

Kutatási eredmények alkalmazása a precíziós kukoricatermesztésben

Nagy János – Ványiné Széles Adrienn

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen
nagyjanos@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok látóképi kísérleti telepén mészlepedékes csernozjom talajon több, mint 30 éve tartamkísérletben vizsgáljuk a növénytermesztési tényezők hatását a kukorica termésére. A kutatás célja a műtrágyázás, a talajművelés, a növénysszám, a genotípus és az öntözés hatásának értékelése. A vizsgált időszak adatbázisában szereplő adatok elemzése lehetővé teszi a kukorica termésének és a növénytermesztési tényezők, valamint az évjárat hatásának értékelését, illetve a közöttük fennálló kapcsolatok és kölcsönhatások megbízható vizsgálatát.

A talajművelési változatokat vizsgálva megállapítottuk, hogy az őszi szántás eredményezte a legnagyobb termést, azonban hatása lényegesen eltért az öntözés nélküli és az öntözött változatokban. A sávós talajművelés bevezetése vizsgálataink alapján a kedvező talajállapotú, tömör rétegektől mentes területeken, periodikus alkalmazása (pl. sávós – sávós – szántás – lazítás) indokolt.

Aszályos évjáratokban a kisebb, átlagos vagy átlagot meghaladó csapadék-ellátottságú években nagyobb növénysszámok alkalmazása kedvezőbb volt. Szárazságra hajló viszonyok között, de különösen több, egymást követő száraz évben, a kisebb, legfeljebb hektáronkénti 60 ezres növénysszám használata javasolható. Kedvező vízellátottság esetén a 70–80 ezres növénysszám-tartomány használata megalapozott.

A műtrágyázás termésmenővelő hatása mind öntözés nélküli, mind öntözött körülmények között megbízható, azonban öntözés nélküli változatban lényegesen mérsékelt volt.

A gyomboritottság mértékét az elővetemény jelentősen befolyásolta. Kedvező elővetemény (búza) után lényegesen kisebb volt a gyomboritottság, mint kedvezőtlen elővetemény (kukorica) után. Azonos elővetemény (kukorica) esetében a gyomosodás mértékét az évjárat jellege, a vízellátottság mértéke jelentős mértékben meghatározta.

Az öntözés önmagában nem elegendő, ugyanis amennyiben ez nem párosult intenzív tápanyag-gazdálkodással, a hozamok visszaeséséhez vezetett.

A kutatás, fejlesztés és innováció eredményei hozzájárulnak ahhoz a technológiai módszerhez, amely lehetőség biztosít a helyi igényekhez igazodó vetőmag, műtrágya, növényvédő szer differenciált kijuttatására, a műveletek módjának táblán belüli változtatására.

Kulcsszavak: kukorica, talajművelés, műtrágyázás, növénysszám, öntözés

SUMMARY

The effect of crop production factors on maize yield are examined on chernozem soil in a more than 30 year old long-term experiment on the Látókép Experiment Site of the Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences of the University of Debrecen. The aim of research is to evaluate the effect of fertilisation, cultivation, plant number, genotype and irrigation. The analysis of the data in the database of the examined period makes it possible to evaluate the effect of maize yield, as well as that of the crop production factors and the crop year, while the correlations and interactions between these factors were also examined.

During the examination of the cultivation treatments, it was concluded that the highest yield was obtained as a result of autumn ploughing, but its effect largely differs in the irrigated and the non-irrigated treatments. Based on our examinations, strip cultivation should be applied periodically (e.g. strip – strip – ploughing – loosening) in areas with favourable soil conditions free from compacted layers.

In years with smaller, average precipitation supply or when the precipitation was higher than average, higher plant numbers were more favourable. Under drier conditions, but especially in several consecutively dry years, a lower plant number can be recommended which is not higher than 60 thousand per hectare. In the case of favourable water supply, 70-80 thousand plants per hectare can be used.

The yield increasing effect of fertilisation was significant in the case of both non-irrigated and irrigated conditions, but it was much more moderate in the non-irrigated treatment.

The extent of weed coverage was significantly affected by the previous crop. In the case of a favourable previous crop (wheat), the weed coverage was significantly lower than after an unfavourable previous crop (maize). In the case of the same previous crop (maize), the extent of weed coverage was mostly determined by the crop year and the extent of precipitation supply.

