

A magyarországi kukorica állományok mikotoxin terheltségét kiváltó kártevők és megfékezésük lehetőségei

Horváth Dávid

Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, Budapest
horvathdow@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi évtizedekben drasztikusan megemelkedett a kukoricatételek mikotoxin terheltsége, mely alapvetően a globális felmelegedés által kiváltott növény-egészségügyi problémákra vezethető vissza. A klímaváltozás közvetlenül (jégverés) és közvetve (felmelegedés következtében megjelenő kártevők) a kukoricák sebzéseinek növekedéseit okozta. A továbbiakban e sebzéseken megtelepedő mikrogombák által termelt toxinok súlyos állat- és humán-egészségügyi problémákat idéztek elő.

E kárkomplexum kialakulásának hátterében egyértelműen a magyarországi kukorica kártevő közösség jelentős változása is áll. A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) kétnemzedékes ökotípusának kárpát-medencei térhódítása, illetve az ezredfordulót megelőző évtizedekben Magyarországon megjelenő gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.), amerikai kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) és négyfoltos fénybogár (*Glischrochilus quadrisignatus* Say) magyarországi fellépése egyértelműen felelőssé tehető a kialakult helyzetért. Összességében minden olyan technológiai elem, mely a rágó-szájszervű kártevők kártételét gátolja, illetve a kukorica mechanikai sérüléseit mérsékli, az hozzájárul a fitopatogén mikrogombák károsításának és egyben mikotoxin terheltség csökkentéséhez.

Kulcsszavak: mikotoxin, klímaváltozás, kukorica, izeltlábú kártevők, védekezési lehetőségek

SUMMARY

Mycotoxin contamination in harvested maize has increased in the last decades, which can be unequivocally back to the plant health troubles caused by global warming. The increasing of wounds in maize crops was occurred by climate change both on direct (hailstorm) and indirect (newly appeared pests) ways. In addition, the settling phytopathogenic microfungi on these plant wounds inflict serious human and animal health problems.

The changing of Hungarian arthropod pests assemblages stand in the background of this dangerous nuisance complex. The spreading of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) bivoltine ecotype as well as the newly appeared adventive species [cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.), western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera* LeConte), four-spotted-sapbeetle (*Glischrochilus quadrisignatus* Say)] in Hungary can be responsible for this situation. In total, all technological elements, which obstruct the damage of these chewing mouthparts pests, as well as moderate the mechanical damage of maize, can be contribute to the reduction of both these phytopathogens injuries and mycotoxin contaminations.

Keywords: mycotoxin, climate change, maize, arthropod pests, protection possibilities

BEVEZETÉS

Napjaink az agráriumot, állat- és humánegészségügyet érintő legsúlyosabb aggályai a mikotoxinok által kiváltott következmények. A kialakított mikotoxikózisok tünetei gyakran atipikusak, de specifikus elemzéssel visszavezethetők az elfogyasztott takarmányra, élelmiszerre (Santurio 2000). Alacsony dózisokban a tünetek szubklinikaiak, melyek rendkívül változatosak és összetettek (Čonková et al. 2003, Voss et al. 2007). Leggyakrabban idegrendszeri zavarok, ösztrogén szindrómák, étvágytalanság, báyadtság, elesettség, fáradtság, hányás, hasmenés, hőemelkedés, takarmány-visszaautasítás, ödéma képződés, bőrelváltozás, vetélés, immunszuppresszió, hemolízis, tumorképződés, hepato-, kardio- és nefrotoxikózis jelentkezik (Kovács 2010).

Mindezen tünetegyüttesek az Európai Unióban az élelmezési- és takarmányozási gyorsriasztások 31%-ért felelnek, mellyel a kárkiváltók sorának első helyén találhatók. Így az élelmiszerek és a takarmánytételek legkifogásoltabb egészségügyi aggályai, egyben a legnagyobb toxikológiai kockázatai (Health Alert Network 2016). A penészgombák között vannak olyanok, amelyek toxinjaikkal már a szabadföldön szennyezik a növényeket (szántóföldi penészgombák), mások raktáro-

zás közben termelnek toxinokat (raktári penészgombák) (Nelson et al. 1981, Deshpande 2002, Waskiewicz és Goliński 2013). Az előbbieket csoportjába tartoznak a *Fusarium* fajok, amelyeknek állat- és humán-egészségügyi szempontból fontosabb toxinjai a zearalenon (F-2 toxin, ZEA), a trichotecének [T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol (NIV), deoxynivalenol (DON), diacetoxyscirpenol (DAS), fusarenon-X (FX)] és a fumonizinek (FB1 – FB6). A raktári penészgombák főbb képviselői az *Aspergillus* és a *Penicillium* fajok, amelyek a következő fontosabb toxinokat termelik: aflatoxinok, ochratoxin-A, citrinin, patulin, rubratoxin B, ergo toxinok (Zomborszky 2004).

