

## A környezeti tényezők, a talajművelés és a műtrágyázás kölcsönhatásának értékelése

Sedlák Gergő

Gran-Export Kft., Debrecen  
sedger1@fonline.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

A termesztési tényezők hatását vizsgáltam a kukorica termésére a Debreceni Egyetem Agrár-és Gazdálkodástudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén mészeledékes csernozjom talajon a 2001–2003 időszakban. Elemeztem a környezeti tényezők (csapadék, hőmérséklet, napfényes órák száma), a talajművelési módok (őszi szántás, tavaszi sekélyművelés) és a műtrágyázás (műtrágyázás nélkül, 120 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 106 kg K<sub>2</sub>O, és a 240 kg N + 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 212 kg K<sub>2</sub>O) hatását a kukorica termésére.

A három év során az őszi szántás szignifikánsan 2,91 t/ha-ral növelte a termést a tavaszi sekély műveléshez képest. A műtrágyázás termésmenvelő hatása minden évben jelentkezett, mértéke évenként és a talajműveléstől függően változott. A nagyobb műtrágyaadag (240 kg N/ha) egyik évben sem igazolta statisztikailag megbízhatóan a nagyobb termést. A kölcsönhatások elemzése után megállapítható, hogy a műtrágyázás termésmenvelő hatása az őszi szántásos változatban nagyobb, mint a tavaszi sekélyművelésnél. A környezeti tényezők (különösen a csapadék mennyisége) jelentősen befolyásolta a kukorica termését.

**Kulcsszavak:** talajművelési módok, műtrágyázás, kukorica

### SUMMARY

The effect of production factors on maize yield was examined in the Látókép Experiment Site of the Centre of Agricultural and Applied Economic Sciences of the University of Debrecen on calcareous chernozem soil between 2001 and 2003. The impact of environmental factors (precipitation, temperature, number of sunny hours), cultivation methods (autumn ploughing, spring shallow cultivation) and fertilisation (non-fertilised, 120 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 106 kg K<sub>2</sub>O, and 240 kg N + 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 212 kg K<sub>2</sub>O) on maize yield was examined.

During the three years, autumn ploughing significantly increased yield by 2.91 t ha<sup>-1</sup> in comparison with spring shallow cultivation. The yield increasing effect of fertilisation was observed in each year, although its extent depended on the given crop year and the applied cultivation method. The higher fertiliser dose (240 kg N ha<sup>-1</sup>) did not cause significantly higher yield in either year. After the evaluation of the observed correlations, it can be established that the yield increasing effect of fertilisation was higher in the case of autumn ploughing in comparison with spring shallow cultivation. The environmental factors (especially the extent of precipitation) significantly affected the maize yield.

**Keywords:** cultivation methods, fertilisation, maize

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A mezőgazdasági termelés célja növényi hozam előállítása anélkül, hogy ez csökkentené a talaj termékenységét, kedvezőtlen vagy csak nehezen és költségesen javítható változásokat idézne elő a talajban. A termékenység a talaj legfontosabb tulajdonsága, mely lehetővé teszi a víz, a levegő és a felvehető növényi tápanyagok együttes jelenlétét. A talaj több természeti erő-

forrás integrálásával életteret nyújt a mikroorganizmusok tevékenységének, termőhelyet ad a növényeknek. Racionális hasznosítása, termékenységének megóvása, növelése a gazdálkodó egyik legalapvetőbb feladata (Várallyay, 2010).

A jó minőségű talajművelés feltétele a megfelelő eszköz, művelés, művelési mód és talajművelési rendszer megválasztása (Nagy, 2007; Birkás, 2010), ami számos körülménytől függ (talajtípus, talajállapot, éghajlati-időjárás körülmények, a termesztett növény igénye, stb).

Az elmúlt két évtizedben a talajok tömörödése a termelés biztonságát csökkentő egyik legfontosabb tényezővé vált. Az ország területének közel 2/3-án eketalp, 1/3-án az eketalp mellett tárcsatalp (két tömörödött zóna) is kialakult a helytelen művelési gyakorlat, a művelési kényszerhelyzetek, a talajok kedvezőtlen nedvességállapot melletti túlművelése következtében (Birkás et al., 1999, 2010). Az egymást követő aszályos esztendő, és a súlyos belvízkárokat is előidéző extrém csapadékos évszámok felhívják a gazdálkodók figyelmét az idő- és energiatakarékos, a környezet kímélését célzó eljárások jelentőségére. Közismert, hogy a szántóföldi növénytermesztés egyik legjelentősebb költség-tényezője a talajművelés, így a termelési költségek csökkentését a direkt, ill. mulcsba-vetéses termesztéstechnológiák üzemi méretű alkalmazása, fejlesztése jelentős mértékben elősegítené (Rátonyi et al., 2003).