Irrigation is not enough in itself, because if it was not accompanied by intensive nutrient management, yields started to decline.

The results of research, development and innovation contributed to the technological method which makes it possible to apply locally adjusted sowing seed, fertiliser and pesticide in a differentiated way, as well as to change the method of operations within the given plot.

Keywords: maize, cultivation, fertilisation, plant density, irrigation

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A klímaváltozás kihívásokat állít a világ agrártermelésével szemben (IAASTD, 2008; Godfray et al., 2010). Gyakoribbak a szárazabb és csapadékosabb időszakok, egyre nagyobb a szélsőséges időjárás előfordulási valószínűsége akár egy éven vagy egy tenyészidőszakon belül is. A helyzetet fokozza, hogy 15 éven belül hétről nyolc milliárdra emelkedik a Föld népessége. A világ lakosságának élelmezése szempontjából fontos és elkerülhetetlen a termelés növelése, amely növekvő öntözővíz mennyiséggel, és növekvő növények által felvehető ásványi trágyázással jár (Yang et al., 2006).

A termőhely alapos ismerete azonban minden mezőgazdasági beavatkozás elengedhetetlen feltétele. Egy növénykultúra termésének nagysága genetikai, ökológiai és technológiai tényezők együttesének hatása, amely táblán belül is jelentősen eltérhet a mikro termőhelyi viszonyok függvényében.

A genetikai haladás évente átlagosan egy százalékkal megbízhatóan javítja a termésátlagot (Németh, 1977).

A genetikai háttér és a folyamatosan fejlesztett kukoricatermesztési technológia eredményeként az 1966–70-es évekre kimutatott 3,23 t/ha átlagtermés az 1981–90-es időszakra 5,86 t/ha-ra nőtt. Az 1966–70 és az 1971–75 évek közötti országos termésátlag növekedés évente 94 kg/ha, amely 2,6%-os évi növekedéssel egyenlő (Németh, 1978). Ebből a nemesítés – sok év átlagában – legfeljebb egy százalékkal javíthatja a termésátlagot. Ez számszerűen is bizonyítja a gondos, pontos technológia jelentőségét. A nemesítés csak akkor képes növelni a terméseredményeket, ha annak a köztermesztésben megvan a technológiai háttere.

Az egyes évek időjárásai – még a korszerű természetstechnológiák mellett is – nagy különbségeket hoznak létre az átlagtermések között. A klíma hatása az agroökológiai tényezőkön belül hazánkban mintegy 63%-ra tehető (Ángyán, 1987). Jó vízgazdálkodású talajon azonban az időjárás okozta kockázat lényegesen csökkenthető (Debreczeni, 1969; Várallyay et al., 1980; Györffy, 1988).

A kukorica talajművelési módjainak vizsgálata a hagyományos, nagy energiaigényű eljárásoktól a talajkímélő művelési eljárásokon keresztül a direktvetésig terjed. A talajművelési gyakorlatban mellőzésre ítéltett nagyon sok, ma is alkalmazható klasszikus módszer, így az idejében végzett tarlóhántás, a hántott tarló ápolása, de még az őszi alpművelés is (Györffy és Szabó, 1979; Birkás, 2006; Nagy, 2007; Rátonyi et al., 2003).

Az első tőszámkísérletek (1953) eredményei alapján a növényűrűség hektáronként jelentősen emelkedett, 8, 12, 16, majd 24 ezer tő/ha lett a javasolt tőszám (Berzsenyi-Janosits, 1953; I'só, 1958). Az ötvenes években a kukorica hibridek növényszám optimuma hektáronként 35–40 ezer, a hatvanas években 50 ezer, míg a hetvenes években 55–60 ezer volt (Györffy, 1976, 1979).

A harmonikus tápanyagellátás a jó és a biztonságos termés nélkülözhetetlen alapja. Ismerni kell a talaj laktatóldható P- és K-tartalmát, a növény igényét és ennek alapján kell meghatározni a kijuttatandó műtrágya mennyiségét. A műtrágyák hatékonyságát nagyban befolyásolja a termőhely éghajlata és az adott év időjárása (Várallyay és Németh, 1996; Németh, 2001; Kádár, 2000). Meg kell oldani a táblán belüli eltérő tulajdonságú részterületek egyedi kezeléséhez szükséges műtrágya-kijuttatás technikai, technológiai feltételeit (Láng és Csete, 1992). A táblán belül az egyes részterületek GPS rendszer segítségével bemérhetők, a későbbiekben azonosíthatók, így az eltérő táblarészekről vett talajminták vizsgálata után, a kapott eredmények felhasználásával meghatározható a tápanyag-ellátottság és a szükséges műtrágyamennyiség. A térképek alapján GPS rendszerrel megoldható az eltérő tulajdonságú táblarészek egyedi kezelése (Németh, 2001).

