

Víz- és tápanyag-gazdálkodási tartamkísérlet (N dózis) eredményei

¹NAGY JÁNOS – ¹GOMBOS BÉLA – ²HADÁSZI LÁSZLÓ – ¹BOJTOR CSABA
¹Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet, Debrecen
²KITE Zrt., Nádudvar

Összefoglaló

A mezőgazdaság folyamatos, széleskörű fejlesztéséhez stabil, orientációs alapot biztosítanak a szántóföldi tartamkísérletek eredményei. A Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén 1983-ban alapított komplex trágyázási tartamkísérlet unikális lehetőséget teremt az egyes kukorica genotípusok tápanyagreakcióinak összehasonlítására a nem műtrágyázott kontroll parcellák és az öt növekvő nitrogén-ellátottsági dózis között, öntözött és nem öntözött kísérleti változatban egyaránt. A kísérlet sokéves eredményei alapján megállapítottuk valamennyi nitrogéntrágyázási szint statisztikailag igazolt termésmenővelő hatását. A nitrogén hasznosítási hatékonysága a 60 kg/ha kezelésben érvényesült legnagyobb mértékben, 45,8%-kal nagyobb termésmennyiséget eredményezve. Az öntözött kísérleti változatot értékelve megállapítottuk, hogy az optimális vízellátottság a kontroll, valamint a növekvő nitrogéndózisok esetében egyaránt termésstabilitást növelő hatást eredményezett, kisebb mérhető évjáratí változékonysággal a termésmennyiségben, 0,49-2,58 t/ha termésmenőbbllet mellett. Az öntözés termesztési stabilitást növelő hatása a műtrágya hasznosítási hatékonyságában egyaránt megmutatkozott. A 120 kg/ha nitrogéndózis átlagosan 62-105%-kal, a 180 kg/ha nitrogéndózis pedig 57-112% közötti mértékben növelte a kukorica termésmennyiségét a kontroll parcellákhoz képest.

Kulcsszavak: kukorica, nitrogéntrágyázás, tápanyag-utánpótlás, tartamkísérlet

Results of a water and nutrient management (N dose) long-term experiment

¹J. NAGY – ¹B. GOMBOS – ²L. HADÁSZI – ¹CS. BOJTOR

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Foods Sciences and Environmental Management, Institute of Land Use, Engineering and Precision Farming Technology, Debrecen

²KITE Zrt., Nádudvar

Summary

The results of the field experiments provide a stable orientation basis for the continuous, broad development of agriculture. The long-term complex fertilisation experiment established in 1983 at the University of Debrecen's Látókép Experiment Site provides a unique opportunity to compare the nutrient responses of maize genotypes between non-fertilised control plots and five increasing nitrogen application rates in both irrigated and non-irrigated experimental conditions. Based on many years of experimental results, we found statistically proven yield enhancing effects of all nitrogen fertilisation levels. Nitrogen utilisation efficiency was highest at the 60 kg/ha treatment, resulting in 45.8% higher yields. Evaluating the irrigated experimental version, we found that optimal water supply resulted in an increase in yield stability for both the control and increasing nitrogen doses, with less measurable seasonal variability in yield, with a yield increase of 0.49–2.58 t/ha. The effect of irrigation in increasing crop stability was also reflected in fertiliser use efficiency. On average, 120 kg nitrogen/ha increased maize yield by 62–105% and 180 kg nitrogen/ha by 57–112% compared to control plots.

Keywords: maize, nitrogen fertilisation, nutrient supplementation, long-term experiment

Bevezetés

A mezőgazdaság folyamatos műszaki – agrotechnikai – genetikai fejlődése nem valósulhat meg stabil alapok nélkül, amelyek megbízhatóságot és egyben igazodási pontot is jelentenek a fejlesztések irányvonalainak meghatározásához. Ezen fejlesztések szempontjából orientációs pontoknak tekinthetők azok a szántóföldi tartamkísérletek, amelyek több éve/évtizede azonos helyen és agrotechnikával, meghatározott szempontok mellett teszik lehetővé az új genotípusok vizsgálatát és értékelését (Nagy 2007).

A kukorica klimatikus és edafikus igényeinek ismerete elsődleges jelentőségű a nagy mennyiségű és jó minőségű termés eléréséhez (Nyéki et al. 2017). A környezeti stresszfaktorok közül képesek vagyunk csökkenteni az aszály és a tápanyaghiány okozta negatív hatásokat – megfelelő tápanyagutánpótlás és öntözés önálló vagy együttes alkalmazásával (Bennett et al. 1989).