E toxint termelő mikrogombák (*Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. stb.) szántóföldi növényeken történő megjelenését összetett, egyaránt élő és élettelen elemeket is tartalmazó kiváltó együttes határozza meg. Fellépésük utóbbi évtizedben tapasztalható növekedéséért többek között a klímaváltozás tehető felelőssé (Farkas et al. 2013, Chavda et al. 2014). Az időjárási szélsőségek (jégverés, nagy intenzitású esőzések, bel- és árvizek, aszály) gyakoribbá válása és a regisztrált globális felmelegedés közvetlenül, illetve a kártevő szervezetek térnyerésének elősegítésén keresztül közvetve is felelősek a kialakult helyzetért.

E mikotokozisokat előidéző mikrogombák többnyire gyengültségi paraziták, vagyis a legyengült, stressz érte növényeket támadják sikerrel. Növénybe hatolásuk sebzéseken, sérüléseken, vagy felhígult növényi szöveteken keresztül valósulhat meg. Így minden élő vagy élettelen tényező, mely a növényi stresszt vált ki, sérülést okoz, az növeli a mikotoxin termelők megtelepedésének kockázatát (Nelson et al. 1981). A hírhedt *Fusarium* nemzetségbe tartozó fajok közül az ún. liseola szekció tagjai (*Fusarium moniliforme*, *F. moniliforme* var. *subglutinans*, *F. polyferatum*) a tipikus sebparaziták (Torres et al. 2001). Ezek a fajok sebzés híján képtelenek megtámadni az egészséges kukoricacsövet. A fertőzés időpontja is a sérülés időpontjától függ. Egyébként e szekció fajai vastag, messziről látható penészgyeppel hívják fel magukra a figyelmet. Hírhedtek és gazdasági szempontból a legfontosabb mikotoxin termelők az *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* és *A. ochraceus*, illetve a fekete *Aspergillus* fajok (pl. *A. carbonarius*, *A. niger*), melyek által termelt aflatoxin és ochratoxinok szintén súlyos betegség kiváltók (Britzi et al. 2013).

E fokozódó egészségügyi aggályok a döntéshozókat arra kényszerítették, hogy különböző rendeletekkel (44/2003 FVM rendelet; 183/2005/EK rendelet; 1881/2006/EK rendelet; 2002/32/EK irányelv) takarmánytételükben meghatározzák az egyes mikotoxinok maximálisan megengedett mennyiségeit. Konkrétan a 856/2005 EU direktíva rögzíti a kalászos- és kukoricatételek megengedett toxin tartalmát. Ezt az intézkedést 2007-ben újabb toxinokra is kiegészítették [DON: 1,25 ppm (g/t termény), zearalenon (ZON): 0,2 ppm, fuminozin: 2 ppm].

MIKOTOXIN TERMELŐ GOMBÁK ÍZELTLÁBÚ TERJESZTŐI KUKORICÁBAN

A növényi sebzések élettelen kiváltói ellen a védekezés az esetek többségében nem lehetséges (pl. jégverés bekövetkeztenek, következményeinek enyhítése), vagy a rendelkezésre álló eszközök korlátozottak (pl. belvizek, lefolyástalan területek helyes talajműveléssel történő felszámolása) (Keszthelyi et al. 2006). Lehetőségünk így a biotikus kiváltók, elsősorban az ízeltlábúak elleni védekezés sikeres kiaknázásában rejlik.

Az elmúlt évtizedek során a kialakult kártevőhelyzet hazai és nemzetközi viszonylatban is egyaránt nagy változást mutat, mely az intenzív kereskedelmi tevékenység (Szeőke 2001) mellett többek között a globális felmelegedés számlájára írható (Kozár 1997, Szeőke 2003, Szeőke és Ripka 2012, Farkas et al. 2013). Az éves átlaghőmérséklet nem csupán az őshonos fajok „agresszívebb” öko-, biotípusainak elterjedését, de új fajok északi térnyerését is generálta (Szeőke és Vörös 2001, Kozár 2009). Több rágó szájszervű adventív kártevő jelent meg utóbbi évtizedekben hazánk területén (Keszthelyi 2011). E fajközösségből azok a fajok tehetőek felelőssé a toxint termelő gombák megtelepedésért, melyek rágásukkal jelentős sebzéseket okozhatnak a kukoricán, vagy e sebzéseken táplálkozva nem engedik azokat időben begyógyulni. Fontossági sorrendben az alábbi kártevők említhetők.

A kukoricamoly (Ostrinia nubilalis Hbn.)

