

## Az NPK műtrágyázás hatása a különböző kukorica genotípusok termésmennyiségére és minőségére

Krivian Ágnes – Sárvári Mihály

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növénytudományi Intézet, Debrecen  
krivian@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

2011-ben mészlepedékes csernozjom talajon 25 éve műtrágyázott tartamkísérlet eredményei alapján vizsgáltunk kontroll (műtrágyázás nélküli), N 40 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg/ha, K<sub>2</sub>O 30 kg/ha alapkezelés és ennek öt különböző adagjánál tizenegy genetikai tulajdonságú kukoricahibrid termőképességét és beltartalmi paramétereit. A N műtrágyát ősszel és tavasszal megosztva, míg a P, K műtrágyát ősszel szórtuk ki. A vetés április 17–18., a betakarítás október 8. volt. A csapadék 30 éves átlaga (IV–IX. hó) 345,1 mm, a csapadék mennyisége ettől nem tért el nagymértékben, de rendkívül kedvezőtlen volt.

Megállapítható, hogy a tartamkísérletben a legnagyobb termésmenyekekedést (a kontrollhoz viszonyítva) az N 40 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg/ha, K<sub>2</sub>O 30 kg/ha-os műtrágya hatóanyaggal érték el. A legnagyobb termést a P9494, PR37N01 és PR35F38-as hibrid érte el (13,64–13,71 t/ha). A száraz nyár vége – ősz eleje következtében a betakarításkori szemnedvesség tartalom kedvezően alacsony volt 12–18%, tenyészidőtől és kezeléstől függően.

A N műtrágya szignifikánsan növelte a kukoricaszem fehérjetartalmát, viszont a kontrollhoz viszonyítva a műtrágyaadag növelésénél, illetve a termésmenyekekedéssel összefüggésben a kukoricaszem keményítőtartalma csökkent, s több esetben a szignifikáns hatást is meghaladta.

A legnagyobb fehérjetartalmú hibrid a GK Boglár és a Szegedi 386-os hibrid. Az olajtartalom szintén a GK Boglárnál volt 4% fölötti, de a két hibrid a jó beltartalom mellett sem tartozik a legnagyobb termőképességű hibridek közé. A keményítőtartalom műtrágyázás nélkül 75% körüli, műtrágyázás hatására csökkent.

A vizsgált hibridek számára hatékonysági és környezetvédelmi szempontból az N 120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha hatóanyag javasolható.

**Kulcsszavak:** hibridkukorica, NPK műtrágyázás, termőképesség, beltartalom

### SUMMARY

The yielding capacity and quality parameters of 11 maize hybrids were studied in 2011 on calcareous chernozem soil in a 25-year long-term fertilization experiment in the control (without fertilization), in the base treatment of N 40 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O 30 kg ha<sup>-1</sup> and in five treatments which were the multiplied doses of the base treatment. The N fertilizer was applied in the autumn and in the spring, while P and K fertilizers were applied in the autumn. The sowing time was 17–18 April, the time of harvest was 8 October. The 30-year average of precipitation (April–Sept) was 345.1 mm, the amount of precipitation did not differ greatly from that, however, its distribution was very unfavourable.

It was found that the largest yield increment (as compared to the control) was in the treatment N 40 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O 30 kg ha<sup>-1</sup> in the long-term experiment. The largest yields were obtained for the hybrids P9494, PR37N01 and PR35F38 (13.64–13.71 t ha<sup>-1</sup>).

Due to the dry period at the end of the summer – beginning of autumn, the grain moisture content at harvest was favourably low, 12–18% depending on the treatment and the growing season.

The N fertilization significantly increased the protein content of the kernel, but the starch content of the kernel decreased (significantly in several cases) with increasing fertilizer doses and yields as compared with the control.

The highest protein content was measured in hybrids GK Boglár and Szegedi 386. The oil content was above 4% for GK Boglár, but the two hybrids were not among the best yielding hybrids in spite of their good inner content. The starch content was around 75 % without fertilization, it decreased with fertilization.

For the tested hybrids, the fertilizer dose N 120 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg ha<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O 90 kg ha<sup>-1</sup> can be recommended with respect to efficacy and environmental considerations.

