

## A kukoricaszemek beltartalom- és fehérjestruktúra-változása a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hbn.) csőkártételének hatására

<sup>1</sup>KESZTHELYI SÁNDOR-<sup>1</sup>PÁL-FÁM FERENC-<sup>2</sup>KEREPESI ILDIKÓ

<sup>1</sup>Kaposvári Egyetem ÁTK, Kaposvár

<sup>2</sup>Pécsi Tudományegyetem TTK, Pécs

### Összefoglalás

Vizsgálataink során meghatároztuk a kukorica szemtermésének gyapottok-bagolylepke okozta beltartalom- és fehérje-összetétel változását. Kontroll, részkárosított és károsított minták szárazanyag-, nyerszsír-, nyersfehérje- és keményítő tartalmát hasonlítottuk össze, illetve vizsgáltuk az egyes csoportok fehérje-összetételének alakulását is.

Vizsgálati eredményeink a károsítás hatására fellépő fokozott vízvesztést, kényszerérést nem igazolták. A károsítás hatására az 1 hektárra kalkulált nyerszsír (veszteség: 9,29 kg, 2,92%) és a keményítő (veszteség: 214,03 kg, 3,55%) tartalom csökkenése regisztrálható volt. Az ezzel párhuzamosan jelentkező nyersfehérje tartalom emelkedésének háttérében álló fehérjestruktúra változást az SDS PAGE vizsgálatok igazolták, amelyet a legkifejezőbbben a károsított magvaknál a kis molekulatömegű zein fehérjék eltűnése magyaráz. A fehérjetartalom növekedésének háttérében a 114, 50, 46, 35 kDa molekulatömegű fehérjék mennyiségi növekedése áll.

**Kulcsszavak:** kukorica, gyapottok-bagolylepke, beltartalmi értékmérők

## Changes in the content and protein structure of maize grains as a result of the ear damage caused by Cotton Bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.)

<sup>1</sup>S. KESZTHELYI–<sup>1</sup>F. PÁL-FÁM–<sup>2</sup>I. KEREPESI

<sup>1</sup>University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár

<sup>2</sup>University of Pécs, Faculty of Sciences, Pécs

### Summary

During our examinations, we determined the change in the content and protein structure of maize grains as a result of the ear damage caused by Cotton Bollworm. We compared the dry matter, raw fat, raw protein and starch contents of partially damaged and damaged samples and we also examined the protein structures of each group.

Our examination data did not show increased water loss and forced ripening as a result of damaging. The decreases in raw fat (loss: 9.29 kg, 2.92%) and starch (loss: 214.03 kg, 3.55%) per one hectare as a result of damaging were registered. The change in the protein structure causing a parallel increase in raw protein was shown by SDS PAGE analyses, which is best demonstrated by the disappearance of small molecular weight zein proteins in the case of damaged grains. The increase of protein content is caused by the increase of the quantities of 114, 50, 46, 35 kDa molecular weight protein.

**Key words:** maize, Cotton Bollworm, contentual values

### Bevezetés

Az egyes károsítók által okozott kártételek általában jól látható, jellegzetes kárképek formájában jelentkeznek a gazdanövényeken. A kukorica esetében ilyen lehet az amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) által előidézett hattyúnyakas szárgörbület (Čamprag és Bača 1995, Kahler et al. 1985), vagy a kukoricamolylepke (*Ostrinia nubilalis* Hübner) okozta szár- vagy címertörés (Bohn et al. 1999, Szőke et al. 2005), és a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera* Hübner) jellegzetes címer- vagy csőrágása (Čamprag

et al. 2004, Fitt 1989). Ezeket a kártételi formákat egyes szerzők elsődleges, közvetlen kárnak nevezik (Mile és Ilovai 1979, Lodos 1979, Pálffy 1983).

