

## Az évjárat és agrotechnikai tényezők hatása különböző éréscsoportú Limagrain kukorica hibridek termésére

Bogdán Imre

Limagrain Central Europe SE, Budaörs  
imre.bogdan@limagrain.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző éréscsoportú Limagrain kukorica hibridek vizsgálatát a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Látóképi Kísérleti Telepén, középkötött mészelepedékes csernozjom talajon, 2001–2007 között több tényező szántóföldi tartamkísérletben végeztem. A műtrágyaadagok: 1 N:0,75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:0,88 K<sub>2</sub>O konstans arányú NPK dózisok. A nitrogén alapdózis 30 kg/ha. A műtrágyázás nélküli kontroll mellett ennek 1, 2, 3, 4, és 5-szörös dózisait alkalmaztuk. A szántóföldi tartamkísérlet nem öntözött és öntözött változatban van beállítva.

A tanulmány célja egyrészt az volt, hogy elemezzük a csapadék (környezeti tényező), másrészt értékeljük a műtrágyázás és az öntözés (agrotechnikai tényezők) termésre gyakorolt hatását különböző éréscsoportú kukoricánál. Ugyanakkor vizsgáltam a tényezők interakciójának hatását a kukorica termésére.

A Limagrain hibridek termését elemezve megállapítható, hogy az évjáratok nagymértékben befolyásolták a termés alakulását. Száraz években 1,351 t/ha-ral volt kevesebb a termés, mint a csapadékos években. A tápanyagellátás hatására növekedett a termés, statisztikailag igazolt legnagyobb érték 90 kg N/ha kezelésnél volt. Az éréscsoportok elemzése során megállapítható, hogy a FAO 300-as éréscsoport ért el magasabb termésszintet.

Nem öntözött körülmények között a vizsgált hét év átlagában 60 kg N/ha műtrágya-kezelés elegendő volt a maximális termés eléréséhez. A műtrágyázás hatékonysága a termésre vonatkozóan az öntözött változatban növekedett, 120 kg N/ha kezelés biztosította a megbízható termésmennyiséget.

Öntözés nélkül a FAO 200-as éréscsoport eredményéhez viszonyítva a FAO számok növekedésével minden esetben növekedés következett be. Ez a növekedés legerőteljesebben a FAO 300-as éréscsoportnál jelentkezett (3,562 t/ha). Öntözés hatására a FAO 400-as éréscsoport termése tért el (+2,720 t/ha) a legnagyobb mértékben a FAO 200-as éréscsoporttól.

**Kulcsszavak:** kukorica, műtrágyázás, öntözés, éréscsoportok

### SUMMARY

The Limagrain maize hybrids in different maturity groups were examined at the Látókép Experimental Station of the Centre of Agricultural Sciences and Engineering, University of Debrecen on a calcareous chernozem soil with loam texture, between 2001 and 2007 in a multifactorial long-term field trial. Doses of fertilizers: 1 N:0.75 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:0.88 K<sub>2</sub>O fixed proportion of NPK doses. The basic dose of nitrogen is 30 kg ha<sup>-1</sup>. The application of fertilization was 1, 2, 3, 4, and 5 times more than the basic dose, beside of untreated control. The long-term field trial is performed in none irrigated and in irrigated version.

The goal of the study was to analyze the effect of precipitation (environment factor) in one hand, and to evaluate the effect of fertilization and irrigation (agrotechnical factors) on the yield of maize hybrids in different maturity groups in the other hand. At the same time I studied the effect of interaction of different factors on the yield of maize.

Analysis the yield of Limagrain hybrids revealed: the years considerably affected the level of the yield. In dry years the yield was 1.351 t ha<sup>-1</sup> less, than in rainy years. As the effect of fertilization the yield increased, the statistically proved biggest increment was at level of 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Evaluating the maturity groups, FAO 300 hybrids reached higher level of yield.