**Keywords:** maize hybrid, NPK fertilization, yielding capacity, quality parameters

### BEVEZETÉS

A kukorica Magyarország és a világ egyik legfontosabb gabonanövénye. Termesztésének jelentősége az elmúlt évtizedben tovább nőtt, mivel az élelmiszer- és takarmányellátás biztosítása mellett az utóbbi időben mint energianövény is fontos szerepet tölt be. Számos országban az ipari felhasználása is nőtt, például az USA-ban, Franciaországban és Magyarországon is kukorica alapanyagra alapozzák a bioetanol előállítását.

A természetű (ökológiai, biológiai, agrotechnikai) tényezők összhangjának megteremtésével lehet a jövőben a kukorica termelését növelni. Természetesen a minőséggel kapcsolatos elvárásoknak a felhasználási cél szerint kell változniuk. Az ökológiai tényezők közül kedvezőtlen a globális felmelegedés okozta klímaváltozás, az időjárási szélsőségek, ezért különösen fontos az agrotechnikai tényezőknek a korszerű alkalmazása.

A dolgozatban az NPK műtrágyázás, a termésmennyiség és a minőség közötti összefüggést elemezzük a 2011-ben beállított műtrágyázási tartamkísérlet eredményei alapján.

Az NPK műtrágyázás hatással van a kukorica beltartalmára is, amit szintén figyelembe kell vennünk, hiszen köztudott, hogy a nitrogén növeli a fehérjetartalmat, míg a kálium a szénhidrát-tartalmat növeli nagyobb mértékben.

### IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A termesztett fajta értékét az határozza meg, hogy milyen az agroökológiai és termesztéstechnológiai alkalmazkodó képessége, a termésbiztonsága és más gazdasági tulajdonsága (Jolánkai et al., 1999). A kuko-

rica rendelkezésre álló biológiai alapjai rendkívül kedvezőek, korszerű genetikai háttérrel rendelkeznek és a céltudatos nemesítő munka eredményeként folyamatosan javul a termőképességük, a vízleadó képességük, a víz- és tápanyaghasznosító képességük (Sárvári és El Hallof, 2005).

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

A csapadék változékonyságának következtében a többi növénytermesztési tényező hatása jelentősen módosulhat, vagy el is maradhat (Berzsenyi et al., 2005).

A kukorica fehérje- és olajtartalmát elsősorban a genetikai tulajdonságok határozzák meg az ökológiai és agrotechnikai tényezők csak módosítják azt (Hegy et al., 2006). A terméstudomány elérésében a három legfontosabb makroelem közül a nitrogénnek van elsődleges szerepe (Bocz, 1974).

Mándy (1974) szerint az N műtrágya elsősorban a növény vegetatív fejlődését segíti, továbbá fokozza a tenyésztő kitolódását és az érés elhúzódtását. Györffy et al. (1965) ezzel szemben megállapítja, hogy a műtrágyázás érest késleltető hatása látszólagos, a levelek tovább maradnak zöldek, de nem talált eltérést a csövek nedvességtartalmában és az ezerszemtömegben sem.

A foszforműtrágya önmagában nem növeli a termést, csak nitrogénműtrágyával együtt (Mándy, 1974).

Bocz (1976) szerint az optimálisnál kevesebb foszfor hatására a termés kevésbé csökken, illetve a talaj tápanyag szolgáltató képessége képes a hiányt pótolni. Ezzel szemben Kádár et al. (1989) megjegyezték, hogy a növény érzékenyen reagál a talaj túl nagy P-tartalmára.

Szántóföldi növényeink közül a kukorica különösen kálium igényes növény. Loué (1979) szerint a kukoricának olyan nagy a kálium igénye, hogy még káliumban gazdag talajon is érdemes káliummal trágyázni. Amennyiben a K-hiány nőni fog, úgy fokozatosan nőni fog szántóföldi növénytermesztésünk aszály- és fagyérzékenysége, betegségekre való fogékonysága és a termésingadozás mértéke.

Arendás et al. (1998) véleményük szerint igaz, hogy a kukorica jobban reagált a K-trágyázásra, mint a P-trágyázásra, de az általuk elért termésmenyeke nem volt szignifikáns.

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

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet talaja mészlepedékes csernozjom talaj. A talajra jellemző a humuszanyagok felhalmozódása, valamint a könnyű művelhetőség. A feltalajban mész nem található, ezért száraz periódusban cserepedésre hajlamos. A talaj tápanyagtartalma közepes, tápanyagdinamizmusa jó. Az „A” szint humuszvastagsága 50–70 cm. A talaj szervesanyagtartalma 2,57%. Arany féle kötöttsége 45. A pH értéke 7,0, N tartalma 0,12%, AL oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg 100, K<sub>2</sub>O 165 mg/kg, a felvehető P, K tartalom pedig közepes (1. táblázat).