Emellett a rovar táplálkozási tevékenysége során, vagy azt követően további termés-, bizonyos esetekben minőségi értékcsökkenést okozhat a gazdanövényeken (Kahler et al. 1985, Keszthelyi és Takács 2002). Ismert tény, hogy a gyengültségi paraziták, fitopatogén mikrogombák fellépése, kórtüneteinek megjelenése nyitott növényi sebzések jelenlétében hatványozottabb (Hammon és Faeth 2006, Hatcher és Paul 2001). A növényi sebek kialakulásáért az abiotikus természeti jelenségek (jégverés, vihar stb.) mellett fitofág rovarok is felelhetnek. A mikrogombák terjesztése több kukorica kártevő esetében már bizonyítást nyert (Keller et al. 1986, Ruming et al. 2004). Horváth és Fischl 1996-os tanulmányában felsorolja a gyapottok-bagolylepke csőkártétele következtében fellépő legfontosabb mikrogombákat: *Fusarium* spp., *Aspergillus ochraceus*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternata*, *Gonatotryps flava*, *Periconia* spp. Ezek a mikrogombák életfolyamataik fenntartása érdekében természetesen további szerves anyagot vonnak el a gazdanövénytől. Így a rovar kártétellel együtt, a növény beltartalmi paramétereinek mennyiségi és minőségi értékcsökkenését idézik elő (Pál-Fám et al. 2008). Ez a jelenség ökonómiai szempontból vizsgálva bizonyos (pl. őszi búza) esetében jelentős árbevétel csökkenést is okozhat (Mesterházy 1978). További aggályokat vet fel a már említett *Fusarium* fajok által termelt mikotoxinok takarmány terheltsége (Mesterházy és Kovács 1986, Munkvold et al. 1997). Az említett heterotrófok élettevékenységük fenntartása érdekében, tehát tápanyagokat vonnak el, emellett lebontó enzimeket, vagy toxinokat termelnek. Így közvetlenül hatással vannak a növény szerves anyag összetételére.

A kukorica szemtermésének fehérjéi albuminok, globulinok, zeinek és gluteinek csoportjába sorolhatók. A magérés kezdetén főleg az albuminok és globulinok alkotják az endospermium fő fehérjetartalmát, majd a zeinek és gluteinek szintézise dominál. Az érett szemtermésben a fehérjetartalom 50–60%-át a zein frakció alkotja. Fő komponensei a 27 vagy a 28, 22, 19, 16 vagy a 17, 14 vagy a 15 kDa molekulatömegű fehérjék (Wilson 1991, Woo et al. 2001). A zein mintázatot a környezeti tényezők nem befolyásolják. A glutein frakció adja az endospermium raktározott fehérjéinek mintegy 30%-át, míg az albuminok, globulinok zömében az embrióban lokalizálódnak.

A növényekben a sejtkárosító ingerek hatására fehérjestruktúra változás is bekövetkezik (Szigeti 1998, Csermely 2000). A károsítás hatására a növény által

kialakított válaszreakció a mikroorganizmusok esetében jól ismert. E jelenséghez kiterjedt, nemzetközi rezisztenciakutatások fűződnek (Király et al. 2007). Bizonyos növényi proteinek képesek felismerni a mikroorganizmusok, nematódák és rovarok támadásait (Meyers et al. 2003, Schulze-Lefert és Bieri 2005). Emellett olyan fehérjék is termelődhetnek, melynek nincs köze a biotikus károsító tevékenységéhez (Király et al. 2007). Ennek tanulmányozása nagy jelentőséggel bír élelmiszer- és egészségtudományi szempontból, mert a termelődő stressz fehérjék egy részét élelmiszerallergénként tartják számon (Breiteneder és Radauer 2004).

Vizsgálataink célja volt, a hazánk kukoricatermesztésének eredményességét döntően befolyásoló, adventív gyapottok-bagolylepke táblaszintű kártételének mind pontosabb megismerése, az okozott kár különböző megjelenési formáinak feltérképezése. Továbbiakban kíváncsiak voltunk miként alakul a rágás következményeként jelentkező mérhető tömegveszteségek mellett, a szem beltartalmi összetevőinek aránya, kiemelve a fehérjestruktúrában bekövetkező változásokat.