A természetstechnológiai műveleteknek meghatározó szerepe van a kukorica védelmében. A helyesen megválasztott növényi sorrend a talajlakó kártevők kártételét jelentősen csökkentheti. A növény igényeihez igazodó harmonikus tápanyag-utánpótlás növelheti a növények kórokozók és kártevőkkel szembeni ellenálló képességét, ugyanis mérsékli a fritlégy, a kukoricamoly és a levéltetvek kártételét (Bognár et al., 2003; Király, 2005). A foszfor és kálium trágyák igény

szerinti adagolásával a kukorica szárszilárdsága növelhető, ezzel a kukorica szárbetegségekkel, pl. a fuzáriummal szembeni ellenálló képessége megnövekszik. Az optimális növényszám a növényállomány mikroklíma-szabályozásában betöltött szerepe miatt fontos növényvédelmi tényező is. A sűrű növényállomány magasabb mikroklímikus hőmérsékletet és páratartalmat eredményez, ami a kukoricamoly és levéltetűfajok, valamint a kukorica-gyökértetű egyedszámát növelheti (Glits et al., 1997). Különösen az esőztető öntözési módszerrel kijuttatott víz csökkenti a levéltetvek és a fiatal bagolylepke hernyók egyedszámát, ugyanakkor kedvező hatást gyakorol a kukoricabogár fejlődésére és a kórokozók terjedésére. A környezetkímélő indoxakarb hatóanyag öntözéssel történő kijuttatásával (különösen csemegekukorica esetében) a kukoricamoly és a gyapottok-bagolylepke ellen is védekezhetünk (Glits et al., 1997; Balogh et al., 2004; Balogh és Nádasy, 2005).

Az agrometeorológiai adatok alapján az évek 25%-ában volt csak elegendő csapadék az Alföldön, így az évjáratoktól függő terméshozások elkerülése érdekében elengedhetetlenül szükséges a vízhiányt mérséklő öntözés. Továbbra is foglalkozni kell az öntözéssel szembeni lehetőségeinek kutatásával, és ahol a megterülés biztosított, ott szükségképpen növekedhet az öntözéssel szembeni terület (Antal et al., 1972; Cselőtei és Harnos, 1996; Lelkes, 2003; Nagy, 2007).

Számos hazai és nemzetközi tudományos kutatás született az egyes tényezők növénytermesztési hatásának elemzésére, amelyekből a precíziós gazdálkodás szempontjából jelen tanulmányban a fontosabb kutatási eredményeinket tekintjük át a kukorica példáján a teljesség igénye nélkül.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának látóképi kísérleti telepén középkötött mészlepedékes csernozjom talajon beállított több tényezős kísérletben végeztük.

A multifaktoriális tartamkísérlet kétszeresen osztott parcellás (split-split-plot) elrendezésű, a főparcellákon a talajművelési (őszi szántás, tavaszi szántás és tavaszi sekélyművelés) és az öntözési változatok (öntözés nélküli, és öntözött) szerepelnek. Az elsőrendű alparcellákon a kukorica hibridek 50–60–70–80–90 ezer tőszámmal, a másodrendű alparcellákon a műtrágyakezelés (kontroll, 120 N+90 P₂O₅+106 K₂O kg/ha, és 240 N+180 P₂O₅+212 K₂O kg/ha) négy ismétlésben randomizáltan foglal helyet. A parcella mérete 30 m² volt.

A 2008-ban végzett talajvizsgálati eredmények alapján a talaj átlagos pH_{KCl} értéke 6,6 (gyengén savanyú kémhatású), ami a növények tápanyagfelvétele szempontjából optimális. A fizikai talajféleség közepesen kötött vályog. A talaj felső (20 cm) rétegében az Aranyféle 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 1,00%-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 páratartalmát (%), a talaj hőmérsékletét (°C) öt-, huszonöt és ötven cm-es mélységben, valamint a beérkező sugárzást (W/m²), és a csapadék mennyiségét (mm).

