

A vetésváltás és az NPK tápanyagellátás hatása a kukorica termésére

Sárvári Mihály – Boros Beáta
Debreceni Egyetem AGTC MÉK Növénytudományi Intézet

Bevezetés

A kukorica a jövőben stratégiai növény lesz a világon és Magyarországon is. Az eddigi elsősorban élelmiszer és takarmány célú felhasználása mellett jelentős mértékben nőni fog az ipari felhasználása (ipari cukor, bioetanol, stb.).

A kukorica vetésterülete a világon az utóbbi másfél évtizedben 25 millió hektárral nőtt, a hektáronkénti termésátlaga pedig 3,79 t/ha-ról 5,11 t/ha-ra növekedett, az összes termés 800 millió tonna felett van. A jelentős vetésterület növekedés a fosszilis energiát bizonyos mértékig helyettesítő bioetanol gyártással hozható összefüggésbe.

A kukorica termésátlagát alapul véve Magyarország a világ rangsorában az 5. helyet foglalja el (1. táblázat).

1. táblázat: A világ élvonala a kukoricatermesztésben termésátlag alapján, 1 millió ha feletti területtel rendelkező országok adatai szerint (FAO adatok, 2008.)

Ország (1)	Vetésterület (2) ezer ha	Termésátlag (3) t/ha	Összes termés (4) millió tonna
1. USA (5)	31 826	9,65	307,38
2. Franciaország (6)	1 702	9,29	15,82
3. Kanada (7)	1 168	9,06	10,59
4. Olaszország (8)	1 053	9,01	9,49
5. Magyarország (9)	1 199	7,17	8,96

Nagyon kedvezőtlen azonban, hogy Magyarországon a hektáronkénti termésátlag ingadozás az 50-60 %-ot is eléri. Ennek oka részben a klímaváltozás, részben pedig az agrotechnikai műveletek terén tapasztalható hiányosságok. Az agrotechnikai tényezők közül is a vetésváltás és tápanyagellátás az a két tényező, amely jelentős hatással van a termésmennyisége mellett a termésbiztonságra is. A megfelelő vetésváltás kialakítása hazánk kontinentális, szárazságra hajló éghajlata miatt is fontos. Az elővetemény, továbbá a gyomosodás mértékére, a kórokozók és a kártevők elszaporodására egyértelműen nagy hatást gyakorol (Berzsenyi 1995, Menyhért et al. 1980). Ezen tényezők közül különösen veszélyessé vált az amerikai kukoricabogár és lárvájának lehetséges kártétele (Kissné 2000, Széll és Makhajda 2003, Sárvári 2004). A monokultúrás termesztés nagy hátránya az amerikai kukoricabogár lárvakártétele mellett, hogy nem teszi lehetővé a többi növény okszerű vetésváltását, a kedvező elővetemény hatás érvényesülését (Kismányoki 1994).

A kukorica termését nagymértékben befolyásolja az NPK műtrágyázás. A terméstoppletek elérésében a három tápelem közül a N-adagnak van meghatározó szerepe. Azonban a talaj tulajdonságain, a hibrid intenzitásán kívül, a klimatikus tényezők határozzák meg a N érvényesülését (Pepó 2001, Berzsenyi és Lap 2003). Fontos a termesztett hibridek igényének megfelelő műtrágyaadag megállapítása, mert különben a kukoricahibridek genetikai potenciáljuk nem érvényesül (Nagy 1984, Nagy és Bodnár 1986).

Törekedni kell arra, hogy az alkalmazott műtrágyaadagok biológiai értékesülésében javulás következzen be. A kukoricahibrideknek nemcsak a termőképességük, hanem a tápanyaghasznosító képességük is nagymértékben eltérő (Sárvári 1984, Debreczeniné 1985).

Az utóbbi időben a célszerű nemesítői munka eredményeként javult a hibridek természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képessége, továbbá műtrágya-reakciójuk (Marton et al. 2005).

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

A kukorica a P-nál jobban reagál a K-műtrágyázásra (Árendás et al. 1998). A kukoricatermesztésben ezért kiemelkedő jelentősége van az okszerű vetésváltásnak és a harmonikus NPK tápanyag-visszapótlásnak (Nagy és Huzsvai 2005).

