

SZEMLE

Review

A kukoricatermesztés jelene és jövője

NAGY JÁNOS

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Debrecen

Összefoglalás

A kukorica ma a világ egyik jelentősebb kultúrnövénye. Felhasználása is egyre szélesebb skálán történik (takarmány, élelmiszer, olaj, bioetanol, energia).

A világ kukorica termésátlag rangsorában Magyarország a 13. Európában Franciaország és Olaszország után a 3.

A kukorica hazánkban évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett kultúra, vetésterülete stabil, az elmúlt évek átlagában 1,1–1,2 millió ha, azonban az országos termésátlag nagy mértékben ingadozik. 2007-ben az országos átlagtermés az utóbbi évek egyik leggyengébb 3,6 t/ha értéket érte el, az ár 55–58 ezer Ft/t volt. Ugyanakkor 2008-ban az országos termésátlag 7,6 t/ha volt, az ár azonban rendkívül alacsony 18–20 ezer Ft/ha között változott, ami sok esetben az önköltséget sem fedezte. Ekkora rekordmennyiséget (8,5 millió tonna) a hazai piac nem képes felvenni, az export lehetőségei viszont logisztikai okokból behatároltak. Közép és hosszútávon megfelelő, versenyképes agrárlogisztikai és feldolgozó ipari fejlesztés nélkül komoly gondok várhatók a kukorica piacán. Olyan rendszer megalkotása szükséges, amely egyaránt figyelembe veszi, és hatékony intézkedésekkel biztosítja a takarmányszükségletet, ipari igényeket, a fölös mennyiségek tárolását és felhasználását.

A gazdaságos kukoricatermesztésnek számos feltétele van, amelyek egy része független a gazdálkodótól, más része függ a termelő által használt termesztés technológiától.

Ezért az adott ökológiai viszonyokhoz legjobban igazodó, kedvező nedvességleadó-képességű hibridek termesztésével, a helyi környezeti adottságokhoz igazított öntözés alkalmazásával, megfelelő vetésváltással, harmonikus tápanyag-visszapótlással, a kukorica igényének megfelelő, víztakarékos talajműveléssel, az optimális növényszám biztosításával, és a jelenleginél hatékonyabb növényvédelemmel növelhetjük a kukorica terméshozadékát. A jövedelmezőség csak az ökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők közötti pozitív interaktív hatások jobb kihasználásával érhető el.

Ezzel párhuzamosan a hazai alternatív felhasználás növekedésének is minden lehetőségét tanulmányozni kell (ipari alapanyagok, bioüzemanyag). Az eredményes gazdálkodásra nem alkalmas termőhelyeken más alternatív földhasznosítás szükséges. A takarmányozási, ipari és étkezési célú felhasználás növelése mellett szükséges a szárítási és szállítási költségek csökkentése, valamint az energiatakarékos talajművelési rendszerek használata.

Kulcsszavak: kukoricatermesztés, öntözés, takarmány, energia

Maize production now and in the future

J. NAGY

University of Debrecen,

Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,

Debrecen

Summary

Today, maize is one of the most important crops in the world. Its range of uses also gets wider (forage, food, oil, bioethanol and energy).

In the worldwide ranking of average yield, Hungary is ranked 13th. In Europe, Hungary is the third, following France and Italy.

In Hungary, maize is being grown on the biggest area for decades, Its sowing area is stable, i.e. 1.1–1.2 million hectares as an average of the most recent years, but the average yield in Hungary in 2007 was one of the lowest (3.6 t ha⁻¹) and the price was 55–58 thousand HUF t⁻¹. At the same time, the average yield was 7.6 t ha⁻¹, but the price was exceptionally low (18–20 thousand HUF ha⁻¹), sometimes this did not even

cover the production cost. The Hungarian market cannot absorb a record yield like this (8.5 million tons), whereas the export opportunities are limited for market and logistic reasons. Without an adequate agricultural logistics concept/development, which is competitive in the medium and long-term, we should expect serious problems on the maize market. We need to create a system that takes forage demand into account and at the same time provides measures to assure the necessary supply, to meet the industrial needs and to provide the storage and use of surplus.

Economic maize production has several requirements, some of which depend on the grower, others depend on the production technology the grower uses. For this reason, we can improve the yield reliability of maize by producing hybrids that adapt the most to the given ecological conditions and that have favourable biomass: water ratios, by using an irrigation system that is adjusted to the local environmental circumstances, by using adequate crop rotation, harmonious nutrient replenishment, water-saving cultivation, and by providing the optimal plant number and crop protection that is more efficient than currently. Profitability can only be reached by a better utilisation of the positive interactive effects between the ecological, biological and agrotechnical factors.

At the same time, one has to study all options for the improvement of the Hungarian alternative product use (industrial raw material, biofuels). In production sites that are not suitable for successful crop production, alternative land uses are needed. Besides the increase of the forage, industrial and food-related use, drying and transport costs also need to be reduced and energy-saving cultivation systems have to be introduced.

Key words: maize production, irrigation, forage, energy

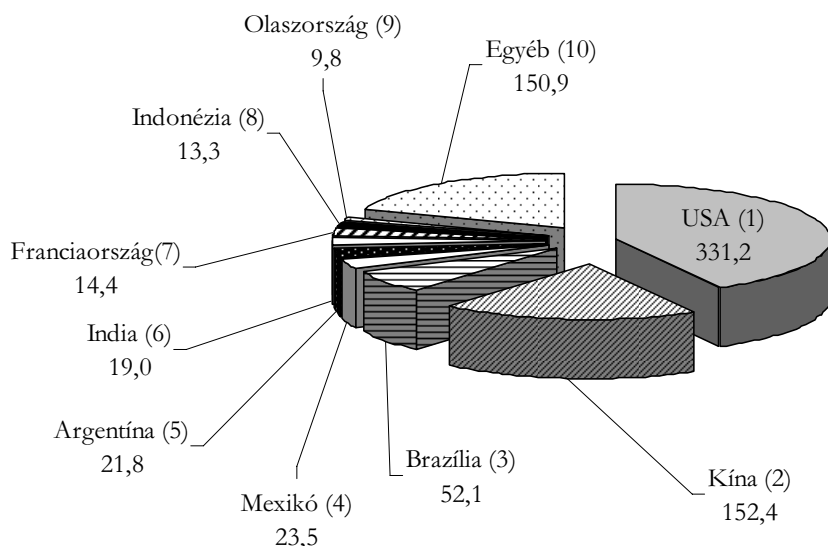
A kukoricatermesztés világgazdasági jelentősége

A kukorica ma a világ lakosságának ételmezésében betöltött alapvető szerepe és a termelésének gyors ütemű növekedése miatt lett a világ egyik legfontosabb kultúrnövénye. A világ kukoricatermelése 1990-ben 483 millió tonna volt, ami 2007-re 788 millió tonnára emelkedett. A termelés 63%-os növekedése a gabonafélék között a legdinamikusabb. Termésátlaga 32%-kal nőtt, de a kontinensek és az országok közötti eltérések igen jelentősek. Ugyanakkor a világon a kukorica termőterülete kisebb mértékben növekedett (9,9%) és a növekedés a kontinensek között kiegyensúlyozott volt. Várhatóan a terméseredmények emelkedését a jövőben sem annyira a termőterületek növekedése,

mint inkább az intenzív technológiák elterjedése, a termésátlagok emelkedése fogja eredményezni.

Az utóbbi években Kína fejlesztette kukoricatermelését a legnagyobb mértékben. 2007-ben 152 millió tonna kukoricát termelt és ezzel az USA után a második lett a rangsorban. Jelentősen növelte a termelést Brazília és Mexikó is. A kukoricatermesztés nagyhatalma, az USA is fontosnak tartotta, hogy az utolsó három évtizedben több mint 100 millió tonnával növelje termelését, így ma 331 millió tonnával a világ termelésének döntő részét adja. Az USA 42%-át, Kína 19%-át, Brazília 6%-át, Mexikó és Argentína 3–3%-át, Franciaország és Olaszország 2–2%-át adja a világtermelésnek (1. ábra).

1. ábra. A világ legjelentősebb kukoricatermelőinek részesedése a világ termeléséből (millió tonna, 2007)



(Saját szerkesztés FAO adatok alapján, 2008)

Figure 1. Distribution of the main maize growers in the worldwide production (million tons, 2007). (1) USA, (2) China, (3) Brazil, (4) Mexico, (5) Argentina, (6) India, (7) France, (8) Indonesia, (9) Italy, (10) Other. (Own edition based on FAO data, 2008)

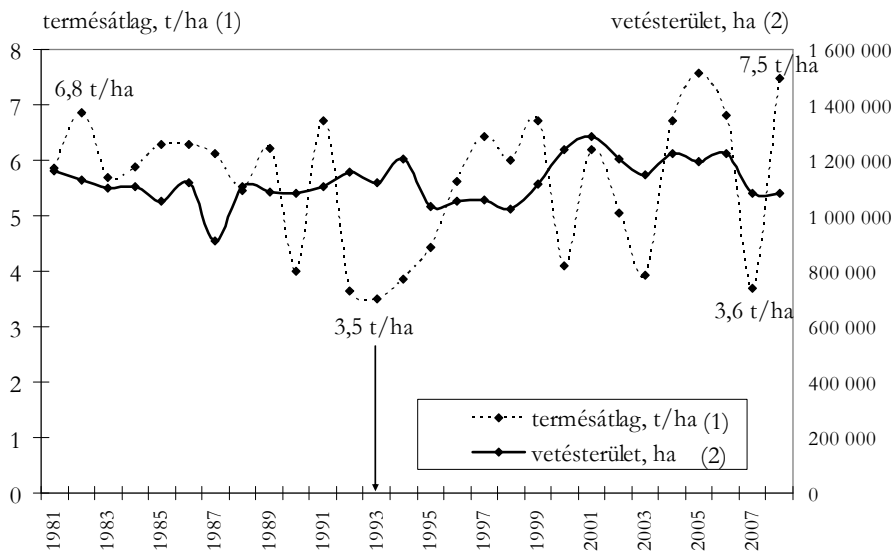
Európában, a kukoricatermesztésben a legnagyobb szerepe Franciaországnak (1,7–1,8 millió hektáron 8–9 t/ha) és Olaszországnak (1,1 millió hektáron 9–10 t/ha) van. Mindkét országban az öntözés is jelentős szerepet játszik a kiemelkedő terméseredmények elérésében.