A kukoricatermesztés hatékonysága a jobb vízellátás mellett adott esetben a szakszerű tápanyagellátással növelhető. A műtrágya-felhasználás 1990-ben már alig érte el a '80-as évek átlagának a felét, majd az 1991–1995 közötti években a N a '80-as évek átlagának 1/3-ára, míg a P és a K annak 5–10%-ára esett vissza. A N műtrágya-felhasználás az 1991-es mélypontot követően növekedésnek indult, ám még így is jóval elmarad a kívánatostól. A P, K esetében viszont a felhasználás már évek óta rendkívül alacsony szinten mozog, mindössze néhány kg évente. Az egy hektár szántó-, kert-, gyümölcsös-, szőlőterületre jutó NPK műtrágya-felhasználás hektáronként 1991-ben 31 kg hatóanyagra esett vissza. 2007-ben a műtrágya-felhasználás hektáronként 106 kg volt, mind mennyiségileg, mind tápanyag-arányt illetően elmaradva az optimálistól. A felhasznált NPK műtrágya 60%-a nitrogén és csak 20–20% a foszfor és a kálium műtrágya. Pénzhiány miatt gyakran elmarad az alapműtrágyázás, ill. az csak a nitrogénre korlátozódik. Hazánkban mindezek következtében a tápanyagmérleg negatív, a terméssel kivont tápanyagnak csak a 60%-át juttatják vissza, ennek következtében a talajok termékenysége folyamatosan csökken (Marton et al., 2009, Csathó és Árendás, 2012; Pálmai és Horváth, 2012).

Kísérleti eredmények bizonyítják, hogy a növekvő N adagok hatására emelkedik a fotoszintézis aktivitása, nő a levélterület (LAI) és a levélfelület (LAD) tartóssága (Dwyer és Anderson, 1995; Earl és Tollenaar, 1997; Nagy, 2010; Ványiné és Nagy, 2012; Ványiné et al., 2012a). A műtrágyázás hatékonyságát azonban jelentősen befolyásolja az évjárat ezen belül elsősorban a csapadék (Nagy, 2011). Mérsékelt száraz évben közepes vagy jó a műtrágyahatás. Szárazság hatására csökkenhet a levél klorofilltartalma (Behera et al., 2002), bár ezt nem minden esetben mutatták ki (Tambussi et al., 2002, Ványiné et al., 2012b), a soronkénti szemek száma, ezerszem tömeg (Lauer, 2003, Smith et al., 2004), és ennek következményeként jelentős a termésnövekedés (Debreczeni és Debreczeniné, 1983, Nagy, 2007).

A talajművelés és a trágyázás kölcsönhatása pozitív, állapította meg Sipos (1979), a két tényező közül a trágyázás hatása volt a meghatározó, azonban a száraz évjáratok a két tényező kölcsönhatását módosították. A radikális mélyítésszántás után az azonos mennyiségű műtrágyának kisebb a hatása, mint ugyanaz a mennyiség közepmélyen leszántva (Kemenes, 1972), ennek oka részben az, hogy a mélyített termőrétegben „felhígul” a műtrágya hatóanyaga, ugyanakkor a felhozott talaj tápanyagszegény, amit a mélyművelés kedvező fizikai hatása (pórusrendszer javulása) nem tud ellensúlyozni. A talajművelés és a trágyázás talajra, terméseredményre gyakorolt hatását nem elegendő egy-egy év eredményével, hanem több éves rendszerbe illesztve érdemes értékelni (Birkás et al., 1989; Nagy, 2007).

