042
2	5.884	4.927	8.869	9.342	10.024	9.800	5.295
3	5.721	4.536	9.199	10.414	11.801	11.428	5.920
4	5.298	3.851	9.655	10.349	11.278	12.551	5.797
5	5.234	3.263	8.831	9.892	10.642	12.631	5.337
Átlag	5.577	4.565	8.282	9.383	9.971	10.398	5.580

4. mell. A műtrágyázás hatása a DK 471 SC termésére, t/ha (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágya -kezelés	1997	1998	1999	Átlag
0	5.351	8.070	6.175	6.532
1	9.846	10.474	9.739	7.392
2	11.060	11.911	10.248	8.554
3	13.353	12.456	11.299	9.899
4	12.611	13.864	13.927	10.691
5	12.353	12.383	13.746	9.959
Átlag	10.762	11.526	10.856	8.838

5. mell. A műtrágyázás hatása a MV 484 SC termésére, t/ha (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágya -kezelés	1997	1998	1999	Átlag
0	5.905	5.973	5.400	5.568
1	9.562	8.063	9.636	6.716
2	10.087	8.120	10.962	7.214
3	11.481	9.070	12.654	8.490
4	11.727	10.707	12.011	9.115
5	11.088	10.119	10.248	8.271
Átlag	9.975	8.675	10.152	7.562

6. mell. A műtrágyázás hatása a SZE 277 SC termésére, t/ha (Debrecen, 1997-1999)

Műtrágya -kezelés	1997	1998	1999	Átlag
0	4.98	6.377	5.209	5.522
1	8.559	9.701	8.204	6.673
2	9.187	10.240	8.654	7.230
3	9.272	10.227	10.005	7.529
4	10.376	10.144	9.785	7.894
5	9.781	9.380	9.004	7.194
Átlag	8.692	9.345	8.477	7.007

7. mell. A műtrágyázás hatása az Occitan SC termésére, t/ha (Debrecen, 1995-1999)

Műtrágya -kezelés	1995	1996	1997	1999	Átlag
0	4.497	5.379	6.499	7.711	6.021
1	3.092	9.278	10.502	10.847	5.419
2	2.993	10.771	12.540	11.370	6.408
3	2.695	11.214	12.974	12.367	6.802
4	2.348	9.695	13.524	13.314	6.710
5	1.835	9.100	13.310	12.604	6.202
Átlag	2.910	9.239	11.558	11.369	6.260

9.2. Statisztikai értékelések

Az értékelésben szereplő legfontosabb kifejezések és rövidítések magyarázata

Multiple R	=	Többszörös R
R Square	=	R-négyzet, determináns együttható
Adjusted R Square	=	Korrigált R-négyzet
Standard Error	=	Standard hiba
Analysis of Variance	=	Varianciaanalízis
Regression	=	Regresszió
Residuals	=	Maradék

8. melléklet A víztömeg maximum szakasz statisztikai elemzése (Debrecen, 1997-1999)

EV: 1997.00 HIBNEV: DB 351

Dependent variable.. VÍZ Method.. QUADRATI

Multiple R .87136
R Square .8322
Adjusted R Square .73393
Standard Error 21.96826

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	28920.253	14460.127
Residuals	19	9169.487	482.605

F = 29.96268 Signif F = .0000

EV: 1997.00 HIBNEV: DB 377

Dependent variable.. VÍZ Method.. QUADRATI

Multiple R .98975
R Square .91450
Adjusted R Square .79542
Standard Error 17.86490

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	10403.985	5201.9927
Residuals	19	6063.937	319.1546

EV: 1997.00 HIBNEV: DK 471

Dependent variable.. VÍZ Method.. QUADRATI

Multiple R .96958
R Square .90532
Adjusted R Square .84982
Standard Error 15.53912

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	29176.625	14588.312
Residuals	19	4587.819	241.464

F = 60.41606 Signif F = .0000

EV: 1997.00 HIBNEV: MV 484

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .97865
R Square .93670
Adjusted R Square .79324
Standard Error 24.50732

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	29703.910	14851.955
Residuals	19	11411.566	600.609

F = 24.72817 Signif F = .0000

EV: 1997.00 HIBNEV: Occitan

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .93568
R Square .89862
Adjusted R Square .83584
Standard Error 28.32654

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	31026.397	15513.198
Residuals	19	15245.464	802.393

F = 19.33367 Signif F = .0000

EV: 1998.00 HIBNEV: DB 351

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .97138
R Square .96341
Adjusted R Square .91537
Standard Error 15.93873

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	16994.928	8497.4641
Residuals	4	1016.172	254.0430

F = 33.44891 Signif F = .0032

EV: 1998.00 HIBNEV: DB 377

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .99954
R Square .99571
Adjusted R Square .93925
Standard Error 13.62875

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	17603.123	8801.5614
Residuals	4	742.971	185.7428

F = 47.38574 Signif F = .0016

EV: 1998.00 HIBNEV: DK 471

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .95959
R Square .92081
Adjusted R Square .88122
Standard Error 19.76487

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	18169.754	9084.8770
Residuals	4	1562.600	390.6501

F = 23.25579 Signif F = .0063

EV: 1998.00 HIBNEV: MV 484

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .98418
R Square .96862
Adjusted R Square .95292
Standard Error 10.31131

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	13126.152	6563.0762
Residuals	4	425.292	106.3231

F = 61.72769 Signif F = .0010

EV: 1998.00 HIBNEV: Occitan

Dependent variable.. VÍZ

Method.. QUADRATI

Multiple R .99321
R Square .98646
Adjusted R Square .97743
Standard Error 8.15205

Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	14525.287	7262.6436
Residuals	3	199.368	66.4559

F = 109.28511 Signif F = .0016

Az értékelésben szereplő legfontosabb kifejezések és rövidítések magyarázata

Corrected Model	=	Korrigált model
Intercept	=	Konstans tag
Error	=	Eltérés
Total	=	Összes
Corrected Total	=	Korrigált összes
Multiple R	=	Többszörös R
R Square	=	R-négyzet, determinációs koefficiens
Adjusted R Square	=	Korrigált R-négyzet
Standard Error	=	Standard hiba
Analysis of Variance	=	Varianciaanalízis
Regression	=	Regresszió
Residuals	=	Maradék
MDDVIR	=	Hőösszeg
ÉV	=	Évjárat
(Constant)	=	Konstans

9. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (DB 351 SC)

DEBRECEN

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1900.285(a)	2	950.143	78.374	.000
Intercept	5075.779	1	5075.779	418.685	.000
MDDVIR	1890.839	1	1890.839	155.969	.000
ÉV	.911	1	.911	.075	.788
Error	169.724	14	12.123		
Total	27198.080	17			
Corrected Total	2070.009	16			

a R Squared = .918 (Adjusted R Squared = .906)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.931(a)	.866	.853	3.9566
1998.00	1	.994(a)	.987	.983	1.9387

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1	Regression	1014.093	1	1014.093	64.778
		Residual	156.549	10	15.655	
		Total	1170.642	11		
1998.00	1	Regression	878.645	1	878.645	233.762
		Residual	11.276	3	3.759	
		Total	889.921	4		

Coefficients(a)

Év	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1997.00	1	(Constant)	96.821	7.283	13.294	.000
		MDDVIR	-9.087E-02	.011	-.931	.000
1998.00	1	(Constant)	92.719	3.728	24.874	.000
		MDDVIR	-8.529E-02	.006	-.994	.001

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .95790
R Square .91757
Adjusted R Square .91207
Standard Error 3.37278

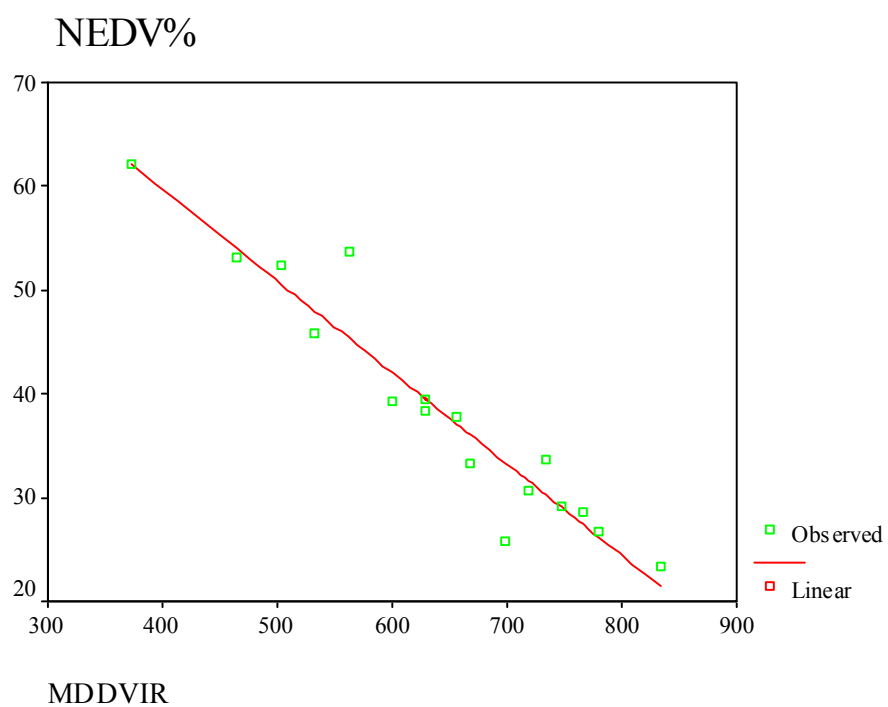
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1899.3739	1899.3739
Residuals	15	170.6351	11.3757

F = 166.96804 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.088198	.006826	-.957898	-12.922	.0000
(Constant)	94.967956	4.450024		21.341	.0000



10.melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (DB 377 SC)

DEBRECEN

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1402.071(a)	2	701.036	56.654	.000
Intercept	3062.843	1	3062.843	247.523	.000
MDDVIR	1124.054	1	1124.054	90.840	.000
ÉV	17.908	1	17.908	1.447	.249
Error	173.236	14	12.374		
Total	25687.377	17			
Corrected Total	1575.307	16			

a R Squared = .890 (Adjusted R Squared = .874)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.923(a)	.852	.838	3.9373
1998.00	1	.991(a)	.982	.973	1.1586

ANOVA(b)

ANOVA(b)							
Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1	Regression	978.804	1	978.804	63.141	.000(a)
		Residual	170.522	11	15.502		
		Total	1149.326	12			
1998.00	1	Regression	145.280	1	145.280	108.236	.009(a)
		Residual	2.685	2	1.342		
		Total	147.964	3			

Coefficients(a)

			Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model		B	Std. Error	Beta		
1997.00	1	(Constant)	88.098	6.163		14.296	.000
		MDDVIR	-7.563E-02	.010	-.923	-7.946	.000
1998.00	1	(Constant)	86.363	5.413		15.954	.004
		MDDVIR	-7.680E-02	.007	-.991	-10.40	.009

Curve Fit

MODEL: MOD_15.