In non irrigated conditions in the average of the seven years 60 kg N ha<sup>-1</sup> was sufficient to reach the maximum yield. The efficiency of fertilization on yield in irrigated version increased, 120 kg N ha<sup>-1</sup> assured the reliable level of yield.

Without irrigation in comparison to the results of FAO 200 group, with the growth of FAO numbers the yield is increasing in all cases. The most significant increase was at FAO 300 (3.562 t ha<sup>-1</sup>).

With irrigation the greatest difference in yield was in FAO 400 (+2.720 t ha<sup>-1</sup>) compared to FAO 200.

**Keywords:** maize, fertilization, irrigation, FAO groups

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A termelés legnagyobb kockázati tényezője az éghajlat nagyfokú változékonysága. A tenyészidőszak alatt bekövetkező 1–2 °C-os hőmérsékletemelkedés is jelentős terméscsökkenést eredményezhet. A magasabb hőmérséklet csökkentheti és esetleg meg is állíthatja a fotoszintézist és a növények beporzását, ami kiszáradáshoz vezethet. A légköri széndioxid-koncentráció megemelkedése vezethet a terméshozamok emelkedéséhez, azonban a legfontosabb növényfajtáknál a magasabb hőmérséklet káros hatása nagyobb, mint a hozamnövelő hatás (Lester és Brown, 2008).

A termesztés szempontjából a csapadék alapvető meghatározó tényező. A csapadék változékonysága, egyenlőtlen eloszlása káros hatású lehet, ugyanis a növény teljes pusztulását is okozhatja (Varga-Haszonits, 2005). Az utóbbi száz évben jelentősen megnőtt az aszályos és a túlzottan csapadékos évek száma. Mindkettő károsan befolyásolja a szántóföldi növénytermesztést, és annak tervezhetőségét. A csapadékelátottság jelentős romlását emeli ki Bocz (2001) is. Láng (1976) és Márton (2002) felhívták a figyelmet az időjárás termés meghatározó szerepére. Meghatározó tényezőnek tulajdonította Berényi (1956) is a csapadék mennyiségét, eredményei bizonyították, hogy a természetes vízellátottság 55–75%-ban határozta meg a termések nagyságát.

Kukorica hibridek tizenhét éves terméssorának felhasználásával vizsgálta az évjárat hatását a trágyázás hatékonyságára (Nagy, 2011). Megállapította, hogy a műtrágyázás a tenyészidőszakban lehullott csapadék hasznosulását nagyobb mértékben javította, mint a téli félévben lehullottat. Árendás (2006) szerint a trágyázás az a tényező, amelynek a segítségével jelentősen mér-

sékelhető a változó évjáratok okozta mennyiségi és minőségi eltérések. Száraz években az alacsonyabb műtrágyadózisnak nagyobb a stabilitása, csapadékos években pedig a nagyobb műtrágyadózisnak (Berzsenyi és Gyórfy, 1997; Ványiné et al., 2012b). Mérsékelt száraz évben közepes vagy jó a műtrágyahatás, ilyen körülmények között a P-, K-ellátásnak a jelentősége nagy, mert csökken a vízhiány-stressz.

A tápelemek hiánya és túlzott bősége fokozza az aszályérzékenységet (Ruzsányi, 1996). Az optimális N-ellátás jelentősen hozzájárul a csövenkénti szemszám, kismértékben az ezerszemtömeg megnövekedéséhez (Bocz és Nagy, 1981). A nitrogén a növények fehérjeszintézisének alapelve, a vegetációs fejlődés során az összes vegetatív és generatív termésre közvetlen vagy közvetett hatással van. A nitrogén-ellátottság befolyásolja legnagyobb mértékben a kukorica hozamát és minőségét (Nagy, 2007; Nagy, 2010). N-hiány esetében kisebb a kukorica növényben a szárazanyag akkumuláció és lassú a szárazanyag felhalmozódás dinamikája (Hanway és Russell, 1969). Megfelelő N-ellátással elősegíthető a kukorica levélterületének kezdeti gyors növekedése, hosszabb ideig fenntartható az optimális LAI érték és kedvező a harvest index értéke (Anderson et al., 1985; Berzsenyi, 1988), megnő az állomány magassága, asszimilációs felülete, így a növény több sugárzási energia fogadására képes és megváltozik a transzspiráció is (Anda, 1987).