A kukorica optimális tápanyag-ellátottsága a növényi növekedés és fejlődés szempontjából létfontosságú tápanyagok – például nitrogén, foszfor, kálium, magnézium és mikroelemek – rendelkezésre állásától függ. Ezek a tápanyagok meghatározó szerepet játszanak az anyagcserében, a sejtosztódásban és a fotoszintézisben, így közvetlen hatást gyakorolnak a kukorica terméshozamára és minőségére (Riedell 2010, Széles et al. 2019).

A megfelelő tápanyag-ellátottság mellett a növény vízigényének kielégítése képes meghatározni a termés mennyiségét és minőségét. A vízhiány mint abiotikus stresszhatás csökkent tápelemtranszportot eredményezhet a növényekben, ezáltal közvetve csökkentve a szervesanyag-akkumulációt (Cakir 2004). A megfelelő öntözési technikák és vízgazdálkodási módszerek hatékony alkalmazásával hozzájárulhatunk az stresszhatások csökkentéséhez, az optimális vízellátottság fenntartásához és a terméshozam maximalizálásához (Tollenaar és Lee 2002).

A szántóföldi víz- és tápanyag-gazdálkodási tartamkísérlet sokéves eredményei sikerrel járulhatnak hozzá az egyes új kukorica genotípusok termőhely-specifikus műtrágyázási technológiájának fejlesztéséhez, a tápanyag- és vízellátottsági optimumszintek meghatározásához.

Anyag és módszer

Termőhely jellemzése

A Debreceni Egyetem Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén 1983-ban Prof. Dr. Nagy János által alapított komplex trágyázási tartamkísérletben 40 év azonos tápanyag-gazdálkodási technológiájának tartamhatását tudjuk vizsgálni és értékelni. A kísérlet ezáltal unikális lehetőséget teremt az egyes kukorica genotípusok tápanyag-reakcióinak összehasonlítására a nem műtrágyázott kontroll parcellák és az öt növekvő nitrogén-ellátottsági dózis között, öntözött és nem öntözött kísérleti változatban, amely a hagyományos, kisebb hatóanyag-tartalmú, valamint az intenzív nitrogéntrágyázási technológiák vizsgálatára egyaránt lehetőséget ad (1. ábra).

A kísérleti terület agrotechnológiája hagyományos, forgatásos alpművelésre épülő talajművelési rendszerből áll. A kísérleti terület foszfor- és kálium-trágyázása ősszel, az egyes kezeléseknél megfelelő nitrogéntrágyázás kijuttatása pedig tavasszal, vetést megelőzően történik, precíziós, parcellaszintű kijuttatási technológia mentén, kontroll, valamint öt növekvő nitrogéndózis kialakításával (1. táblázat).

Meteorológiai adatok

Az éghajlati vizsgálatához az Országos Meteorológiai Szolgálat debreceni homogenizált hőmérséklet és csapadék adatsorait használtuk. A szervezet honlapján szabadon elérhető, letölthető az 1901–2022 időszak napi felbontású adatbázisa, melyből az utolsó 40 évet vontuk be a vizsgálatokba. (Meteorológiai Adattár, OMSZ):

- csapadék napi összege,
- napi minimumhőmérséklet,
- napi maximumhőmérséklet,
- napi középhőmérséklet.

A mérések ebben az időszakban végig a várostól délre elhelyezkedő repülőtéren folytak (É.sz.: 47°30', K.h. 21°38', 107 mBf.). Az adatsorok a jelenlegi helyzethez igazítva homogenizáltak, a mérési körülmények változásából fakadó inhomogenitások kiszűrésre kerültek.

