

Fuzárie v sladovníckom jačmeni a v slade

JUDITA ŠEPITKOVÁ — ZDENKA JESENSKÁ

Súhrn. Študoval sa výskyt fuzárií v 117 vzorkách sladovníckeho jačmeňa a sladu z úrody roku 1984. Vzorky sa odobrali v 8 sladovniach v SSR.

Kmene *Fusarium* sp. sa izolovali v 25 (34,7 %) zo 72 vzoriek jačmeňa a v 3 (6,6 %) z 45 vzoriek sladu. Výskyt kontaminovaných zŕn v pozitívnych vzorkách bol veľmi nízky — priemerne 3,3 % z vyšetrených zŕn. Izolovali sa kmene *Fusarium graminearum*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. poae* a *F. equiseti*. Výsledky sa dajú porovnať s výskytom fuzárií v zahraničí.

V článku sa uvádza aj prehľad literatúry, zaoberajúcej sa výskytom fuzárií v jačmeni v iných štátoch sveta, otázkami diagnostiky, ekológie a toxigenity týchto mikromycét a dôsledkami, ktoré vyplývajú zo súčasných vedeckých poznatkov pre sladovnícky a pivovarský priemysel.

Mikromycéty rodu *Fusarium* sú v prírode veľmi rozšírené v pôde i na organických zvyškoch. Ich kmene boli izolované z večne zamrznutej pôdy polárnych oblastí, ale aj z piesku Sahary. Vyskytujú sa v obrobenej poľnohospodárskej pôde mierneho i tropického klimatického pásma a patria k hubám najčastejšie izolovaným fytopatológmi. Vzhľadom na svoju prirodzenú variabilitu sú schopné prežívať rozličné vplyvy prostredia.

Fuzáriám sa venuje značná pozornosť ako patogénom rastlín i producentom významných toxických metabolitov — mykotoxínov.

Ako patogéni spôsobujú zástupcovia tohto rodu ochorenia rastlín a ich plodov. Napríklad *F. oxysporum* zapríčiňuje jedno z najvážnejších devastujúcich ochorení banánov. *F. graminearum*, *F. moniliforme*, *F. avenaceum* a *F. culmorum* sú vážnymi patogénmi rastlín z čelade *Gramineae*. *F. solani* je rozšírený ako pôvodca hniloby koreňov. Fuzárie spôsobujú fuzáriové vädnutie,

RNDr. Judita Šepitková, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava.

MUDr. Zdenka Jesenská, CSc., Výskumný ústav preventívneho lekárstva, Limbova 14, 833 01 Bratislava.

prípadne hnilobu rozličných druhov zeleniny, fuzariózu pšenice, ovsu, žita, jačmeňa, kukurice a pod. [1—7]. V SSR je najčastejším pôvodcom hniloby zemiakov *F. sambucinum* a *F. solani* [8].

Rod *Fusarium* je veľmi rozsiahly a obsahuje veľa druhov. Wollenweber a Reinking [9] rozdelili tento rod do 16 skupín, 6 podskupín a 142 druhov, variet a foriem. Booth [5] zatriedil fuzária do 12 sekcií, 51 druhov a variet, Bilajová [4] do 9 sekcií, 31 druhov a 27 variet.

Moderná diagnostika v mykologických laboratóriách sa uskutočňuje podľa monografií Booth [5] a Bilajovej [4], ale súčasným taxonomickým systémom a diagnostikou sa zaoberali aj iní autori, napr. Joffe [10], Nirenberg [11] a ďalší. Identifikácia izolovaných kmeňov je vzhľadom na variabilitu fuzárií pomerne náročná. Dnes sa identifikujú iba kmene vyrastené na živných pôdach in vitro a bolo by optimálne, ale pre prax ťažko realizovateľné, ak by sa pri identifikácii mohli používať iba monospórové kultúry.

Fuzária sú známe aj ako producenti toxických metabolitov, a to mykotoxínu zearalenónu, ktorý má u ošipovaných estrogénne účinky, i viacerých trichotecénových mykotoxínov. Z týchto sú najznámejšie T-2 toxín, diacetoxyscirpenol, nivalenol, diacetonivalenol, neosolaniol, deoxynivalenol a veľa ďalších [12, 13].

Okrem iných vlastností majú trichotecény silný dráždivý účinok na kožu a sliznice, potláčajú výrazne obranyschopnosť makroorganizmov proti infekcii. Najnovšie sa zistilo, že u pokusných zvierat môžu spôsobovať aj vážne poškodenie srdcového svalu a ciev i zvýšenie krvného tlaku. U niektorých pokusných zvierat sa vyskytovali častejšie aj zhubné nádory [14—17].