A víz hiánya stresszállapotot okoz a növényben, a sztomák bezáródnak és az asszimiláció leáll (Anda és Borucs, 1997), csökken a fotoszintetikus aktivitás, és a tápanyagfelvétel intenzívebbé válik (Debreczeni et al., 2004; Ványiné és Nagy, 2012; Ványiné et al., 2012a). Az évjárat jelentőségét állapította meg Kovács (1982), ugyanis a kritikus években a környezeti tényezők és a fajtreakciók sokkal jelentősebbek, mint a műtrágyakezelések. Pintér (1979), Marton et al. (2005) és Széll (2008) szerint a különböző tenyészidejű hibridek fejlődésére a különböző évjáratok környezeti tényezői eltérően hatnak.

Elégtelen természetes vízellátottságnál az öntözés a növényállomány életébe történő leghatékonyabb beavatkozás (Nagy 2007), öntözéssel azonban a talaj nedvességtartalmát csak addig kell növelni, hogy a természetes csapadék pótlására és a káros víztöbblet elkerülhető legyen (Szalóki, 1989). Öntözés terméstöbbletét az évjárat jellege alapvetően meghatározza. Csapadékos évjáratban öntözéshatást nem lehet kimutatni.

Az öntözés és a műtrágyázás kölcsönhatását számos kutató vizsgálta (Posza, 1979; Szöke Molnár és Szalóki, 1984; Pepó et al., 2007; Vad et al., 2007) igazolták, hogy az öntözés növeli a műtrágyázás hatékonyságát. Láng (1971) szoros összefüggést talált a műtrágya-hasznosulás és a növény vízellátása között. A műtrágyák érvényesülése függ az agroökológiai feltételektől is (Láng, 1981; Hepp, 1989).

A tanulmány célja egyrészt az volt, hogy elemezem a csapadék (környezeti tényező), másrészt értékeljem a műtrágyázás és az öntözés (agrotechnikai tényezők) termésre gyakorolt hatását különböző érés csoportú kukoricánál. Ugyanakkor vizsgáltam a tényezők interakciójának hatását a kukorica termésére.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának Látóképi Kísérleti Telepén közép-kötött mészlepedékes csernozjom talajon beállított több tényezős tartamkísérletben 7 év (2001–2007) figyelembevételével végeztem.

A műtrágyakezelések: az alapdózis 30 kg N/ha, 23 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 27 kg K<sub>2</sub>O/ha, és ennek 1, 2, 3, 4, és 5-szörös dózisa voltak, műtrágyázás nélküli kontroll mellett. A műtrágyák teljes mennyisége összességel lett kijuttatva. A kísérlet elrendezése sávós, egymásra keresztbe elhelyezve a hibridek és a műtrágyakezelések négy ismétlésben. A növényesűrűség 70 ezer növény/ha. A kijuttatott öntözővíz mennyiségét a 1. táblázat mutatja. Az öntözést 2001–2004 között NADIR típusú 75 cm-es osztású csepegtető öntözőberendezéssel, 2005-től Valmont típusú lineár öntözőberendezéssel végeztük.

