

MIKOTOKSINI NA ŽITARICAMA I NJIHOVO SPRIJEČAVANJE*

F. Vešnik

U V O D

Da se u hrani povremeno nalaze neke izrazito otrovne tvari bilo je poznato već prije nekoliko stoljeća (FAO, 1979.). Međutim tek sedamdesetih godina ovoga stoljeća saznalo se nešto više o tim otrovnim tvarima, kada je na nekim agrarnim proizvodima otkriven *aflatoksin*, tvar snažnog otrovnog djelovanja. Istraživanjima koja su uslijedila utvrđeno je, da su *aflatoksini* i slični otrovi u hrani produkt metabolizma mikroorganizama, osobito pojedinih rodova plijesni i bakterija kojima su biljni poljoprivredni proizvodi odličan supstrat za razvoj.

Ove otrovne tvari, koje nastaju životnom aktivnošću mikroorganizama, nazvane su *mikotoksini*, a mikroorganizmi koji ih produciraju toksigenim mikroorganizmima. Utvrđeno je da se s onečišćenjem mikotoksinima treba računati uvijek, kada se na biljnim proizvodima razvije plijesan ili bakterijska populacija, bilo u vrijeme uzgoja usjeva ili uskladištavanja proizvoda. Već i kratki period razvoja mikroorganizama na proizvodu dovoljan je da se proizvod onečisti mikotoksinima.

Djelovanje mikotoksina na ljudsko zdravlje i na domaće životinje, može se reći, je izrazito štetno. Znanstveno je dokazano da mikotoksini imaju djelovanje koje se medicinski označava kao kancerogeno ali i hepatotoksično, nefrotoksično i neurotoksično. Prisutnost određenih mikotoksina na proizvodu redovito je vezana za određene vrste bilja, tako primjerice penicilinska kiselina redovito prati kukuruz, (vidi sliku 1).

Od svih mikotoksina najviše je istraživana, a i najviše podataka o uvjetima i mogućnostima formiranja postoji o aflatoksinima, dok za ostale vrste mikotoksina ima relativno malo podataka i to nedovoljno pouzdanih. Razlog tome je izrazita prehrambena važnost aflatoksina, koja proizlazi s jedne strane iz visoke toksičnosti (aflatoksini su najjače do sada poznate kancerogene tvari) i s druge strane stoga, što su plijesni koje ih formiraju rasprostranjene na velikom broju vrsta agrarnih proizvoda.

Smatra se međutim (Frank, 1981) da će u slijedećem periodu biti potrebno posvetiti veliku pažnju i istraživati i toksine *Fusariuma*. Ove plijesni

* Referat održan na Savjetovanju FPZ-Zagreb, Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zadar, 1987.

vrsta mikotoksina	vrsta žitarica							
	pšenica	raž	ječam	zob	kukuruz	riža	proso	sirak
aflatoksin	///		///	///	///	///	///	///
citrinin	///	///	///	///				
koji kiselina					///			
ohratoksin	///	///	///	///	///			
patulin	///							
penicilinska kis.					///	///		
luteoskirin						///		
sterigmatocin	///					///		
zearalenon	///		///	///	///	///		///
trihoteceni	///	///	///		///		///	

sl.1 Mikotoksin u žitaricama (SPICHER)

posjeduju mogućnost da se razvijaju na žitaricama u određenim uvjetima u vrijeme vegetacije istih. Njihovom aktivnošću nastaju *toksini specifičnog djelovanja*, koji onečišćuju zrnje žitarica. To su prvenstveno *zearalenom*, koji je odgovoran za niz bolesti domaćih životinja (najčešće obolijevaju svinje), (Pathre, 1976, Mueller, 1978.), zatim to su *trihoteceni* (Palt, 1978.) grupa identičnih supstanci, čije je toksično djelovanje jednako ili čak premašuje djelovanje aflatoksina.