Magyarország a világ termésátlag rangsorában a 13., az évenkénti termés-átlag-növekedésben 8. helyen van. Az 1 millió hektárnál nagyobb területen kukoricát termeszto országokat értékelve termésátlag tekintetében az 5. helyet foglaljuk el, USA és Franciaország után.

A kukorica ágazat pozíciója Magyarországon az EU csatlakozás után

A kukorica hazánkban évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett kultúra. Vetésterülete stabil, az elmúlt évek átlagában 1,1–1,2 millió ha (2. ábra). A 2005-ös év termése 7,5 t/ha körül alakult. Ezzel szemben 2007-ben az elvetett kukorica közel 14%-a semmisült meg a virágzási időszakban fellépő vízhiány miatt. Az országos átlagtermés az utóbbi évek egyik leggyengébb eredményének számító 3,6 t/ha értéket érte csak el. A kedvező időjárás következtében 2008-ban több mint duplája volt a hektáronkénti átlagtermés (7,5 t/ha) az egy évvel korábbinak.

2. ábra. A kukorica vetésterületének és termésátlagának alakulása Magyarországon (1981–2008)

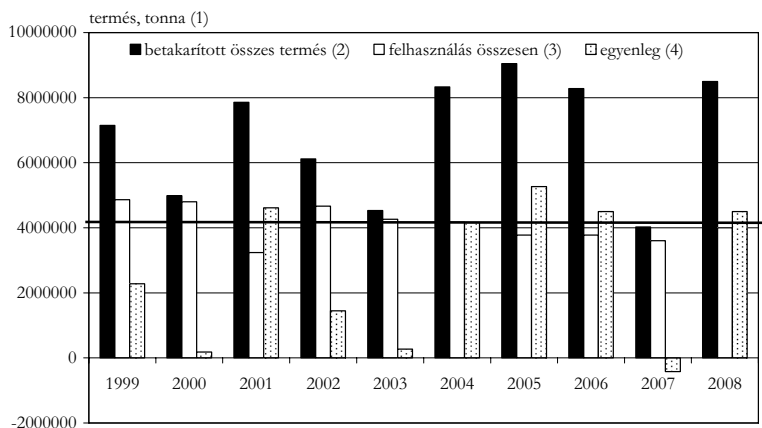


(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2008)

Figure 2. Sowing area and average yield of maize in Hungary (1981–2008). (1) Average yield, t ha⁻¹, (2) Sowing area, ha. (Own figure based on CSO data, 2008)

A rekord, 8,9 millió tonna kukoricatermés az elmúlt évek egyik legnagyobb eredménye. Ekkora mennyiséget a hazai piac nem képes felvenni, az export lehetőségei viszont piaci és logisztikai okokból behatároltak (3. ábra).

3. ábra. Magyarország kukorica termelése és felhasználása (1999–2008)



(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2008)

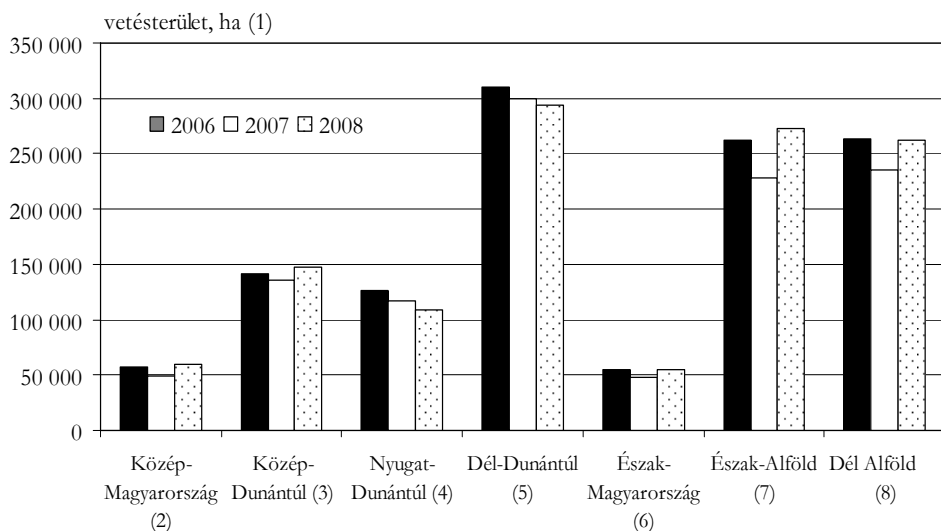
Figure 3. Maize production and use in Hungary (1999–2008). (1) yield, t, (2) Total harvested yield, (3) Total use, (4) Balance. (Own figure based on CSO data, 2008)

A helyzethez hozzátartozik az is, hogy az utóbbi évekhez képest 2008-ban kb. 1 millió tonnával több takarmánybúza termelt, ami mint helyettesítő termék nehezítette a kukorica kedvező áron történő értékesítését. Rontotta az értékesítési lehetőségeket, hogy a hazai 4,5–5 millió tonnás kukorica felesleg komoly versenyhelyzetre számíthatott – a földrajzi közelség miatt és a logisztikai helyzetből adódóan – az ukrán, lengyel, olasz termelők gabonájával szemben. A 2005-ös és 2006-os év termékfeleslegét felszippantó korábbi EU intervenciós felvásárlási rendszerrel sem számolhattunk, mivel a jelentős szigorítások életbe léptetése után az egész EU-ra vonatkoztatva összesen 700 ezer tonna kukorica volt elhelyezhető az erre a célra kialakított raktárakban. A 2008 év kiugróan magas terméshozama, az abrakfogyasztó állatállomány drasztikus csökkenése, és az intervenciós felvásárlás változása miatt a szabadpiaci árak csökkentek. Drámai mértékben emelkedett viszont a termelés input anyagköltsége (műtrágya, üzemanyag), ami megkérdőjelezheti az ágazat nyereségességét.

A régiók tekintetében a kukorica vetésterületének nagysága – az elmúlt három évet figyelembe véve – eltérően alakult. A Dél-dunántúli régió áll az első

helyen és azt követően az Észak-alföldi régióban termesztettek a legnagyobb területen kukoricát. Az Észak-magyarországi régió és a Közép-magyarországi régió kukoricatermesztés szempontjából a régiók közül az utolsó helyek egyikét foglalja el (4. ábra).

4. ábra. A kukorica vetésterületének alakulása a régiókban (2006–2008)



(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2008)

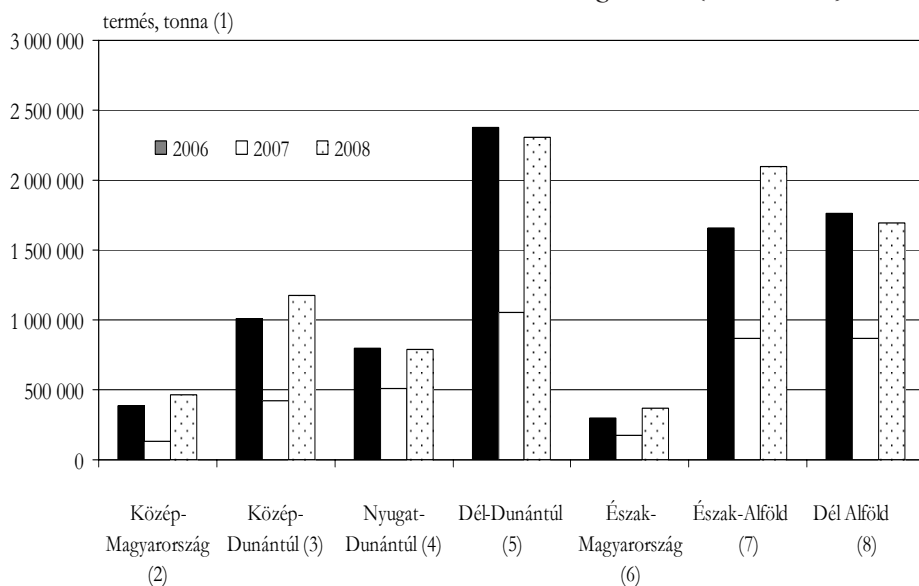
Figure 4. Sowing area of maize in the regions of Hungary (2006–2008). (1) Sowing area, ha, (2) Central Hungary, (3) Central Transdanubia, (4) Western Transdanubia, (5) Southern Transdanubia, (6) Northern Transdanubia, (7) North Great Plain, (8) South Great Plain. (Own figure based on CSO data, 2008)

A legtöbb kukoricát is a Dél-dunántúli régióban takarították be, a legkevesebbet a Közép-magyarországi és az Észak-magyarországi régióban. A 2008-as évben az előző évhez képest a kukorica termésmennyisége valamennyi régióban megduplázódott. A legnagyobb mértékű növekedés a Dél-dunántúli (1 253 454 t) és az Észak-alföldi régióban volt (1 233 675 t) (5. ábra).