Magyarországon, Európa és USA legveszélyesebb kukoricakárosító faja. Egyben legfontosabb növényi sebzést kiváltó, így a mikotoxin termelő korozóknak utat nyitó kártevő (Dolinka 1961). E palearktikus gyökérű faj elterjedési területének függvényében eltérő nemzedékszámmal fejlődik. Magyarországon két generációja károsít, és lárva alakban telet az előző évi kukorica szármaradványokban. Kukoricán okozott kárképe változatos (Keszthelyi et al. 2002). A károkat a hernyó a szár belsejének végigrágásával, vagy a cső megrágásával okozza, megzavarva azzal a tápanyagforgalmat és a növény fejlődését (Keszthelyi et al. 2002). Több szerző (Mile és Ilovai 1979, Pálfi 1983) a kár e formáját elsődleges kárnak tekinti, megkülönböztetve a kukoricaszár eldőléséből eredő úgymond másodlagos kártételi formától (Darabos 1973). Az utóbbi évtizedek legfontosabb biológiai következménye, hogy a felmelegedést nyitott e kártevő két nemzedékes típusának országos térnyeréséhez (Keszthelyi és Marczali 2007). Összességében a nyáron tömegesen, nyugalmi állapot közbeiktatása nélkül kialakuló lárvanépeség okozza a regisztrált kártétel növekedést (Hertelendy 1999, Keszthelyi et al. 2006, 2008), s közvetve így a kialakult mikotoxin helyzetet. A rovar lárvája a toxinmentes tömegtakarmány termesztés legnagyobb ellensége, mivel a silókukoricák száraknázásával utat nyit a fuzáriumos szárkorhadásnak (Hertelendy és Szabó 1976). A faj szemes kukoricatermesztésben is hasonló jelentőséggel bír (Pepó et al. 2006). Sajnos napjaink aktualitása, hogy a rovar stratégiát váltva, kártételét közvetlen szemrágással a csövön is nagymértékben kifejti. Ez korábban csak a délebbi, melegebb éghajlatú országok sajátja volt (Keszthelyi et al. 2016b).

A gyapottok-bagolylepke (Helicoverpa armigera Hbn.)

Száraz évjáratokban a gyapottok-bagolylepke kukoricán okozott elsődleges kárképe a fejlődő csövek csúcsi rágása. A kártevő rendkívül polifág, több mint 100 tápnövényről ismert a kártétele. E bagolylepke ponto-mediterrán faunaelem. Így korábban csupán alkalmi vándorként jelent meg hazánkban (Szeőke et al. 1995b, Keszthelyi et al. 2010). Áttelelni nem volt képes. Magyarországi rendszeres tömeges jelenléte, kártétele 1993 óta ismert (Szeőke 1994a). Az ezredforduló éveitől kárpát-medencei áttelelése valószínű (Keszthelyi et al. 2013). Évente 2–3 generációja fejlődik és báb alakban telet. 1993 óta minden évben megjelenő, veszélyes kártevő, egyes években tömegesen felszaporodva. A rovar közel két évtizedes magyarországi jelenléte egyértelműen párhuzamba állítható a szemes kukoricán sűrűbben fellépő mikrogombás megbetegedésekkel (Szeőke 2007). A faj lárvája kizárólag a növény virágzatán, termésén táplálkozik (Keszthelyi et al. 2013). A csövön okozott rágása granulózusabb, mint a kukoricamoly lárvájaé, s elsősorban a cső csúcsi részén jelentkezik. Fontos különbség még, hogy a kukoricamollyal szemben a lárváját selyemszálsovós nem jellemzi. A kárképek megjelenése a csőérés időszakára esik, mivel erre az időtartományra esik a faj legtömegesebb nemzedékének kialakulása (Keszthelyi et al. 2016a). Károsítása nyomán a toxintermelő mikrogombák megtelepedése kivétel nélkül bekövetkezik (Szeőke és Dulinafka 1987). A szabadföldi kísérletek rámutattak, hogy csóká-

rosítása az öregedő kukoricaállományok és a lárva védett élőhelye miatt kémiai beavatkozással hatékonyan nem mérsékelhető (Szeőke et al. 1995a, Keszthelyi és Lövényi 2014).

A négyfoltos fénybogár (Glischrochilus quadrisignatus Say)

Több tápnövényű (polifág) faj, amelynek különösen a kukoricában okozott kártétele érdemel említést (Keszthelyi 2009). A rovar ún. „másodlagos” kártevő. Kukoricán a „jelentős” károsítók (gyapottok-bagoly-lepke, kukoricamolylepke) által okozott kárt súlyosbítja (Ciampolini et al. 1994). A károsító lepke lárvák által megsértett, fermentálódó növény szöveteken jelennek meg (Davidson és Lyon 1979). Észak-Amerikából származó faj. Első tudósítás közép-európai jelenlétéről 1954-ből származik (Jelinek 1997). Šefrová és Lastůvka 2005-ös adventív fajok listáját és elemzését tartalmazó munkájában inváziós fajnak jelöli, amely agrár- és kertészeti kultúrákban illetve az azt övező növénytársulásokban lép fel (Dowd és Nelson 1994, Keszthelyi 2010). Évente általában két (kedvező körülmények között több) nemzedékben jelenik meg és lárva vagy kifejlett bogár alakjában telegyűl a növény-maradványokban, lehullott gyümölcsökben a talajszinten vagy a talajban (Peng és Williams 1991, Dowd és Nelson 1994). Közel 60 éves európai megtelepedését követően rohamosan terjedt el az öreg kontinensen, valószínűleg anemochor (szél segítségével) módon. Jelenléte rendkívül tömeges, mind agrár-, mind természetes társulásokban. E kártevő elsősorban az előző, jelentősebb fajok kárképeit súlyosbítja úgy, hogy az általuk nyitott sebzéseket nem engedi begyógyulni. A bogár imágóit vonzzák a cukros, erjedésben lévő növényi szövetnedvek (Keszthelyi 2010). Ezért kukoricásokban többnyire a kukoricamolylepke által nyitott járatokban, e lárva légzőnyílásainak környékén található.