Do danas je kao mikotoksine uspjelo identificirati oko 90 različitih kemijskih supstanci. Razvojem osjetljivih analitičkih metoda utvrđeno je, da mikotoksina ima u malim količinama u gotovo svakom poljoprivrednom proizvodu. Da bi se spriječila opća nesigurnost koja bi mogla prijetiti od toga da li je hrana koja se konzumira zdravstveno sigurna s obzirom na prisutnost mikotoksina, većina zemalja u svijetu, a među njima i naša, zakonski su regulirale ovaj problem, ako da su odredile maksimalne količine mikotoksina (najčešće aflatoksina) koju smije sadržavati ljudska hrana ili pojedina krmiva.

Problem onečišćenja agrarnih proizvoda mikotoksinima postoji u gotovo svim proizvodnim rajonima u svijetu. Međutim kako su pojedini agrarni pro-

izvodi ugroženiji od toksigenih mikroorganizama nego drugi, nisu sva proizvodna područja jednako ugrožena. To znači, da kada se mikotoksinima onečište bilo koji od proizvoda iz poljoprivredne proizvodnje u količinama većim od zakonski dopuštenih, to su već količine štetne za zdravlje ljudi ili domaćih životinja, takove proizvode je nemoguće iskoristiti kao prehrambeni proizvod. Otežavajuća okolnost je ovdje i ta, što je mikotoksine, kada se jednom pojave nemoguće odstraniti sa proizvoda.

Uzroci pojava mikotoksina

Pojavom mikotoksina na agrarnim proizvodima svakako treba računati ukoliko se na njima razvijaju plijesni ili kolonije drugih mikroorganizama, bilo u vrijeme vegetacije ili u periodu poslije žetve odnosno berbe. Pokusima je utvrđeno da se u proizvodima gdje je došlo do infekcije toksigenim mikroorganizmima pojavljuju najčešće: *alfatoksini*, zatim *citrinin*, *ohratoksin*, *zearalenon*, grupa *trihotecena* i drugi mikotoksini. Rodovima *plijesni*, odgovornim za onečišćenje žitarica i kukuruza treba pribrojiti i rodove: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Alternaria*, čiji toksini također imaju jako otrovno djelovanje na perad i druge toplokrvne životinje (Christensen et al, 1968.). Pojedini od navedenih rodova u stanju su formirati ne jedan, već više različitih toksina, ukoliko se nađu u različitim životnim uvjetima (Mehan et al, 1973.). Uz to, promjene koje se dešavaju na proizvodu uslijed razmnažanja tih gljiva, imaju odraza i na tehnološka svojstva žitarica, čime se proizvodima nanosi šteta jednako kao što je ustanovljujemo kada je proizvod napadnut od običnih skladišnih štetočina, a čime se zdravstveno ne ugrožavaju konzumenti (L'Vova et al. 1973. Spicher, 1978.).

Onečišćenja aflatoksinima

Aflatoksini prema kemijskoj građi pripadaju tvarima koje su *derivati cumarina*. Toksikološki najdjelotvorniji iz grupe aflatoksina je aflatoksin B₁. Njegova letalna doza pri oralnom unošenju u organizam iznosi 7,2 do 17,9 mg/kg u mjerenjima akutnog toksiciteta na individue štakora.