1. ábra. A multifaktoriális trágyázási tartamkísérlés térbeli elrendezése (Debrecen-Látókép)

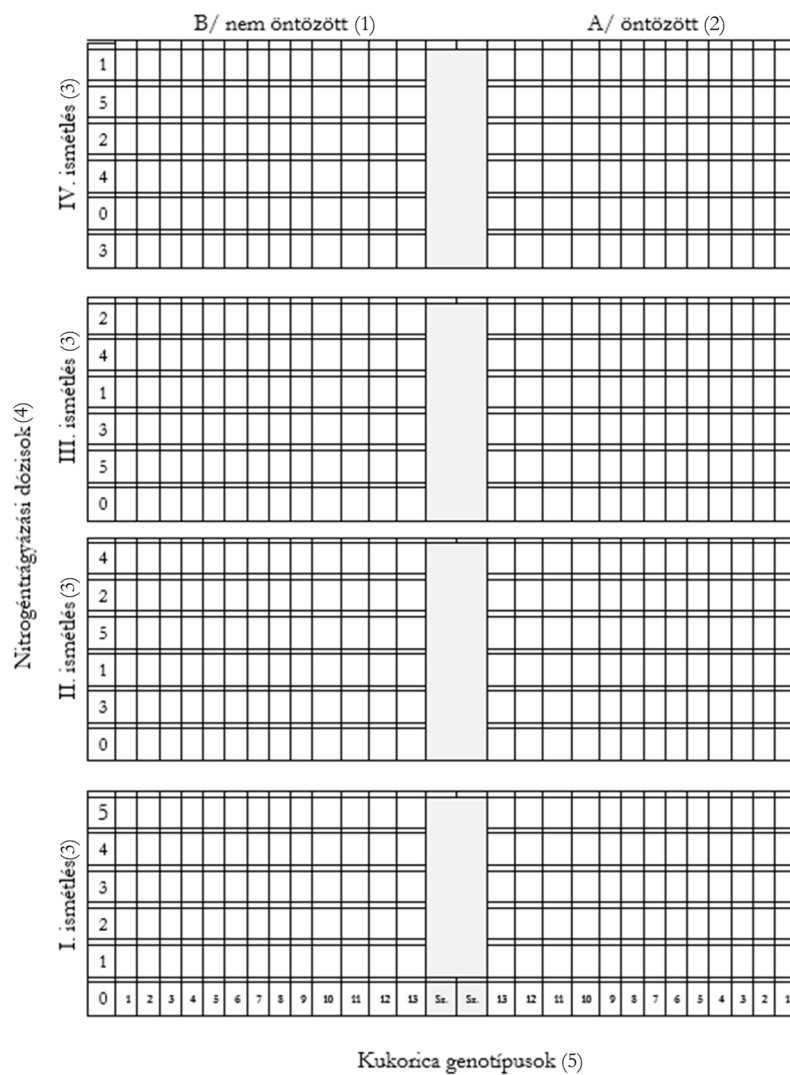


Figure 1. Spatial arrangement of the multifactorial long-term fertilisation experiment (Debrecen-Látókép). (1) B/non-irrigated, (2) A/irrigated, (3) Replicate, (4) Nitrogen fertilisation doses, (5) Maize genotypes

1. táblázat. *A multifaktoriális trágyázási tartamkísérlet műtrágyadózisai (Debrecen-Látókép)*

Kezelés (1)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Összesen (kg/ha)
0	-	-	-	-
1	60	184	216	460
2	120	184	216	520
3	180	184	216	580
4	240	184	216	640
5	300	184	216	700

Table 1. Fertiliser doses in the multifactorial long-term fertilisation experiment (Debrecen-Látókép) (1) Treatment

A Debrecen-Repülőtér mérőállomáson az évi középhőmérséklet 11,0 °C, az éves csapadékösszeg 543 mm az 1991–2020 időszak átlagában. A leghidegebb hónap a január (-0,8 °C), legmelegebb a július (21,9 °C). A legkevesebb csapadék január-március időszakban, a legtöbb május-július hónapokban hullik (január 24 mm, július 68 mm) (*2. táblázat*).

2. táblázat. *A havi középhőmérséklet (T) és csapadékösszeg (Cs) 30 éves átlagai (1991–2020) Debrecenben*

	Hónapok (1)											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
T (°C)	-0,8	0,9	5,8	11,9	16,8	20,3	21,9	21,8	16,5	11,0	5,6	0,5
Cs (mm)	24	32	30	45	59	67	68	46	47	41	41	42

Table 2. Average monthly temperature and precipitation in Debrecen (1991–2020). (1) Months

A kutatásunk során vizsgáltuk a Debrecenben az elmúlt 40 év (1983–2022) április–október időszakában végbement hőmérsékleti változásokat. A trendvizsgálatot a következő paraméterek vonatkozásában végeztük el:

- havi középhőmérsékletek (április, május, június, július, augusztus, szeptember, október);
- napi minimum hőmérsékletek havi átlagai (április, május, június, július, augusztus, szeptember, október);
- napi maximum hőmérsékletek havi átlagai (április, május, június, július, augusztus, szeptember, október).