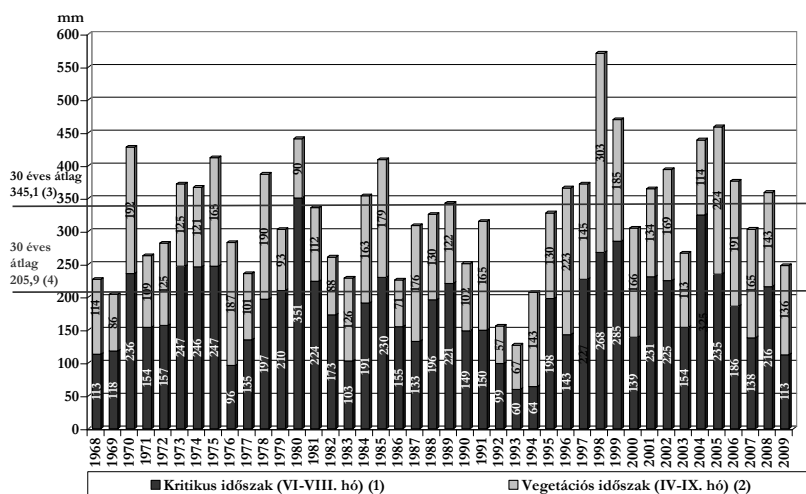
Anyag és módszer

A kísérletet réti talajon állítottuk be. Területének szintje a környezethez képest kiemelkedik. A szervesanyag tartalom szelvényen belüli eloszlása a mélység függvényében erős csökkenést mutat. A felszíni 4-5 %-os érték, a 40-60 cm-es mélységben már csak 1,5 % körüli. A nagy humusztartalom eredményeként jó a N feltáródása. A talaj egyes tulajdonságaiban (pl. könnyebben felmelegszik, jobb a tápanyagdinamizmusa) a csernozjom réti talajhoz hasonló. Arany-féle kötöttsége 52, azonban főbb jellemző tulajdonságai (pl. az altalajvíz közelsége, a jelentős vaskiválás) alapján a típusos réti talajok csoportjába sorolható. A hajdúböszörményi OTK kísérlet talajának művelt rétege nedvesen iszaposodásra, kiszáradva erősen repedezésre hajlamos.

A tartamkísérletek eredményeit 1968-2004 közötti időre vonatkozóan értékeljük. A vetésváltás és a műtrágyázás termésre gyakorolt hatását a termésstabilitás mértékét 1973-1994, míg a kukoricahibridek műtrágya-reakcióját az 1980-2008 közötti időszakban vizsgáltuk.

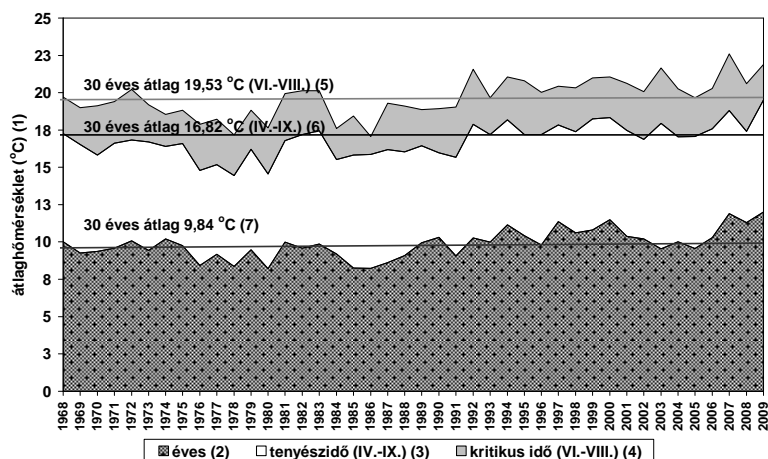
A csapadék 30 éves átlaga 565,3 mm. A kukorica vegetációs időszakában (IV-IX. hó) a 30 éves csapadékátlag 345,1 mm. A vizsgált időszakban a sokévi átlaghoz viszonyított csapadék mennyisége (mm) pl. 1971, 1972, 1976, 1992, 1993, 1994, 2000, 2007 években volt lényegesen kevesebb. Átlag feletti mennyiségű csapadékot, pl. 1974, 1980, 1998, 1999, 2004, 2005-ös években tapasztalhattunk (1. ábra).