1. táblázat

Öntözővíz mennyisége és kijuttatásának időpontja (Debrecen, 2001–2007)

Öntözés időpontja(1)	Öntözővíz mennyiség (mm)(2)
2001. augusztus 06–10.	75
2002. július. 01.	150
2002. július 06.	87
2003. június 16.	45
2003. június 26.	40
2004. június 08.	25
2004. július 07.	25
2005. június 29.	30
2006. július 13.	25
2006. július 26.	25
2007. április 27.	25
2007. május 16.	30
2007. június 10.	30
2007. június 26.	25

Table 1: Quantity and application date of irrigation water; (Debrecen, 2001–2007)

Date of irrigation(1), Quantity of irrigation water (mm)(2)

A kísérletet közép-kötött mészlepedékes csernozjom talajon végeztük el. A 2008-ban végzett talajvizsgálati eredmények alapján a talaj átlagos pHKCl értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A fizikai talajféleség közép kötött vályog. A talaj felső (20 cm) rétegében az Arany-féle kötöttségi szám 43. A talajban lévő vízben oldható sók (anionok és kationok) össz-tartalma 0,05% (kis sótartalmú talaj). A szén-savas mésztartalom a talaj felső 80 cm-ben 0% (mészhiányos), de 100 cm-től 160 cm-ig fokozatosan emelkedik, és eléri a 11%-ot (közepesen meszes). A talaj szervesanyag-tartalma a talaj felső 20 cm-es rétegben 2,4%, a 120 cm-es mélységében nem haladja meg az 1,0%-ot. A talaj nitrogén és kálium szintje jó, P-tartalma közepes.

Az Egyetem Kutató Telepén a környezeti paramétereket automata adatgyűjtő-állomás folyamatosan méri és rögzíti. Hat másodpercenként mérik, 0,5, 1 és 2 m magasságban a levegő hőmérsékletét (°C), relatív pá-

ratartalmát (%), a talaj hőmérsékletét ( $^{\circ}\text{C}$ ) öt-, huszonöt és ötven cm-es mélységben, valamint a beérkező sugárzást ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), és a csapadék mennyiségét (mm).

A tenyészedőszakban lehullott csapadék mennyiségének termésre gyakorolt hatását a változók közötti korrelációs koefficiens meghatározásával vizsgáltam. A rendelkezésre álló időjárási adatok alapján hierarchikus klaszteranalízist alkalmazva a vizsgált éveket csoportokra bontottam. Varianciaanalízist használva vizsgáltam, hogy a klaszteranalízis eredményeképpen azonosított két csoport, mint független változó között van-e különbség a termésre gyakorolt hatás szempontjából.

A műtrágyázás kukoricatermesre való hatását a Kruskal-Wallis nemparaméteres próbával vizsgáltam. A kezeléscsoportok közötti eltérések vizsgálatára páronkénti Mann-Whitney U-próbát alkalmaztam, Bonferroni korrekcióval. A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztem.

Elemeztem a száraz, csapadékos évek és a műtrágyakezelések kukoricatermesre gyakorolt együttes hatását. Külön értékeltem a száraz években és a csapadékos években a műtrágyahatások közötti különbségeket, illetve a különböző műtrágyaszinteken a csapadék hatását.

## EREDMÉNYEK

A kísérlet 7 éve alatt az évenkénti termések nagymértékben változtak, amit a varianciaanalízis eredménye is alátámaszt. A vizsgált tényezők közül ugyanis az év hatása ( $\text{MQ}=63,464$ ) a legjelentősebb ( $p<0,001$ ). A legalacsonyabb kukoricatermes 2007-ben volt ( $7,199$  t/ha), a legnagyobb termést ( $10,478$  t/ha) 2004-ben takarítottuk be (1. ábra).

1. ábra: A kukorica termésátlaga száraz és csapadékos években (Debrecen, 2001–2007)

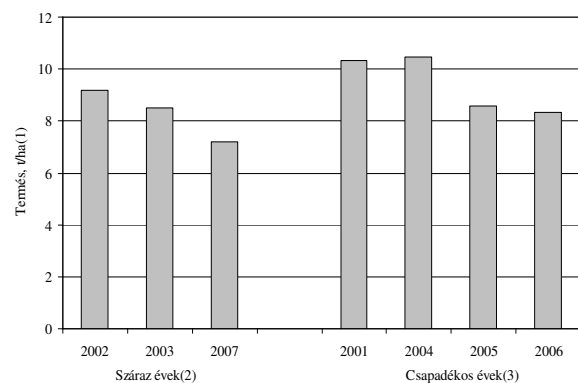


Figure 1: Average maize yield in dry and wet years, (Debrecen, 2001–2007)