A nem-paraméteres Mann-Kendall statisztikai tesztet alkalmaztuk (*Mann* 1945, *Kendall* 1975), ami széleskörűen elterjedt meteorológiai idősorok trendvizsgálatában – mind csapadék, mind hőmérséklet vonatkozásában. A nem-paraméteres próbák esetében a normális eloszlás nem feltétel, továbbá kevésbé érzékenyek a kiugró értékekre. Ezen robosztus módszer előfeltétele mindössze az adatok függetlensége. A kapcsolódó a Sen's slope Estimator minden adatként kiszámolja a meredekség értékét (m_{ij}), és ezek mediánja adja a lineáris trend meredekségének (Q) becslését:

$$m_{ij} = (Y_j - Y_i) / (j - i)$$
$$Q = \text{medián}(m_{ij})$$

ahol: Y_j és Y_i a meteorológiai változó értéke $t=j$, illetve $t=i$ időpontban ($j > i$), és $i=1, \dots, n-1, j=2, \dots, n, n$: a minta elemszáma.

Kutatásunkban az adatfeldolgozás első lépéseként a napi felbontású adatbázis alapján Excel táblázatkezelő segítségével előállítottuk a vizsgálandó havi adatsorainkat az 1983–2022 időszakra. A trendvizsgálathoz a Finn Meteorológiai Intézet által kifejlesztett MAKESENS (FMI) Excel makrót használtuk (*Salmi et al.* 2002). A meredekséget – mint a trendérték időegységre eső változását – a könnyebb értelmezhetőség kedvéért a hőmérsékleti értékek esetében °C/10 év egységekben adtuk meg. A MAKESENS négy szignifikanciaszint teljesülését vizsgálta a Z teszt statisztika segítségével (α : 0,1; 0,05; 0,01 és 0,001; kétoldali teszttel).

Terméseredmények mérése

A kísérleti parcellák betakarítása SR2010 (Sampo Rosenlew Ltd., Pori, Finnország) parcellakombájnnal történik. A betakarítógép integrált, kalibrált

mérlege által történik a parcella termésmennyiségének meghatározása, amely a parcella területének és tőszámának ismeretében kerül átszámításra üzemi méretre.

A statisztikai vizsgálatokat Minitab (Minitab LLC., Pennsylvania, USA) statisztikai szoftverekkel végeztük. Az eltérő nitrogéntrágyázás, öntözés és évjárat önálló és együttes hatásainak vizsgálatára egy- és többtényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, majd pedig az egyes értékek közötti szignifikáns különbségeket Tukey-féle HSD szignifikancia teszttel határoztuk meg. Az eredmények grafikus megjelenítése Ms Excel 365 szoftverrel történt.

Eredmények

Agrometeorológiai eredmények

Az 1983–2022 időszakban a havi középhőmérséklet május kivételével minden vizsgált hónapban emelkedő tendenciát mutat (3. táblázat). A melegedés a nyári hónapokban szignifikáns.

Az áprilisi középhőmérsékletben kismértékű emelkedés figyelhető meg (0,17 °C/10 év), de a trend nem szignifikáns. Míg a maximumok 0,44 °C/10 év mértékű növekvő trendet mutatnak, addig a minimum hőmérsékletek áprilisi átlagban alig változtak.

A 40 éves időszak májusi hőmérsékleti viszonyaiban nem mutatható ki trendszerű változás. A nyári hónapokban minden paraméter esetében igazolódott az emelkedő trend. Különösen júniusban és augusztusban nőtt a hőmérséklet, a középhőmérsékletben 0,90 és 0,70 °C/10 év, a minimumok havi átlagában 0,78 és 0,58 °C/10 év, míg a maximumok havi átlagában 0,98 és 0,83 °C/10 év emelkedés figyelhető meg. Júliusban a melegedés valamivel kisebb mértékű volt, a középhőmérséklet 10 évenként 0,44 °C emelkedést mutatott. A maximum hőmérsékletek mindhárom nyári hónapban nagyobb mértékben emelkedtek, mint a minimumok.