1. ábra: A Kritikus és a vegetációs időszak csapadékadatai
Hajdúböszörmény, 1968-2009



Debrecen térségében az évi középhőmérséklet 30 éves átlaga 9,84 °C, a kukorica tenyészidejében 16,64 °C. A vizsgált időszakban a kukorica tenyészidejében a hőmérséklet a sokévi átlagtól lényegesen alacsonyabb volt 1974-1980, illetve 1984-1991 évek között, míg 1992-2008 között lényegesen meghaladta a sokévi átlagot (2. ábra).

2. ábra: Hőmérséklet adatok (°C)
Debrecen 1968-2009



A vetésváltás:

- Trikulturá: borsó – őszi búza – kukorica – kukorica
- Bikulturá: őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza
- Monokultúrás kukorica

Az NPK műtrágyaadagok a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelés mellett az alábbiak voltak (kg/ha hatóanyagban):

A kísérlet évei	1-4. éve	5-20. éve	21. évtől
N	40-160	50-250	50-250
P ₂ O ₅	35-105	50-150	60-180
K ₂ O	100	100	100-250

A különböző kukoricahibridek NPK műtrágya-reakciójának tesztelésénél a kontroll mellett N 40-200, P₂O₅ 25-125, K₂O 30-150 kg/ha hatóanyagot juttatunk ki.

A kukorica talajelőkészítésénél 30-35 cm-es szántást végeztünk. A vegyszeres gyomirtást az adott időszakban az üzemi körülmények között alkalmazott módon végeztük. A betakarítás parcella betakarító kiskombájnnal (néhány esetben kézzel) történt. A termést minden esetben 86 %-os szárazanyag-tartalomra számítottuk át.

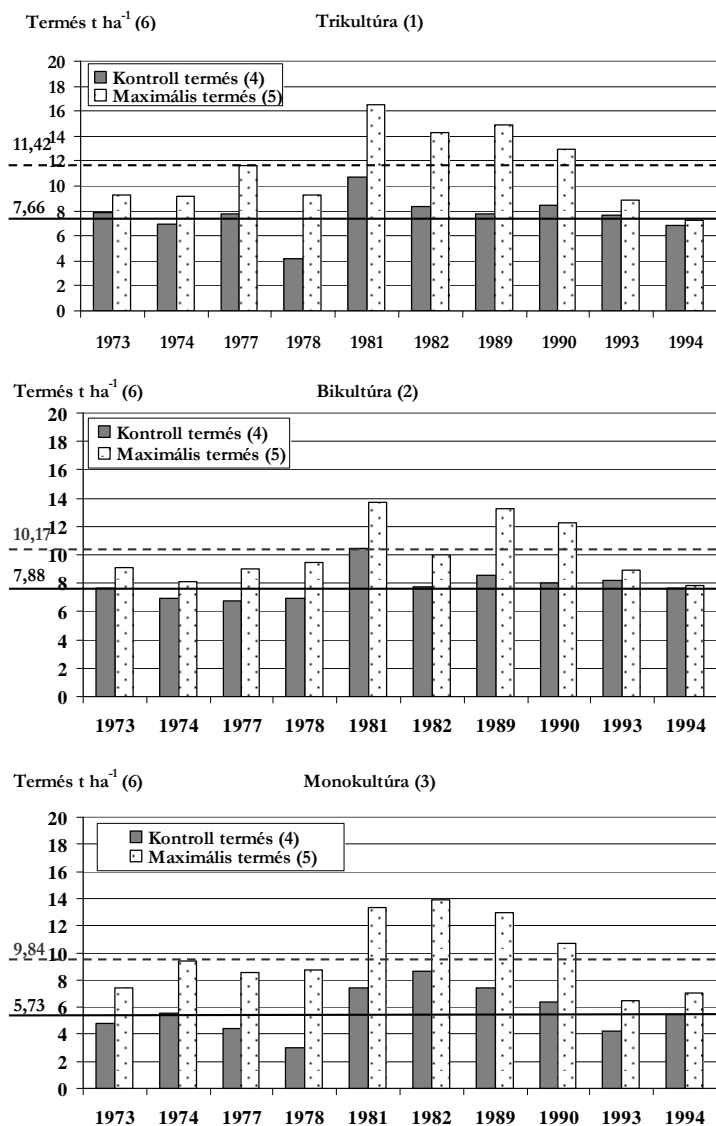
A kísérleti eredmények kiértékelését kéttényezős varianciaanalízissel, parabolikus regressziós analízissel, főkomponens analízissel és stabilitás analízissel végeztük.