A kutatás célja öntözetlen körülmények között értékelni a környezeti tényezők (csapadék, hőmérséklet és a napfényes órák száma), a talajművelés (őszi szántás, tavaszi sekélyművelés) és a műtrágyázás (műtrágyázás nélkül, 120 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 106 kg K<sub>2</sub>O, és a 240 kg N + 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 212 kg K<sub>2</sub>O) hatását és kölcsönhatását kukoricánál, 3 éves időszakot átfogó (2001–2003) vizsgálatok alapján.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok helyszíne a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Látóképi Kísérleti Telepén középkötött mészlepedékes csernozjom talajon beállított több tényezős talajművelési tartamkísérlet volt.

A kísérleti terület talaja löszön képződött alföldi mészlepedékes csernozjom. A talaj N- és K-ellátottsága jó, P-tartalma pedig közepes. A humuszos réteg vastagsága 70–90 cm, a pH (KCl) érték 6,6; az Arany-féle kötöttségi szám 43. Mikroelem hiány nem mutatható ki. A talajvízszint 6–8 m között helyezkedik el. A talaj VK<sub>min</sub> értéke 27–29 tf%. A 0–100 cm-es talajszelvény 275 mm, a 100–200 cm-es 265 mm nedvesség tárolására képes. A hasznos VK a 0–100 cm-en 157 mm, a 100–200 cm-en 150 mm.

A műtrágyázás nélküli kontroll mellett 120 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 106 kg K<sub>2</sub>O, és a 240 kg N + 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 212 kg K<sub>2</sub>O dózist alkalmaztunk. A műtrágya teljes mennyiségét minden évben a tarlóra szórtuk a szántás előtt. Az őszi alpművelés 27 cm, a tavaszi sekélyművelés 22 cm mélyen lett elvégezve. A növényszámot 70 ezer növény/ha-ra állítottuk be. Az elővetemény kukorica volt. Multifaktoriális tartamkísérletben a fő-

blokkban a talajművelés és a hibrid ezen belül a műtrágyázás véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben van beállítva. A parcellák mérete 30,4 m<sup>2</sup> volt. A betakarításkor a nyers termést 14%-os nedvességtartalomra számítottuk át.

A kísérlet adatainak értékelése variancia-analízissel, a variancia komponensek felbontásával (Sváb, 1981; John, 1971; Winer, 1971) került elvégzésre. A főparcellán a talajművelés csoportképzőként az alparcellán a műtrágyázás „trial” faktorként lett beállítva a variancia-analízis modelljébe (Huzsvai és Nagy, 1995). Első megközelítésben vizsgáltam a multifaktoriális kísérlet tényezőinek (talajművelés, műtrágyázás) hatásait és elsőfokú kölcsönhatásait. Az adatok értékeléséhez az SPSS for Windows statisztikai szoftver 13.0 változatát használtam fel.

## EREDMÉNYEK

### Környezeti tényezők értékelése

2001. Az elővetemény betakarításától a vetésig a csapadék mennyisége 275 mm, ami mindössze 13 mm-rel kevesebb, a tenyészidőszak lehullott csapadék mennyisége pedig 57 mm, ez több volt, mint a 30 éves átlag (345 mm) (1. ábra).

1. ábra: A csapadékelátottság a téli félévben és a tenyészidőszakban (Debrecen, 2001–2003)

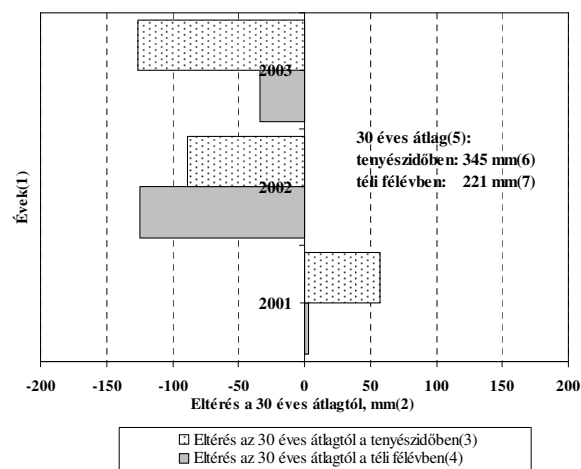


Figure 1: Level of precipitation supply in the winter period and the growing season (Debrecen, 2001–2003)

Years(1), Deviation from the 30-year-average, mm(2), Deviation from the 30-year-average in the growing season(3), Deviation from the 30-year-average in the winter period(4), 30-year-average(5), In the growing season(6), In the winter period(7)