### Anyag és módszer

A kukorica biotikus stressz hatásra bekövetkező beltartalmi paraméter, illetve aminosav struktúra-változásának megismerése érdekében, gyapottok-bagolylepke által károsított csöveket gyűjtöttünk egy Kaposvár (Somogy megye) melletti kukoricatáblából. A vizsgált 20 hektáros területre 2008. tavaszán a Pioneer® PR36D79-es (FAO 440) középkorai éréscsoportba tartozó kukorica hibridet vetettek. Az őszi búza elővetemény betakarítását követően a talajelőkészítési, tápanyag-utánpótlási és gyomirtási műveleteket a növény fejlődését kielégítve optimális időben és módon végezték. Inszekticides peszticid kijuttatás sem talajfertőtlenítés, sem pedig állománypermetezés formájában a területen nem történt.

A csöképződés időszakát követően, 2008. szeptember 12-én egészséges és gyapottok-bagolylepke által károsított csöveket gyűjtöttünk be. A kukoricatáblából 20 db egészséges, 40 db gyapottok-bagolylepke által szemmel jól láthatóan károsított csövet törtünk le, amelyből egyenként 1 kg-os mintákat képeztünk. A csövek lemorzsolását követően 3 mintacsoportot képeztünk: 1. egészséges csövek szemeit tartalmazó minta (továbbiakban „kontroll”); 2. károsított csövek összes szem termését tartalmazó minta (továbbiakban: „részká-

rosított”); 3. csupán károsított szemeket tartalmazó minta (továbbiakban: „károsított”). A részkárosított minták elkülönítését az indokolja, hogy a szántóföldi kultúrák esetében jelentkező kártételek szinte kivétel nélkül ide tartoznak, mivel a rovar a csövön található összes szemet szinte soha nem károsítja.

A beltartalmi paraméterek (nyersfehérje, nyerszsír, keményítő) mintánkénti mennyiségvizsgálatát a *Magyar Szabvány* (1977, 1978, 1981) előírásai szerint a Kaposvári Egyetem Kémiai-Biokémiai Tanszék analitikai laboratóriumában meghatároztattuk [szárazanyag, víz (MSZ 6830/3-77), nyersfehérje (MSZ 6830/4-77), nyerszsír (MSZ 6830/6-78), keményítő (MSZ 6830/6-77)]. A százalékos értékekből kiszámoltuk az 1 kg szemtermésben bekövetkező nyersfehérje abszolút változását.

A fehérje-összetétel vizsgálat: a fehérje extrahálás során az elporított kukorica magból vett mintát állandó hűtés mellett extraháltuk fehérje homogénizáló pufferben (1 ml TritonX, 1 g cisztein, 3 mg PMSF, 200 cm<sup>3</sup> 0,01 M-os foszfát pufferben oldva, pH 7), majd centrifugáltuk (10 perc 2000 ford./perc). Ezt követően a felülúszót újabb centrifugálással (3500 ford./perc, 20 perc) tisztítottuk Unicom membránszűrőn keresztül. A szűrletet használtuk mintaként PAGE vizsgálatainkhoz. Az SDS PAGE-t (SDS Poliakrilamid gélelektroforézis) BIO-RAD Miniprotean gélelektroforézis készüléken végeztük, 12% szeparáló és 4%-os tömörítő akrilamid gélt alkalmazva, 25 mA áramerősség mellett. Comassie kék festéssel tettük láthatóvá a mintákat. Ezt követően a mintákat denzitometriásan értékeltük (CAMAG SCANNER II. V3.15).

## Eredmények

### *A beltartalom vizsgálat eredményei*

Az 1. ábrán látható az alapvető beltartalmi paraméterek mennyisége a három mintában. A károsítás hatására a szárazanyag tartalom változása nem volt számottevő. A nyerszsír és a keményítő mennyiségének csökkenése azonban regisztrálható volt, amelynek visszaesése a „károsított” mintában a legszembetűnőbb. Ezzel párhuzamosan, pedig a nyersfehérje tartalom károsítás következtében tapasztalható emelkedését figyeltük meg. A „károsított” minta a „kontroll” mintához képest 1,57-szer több nyersfehérjét tartalmaz, a „részkárosított” mintához képest a százalékos és abszolút nyersfehérje növekedése, pedig közel 4,5-szeres.