Az amerikai kukoricabogár (Diabrotica v. virgifera LeConte)

Az amerikai kukoricabogár európai (Bača 1993, Ciosi et al. 2008) és 1995-ös magyarországi megjelenésével (Ilovay et al. 1998) gyökeresen megváltoztatta a korábbi, monokultúrára alapozott kukoricatermesztési szemléletet (Bayar et al. 2003, Nagy 2007). A lárva a lég- és valódi gyökereket megrágva a kukorica kidőlését, míg az imágó többek között termékenyülési problémákat generál. Évente egy nemzedékben fejlődik és tojás alakban telegyűl. Jelentőségét hangsúlyozza, hogy elsőként sikerült kiharcolnia extenzív termesztéstechnológiájú kukoricákban is az állományvédekezések létjogosultságát (Keszthelyi 2005). Mikotoxin szennyezettséget kiváltó tevékenysége, azonban elmarad az előző fajokétól. Közvetlen szemkiüregesítése ugyanis csupán aszályos időszakokban jelentkezik. A szomjas bogarak vízszükségletüket a fejlődő szemekből pótolják. Ezek a sérült növényi szövetek kétség kívül kapui lehetnek a gyengültségi paraziták behatolásának (Windham et al. 1999), azonban e vegetációs vizét vesztett termés már nem kedvez e gombák gyors kolonizációjának (Keszthelyi et al. 2007).

A KUKORICA MIKOTOXIN-SZENNYEZETTSÉG MÉRSEKLÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

Minden olyan technológiai elem, mely a rágó-szájszervű kártevők kártételét gátolja, illetve a kukorica mechanikai sérüléseit mérsékli, az hozzájárul a gyengültségi paraziták károsításának csökkentéséhez.

Az agrotechnikai védekezések sora a szaporítóanyag megválasztásánál kezdődik. A tenyészidőszak hossza és a rovarkárok mértéke egyenes arányosságot mutat. Így a rövid tenyészidejű kukoricák tenyészidőszakukból, s vegetációs habitusukból adódóan kevésbé érzékenyek, mint a hosszabban érő kukoricák (Nagy 2007). Ertérés mutatkozik a hasznosítási típusok között is (Csou 1960). Sokkal kitettebbek a kártételeknek a siló-, csemege vagy akár a WAXY kukoricák. Magas vegetációs víztartalmuk, szénhidrát összetételük miatt a rovarok előszeretettel támadják az ilyen hibrideket (Wang et al. 2003). Mintegy akkumulátor területei a kártevő ízeltlábúaknak (Keszthelyi et al. 2009).

Többek között a rágó-szájszervű kártevők kármentésére hozták létre biotechnológiai úton a rovarkárrezisztens ún. Bt kukoricákat (Sanders és Czepó 1998). E kukoricák teljesen ellenállnak a kártételnek úgy, hogy előlik az őket megtámadó károsítókat (Brookes 2002, Szeőke 2004, Brookes és Barfoot 2005). Így természetesen a toxintermelő mikrogombák megtelepedése sem válik lehetővé (Munkvold és Desjardins 1997, Munkvold et al. 1999). Az ilyen Bt kukoricák a modern biotechnológia eredményei (EU-ban engedélyezett GM kukoricák a MON810 és a PR1507), melyek köztermesztése megosztja a világot. Magyarország a Pannon ökorégió és a konvencionális kukoricapiacainak védelmére alapozva elzárkózik e növények hazai termesztésétől (Pepó 2006, Popp és Potori 2007).

A szaporítóanyag megválasztása mellett nagy hangsúlyt kell kapnia a vetésszerkezet helyes kialakításának (Koppányi és Kovács 1958). A monokultúra, illetve a kalászos elővetemények sajnos mikotoxin terheltséget kiváltó előzmények kukoricában (Mesterházy et al. 2012). A talaj felszínén heverő növénymaradványokon található gomba inokulumok (különösen nedves időjárás esetén) könnyen fertőzik a fejlődő kukoricatáblákat (Kiss és Mészáros 1986). Bár kimutathatók az egyes kórokozók, többek között a *Fusarium* fajok vonatkozásában is gazdanövény választási prioritások, azonban tény, hogy az őszi búza és a kukorica több közös mikotoxint termelő fitopatogénnel rendelkezik (pl. *F. culmorum*, *F. graminearum*). A kukorica monokultúra további veszélye a rágó-szájszervű kártevők felszaporodása (Nagy 2007). Így többek között a kukoricamolylepke telegyűléséből fejlődő lepkék közvetlenül a visszavetett kukoricára helyezhetik tojáscsomóikat (Keszthelyi et al. 2009).

A talajelőkészítés, szűkebben az alapművelés helyes megválasztása is rendkívül fontos. A tarlómaradványok tökéletes megsemmisítése, alászántása következtében kisebb lesz a kórokozók fertőzési nyomása, emellett hatékonyan gyéríthetők a kártevők telegyűlési alakjai (Brod és Eckle 1987, Holland és Reynolds 2003). Így a károsítók létszámának csökkentése elsősorban a forgatásos, vagy a szántéppővel kombinált lazító műveléstől várható.