2001. évi tavaszi hónapok átlaghőmérséklete is magasabb volt mint a 30 éves átlag. A növényállomány kezdeti fejlődése kielégítő volt. Tavasztól júniusig viszonylag magas volt a hőmérséklet, májusban mindössze 1 mm csapadék hullott. A nyári felmelegedés jelentős csapadékmennyiséggel párosult. Júliusban 160 mm csapadék hullott. Augusztus bőséges napfényt és magas hőmérsékletet hozott. A napfényes órák száma messze átlag fölötti volt. Több mint 13 napon emelkedett a hő-

mérsékleti maximum e hónapban 30 °C fölé, a legmagasabb hőmérsékleti maximum augusztus 11-én volt: 35 °C. Az éjszakánként mért minimális hőmérséklet között is voltak rendkívüliek, augusztus 29-én 9 °C.

2002. A tél meleg, száraz volt, amelyet rendkívül erős felmelegedéssel, majd lehüléssel járó tavasz követett, ami hozzájárult a talajok amúgy is kevés nedvességet tartalmazó párolgási veszteségéhez. Májusban a középhőmérséklet 1 °C-kal meghaladta az átlagot és ehhez nem párosult megfelelő mennyiségű csapadék, sőt messze elmaradt (44 mm-rel) a sokévi átlagtól. Júniusban a csapadék mennyisége és az átlag hőmérséklet is megközelítette a sokévi átlagot. Júliusban – a kukorica számára kritikus időszak – 52 mm csapadék hullott, amely valamelyest javította a terméskialakítást. A tenyészidőszak csapadéka 256 mm, amely a sokévi átlagtól jelentősen kevesebb (-89 mm) volt (1. ábra). Szeptember elején gyakori volt a 30 °C-ot meghaladó hőmérséklet, az éjszakai lehülés is 13–18 °C között alakult. Ez meggyorsította az érést, így a betakarítás már szeptember végén megkezdődhetett.

2003. A téli félév (X.–III.) hőmérséklete -1,6 °C-kal hidegebb volt, mint a 30 éves átlag. Januárban több csapadék hullott (37 mm) 5 mm-rel a 30 éves átlagnál. Februárban a havi középhőmérséklet 5,5 °C-kal alacsonyabb volt az átlagosnál, és 8 mm-rel kevesebb csapadék is hullott. A napsütéses órák száma 113 óra, ami 24 órával volt több a 30 éves átlagnál. Március hőmérséklet szempontjából igen változékony volt, a havi középhőmérséklet 2,1 °C-kal volt alacsonyabb az átlagtól, a nap az átlagosnál 45 órával sütött többet, és mindössze 9 mm csapadék hullott a hónap folyamán. Ez 25 mm-rel kevesebb a 30 éves átlagnál. Áprilisban a havi középhőmérséklet 1,5 °C-kal maradt az átlag alatt. 21 órával sütött többet a nap. Az igen száraz március után áprilisban is kevés eső esett. A havi csapadékmennyiség 14 mm, ami 31 mm-rel kevesebb a 30 éves átlagnál. Az elővetemény betakarításától a vetésig összesen 187,2 mm csapadék hullott. A vegetációs időszak jelentős csapadékhiánnyal (-55,2 mm) kezdődött. Májusban a havi középhőmérséklet 2,6 °C-kal, a napos órák havi összege 27 órával meghaladta a sokévi átlagot. A havi csapadékösszeg 54 mm, ami 5 mm-rel kevesebb volt az átlagnál. Júniusban, több esetben a napi hőmérséklet 30 °C felé emelkedett. A havi középhőmérséklet 2,2 °C-kal meghaladta a 30 éves átlagot. Az átlagosnál lényegesen, 82 órával többet sütött a nap. Meglehetősen kevés eső esett, a havi csapadékösszeg 22 mm, ami 47 mm-rel kevesebb a 30 éves átlagnál. A júliusban a csapadék kedvezőbb alakult, virágzaskor 24 mm-rel több, míg augusztusban 59 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint a 30 éves átlag. Ősz-szességében a tenyészidőben lehullott csapadék mennyisége 219 mm volt, ez 121 mm-rel kevesebb mint a 30 éves átlag (1. ábra).