Kontroll (műtrágyázás nélküli), N 40 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg/ha, K<sub>2</sub>O 30 kg/ha hatóanyag az alapkezelés, a legnagyobb adag pedig ennek az ötszöröse. A N műtrágya 50%-át összel, 50%-át tavasszal, a P, K műtrágyát pedig összel juttattuk ki. A kontroll külön blokkban volt három ismétlésben elhelyezve. Az NPK különböző adagjainak, a hibridek tápanyagreakciójának vizsgálata pedig három ismétlésben volt beállítva.

Az elővetemény kukorica. A talajelőkészítő műveletek az üzemi körülményeknek megfelelőek voltak. A vetés 2011. 04. 17–18-án kézi vetőpuskával történt, a kelés időpontja pedig április 27. volt. Két tőszámot állítottunk be, 1–8. hibridnél 72 ezer tő/ha-t, míg a 9–11. hibrideknél 65 ezer tő/ha-t. A vegyszeres gyomirtás május 21-én Monsoon alkalmazásával történt 2,5 l/ha-ral.

A talajfertőtlenítés május 30–31. között egysoros vetőgéppel kijuttatott Force 1,5 G-vel történt 12 kg/ha adagolás mellett. A betakarítás 2011. 10. 08-án Sampo 210-es típusú kombájnnal történt szemesen. Betakarítás után a termést 14%-os víztartalmú (májusi morzsolt) szemtermésre számítottuk át.

Az időjárás meglehetősen szélsőséges volt az előző túlzottan csapadékos év után. 2011-ben kevesebb csapadék hullott a 30 éves átlaghoz viszonyítva, ráadásul rendkívül kedvezőtlen eloszlással, a hőmérséklet pedig a sokévi átlag felett volt.

Az eredmények kiértékelését kéttényezős varianciaanalízissel, a beltartalmi paramétereket pedig Intratec 1229 grain analyzer műszerrel végeztük.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

2011-ben tizenegy eltérő genetikai adottságú és eltérő tápanyagigényű hibrid NPK műtrágyareakcióját, valamint a tápanyagellátás és a termés közötti összefüggést vizsgáltuk.

Az NPK műtrágyázás jelentős hatással volt a kukoricahibridek minőségére (fehérje%, olaj%, keményítő%-ra). A vizsgálatok egyéves eredményekre vonatkoznak, de 25 éves tartamkísérletben kapott eredmények alapján.

1. táblázat

A kísérlet talajának jellemzői

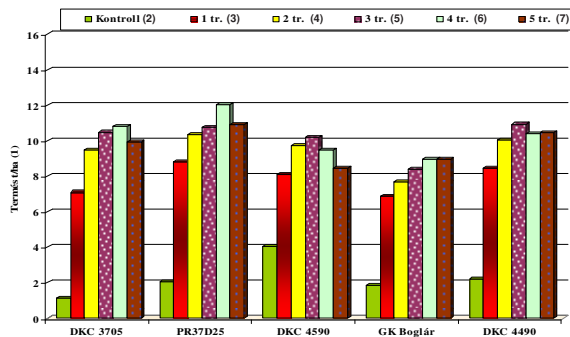
| pH (H <sub>2</sub> O) | CaCO <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg<br>AL oldható(1) | K <sub>2</sub> O mg/kg<br>AL oldható(2) | Humusz<br>(%)(3) | KA(4) |
|-----------------------|-------------------|--|---|------------------|-------|
| 7,0                   | Ny                | 100  | 165                                     | 2,57             | 45    |

Table 1: Characteristics of the experimental soil

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg kg<sup>-1</sup> AL-soluble(1), K<sub>2</sub>O mg kg<sup>-1</sup> AL-soluble(2), Humus %(3), Saturation percentage according to Arany(4)

Műtrágyázás nélkül 3–4 t/ha-os terméseredményt értek el a DKC 4590, P9494 és a PR 35F38-as hibridek. Ezeknek a hibrideknek jó a talaj természetes tápanyagfeltárási- és hasznosító képességük (1–2. ábra). A PR37D25, PR37N01, NK Columbia és a PR 35F38-as hibrideknek volt a legkedvezőbb a műtrágyareakciójuk.