Az értékelés módszere: A kezelések termésre gyakorolt hatásának kimutatására általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk (Huzsvai, 2001). A számítás során a négyzetösszegeket a Yates-féle módszerrel határoztuk meg. A kezelés középértékek összehasonlításához meghatároztuk az 5%-os szignifikáns differenciát (SzD_{5%}), valamint többszörös középérték összehasonlító teszttel, Duncan módszerével homogén csoportokat képeztünk. A többszörös összehasonlítás során a konfidencia intervallumokat Bonferroni módszerével korrigáltuk az elsőfajú hiba halmozódásának elkerülése céljából. A homogén csoporton belüli termések 5%-os szignifikancia szint mellett nem különböznek egymástól. A kiértékelést az SPSS for Windows 13.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

EREDMÉNYEK

A globális klímaváltozással együtt járó szélsőséges időjárási körülmények új kihívások elé állítják a növénytermesztőket. A szántóföldi tartamkísérletek vizsgálati eredményei útmutatást adnak, hogy az egyes természetstechnológiai beavatkozások hogyan befolyásolják a növénytermesztés eredményességét, a termésátlagokat és a terméshozamot.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centrumának látóképi kísérleti telepén több, mint három évtizede folynak szántóföldi kísérletek. Az Európában egyedülálló és elismert polifaktoriális tartamkísérletünk eredményei lehetővé teszik eltérő évjáratokban a növénytermesztési tényezők (talajművelés, a műtrágyázás, a növényszám, az öntözés és a vetésváltás) hatásának, kölcsönhatásának értékelését.

A tartamkísérlet adatai bizonyítják, hogy az évjáratok okozta időjárási különbségek nagymértékben befolyásolják a termés alakulását. A vetéstől a virágzásig lehullott csapadék, illetve időjárás sokkal meghatározóbb volt, mint a téli félévé. A lehullott csapadék és a potenciális evapotranspiráció ismeretében pontosan előre lehet jelezni a kukorica termését.

A kutatómunka keretében vizsgáltuk a minimális talajművelés alkalmazásának lehetőségeit, amellyel célnünk csökkenteni a taposási kárt és a termelési költségeket. A kukorica számára az őszi szántás biztosította a legmegfelelőbb feltételeket. A termés hektáronként egy tonnával (12%-kal) megbízhatóan nagyobb volt, mint a tavaszi sekélyművelésnél (1. ábra). Az alapművelés hatása a termésre évjáratonként eltérő volt és nagymértékben függött a vízellátottságtól. Az őszi szántás terméshozamát – műtrágyázás nélkül – a tavaszi sekélyműveléshez képest 1,4–2,3 t/ha, a műtrágyázott kezelésekben ettől nagyobb mértékben, átlagosan 2,8–3,3 t/ha-ral növelte a termést.

Az öntözés hatása – a talajművelési változatokban – a természetes vízellátottságtól függően nagymértékben

differenciált. Legnagyobb az öntözéshatás az őszi szántásban, az évek átlagában 2,87 t/ha. A tavaszi sekélyművelés – csernozjom talajon – öntözéses termesztésben nem ajánlható. Az öntözés hatása megbízható a tavaszi szántásban is, termesztésben nagy kockázattal jár ezért a gyakorlatban csak nagy körültekintéssel ajánlható.

1. ábra: Talajművelés hatása a kukorica hibridek termésére (Debrecen 1990–2010)

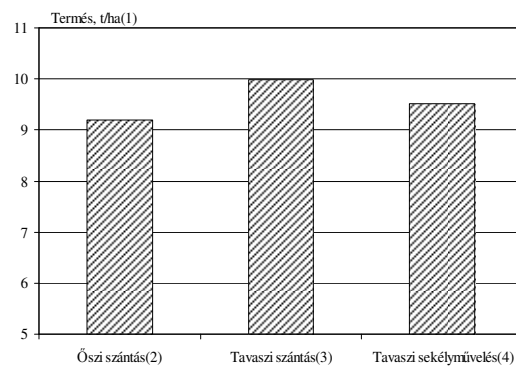


Figure 1: The effect of cultivation on maize hybrid yield (Debrecen 1990–2010)

Yield t ha⁻¹(1), Winter ploughing(2), Spring ploughing(3) Spring shallow cultivation(4)

A precíziós talajművelés kidolgozásának érdekében üzemi kísérletekben vizsgáltuk a sávok talajművelés talajszerkezetre, talajtömörödéssre gyakorolt hatását. Az eredmények bizonyítják, hogy a középkötött és a kötött talajokon a sávok művelő eszközökkel nagyobb területteljesítmény és alacsonyabb gázolaj-fogyasztás érhető el, a szántásos és lazításos alapművelési módoknál (Sulyok et al., 2011; KITE Zrt., 2012).