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .93737
R Square .87866
Adjusted R Square .87057
Standard Error 3.56972

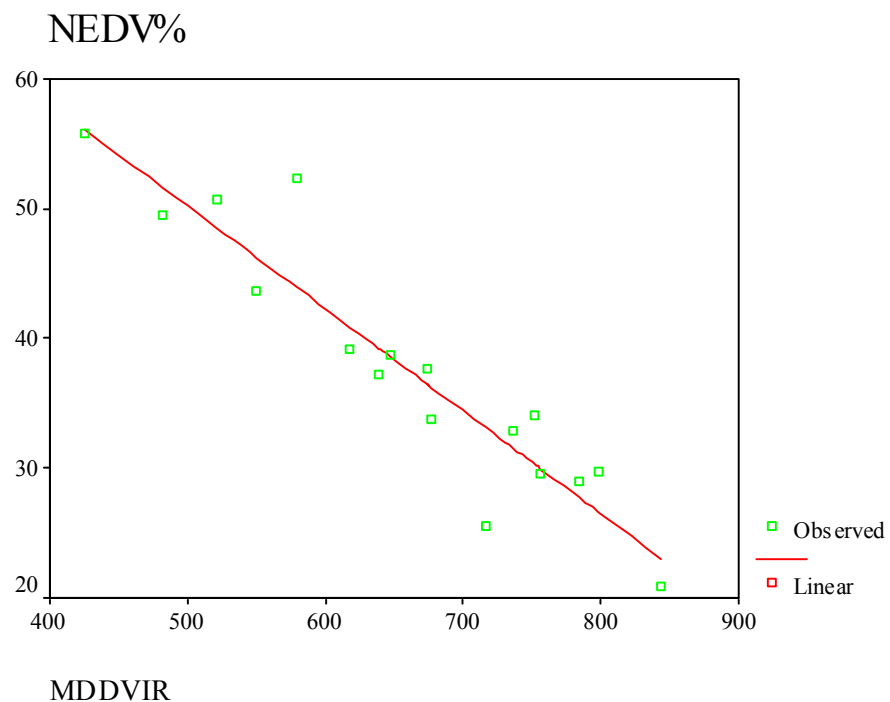
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1384.1633	1384.1633
Residuals	15	191.1438	12.7429

F = 108.62212 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.079038	.007584	-.937370	-10.422	.0000
(Constant)	89.736585	5.071052		17.696	.0000



11. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Occitan SC)

DEBRECEN

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	416.977(a)	2	208.489	10.325	.005
Intercept	1074.562	1	1074.562	53.214	.000
MDDVIR	403.776	1	403.776	19.996	.002
ÉV	4.128E-02	1	4.128E-02	.002	.965
Error	181.739	9	20.193		
Total	14702.880	12			
Corrected Total	598.717	11			

a R Squared = .696 (Adjusted R Squared = .629)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.817(a)	.767	.619	5.0570
1998.00	1	.972(a)	.945	.891	1.6221

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1 Regression	358.425	1	358.425	14.016	.007(a)
	1 Residual	179.010	7	25.573		
	1 Total	537.436	8			
1998.00	1 Regression	45.449	1	45.449	17.273	.150(a)
	1 Residual	2.631	1	2.631		
	1 Total	48.080	2			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1997.00	1 (Constant)	89.476	14.999		5.965	.001
	1 MDDVIR	-8.354E-02	.022	-.817	3.744	.007
1998.00	1 (Constant)	86.812	12.238		7.094	.089
	1 MDDVIR	-7.960E-02	.019	-.972	4.156	.150

Curve Fit

MODEL: MOD_17.

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .83450
R Square .79638
Adjusted R Square .76602
Standard Error 4.26357

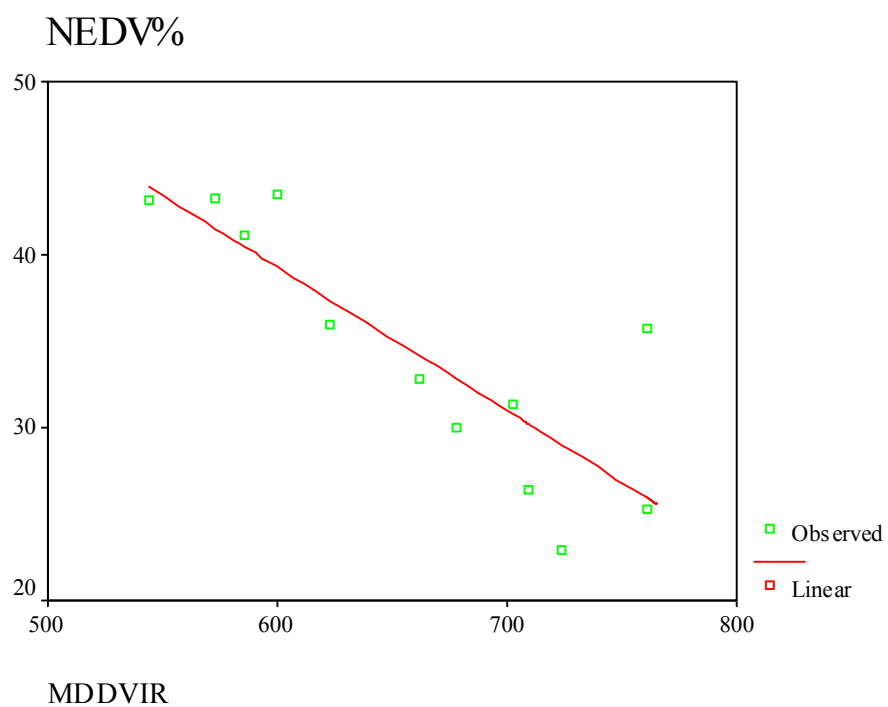
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	416.93599	416.93599
Residuals	10	181.78068	18.17807

F = 22.93621 Signif F = .0007

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.082904	.017311	-.834496	-4.789	.0007
(Constant)	89.015177	11.494322		7.744	.0000



12. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (DK 471 SC)

DEBRECEN

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	741.232(a)	3	247.077	134.345	.000
Intercept	1761.787	1	1761.787	957.948	.000
MDDVIR	698.229	1	698.229	379.652	.000
ÉV	8.575	2	4.288	2.331	.134
Error	25.748	14	1.839		
Total	23408.900	18			
Corrected Total	766.980	17			

a R Squared = .966 (Adjusted R Squared = .959)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.973(a)	.946	.940	1.5670
1998.00	1	.992(a)	.984	.975	1.3109
1999.00	1	.999(a)	.999	.998	.2985

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
1997.00	1	Regression	347.506	1	347.506	141.527	.000(a)
		Residual	19.643	8	2.455		
		Total	367.149	9			
1998.00	1	Regression	205.003	1	205.003	119.295	.008(a)
		Residual	3.437	2	1.718		
		Total	208.440	3			
1999.00	1	Regression	148.209	1	148.209	1662.943	.001(a)
		Residual	.178	2	8.912E-02		
		Total	148.388	3			

Coefficients(a)						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
Év	Model	B	Std.	Beta	t	
1997.00	1	(Constant)	92.576		10.224	.000
		MDDVIR	9.420E-02	.007	.072	.000
1998.00	1	(Constant)	90.487		17.088	.000
		MDDVIR	9.423E-02	.008	.002	.000
1999.00	1	(Constant)	87.450		64.587	.000
		MDDVIR	7.706E-02	.002	.000	.004

Curve Fit

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .97737
R Square .95525
Adjusted R Square .95245
Standard Error 1.46464

Analysis of Variance:

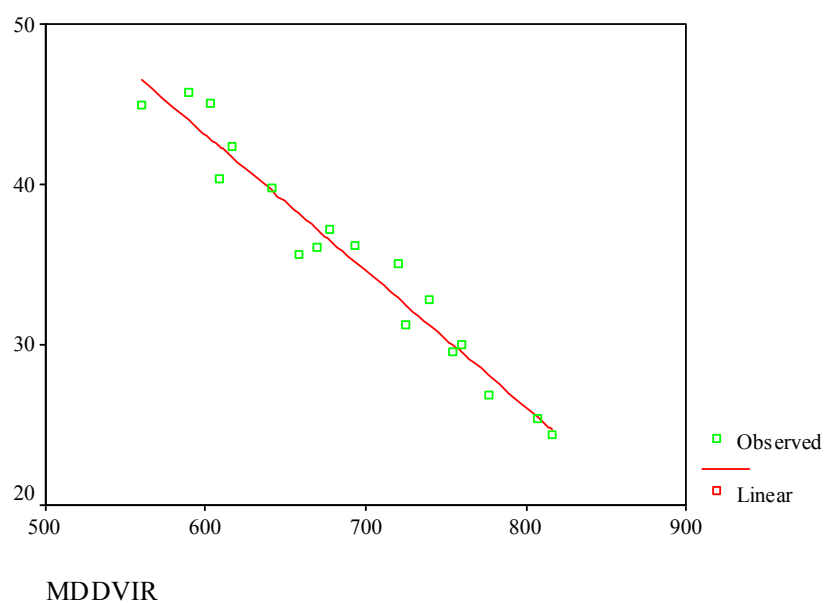
	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	732.65709	732.65709
Residuals	16	34.32291	2.14518