### Talajművelés és műtrágyázás értékelése

A környezeti tényezők jelentős ( $P < 0,001$ ) mértben befolyásolták a kukorica termését. A legnagyobb termést 2001-ben (7,46 t/ha) mértük, amely 2002 évi eredménytől 2,50 t/ha-ral, a 2003 évitől 0,98 t/ha-ral volt nagyobb. A két talajművelési változat terméseredménye közötti különbség szignifikáns ( $P < 0,001$ ): hek-

táronként 2,91 tonna. Az őszi szántásban termesztett kukorica egyértelműen több termést adott, mint a tavaszi sekélyművelésben termesztett. A műtrágyázás statisztikailag igazoltan ( $P < 0,001$ ) növelte a termést. A 120 kg N/ha-os parcellák termése 41%-kal magasabb, mint a kontroll parcelláké. A vizsgált tényezők közül az MQ érték alapján legjelentősebb hatása a három év átlagában a talajművelésnek volt (1. táblázat).

1. táblázat

A talajművelés kísérlet varianciaanalízise az évek figyelembevételével (termés t/ha) (Debrecen, 2001–2003)

Tényezők(1)	MQ	DF	F-érték(2)
Év [A] (3)	256,723	2	74,545***
Év [A] (3)	1040,838	1	302,231***
Műtrágyázás [C] (4)	217,512	2	63,159***
A × B	148,700	2	43,178***
A × C	17,364	4	5,042***
B × C	15,969	2	4,637**

\*\*\* $P=0.1\%$ -os szinten szignifikáns, \*\* $P=1\%$ -os szinten szignifikáns

Table 1: Analysis of variance of the cultivation experiment in consideration of the years (yield t ha<sup>-1</sup>) (Debrecen, 2001–2003) Factors(1), F value(2), Year [A](3), Fertilisation [C](4), \*\*\*significant at the  $P=0.1\%$  level, \*\* significant at the  $P=1\%$  level

Az évjárat és a talajművelés ( $P < 0,001$ ), valamint az évjárat és műtrágyázás ( $P < 0,001$ ) kölcsönhatások azt mutatják, hogy mind a talajművelés, mind pedig a műtrágyázás hatását a környezeti tényezők módosítják. A talajművelés és műtrágyázás elsőrendű kölcsönhatása is szignifikáns ( $P < 0,01$ ), amit azt jelent, hogy a műtrágyázás termést befolyásoló hatása attól is függ, hogy melyik talajművelést vizsgáljuk (2. táblázat).

A nem trágyázott kukorica termése 3,16 tonna volt hektáronként a tavaszi sekélyművelésben, és 6,76 tonna az őszi szántásban. Ez több mint kétszeres termésmenővelő hatást jelent. Műtrágyázott körülmények között a tavaszi sekélyművelésben 80%-os a termésmenővelő hatás az őszi szántásban 22%-ra mérséklődött.

Az évenkénti varianciaanalízis eredménye azt mutatta, hogy mind a talajművelés mind a műtrágyázás szignifikánsan befolyásolta a termés alakulását. A talajművelés MQ értéke – 2003 év kivételével – nagyobb volt a műtrágyázás MQ értékénél. A talajművelés és a műtrágyázás kölcsönhatása szignifikáns szinten nem volt kimutatható 2001 és 2003 évben.

Az őszi szántás termésmenővelő hatása – műtrágyakezelések átlagában – a legnagyobb 2001-ben (5,08 t/ha), a legkisebb 2003-ban (1,47 t/ha) volt.

A Duncan teszt 5%-os szignifikancia szint mellett kimutatta, hogy a műtrágyakezelések – 2001 évi őszi szántás kivételével – két csoportra különíthetők el. A kontroll parcella eredményéhez viszonyítva jelentősen növekedett a műtrágyázott parcellák eredménye, azonban a 120 kg N/ha és a 240 kg N/ha kezelés eredménye szignifikánsan nem különbözött egymástól. A nem műtrágyázott és a 120 kg N/ha kezelés eredménye között a legnagyobb különbség 2003-ban őszi szántásban volt (2,95 t/ha).

A T-teszt eredménye alapján megállapítható, hogy az őszi szántás eredménye szignifikánsan nagyobb ( $P < 0,001$ ) a tavaszi sekélyművelés eredményétől mindhárom évben és mindhárom kezelésben (2–4. ábra).