1. ábra: A kukorica hibridek termése (t/ha) (Debrecen, 2011)

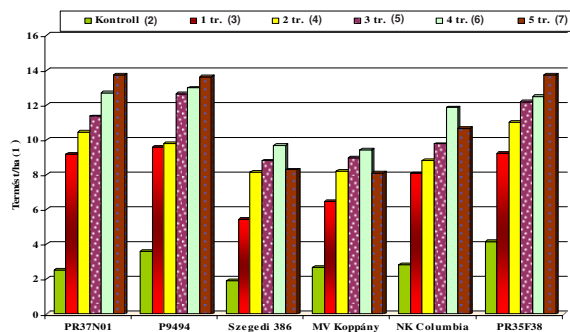


SzD<sub>5%</sub> hibrid=1,06 t/ha, trágyaszint=0,29 t/ha, kölcsönhatás=0,98 t/ha

Figure 1: Yield of maize hybrids (t ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2011)

Yield t ha<sup>-1</sup>(1), Control(2), Treatment 1(3), Treatment 2(4), Treatment 3(5), Treatment 4(6), Treatment 5(7), LSD<sub>5%</sub> hibrid=1.06 t ha<sup>-1</sup>, fertilization level=0.29 t ha<sup>-1</sup>, interaction=0.98 t ha<sup>-1</sup>

2. ábra: A kukorica hibridek termése (t/ha) (Debrecen, 2011)



SzD<sub>5%</sub> hibrid=1,06 t/ha, trágyaszint=0,29 t/ha, kölcsönhatás=0,98 t/ha

Figure 2: Yield of maize hybrids (t ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2011)

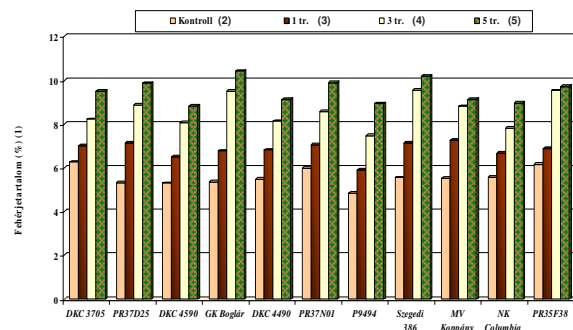
Yield t ha<sup>-1</sup>(1), Control(2), Treatment 1(3), Treatment 2(4), Treatment 3(5), Treatment 4(6), Treatment 5(7), LSD<sub>5%</sub> hibrid=1.06 t ha<sup>-1</sup>, fertilization level=0.29 t ha<sup>-1</sup>, interaction=0.98 t ha<sup>-1</sup>

Mivel 25 éves műtrágyázási tartamkísérletről van szó, a legnagyobb terméseredményt, 3–4 t/ha-t a kontroll (műtrágyázás nélküli) kezeléshez viszonyítva, a legkisebb N 40 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg/ha, K<sub>2</sub>O 30 kg/ha-os hatóanyag kezeléssel értünk el. Ha a műtrágyaadagot N 40+PK-ról N 80+PK-ra növeltük, a terméseredmény még 1–2 t/ha, N 80+PK kezelést N 120+PK-ra növelve a termés már csak 0,5–1,0 t/ha-ral nőtt. Az N 120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha-nál nagyobb műtrágyaadagok szignifikáns terméseredményt csak PR37D25, PR37N01, NK Columbia és PR35F38-as hibrideknél eredményeztek, de az N 120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha-nál nagyobb műtrágyaadagok hatékonysági és környezetvédelmi szempontból is megkérdőjelezhetők. A legnagyobb termést a PR37D25, PR37N01, P9494 és PR35F38 hibridek érték el. Az

agroökológiai műtrágyaoptimumnak az N120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha műtrágyaadag tekinthető, melyet természetesen a talaj tápanyagellátottsága, az évszárak hatása, a vízellátottság stb. is módosíthat.

Az NPK műtrágyázás és a különböző kukorica hibridek beltartalmi paraméterei között jelentős eltérés állapítható meg. Legszorosabb az összefüggés az N műtrágyázás és a fehérjetartalom között. A valamivel kisebb termőképességű GK Boglár és Szegedi 386-os hibridek fehérjetartalma a 10%-ot is meghaladta, míg a nagyobb termőképességű DKC 4490 és PR9494 hibridek fehérjetartalma csak 9% körüli volt (3. ábra).