A szeptemberi és az októberi tendenciák igen hasonlóak. A minimum hőmérsékletek 0,46, illetve 0,42 °C/10 év mértékű szignifikáns növekedést mutatnak. A havi középhőmérséklet és a maximumok átlaga is 0,3 °C körüli értékkel növekedett 10 évre vonatkoztatva, de ezen trendek nem szignifikánsak.

3. táblázat. A havi hőmérsékleti trendek Debrecenben az 1983–2022 közötti időszakban (°C/10 év)

Hónapok (1)	Középhőmérséklet (2)	Minimum hőmérséklet (3)	Maximum hőmérséklet (4)
Április (5)	0,17	0,10	0,44
Május (6)	-0,02	-0,03	0,11
Június (7)	0,90***	0,78***	0,98***
Július (8)	0,44*	0,46**	0,61*
Augusztus (9)	0,70***	0,58***	0,83**
Szeptember (10)	0,32	0,46*	0,34
Október (11)	0,30	0,42*	0,31

Megjegyzés: szignifikancia szintek - *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; + $p < 0,1$ (Mann-Kendall teszt, Sen's estimator).

Table 3. Monthly temperature trends in Debrecen for the period 1983–2022 (°C/10 years). (1) Months, (2) Mean temperature, (3) Minimum temperature, (4) Maximum temperature, (5) April, (6) May, (7) June, (8) July, (9) August, (10) September, (11) October, Note: significance levels - *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; + $p < 0.1$ (Mann-Kendall Trend Test, Sen's estimator).

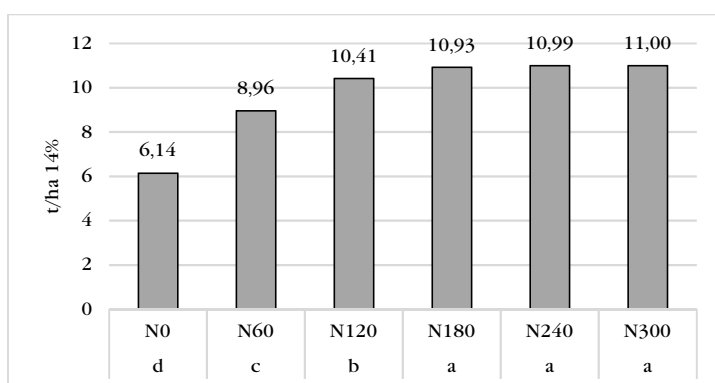
Terméseredmények

A kísérlet sokéves eredményei alapján megállapítottuk valamennyi nitrogéntrágyázási szint statisztikailag igazolt termésmenővelő hatását. A 300 kg/ha nitrogéndózis növelte a termést a legnagyobb mértékben, azonban a nitrogén hasznosítási hatékonysága elsődlegesen a 60 kg/ha kezelésben érvényesült, amely 45,8%-kal nagyobb termésmennyiséget okozott. A 180 és 300 kg/ha közötti kezelések között statisztikailag igazolható különbség nem figyelhető meg, valamint a 120 kg/ha kezeléshez képest szignifikáns, ugyanakkor minösszesen 0,52 t/ha terméstöbbletet eredményezett a többlet nitrogénműtrágya ráfordítás (2. ábra).

A műtrágyázás-öntözés kölcsönhatásának értékelése alapján igazoltuk a két tényező szinergista termésmenővelő hatását, amelyben az öntözés 8–26%-ban volt képest növelni a termés mennyiségét - a műtrágya hatásaival összhangban. A kontroll terméshozamát 0,5 t/ha mértékben növelte, ezáltal kijelenthető, hogy tápanyag-kijuttatás nélküli öntözéssel nincs lehetőség érdemi terméstöbbletet elérni. Ezzel szemben a növekvő műtrágyázás mellett

21–26% terméshozadást mértünk, amely a tápanyag- és vízellátottság együttes kedvező hatását bizonyította (3. ábra).

2. ábra. *Eltérő nitrogéntrágyázás hatása a kukorica termésmennyiségére (Debrecen-Látókép)*



Megjegyzés: az eltérő betűvel jelzett értékek egymástól statisztikailag különböznek.

Figure 2. The effect of different nitrogen fertilisation on maize yields (Debrecen-Látókép). Note: values with different lettering are statistically different from each other.