1. ábra. A PR36D79 (FAO 440) hibrid szárazanyag, víz és beltartalmi értékmérőinek alakulása a gyapottok-bagolylepke kártétele következtében

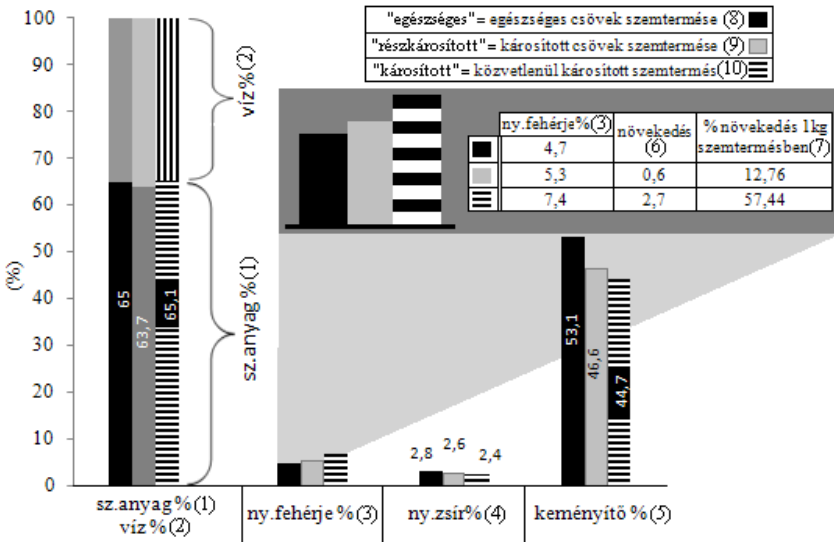


Figure 1. Dry matter, water content and contentual values of PR36D79 (FAO 440) hybrid as a result of the damaging caused by Cotton Bollworm. (1) Dry matter %, (2) Water %, (3) Raw protein %, (4) Raw fat %, (5) Starch %, (6) Growth, (7) % growth in 1 kg grain yield, (8) „Healthy” = grain yield of healthy ears, (9) „Partially damaged” = grain yield of damaged ears, (10) „Damaged” = grain yield of directly damaged ears.

A beltartalmi értékváltozások 1 hektárra kalkulált százalékos és abszolút értékei láthatók az 1. táblázatban. Az általunk vizsgált esetben a károsító jelentős összes keményítő veszteséget okozott a területen, amely megközelítette a 4 százalékot. A nyerszsír veszteség valamelyest kisebb mértéket öltött, közel 3%-nak mutatkozott. A nyersfehérje esetében a csőtömeg csökkenésből adódóan 1 hektárra vonatkoztatva minimális deficitet tapasztaltunk annak ellenére, hogy a károsítás közvetlenül nyersfehérje tartalom növekedést generált.

1. táblázat. A gyapottok-bagolylepke által a PR36D79 (FAO 440) hibrid állományában okozott 1 hektár bruttó szemvesztése és szárazanyagra korrigált beltartalmi értékváltozás

		Szemtömeg (2)			Nyers fehérje % (3)		
					a	b	c
Változás	kg	-357,36			-10,92	8,37	-2,55
(1)	%	2,05			0,48		
		Nyers zsír % (4)			Keményítő % (5)		
		a	b	c	a	b	c
Változás	kg	-6,50	-2,79	-9,29	-123,34	-90,69	-214,03
(1)	%	2,92			3,55		

Magyarázat: a = fertőzöttségből adódó veszteség [károsított csövek átlagos szemtömege (kg) × károsított tövek száma × károsított csövek szárazanyag tartalma (%) × kontroll és károsított csövek értékmérőinek különbözete (%) / 10000], b = csőtömeg csökkenésből adódó veszteség [termésvesztés (kg) × kontroll csövek szárazanyag tartalma (%) × kontroll csövek értékmérő tartalma (%) / 10000], c = összes veszteség. A csőtömeg csökkenésből adódó veszteség kalkulációjának alapjául a kontroll szemek beltartalmi adatai szolgáltak. A százalékos veszteség adatok az összes veszteségre vonatkoznak.