F = 341.53616 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.07625	.004595	-.977369	-18.481	.0000
(Constant)	90.71173	3.188380		29.496	.0000

NEDV%



13. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (MV 484 SC)

DEBRECEN

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1312.731(a)	3	437.577	50.270	.000
Intercept	2862.826	1	2862.826	328.890	.000
MDDVIR	986.840	1	986.840	113.371	.000
ÉV	8.569	2	4.284	.492	.619
Error	156.681	18	8.704		
Total	29575.943	22			
Corrected Total	1469.412	21			

a R Squared = .893 (Adjusted R Squared = .876)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.854(a)	.730	.703	3.8592
1998.00	1	.992(a)	.984	.976	1.1313
1999.00	1	.998(a)	.996	.995	.6650

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1 Regression	402.592	1	402.592	27.031	.000(a)
	Residual	148.936	10	14.894		
	Total	551.528	11			
1998.00	1 Regression	155.714	1	155.714	121.660	.008(a)
	Residual	2.560	2	1.280		
	Total	158.274	3			
1999.00	1 Regression	431.950	1	431.950	976.729	.000(a)
	Residual	1.769	4	.442		
	Total	433.719	5			

Coefficients(a)

		Unstandardized		Standardized	t	Sig.
Év.	Model	B	Std. Error	Beta		
1997.00	1	(Constant)	82.262		0.628	.000
		MDDVIR	6.850E-02	.954	5.400	.000
1998.00	1	(Constant)	80.005		10.442	.000
		MDDVIR	7.054E-02	.002	44.02	.000
1999.00	1	(Constant)	80.022		10.044	.000
		MDDVIR	6.625E-02	.000	24.25	.000

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Multiple R .94209
R Square .88754
Adjusted R Square .88192
Standard Error 2.87446

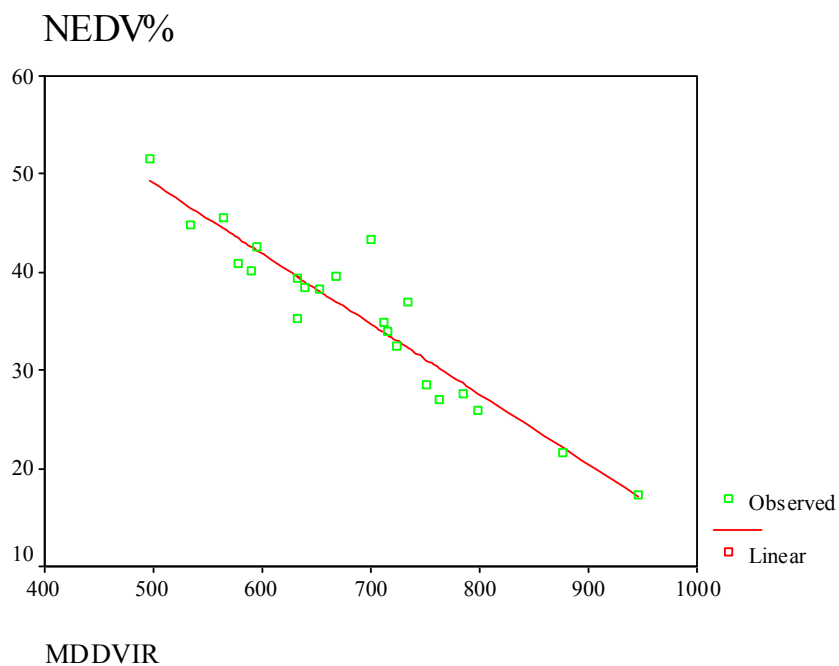
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1304.1620	1304.1620
Residuals	20	165.2499	8.2625

F = 157.84122 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.071541	.005694	-.942093	-12.563	.0000
(Constant)	84.805617	3.952960		21.454	.0000



14. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Kanada SC)

SZEGED

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	321.244(a)	2	160.622	72.027	.000
Intercept	762.123	1	762.123	341.757	.000
MDDVIR	312.476	1	312.476	140.123	.000
ÉV	1.720	1	1.720	.771	.409
Error	15.610	7	2.230		
Total	8721.546	10			
Corrected Total	336.854	9			

a R Squared = .954 (Adjusted R Squared = .940)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1998.00	1	.953(a)	.907	.877	1.7407
1999.00	1	.989(a)	.978	.971	1.2910

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1998.00	1	Regression	89.129	1	89.129	.012(a)
		Residual	9.090	3	3.030	
		Total	98.218	4		
1999.00	1	Regression	224.868	1	224.868	.001(a)
		Residual	5.000	3	1.667	
		Total	229.868	4		

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1998.00	1	(Constant)	75.283	8.405	8.957	.003
		MDDVIR	-5.598E-02	.010	-.953	.012
1999.00	1	(Constant)	81.847	4.670	17.526	.000
		MDDVIR	-6.504E-02	.006	-.989	.001

Curve fit

Dependent variable.. NEDV Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .97394
R Square .94855
Adjusted R Square .94212
Standard Error 1.47182

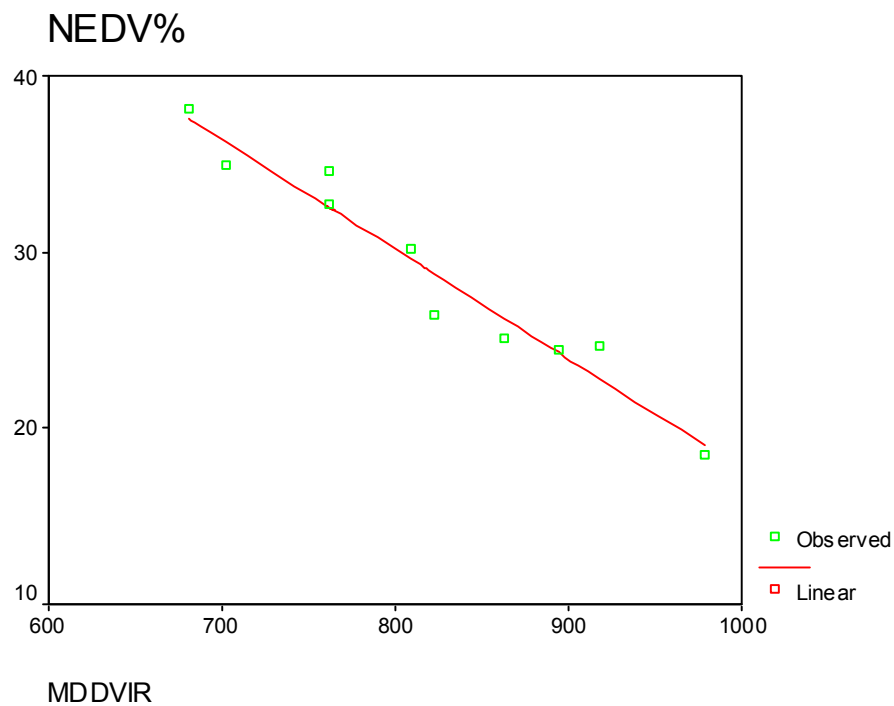
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	319.52356	319.52356
Residuals	8	17.33005	2.16626

F = 147.50035 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.062309	.005130	-.973937	-12.145	.0000
(Constant)	79.999457	4.228512		18.919	.0000



15. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (SZE 277 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	335.929(a)	2	167.964	77.678	.000
Intercept	775.655	1	775.655	358.715	.000
MDDVIR	325.660	1	325.660	150.607	.000
ÉV	6.291	1	6.291	2.910	.132
Error	15.136	7	2.162		
Total	8618.607	10			
Corrected Total	351.065	9			

a R Squared = .957 (Adjusted R Squared = .945)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1998.00	1	.935(a)	.875	.833	2.2052
1999.00	1	1.000(a)	1.000	1.000	.1565

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1998.00	1	Regression	101.795	1	101.795	.020(a)
		Residual	14.589	3	4.863	
		Total	116.384	4		
1999.00	1	Regression	224.339	1	224.339	.000(a)
		Residual	7.349E-02	3	2.450E-02	
		Total	224.412	4		

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1998.00	1	(Constant)	78.879	10.780	7.317	.005
		MDDVIR	-5.985E-02	.013	-.935	.020
1999.00	1	(Constant)	81.452	.566	144.001	.000
		MDDVIR	-6.491E-02	.001	-1.000	.000

Curve fit

Dependent variable.. NEDV Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .96900
R Square .93896
Adjusted R Square .93133
Standard Error 1.63660

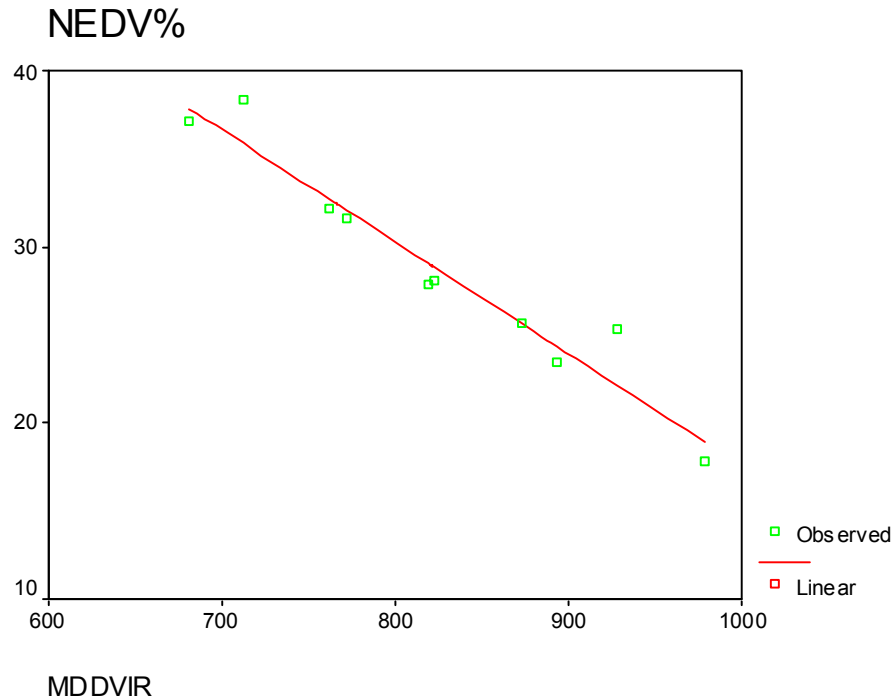
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	329.63718	329.63718
Residuals	8	21.42771	2.67846