Eredmények

A vetésforgó és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére és ternélsstabilitására

A vetésváltás a kukorica termése mellett a műtrágya agroökológiai optimumát is nagymértékben meghatározta. A műtrágyázott parcellákon trikultúrában (borsó – őszi búza – kukorica – kukorica) 1973-tól 1994-ig vizsgálva 1,58 t/ha-ral nagyobb termést értünk el a monokultúrás termesztéshez viszonyítva. Trikultúrában a bikultúrában (őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza) termesztett kukoricához viszonyítva is 1,25 t/ha-ral nagyobb termést kaptunk (3. ábra).

3. ábra: Műtrágyázás és a vetésforgó hatása a kukorica termésére
Országos Műtrágyázási Tartamkísérlet Hajdúböszörmény, 1973-1994



2. táblázat: Az ábra varianciaadatai

Évek (1)	1973	1974	1977	1978	1981	1982	1989	1990	1993	1994
SzD ^{5%}	0,57	0,44	0,21	0,32	0,52	0,67	0,76	1,52	0,74	1,01
Vetésforgó (2)	0,53	0,44	0,39	0,58	0,84	0,66	0,96	1,09	0,66	0,52
Műtrágyázás (3)	0,91	0,70	0,68	1,01	1,45	1,15	1,66	1,88	1,15	0,90

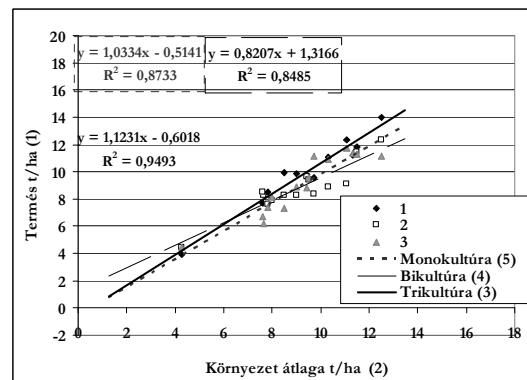
A három vetésforgó termésadatai között műtrágyázás nélkül jelentős különbségek voltak. Trikultúrában a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezelésnél több év átlagában a termés 7,66 t/ha, bikultúrában 7,88 t/ha, míg monokultúrában csak 5,73 t/ha volt. A vizsgált hibridek 1973-1980 között Mv SC 580-as, 1981-1983 között Sze SC 444-es és 1984-1994 között a Pioneer SC 3732-es voltak.

A vetésforgó a kukorica termésstabilitását (1973-1987) is nagymértékben meghatározta.

A termést – mint a vizsgálati eredményekből láthatjuk – legnagyobb mértékben (26 %-ban) a csapadék mennyisége határozta meg. Különösen fontos a kukorica tenyészidején belül a kritikus időszak (VI-VIII. hó) csapadékellátottsága.

A vetésforgó hatását a kukorica termésstabilitására a 4. ábrán is látható.

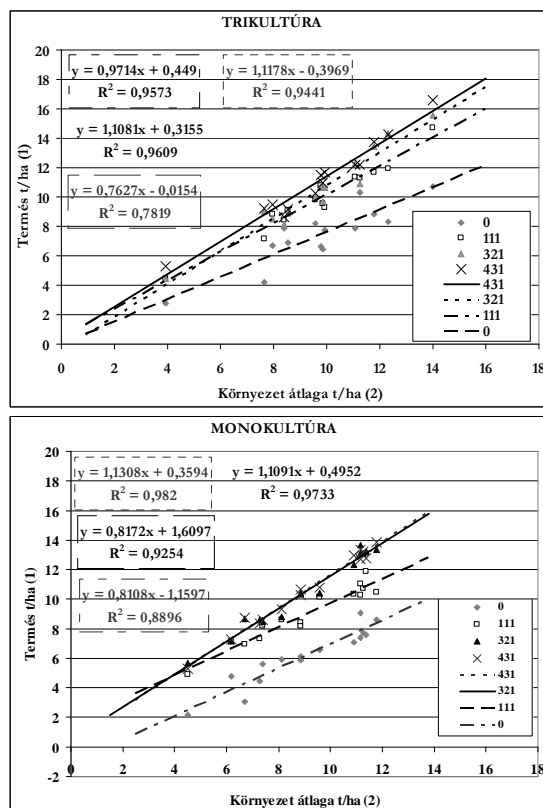
4. ábra: A vetésforgó hatása a kukorica termésstabilitására (1973-1987)