Ispitivanja su pokazala da je onečišćenje žitarica i kukuruza aflatoksinima B₁, B₂, G₁ i G₂ vezano s razvojem plijesni *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus* (Spicher, 1981.). Podaci se odnose prvenstveno na kukuruz, iako postoje dokazi i o pojavi tih mikotoksina i na ječmu, riži, sirku i pšenici. Onečišćene su bile žitarice evropskih zemalja (Francuska, SR Njemačka, Poljska, Jugoslavija i SSSR) zemalja Sjeverne Amerike i Afrike. Količine mikotoksina nađene u navedenim žitaricama bile su međutim najčešće male. (Shotwell et al, 1970.). Istraživanja u SAD sa kukuruzom potvrdila su ranije nalaz onečišćenja kukuruza. Utvrđeno je, da kukuruz bude pojedinih godina vrlo jako onečišćen, pa nalazi aflatoksina iznose između 260 i 308 ppm (dijelova na 1 milijun), a drugih godina onečišćenje ne prelazi količine od 37 ppm. (Shotwell et al, 1972, 1975.). U kukuruzu koji se pokvario samozagrijavanjem nađene su još veće količine aflatoksina, koje su dosizale i do 1560 ppm. Utvrđeno je također, da onečišćenje kukuruza u pojedinim slučajevima može biti koncentrirano i u pojedinim zrnima. Nađena su onečišćenja, gdje je u pojedinom zrnu bilo 88500 i 20000 ppm toksina B₁ (Shotwell, 1972, 1975 i 1977.).

Onečišćenje zearalenonom

Onečišćenje zearalenonom u žitarica nađeno je u gotovo svih vrsta u Evropi (Vel. Britanija, Francuska, Italija, Jugoslavija, Mađarska) u Sjevernoj Americi, Africi i Aziji. Smatra se da su intenzitet i učestalost pojave zearalenona na žitaricama u zavisnosti s geografskim položajem uzgojnog područja. Osobito su snažno napadnute žitarice i kukuruz u područjima umjerene klimatske zone. U sjevernim centralnim državama SAD 17% proizvodnje kukuruza bilo je onečišćeno zearalenonom u koncentracijama od 0,1 do 0,5 ppm. Najčešća onečišćenja kukuruza registrirana su uzduž južnih rubova Michigan jezera (Corn Belt). Samo u pojedinim zrnima registrirano je i do 1700 ppm zearalenona (Eppley, 1974.). Proizvođači zearalenona (F_2 toksin) na žitaricama i kukuruзу su plijesni roda *Fusarium* (*F. roseum*, odnosno *F. giberella*, moniliforme, *sporotrichioides*, *F. nivale* i *F. avenaceum*). O momentu kada dolazi do inicijalne infekcije ima dosta nepoznanica. Naime iako plijesni *Fusarium* budu za vrijeme skladištenja, gotovo u pravilu, potisnute u razvitku jednako kao i drugi predstavnici plijesni sa antagonistom, takozvanom skladišnom gljivom *Aspergillus* ssp. i *Penicillium* ssp., smatra se još i dalje, da za razvoj *Fusariuma* na zrnu žitarica nije odgovorna samo infekcija biljke u vrijeme vegetacije, već i infekcija u vrijeme skladištenja. Prema podacima dobijenim ispitivanjem onečišćenja sa zearalenonom u ječma (Gross et al., 1975.) i u pšenice i kukuruza (Lasztifi et al., 1977.) pokazuje se da do prve infekcije *Fusariumom* dolazi najvjerojatnije za vrijeme skladištenja žitarica i kukuruza.

Onečišćenja trihotecenima

Jednako kao u zearalenona i trihoteceni kao toksini su problem umjerenih i hladnih klimatskih zona. Stvaranje toksina primjećeno je prvenstveno na žitaricama na koje su djelovale niže temperature u vrijeme sazrijevanja ili u skladištima. Period hladnijeg, kišovitoг vremena u vegetacionim fazama razvoja usjeva pruža izgleda povoljne uvjete za infekciju i razvoj raznih predstavnika roda *Fusariuma* na stabljikama žitarica. Do faze klasanja biljke, gljiva je u manje virulentnim oblicima, a poslije klasanja napada klasove i razvija se u njima. Još nije poznato da li do tvorbe toksina dolazi u vrijeme prije dozrijevanja, odnosno prije ili isključivo poslije žetve ili berbe (Spicher, Detmold). Trihoteceni u koje se ubraja više od 37 različitih toksičnih supstanci nađeni su prema izvještajima iz raznih zemalja u SR Njemačkoj (kukuruz), Jugoslaviji (kukuruz), u Japanu (Ječam i pšenica). Suprotno prvotnim stajalištima da trovanja trihotecenima proizlaze iz aktivnosti *Fusarium tricinctum* u novije vrijeme više autora pretpostavlja da je *Fusarium roseum* još šire rasprostranjen i da su toksini formirani i od tih sojeva gljive uzročnici za različita trovanja i bolesti domaćih životinja (Pathre et al., 1976., Mirocha et al., 1976.).