Az alapművelés milyensége a környező, szomszédos táblák vonatkozásában is fontos tényező. Egyes fajok, mint a *F. culmorum* még a tarlómaradvánnyal borított földektől nagyobb távolságban is képesek számmottevő károsítást okozni (Jenkinson és Parry 1994).

Az agrotechnikai elemek sorát elemezve nem hagyhatók ki a kukorica növényápolási, tápanyag-utánpótlási műveletei. Törekedni kell növényi sebzések kialakítása nélkül végrehajtott beavatkozásokra. Így ügyelni kell arra, hogy a sorközművelés során a kultivátor minél kevesebb sérülést váltson ki a kultúrnövényen (Ferencsik 2015). A kukorica fejtrágyázásánál is körültekintően kell eljárni. Kerülni kell a repítő tárcsás műtrágyaszórók alkalmazását, mivel a szilárd granulátumként kikerülő műtrágya perzselést okozhat a növényi szöveteken (Füzy 2009, Bottlik 2014). Így kukorica állományokban a hatóanyagok kijuttatása tápkultivátor alkalmazásával javasolt.

A mikotoxint termelő gombák elleni gombaölő szeres, kémiai védekezés kukorica állományokban – szemben a kalászosokkal – a folyamatos kártevőnyomás miatt általában hatástalan. Így az előzőekben bemutatott kártevők irtása az elsődleges feladat (Szeőke et al. 2001). Ezzel párhuzamosan meg kell említeni, hogy az extenzív kukoricatermesztésben (áru- és siló-kukorica) korábban egyáltalán nem volt gyakorlat a

növényvédő szeres állománypermetezés (Mile és Ilovai 1979). Mindezt gazdasági tényezők támasztották alá (Szeőke et al. 1996, Parry et al. 2004). Ez a szemlélet viszont az elmúlt 4–5 évet vizsgálva változni látszik. Az állományok növekvő rovarkártételei az alkalmazott növényvédelmi technológiák változtatásának irányába mutatnak (Keszthelyi 2011). Egyre több növényvédő szer és technológia kerül gyakorlatba. Egyben terjed az extenzív kukoricásokban is a rovarölő szeres kezelések alkalmazása (Meissle et al. 2009). A szabadföldi kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a célzott állománypermetezések sikeresen csökkentik a kukoricamoly és az elsődleges rágó kártevők kárképeit (Szeőke 1994b). A kukoricamoly ellen irányuló permetezések, azonban az egyéb kártevőket csak mérsékelten gyérítik, mivel a rovarok rajzascúcsai eltérő időpontokra esnek (Keszthelyi és Lovényi 2014, Keszthelyi et al. 2016b).

Természetesen a mikotoxin kérdés összetettebb probléma, minthogy csupán szántóföldi módszerekkel megoldható lenne. A tömegtakarmányok kezelésénél, kitarolásánál is számos toxikózist előidéző tényező ismert. Összességében a toxintermelő mikrogombák sikeres visszaszorítása az egymást követő agrotechnikai és kémiai védekezési elemek hatékony kivitelezésének végeredménye.