F = 123.06948 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.063485	.005723	-.969001	-11.094	.0000
(Constant)	81.068117	4.744048		17.088	.0000



16. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (LG 2298 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	277.140(a)	2	138.570	46.549	.000
Intercept	815.862	1	815.862	274.068	.000
MDDVIR	274.133	1	274.133	92.088	.000
ÉV	2.819	1	2.819	.947	.363
Error	20.838	7	2.977		
Total	9879.067	10			
Corrected Total	297.978	9			

a R Squared = .930 (Adjusted R Squared = .910)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.959(a)	.920	.900	2.2564
1998.00	1	.994(a)	.988	.983	.4854

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1	Regression	234.042	1	234.042	45.967	.002(a)
		Residual	20.366	4	5.091		
		Total	254.408	5			
1998.00	1	Regression	40.092	1	40.092	170.132	.006(a)
		Residual	.471	2	.236		
		Total	40.563	3			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1997.00	1	(Constant)	72.588	6.275	11.568	.000
		MDDVIR	-5.363E-02	.008	-.959	.002
1998.00	1	(Constant)	73.469	3.217	22.836	.002
		MDDVIR	-5.337E-02	.004	-.994	.006

Curve fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .95948
R Square .92061
Adjusted R Square .91069
Standard Error 1.71962

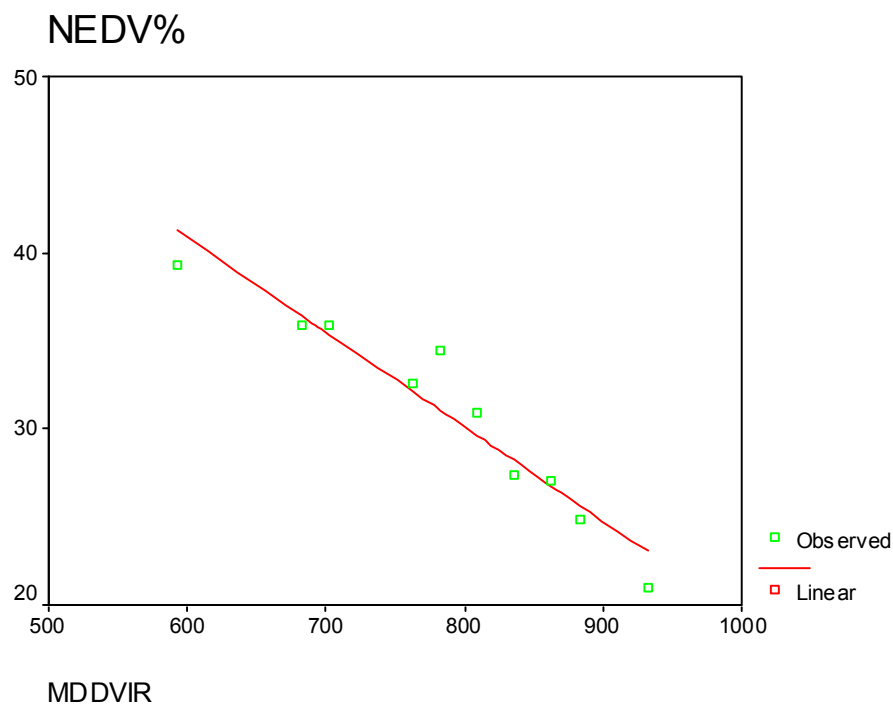
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	274.32160	274.32160
Residuals	8	23.65662	2.95708

F = 92.76782 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.053611	.005566	-.959484	-9.632	.0000
(Constant)	73.005886	4.399834		16.593	.0000



17. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (AW 043 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	840.072(a)	4	210.018	88.782	.000
Intercept	2293.846	1	2293.846	969.693	.000
MDDVIR	794.250	1	794.250	335.759	.000
ÉV	15.787	3	5.262	2.225	.125
Error	37.849	16	2.366		
Total	26205.082	21			
Corrected Total	877.920	20			

a R Squared = .957 (Adjusted R Squared = .946)

Regression

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1 Regression	92.985	1	92.985	670.296	.000(a)
	1 Residual	.416	3	.139		
	1 Total	93.401	4			
1997.00	1 Regression	266.815	1	266.815	196.894	.001(a)
	1 Residual	4.065	3	1.355		
	1 Total	270.880	4			
1998.00	1 Regression	152.113	1	152.113	83.208	.001(a)
	1 Residual	7.312	4	1.828		
	1 Total	159.425	5			
1999.00	1 Regression	297.617	1	297.617	82.862	.003(a)
	1 Residual	10.775	3	3.592		
	1 Total	308.392	4			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1996.00	1 (Constant)	79.726	1.679		47.489	.000
	1 MDDVIR	-5.948E-02	.002	-.998	-25.890	.000
1997.00	1 (Constant)	86.001	3.646		23.589	.000
	1 MDDVIR	-6.926E-02	.005	-.992	-14.032	.001
1998.00	1 (Constant)	75.480	4.501		16.769	.000
	1 MDDVIR	-5.262E-02	.006	-.977	-9.122	.001
1999.00	1 (Constant)	90.758	6.473		14.020	.001
	1 MDDVIR	-7.476E-02	.008	-.982	-9.103	.003

Curve fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .96897
R Square .93891
Adjusted R Square .93569
Standard Error 1.68016

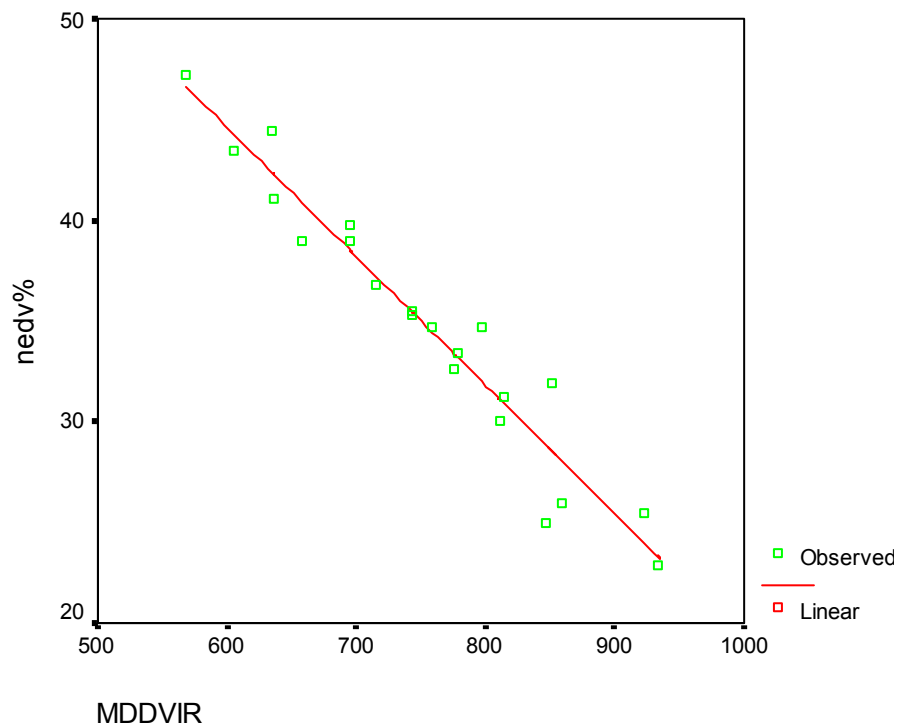
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	824.28479	824.28479
Residuals	19	53.63551	2.82292

F = 291.99706 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.063789	.003733	-.968972	-17.088	.0000
(Constant)	82.856991	2.840296		29.172	.0000



18. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Goldaris SC)

SZEGED

Dependent Variable: NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	140.435(a)	2	70.217	62.099	.000
Intercept	528.449	1	528.449	467.351	.000
MDDVIR	139.447	1	139.447	123.325	.000
ÉV	.749	1	.749	.663	.453
Error	5.654	5	1.131		
Total	10462.154	8			
Corrected Total	146.089	7			

a R Squared = .961 (Adjusted R Squared = .946)

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.968(a)	.937	.906	1.3032
1997.00	1	.989(a)	.978	.966	1.0099

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	50.528	1	50.528	29.751	.032(a)
		Residual	3.397	2	1.698		
		Total	53.924	3			
1997.00	1	Regression	89.137	1	89.137	87.398	.011(a)
		Residual	2.040	2	1.020		
		Total	91.176	3			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1996.00	1	(Constant)	75.802	7.278	10.415	.009
		MDDVIR	-5.479E-02	.010	-.968	.032
1997.00	1	(Constant)	72.033	3.934	18.310	.003
		MDDVIR	-5.042E-02	.005	-.989	.011

Curve Fit

Dependent variable.. NEDV Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .97784
R Square .95617
Adjusted R Square .94887
Standard Error 1.03302