Értékelésünk alapján – figyelembe véve a vizsgált évek eredményeit – a hektáronkénti 70 ezer növényszám bizonyult a legjobbnak. A növényszám műtrágyázás nélkül vagy kisadagú műtrágya-felhasználás esetén maximuma hektáronként 60 ezer volt. A nagyobb növényszámok esetén – műtrágyázás nélkül – átlagos csapadékelátottságú években 2–12%-kal, aszályos években 3–14%-kal kevesebb volt a termés. 120 kg N/ha műtrágyadózis használat mellett az optimális növényszám hektáronként 70–80 ezer. A hektáronkénti 240 kg N műtrágyadózis és a 90 ezer növényszám alkalmazása azonban nagy kockázattal jár, ezért nem javasolható.

A növényszám hatása a vízellátottság mértékétől függően évenként eltérő volt. Őszi szántásban hektáronként 60–80 ezer növényszám volt a legkedvezőbb. Aszályos évjáratokban a kisebb, átlagos csapadékelátottságú években a nagyobb növényszám indokolt. A tavaszi szántás hátránya aszályos években a terméseredményekben is mérhető módon megmutatkozott. Amennyiben a tavaszi szántás elkerülhetetlen a maximum hektáronként 70 ezer növényszám alkalmazható, száraz években ebben a talajelőkészítési változatban is a kisebb növényszámok javasolhatók.

Öntözés nélkül a 60–70 ezernél magasabb növényszámok 7–14% terméskiesést okoztak. Öntözött állományban a jó termés eléréséhez hektáronként maximum 70–80 ezer közötti növényszám szükséges. Ettől

nagyobb növényszám nem indokolt, mert kísérleteinkben a termés 7–8%-kal kevesebb volt.

Öntözéses kukoricatermesztésben a tápanyagellátottság döntő tényező. Különböző időszakok elemzése alapján megállapítottuk, hogy az öntözéses kezeléseknél a műtrágyázás terméstopplete kiemelkedő, az évek átlagában 4,4 t/ha. Kísérletünkben – az évek átlagában – az öntözés terméstopplete megbízhatóan 2,6 t/ha volt. Kimutattuk, hogy aszályos években a többlet átlagosan 4,5–5 t/ha, átlagos csapadékellátottságú években azonban csak 0,5–1,5 t/ha.

A kukorica gyomszabályozása során problémát jelent, hogy az utóbbi évtizedekben rendkívüli mértékben felszaporodtak a veszélyes, nehezen irtható gyomnövények (selyemmályva, csattanó maszlag, parlagfű, köles fajok, szerbtövis fajok, egyes gyomirtószerek rezisztens biotípusok: disznóparéj, libatop, parlagfű). A gyomborítottság mértékét az elővetemény (búza elővetemény után 7,6–8,4%; kukorica elővetemény után 27,4–35,1%, ill. 52,3–57,4% gyomborítottság a gyomos kontroll kezelésben) jelentősen befolyásolta. Kedvező elővetemény (búza) után lényegesen kisebb volt a gyomborítottság, mint kedvezőtlen elővetemény (kukorica) után. Azonos elővetemény (kukorica) esetében a gyomosodás mértékét az évjárat jellege, a vízellátottság mértéke jelentős mértékben meghatározta. A szárazabb évben a gyomos kontroll kezelésben a gyomborítottság 27,4–35,1%, míg a kedvező vízellátottságú évben jelentősen nagyobb volt a gyomborítottság (52,3–57,4%) (Pepó, 2005).

A herbicidkezelések terméseredményre gyakorolt hatása függött az évjáratról és előveteménytől, ill. azok gyomosodásra gyakorolt hatásától. A mérsékelt gyomborítottságú évben a herbicidkezelések termésnövelő hatása a gyomos kontrollhoz viszonyítva 0–500 kg/ha, a közepes gyomborítottságú 700–2700 kg/ha, az erős gyomborítottságú évben 3200–4200 kg/ha között változott herbicidtől és hibridtől függően (Pepó, 2005).