A régiók a kukorica termésátlagok tekintetében vegyes képet mutattak. 2006-ban a Dél-dunántúli régió volt az első (7,6 t/ha). A 2007-es igen aszályos évben minden régióban drasztikusan lecsökkent a kukorica termésátlaga. A legszembetűnőbb csökkenést a Közép-magyarországi és a Közép-dunántúli régióban tapasztaltuk. A legnagyobb kukorica termésátlag a Nyugat-dunántúli

régióban volt (4,4 t/ha), ami így is gyengének mondható. 2008-ban a legalacsonyabb átlagtermést a Dél-alföldi régióban (6,4 t/ha), míg a legmagasabbat a Közép-dunántúli régióban (8,0 t/ha) érték el. (6. ábra).

5. ábra. A kukorica termésének alakulása a régiókban (2006–2008)



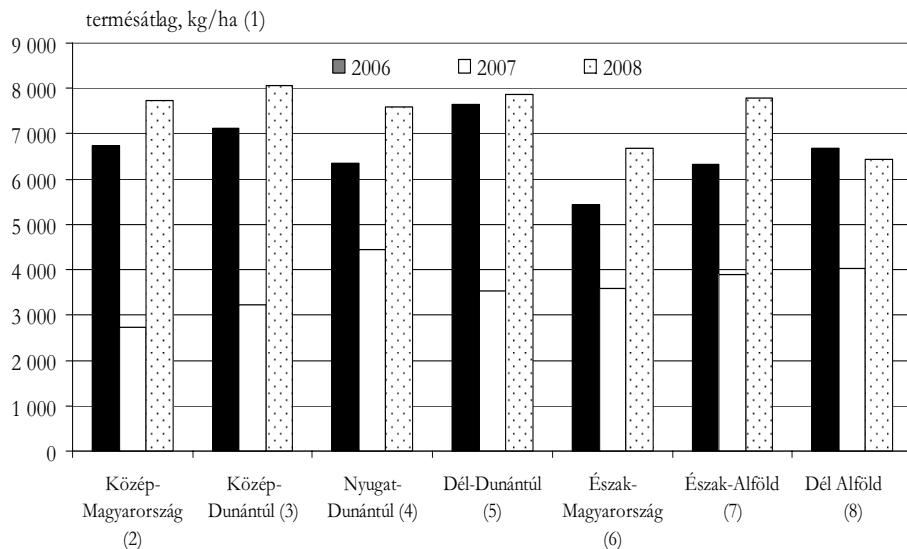
(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2008)

Figure 5. Yield of maize in the regions of Hungary (2006–2008). (1) yield, t, (2) Central Hungary, (3) Central Transdanubia, (4) Western Transdanubia, (5) Southern Transdanubia, (6) Northern Transdanubia, (7) North Great Plain, (8) South Great Plain. (Own figure based on CSO data, 2008)

A kukorica hibridek versenyképessége

Magyarországon az érésidő, termőképesség, termésbiztonság, az alkalmazkodóképesség, a növényszám, szárazságtűrés, szárszilárdság, vízleadás, szemnedvesség-tartalom a kukorica hibridek megválasztásában a legfontosabb szempontok lettek. Ezek határozzák meg a legnagyobb mértékben a kukorica-termesztés jövedelmezőségét. Az elmúlt esztendőkből magas szárítási költségek terhelték a termesztőket. Ennek tükrében ismét előtérbe került a termőhelynek megfelelő érésidejű, jó vízleadású hibridek termesztése (Bersenyi és Dang 2005, Nagy 2006).

6. ábra. A kukorica termésátlaga a régiókban (2006–2008)



(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2008)

Figure 6. Average yield of maize in the regions of Hungary (2006–2008). (1) Average yield, kg ha⁻¹, (2) Central Hungary, (3) Central Transdanubia, (4) Western Transdanubia, (5) Southern Transdanubia, (6) Northern Transdanubia, (7) North Great Plain, (8) South Great Plain. (Own figure based on CSO data, 2008)

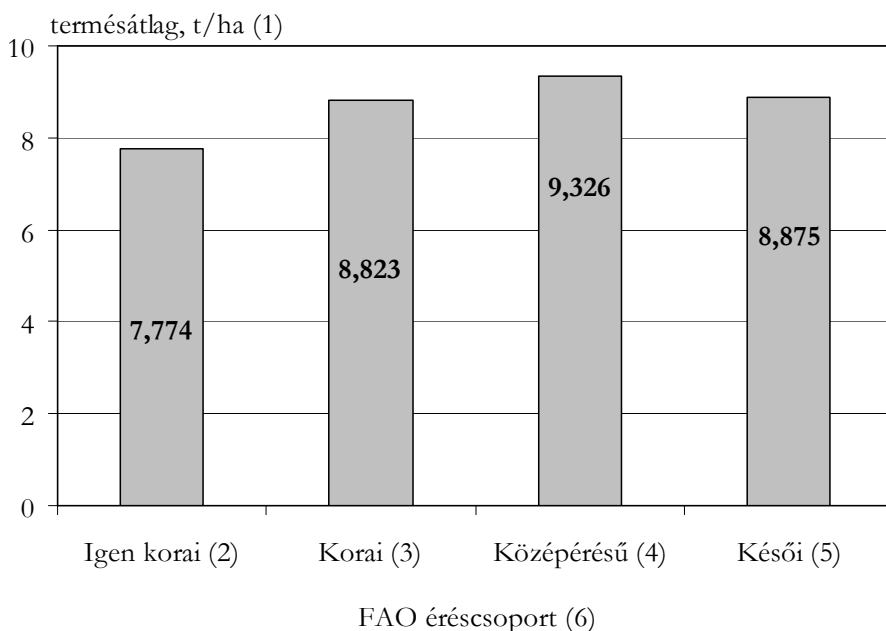
Érésidő. A termelőknek napjainkban a FAO 300–400-as hibridekre kell alapozni, mert a FAO 200-asoknak kisebb a termőképességük, a FAO 500-asoknak viszont túl nagy lehet a szárítási költsége, ami elviheti a hosszabb tenyészidőből adódó, potenciálisan nagyobb termőképesség terméstopplettét. Az ország északi részén rövidebb tenyészidejű hibrideket célszerű termesztetni, és csak az ország déli részén érdemes nagyobb arányban választani a hosszabb tenyészidejű FAO 400–500-as hibrideket. A FAO 300-as korai érésű hibrideknek jobb a termésbiztonsága, jobb a vízleadó képessége, kevesebb a szárítási költsége, ezért ezeket lehet a leghatékonyabban termesztetni (7. ábra). A tenyészidő és a termőképesség közötti negatív összefüggést sikerült a nemesítőknek feloldani. Ezért a legjobb FAO 300-as hibridek napjainkban felveszik a termőképességben is a FAO 500-asokkal a versenyt.

Termőképesség, termésbiztonság. Kedvező feltételek között a kukorica hibridek genetikai termőképessége a 15–18 t/ha-t is elérheti. Hibrid (fajta)-speci-

fikus technológiát szükséges alkalmaznunk ahhoz, hogy növeljük a genetikai potenciál jobb kihasználását (Ványiné 2009).

Sűrítettség, ellenálló-képesség (szárazságtűrés, szárszilárdság, rezisztencia). Az aszálykár mérséklésének egyik lehetősége a hektáronkénti kisebb növényszám, ezzel kihasználva a növények egyedi termőképességében rejlő lehetőségeket. Másik lehetőség a rövidebb tenyészidejű hibridek termesztése, hogy a kritikus generatív szakasz elkerülje, illetve megelőzze a gyakori aszályos periódust. Aszályos években számolni kell a szártörés arányának növekedésével is. A szárazságtűrés a fajták egyik legfontosabb tulajdonsága. A tenyészidőszakban lehullott csapadék mennyisége és az évenkénti termés-mennyiség, trágyázás nélküli kezeléseknél jól mutatja a kukorica alkalmazkodó-, és a talaj természetes tápanyagszolgáltató képességét (8. ábra).