Az őszi szántás terméstebblete a tavaszi sekélyművelés képest a műtrágyázás nélküli kezelésben 1,45–

6,29 t/ha, a 120 kg N/ha műtrágyakezelésben 1,30–4,45 t/ha, valamint 240 kg N/ha kezelésben 2,57–4,49 t/ha volt. Az alsó értéket 2003, a felső értéket 2001 év eredménye adta.

2. táblázat

A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére  
(Debrecen, 2001–2003)

Talajművelés(1)	Műtrágyázás(2)	Átlag(3)	Átlag hibája(4)	Minimum(5)	Maximum(6)
Őszi szántás(7)	Kontroll(9)	6,762	,281501	3,142	15,071
	120 kg N/ha	8,259	,243626	1,754	13,789
	240 kg N/ha	8,190	,244056	4,042	14,372
Tavaszi sekélyművelés(8)	Kontroll(9)	3,166	,245512	,513	10,628
	120 kg N/ha	5,725	,220503	2,160	10,000
	240 kg N/ha	5,668	,248003	,930	10,185

Table 1: The effect of cultivation and fertilisation on maize yield (Debrecen, 2001–2003)

Cultivation(1), Fertilisation(2), Mean(3), Std. Error of Mean(4), Minimum(5), Maximum(6), Autumn ploughing(7), Spring shallow cultivation(8), Control(9)

2. ábra: A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére  
(Debrecen, 2001)

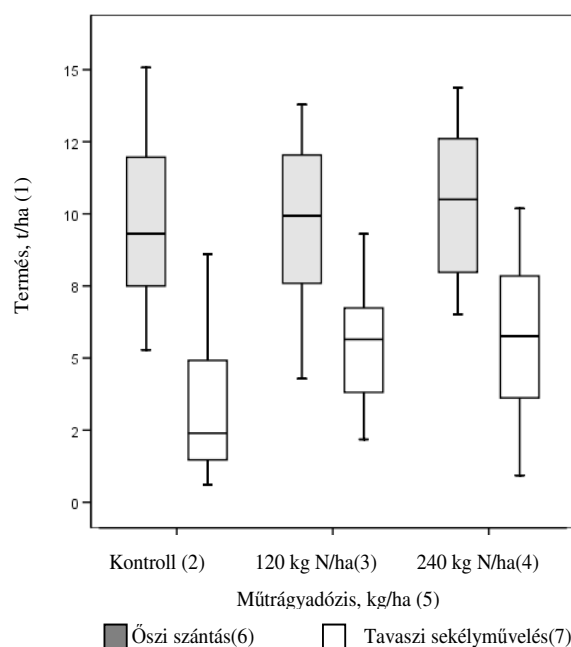


Figure 2: The effect of cultivation and fertilisation on maize yield (Debrecen, 2001)

Yield, t ha<sup>-1</sup>(1), Control(2), 120 kg N ha<sup>-1</sup>(3), 240 kg N ha<sup>-1</sup>(4), Fertiliser dose, kg ha<sup>-1</sup>(5), Autumn ploughing(6), Spring shallow cultivation(7)

3. ábra: A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére  
(Debrecen, 2002)

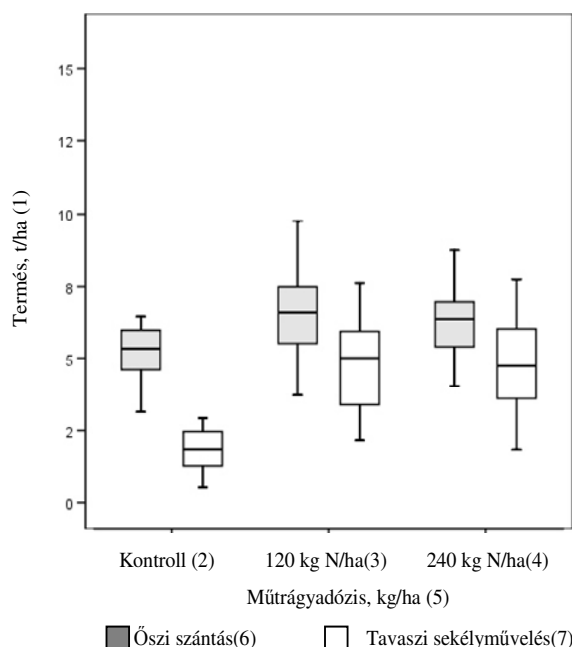


Figure 3: The effect of cultivation and fertilisation on maize yield (Debrecen, 2002)