Faktori koji utječu na tvorbu mikotoksina

Brojni su faktori koji pospješuju ili limitiraju infekciju i razvoj toksičnih gljiva. Među najvažnijima je temperatura. Potrebe temperature, međutim nisu jednake za održavanje vegetacije gljive i u slučaju kada je potreb-

no osigurati uvjete za biosintezu mikotoksina. Temperature neophodne za sintezu aflatoksina variraju u rasponu od 12 pa do 42 °C, pri čemu je optimum u području od 24 do 28 °C. Kada se radi o razvoju *Aspergillus* ssp. na kukuruзу, čija vlažnost iznosi 18 do 19%, kao optimalne za sintezu mikotoksina iskazuju se temperature od 20 do 25 °C (Trenk, 1971, van Warmelo et al., 1968.). Na pšenici uskladištenoj u uvjetima povoljnim za razvoj toksigenih gljiva, temperaturi 30 °C i relativnoj vlažnosti zraka 90%, stvaranje aflatoksina započelo je već poslije tri dana (Jemmali et al., 1969., Epstein et al., 1970, L'Vova et al., 1975.). Određeni sojevi *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus* mogu se razvijati već na temperaturama od 10 °C, na pšenici, raži, ječmu i zobi i formirati znatne količine aflatoksina (Janicki et al., 1975.). Temperatura je također jedan od najvažnijih faktora za stvaranje zearalenona. Primjećeno je da se formiranje zearalenona može ostvariti aktivnošću gljive *Fusarium roseum* na kukuruзу i drugim žitaricama, ako je populacija gljive u toku razvoja bila podvrgnuta nešto nižim temperaturama (12 do 18 °C) barem kraće vrijeme (Christensen et al., 1969.). Drugi autori smatraju da period niskih temperatura nije neophodan za razvoj ovih gljiva i formiranje zearalenona. Nađen je soj gljive *Fusarium* (*F. roseum* — *Gibosum*) koji i pri konstantnoj temperaturi od 25 °C producira izdašno zearalenon i to više nego na temperaturama koje variraju od 10 do 20 °C (Sherwood et al., 1972.). Ispitivanja usmjerena na uvjete stvaranja trihotecena ukazala su da temperature potrebne za tvorbu toksina T₂ i diacetooksiscirpenola variraju od 8 do 15 °C (Smalley et al., 1974.).

Što se tiče vlažnosti odnosno potrebe vlažnosti proizvoda za razvoj toksigenih gljiva opće je poznato da nema razvoja mikroorganizama bez visoke vlažnosti poljoprivrednog proizvoda. Višekratno je utvrđeno da u tehnološki suhim žitaricama ima relativno malo aflatoksina. S opasnostima od onečišćenja aflatoksinima može se računati kada vlažnost žitarica prelazi 18 do 19% a relativna vlažnost zraka prelazi vrijednosti od 85%. Na srednje visokim temperaturama (temperature skladišta) potrebno vrijeme za porast populacije gljiva skraćuje se to više što je vlažnost zraka veća (Spicher, Detmold).