Yield, t ha<sup>-1</sup>(1), Dry years(2), Wet years(3)

A tenyészedőszakban lehullott (április-szeptember) átlagos csapadékmennyiség száraz években 253 mm, csapadékos években 393 mm volt. Száraz években a termésátlag  $8,079$  t/ha volt, a csapadék által biztosított vízellátás jelentős mértékben ( $1,351$  t/ha-ral,  $p<0,001$ ) növelte a kukorica termését. A tenyészedőszakban lehullott csapadék minden milliméterére hektáronként száraz években 31 kg, csapadékos években 41 kg szemtermés jutott.

Az adatok varianciaanalízise alapján megállapítható, hogy a műtrágyázás ( $p<0,001$ ), az öntözés ( $p<0,05$ ) és az éréscsoport ( $p<0,001$ ) jelentősen hatott a kukorica termésére. A műtrágyázás átlagos termésmenvelő hatása a nem műtrágyázott kezeléshez viszonyítva  $3,784$  t/ha volt. Az öntözés  $1,611$  t/ha-ral növelte a termést. Az éréscsoportok között a legnagyobb eltérés a FAO 200-as és a FAO 400-as éréscsoportok terméseredménye között volt, a különbség  $2,775$  t/ha.

A varianciaanalízissel értékeltük az évek átlagában külön a nem öntözött és külön az öntözött terméseket. Az öntözés nélküli változatban az MQ érték ( $77,101$ ) alapján az évek környezeti hatásai befolyásolják ( $p<0,001$ ) a legnagyobb mértékben a hibridek termését. Szignifikáns hatása van a műtrágyázásnak ( $p<0,001$ ) és az éréscsoport ( $p<0,001$ ) is befolyásoló tényező. A kölcsönhatások közül a műtrágyázás és az éréscsoport nem volt szignifikáns. Nem öntözött körülmények között a legnagyobb termés 2004-ben ( $11,171$  t/ha), a legalacsonyabb 2007-ben ( $5,463$  t/ha) volt. A műtrágyázás átlagosan  $3,252$  t/ha-ral növelte a termést a nem műtrágyázott kezeléshez képest. A Bonferroni-tesztel igazoltuk, hogy a legnagyobb szemtermése a FAO 300-as ( $8,471$  t/ha) éréscsoportnak volt, azonban szignifikánsan nem különbözött a FAO 400-as ( $7,740$  t/ha) éréscsoporttól. A FAO 200-as éréscsoport termése mind a FAO 300, mind a FAO 400 és a FAO 500 éréscsoport termésétől jelentősen eltért. A FAO 400 és a FAO 500 éréscsoport termése statisztikailag igazolt módon különbözött. A FAO 400-as éréscsoport termése  $1,554$  t/ha-ral volt nagyobb mint a FAO 500-as.

Öntözött körülmények között legnagyobb mértékben a műtrágyázás ( $\text{MQ}=35,699$ ) volt hatással a termés alakulására, majd az éréscsoport és az évek környezeti tényezői hatottak. A kölcsönhatások mindegyike szignifikáns volt. A műtrágyázás termésmenvelő hatása a vizsgált tényezők átlagában  $4,315$  t/ha volt. A FAO 200 hibrid termése volt a legalacsonyabb ( $7,683$  t/ha), és a többi vizsgált hibridhez képest a különbség  $0,1\%$ -os szinten szignifikáns. A FAO 400 éréscsoportnak  $0,933$  t/ha-ral ( $P<0,01$ ) több volt a termése, mint a FAO 300-as éréscsoportnak. A FAO 500-asok termésmennyisége ( $9,874$  t/ha), a FAO 400-as éréscsoportnál  $0,529$  t/ha-ral ( $P<0,05$ ) eredményezett kevesebb termést.