3. ábra. *A nitrogéntrágyázás és az öntözés terméshozadékos hatása (Debrecen-Látókép)*

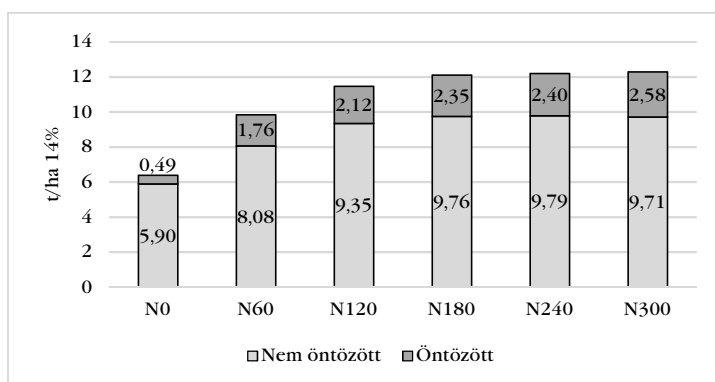


Figure 3. Effect of nitrogen fertilisation and irrigation on crop production (Debrecen-Látókép) (1) Non-irrigated, (2) Irrigated

A tartamkísérlet fennállásának 40 éve során számos különböző agroklímikus sajátosságokkal jellemezhető évjárat kukoricatermesztésre gyakorolt hatásait lehet vizsgálni (4. ábra). Az üzemi átlagos termesztéstechnológia műtrágyadózisának hatásvizsgálatához a 120 kg/ha N dózist értékeltük. Ez alapján megállapítottuk, hogy az egyes évek között jelentős, 6,89 t/ha termésmennyiség különbség is lehet, amely 93%-kal magasabb termésmennyiséget jelent. Az egyes évek összehasonlítása alapján a vizsgált periódusban egyenlő mértékben voltak jelen a kimagasló (12 t/ha felett), valamint az alacsonyabb (10 t/ha alatt) évek (12-12 évjárat), emellett pedig az évek 40%-a közepes, 10-12 t/ha közötti termésmennyiséggel volt jellemezhető, amely jól jellemzi a termőhely üzemi termesztéstechnológiával elérhető átlagos termésszintjét.

4. ábra. Üzemi nitrogéntrágyázási szint (120 kg/ha N) hosszú idősoros hatása a kukorica termésmennyiségére (Debrecen-Látókép, 1979–2021)

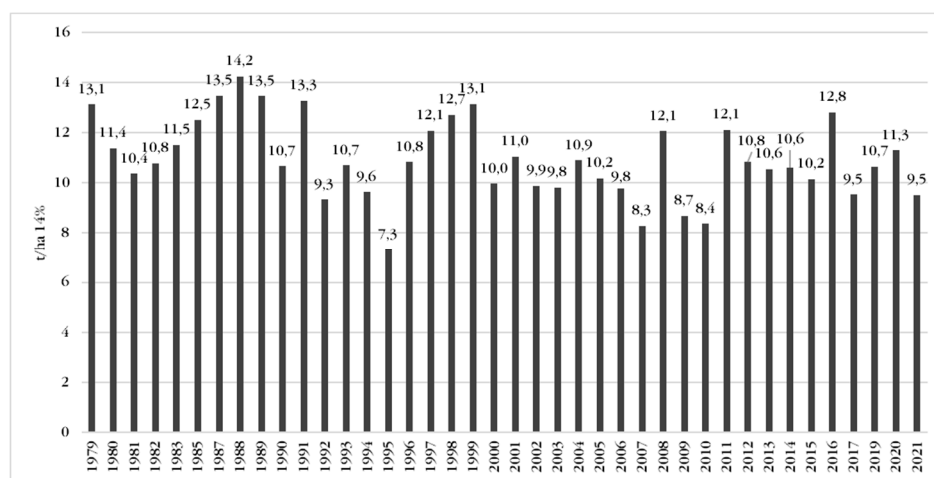


Figure 4. Long time series effect of farm nitrogen fertilisation level (120 kg N/ha) on maize yield (Debrecen-Látókép, 1979–2021)

A 40 év egy szűkebb szakaszát, a 2011–2021 közötti időszakot nem öntözött és öntözött kísérleti változatban egyaránt értékelve megállapítottuk, hogy öntözés nélküli termesztéstechnológia esetén az időjárási jellemzők a nem műtrágyázott kontroll parcellák termésmennyiségének stabilitását, valamint a kijuttatott műtrágya termésmennyiségének hatását egyaránt nagymértékben

befolyásolták. A vizsgált évek során nagymértékű, 66%-os eltérést mértünk a kontroll, 56%-os eltérést a 120 kg/ha dózis, valamint 46% eltérést a 180 kg/ha műtrágyadózis szélsőértékei között, amely igazolja az évjáratok nagymértékű, termésmennyiségben megmutatkozó heterogenitását.