Potreba vlažnosti proizvoda, da bi došlo do porasta količine nastalog zearalenona zavisi o temperaturi proizvoda. Što je temperatura proizvoda niža, potreba za vlažnosti proizvoda se povećava. Zato se, primjerice riziko od nagomilavanja zearalenona u žitaricama povećava i u žitarica sa 15 do 18% vlažnosti kada su temperature proizvoda više. Postupno nagomilavanje toksina zearalenona dokazano je u kukuruзу sa srednje visokim temperaturama (12 do 18 °C) kada je vlažnost proizvoda viša od 30%. U uzorcima gdje su se toksigeni mikroorganizmi razvijali pod navedenim uvjetima nađene su količine zearalenona između 500 i 2000 ppm (Sherwood et al., 1974.).

Kemijski sastav proizvoda djeluje na tvorbu mikotoksina vrlo kompleksno. Pri tome važnu ulogu imaju koncentracija bjelančevina, ugljikohidrata, mikroelemenata, pH vrijednost i druge veličine sastava. I biološki faktor ima specifično djelovanje na mogućnost formiranja mikotoksina u nekom proizvodu. Tako je primjerice zapažen i utjecaj biljne vrste i sorte. U različitim hibrida kukuruзу, bijelih i žutih, utvrđeno je da dolazi do različitog nivoa onečišćenja aflatoksinima (Lillehoj et al. 1975.).

Zaštita od onečišćenja mikotoksinima

Iako svaka infekcija mikroorganizmima ne znači da će u napadnutim proizvodima paralelno doći i do stvaranja mikotoksina, osnova svake zaštite od mikotoksina je sprečavanje infekcije i borba protiv razvoja bilo kakvih mikroorganizama na proizvodu u vrijeme uzgoja usjeva ili u vrijeme skladištenja i dorade proizvoda.

Neki usjevi posebno su podložni infekciji plijesnima i drugim mikroorganizmima za vrijeme vegetacije. To su kukuruz, sirak, riža i leguminoze. Zaštita ovih usjeva od infekcije sastoji se u primjeni svih mjera prevencije biljnih bolesti kao i direktnih mjera zaštite u vrijeme mliječne zriobe žitarica i kukuruza. Da se zaštite proizvodi u vrijeme žetve odnosno berbe, potrebno je poduzeti slijedeće mjere zaštite:

— žetvu, odnosno berbu potrebno je provoditi u vrijeme kada zrno ima najpovoljniju vlažnost, da bi oštećenja zrna prilikom strojnog ubiranja bila što manja. Zrna koja se oštete mehanički ili štetočinama jako su ugrožena od infekcije toksigenim mikroorganizmima;

— spriječavati oštećenja i onečišćenja zrna za vrijeme kombajniranja uslijed nepravilno podešenih strojeva ili neodgovarajuće tehnike rada;

— kapacitete i režime rada strojeva i pogona za doradu i sušenje treba projektirati tako, da su njihovi kapaciteti usklađeni s opsegom primarne proizvodnje;

— onemogućavati onečišćenje uroda poslije berbe pticama, glodavcima ili česticama tla, stoga izbjegavati međuskladištenja na otvorenom prostoru, osobito tlu;

— osigurati zaštitu od samozagrijavanja proizvoda, aktivnom ventilacijom, hlađenjem ili inertnim plinovima;

— u skladištima održavati takove skladišne uvjete da se proizvodu (sjeenkama) osigura stabilno biološko stanje (minimalni stupanj respiracije i minimalna aktivnost skladišne mikroflore);

— proizvod treba biti smješten u spremnike ili prostore takove strukture, u kojima se mogu spriječiti eksterna onečišćenja od insekata i životinjskih štetočina;

— osigurati mogućnost takovog skladištenja, da se proizvod u toku skladištenja, ukoliko za to postoji potreba, može dodatno tretirati određenim skladišnim zahvatima, kako bi se eliminirali nepoželjni činioci.