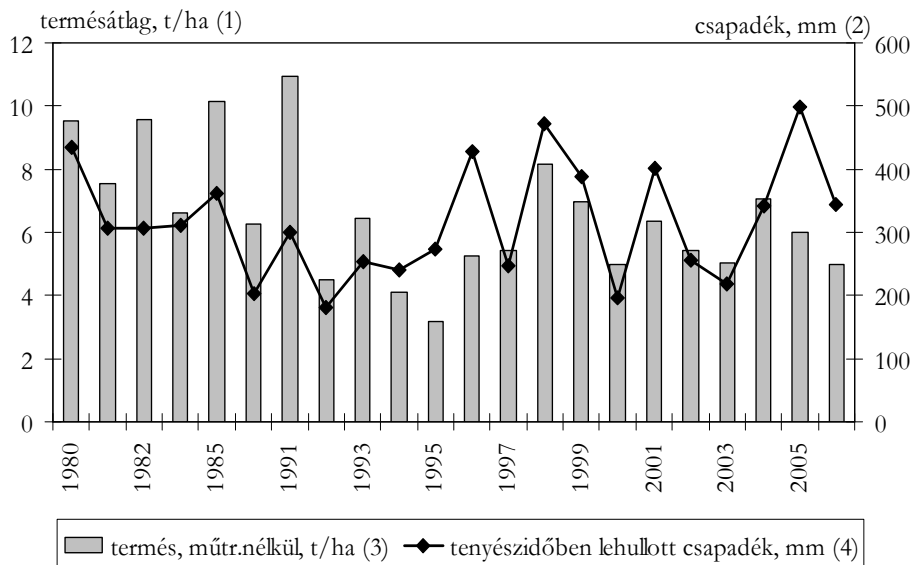
7. ábra. A kukorica termése különböző éréscsoportokban
(Debrecen, 1990–2004)



(Forrás: Nagy és Huzsvai, 2005)

Figure 7. Maize yield in different ripening groups, Debrecen (1990–2004). (1) Average yield, t ha⁻¹, (2) Very early, (3) Early, (4) Mid-ripening, (5) Late, (6) FAO ripening groups. (Source: Nagy and Huzsvai, 2005)

8. ábra. Az évjárat hatása a kukorica természetes tápanyaghasznosító képességére (Debrecen, 1980–2005)



(Forrás: Nagy 2007)

Figure 8. The effect of crop year on the natural nutrient utilisation ability of maize (Debrecen, 1980–2005). (1) Average yield, $t\ ha^{-1}$, (2) Precipitation, mm, (3) Yield, without fertilisation, $t\ ha^{-1}$, (4) Precipitation over the growing season, mm. (Source: Nagy 2007)

A kártevőkkel és a kórokozókkal szemben meglévő rezisztencia és tolerancia szintén meghatározó jelentőséggel bír. A rezisztencia léte, illetve mértéke alapvetően fontos a termesztő szempontjából. A rezisztens fajták mással ki nem fejezhető értéket jelentenek a termesztő számára.

A szárszilárdsági mutatók közül fontos a szárdőlés és szártörés mértéke, illetve a csökocsány szilárdsága. Ez utóbbi a termésvesztés egyik fő forrása lehet, főleg a betakarítás nem megfelelő kivitelezése esetén. Az amerikai kukoricabogár növekvő kártétele miatt egyre fontosabbá vált a csövek elhelyezkedése is. A lárvakártétel miatt bekövetkező szárdőlés a betakarítási veszteségeket jelentősen növeli (Marton *et al.* 2005).

Vízleadás, szemnedvesség-tartalom. A szemtermés szárítása jelentős költséggel jár, ezért a kukorica hibridek egyik legfontosabb tulajdonsága a vízleadó képességük. Minél hosszabb a tenészdő, annál nagyobb a betakarításkori szemnedvesség és a termelés kockázata, ami az érés bizonytalanságában jelent-

kezik (Dobos és Szabó 2005, Nagy és Huzsvai 2005). A közép és késői érésidőjű hibridek vízleadása sok esetben már kedvezőtlen klimatikus körülmények között megy végbe, nagyon lassú folyamat, ezért a szárítási költség igen magas. A nettó jövedelmet a termésmennyiség 35–40%-ban, a szárítási költség 45–55%-ban befolyásolja (Forgács 2005).

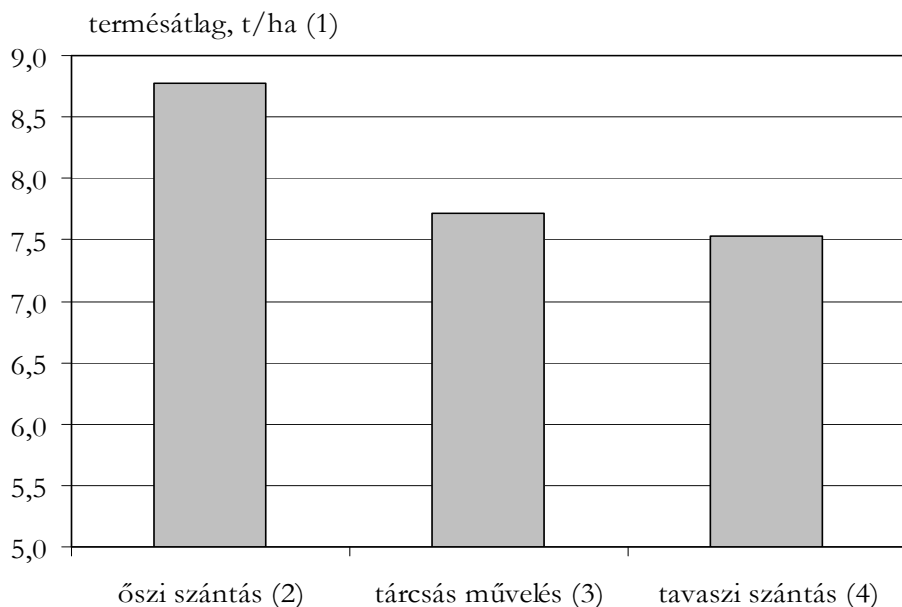
Termőhely megválasztása. A kukorica igényes a talaj típusával, szerkezetével tápanyag- és vízszolgáltató képességével szemben. Átlagon felüli termést a középkötött mezősegi és erdőtalajokon, vízrendezett réti és öntéstalajokon ad. Helyes agrotechnika mellett ezeken a talajokon átlagos időjárási feltételek mellett a kukorica az országos átlagot meghaladó jövedelmet tud biztosítani. Átlag körüli termést biztosítanak a kötött réti talajok, a humuszos homoktalajok, az erodált, enyhén lejtős talajok. Itt a termesztés gazdaságosságát az időjárás, elsősorban a csapadék mennyisége és eloszlása határozza meg. A gyengén humuszos homoktalajok, a sziktalajok, a sekély termőrétegű erdőtalajok átlag alatti termésszintet biztosítanak. E termőhelyeken elérhető termés-átlagok már nem fedezik a legegyszerűbb termesztéstechnológia ráfordításait sem és ezen a bőségebb csapadékelátás sem tud változtatni (Nagy 2007).

Az agrotechnika megválasztásának szempontjai

Vetésváltás, monokultúra. Amennyiben a kukoricát monokultúrában termesztik, a trágyázásáról és növényvédelméről maradéktalanul gondoskodni kell. A trágyaadag nagyságát elsősorban a termőhelyi viszonyok, a vízellátás, valamint a hibridek igényei befolyásolják. Gyakran előfordul, hogy kukorica után búzát kell vetni. Főként az Alföldön elterjedt a kukorica utáni őszi búzavetés. A kukorica nem jó előveteménye a búzának, mert a talajt nagyon kiszáritja, későn szabadul a földje, és a visszamaradó, nitrogénben szegény gyökérzete, szármadarványa a felvehető nitrogénben átmenetileg hiányt okozhat. Korán érő fajták termesztésével, a kukorica gyomtalanságának biztosításával a kukorica elővetemény-értéke jelentősen javítható (Kismányoki 1991, Pepó 2001).

Talajművelés. Az őszi szántás biztosítja a kukorica számára a legmegfelelőbb feltételeket. A termés hektáronként egy tonnával (12%-kal) megbízhatóan nagyobb, mint a szántás nélküli változatban (9. ábra). Aszályos években az őszi szántás előnye kisebb, legfeljebb fél tonna. A tavaszi szántás kedvezőtlen talajállapotot eredményez, hátráltatva elsősorban a csírázást és az egyöntetű, gyors kelést, amely a terméseredményekben is megmutatkozik (Nagy 2007).

9. ábra. A talajművelés hatása a kukorica termésére
(Debrecen, 1990–2007)

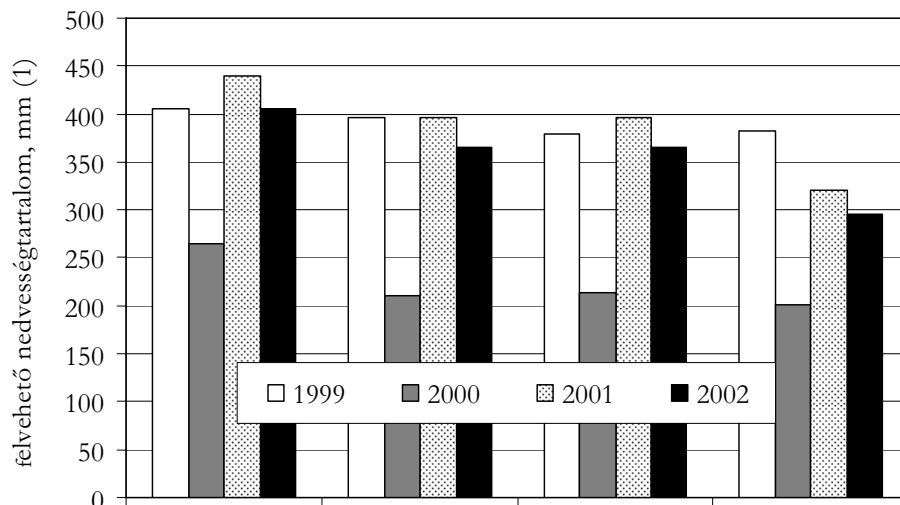


(Forrás: Nagy 2007)

Figure 9. The effect of cultivation on maize yield (Debrecen, 1990–2007). (1) Average yield, t ha⁻¹, (2) Autumn ploughing, (3) Disk cultivation, (4) Spring ploughing. (Source: Nagy 2007)

Az utóbbi évtizedekben előtérbe kerültek az idő- és energiatakarékos, a környezet kímélését célzó eljárások. A direktvetéses technológiák alkalmazási feltételeinek és hazai adaptációjának kidolgozása a jelen és a közeljövő sokat ígérő feladata. *Rátonyi et al.* (2003) mérései egyértelműen igazolták a forgatás nélküli csökkentett menetszámú talajművelés nedvességmegőrző hatását a hagyományos ekére alapozott műveléssel szemben. A talajban tárolt többlet nedvesség előnye száraz évjáratokban jelenik meg igazán, mivel a termesztett kultúrnövény növekedése és fejlődése számára jóval több felvehető víz áll rendelkezésre a kritikus időszakban. A nedvesebb talajállapot következtében a talaj biológiai aktivitása is kedvezőbb, ami segíti a vízálló, jobb hordképességű (mechanikai terhelésekkel szemben ellenállóbb) talajszerkezet kialakulását, a tápanyagok feltáródását (10. ábra).