Yield, t ha<sup>-1</sup>(1), Control(2), 120 kg N ha<sup>-1</sup>(3), 240 kg N ha<sup>-1</sup>(4), Fertiliser dose, kg ha<sup>-1</sup>(5), Autumn ploughing(6), Spring shallow cultivation(7)

4. ábra: A talajművelés és a műtrágyázás hatása a kukorica termésére (Debrecen, 2003)

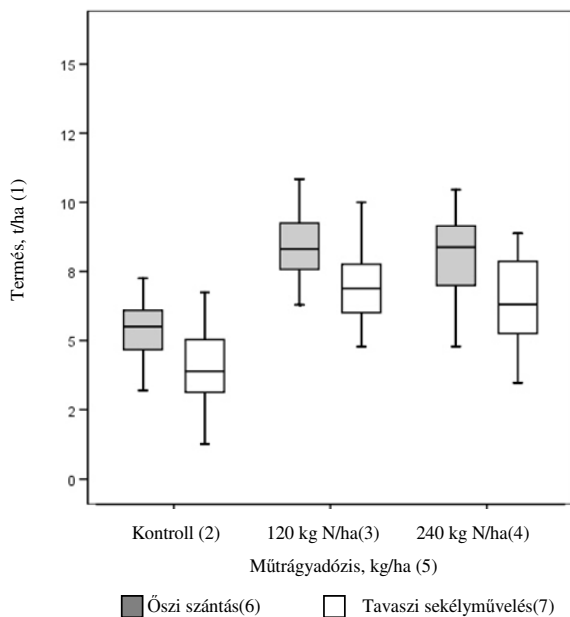


Figure 4: The effect of cultivation and fertilisation on maize yield (Debrecen, 2003)

Yield, t ha<sup>-1</sup>(1), Control(2), 120 kg N ha<sup>-1</sup>(3), 240 kg N ha<sup>-1</sup>(4), Fertiliser dose, kg ha<sup>-1</sup>(5), Autumn ploughing(6), Spring shallow cultivation(7)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgáltam a talajművelés, műtrágyázása és a termés közötti összefüggést 2001–2003 években, kukorica kultúrnövényénél. A kísérleti térben a környezeti tényezőket (csapadék, hőmérséklet, napfényes órák száma), két talajművelési módot (őszi szántás, tavaszi sekélyművelés) és három tápanyagszintet (műtrágyázás nélkül, 120 kg N + 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 106 kg K<sub>2</sub>O, és a 240 kg N + 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 212 kg K<sub>2</sub>O) vizsgáltam, valamint ezek kölcsönhatását a kukorica termésére.

A három év során az őszi szántás szignifikánsan növelte a termést a tavaszi sekélyműveléshez képest. Az őszi szántás biztosította a legkedvezőbb feltételeket a kukorica növekedése és fejlődése számára, a betakarított szemtermés nagysága meghaladta tavaszi sekélyművelésben részesült kukorica eredményét.

A vizsgálat rámutatott arra, hogy a növénytermesztés eredményessége és a környezet érdekében törekednünk kell arra, hogy ésszerű talajhasználattal megóvjuk, illetve fokozzuk talajaink termékenységét, kiküszöböljük vagy mérsékeljük a termékenységet gátló tényezőket.