Kedvezőtlen környezeti feltételek mellett, trikultúrában a legstabilabb a kukorica termése. Ugyanakkor a környezeti feltételek javulásával szintén a trikultúrás kukorica képes a legnagyobb (akár 18 t/ha feletti) terméseredményre.

A vetésforgó és az NPK műtrágyázás együttes hatása a kukorica termésstabilitására nagymértékben eltér trikultúrában és monokultúrában (5. ábra).

5. ábra: A trikulturás és monokultúrás termesztés valamint az NPK műtrágyázás hatása a kukorica termésstabilitására (1973-1987)



Műtrágyakezelés jelölése 0=kontroll, 1 N=50 kg/ha, 1 P₂O₅=50 kg/ha, 1 K₂O=100 kg/ha

A 2-es, 3-as, 4-es jelölés A műtrágya alapadag 2x-res, 3x-ros, 4x-res adagját jelenti.

Az 1. helyi érték a N-t, a 2-es a P₂O₅-t, a 3-as a K₂O hatóanyagot jelöli.

Megállapítható, hogy trikulturában, harmonikus NPK műtrágyázás mellett lényegesen több termést lehet elérni a monokultúrás termesztéshez viszonyítva.

A műtrágyázás nélküli kezelésnél a legstabilabb, de egyben a legkisebb a termés.

A vetésforgó és a N-műtrágyázás jelentős mértékben befolyásolta a talaj pH értékét és a NO₃-N tartalmát. Lényegesen módosította a NO₃-N talajszelvényben való felhalmozódását.

A kukorica talajának pH értéke KCl-ban mérve monokultúrában szignifikánsan alacsonyabb a másik két vetésforgó talajának pH értékéhez viszonyítva (5,74) (3. táblázat).

3. táblázat: A tri-, bi- és monokultúra talajának átlagos pH (KCl) értékei

	16. év (1)	20. év (2)	24. év (3)	28. év (4)
Trikultúra (5)	5,8808	6,1333	6,3186	6,4859
Bikultúra (6)	6,0023	6,1918	6,3744	6,3924
Monokultúra (7)	5,7395	5,8264	5,6166	–
SzD_{5%} (8)	0,2358	0,2605	0,2229	0,1216

Az eredmény magyarázata az lehet, hogy monokultúras termesztésnél aszályos években a nagyobb adagú N-trágyázást nem követte megfelelő terméshozadék. A N így nagyobb mértékben csökkentheti a talaj pH értékét. A NO₃-N bemosódása az altalajvízbe szintén a monokultúras termesztésnél volt a legnagyobb.

A kísérlet 26. éve a búza elővetemény utáni kukorica talajában a 100-120 cm-es talajszelvényben a NO₃-N 50 mg/kg alatt maradt, míg monokultúras termesztésnél a 175 mg/kg-ot is elérte, ami a N jelentős hatékonyság csökkenése mellett nagymértékű környezet szennyezést is jelentett.