KÖVETKEZTETÉSEK

A kutatási eredmények szerint a klímátényezők tartós megváltozása jelentősen kihat a kukorica termésére. A klímaváltozás hatásait a termesztési feltételek (tápanyag-, vízellátottság, talajművelés) mérsékelhetik vagy fokozhatják.

Az őszi szántás miután hozzájárult az őszi és téli csapadék befogadásához, tárolásához és a tavaszi talaj-

munkák menetszámának csökkentéséhez biztosította hektáronként a legnagyobb termést.

A talajdegradáció megjelenése, illetve felgyorsulása miatt új és újszerű talajművelési módok szükségesek, amelyeknek előnye a termésmennyiség megtartása, illetve emelkedése mellett jelentős energia- és időráfordítás megtakarítása. Ehhez járul hozzá a sávos talajművelési eljárás, amellyel a szármaradványok döntő része a talajfelszínen marad, ami nagymértékben csökkenti az eróziót és a talaj vízvesztését a szárazabb időszakban.

A növényszám nagymértékben meghatározza a termés alakulását. Az eredmények bizonyítják, hogy az optimális növényszám kialakítását befolyásolja a termőhelyi adottság, az évjárat, a talajművelés minősége, valamint a víz- és tápanyagellátás. Száraz években alacsonyabb, csapadékos vagy öntözött körülmények között a magasabb tőszám indokolt.

A trágyázására különös figyelmet kell fordítani, mivel alacsony tápanyagellátás mellett csökken a termés mennyisége. A túlzott trágyaadagok – elsősorban a nitrogén – rontják minőséget, és a termelési költség növelésén keresztül csökkentik az elérhető jövedelmet.

A gyomirtás a precíziós termesztéstechnológia egyik igen fontos eleme. Amennyiben az állomány nagymértékben elgyomosodott a talajművelés, a trágyázás, a növényszám, az öntözés hatása és hatékonysága nem tud megfelelően érvényesülni.

Az öntözés napjainkban nemcsak jövedelemjavító beavatkozás, hanem azt meghaladó mértékben piaci versenyképességet szolgáló tényező. Az öntözést, annak mértékét és időzítését nem az átlagos termelési szokásokhoz igazodva, hanem pontos meteorológiai adatok és a talaj tényleges vízszolgáltató képességének ismeretében a kukorica fenológiai fázisokhoz igazodó vízigénye alapján kell elvégezni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a Kutatási és Technológiai Alap OM-00210/2008, a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 és a TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projektek támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Ángyán J. (szerk.) (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben – Az agroökológiai körzetek és a területi fejlesztés. Növénytermesztés korszerűen, gazdaságosan – sorozat. Sorozatszerkesztő: Menyhért Zoltán. GATE-KSZE. Gödöllő–Szekszárd.
- Antal E.–Posza I.–Tóth E. (1972): A kukorica öntözésének agrometeorológiai adatai. Időjárás. 5–6.
- Balogh P.–Nádasy M. (2005): Adatok a gyapottok bagolylepke *Helicoverpa armigera* Hübner 1808) biológiájához. XV. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum. 8.
- Balogh, P.–Takács, J.–Nádasy, M.–Takács, A.–Kutas, J. (2004): The ecological study of *Helicoverpa armigera* Hbn. in Hungary. 56th International Symposium on Crop Protection. Ghent. 153.
- Berzsenyi-Janócs L. (1953): Tenyésztés-kísérlet kukoricával. Növénytermelés. 2: 110–115.
- Birkás M. (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bognár S.–Jenser G.–Pénzes B.–Vörös G. (2003): A kártevők elleni védekezés integrált termesztésben. [In: Jenser G. (szerk.) Integrált növényvédelem a kártevők ellen.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Cselőtei L.–Harnos Zs. (1996): Éghajlat, Időjárás, aszály. II. Az aszály enyhítésének lehetőségei. Akadémiai Kiadó. Budapest.