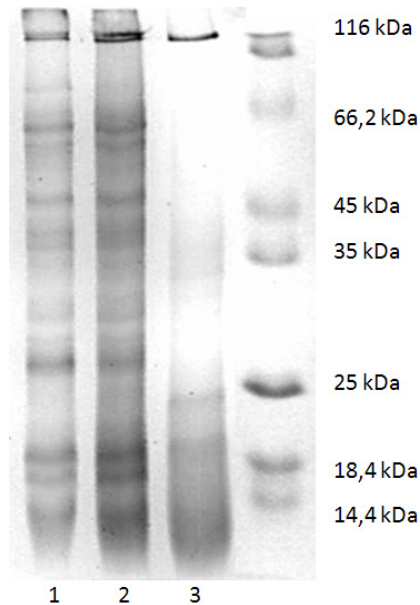
Table 1. Cotton Bollworm-induced gross grain yield loss on one hectare and the change in the contentual value of the PR36D79 (FAO 440) maize hybrid population corrected to dry matter. (1) Change, (2) Grain weight, (3) Raw protein %, (4) Raw fat %, (5) Starch %. Note: a = loss due to infestation [average grain weight of damaged ears (kg) × number of damaged stems × dry matter content of damaged ears (%) × difference between the measures of value of control and damaged ears (%) / 10000], b = yield loss due to the decrease of ear weight [yield loss (kg) × dry matter content of control ears (%) / 10000], c = total loss. The contentual data of the control grains served as the basis of the calculation of loss due to the decrease of ear weight. The loss percentages refer to the total loss.

### Fehérjestruktúra vizsgálat

A kukoricaszem fehérjemintázatában karakterisztikus eltérés figyelhető meg a kontroll és a károsított magvak között (2. ábra). A károsított magvakban egyrészt lecsökkent a fehérjék száma, másrészt az arányok az alacsonyabb molekulatömegű fehérjék irányába tolódtak el. A denzitometriás kiértékelés eredménye alapján (2. táblázat) a detektált négyféle molekulatömegű fehérje (114, 50, 46, 35 kDa) a kontroll mintákban is megtalálható (a négy független kísérlet eredményének feldolgozása során a táblázatban csak azok a fehérje molekulatömegek szerepelnek, amelyek denzitometrálskor mind a négy esetben

megjelentek). A fehérjetartalom növekedése ezen fehérjék mennyiségi növekedéséből adódhat.

2. ábra. A PR36D79 (FAO 440) hibrid kukoricaszemek SDS PAGE futtatásának eredménye



Megjegyzés: A minták sorrendje balról jobbra haladva: kontroll, részkárosított és károsított.

Figure 2. Result of SDS PAGE run of a PR36D79 (FAO 440) maize hybrid grains. Note: order of the samples from left to right: control, partially damaged, damaged.

A részben károsított magvak esetében ilyen szembevető eltérés nem figyelhető meg, a fehérjemintázat a kontrollhoz hasonló megoszlást mutat. Eltérésként a károsítás hatására megjelenő 41, 40, 39, 29, 12 kDa-os, illetve eltűnő 46 kDa-os fehérjék emelhetők ki. Nem mutatható ki bármely komponens jelentős mennyiségi növekedése, így a teljes fehérjetartalom növekedése egyik fehérje típushoz sem köthető egyértelműen.



2. táblázat. SDS PAGE módszerrel kimutatott fehérjék molekulatömeg szerinti megoszlása gyapottok-bagolylepke által károsított PR36D79 (FAO 440) hibrid kukorica magban.

Kontroll (1)	Részkárosított (2)	Károsított (3)
MW kDa		
114	114	114
60	60	
55	55	
50	50	50
46		46
42	42	
	41	
	40	
	39	
35	35	35
27	27	
23	23	
22	22	
	29	
19	19	
17	17	
16	16	
	12	

Table 2. Distribution of proteins by molecular weight in PR36D79 (FAO 440) hybrid maize grain damaged by Cotton Bollworm tested by SDS PAGE method. (1) Control, (2) Partially damaged, (3) Damaged.

### Következtetések

Vizsgálataink alapján a gyapottok-bagolylepke mérhető beltartalom változást okozott a károsított csövek szemterméseiben. Az alapvető beltartalmi mutatók csökkenése közül a keményítővesztés dominált. E jelenség nem szorul jelentős magyarázatra, hiszen ez a szerves alkotó fordul elő a legnagyobb százalékban a kukoricaszemben (Waldo 1973).