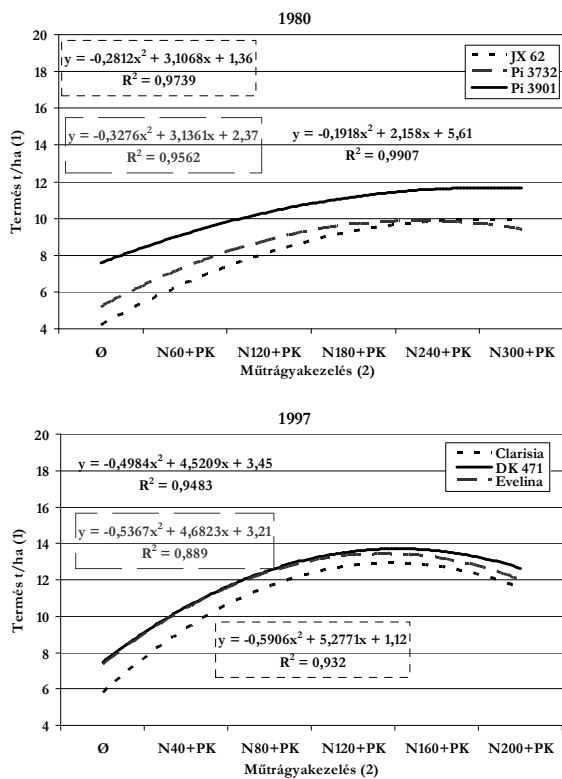
A fenti eredmények megfelelően bizonyítják az okszerű vetésváltás jelentőségét. Trikulturában a borsó kedvező elővetemény hatását még a 2-3. évben is mérni lehetett az utána következő növények terméshozadékában.

A vetésváltás jelentősége a jövőben a klímaváltozással összefüggésben még jobban fel fog értékelődni.

Kukoricahibridek műtrágyareakciója tartamkísérletben

A kukoricahibridek termőképessége, természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képessége, továbbá trágyareakciójuk is nagymértékben eltérő. Egyre korszerűbb kukoricahibridek biológiai alapok kerülnek a termesztésbe, melyeknek nemcsak a termőképességük nagyobb, hanem a műtrágya-hasznosító képességük is egyre jobb. Míg az 1970-80-as években 180 kg/ha N jelentette az agroökológiai optimumot, addig napjainkban ez 120 kg/ha N hatóanyag. A jobb műtrágyareakcióval rendelkező hibrideknek valószínűleg kedvezőbb a NRA (Nitrát-Reduktáz-Enzim) kapacitásuk, nagyobb a gyökértömegben belül a gyökérszőrők adszorpciós kapacitása. Az 1980 és a 1997. évi vizsgálati eredményeknél (6. ábra) látható, hogy a Pioneer 3901-es hibrid már műtrágyázás nélkül is 7,5 t/ha körüli terméseredményt ért el. A műtrágyázás a termését jelentősen tovább növelte. Míg a JX 62-es hibrid termése műtrágyázás nélkül csak 4 t/ha és a műtrágya-reakciója sem kedvező. Látható ugyanakkor, hogy a Clarisia és az Evelina termése között műtrágyázás nélkül is közel 2 t/ha az eltérés.

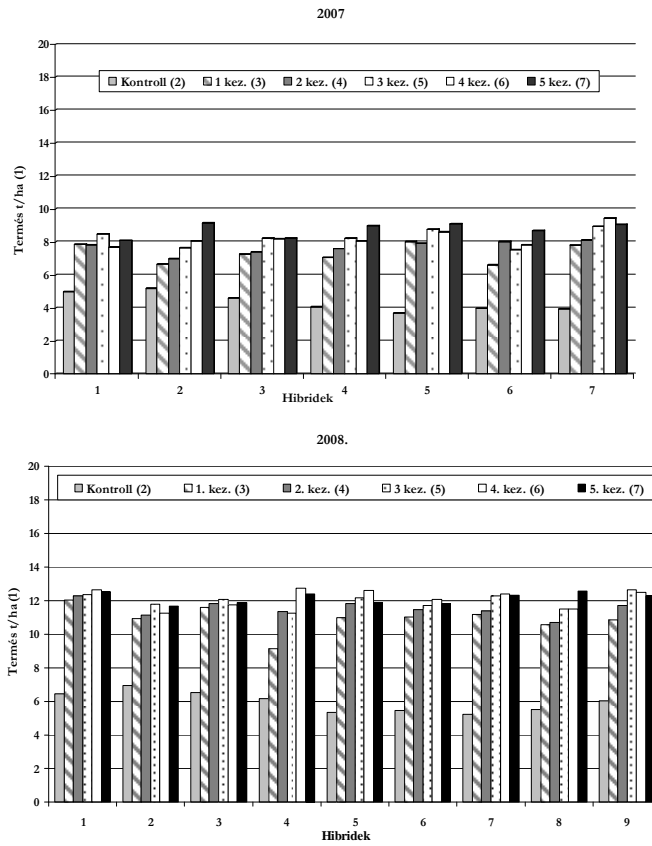
6. ábra: A kukoricahibridek termőképessége és műtrágyareakciója réti talajon (1980, 1997)