IRODALOM

- 44/2003. (IV. 26.) FVM rendelet (2003): A Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól.
- 183/2005/EK rendelet (2005): A takarmányhigiéniát követelményeinek meghatározásáról.
- 856/2005/EK rendelet (2005. június 6.) (2005): a 466/2001/EK rendeletnek a Fusarium-toxinok tekintetében történő módosításáról.
- 1881/2006/EK rendelet (2006): Az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról.
- 2002/32/EK irányelv (2002): A takarmányban előforduló nemkívánatos anyagokról.
- Bača, F. (1993): New member of the harmful entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera, Chrysomelidae): IWGO Newsletter. 12: 21.
- Bayar K.–Komáromi J.–Kiss J.–Edwards C. R.–Hataláné Zsellér I.–Széll E. (2003): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) populációjának jellemzői kukorica monokultúrában. Növénytermelés. 52. 2: 185–202.
- Bottlik L. (2014): A kukorica sorközművelés agronómiaja és agrotechnikája. Értékálló Aranykorona. 14. 4: 23–24.
- Britzi, M.–Friedman, S.–Miron, J.–Solomon, R.–Cuneah, O.–Shimshoni, J. A.–Soback, S.–Ashkenazi, R.–Armer, S.–Shlosberg, A. (2013): Carry-over of aflatoxin b1 to aflatoxin m1 in high yielding israeli cows in mid- and late lactation. Toxins. 5: 173–183.
- Brod, G.–Eckle, K. (1987): The effect of mechanical control of larvae of *Ostrinia nubilalis* Hbn. by turning and non-turning primary tillage. Gesunde Pflanzen. Germany. FR.
- Brookes, G. (2002): The Farm Level Impact of Using Bt Maize in Spain. Brookes West. Canterbury.
- Brookes, G.–Barfoot, P. (2005): GM Crops: The Global Socio-economic and Environmental Impact – The First Nine Years 1996–2004. PG Economics Ltd. Dorchester. <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/globalimpactstudyfinal.pdf>
- Chavda, M. R.–Savsani, H. H.–Dongre, V. B.–Sonawane, G. S. (2014): Impact of climate change on dairy cattle and its mitigation. Indian Cow (The): The Scientific and Economic Journal. 11. 40: 43–50.
- Ciampolini, M.–Pacini, A.–Serrani, F. (1994): Damage by *Glischrochilus quadrisignatus* (Say) on the maize crops in the Udine province. Informatore Agrario. 50. 11: 71–75.
- Ciosi, M.–Miller, N. J.–Kim, K. S.–Giordano, R.–Estoup A.–Guillemaud, T. (2008): Invasion of Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*: multiple transatlantic introductions with various reductions of genetic diversity. Molecular Ecology. 17: 3614–3627.
- Čonková, E.–Laciakova, A.–Kováč, G.–Seidel, H. (2003): Fusarial toxins and their role in animal diseases. The Veterinary Journal. 165. 3: 214–220.
- Csou, J. C. (1960): Kukoricamoly ellenállósági vizsgálatok magyar és kínai kukoricafajtákon. Növénytermelés. 9. 2: 141–152.
- Darabos J. (1973): A kukoricamoly kártétele. Növényvédelem. 9. 7: 214–215.
- Davidson, R. H.–Lyon, W. F. (1979): Insect pests of farm, garden and orchard. Wiley J. and Sons. New York. 596.
- Deshpande, S. (2002): Handbook of Food Toxicology. Food science and technology 119. Marcel Dekker, Inc. NY.
- Dolinka B. (1961): A kukoricamolyos fertőzöttség megállítása nemesítési és termesztési kísérletekben. A növényvédelem időszéri kérdései. 2: 10–15.
- Dowd, P. F.–Nelson, T. C. (1994): Seasonal variation of sap beetle (*Coleoptera: Nitidulidae*) populations in central Illinois cornfield-oak woodland habitat and potential influence of weather patterns. Environmental Entomology. 23: 1215–1223.
- Farkas J.–Bencze J.–Szeitzné Szabó M.–Kovács M.–Varga J.–Varga L. (2013): Kárpát-medence éghajlat változásának kihatása élelmiszerbiztonságunkra. Magyar Tudomány. 2: 147.