A műtrágyázás termésmenővelő hatása hasonlóan változott, 120 kg/ha műtrágyadózis kijuttatásával évjáratától függően 35–108%-os, 180 kg/ha dózissal pedig 42–131 % közötti termésmenővedést értünk el, amely igazolja a nitrogén hasznosulási hatékonyságának más környezeti tényezőkkel történő összefüggését. A két vizsgált műtrágyadózis között érdemi termésmenővedés egyedül a 2020-as évben volt, +1,31 t/ha többletet eredményezve (5. ábra).

5. ábra. Évjáratok sajátosságok a nitrogéntrágyázás termésmenővelő hatásában nem öntözött állományban (Debrecen-Látókép, 2011–2021)

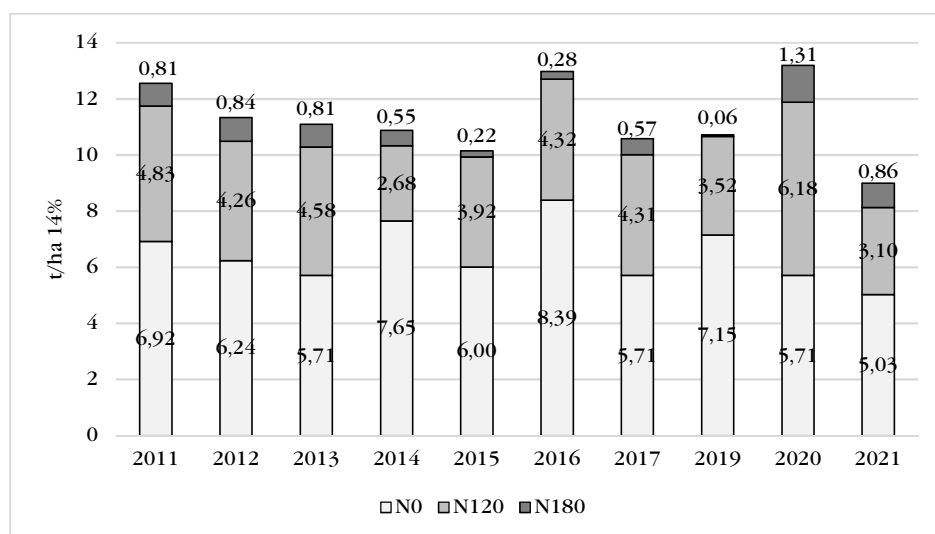


Figure 5. Crop year variation in the yield enhancing effect of nitrogen fertilisation in the non-irrigated stand (Debrecen-Látókép, 2011–2021)

Az öntözött kísérleti változatot értékelve megállapítottuk, hogy az optimális vízellátottság a kontroll, valamint a növekvő nitrogéndózisok esetében egyaránt termésstabilitást növelő hatást eredményezett, kisebb mérhető évjáratok változékonysággal a termésmennyiségben. Az egyes vizsgált évek között a kontroll parcellákban

44%, a 120 kg/ha nitrogéndózis esetében 29%, a 180 kg/ha dózisonál pedig 32% különbséget mértünk a termés mennyiségi szélsőértékei között. Az öntözés termesztési stabilitást növelő hatása a műtrágya hasznosítási hatékonyságában egyaránt megmutatkozott. A 120 kg/ha nitrogéndózis átlagosan 62–105%-kal, a 180 kg/ha nitrogéndózis pedig 57–112% mértékben növelte a kukorica termésmennyiségét a kontroll parcellákhoz képest. Az öntözés hatásával összhangban a vizsgált évek közül háromban is érdemi, +1,36 t/ha, +1,28 t/ha és +1,33 t/ha termésmenyekeedés volt a 180 kg/ha nitrogéndózis hatására a 120 kg/ha N kezeléshez képest (6. ábra).