Je zdôvodnené podozrenie, že u človeka toxické metabolity fuzárií, a to pravdepodobne T-2 toxín, zohrali významnú úlohu v etiológii tzv. toxickej alimentárnej aleukie. U ľudí toto ochorenie zapríčinilo smrť tisícov občanov ZSSR v zázemí počas druhej svetovej vojny [3, 4, 18, 19].

Ďalej pokladáme za potrebné upozorniť na hypotézu o etiológii tzv. pelagry. Je to ochorenie človeka doteraz pokladané za určitú formu avitaminózy. V svetle mnohých údajov, ktoré uvádza Schoentalová [15], javí sa dnes toto ochorenie ako pravdepodobná mykotoxikóza, zapríčinená toxickými metabolitmi fuzárií. Autorka vo svojej rozsiahlej práci cituje aj správu o fatálnych prípadoch poškodenia srdcového svalu pri častom pití piva. Tieto prípady boli opísané v rokoch 1965—1966 v niektorých oblastiach Kanady a USA; v uvedenom čase sa pravdepodobne mýlne pripisovali toxickému účinku kobaltových solí. Z hľadiska terajších poznatkov však priebeh ochorenia týchto nadmerných konzumentov piva by bolo možné porovnať s účinkom T-2 toxínu.

Ako sa najnovšie ukázalo, podarilo sa detegovať niektoré mykotoxíny fuzárií, a to toxín T-2, diacetoxyscirpenol a deoxynivalenol aj vo vzorkách európskeho piva (tab. 1). V tejto súvislosti možno takmer s istotou očakávať, že sa pozor-

Tabuľka 1. Kontaminácia piva trichotecénmi ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) [38]
Table 1. Contamination of beer by trichothecenes ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) [38]

Počet vzoriek ¹	Diacetoxyscirpenol ²	T-2 toxín ³	Deoxynivalenol ⁴
2	+(20; 35)	ND	ND
3	+(10; <10 10; < 10)	+(42; < 10; < 10)	ND
1	ND	ND	20
43	ND	ND	ND

ND — nedetegovateľné — undetectable.

¹Number of samples; ²Diacetoxyscirphenol; ³T-2 toxin; ⁴Deoxynivalenol.

nosť nákupcov sladovníckeho jačmeňa a sladu — domácich i zahraničných, ako aj zdravotníkov sústredí na ďalší analytický znak týchto surovín, a to na frekvenciu výskytu zŕn kontaminovaných mikroskopickými hubami rodu *Fusarium* a na prítomnosť toxických metabolitov fuzárií.

V našej práci sme sa preto zamerali na sledovanie výskytu kmeňov *Fusarium* sp. v sladovníckom jačmeni a v slade, a to z úrody roku 1984 a súčasne rozoberáme niektoré otázky, ktoré súvisia s diagnostikou, ekológiou a toxinogenitou týchto mykromycét.

Materiál a metódika

V čase od septembra 1984 do apríla 1985 sme dostali z jednotlivých sladovní v SSR 117 vzoriek, z toho 72 vzoriek sladovníckeho jačmeňa zo žatvy roku 1984 a 45 vzoriek sladu sladovaného z tohto jačmeňa.

Zrnká jačmeňa a sladu sme na 3 min ponorili do 5 % vodného roztoku chlórnanu sodného a potom sme ich trikrát za sebou prepláchli sterilnou destilovanou vodou.

Dvesto povrchovo sterilizovaných zŕniok zo vzoriek 1—46 sme po 20 zrnkách rozložili na povrch zemiakového agaru s glukózou (Potato dextrose agar Oxoid 1000 ml; Chloramphenicol pro inj. Spofa 0,05 g) a zo vzoriek 47—117 na povrch Sabouraudovho agaru s chloridom sodným (Sabouraudov agar Imuna 1000 ml so 7,5 % NaCl) v 10 Petriho miskách priemeru 10 cm pre každú vzorku osobitne.

Naočkované sústavy sme inkubovali 10—14 dní pri laboratórnej teplote. Reprezentatívne kolónie mikromycét sme preočkúvali na Sabouraudov agar (Imuna), zemiakový agar so sacharózou (200 g očistených a nakrájaných zemiakov sa varí 1 h v 1000 ml destilovanej vode, filtrát sa doplní do 1000 ml a pridá

Tabuľka 2. Výskyt kmeňov *Fusarium* sp. v sladovníckom jačmeni a v slade (úroda r. 1984)
Table 2. The occurrence of *Fusarium* sp. strains in malting barley and malt (crop of 1984)