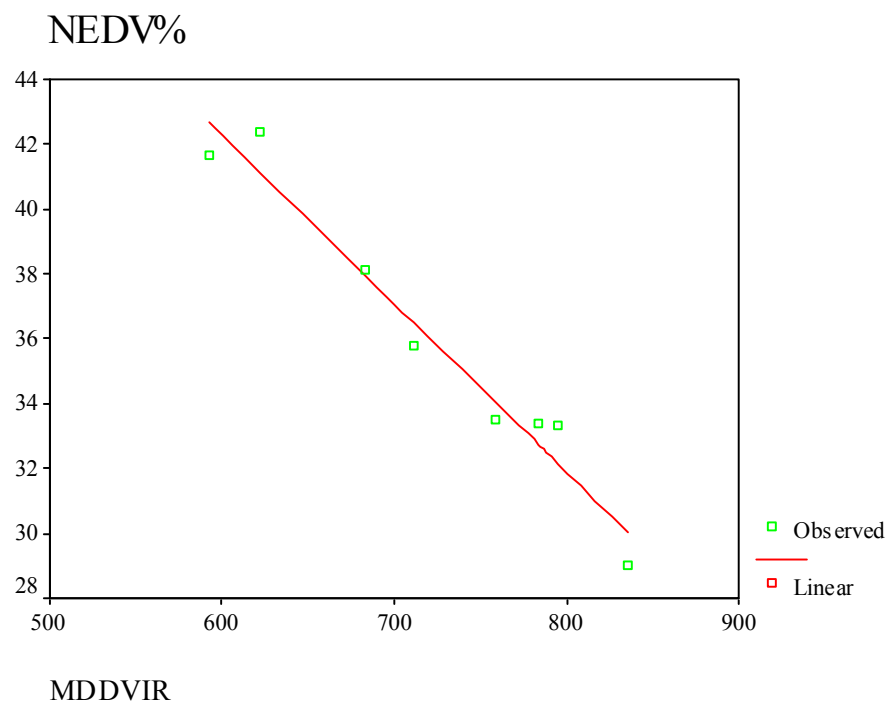
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	139.68574	139.68574
Residuals	6	6.40277	1.06713

F = 130.89882 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.051875	.004534	-.977840	-11.441	.0000
(Constant)	73.394423	3.296613		22.264	.0000



19. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (DK 471 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	430.743	2	215.371	198.453	.000
Intercept	1286.897	1	1286.897	1185.807	.000
MDDVIR	429.915	1	429.915	396.144	.000
ÉV	1.713	1	1.713	1.578	.249
Error	7.597	7	1.085		
Total	15388.591	10			
Corrected Total	438.340	9			

Regression

Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.999	.998	.998	.3014
1997.00	1	.994	.987	.983	1.0424

ANOVA

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	179.762	1	179.762	1979.284	.000
		Residual	.272	3	9.082E-02		
		Total	180.035	4			
1997.00	1	Regression	254.217	1	254.217	233.948	.001
		Residual	3.260	3	1.087		
		Total	257.477	4			

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1996.00	1	(Constant)	98.514	1.358	72.522	.000
		MDDVIR	-8.270E-02	.002	-.999	.000
1997.00	1	(Constant)	86.802	3.163	27.444	.000
		MDDVIR	-6.761E-02	.004	-.994	.001

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .98932
R Square .97876
Adjusted R Square .97611
Standard Error 1.07876

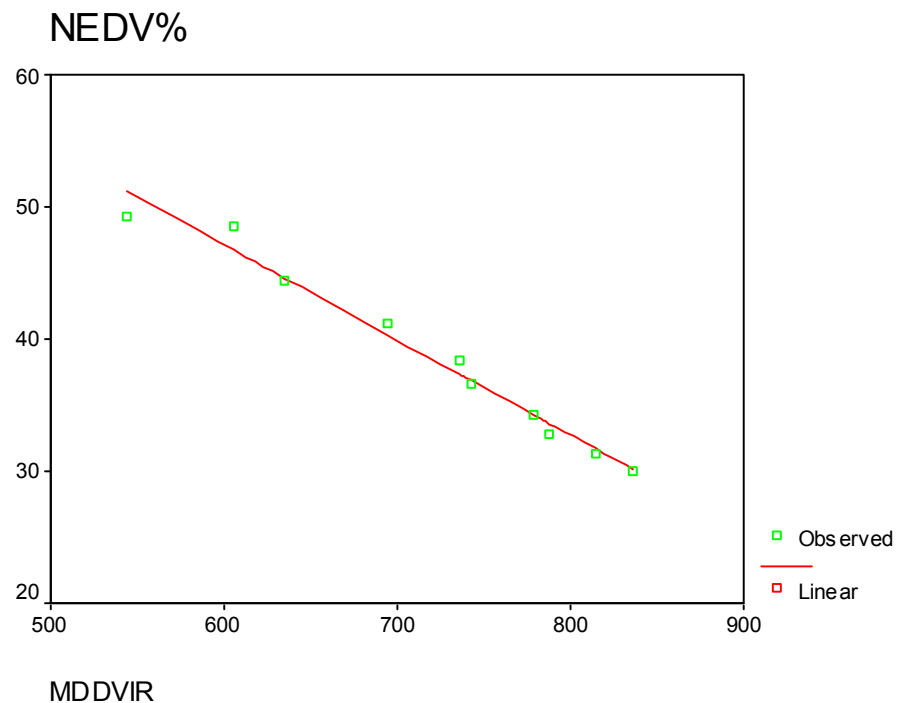
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	429.02986	429.02986
Residuals	8	9.30975	1.16372

F = 368.67133 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.071964	.003748	-.989324	-19.201	.0000
(Constant)	90.295722	2.710509		33.313	.0000



20. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Nastia SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	960.907(a)	3	320.302	412.385	.000
Intercept	2270.943	1	2270.943	2923.812	.000
MDDVIR	841.216	1	841.216	1083.056	.000
ÉV	.774	2	.387	.498	.619
Error	10.097	13	.777		
Total	18688.277	17			
Corrected Total	971.004	16			

a R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .987)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.987(a)	.974	.966	1.0432
1997.00	1	.998(a)	.995	.995	.6917

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	123.402	1	123.402	.002(a)
		Residual	3.265	3	1.088	
		Total	126.667	4		
1997.00	1	Regression	523.737	1	523.737	.000(a)
		Residual	2.392	5	.478	
		Total	526.130	6		

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1996.00	1	(Constant)	83.080	4.427	18.765	.000
		MDDVIR	-6.852E-02	.006	-.987	.002
1997.00	1	(Constant)	81.997	1.549	52.923	.000
		MDDVIR	-6.698E-02	.002	-.998	.000

Curve fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .99439
R Square .99210
Adjusted R Square .98806
Standard Error .85133

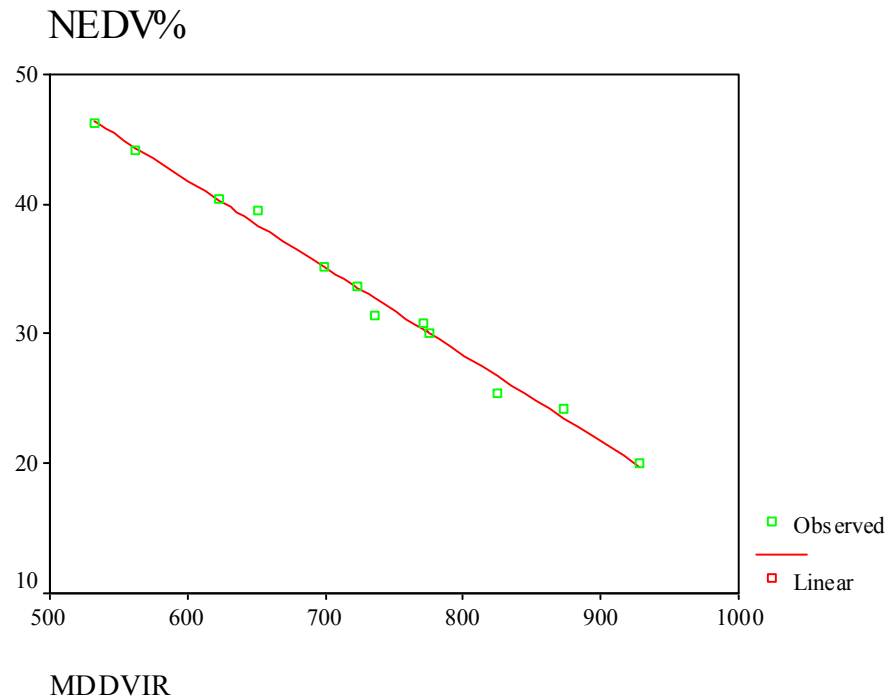
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	960.13311	960.13311
Residuals	15	10.87137	.72476

F = 1324.76417 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.066898	.001838	-.994386	-36.397	.0000
(Constant)	82.815833	1.376467		59.439	.0000



21. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (AW 143 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	194.480(a)	2	97.240	110.903	.000
Intercept	767.141	1	767.141	874.928	.000
MDDVIR	194.453	1	194.453	221.774	.000
ÉV	1.759E-02	1	1.759E-02	.020	.891
Error	6.138	7	.877		
Total	12859.191	10			
Corrected Total	200.618	9			

a R Squared = .969 (Adjusted R Squared = .961)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.973(a)	.947	.929	1.1069
1997.00	1	.991(a)	.982	.976	.8968

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	65.320	1	65.320	53.310	.005(a)
		Residual	3.676	3	1.225		
		Total	68.996	4			
1997.00	1	Regression	129.181	1	129.181	160.620	.001(a)
		Residual	2.413	3	.804		
		Total	131.594	4			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients			Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta			
1996.00	1	(Constant)	71.881	4.989		14.407	.001
		MDDVIR	-4.985E-02	.007	-.973	-7.301	.005
1997.00	1	(Constant)	70.759	2.809		25.192	.000
		MDDVIR	-4.820E-02	.004	-.991	-12.67	.001

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .98454
R Square .96932
Adjusted R Square .96548
Standard Error .87716