A károsítás hatására fellépő fehérjetartalom emelkedést és összetétel változást több tényező is okozhatta. Ennek egyik komponense lehet a stressz fehérjék megjelenése (Csermely 2000, Szigeti 1998). Több szakirodalom is (Hartl 1996, Blackmer és Byrne 1999, Ma et al. 2003) a rovar kártételt felismerő fe-

hérjék jelenléte mellett, e fehérjék megjelenéséről tudósít az egyéb fehérjék termelődésének leállása mellett. A részben károsított magvaknál valóban ez lehet az egyik ok. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a károsítás hatására felborul a mag normális érési folyamata, aminek eredménye lehet az alacsonyabb keményítő és magasabb fehérjetartalom. A károsított magvaknál a legszembetűnőbb ez a változás, az alacsonyabb molekulatömegű zein fehérjék „eltűnésével”. Mindezen okok felderítése, pontosítása további vizsgálatok tárgya lehet. Ugyanakkor, az eddigi eredmények egyértelműen alátámasztják, hogy a gyapottok-bagolylepke károsítása a kukorica beltartalmi értékeinek befolyásolásán keresztül a szem fehérjestruktúra változását is okozza.

### Köszönetnyilvánítás

A termény beltartalmi paramétereinek meghatározásáért köszönettel tartozunk a Kaposvári Egyetem Kémiai-Biokémiai Tanszék analitikai laboratóriumának.

### IRODALOM

- Blackmer, J. L.–Byrne, D. N.*: 1999. The effect of *Bemisia tabaci* on amino acid balance in *Cucumis melo*. *Entomologica Experimentalis et Applicata*. 93. 3: 313–317.
- Breiteneder, H.–Radauer, C. A.*: 2004. Classification of plant food allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.* 113: 821–830.
- Bohn, M.–Kreps, R. C.–Klein, D.–Melchinger, A. E.*: 1999. Damage and Grain Yield Losses Caused by European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Early Maturing European Maize Hybrids. *Journal of Economic Entomology*. 92. 3: 723–731.
- Čamprag, D.–Bača, F.*: 1995. *Diabrotica virgifera* (Coleoptera, Chrysomelidae); A new pest of maize in Yugoslavia. *Pesticide Science*. 45. 3: 291–292.
- Čamprag, D.–Sekulic, R.–Kerešić, T.–Bača, F.*: 2004. Corn earworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) and measures of integrated pest management. Faculty of Agriculture. Novi Sad. YU. 183.
- Csermely P.*: 2000. Stresszfehérjék. Sejtjeink ősi védekező mechanizmusa. Vince Kiadó. Budapest.
- Fitt, G. P.*: 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology*. 34: 17–52.
- Hammon, K. E.–Faeth, S. H.*: 2006. Ecology of plant-herbivore communities: A fungal component? *Natural Toxins*. 1. 3: 197–208.
- Hartl, F. U.*: 1996. Molecular chaperones in cellular protein folding. *Nature*. 381: 571–580.