10. ábra. Talajművelés hatása a talaj nedvességtartalmára hagyományos és csökkentett menetszámú talajművelési kezelésekben (Csárdaszállás, 1999–2002)



(Forrás: Rátonyi et al. 2003)

Figure 10. The effect of cultivation on the moisture content of soil in conventional and reduce tillage treatments (Csárdaszállás, 1999–2002). (1) Available moisture content, mm, (2) Direct sowing, (3) Disk ripper, (4) Mulch finisher (5) Autumn ploughing. (Source: Rátonyi et al. 2003)

Vetés. A tavaszi magágykészítés döntően befolyásolja a kukoricanövény fejlődését, elsősorban a vegetáció kezdeti szakaszában. A legfontosabb követelmény, hogy a magágy az egész területen optimális fizikai állapotjelzőkkel rendelkezzen. Fontos az $1,25 \text{ g/cm}^3$ körüli térfogattömeg, valamint a talaj háromfázisú rendszerében az átlagosan 55/45%-os pórustérfogat/szilárd fázis arány biztosítása. A felső talajréteget a vetési mélységben laza-morzsálékosra kell kialakítani, és légjárhatóvá tenni a gyorsabb felmelegedés érdekében, ugyanakkor fontos figyelemmel lenni az alsóbb talajrétegek vízmozgásának helyes szabályozására is (Birkás et al. 2009). A vetést megelőző műveleteknek arra kell irányulniuk, hogy az elvetendő mag számára a vetésre alkalmas időszakon belül minél előbb, minél jobb feltételeket teremtsünk a csírázáshoz és az egyöntetű keléshez, valamint a kezdeti gyors fejlődéshez.

Új vetési technológia. A vetésidő és a termés közötti kapcsolatot a csapadék tenyészedőbeni eloszlása befolyásolja. Ettől sokkal lényegesebb a vetésidő és a

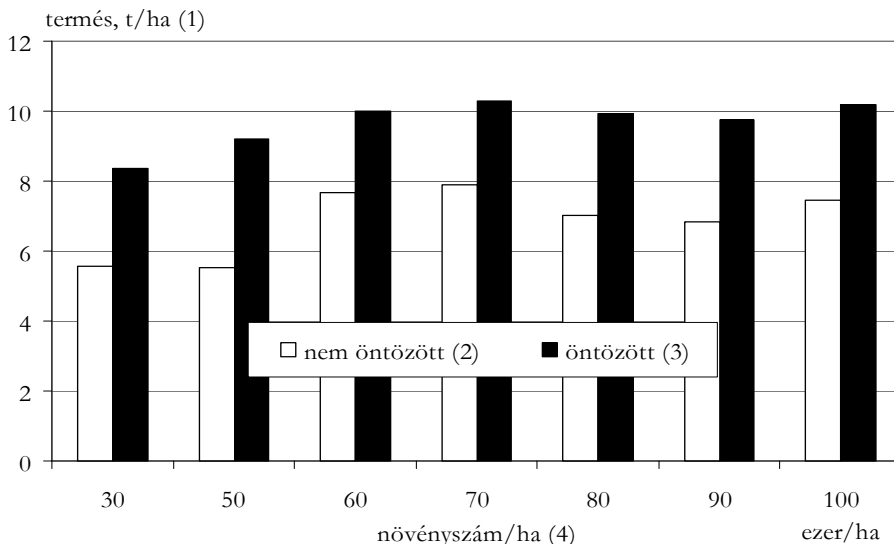
betakarításkori szemnedvesség-tartalom közötti igen szoros szignifikáns összefüggés. A globális felmelegedés következtében az utóbbi években már április 5–10 között a talajhőmérséklet (0–5 cm réteg) elérte a 10 °C-ot. Ez a tény is a kukorica optimális vetésidejével kapcsolatos korábbi ismeretünk átértékelését teszi szükségessé. A rövidebb tenyészidejű hibrideknek szélesebb az optimális vetésidő-intervalluma. A hosszabb tenyészidejű hibrideknek nagyobb a potenciális termőképessége, de a terméstöbbletet elviheti a szárítási költség. A korábbi vetésidővel 10–40 ezer forinttal lehet csökkenteni a hektáronkénti szárítási költséget. Az ökológiai adottságoknak és a ráfordítás intenzitásának megfelelő hibrideket kell választani (Széll *et al.* 2005b).

Növényszám. Az növényszám meghatározása csak a többi termést befolyásoló tényező figyelembe vételével tervezhető. Általános érvényűnek tekinthető, ha tavasszal az induló vízellátottság kedvezőtlen, akkor elegendő kisebb növényszám, hektáronkénti 60–70 ezer növény, ehhez képest a 80 ezer növény/ha 4–6%-kal, a 90 ezer növény/ha pedig 11–13%-kal termett kevesebbet. Különösen aszályos években kritikus a megfelelő növényszám kialakítása. Ilyen években öntözés nélkül a hektáronkénti 60–70 ezernél magasabb növényszámok 7–14% terméskiesést okoztak. A jó termés eléréséhez öntözött állományban hektáronként maximum 70–80 ezer közötti növényszám szükséges. Ettől nagyobb növényszám Nagy (2007) kísérlete szerint nem indokolt, mert a termés 7–8%-kal kevesebb volt (11. ábra).

Műtrágyázás, szakszerű tápanyag-utánpótlás. A műtrágyázás termésmenvelő hatása évenként, évjáratonként számszerűsíthető, ami a sikeres tervezés, gazdálkodás alapja (12. ábra). A hazai műtrágya-felhasználásra jellemző, hogy 1960–1980 között az 1 ha mezőgazdasági területre jutó műtrágya mennyiség a kezdeti mennyiség többszörösére nőtt. A műtrágya felhasználás dinamikus növekedése 1985-ig tartott, ezzel együtt ugrásszerűen nőttek a terméseredmények. Az 1990-es évek elejétől alapvető változások következtek be a hazai kukoricatermesztésben. Pénzügyi-közigazdasági nehézségek miatt az inputok mennyisége, a ráfordítások színvonala csökkent.

Az NPK műtrágya-felhasználás hektáronként 1991-ben 31 kg hatóanyagra esett vissza (13. ábra). 2008-ban a műtrágya-felhasználás hektáronként 74 kg volt, mind mennyiségileg, mind tápanyag-arányt illetően elmaradva az optimálistól. A felhasznált NPK műtrágya 80%-a nitrogén és csak 10–10% a foszfor és a kálium műtrágya.

11. ábra. A növényszám és az öntözés hatása a kukorica termésére
(Debrecen, 1990–2005)



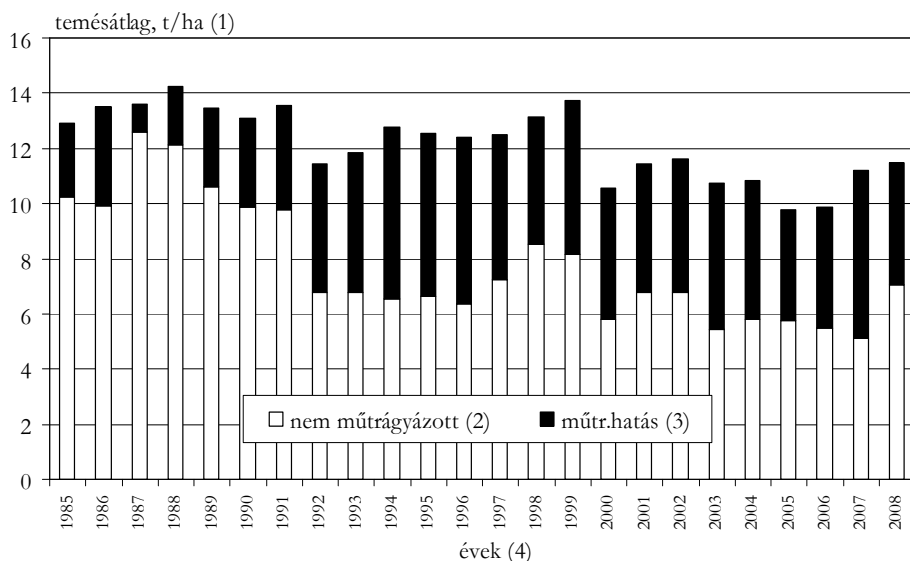
(Forrás: Nagy 2007)

Figure 11. The effect of plant number and irrigation on maize yield (Debrecen, 1990–2005). (1) Yield, t ha⁻¹, (2) Non-irrigated, (3) Irrigated, (4) Plantnumber ha⁻¹. (Source: Nagy 2007)

Rendkívül kedvezőtlen, hogy a szerves trágya-felhasználás is a korábbi 22–24 millió tonna/év felhasználásról 3–4 millió tonna/év felhasználásra esett vissza (14. ábra). Hazánkban mindezek következtében a tápanyagmérleg negatív, a terméssel kivont tápanyagnak csak a 60%-át juttatják vissza, ennek következtében a talajok termékenysége folyamatosan csökken.