3. ábra: NPK műtrágyázás hatása a kukorica hibridek fehérjetartalmára (%) (Debrecen, 2011)



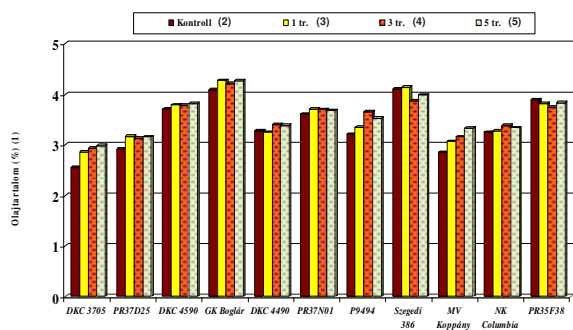
SzD<sub>5%</sub> hibrid=1,17 t/ha, trágyaszint=0,33 t/ha, kölcsönhatás=1,08 t/ha

Figure 3: The effect of NPK fertilization on the protein content of maize hybrids (%) (Debrecen, 2011)

Protein content (%) (1), Control(2), Treatment 1(3), Treatment 3(4), Treatment 5(5), LSD<sub>5%</sub> hibrid=1.17 t ha<sup>-1</sup>, fertilization level=0.33 t ha<sup>-1</sup>, interaction=0.98 t ha<sup>-1</sup>

Az NPK műtrágyázás és az olajtartalom között lázább az összefüggés, viszont sokkal nagyobb a hibridek közötti különbség. Legnagyobb volt az olajtartalma – 4% feletti – a GK Boglár és Szegedi 386-os hibrideknek, ezekhez viszonyítva szignifikánsan kisebb volt a DKC 3705, a PR37D25, a MV Koppány és az NK Columbia olajtartalma (3% körüli) (4. ábra).

4. ábra: NPK műtrágyázás hatása a kukorica hibridek olajtartalmára (%) (Debrecen, 2011)



SzD<sub>5%</sub> hibrid=0,26 t/ha, trágyaszint=0,07 t/ha, kölcsönhatás=0,24 t/ha

Figure 4: The effect of NPK fertilization on the oil content of maize hybrids (%) (Debrecen, 2011)

Oil content (%) (1), Control(2), Treatment 1(3), Treatment 3(4), Treatment 5(5), LSD<sub>5%</sub> hibrid=0.26 t ha<sup>-1</sup>, fertilization level=0.07 t ha<sup>-1</sup>, interaction=0.24 t ha<sup>-1</sup>

Az NPK műtrágyázás és a keményítőtartalom közötti összefüggés az előző két vizsgált beltartalmi paramétertől eltérő volt. Az NPK műtrágyázás a keményítőtartalmat csökkentette, bár összességében a vizsgált korszerű hibrideknél minden esetben 70% fölött volt a keményítőtartalom.

A műtrágyázás (a jelentős terménynövekedés következtében) szignifikánsan csökkentette a PR37D25 és a PR35F38-as hibridek keményítőtartalmát, a többi hibrid esetében pedig műtrágyázás hatására minden hibridnél tendenciájában csökkent a keményítőtartalom, de a megbízhatóság határát nem érte el (5. ábra).

### KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében megállapítható, hogy a klímaváltozás miatti időjárási szélsőségek tovább folytatódnak. Két és fél évtizedes tápanyagvizsgálatok nélküli növénytermesztés esetén rendkívüli mértékben lecsökkent a talaj termékenysége, ilyen helyzet esetén a műtrágyázás nélküli kezeléshez viszonyítva már az igen kicsinek minősíthető N 40 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 25 kg/ha, K<sub>2</sub>O 30 kg/ha-os műtrágyakezelés akár 5–6 t/ha-ral is képes a termést növelni.

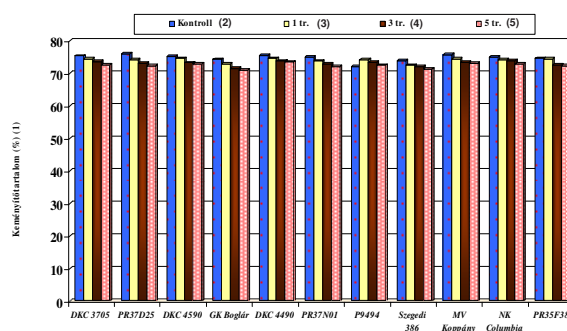
Változó a hibridek tápanyagigénye, más és más a műtrágyareakciójuk, nagyon eltérő a termőképességük, valamint érés időszakában a vízleadó képességük.