- Hatcher, P. E.–Paul, N. D.: 2001. Plant pathogen: herbivore interactions and their effects on weeds. In: Biotic interactions in plant-pathogen associations. CABI Publications. Wallingford. 193–225.
- Horváth Z.–Fischl G.: 1996. Napraforgómoly és gyapottok-bagolylepke károsítása nyomán fellépő korokozók napraforgó és kukorica növényeken. VI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum. Keszthely. Összefoglaló. 16.
- Kahler, A. L.–Olness, A. E.–Sutter, G. R.–Dybing, C. D.–Devine, O. J.: 1985. Root Damage by Western Corn Rootworm and Nutrient Content in Maize. *Agron. J.* 77: 769–774.
- Keller, N. P.–Bergstrom, G. C.–Carruthers, R. I.: 1986. Potential yield reductions in Maize Associated with an anthracnose/European corn borer pest complex in New York. *Phytopathology*. 76. 6: 586–589.
- Keszthelyi, S.–Takács, A.: 2002. Changes of Weight and in-Kernel Content Values of Maize Hybrids (Occitan, Colomba, DK-471) as a Result of Damaging by European Corn Borer. *J. Cent. Eur. Agric.* 3: 169–178.
- Király L.–Barna B.–Király Z.: 2007. A növényi rezisztencia formái és mechanizmusai új megvilágításban. *Növénytermelés*. 56. 1–2: 65–81.
- Lodos, N.: 1979. Maize Pests and their Importance in Turkey. *EPPO Bulletin*. 11. 2: 87–89.
- Ma, X. L.–Wang, Z. L.–Qi, Y. C.–Zhao, Y. X.–Zhang, H.: 2003. Isolation S-adenosylmethionine synthetase gene from *Suaeda salsa* and its differential expression under NaCl stress. *Acta Bot. Sin.* 45: 1359–1365.
- Mesterházy, Á.: 1978. Breeding wheat and corn for resistance to *Fusarium* spp. in seedling stage. 3<sup>rd</sup> International congress of plant pathology: Munich, 16–23 August 1978. Wageningen. 288.
- Mesterházy, Á.–Kovács, K.: 1986. Breeding corn against fusarial stalk rot, ear rot and seedling blight. *Acta Phytopathol Entomol Hung.* 21: 231–249.
- Meyers, B. C.–Kozik, A.–Griego, A.–Kuang, H.–Michelmore, R. W.: 2003. Genome-wide analysis of NBS-LRR-encoding genes in *Arabidopsis*. *Plant Cell*. 15: 809–834.
- Mile L.–Ilovay Z.: 1979. Kukoricamoly (*Ostrinia nubilis* Hbn.) kártételének vizsgálata iparszerű termelési viszonyok között. *Növényvédelem*. 15. 7: 313–315.
- Munkvold, G. P.–Hellmich, R. L.–Showers, W. B.: 1997. Reduced fusarium ear rot and symptomless infection in kernels of maize genetically engineered for european corn borer resistance. *Phytopathology*. 87. 10: 1071–1077.
- Pál-Fám, F.–Kerepesi, I.–Keszthelyi, S.–Pozsgai, J.: 2008. Germination, enzyme activity and nutrient contents of hail stormed corn in the case of corn smut fungus [*Ustilago maydis* (DC.) Corda]. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, 28 April–2. May, 2008., Stara Lesna, Slovakia. *Cereal Res. Commun.* 36: 195–198.
- Pálfy Cs.: 1983. A kukoricamoly és kártétele. *Növényvédelem*. 19. 11: 515–517.
- Ruming, L.–Manjit, S. K.–Orlando, J. M.–Linda, M. P.: 2004. Relationship among *Aspergillus flavus* infection, maize weevil damage, and ear moisture loss in exotic × adapted maize. *Cereal Res. Commun.* 32. 3: 371–377.
- Schulze-Leifert, P.–Bieri, S.: 2005. Recognition at a distance. *Science*. 308: 506–508.

- Szőke, Cs.-Zsubori, Z.-Pók, I.-Rácz, F.-Illés, O.-Szegeði, I.*: 2005. Significance of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in maize production. *Acta Agron. Hung.* 5. 4: 447–461.
- Szigeti Z.*: 1998. Növények és a stressz. [In: Láng F. (szerk.) *Növényélettan. A növényi anyagcsere.*] ELTE. Eötvös Kiadó.
- Waldo, D. R.*: 1973. Extent and Partition of Cereal Grain Starch Digestion in Ruminants. *J. Anim Sci.* 1973. 37: 1062–1074.
- Wilson, C. M.*: 1991. Multiple zeins from maize endosperms characterized by reverse-phase high performance liquid chromatography. *Plant Physiol.* 95: 777–786.
- Woo, Y.-Hu, M. D.-Larkins, B.-Jung, R.*: 2001. Genomic analysis of genes expressed in maize endosperm identifies novel seed proteins and clarifies patterns of zein gene expression. *Plant Cell.* 13: 2297–2317

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Keszthelyi Sándor–Dr. Pál-Fám Ferenc  
Kaposvári Egyetem ÁTK  
Kaposvár  
Guba S. u. 40.  
H-7400

Dr. Kerepesi Ildikó  
Pécsi Tudományegyetem TTK  
Pécs  
Szántó Kovács János u. 1/b.  
H-7633