## IRODALOM

- Behera, R.K.–Mishra, P.C.–Choudhury, N.K. (2002): High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. *Journal of Plant Physiology*. 159: 967–973.
- Birkás M (szerk.) (2010): Talajművelők zsebkönyve. Budapest. Mezőgazda Kiadó. 282.
- Birkás M.–Bottlik L.–Kisic I.–Jug D.–Mesic M. (2010): Talajművelési feladatok a fenntartható szántóföldi növénytermesztésben [In: Izsáki Z.–Pepó P. (szerk.) Termesztési tényezők a fenntartható növénytermesztésben.] Debreceni Egyetem AMTC Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar. Debrecen. 31–38.
- Birkás M.–Gyuricza Cs.–Gecse M.–Percze A. (1999): Ismételt tárcsás sekélyművelés hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. 48. 4: 387–402.
- Birkás, M.–Antal, J.–Dorogi, I. (1989): Conventional and reduced tillage in Hungary. A review. *Soil and Tillage Research*. 13. 3: 233–252.
- Csathó P.–Árendás T. (2012): Az évjárat és a műtrágyahatások kapcsolata. *Agrofórum*. 23. 5: 38–42.
- Debreczeni B.–Debreczeni B.-né (1983): A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Dwyer, L.M.–Anderson, A.M (1995): Changes in Maize Hybrid Photosynthetic Response to Leaf Nitrogen, from Pre-Anthesis to Grain Fill. *Agronomy Journal*. 87: 1221–1225.
- Earl, H.J.–Tollenaar, M. (1997): Maize leaf absorptance of photosynthetically active radiation and its estimation using a chlorophyll meter. *Crop Science*. 37: 436–440.
- Huzsvai L.–Nagy J. (1995): Kísérletek optimalizálása a földművelési, növénytermesztési kutatások tervezésében. *Növénytermelés*. 44. 5–6: 483–491.
- John, P.W.M. (1971): *Statistical Design and Analysis of Experiments*. New York. McGraw-Hill.
- Kemeny E. (1972): *Földművelés – Talajerőgazdálkodás*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Lauer, J (2003): What happens within the corn plant when drought occurs. University of Wisconsin Extension. Available from <http://www.uwex.edu/ces/ag/issues/drought2003/corneffect.html>
- Márton L.–Kádár I.–Benedek Sz. (2009): Műtrágyázás és a csapadékváltozékonyság hatásának vizsgálata a nyírlugosi tartamkísérletben. [In: Berzsényi Z.–Árendás T. (szerk.) Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében: A martonvásári tartamkísérletek 50 éve.] Jubileumi tudományos konferencia. Martonvásár: MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet. 277–280.
- Nagy J. (2007): *Kukoricatermesztés*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 393.
- Nagy, J. (2010): Impact of Fertilization and Irrigation on the Correlation between the Soil Plant Analysis Development Value and Yield of Maize. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 41. 11: 1293–1305.
- Nagy, J. (2011): The effect of soil pH and precipitation variability during the growing season on maize hybrid grain yield in a 17 year long-term experiment. *Journal of Hydrology and Hydro-mechanics*. 59. 1: 60–67.
- Pálmai O.–Horváth J. (2012): Az őszi búza tápanyag-utánpótlása, különös tekintettel a környezetkímélő nitrogénellátásra. *Agrofórum*. 23. 2: 62–65.

- Rátonyi T.–Megyes A.–Nagy J. (2003): Talajvédő termesztéstechnológiai rendszerek értékelése. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 141–148.
- Sipos S. (1979): Talajművelési kísérletek eredményei réti talajon. [In: Bajai J. (szerk.) Kukoricatermesztési Kísérletek 1968–1974.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 213–221.
- Smith, W.C.–Betrán, J.–Runge, E.C.A. (2004): Corn: origin, history, technology, and production.
- Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Tambussi, E.A.–Casadeus, J.–Munné-Bosch, S.–Araus, J.L. (2002): Photoprotection in water-stressed plants of durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) changes in chlorophyll fluorescence, spectral signature and photosynthetic pigments. *Functional Plant Biology*. 29: 35–44.
- Ványiné Széles, A.–Megyes, A.–Nagy, J. (2012b): Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. *Agricultural Water Management*. 107: 133–144.
- Ványiné Széles, A.–Nagy, J. (2012): Effect of nutrition and water supply on the yield and grain protein content of maize hybrids. *Australian Journal of Crop Science*. 6. 3.: 381–290.
- Ványiné Széles, A.–Tóth, B.–Nagy, J. (2012a): Effect of nitrogen doses on the chlorophyll concentration, yield and protein content of different genotype maize hybrids in Hungary. *African Journal of Agricultural Research*. 7. 16: 2546–2552.
- Várallyay Gy. (2010): The impact of climate change on soils and on their water management. *Agronomy Research*. 8. 2: 385–396.
- Winer, B.J. (1971): *Statistical Principles in Experimental Design*. New York. McGraw-Hill.