A klímaváltozás, az utóbbi évek időjárás okozta szélsőségek, az esetlegesen fellépő vízhiány miatt, de hatékonysági és környezetvédelmi szempontból is elegendő az N 120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/ha, K<sub>2</sub>O 90 kg/ha

hatóanyag, amely a napjainkban termesztett hibrideknél az agroökológiai optimum NPK tápanyagot jelenti, azt a tápanyagmennyiséget, amellyel átlagos évszárban megfelelő agrotechnikai színvonal mellett a termésmaximumot el lehet érni.

A fenti tulajdonságok pedig a természettség hatékonyságát is befolyásolják. Ezért az ökológiai és agrotechnikai tényezők mellett kiemelkedő szerepe van a biológiai alapnak, az ökológiai adottságoknak a megfelelő – jó termőképességű hibrid megválasztásának.

5. ábra: NPK műtrágyázás hatása a kukorica hibridek keményítőtartalmára (%) (Debrecen, 2011)



SzD<sub>5%</sub> hibrid=10,37 t/ha, trágyaszint=2,81 t/ha, kölcsönhatás=9,33 t/ha

Figure 5: The effect of NPK fertilization on the starch content of maize hybrids (%) (Debrecen, 2011)

Starch content (%) (1), Control (2), Treatment 1 (3), Treatment 3 (4), Treatment 5 (5), LSD<sub>5%</sub> hibrid=10.37 t ha<sup>-1</sup>, fertilization level=2.81 t ha<sup>-1</sup>, interaction=9.33 t ha<sup>-1</sup>

### IRODALOM

- Árendás T.–Sarkadi J.–Molnár O. (1998): Műtrágyahatások kukorica-  
ősi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon.  
Növénytermelés. 47. 1: 45–57.
- Berzsenyi Z.–Dang, Q.L.–Micskei Gy.–Takács N. (2005): Kukorica-  
szár és N-műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termé-  
sére és termésstabilitására monokultúras tartamkísérletben.  
Növénytermelés. 54. 5–6: 433–446.
- Bocz E. (1974): A szántóföldi növények hazai trágyázásának irány-  
elvei. Debrecen. 65–77.
- Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Buda-  
pest. 257.
- Gyórfy B.–I'só I.–Böloni I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgaz-  
dasági Kiadó. Budapest. 411.
- Hegyi Zs.–Pók I.–Marton L.Cs. (2006): Górcső alatt a martonvásári  
hibridkukoricák minősége. MAG Kutatás, fejlesztés és környe-  
zet. 2006. augusztus–szeptember. 28–31.
- Jolánkai M.–Ményhért Z.–Széll E. (1999): Fajtaérték a növényter-  
mesztésben. [In: Ruzsányi L.–Pépo P. (szerk.) Növénytermesz-  
tés és Környezetvédelem.] MTA Agrártudományok Osztálya.  
Budapest. 30–36.
- Kádár I. (2000): A kukorica tápelem-felvétele és trágyaigénye. Gya-  
korlati Agroforum. 11. 3: 41–43.
- Kádár I.–Csathó P.–Sarkadi J. (1989): A talajok PK-ellátottsága és a  
PK-trágyázás hatékonysága közötti összefüggés meszes cser-  
nozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 38: 78–82.
- Loué, A. (1979): A kukorica káliumban gazdag talajt kíván. Serv.  
Agric. Mulhause. 1: 1–4.
- Mándy Gy. (1974): A bő termés biológiai alapjai. Mezőgazdasági  
Kiadó. Budapest. 315.
- Sárvári M. (1999): Ökológiai tényezők hatása az eltérő genetikai  
adottságú kukoricahibridek termésére és minőségére. [In:  
Ruzsányi L.–Lesznyák M.-né-Jávora A. (szerk.) Tiszántúli  
Mezőgazdasági Tudományos Napok.] Licium-Art Könyvkiadó  
és Kereskedelmi Kft. Debrecen. Debrecen DATE. 97–103.
- Sárvári M.–El Hallof N. (2005): A biológiai alapok hatása a kukorica  
termésbiztonságára. Agro Napló. 2: 30–32.