A műtrágyázás termésmenvelő hatása látható a 7. ábrán. Megállapítható, hogy a műtrágyázás nélküli kezelésekhez viszonyítva a legnagyobb termésmenvekedést (2-3 t/ha-t) a viszonylag kis, de harmonikus N 40, P₂O₅ 25, K₂O 30 kg/ha-os kezelés eredményezte. Ezt a műtrágyaadagot megduplázva, a termés már csak 0,5-1,0 t/ha-ral nőtt.

Több év átlagában előveteménytől, évjáráttól és a hibridtől függően az agroökológiai NPK műtrágyaoptimum – az az optimum, amellyel a legnagyobb termést el lehet érni – N 40-120, P₂O₅ 25-75, K₂O 30-90 kg/ha hatóanyag volt. A hosszabb tenészszeleű hibridek nagyobb termőképességéhez nagyobb tápanyagigény társul.

7. ábra: A műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére (2007-2008)



A jelölt műtrágya hatóanyagok dózisékat a 8. ábrán ismertettük.

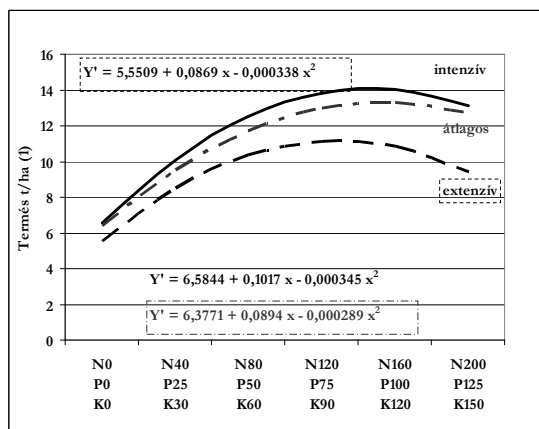
Az évjárat hatása aszályos évben képes a műtrágyázás hatását elfedni. 2007-ben a hibridek termése még megfelelő tápanyagellátás mellett is csak 8-9 t/ha volt, míg a kedvező 2008. évben 12-13 t/ha-t is elérte.

A kukoricahibrideket a termőképesség és a műtrágya-reakció alapján intenzív, átlagos és extenzív csoportokba sorolhatjuk (8. ábra).

E csoportosítás a hibridek termőhelyre való ajánlásánál jelent fontos információt. Az extenzív hibrideket a kevésbé jó termőhelyre, az intenzíveket az átlagosnál jobb termőhelyre ajánljuk. Megfordítva kettős hátrány jelentkezhet.

- Extenzív hibriddel nem tudjuk az átlagosnál jobb termőhelyeket kihasználni.
- A kevésbé jó termőhelyen az intenzív hibrid termőképessége nem érvényesülhet.

8. ábra: A hibridek csoportosítása termőképesség és műtrágyareakció alapján



Összefoglalás

Tartamkísérletben, réti talajon vizsgáltuk a vetésváltás és az NPK műtrágyázás hatását a kukorica termésére.

A vetésváltás nagymértékben meghatározta a kukorica termése mellett az NPK műtrágya agroökológiai optimumát is. Kedvező vetésváltásban, trikultúrában (borsó – őszi búza – kukorica – kukorica) 20 év átlagában 1,58 t/ha-ral, bikultúrában (őszi búza – kukorica – kukorica – őszi búza) 1,25 t/ha-ral nagyobb termést kaptunk a monokultúrában termesztett kukoricához viszonyítva.

A vetésváltás a kukorica termésstabilitását is nagymértékben befolyásolta. Kedvező és kedvezőtlen években egyaránt trikultúrában a legstabilabb a kukorica termése, ugyanakkor a környezeti feltételek javulásával szintén a trikultúras kukorica képes a legnagyobb – akár 18 t/ha-os – terméseredményre. A vetésforgó és a N műtrágyázás jelentős mértékben befolyásolta a talaj pH értékét, míg monokultúras termesztés esetén szignifikánsan kisebb pH értéket kaptunk, mint bi-, illetve trikultúras termesztés esetén.