- Ferencsik S. (2015): A kukorica hagyományos és csökkentett menetszámú talajművelési rendszereinek komplex elemzése. Doktori PhD értekezés. Debreceni Egyetem. Debrecen. 120.
- Fúzy J. (2009): A kukorica növényápolása sorközműveléssel. Agroforum Extra. 32: 92–95.
- Hertelendy L. (1999): Kukoricamoly: fokozódó kártétel. Magyar Mezőgazdaság. 54. 39: 17.
- Hertelendy L.–Szabó I. (1976): A kukoricamoly kártételének vizsgálata. Növényvédelem. 12. 3: 113–117.
- Health Alert Network (2016): <https://emergency.cdc.gov/han/>
- Holland, J. M.–Reynolds, C. J. (2003): The impact of soil cultivation on arthropod (*Coleoptera* and *Araneae*) emergence on arable land. *Pedobiologia*. 47. 2: 181–191.
- Jenkinson, P.–Parry, D. W. (1994): Splash dispersal of conidia of *Fusarium culmorum* and *Fusarium avenaceum*. *Mycological Research*. 98. 5: 506–510.
- Ilovay Z.–Hataláné Zsellér I.–Princzinger G.–Ripka G. (1998): Az amerikai kukoricabogár megjelenése és megtelepedése Magyarországon 1995–1997 között. 44. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest.
- Jelínek, J. (1997): New descriptions and records of *Brachypteridae* and *Nitidulidae* from the Palaearctic region (*Coleoptera*). *Folia Heyrovskyana*. 5. 3: 123–138.
- Kiss J.–Mészáros Z. (1986): A monokultúrában termesztett kukorica *Macrolepidoptera* együttesének jellemzése. *Növényvédelem*. 22. 5: 193–199.
- Keszthelyi, S. (2005): Immigration of Western Corn Rootworm (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) Adults into First Year Corn in Somogy County 2004. *Cereal Res. Commun.* 33. 4: 747–754.
- Keszthelyi S. (2009): A négyfoltos fénybogár (*Glischrochilus quadrisignatus* Say, 1835) kukoricaállományokban. *Növényvédelem*. 45. 9: 505–506.
- Keszthelyi S. (2010): Adatok a négyfoltos fénybogár (*Glischrochilus quadrisignatus* Say, 1835) (*Coleoptera: Nitidulidae*) kárpát-menedencei ökológiájához és kukoricában megfigyelt rajzásához. *Növényvédelem*. 46. 6: 253–260.
- Keszthelyi S. (2011): Az árukukoricában végzett inszekticid kezelekések megítélése az idegenhonos kártevők jelentőségének és elterjedésének függvényében. *Növényvédelem*. 47. 8: 338–348.
- Keszthelyi S.–Marczali Zs. (2007): A kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) 2006-os magyarországi rajzásának vizsgálata az elmúlt évek klímajellemzőinek tükrében. *Növényvédelem*. 43. 10: 461–466.
- Keszthelyi S.–Kerepesi I.–Pál-Fám F.–Pozsgai J. (2008): Jégvert és golyvásüstög- [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] fertőzött kukorica csírázás és beltartalom vizsgálata. *Növényvédelem*. 44. 9: 435–439.
- Keszthelyi S.–Lövényi Zs. (2014): Árukukoricában végzett inszekticid állománypermetezések hatékonysága kukoricamoly és gyapottok-bagolylepke ellen. *Növényvédelem*. 50. 1: 13–18.
- Keszthelyi S.–Naját A.–Fekete A.–Marczali Zs. (2002): A kukoricamoly lárvák növényenkénti számának és elhelyezkedésének hatása egy középérésű kukoricahibrid súly- és beltartalmi értékeire. *Növényvédelem*. 38. 7: 337–345.
- Keszthelyi, S.–Nowinszky, L.–Puskás, J. (2006): Spreading examination of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) flight types in the background of Péczely's climate districts. *Cereal Res. Commun.* 34. 4: 1283–1290.
- Keszthelyi S.–Szabó T.–Kurucsai P. (2007): Az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica v. virgifera* LeConte) kártételének vizsgálata. *Növényvédelem*. 43. 8: 345–351.
- Keszthelyi S.–Vörös G.–Szeőke K.–Fischl G. (2009): Az árukukorica növényvédelme. *Növényvédelem*. 45. 5: 253–277.
- Keszthelyi S.–Pál-Fám F.–Kerepesi I. (2010): A kukoricaszemek beltartalom- és fehérjestruktúra-változása a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) csökörtételének hatására. *Növénytermelés*. 59. 2: 53–64.
- Keszthelyi, S.–Nowinszky, L.–Puskás, J. (2013): The growing abundance of *Helicoverpa armigera* in Hungary and its areal shift estimation. *Central European Journal of Biology*. 8. 8: 756–764.
- Keszthelyi, S.–Nowinszky, L.–Szeőke, K. (2016a): Different catching series from light and pheromone traps trapping of *Helicoverpa armigera* (*Lepidoptera: Noctuidae*). *Biologia*. 71. 7: 818–823.
- Keszthelyi S.–Iberpaker A.–Lövényi Zs.–Simon G.–Pál-Fám F.–Rácz I. (2016b): Klórántraniliprol és klóránmiliprol+lambdacihalotrin hatóanyagú állománykezelések hatása a kukorica izeltlábú közösségére. *Növényvédelem*. 52. 3: 131–139.
- Koppányi T.–Kovács B. (1958): Molyfertőzés néhány fontosabb kukoricafajta különböző vetésidőjű állományaiban. *Mg. Akadémia évkönyve*. 297–308.
- Kovács M. (2010): A mikotoxinok humán-egészségügyi vonatkozásai. [In: Kovács M. (szerk.) Aktualitások a mikotoxin kutatásban.] *Agroinform Kiadó*. Budapest. 85–102.
- Kozár, F. (1997): Insects in a changing world. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. 32: 129–139.
- Kozár F. (2009): Pajzstetű fajok és a klímaváltozás: vizsgálatok magyarországi autópályákon. *Növényvédelem*. 45. 11: 577–588.
- Mesterházy, Á.–Lemmens, M.–Reid, L. M. (2012): Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. *Plant Breeding*. 131. 1: 1–19.
- Meissle, M.–Mouron, P.–Musa, T.–Bigler, F.–Pons, X.–Vasileiadis, V. P.–Otto, S.–Antichi, D.–Kiss, J.–Palinka, Z.–Dorner, Z.–van der Weide, R.–Groten, J.–Czembor, E.–Adamczyk, J.–Thibord, J. B.–Melander, B.–Cordsen Nielsen, G.–Poulsen, R. T.–Zimmermann, O.–Verschwele, A.–Oldenburg, E. (2009): Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *Journal of Applied Entomology*. 134. 5: 357–375.
- Mile L.–Ilovai Z. (1979): A kukoricamoly kártételének vizsgálata iparszerű termelési viszonyok között. *Növényvédelem*. 15. 7: 313–315.
- Munkvold, G. P.–Hellmich, R. L.–Rice, L. G. (1999): Comparison of Fumonisin Concentrations in Kernels of Transgenic Bt Maize Hybrids and Non-Transgenic Hybrids. *Plant Diseases*. 83: 130–138.
- Munkvold, G. P.–Desjardins, A. E. (1997): Fumonisin in Maize: Can We Reduce Their Occurrence? *Plant Diseases*. 81: 556–565.
- Nagy J. (2007): *Kukoricatermesztés*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Nelson, P. E.–Toussoun, T. A.–Cook, R. J. (1981): *Fusarium: diseases, biology and taxonomy*. Pennsylvania State University Press. USA.
- Parry, M. L.–Rosenzweig, C.–Iglesias, A.–Livermore, M.–Fischer, G. (2004): Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*. 14. 1: 53–67.
- Pálfy Cs. (1983): A kukoricamoly és kártétele. *Növényvédelem*. 19. 11: 515–517.
- Peng, C.–Williams, R. N. (1991): Influence of food on development, survival, fecundity, longevity, and sex ratio of *Glischrochilus quadrisignatus* (*Coleoptera: Nitidulidae*). *Environmental Entomology*. 20. 1: 205–210.
- Péppő P. (2006): GMO – Nem sürgős a bevezetésük. *Magyar Mezőgazdaság*. 61. 27: 2.
- Péppő P.–Tóth Sz.–Bódi Z. (2006): Kukoricavonalak és hibridjeik *Fusarium* ssp. és kukoricamoly-ellenállóságának vizsgálata diállél keresztezésben. *Növénytermelés*. 55. 1–2: 63–70.