Az okszerű, gazdaságos és környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás rendszeres és periodikus talajtápanyag-vizsgálat nélkül nem valósítható meg. Ennek hiányában szakszerűségről nem beszélhetünk. A jelenleg rendelkezésre álló információk szerint (az EU vidékfejlesztési célú agrártámogatásainál előírt kötelező talajvizsgálati rendszer ellenére) hazánkban a termőterület jelentős részén nem valósul meg a rendszeres talajtápanyag-vizsgálat, és az erre épülő tápanyagutánpótlás-tervezés. Mindezek figyelembe vételével kijelenthető, hogy jelenleg a gazdasági növények – köztük a kukorica – termesztése során a tápanyag-gazdálkodás szakmailag nem megalapozott, de természetesen tiszteltre méltó kivételek is akadnak.

12. ábra. A műtrágyázás és az évjárat hatása a kukorica termésére
(Debrecen, 1990–2008)

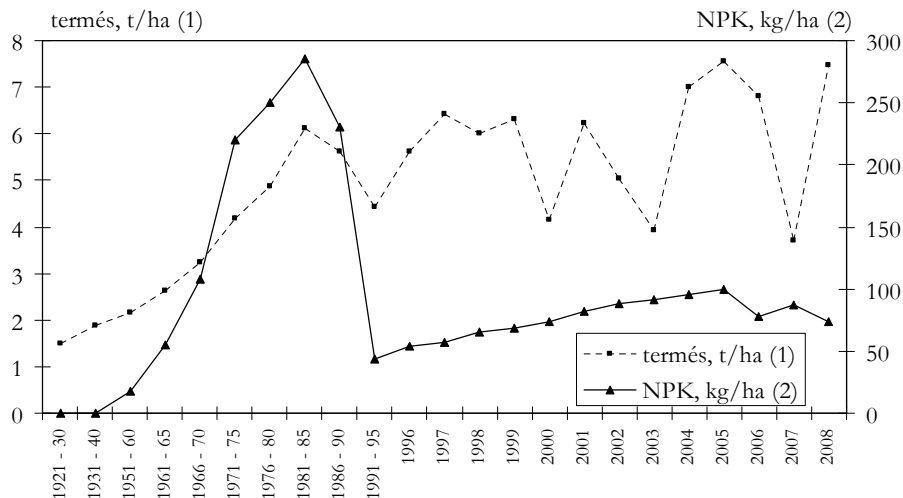


(Forrás: Nagy 2007)

Figure 12. The effect of fertilisation and crop year on maize yield (Debrecen, 1990–2008). (1) Average yield, t ha⁻¹, (2) Non-fertilised, (3) The effect of fertilisation, (4) Years. (Source: Nagy 2007)

Öntözés jelentősége. A Kárpát-medencére vonatkozó éghajlatváltozási előrejelzések szerint az aszályos időszakok és a hőmérsékleti szélsőségek előfordulásának valószínűsége emelkedni fog a jövőben. A helyi környezeti adottságokhoz igazított öntözési stratégiák vizsgálata ezért különösen fontos és aktuális napjainkban. Hazánkban jelenleg közel 500 ezer ha mezőgazdaságilag művelt területet lehetne öntözni, csak hogy ennek nagy része jórészt gazdasági okok miatt kihasználatlan. Még aszályok idején is csak a vetésterület néhány százalékára tehető az öntözött terület. Az utóbbi 4–5 év statisztikai adatait elemezve megállapíthatjuk, hogy országosan mintegy 70–150 ezer ha a legalább egyszer öntözött területek nagysága. Az Észak-alföldi régióban 25–60 ezer ha közötti öntözött területtel számolhatunk, ami az országos adatokat tekintve a legnagyobb érték. Több év átlagában az öntözésre berendezett területeink 3–10%-ában vetünk kukoricát.

13. ábra. Műtrágya-felhasználás és a kukorica termésátlaga Magyarországon (1921–2008)



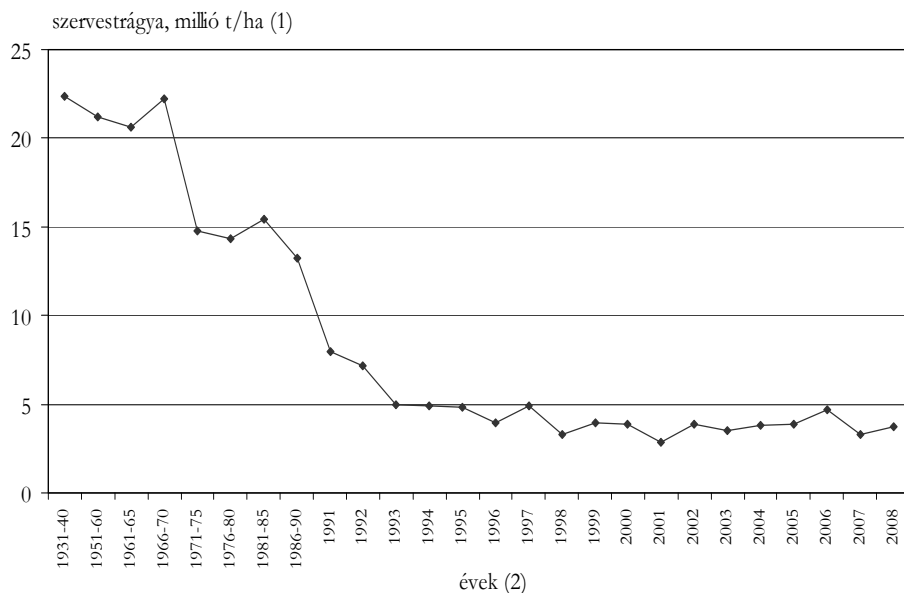
(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2005)

Figure 13. Fertiliser use and the average yield of maize in Hungary (1921–2008). (1) Yield, t ha⁻¹, (2) NPK, kg ha⁻¹. (Own edition based on CSO data, 2005)

A korlátozottan rendelkezésre álló természeti erőforrások, így az öntözővíz gazdaságos hasznosításában egyre nő a szimulációs rendszermodellek szerepe. A Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományi Centrumának kísérleti telepén beállított többtényezős talajművelési tartamkísérlet megfelelő hátteret nyújt a modellek tesztelésére. A vizsgálatok során nagyrészt fontosabb növénytermesztési tényezőknek a kukorica termésére kifejtett hatásait, illetve a talaj víz- és tápanyagkészletének szezonális dinamikáját elemezték a modell segítségével (Kovács és Nagy 1997, Megyes 2000). A közép-kötött, mészlepedékes csernozjom talajon beállított kísérlet adatai megbízhatóan bizonyítják a kukorica termesztésében kiemelkedő szerepet játszó növénytermesztési tényezők, az öntözés és a műtrágyázás, valamint az egyes évjáratok között fennálló kölcsönhatásokat. A kutatás eredményei rávilágítanak arra is, hogy egyes évjáratokban a tápanyaggal gyengén ellátott területeken öntözés hatására terméseszköken is előfordulhat, ami felhívja a figyelmet arra, hogy az egyes tényezők legkedvezőbb kölcsönhatását, a tápanyag- és vízellátás harmonikus összhangját egyszerre kell biztosítani, azaz az öntözés hatását csak megfelelő

menyiségű tápanyag kijuttatásával lehet kihasználni (Ványiné 2008, Nagy és Ványiné 2009).

14. ábra. Szervestrágya-felhasználás Magyarországon (1931–2008)



(Saját szerkesztés KSH adatok alapján, 2005)

Figure 14. Organic manure use in Hungary (1931–2008). (1) Organic manure, million t ha⁻¹, (2) Years. (Own edition based on CSO data, 2005)

Növényvédelem. A kukorica gyomszabályozása során problémát jelent, hogy az utóbbi évtizedekben rendkívüli mértékben felszaporodtak a veszélyes, nehezen irtható gyomnövények: a selyemmályva, a csattanó maszlag, a parlagfű, a köles fajok, a szerbtövis fajok, egyes gyomirtószer-rezisztens biotípusok (disznóparéj, libatop, parlagfű), a napraforgó árva kelés, valamint az évelők: elsősorban a mezei acat és a fenyércirok.

A kukoricaterületek gyomösszetétele változó. Más-más fajösszetételek figyelhetők meg az ország egyik vagy másik részén, de biztos, hogy magról kelő egyszikű gyomnövény fertőzésével mindenhol számolni kell. A fertőzöttség mértéke változó, de igen jelentős, így a kakaslábfű (*Echinochloa crusgalli*), a muharfélék (*Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Setaria verticillata*), illetve a pirók-ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis*) is komoly problémákat okoz. Több

éves tapasztalat, hogy a muharfélék elleni védekezésnél a preemergens készítmények alkalmazása elengedhetetlen. A hazánkban forgalmazott vetés után és kelés előtt kijuttatható, magról kelő egyszikűeket irtó készítmények muharfélék elleni hatékonysága mérhetően jobb, mint posztemergens társaiké.