6. ábra. Évjáratí sajátosságok a nitrogéntrágyázás termésmenyevelő hatásában öntözött állományban (Debrecen-Látókép, 2011–2021)

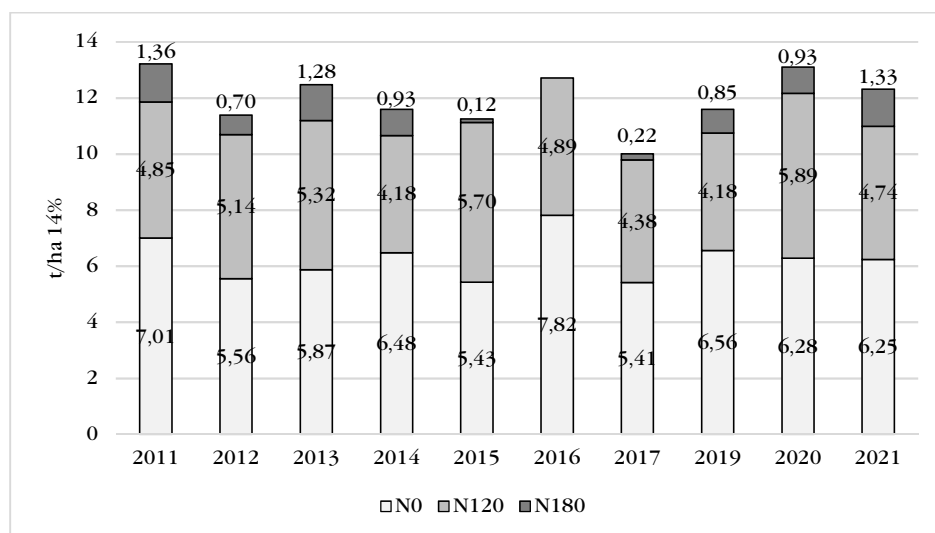


Figure 6. Crop year variation in the yield enhancing effect of nitrogen fertilisation in the irrigated stand (Debrecen-Látókép, 2011–2021)

Megjegyzés

Az NPK-tartamkísérletek eredményei a *Növénytermelés* c. folyóirat soron következő, 2023. decemberi számban jelennek meg.

Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NKTA-32 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

- Bennett, J. M.–Mutti, L. S. M.–Rao, P. S. C.–Jones, J. W.:* 1989. Interactive effects of nitrogen and water stresses on biomass accumulation, nitrogen uptake, and seed yield of maize. *Field Crops Research*. 19. 4: 297–311.
- Cakir, R.:* 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*. 89. 1: 1–16.
- Kendall, M. G.:* 1975. *Rank Correlation Methods*, Charles Griffin, London.
- Kim, D. H.–Yoo, C.–Kim, T. W.:* 2011. Application of spatial EOF and multivariate time series model for evaluating agricultural drought vulnerability in Korea. *Advances in Water Resources*. 34. 3: 340–350.
- Mann, H. B.:* 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 13: 245–259.
- Nagy J.:* 2007. *Kukoricatermesztés*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 42–276.
- Nyéki, A.–Milics, G.–Kovács, A. J.–Neményi, M.:* 2017. Effects of Soil Compaction on Cereal Yield: A Review. *Cereal Res. Commun.* 45. 1: 1–22.
- Riedell, W. E.:* 2010. Mineral-nutrient synergism and dilution responses to nitrogen fertilizer in field-grown maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 173. 6: 869–874.
- Salmi, T.–Määttä, A.–Anttila, P.–Ruoho-Airola, T.–Amnell, T.:* 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates MAKESENS - The excel template application. Finnish Meteorological Institute. Helsinki.
- Széles, A.–Nagy, J.–Rátonyi, T.–Harsányi, E.:* 2019. Effect of differential fertilisation treatments on maize hybrid quality and performance under environmental stress condition in Hungary. *Maydica*. 64. 2: 1–14.
- Tollenaar, M.–Lee, E. A.:* 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Research*. 75. 2–3: 161–169.

A tartamkísérletek eredményeiből jelen cikk szerzőinek közreműködésével megjelent legújabb publikációk jegyzéke az 57–62. oldalon található.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Nagy János – Dr. Gombos Béla – *Dr. Bojtor Csaba
Debreceni Egyetem MÉK
Földhasznosítási, Műszaki és Precíziós Technológiai Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032
*bojtor.csaba@agr.unideb.hu

Hadászi László
KITE Zrt. Innovációs Főigazgatóság
Nádudvar
Bem József u. 1.
H-4181