ZAKLJUČAK

Kao zadaci zaštite poljoprivrednih proizvoda od štetočina i bolesti ne mogu se više smatrati zahvati kojima se čuvaju urodi od kvantitativnih i kvalitativnih promjena. Ovako postavljeni zadaci ne mogu zadovoljiti od kako su se pojavili akutni problemi onečišćenja hrane otrovnim tvarima — mikotoksinima. Agronomska struka trebati će svakako u modernoj proizvodnji proširiti zaštitu poljoprivrednih proizvoda i na zaštitu od mikotoksina odnosno na čuvanje zdravstvene ispravnosti proizvoda. Taj zadatak stručno je složeniji od prvobitnih zadataka u proizvodnji hrane. Borba za zdravstvenu ispravnost poljoprivrednih proizvoda mora započeti u polju za vrijeme uzgoja usjeva i nastaviti se i u vrijeme skladištenja i dorade sve do isporuke proizvoda krajnjim potrošačima.

SUMMARY

Mykotoxins on cereals and their prevention

As the task of protection of agricultural products from sickness and pests cannot be considered the holds that are protecting crop and fruit from quantity and quality changes. So placed tasks cannot satisfy since appeared contaminating problems of agricultural products poisoned substances — mykotoxins. Agricultural engineers should widen agricultural products protection, respectively to keeping healthy correctness of products. That task is professionally more complex than original plant protection tasks. Fight for healthy correctness of agricultural products must begin in time of crop growing and continue on in the storage time till the re-making the final product.

LITERATURA

1. **FAO**, Rome, 663/664:6159: Prevention of mycotoxins.
2. **Spicher, G.**: Detmold, Veroeffentlichung Nr 5094 der Bundesforschungs Anstalt fuer Getreide u. Kartoffelverarbeitung.
3. **Frank, H. K.**: Vorkommen v. Mykotoxinen in Getreide u. Getreideprodukten, Rueckstande in Getreide u. Getreideprodukten: H. Bold Verlag, Boppard, 1981.
4. **Pathre, S. V., C. J. Mirocha, C. M. Christensen, J. Behrens**: Monoacetoxyscirpenol. A new mycotoxin produced by *Fusarium roseum* Gibbosum, J. Agr. Food chem., 24, 1976.
5. **Palti**, 1978. (Cit. Spicher, G. Detmold).
6. **Mueller, H. M.**: Zearalenon, ein oestrogen-wirksames Mykotoxin Tierernaehr., 6, 1978.
7. **Muzić, Š., B. C. Bogdanić, S. Pepelnjak, L. Balzer**: Zagađenje kukuruza mikotoksinima, Krmiva, 19, 1977.
8. **Christensen, L. M. G., H. Nelson, C. J. Mirocha, F. Bates**: Toxicity to experimental animals of 943 isolates of fungi. Cancer. Res. 28, 1968.
9. **Mehan, V. K., J. S. Choohan**: Aflatoxin B₁ producing potential of isolates of *Aspergillus flavus* Link ex Fries from cotton, maize and wheat, Mycol. Appl. (Den Hag) 49, 1973.
10. **L' Vova, L. S., A. P. Shul Ging, T. I. Shatilova**: Prikladnaya Biokhimiya i Mikrobiologiya, 9, 73, 1973. Accumulation of aflatoxins and changes in lipids in *Aspergillus flavus* V 3734/10 infected wheat and rye grain.
11. **Spicher, G.**: Einige Aspekte zur Frage der Aflatoxinbildung im Verlaufe der Selbsterhitzung des Getreides, Zbl. f. Bact. II, Abt. 133, 1978.
12. **Spicher, G.**: Schimmelpilze u. Mikotoxine in Getreide, J. Reiss, Mikotoxine in Lebensmitteln, G. Fischer, Verlag, 1981.
13. **Shotwell, O. L., C. W. Hesseltine, M. L. Goulden, E. E. Vandergraff**: Survey of corn for aflatoxin, zearalenon and ohratoxin, Cer. Chem. 47, 1970.
14. **Shotwell, O. L., C. W. Hesseltine, L. Goulden**: Ochratoxin A occurrence as a natural contaminant of a corn sample, Appl. Microbiol. 17, 1969.
15. **Shotwell, O. L., M. L. Goulden, R. J. Bothast, C. W. Hesseltine**: Micotoxins in hot spots grains Aflatoxin and zearalenon occurrence in stored corn, Cereal Chem. 52, 1975.
16. **Shotwell, O. L. et al.**: (Cit. Spicher G. Detmold, Veroeffentlichung Nr. 5094). 1977.
17. **Eppley, R. M., L. Stoloff, M. W. Truckses, C. W. Chung**: Survey of corn for *Fusarium* toxins, J. Ass. Anal. Chem. 57, 1974.
18. **Gross, V. J., Rob**: Zearalenone production in barley. ANN. appl. biol. 80, 1975.
19. **Laszity, R., K. Tamas, L. Woeller**: Occurens of *Fusarium* mycotoxins in some hungarian corn crops and the possibility of detoxication. Ann. Nutr. Aliment 31, 1977.
20. **Pathre, S. V., C. J. Mirocha, C. M. Christensen, J. Behrens**: Monoacetoxyscirpenol. A new mycotoxin produced by *Fusarium rosseum* Gibbosum, J. Agr. Food chem. 24, 1976.
21. **Mirocha, C. J., S. V. Pathre, B. Schauerhamer C. M. Christensen**: Natural occurrence of *Fusarium* toxins in foodstuffs. Appl. Enivrom. Microbiol. 32, 1976.