A korábbi évek tapasztalatai közé kell sorolni, hogy óvatosan kell bánnunk a csak posztemergens technológiákkal (Pepó 2005). Amikor csak erre alapozunk, kényszerítve vagyunk a különféle kombinációk alkalmazására, szinte minden esetben hormonhatású készítmény az egyik kombinációs partner. Ezeknek a gyomirtó szereknek a kijuttatási ideje erősen korlátozott, illetve az időjárási viszonyok alakulása erősen befolyásolhatja a kultúrnövényre gyakorolt fitotoxikus hatásukat.

Az utóbbi években a *talajlakó kártevők* egyedszáma a legtöbb kultúrában (így a kukoricában is) növekszik. A termelők általában nem végeznek terrikol felvételezést a kártevők egyedszámának meghatározására, így nem ismert területük fertőzöttsége. Táblaszintű adatok nélkül nem lehet szakmailag is megfelelő technológiát folytatni.

Az *amerikai kukoricabogár* (*Diabrotica virgifera*) ellen komplex módszerekkel védekezhetünk, szem előtt tartva az integrált növényvédelem elveit. Alkalmaznunk kell mindazon agrotechnikai, biológiai és kémiai módszereket, melyek hatékonyan csökkentik a kártevő egyedszámát. Magyarországi megjelenése óta közel 10 év telt el. A kezdeti sokk után – sok helyen a saját kárunkon tanulva – a gazdálkodók megismerték a kártevő legfontosabb tulajdonságait, és alkalmazni kezdték az ellene való védekezés alapvető formáit (Széll *et al.* 2005a).

Kukoricamolylepke: Komoly problémát jelent az utóbbi években a kártevő felfeződése, fokozódó kártétele. Ennek biológiai hátterében elsősorban a két-nemzedékes (bivoltin) ökotípus magyarországi térnyerése áll, melyet az általános felmelegedés okozott. A technológia oldaláról szinte rendszeresen ismétlődő hiányosság a kártevő táblaszintű felvételezése és előrejelzése. Az időzített védekezések ebből adódóan ritkák, gyakori az elkésett, gyenge hatékonyságú kezelés. Fokozza a problémát az elhanyagolt, betakarítatlan területek sokasága, ami a lárva biztonságos áttelelését és jövő évi fertőzését alapozza meg (Bognár *et al.* 2003).

Gyapottok-bagolylepke: Az utóbbi két év kivételével rendszeresen előforduló, nagy kárral fenyegető, többnemzedékes kártevő. A kártevőnek van helyben lévő és bevándorolt populációja, ami igen megnehezíti előrejelzését. Lárvája

nehezen irtható, fejlettebb állapotban rejtett életmódot folytat. Az eredményes védekezéshez előrejelzésre és a veszélyeztetett időszakokban rendszeres, táblaszintű felvételezésre van szükség, ami ritkán valósul meg.

A kukorica felhasználásának lehetőségei

Egyes földrészekon (pl. India) 90%-ban hasznosítják közvetlen emberi táplálékként. Az iparilag fejlett országokban a kukoricát takarmánykészítésre (80–90%), emberi fogyasztásra (5%), a fennmaradó részt többféle ipari termék előállítására használják fel. Humán táplálkozásban a csemegekukorica és a patogatott kukorica, valamint a kukoricakása jelentős. Ipari felhasználása egyre szélesedik. A kukoricából előállítható termékek száma mintegy négyezerre tehető. A keményítő, a szeszgyártás, az étkezési (izo) cukorgyártás stb. alapanyaga, de manapság a kukoricából már környezetbarát csomagolóanyagot is előállítanak. A kukoricacsutka felhasználása is felértékelődött, ipari feldolgozása és hasznosítása egyaránt megoldott. A kukoricaszem hasznosítása az élelmiszergyártásban – a táplálkozási szokások változásával – fellendült, amit a kukoricapehely iránti megnövekedett igény is alátámaszt. Ide sorolhatók a különböző ízesítésű puffasztott termékek, a kukoricacsíra és az olaj. A kukoricaolaj megtalálható a margarinban, a kukoricaszirup édesíti a dzsemeket, illetve szolgáltatja a sűrítő anyagot a tejmentes tejszínhez. Kukorica található a csokiszeletben, sörben, whiskyben, hamburgerben, ipari vegyszerekben, etanolban, műanyagban, penicillinben és a fényezett magazinok enyeiben. Mellékterméke, a szár takarmányozásra, fűtésre használható, vagy a talajba dolgozva a tápanyag-visszapótlásban van szerepe.

Magyarországon a felhasznált szemeskukorica 90%-a abrak, a kérődző állatok fontos tömegtakarmánya. Közvetlen emberi táplálékkul hazánk lakossága kevés kukoricát fogyaszt.

A kukorica élelmezési célú hasznosításának egyik formája a kukorica malomipari feldolgozása, őrlése. Jelenleg 7 malom üzemel az országban. Ez majdnem a fele az Európában üzemelő 15 kukoricamalomnak.

Az elmúlt tíz évet illetően az alábbi két tendencia jellemzi az ágazatot:

- A legnagyobb volument használó söripar folyamatosan növeli a kukoricadara részarányát a receptúrákban, mivel egyrészt, nő a sörfogyasztás, másrészt, jelenleg nem termesztene Magyarországon komlót. A főzési receptúrák, technológiák fejlesztése pedig arra irányul, hogy egyre több új, olcsóbb alap-

anyagot használjanak, többek között a komló kiváltására. Ezek közé tartozik a kukoricadara is, melyet jelenleg 20–50%-ban használnak alapanyagként, sörféleségtől függően.

- Az állatállomány csökkenése egyre kevesebb takarmány- felhasználással jár, ami a takarmányok iránti igény csökkenését eredményezi. Ezen folyamat eredményeképpen a szemes kukoricánál lényegesen jobb beltartalommal rendelkező, ikertermékként gyártott kukoricacsírák takarmányliszt ára jelenleg nem éri el a kukorica árát, holott az állattenyésztés virágzásakor 15–20%-al is magasabb áron volt eladható.

Fontos azt is elmondani, hogy a magyar feldolgozók hiába vásárolták meg a legmodernebb malomipari gépeket, technológiákat, hiába vezették be azokat a minőségirányítási rendszereket, melyekkel megfelelnek a legmagasabb vevői elvárásoknak is, az alapanyag minősége miatt olyan hátrányba kerülnek nyugati vetélytársaikkal (francia, olasz malmok) szemben, hogy a termék minőségi szempontból nem felel meg az elvárásoknak, hiába kedvező az ár! Mindezt alátámasztja az a tény is, hogy a jelenleg legalkalmasabb fajták zömmel francia nemesítésűek.

A malomipari feldolgozásra alkalmas fajtákkal az alábbi igények fogalmazódnak meg:

- acélos, kemény szem (magas hektolitersúly, magas úszás szám),
- szem csíra részaránya kicsi, endospermium aránya nagy legyen,
- bő terméshozam,
- jó vízleadás, mely lehetővé teszi a kíméletes szárítást,
- betegségekkel szembeni ellenállás,
- GMO-mentesség.

A hazai kukoricatermesztésben várhatóan nagyobb szerepet kap majd a növény energiacélú felhasználása, elsősorban bioüzemanyag és a biogáz előállítása céljából.

A bioetanol előállítás során a feldolgozás költségeinek döntő hányadát, mintegy 50–70 %-át az alapanyag költsége teszi ki, ezért lényeges, hogy a megvásárolt szemtermésből a lehető legtöbb etanolt lehessen kinyerni.

Általában egy hagyományos etanol finomító kb. 290 kg bioetanolt állít elő 1 tonna gabonából. A nyersanyagok közül a kukorica használatával érik el a legjobb feldolgozási arányt, amely több mint 325 kg/tonna. Árpából és rozsból tonnánként csak 240–280 kg bioetanol nyerhető, és a feldolgozás hatékonysá-

ga is alacsonyabb. A rozsnál hátrányt jelent, hogy mellékterméke (DDGS) kevésbé értékes takarmányként, mivel sokkal keserűbb az íze, ragacsos állagú és kellemetlen szagú. 1 tonna bioetanol előállításához a búza esetében 0,64, míg a kukorica esetében 0,47 hektár szükséges.

Etanol előállítása kukoricából gazdaságosan valósult meg számos országban. A jelenlegi termelési körülmények között Magyarországon is kukoricából lehet a leghatékonyabban etanolt előállítani. A kukoricából történő bioetanol előállítás egyik legnagyobb problémája a melléktermékek felhasználása. A melléktermékek takarmánnyá alakítása (DDGS) nemcsak nagyon költséges, hanem eladhatósága is nehéz, a jelenlegi állatállományokat figyelembe véve. Erre a problémára több vállalat kínál megoldást.

Az etanol-iparban a nedves technológia nem elfogadott alkalmazás, főként a szárítási fázis nagy energiaigénye miatt. Egy száraz őrlési rendszer (többlépcsős, kombinált) segítségével az etanol-gyártás gazdaságossága jelentősen növelhető. A száraz őrlés folyamatával a feldolgozók körülbelül 32,5 kg etanolt állítanak elő 100 kg kukoricából. Néhány évvel ezelőtt ez 10%-kal alacsonyabb volt, tehát a fejlődés jelentős. Ez jórészt a fejlett termelési technikáknak köszönhető, melyekben speciálisan, szárazőrlésre szánt kukoricahibrideket használnak.