- Popp J.–Potori N. (2007): A GM-növények (elsősorban a kukorica) termesztésének és ipari felhasználásának közgazdasági kérdései Magyarországon. *Magyar Tudomány*. 4: 451–461.
- Sefrova, H.–Lastuvka, Z. (2005): Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 53. 4: 151–170.
- Sanders P.–Czepó M. (1998): Rovarellenálló transzgén kukorica és a biztonság. *Növényvédelem*. 34. 5: 263–266.
- Santurio, J. M. (2000): Mycotoxins and mycotoxicosis in poultry. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2. 1: 1–12.
- Szeőke K. (1994a): A gyapottok-bagolylepke 1993. évi magyarországi előfordulása és kártétele. *Növényvédelem*. 30. 4: 153–162.
- Szeőke K. (1994b): Pontos időzítéssel. *Kertészet és Szőlészet*. 5. 6: 20–22.
- Szeőke K. (2001): Potyautasok az Újvilágból. *Kertészet és Szőlészet*. 50. 7: 12–14.
- Szeőke K. (2003): Meleg nyár – sok kártevő. *Növényvédelem*. 39. 7: 333–335.
- Szeőke K. (2004): Transzgénikus Bt-kukorica hibrideken végzett hatásvizsgálatok eredményei kukoricamolylepke és gyapottok-bagolylepke esetében. XIV. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum. Keszthely. Összefoglaló. 65.
- Szeőke K. (2007): A gyapottok-bagolylepke új kártételi stratégiája. *Növényvédelem*. 43. 9: 424.
- Szeőke K.–Dulinafka Gy. (1987): A gyapottok-bagolylepke hazai előfordulása és kártétele csemegekukoricában. *Növényvédelem*. 23. 10: 433–438.
- Szeőke K.–Vörös G. (2001): Az utóbbi évek időjárásának hatása a kártevő rovarok elterjedésére. *Növényvédelem*. 37. 1: 22–25.
- Szeőke K.–Ripka G. (2012): Jövevény kártevő ízeltlábúak áttekintése Magyarországon, lepkék (*Lepidoptera*). *Növényvédelem*. 48. 3: 105–115.
- Szeőke K.–Kemény P.–Timár I. (1995a): Tapasztalatok és eredmények a gyapottok-bagolylepke elleni védekezésben. *Agrofórum*. 6. 12: 42.
- Szeőke K.–Molnár F.–Gyulai P.–Veres J.–Szilágyi K. (1995b): A gyapottok-bagolylepke 1994. évi előfordulása és kártétele Magyarországon. *Növényvédelem*. 31. 6: 249–259.
- Szeőke K.–Gáborjáni R.–Kobza S.–Rátainé V. R. (1996): A csemegekukorica növényvédelme. *Növényvédelem*. 32. 9: 459–465.
- Szeőke K.–Herczig B.–Vörös G.–Ripka G.–Hluchy M.–Tamašek Z. (2001): Peteparazitoidokkal (*Trichogramma* spp.) végzett biológiai védekezési kísérletek kukoricamolylepke és gyapottok-bagolylepke ellen Magyarországon. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXII.). Budapest. 81–82.
- Torres, A. M.–Reynoso, M. M.–Rojo, F. G.–Ramirez, M. L.–Chulze, S. N. (2001): *Fusarium* species (section *Liseola*) and its mycotoxins in maize harvested in northern Argentina. *Food Additives & Contaminants*. 18. 9: 836–843.
- Voss, K. A.–Smith, G. W.–Haschek, W. M. (2007). Fumonisin: toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. *Animal Feed Science and Technology*. 137. 3: 299–325.
- Wang, Z. Y.–He, K. L.–Wen, L. P.–Bai, S. X.–Zhou, D. R. (2003): Occurrence trends and control strategy of diseases and pest insects of corn for special uses. *Plant Protection – Beijing*. 29. 3: 12–14.
- Waśkiewicz, A.–Goliński, P. (2013). Mycotoxins in foods, feeds and their components. *Krmiva*. 55. 1: 35–45.
- Windham, G. L.–Williams, W. P.–Davis, F. M. (1999): Effects of the Southwestern corn borer on *Aspergillus flavus* kernel infection and aflatoxin accumulation in maize hybrids. *Plant Diseases*. 83: 535–540.
- Zomborszky Kovács M. (2004): A penészgombák toxinjainak állategészségügyi vonatkozásai. *Mezőhír*. 8: 2.