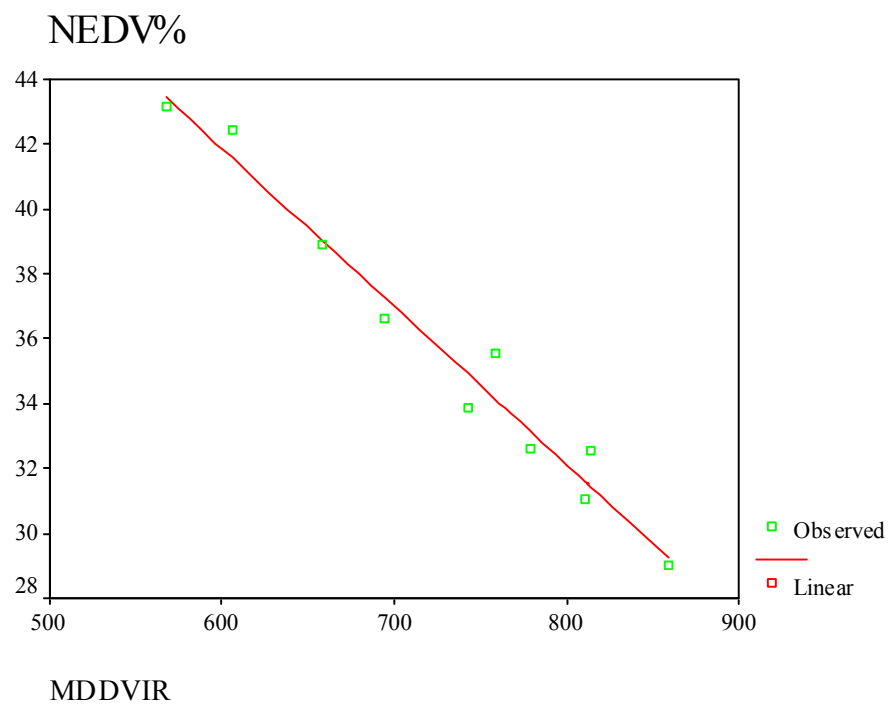
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	194.46242	194.46242
Residuals	8	6.15522	.76940

F = 252.74475 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.048717	.003064	-.984540	-15.898	.0000
(Constant)	71.098107	2.251354		31.580	.0000



22. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (MV 484 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	782.317(a)	3	260.772	73.204	.000
Intercept	2203.182	1	2203.182	618.479	.000
MDDVIR	761.794	1	761.794	213.851	.000
ÉV	12.082	2	6.041	1.696	.222
Error	46.309	13	3.562		
Total	21836.024	17			
Corrected Total	828.627	16			

a R Squared = .944 (Adjusted R Squared = .931)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.980(a)	.961	.952	2.0111
1998.00	1	.983(a)	.967	.959	.9755
1999.00	1	.999(a)	.998	.997	.4696

ANOVA(b)

Év	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1 Regression	401.683	1	401.683	99.312	.001(a)
	1 Residual	16.179	4	4.045		
	Total	417.861	5			
1998.00	1 Regression	112.123	1	112.123	117.821	.000(a)
	1 Residual	3.807	4	.952		
	Total	115.930	5			
1999.00	1 Regression	273.650	1	273.650	1240.968	.000(a)
	1 Residual	.662	3	.221		
	Total	274.312	4			

Coefficients(a)						
Év.	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
		B	Std. Error	Beta	t	
1997.00	1	(Constant)	80.000	.5410		.000
		MDDVIR	7.040E-02	.007	.000	.000
1998.00	1	(Constant)	80.000	.2240		.000
		MDDVIR	7.524E-02	.004	.002	.000
1999.00	1	(Constant)	80.477	1.604		.000
		MDDVIR	7.460E-02	.002	.000	.000

Curve fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ

Method.. LINEAR

Multiple R .98912

R Square .98653

Adjusted R Square .92483

Standard Error 1.97301

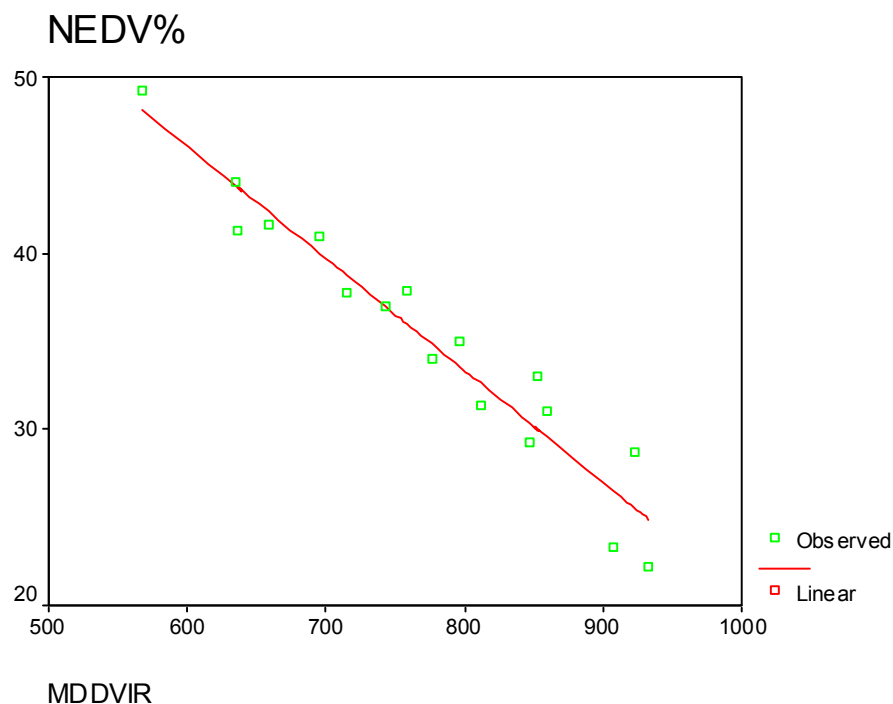
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	770.23503	770.23503
Residuals	15	58.39177	3.89278

F = 197.86222 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.073505	.004515	-.964122	-14.066	.0000
(Constant)	84.148865	3.515917		23.934	.0000



23. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Goldaffe SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	530.715(a)	2	265.358	57.071	.000
Intercept	1336.018	1	1336.018	287.339	.000
MDDVIR	513.729	1	513.729	110.488	.000
ÉV	10.137	1	10.137	2.180	.183
Error	32.547	7	4.650		
Total	13130.288	10			
Corrected Total	563.263	9			

a R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .926)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.990(a)	.979	.973	.8852
1997.00	1	.973(a)	.947	.930	2.7504

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	112.002	1	112.002	142.940	.001(a)
		Residual	2.351	3	.784		
		Total	114.352	4			
1997.00	1	Regression	409.230	1	409.230	54.097	.005(a)
		Residual	22.694	3	7.565		
		Total	431.924	4			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta		
1996.00	1	(Constant)	83.222	3.907	21.302	.000
		MDDVIR	-6.528E-02	.005	-.990	.001
1997.00	1	(Constant)	95.851	8.479	11.304	.001
		MDDVIR	-8.578E-02	.012	-.973	.005

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .96136
R Square .92422
Adjusted R Square .91475
Standard Error 2.30989

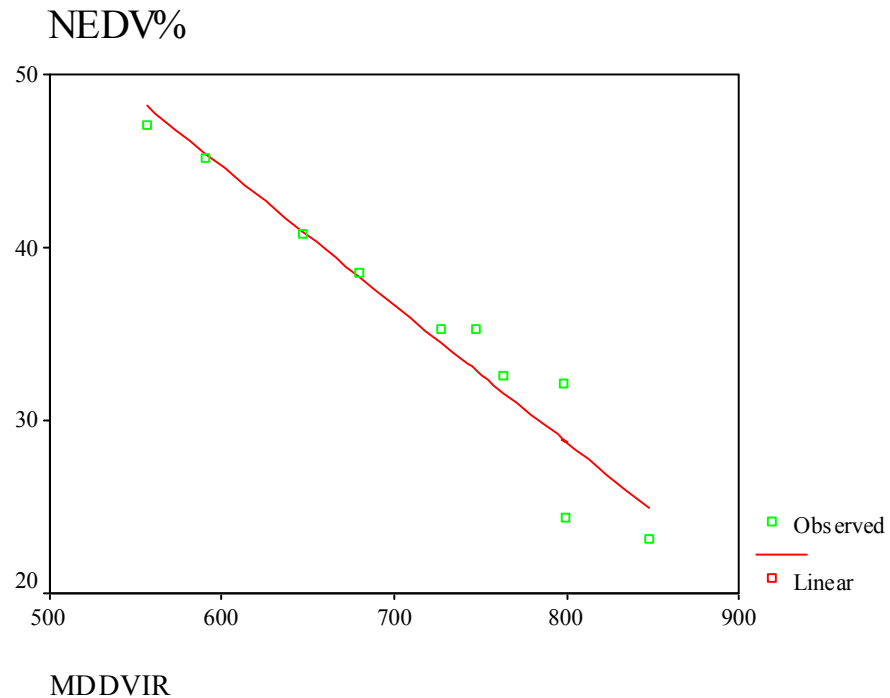
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	520.57793	520.57793
Residuals	8	42.68485	5.33561

F = 97.56679 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.079659	.008065	-.961363	-9.878	.0000
(Constant)	92.453500	5.817037		15.894	.0000



23. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (Veronika SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	206.360(a)	2	103.180	184.330	.000
Intercept	627.574	1	627.574	1121.154	.000
MDDVIR	172.116	1	172.116	307.483	.000
ÉV	1.588	1	1.588	2.838	.143
Error	3.359	6	.560		
Total	9847.868	9			
Corrected Total	209.719	8			

a R Squared = .984 (Adjusted R Squared = .979)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	1	.992(a)	.984	.976	.5982
1999.00	1	.990(a)	.980	.974	.9329

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	1	Regression	43.211	1	43.211	120.736	.008(a)
		Residual	.716	2	.358		
		Total	43.926	3			
1999.00	1	Regression	128.937	1	128.937	148.138	.001(a)
		Residual	2.611	3	.870		
		Total	131.548	4			

Coefficients(a)

		Unstandardized Coefficients			Standardized Coefficients	t	Sig.
Év	Model	B	Std. Error	Beta			
1996.00	1	(Constant)	69.867	3.196		21.862	.002
		MDDVIR	-5.069E-02	.005	-.992	-10.98	.008
1999.00	1	(Constant)	67.865	3.059		22.185	.000
		MDDVIR	-4.912E-02	.004	-.990	-12.17	.001

Curve fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .98814
R Square .97641
Adjusted R Square .97304
Standard Error .84066