Az öntözés termésre gyakorolt hatásának vizsgálatánál és elemzésénél az állapítható meg, hogy az öntözés a kedvezőtlen csapadékelátottságú években (2002, 2003, 2007) megbízhatóan ( $P<0,001$ ) növelte a kezelések átlagában a termést, míg csapadékos években (2004, 2005) csökkentette ( $P<0,001$ ), és nem volt statisztikailag igazolható hatással 2001 és 2006 években (2. ábra).

Az évenkénti értékelésnél jól látható, hogy a termést alakító tényezők szerepének mértékében az évjárat jelentősen befolyásoló tényező.

2001-ben a kontrolltermés (nem öntözött, nem műtrágyázott) nagysága  $6,510$  t/ha, míg a kísérletben mért legnagyobb termés  $12,937$  t/ha volt. Ebben az évben a vizsgált tényezők közül a műtrágyázás befolyásolta legnagyobb mértékben a termés nagyságát ( $63\%$ ).

2002-ben a kontroll termése  $5,317$  t/ha volt. Ez a termésmennyiség az alkalmazott agrotechnikai tényezők hatására  $12,661$  t/ha-ra növekedett. A műtrágyázás  $60\%$ -ban befolyásolta a termés alakulását, amely  $4,443$  t/ha termésmennyiségnek felelt meg. Az öntözés  $33\%$ -kal

(2,389 t/ha), míg az éréscsoport 7%-kal járult hozzá a termés növekedéséhez.

2. ábra: Az öntözés hatása a Limagrain kukorica hibridek termésére (Debrecen, 2001–2007)

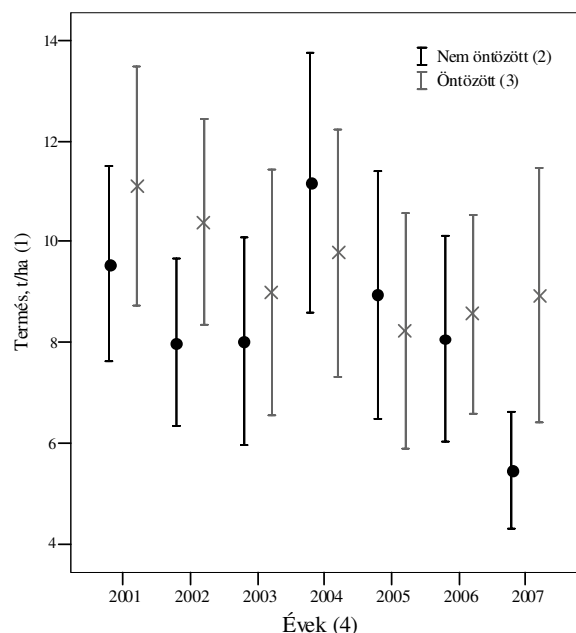


Figure 2: The effect of fertilisation on the yield of Limagrain maize hybrids, (Debrecen, 2001–2007)

Yield, t ha<sup>-1</sup>(1), Non-irrigated(2), Irrigated(3), Years(4)

2003-ban a kontroll termése mindösszesen 4,459 t/ha volt. Ebben az évben a műtrágyázás domináns hatása érvényesült (65%=4,864 t/ha), az öntözés nem érte el a 15%-ot, az éréscsoport hatása a 2002-es évhez viszonyítva növekedett (22%=1,656 t/ha).

A 2004-es és 2005-ös év csapadékos volt, így a vizsgált tényezők termés mennyiségét befolyásoló súlya teljesen eltért az előző évekhez képest. Ezekben az években is érvényesült a műtrágyázás pozitív hatása, azonban az öntözés mindkét évben termésdepressziót okozott.

2006-ban a kontrolltermés nagysága 4,305 t/ha, míg a maximális termés 10,393 t/ha volt. A műtrágyázás hatása ebben az évben is jelentős (78%), míg az öntözés hatása mérsékelt volt (8%=0,488 t/ha), ami az öntözést követő nagyobb mennyiségű csapadékkal magyarázható.