22. **Trenk, H. L., M. E. Butz, F. S. Chu:** Production of ochratoxin in different cereal products by *Aspergillus ochraeus*, *Appl. Microbiol.* 21, 1971.
23. **Van Marmelo, K. T., G. C. A. Westhuisen, J. A. Minne:** The production of aflatoxins in naturally effected high quality maize. R.S. Africa Dept. Agr. Tech. Ser. Tech. Commun. 71, 1968. (Cit. Spicher, G.: Veroeffentlich, Nr. 5094., Detmold).
24. **Jemmali, M., J. Poisson, A. Guilbot:** Production d'aflatoxines dans les produits céréaliers: *Ann. Nutr. Alim.* 23, 1969.
25. **Epstein E. M. P. Steinberg, A. J. Nelson, L. S. Wei:** Aflatoxin production as affected by enviromental conditions: *J. Food Sci.* 35, 1970.
26. **L'Vova, L. S., L. I. Sosedov, T. J. Shatilova, A. P. Shul Gina:** Accumulation of aflatoxins on wheat grain inoculated with *Aspegillus flavus* NRRL 2999 and their distribution in milling products. *Prikladnaya Biochimija i mikrobiologija*, 11, 1975.
27. **Janicki, J., K. Szebiotko, J. Chelkowski, M. Kokorniak, B. Godlewska, M. Wiewirowska:** Detection and determination of aflatoxins B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ i M₂ and parasiticol in cereals and milk. *Acta alimentaria Polonica*, 1, 1975.
28. **Sherwood, R. F., J. F. Peberdy:** Factors affecting the production of zearalenon by *Fusarium graminearum*, *J. Stored Prod. Res.*, 8, 1972.
29. **Smaley et. al.**, 1974. (Cit. Spicher, G. Veroeffentl. Nr 5094).
30. **Sherwood, R. F., J. F. Peberdy:** Production of the mycotoxin zearalenon by *Fusarium graminearum* growing on stored frain. *J. Food and Agric.* 25, 1974.
31. **Lillehoy, E. B., W. F. Kwolek, D. J. Fennel, M. S. Milborn:** Alfatoxin incidence and association with brigt greenish-yellow fluorescence and insect damage in a limited survey of freshly harvest high moisture corn, *Cereal Chem.*, 52, 1975.

Adresa autora — Author's address

Doc. dr Ferinand Vešnik
Fakultet poljoprivrednih znanosti
41000 Zagreb, Šimunska 25