- Debreczeni B. (1969): A műtrágyázás, az öntözés és a talajtípus néhány összefüggése a kukoricatermesztésben. [In: I'só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1965–1968.] Akadémiai Kiadó. Budapest. 423–432.
- Glits M.–Horváth J.–Kuroli G.–Petróczi I. (szerk.) (1997): Növényvédelem. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Godfray, H. C. J.–Beddington, J. R.–Crute, I. R.–Haddad, L.–Lawrence, D.–Muir, J. F.–Pretty, J.–Robinson, S.–Thomas, S. M.–Toulmin, C. (2010): Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327. 5967: 812–818.
- Gyórfy B. (1976): A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*. 35: 239–266.
- Gyórfy B. (1979): Fajta, növényszám- és műtrágyahatás a kukoricatermesztésben. *Agrártudományi Közlemények*. 38: 309–331.
- Gyórfy B. (1988): Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. *Magyar Tudomány*. 4: 249–254.
- Gyórfy B.–Szabó J. L. (1979): A talajművelés optimális mélysége és a no-tillage vizsgálata kukorica monokultúrában. [In: Bajai J. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1968–1974.] Akadémiai Kiadó, Budapest, 186–206.
- Huzsvai L. (2001): Tartamkísérletek kiértékelése új szemzőgből. *Debreceni Egyetem. Agrártudományi Közlemények*. 1: 55–60.
- I'só I. (1958): Országos tenyésztési kísérletek eredményei. [In: I'só I. (szerk.) Kukoricatermesztési kísérletek 1953–1957.] Akadémia Kiadó, Budapest, 205–222.
- IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development) (2008): International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development Global Summary for Decision Makers. http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=About_IAASTD&ItemID=2 (accessed 23.05.08).
- Kádár I. (2000): A kukorica tápelem-felvétele és trágyaigénye. *Agrofórum*. 11. 3: 41–43.
- Király Z. (2005): A modern kutatás-oktatás nemzetközi jellege. [In: Nagy J.–Kovács J. (szerk.) Személyiségek a magyar agráriumban I.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. 115–128.
- KITE Zrt. (2012): Új irányok – innovatív technológiák a KITE-től – AGROmashEXPO. www.kite.hu
- Láng I.–Csete L. (1992): A tápanyag-gazdálkodás. [In: Láng I.–Csete L. (szerk.) Az alkalmazkodó mezőgazdaság.] Agricola Kiadói és Kereskedelmi Kft. Budapest. 83–84.
- Lelkes J. (2003): Öntözni csak precíziós módszerekkel érdemes. *Mezőföldi Agrofórum Kft. Szekszárd. Agrofórum*. 14. 7: 6–8.
- Nagy J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Németh J. (1977): A termőképesebb hibridek előállításának genetikai tartalékai. [In: Bálint A. (szerk.) A kukorica jelene és jövője.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Németh J. (1978): Kukoricanevelés ma. Feladatok és eredmények Szegeden. *Magyar Mezőgazdaság*. 33. 39: 13–14.
- Németh T. (2001): A tápanyag-gazdálkodás szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. [In: Kovács F.–Kovács J.–Banczerowski J.-né (szerk.) Lehetőségek az agrártermelés környezetbarát fejlesztésében.] MTA Agrártudományok Osztálya. Budapest. 106–132.
- Pepó P. (2005): A hibridspecifikus gyomirtás új eredményei a kukoricatermesztésben. [In: Nagy J. (szerk.) Kukoricahibridek adaptációs képessége és terméshibridizációja.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 165–182.
- Ráttonyi T.–Megyes A.–Nagy J. (2003): Talajvédő termesztéstechnológiai rendszerek értékelése. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képességének és terméshibridizációjának javítása.] Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 141–148.
- Sulyok, D.–Ráttonyi, T.–Huzsvai, L.–Ferencsik, S.–Harsányi, E. (2011): Precision farming and economic questions of fertilisation. *Növénytermelés*. 60: 251–254.
- Várallyay Gy.–Németh T. (1996): A fenntartható mezőgazdaság talajtani-agrokémiai alapjai. MTA Agrártudományok Osztályának tájékoztatója. Akadémiai Kiadó. Budapest. 80–92.
- Várallyay Gy.–Szűcs L.–Rajkai K.–Zilahy P.–Murányi A. (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan*. 29: 77–112.
- Yang, S. M.–Li, F. M.–Sou, D. R.–Guo, T. W.–Wang, J. G.–Song, B. L.–Jin, S. L. (2006): Effect of Long-Term Fertilization on Soil Productivity and Nitrate Accumulation in Gansu Oasis. *Agricultural Sciences in China*. 5. 1: 57–67.