2007-ben az extrém száraz körülmények miatt sajtólagosan alakult a vizsgált tényezők termésre gyakorolt hatása. A kontroll termése a vizsgált évek közül ebben az évben volt a legalacsonyabb (4,249 t/ha). Az öntözés jelentősége 2007-ben volt a legnagyobb, ugyanis az öntözés hatására 3,471 t/ha (52%) volt a termésnövekmény. A műtrágyázás hatása 45%, míg az éréscsoport hatása mérsékelt volt (3%) (3. ábra).

3. ábra: A különböző tényezők termésre gyakorolt hatásának elemzése variancia komponensek felosztásával (Debrecen, 2007)

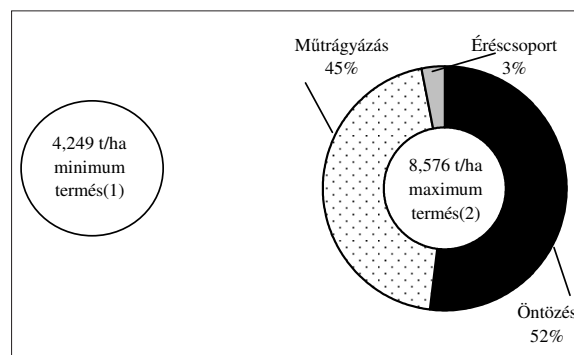


Figure 3: Analysis of the effects of various factors on yield by using variance components (Debrecen, 2007)

Minimum yield(1), Maximum yield(2), Ripening group(3), Fertilisation(4), Irrigation(5)

## KÖVETKEZTETÉSEK

2001–2007 között igen eltérő évjáratokban vizsgáltam a Limagrain kukorica hibridek termésének alakulását. A kísérletben FAO 200, FAO 300, FAO 400 és FAO 500-as éréscsoportok szerepeltek, öt tápanyagszinten (nem műtrágyázott, N30+PK, N60+PK, N90+PK, N120+PK és N150+PK) nem öntözött és öntözött változatban. A kísérleti eredmények bizonyították, hogy a környezeti tényezők nagymértékben befolyásolják a termés alakulását. Csapadékos években szignifikánsan nagyobb termés eredményt lehetett realizálni, mint száraz években. A műtrágyák hasznosulása is eltért a különböző években. Csapadékszegény években alacsonyabb, csapadékos években magasabb műtrágya kijuttatása volt indokolt.

## IRODALOM

- Anda A. (1987): A kukorica néhány sugárzás, hő- és vízháztartási komponensének alakulása a N-ellátottság függvényében. Növénytermelés. 36. 3: 161–170.
- Anda A.–Burucs Z. (1997): A növény és víz kapcsolata a talaj–növény–légtér rendszerben. MKM támogatásával megjelent szakkönyv. PATE GMK Nyomdája. Keszthely. 141.
- Anderson, F.L.–Kamprath, F.J.–Moll, R.H. (1985): Prolificacy and N-fertilizer effects on yield and N utilization in maize. Crop Sci. 25: 598–602.
- Árendás T. (2006): Növénytaplálás új szemlélettel. Gyakorlati Agroforum. 17. 12: 8–10.
- Berényi D. (1956): A cukorrépa termésátlaga és az időjárási elemek közötti összefüggés. Acta Univ. Debr. L. Kossuth Nyomda. 3: 229–249.
- Berzsenyi, Z. (1988): A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésének és növekedési jellemzőinek dinamikájára. Növénytermelés. 37. 6: 527–540.
- Berzsenyi Z.–Gyórfy B. (1997): Az istállótrágya és a műtrágya hatása a kukorica termésére termésstabilitására monokultúras tartamkísérletben. Növénytermelés. 46. 4: 509–527.