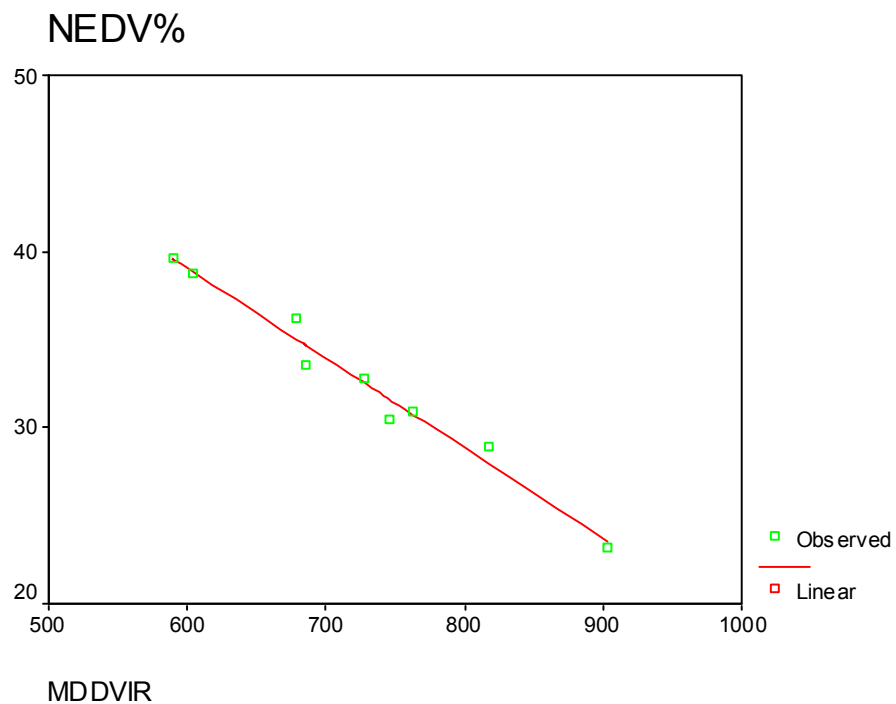
Analysis of Variance:

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	204.77170	204.77170
Residuals	7	4.94701	.70672

F = 289.75135 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.051040	.002998	-.988135	-17.022	.0000
(Constant)	69.666112	2.188222		31.837	.0000



23. melléklet A vízleadás intenzív szakaszának statisztikai értékelése (DK 527 SC)

SZEGED

Dependent Variable: Átlag / NEDV%

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1065.948(a)	3	355.316	65.446	.000
Intercept	2898.846	1	2898.846	533.938	.000
MDDVIR	986.820	1	986.820	181.762	.000
ÉV	17.979	2	8.990	1.656	.226
Error	76.009	14	5.429		
Total	26073.401	18			
Corrected Total	1141.956	17			

a R Squared = .933 (Adjusted R Squared = .919)

Regression
Model Summary

Év	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1997.00	1	.981(a)	.963	.953	2.1840
1998.00	1	.981(a)	.963	.956	1.2696
1999.00	1	.997(a)	.995	.993	.7716

ANOVA(b)

Év	Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1997.00	1	Regression	490.341	1	490.341	102.804	.001(a)
		Residual	19.079	4	4.770		
		Total	509.419	5			
1998.00	1	Regression	209.889	1	209.889	130.209	.000(a)
		Residual	8.060	5	1.612		
		Total	217.949	6			
1999.00	1	Regression	333.674	1	333.674	560.517	.000(a)
		Residual	1.786	3	.595		
		Total	335.460	4			

Coefficients(a)						
Év	Model	Unstandardized		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1997.00	1	(Constant)	85.574	.5543		
		MDDVIR	7.756E-02	.000	.004	.000
1998.00	1	(Constant)	75.020	.2543		
		MDDVIR	4.957E-02	.004	.004	.000
1999.00	1	(Constant)	87.002	.2597		
		MDDVIR	7.046E-02	.002	.007	.000

Curve Fit

Dependent variable.. NEDVSZAZ

Method.. LINEAR

Multiple R .95796

R Square .91770

Adjusted R Square .91255

Standard Error 2.42368

Analysis of Variance:

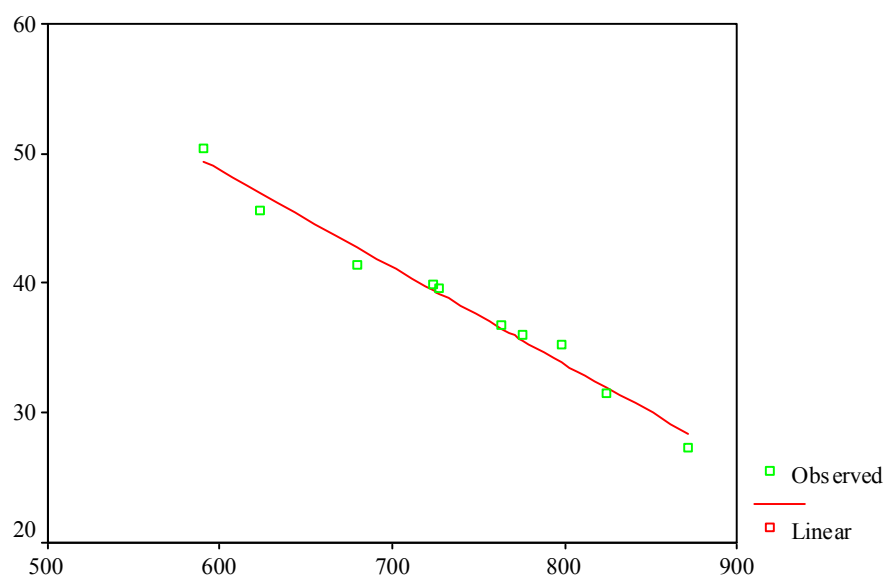
	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1047.9685	1047.9685
Residuals	16	93.9876	5.8742

F = 178.40121 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
MDDVIR	-.063763	.004774	-.957965	-13.357	.0000
(Constant)	86.269203	3.716672		23.211	.0000

NEDV%



MDDVIR

24. melléklet A fizikai vízleadás szakaszának statisztikai értékelése

Regression

Model Summary

Ev	Hely	Hibrid	Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1996.00	Szeged	aw043	1	.964(a)	.929	.859	1.4756
		clarica	1	.982(a)	.964	.946	.9947
		clarisia	1	.984(a)	.968	.951	1.0789
		evelina	1	.995(a)	.989	.979	.6769
		goldaris	1	.996(a)	.992	.985	.3945
		monessa	1	.985(a)	.971	.956	.6230
1997.00	Szeged	aw043	1	1.000(a)	1.000	1.000	6.410E-02
		evelina	1	1.000(a)	1.000	.999	7.378E-02
		goldaris	1	1.000(a)	1.000	1.000	5.088E-02
		monessa	1	.999(a)	.998	.996	.2281
	Debrecen	db377	1	.874(a)	.764	.686	1.4263
		dk471	1	.738(a)	.545	.091	1.6292
		mv484	1	.856(a)	.733	.466	.9352
1998.00	Szeged	aw043	1	.991(a)	.983	.966	.4346
		clarica	1	.968(a)	.937	.916	1.2935
		clarisia	1	.910(a)	.829	.657	1.5666
		monessa	1	.990(a)	.981	.975	.7476

ANOVA(b)

Ev	Hely	Hibrid	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1996.00	Szeged	aw043	1 Regression	28.650	1	28.650	13.157	.171(a)
			1 Residual	2.178	1	2.178		
			Total	30.828	2			
		clarica	1 Regression	53.454	1	53.454	54.028	.018(a)
			1 Residual	1.979	2	.989		
			Total	55.433	3			
		clarisia	1 Regression	69.383	1	69.383	59.605	.016(a)
			1 Residual	2.328	2	1.164		
			Total	71.711	3			
		evelina	1 Regression	42.871	1	42.871	93.567	.066(a)
			1 Residual	.458	1	.458		
			Total	43.329	2			
		goldaris	1 Regression	20.589	1	20.589	132.271	.055(a)
			1 Residual	.156	1	.156		
			Total	20.745	2			
		monessa	1 Regression	25.729	1	25.729	66.286	.015(a)
			1 Residual	.776	2	.388		
			Total	26.505	3			

1997.00	Szeged	aw043	1	Regression	21.173	1	21.173	5153.598	.009(a)
				Residual	4.108E-03	1	4.108E-03		
				Total	21.177	2			
		evelina	1	Regression	11.257	1	11.257	2067.818	.014(a)
				Residual	5.444E-03	1	5.444E-03		
				Total	11.262	2			
		goldaris	1	Regression	14.596	1	14.596	5637.211	.008(a)
				Residual	2.589E-03	1	2.589E-03		
				Total	14.599	2			
		monessa	1	Regression	24.152	1	24.152	464.170	.030(a)
				Residual	5.203E-02	1	5.203E-02		
				Total	24.204	2			
	Debrecen	db377	1	Regression	19.793	1	19.793	9.729	.053(a)
				Residual	6.103	3	2.034		
				Total	25.896	4			
		dk471	1	Regression	3.183	1	3.183	1.199	.471(a)
				Residual	2.654	1	2.654		
				Total	5.837	2			
		mv484	1	Regression	2.402	1	2.402	2.747	.346(a)
				Residual	.875	1	.875		
				Total	3.277	2			
1998.00	Szeged	aw043	1	Regression	10.817	1	10.817	57.276	.084(a)
				Residual	.189	1	.189		
				Total	11.006	2			
		clarica	1	Regression	74.224	1	74.224	44.363	.007(a)
				Residual	5.019	3	1.673		
				Total	79.243	4			
		clarisia	1	Regression	11.866	1	11.866	4.835	.272(a)
				Residual	2.454	1	2.454		
				Total	14.321	2			
		monessa	1	Regression	86.990	1	86.990	155.627	.001(a)
				Residual	1.677	3	.559		
				Total	88.667	4			

Coefficients(a)

				Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.		
Ev.	Hely.	Dikvid	Model	B	Std.	Beta				
1996.00	Szeged	aw043	1	(Constant)	25.004	1.204		10.004	.022	
				net	122	.024	.064	2.627	.174	
		clarica	1	(Constant)	25.240	.044		24.127	.004	
				net	122	.047	.002	7.250	.010	
		clarisia	1	(Constant)	27.075	.002		24.604	.004	
				net	120	.040	.004	7.720	.010	
		evelina	1	(Constant)	26.544	.507		11.142	.014	
				net	150	.040	.005	0.672	.060	
		goldaris	1	(Constant)	20.270	1.04		72.750	.000	
				net	164	.044	.006	11.504	.055	
		monessa	1	(Constant)	24.227	.554		12.024	.004	
				net	115	.044	.005	0.142	.045	
1997.00	Szeged	aw043	1	(Constant)	22.607	.066		241.766	.002	
				net	154	.002	1.000	71.700	.000	
		evelina	1	(Constant)	25.527	.076		225.270	.002	
				net	112	.002	1.000	15.172	.014	
		goldaris	1	(Constant)	22.100	.040		177.095	.004	
				net	114	.002	1.000	75.004	.000	
		monessa	1	(Constant)	20.140	.226		90.056	.007	
				net	152	.007	.000	21.545	.020	
		Debrecen	db377	1	(Constant)	20.500	1.140		25.072	.000
					net	126	.042	.074	2.140	.052
	dk471		1	(Constant)	22.706	1.702		12.240	.010	
				net	167	1.52	.720	1.005	.174	
	mv484	1	(Constant)	10.502	1.020		17.075	.025		
			net	115	.000	.056	1.657	.240		
1998.00	Szeged	aw043	1	(Constant)	26.000	1.52		57.660	.014	
				net	120	.047	.004	7.560	.004	
		clarica	1	(Constant)	20.600	1.005		26.124	.000	
				net	110	.040	.060	6.664	.007	
		clarisia	1	(Constant)	22.720	1.624		14.550	.014	
				net	125	.064	.040	2.100	.272	
		monessa	1	(Constant)	26.222	.627		14.074	.000	
				net	120	.040	.000	12.175	.004	

25. melléklet A műtrágyázás hatása a szárazanyag-beépülésre

ANOVA Hibrid	Ido		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DK 471	25-JUL-1998	Between Groups	58.439	5	11.688	.588	.709
		Within Groups	357.734	18	19.874		
		Total	416.173	23			
	06-AUG-1998	Between Groups	1859.398	5	371.880	1.013	.439
		Within Groups	6605.115	18	366.951		
		Total	8464.513	23			
	28-AUG-1998	Between Groups	3410.592	5	682.118	1.823	.159
		Within Groups	6736.557	18	374.253		
		Total	10147.150	23			
	02-SEP-1998	Between Groups	2582.597	5	516.519	.545	.740
		Within Groups	17045.272	18	946.960		
		Total	19627.870	23			
	11-SEP-1998	Between Groups	12605.385	5	2521.077	3.938	.014
		Within Groups	11523.480	18	640.193		
		Total	24128.865	23			
	25-SEP-1998	Between Groups	47071.357	5	9414.271	10.204	.000
		Within Groups	16607.443	18	922.636		
		Total	63678.800	23			
	15-OCT-1998	Between Groups	25454.312	5	5090.862	5.690	.002
		Within Groups	16999.885	19	894.731		
		Total	42454.198	24			

MV 484	25-JUL-1998	Between Groups	67.668	5	13.534	.668	.653
		Within Groups	364.890	18	20.272		
		Total	432.558	23			
	06-AUG-1998	Between Groups	1817.373	5	363.475	1.237	.333
		Within Groups	5287.560	18	293.753		
		Total	7104.933	23			
	28-AUG-1998	Between Groups	2326.292	5	465.258	1.694	.187
		Within Groups	4942.308	18	274.573		
		Total	7268.600	23			
	02-SEP-1998	Between Groups	2833.833	5	566.767	.816	.554
		Within Groups	12503.020	18	694.612		
		Total	15336.853	23			
	11-SEP-1998	Between Groups	22092.972	5	4418.594	9.206	.000
		Within Groups	8639.378	18	479.965		
		Total	30732.350	23			
	25-SEP-1998	Between Groups	37498.493	5	7499.699	15.189	.000
		Within Groups	8887.420	18	493.746		
		Total	46385.913	23			
	15-OCT-1998	Between Groups	20181.062	5	4036.212	5.749	.002
		Within Groups	13339.888	19	702.099		
		Total	33520.950	24			

**Oneway
ANOVA**

HIBRID	IDÓPONT		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DK 477	29-JUL-1999	Between Groups	31.636	2	15.818	.579	.589
		Within Groups	164.053	6	27.342		
		Total	195.689	8			
	16-AUG-1999	Between Groups	166.810	2	83.405	1.195	.366
		Within Groups	418.917	6	69.819		
		Total	585.726	8			
	27-AUG-1999	Between Groups	8556.080	2	4278.040	16.947	.003
		Within Groups	1514.640	6	252.440		
		Total	10070.720	8			
	02-SEP-1999	Between Groups	5051.742	2	2525.871	7.969	.020
		Within Groups	1901.840	6	316.973		
		Total	6953.582	8			
	10-SEP-1999	Between Groups	2547.529	2	1273.764	3.611	.093
		Within Groups	2116.213	6	352.702		
		Total	4663.742	8			
	16-SEP-1999	Between Groups	12195.882	2	6097.941	15.660	.004
		Within Groups	2336.367	6	389.394		
		Total	14532.249	8			
	24-SEP-1999	Between Groups	13005.182	2	6502.591	32.304	.001
		Within Groups	1207.760	6	201.293		
		Total	14212.942	8			
	30-SEP-1999	Between Groups	11937.236	2	5968.618	19.272	.002
		Within Groups	1858.213	6	309.702		
		Total	13795.449	8			
	07-OCT-1999	Between Groups	10633.209	2	5316.604	12.824	.007
		Within Groups	2487.573	6	414.596		
		Total	13120.782	8			
	15-OCT-1999	Between Groups	8243.849	2	4121.924	20.750	.002
		Within Groups	1191.893	6	198.649		
		Total	9435.742	8			

MV 484	29-JUL-1999	Between Groups	25.609	2	12.804	.794	.495
		Within Groups	96.800	6	16.133		
		Total	122.409	8			
	16-AUG-1999	Between Groups	93.830	2	46.915	1.195	.366
		Within Groups	235.641	6	39.273		
		Total	329.471	8			
	27-AUG-1999	Between Groups	12310.302	2	6155.151	12.359	.007
		Within Groups	2988.293	6	498.049		
		Total	15298.596	8			
	02-SEP-1999	Between Groups	18203.129	2	9101.564	14.673	.005
		Within Groups	3721.707	6	620.284		
		Total	21924.836	8			
	10-SEP-1999	Between Groups	7507.582	2	3753.791	93.626	.000
		Within Groups	240.560	6	40.093		
		Total	7748.142	8			
	16-SEP-1999	Between Groups	8882.960	2	4441.480	18.869	.003
		Within Groups	1412.320	6	235.387		
		Total	10295.280	8			
	24-SEP-1999	Between Groups	14962.667	2	7481.333	42.387	.000
		Within Groups	1059.013	6	176.502		
		Total	16021.680	8			
	30-SEP-1999	Between Groups	17390.222	2	8695.111	26.121	.001
		Within Groups	1997.307	6	332.884		
		Total	19387.529	8			
	07-OCT-1999	Between Groups	9045.396	2	4522.698	22.569	.002
		Within Groups	1202.347	6	200.391		
		Total	10247.742	8			
	15-OCT-1999	Between Groups	20963.742	2	10481.871	32.213	.001
		Within Groups	1952.373	6	325.396		
		Total	22916.116	8			

26. melléklet A műtrágyázás hatása a vízleadás dinamikájára

ANOV A Hibrid	Év	Időpont		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DK 471	1998	25-JUL-1998	Between Groups	4.427	5	.885	1.056	.409
			Within Groups	20.126	24	.839		
			Total	24.553	29			
		06-AUG-1998	Between Groups	95.404	5	19.081	1.005	.436
			Within Groups	455.562	24	18.982		
			Total	550.966	29			
		28-AUG-1998	Between Groups	34.302	5	6.860	17.421	.000
			Within Groups	9.451	24	.394		
			Total	43.753	29			
		02-SEP-1998	Between Groups	7.491	5	1.498	1.907	.130
			Within Groups	18.855	24	.786		
			Total	26.346	29			
		11-SEP-1998	Between Groups	42.296	5	8.459	15.149	.000
			Within Groups	13.402	24	.558		
			Total	55.698	29			
		25-SEP-1998	Between Groups	54.654	5	10.931	18.615	.000
			Within Groups	14.093	24	.587		
			Total	68.746	29			

MV 484	1998.00	25-JUL-1998	Between Groups	6.014	5	1.203	.333	.888
			Within Groups	86.665	24	3.611		
			Total	92.679	29			
		06-AUG-1998	Between Groups	200.321	5	40.064	1.181	.347
			Within Groups	813.999	24	33.917		
			Total	1014.320	29			
		28-AUG-1998	Between Groups	122.543	5	24.509	16.051	.000
			Within Groups	36.646	24	1.527		
			Total	159.189	29			
		02-SEP-1998	Between Groups	52.574	5	10.515	7.277	.000
			Within Groups	34.678	24	1.445		
			Total	87.252	29			
		11-SEP-1998	Between Groups	70.276	5	14.055	6.004	.001
			Within Groups	56.181	24	2.341		
			Total	126.456	29			
		25-SEP-1998	Between Groups	41.543	5	8.309	12.938	.000
			Within Groups	15.412	24	.642		
			Total	56.956	29			

10. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

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

Debrecen, 2003.03.17.

.....
Dobos Attila Csaba

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Dobos Attila Csaba** doktorjelölt 1997 – 2000 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal – irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom – javasoljuk.

Debrecen, 2003.03.17.

.....
Prof. Dr. Nagy János
témavezető
MTA doktora