A kukorica hibridek termőképessége, természetes tápanyagfeltáró és hasznosító képessége, továbbá trágyareakciójuk is nagymértékben eltérő.

A kukorica hibrideket a termőképesség és a műtrágyareakció alapján intenzív, átlagos és extenzív csoportokba soroltuk.

Az agroökológiai műtrágyaoptimum előveteménytől, évjárattól és a hibridtől függően N 40-120, P₂O₅ 25-75, K₂O 30-90 kg/ha hatóanyag, amellyel adott körülmények között a legnagyobb termést lehet elérni.

Kulcsszavak: vetésváltás, kukorica hibrid, műtrágyázás, termésstabilitás.

Irodalomjegyzék

- Árendás T.-Sarkadi J.-Molnár D.: 1998. Műtrágyahatások kukorica-őszi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon. Növénytermelés. 47. 45-57. p.
- Berzsenyi Z.: 1995. A kukoricatermesztési technológiák fenntarthatóságának vizsgálata stabilitásanalízissel tartamkísérletekben. 37. Georgikon Napok, A fenntartható fejlődés időszerű kérdései a mezőgazdaságban, Keszthely. 27-36. p.
- Berzsenyi Z.-Lap D. Q.: 2003. A N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek szemtermésére és N-műtrágyareakciójára tartamkísérletben. Növénytermelés. 52. 3-4. 389-408. p.
- Debreczeni B.-né: 1985. A kukorica ásványi táplálkozása. In: A kukoricatermesztés kézikönyve. Ed: Menyhért. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kádár I.-Csathó P.-Sarkadi J.: 1984. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. I. Talajvizsgálati és szemterméseredmények. Agrokémia és Talajtan. 33. 375-390. p.
- Kismányoki T.: 1994. Vetésváltás, vetésforgó, monokultúra. In: Növénytermesztés. Szerk.: Ragasits I. 48-52. p.
- Kiss I.-né: 2000. A kukorica termesztéstechnológiájának áttekintése. Gyakorlati Agroforum. 11. évf. 3. szám. 2-9. p.
- Marton L. Cs.-Szundy T.-Hadi G.-Pintér J.-Berzsenyi Z.-Árendás T.-Bónis P.: 2005. A termelői igényekhez igazodó kukoricanevelés szempontjai Martonvásáron. Gyakorlati Agroforum Extra 9. 2005. február. 11-13. p.
- Menyhért Z.-Ángyán J.-Radics L.: 1980. Vetésváltás vagy monokultúra? Magyar Mezőgazdaság 35. sz. 52-53. p.
- [Nagy J.: 1984. Műtrágyázás hatása a kukoricahibridek termésére mészlepedékes csernozjom talajon. Növénytermelés. 33. 3. 253-264. p.](#)
- [Nagy J.-Bodnár E.: 1986. Az öntözés, a műtrágyázás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. Növénytermelés. 35. 535-546. p.](#)
- [Nagy J.-Huzsvai L.: 2005. Hibridválasztás a kukoricatermesztés középpontjában. Gyakorlati Agroforum Extra 9. 2005. február 30-32. p.](#)
- Pepó Pé.: 2004. Őszi búza tápanyagellátása a Hajdúságban. MTA Doktori Értekezés, Debrecen.
- Sárvári M.: 1984. Különböző kukoricahibridek tápanyag-reakciója réti talajon. Növénytermelés. 33. 6. 549-558. p.
- Sárvári M.: 2004. Új módszerek és eljárások a kukoricatermesztésben. Agro napló. Országos Mezőgazdasági Szaklap VIII. évf. 2004/04. 13-15. p.
- Szell E.-Makhajda J.: 2003. Kukoricatermesztés monokultúrában vagy vetésváltással? <http://www.agrarkamara.bekescsaba.hu/gtars/viii4/1819.html> 2005. 07. 12

Formázott: Betűtípus: Garamond, 10 pt

Törölt: Tom

Törölt: No.

Formázott: Betűtípus: Garamond, 10 pt

Formázott: Behúzás: Bal: 0 cm, Függő: 0,5 cm, Térköz Előtte: 0 pt, Nincs felsorolás vagy számozás

Formázott: Betűtípus: Garamond, 10 pt

Formázott: Betűtípus: Garamond, 10 pt