A bioetanol-gyártás szempontjából nem csak a kukoricában lévő keményítő mennyisége, de annak összetétele, az amilóz és amilopektin aránya is rendkívül fontos tényező. Az amilóz egy lineáris, míg az amilopektin egy többszörösen elágazó molekula. E kettő aránya nagyban befolyásolja a keményítő kémiai tulajdonságait. Az ún. waxy kukorica keményítője szinte csak amilopektint (95–100%) tartalmaz. Az ilyen típusú keményítő az ipari alkalmazás szempontjából előnyös, mivel jobban duzzad és lágyabb, magas hőmérsékletről lehűtve inkább viszkózus oldatot, mint gél képez. Az amilóz-amilopektin arány befolyásolja az etanol-kihozatalt, a waxy kukoricából származó keményítő fermentálásával ugyanis több alkohol keletkezik.

A kereslet növekedése, az innovatív termelési technológiák és az etanol előállítás szempontjából is jobb tulajdonsággal rendelkező kukorica hibridek a jövőben fontosabb szerepet fognak játszani.

A kukoricatermesztés költség és jövedelem viszonyai

Termelői oldal: A termelési költségek folyamatosan növekednek (műtrágya, vetőmag, növényvédő szer, gépi munkák, szárítási energia stb.). 2004-től kezdve a kukoricabogár elleni védekezés (amely kukorica elővetemény után már szinte kötelező) kb. 25 000 forinttal növeli meg a költségeket hektáronként. Esetenként a szakmai ismeretek hiányosak (pl. az alap gyomirtás nem elegendő a nehezen irtható magról kelő egy és kétszikűek ellen, illetve ha eleve felülkezelésre alapozunk, tartamhatás hiányában, csapadékos évjáratban gyomos lehet a kukorica). Pénzhiány miatt gyakran elmarad az alpműtrágyázás, ill. az csak a nitrogénre korlátozódik. Az aszályos évjáratokban öntözési lehetőség hiányában nagy a termés kiesés. A termelők jelentős része nem rendelkezik betakarító, szárító és tároló kapacitással, ezért kiszolgáltatott helyzetben vannak. Az elmúlt években a kukoricát sok termelő magas nedvességtartalom mellett tudta betakarítani, tekintve az elmúlt évek (2004, 2005) időjárását. Ez sok esetben irreálisan nagy szárítási költségeket okozott.

Az energiahordozók árának emelkedése és az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások további költségnövekedést indukáltak. Ez tovább rontja a termelők helyzetét.

Probléma többek között az is, hogy sokan olyan helyen is megpróbálkoznak kukoricatermesztéssel, ahol a talajviszonyok nem alkalmasak az eredményes gazdálkodásra. Ilyen esetben fel kellene hagyni a kukoricatermesztéssel, és valamilyen más alternatívát találni a terület hasznosítására (pl. energetikai faültetvények létesítése). Nem történt előrelépés az energiatakarékos, szántást helyettesítő, talajkímélő művelési rendszerek hazai elterjesztésében sem. Közismert, hogy a szántóföldi növénytermesztés egyik legjelentősebb költségtenyezője a talajművelés, így a termelési költségek csökkentését a direkt, ill. mulcsba-vetéses termesztéstechnológiák üzemi méretű alkalmazása, fejlesztése jelentős mértékben elősegítené. A széleskörű elterjedést gátló tényezők közül elsősorban a speciális géprendszer meglehetősen nagy bekerülési értékét, illetve a gépek kihasználtságát kell megemlíteni. E technológiák bevezetését átfogó gazdaságossági számításoknak kell megelőznie (bekerülési érték, amortizációs-, illetve javítási költségek, gépek kihasználásához szükséges termőterület vizsgálata), s csak ez után dönthető el, hogy érdemes-e csökkentett menetszámú technológiákat alkalmazni az adott gazdálkodási környezetben.

Kereskedői oldal: A termelők szempontjából gyakorlatilag nem működik a kereskedelem. Az állattenyésztés takarmány szükséglete minimális szintre esett vissza, szinte nincs takarmányfelvásárlás. A termelők jelentős része – a hiányzó tárolási kapacitás miatt – kombájntól adja el a kukoricáját alacsony áron. Mivel nincs biztosíték a raktárból történő, megállapodás szerinti elszállításra, megtörténhet, hogy a termelő a következő évi termését sem tudja a raktárban elhelyezni.

Az elmúlt évben sok új raktár épült, melyek nagyobb része a raktározás általános feltételeinek – európai szemmel nézve is – megfelel. A tartós tárolásra azonban már csak kevés raktár alkalmas, ugyanis a síktárolók gyakorlatilag egyáltalán nem, de a toronysílok között is több olyan van, amelyek nem rendelkeznek szellőztető rendszerrel. Az igazán modern tárolási technológiának számító hűtve-tárolással pedig csak néhány telep rendelkezik. Jelenleg ez a technológia alkalmas a legjobban a gabona több éves tárolására, mely garantálja a minőség megtartását is. Különös előnye ennek a technológiának az alacsony 10–12 °C-on tartott terményhőmérséklet, amely hosszú távon biztosítja a gabona frissességét (Sipos és Racskó 2004).

IRODALOM

- 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.
- Berzsenyi Z.–Dang, Q. L.: 2005. Kukorica (*Zea mays* L.) hibridek vetésideő-, N-műtrágya- és növényszám reakciója eltérő évjáratokban. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 74–90.
- Birkás M.–Stingli A.–Farkas Cs.–Bottlik L.: 2009. Összefüggés a művelés eredetű tömörödés és a klímakárok között. Növénytermelés. 58. 3: 5–26.
- Dobos, A. C.–Szabó, G.: 2005. Water Loss dynamics in maize hybrids with different genotypes. Acta Agronomica Hungarica. 53. 2: 153–159.
- FAO (2008): <http://www.fao.org>
- Forgács B.: 2005. A növényszám és a műtrágyázás hatása a debreceni nemesítésű kukorica hibridek termésére. [In: Nagy J. (szerk.) Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 262–268.
- Kismányoki T.: 1991. Vetésforgók, vetésváltás és monokultúrás szántóföldi kísérletek fontosabb eredményei. XXXIII. Georgikon Napok. A talajtermékenység fenntartásának és fokozásának lehetőségei. Konferencia Kiadvány. I. köt.

- Kovács, G. J.–Nagy, J.: 1997. Test runs of CERES-Maize for yield and water use estimations. [In: Soil Plant and Environment Relationships. Proceedings of the First and Second International Seminars on Soil and Plant Science.] Debrecen. 120–136.
- KSH (1900–2008): 2004. Mezőgazdasági Statisztikai Évkönyv. Budapest.
- Marton Cs.–Szundy T.–Hadi G.: 2005. A kukorica alkalmazkodóképességének javítására folytatott szelekció gyakorlati eredményei Martonvásáron. [In: Nagy J. (szerk.) Kukoricahibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 139–148.
- Megyes A.: 2000. A DSSAT 3.5 számítógépes döntéstámogató rendszer felhasználása az öntözés agronómiai és gazdasági értékelésében. [In: Nagy J. (szerk.) Fenntartható mezőgazdaság – minőségi termelés]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 158–180.
- Nagy J.: 2006. A kukorica jelene és jövője az EU csatlakozás után. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 79.
- Nagy J.: 2007. Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 393.
- Nagy J.–Huzsvai L.: 2005. Hibridválasztás a kukoricatermesztés középpontjában. Agroforum Extra. 9: 30–32.
- Nagy J.–Ványiné Széles A.: 2009. Az öntözés és a műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea mays* L.) nitrogén dinamikájára klorofill-mérő segítségével. [In: Hoffmann S. (szerk.) V. Növénytermesztési Tudományos Nap: Növénytermesztés: Gazdálkodás-Klíma-változás-Társadalom]. Keszthely. 161–165.
- Pepó P.: 2001. A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. Növénytermelés. 50. 2: 189–201.
- Pepó P.: 2005. A hibridspecifikus gyomirtás új eredményei a kukoricatermesztésben. [In: Nagy J. (szerk.) Kukoricahibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 165–182.
- 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.
- Sípos G.–Racsó J.: 2004. Szemes termények tárolása. Agrárágazat. 5. 10: 6–40.
- Széll E.–Hatalán Zsellér I.–Ripka G.–Kiss J.–Princzinger G.: 2005a. Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) elleni védekezés módja. [In: Nagy J. (szerk.) Kukoricahibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága]. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 241–254.
- Széll, E.–Szél, S.–Kálmán, L.: 2005b. New maize hybrids from Szeged and their specific production technology. Acta Agronomica Hungarica. 53. 2: 143–152.
- Ványiné Széles, A.: 2008. The effect of crop year and fertilization on the interaction between the SPAD value and yield of maize (*Zea mays* L.) within non-irrigated conditions. Cereal Res. Commun. 36. 2: 1367–1371.

Ványiné Széles A.: 2009. A kukorica hibridek N-ellátottságának értékelése különböző tápanyag szinteken. [In: Berzsényi Z, Árendás T. (szerk.) Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében]. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete. Martonvásár. 181 – 191.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Nagy János
Debreceni Egyetem AGTC
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032