- Bocz E. (2001): Magyarország vízellátottságának romlása. [In: Bocz E. (szerk.) Vízellátottsági és öntözési jelzés.] DATE. Debrecen. 30: 3.
- Bocz E.–Nagy J. (1981): A kukorica víz- és tápanyagellátásának optimalizálása és hatása a termés tömegére. *Növénytermelés*. 30. 6: 539–549.
- Debreczeni, K.–Berecz, K.–Kismányoki, T. (2004): Relationship between rainfall and fertilization in long-term field experiments. *Proceedings of the III. Alps-Adria Scientific workshop*. Dubrovnik. 249–253.
- Hanway, J.J.–Russell, W.A. (1969): Dry-matter accumulations in corn (*Zea mays* L.) plants: Comparisons among single-cross hybrids. *Agron J.* 61: 947–951.
- Hepp F. (1989): Az aszály mérséklésének lehetőségei a szántóföldi növénytermesztésben. *Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete. Martonvásár*.
- Kovács Gy. (1982): A kukorica víz- és tápanyag-dinamikájának kritikus ökofiziológiai kapcsolata. *Növénytermelés*. 31. 4: 355–365.
- Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. *Mezőgazdasági Kiadó. Budapest*.
- Láng G. (1971): Az intenzív műtrágyázás néhány növénytermesztési problémája. *Agrártudományi Közl.* 30: 1–16.
- Láng I. (1981): Beszámoló az agrárökológiai potenciál országos felmérésének eredményeiről. *Agrártudományi Közl.* Budapest. 40: 29–98.
- Lester, R.–Brown, B.B. (2008): *Mobilizing to Save Civilization*. New York. W.W. Norton and Company. Earth Policy Institute.
- Marton L.Cs.–Árendás T.–Bónis O.–Nagy J.–Berzsenyi Z. (2005): A vízellátás hatása a különböző tenésztípusú kukorica hibridek agronómiai tulajdonságaira. *Agro-21 Füzetek*. 41: 95–101.
- Márton L. (2002): Az évhatás elemzése az északkelet-magyarországi, nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérletben. A természetes csapadék és a tápanyagellátottság hatása a burgonya (*Solanum tuberosum* L.) termésére. *Növénytermelés*. 51. 1: 71–87.
- 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.
- Pepó P.–Zsombik L.–Vad A.–Berényi S. (2007): A kritikus agrotechnikai tényezők elemzése a kukoricatermesztésben. *Agrofórum Extra*. 17: 5–6.
- Pintér L. (1979): Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek alkalmazkodóképességének alakulása hazai ökológiai viszonyok között. *Növénytermelés*. 28. 3: 213–216.
- Posza I. (1979): Az időjárás és az öntözés hatása a műtrágya érvényesülésére. [In: Bajai J. (szerk.) *Kukoricatermesztési kísérletek 1968–1974.*] Akadémiai Kiadó. Budapest. 375–384.
- Ruzsányi L. (1996): Az aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. [In: Cselötei L.–Harnos Zs. (szerk.) *Éghajlat, időjárás, aszály II. Az aszálykár enyhítésének lehetőségei.*] KÉE. Budapest. 5–48.
- Szalóki S. (1989): A növények vízigénye, vízhasznosítása és öntözővíz-szükséglete. [In: Szalai Gy. (szerk.) *Az öntözés gyakorlati kézikönyve.*] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 100–154.
- Széll E. (2008): Az évjárat és a műtrágyázás hatása a kukorica és a búza termésére. *Agrofórum Extra*. 22: 34–36.
- Szöke Molnár L.–Szalóki S. (1984): A vízhiány megítélése, számszerűsítése és hatása a hozamra. A melioráció, öntözés és tápanyag-gazdálkodás. 2: 26–32.
- Vad, A.–Zsombik, L.–Szabó, A.–Pepó, P. (2007): Critical crop management factors in sustainable maize (*Zea mays* L.) production. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 1253–1256.
- 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.
- Varga-Haszonits Z. (2005): Az éghajlat változékonysága és az agro-ökoszisztémák. *Agro-21 füzetek*. 41: 29–37.