Sku- pina ¹	Vzorka ²	% kontaminovaných zŕn ³						Dátum odberu vzorky ⁴	
		FG	FO	FP	FC	FE			
Jačmeň ⁵									
A	2	4,0	1,5	0,5	0,5		5,5	11. 09. 1984	
	9						0,5	11. 09. 1984	
	12		1,0				1,0	01. 10. 1984	
	14	6,0	1,0				7,0	1. 10. 1984	
	28	1,0		1,0			2. 10. 1984		
	30	1,0	3,0	4,5			12. 10. 1984		
	34	1,5		1,5			15. 10. 1984		
	36	2,0	0,5	2,5			15. 10. 1984		
	40	1,0		1,0			31. 10. 1984		
	42	0,5		0,5			31. 10. 1984		
	46	2,0		2,0			16. 10. 1984		
		\bar{x}	1,5	0,7			0,04	0,04	
B	48	14,0		1,0	1,0	1,0	14,0	31.10. 1984	
	50	3,0					4,0	7,0	13. 11. 1984
	52						6,0	6,0	13. 11. 1984
	54						4,0	4,0	13. 11. 1984
	58	4,0						5,0	26. 11. 1984
	60	1,0					1,0	2,0	30. 11. 1984
	66							1,0	27. 12. 1984
	82						1,0	3,0	11. 1. 1985
	84	2,0					1,0	3,0	21. 1. 1985
	86	1,0					1,0	2,0	25. 1. 1985
	92	2,0						2,0	25. 1. 1985
	94	9,5						9,5	6. 2. 1985
	95	1,0						1,0	25. 2. 1985
	98	2,0						2,0	27. 2. 1985
		\bar{x}					2,8	2,0	0,1
	$\bar{X} 5$	2,1	0,8	0,07	0,12	0,002	3,3		
Slad ⁶									
A	15		3,5				3,5	1. 10. 1984	
B	27		1,0		1,0		1,0	2. 10. 1984	
	93						1,0	6. 2. 1985	

A — vzorky očkované na zemiakový agar s glukózou, B — vzorky očkované na Sabouraudov agar so 7,5 % NaCl.

A — Inoculation of the samples to the potato agar with glucose, B — inoculation of the samples to the Sabouraud agar with 7.5% NaCl.

FG — *F. graminearum*, FO — *F. oxysporum*, FP — *F. poae*, FC — *F. culmorum*, FE — *F. equiseti*.

¹Group; ²Sample; ³% of contaminated grains; ⁴Date of sampling; ⁵Barley; ⁶Malt.

sa 15 g sacharózy a 20 g agaru — podľa Bootha [5]), prípadne na tzv. stimulačný agar (1,0 g KH_2PO_4 , 1,0 g KNO_3 , 0,5 g MgSO_4 , 0,5 g KCl , 0,2 g glukózy, 0,2 g sacharózy, 1,0 l destilovanej vody, 20,0 g agaru — podľa Nirenbergovej [11]).

Jednotlivé druhy kmeňov *Fusarium* sp. sme identifikovali podľa triedenia uvedeného v monografii Bootha [5].

Opísanou metódou sme vyšetrili celkom 14 400 zŕn sladovníckeho jačmeňa a 9000 zŕn sladu.

Stanovili sme frekvenciu výskytu fuzáriami kontaminovaných zŕn v percentách.

Výsledky

Kmene *Fusarium* sp. sme izolovali v 25 (34,7 %) zo 72 vzoriek sladovníckeho jačmeňa a v 3 (6,6 %) zo 45 vzoriek sladu.

Podrobná analýza výskytu kmeňov *Fusarium* sp. v 28 kontaminovaných vzorkách je v tabuľke 2. Pri sladovníckom jačmeni kontaminovali kmene *Fusarium* sp. najmenej 0,5 %, najviac 14,0 %, priemerne 3,3 % zŕn. V 17 (68 %) vzorkách z 25 (100 %) boli izolované kmene *F. graminearum*, v 11 (44 %) vzorkách *F. oxysporum*, v 4 (16 %) vzorkách *F. culmorum*, v 3 (12 %) vzorkách *F. poae* a v 1 vzorke *F. equiseti*. Najviac bola kontaminovaná vzorka sladovníckeho jačmeňa 48, ktorá mala 14 % zŕn kontaminovaných kmeňmi *F. graminearum*. Niektoré vzorky mali zrnká kontaminované viacerými druhmi fuzárií súčasne, napr. zo vzorky 30, prípadne 50 sme súčasne izolovali *F. graminearum*, *F. oxysporum* a *F. culmorum*.

Rozdiel vo frekvencii výskytu pozitívnych vzoriek pri sladovníckom jačmeni a pri slade, hodnotený χ^2 -testom, bol štatisticky významný.

Diskusia

Sladovnícky jačmeň je významnou surovinou pre sladovnícky priemysel, slad pre výrobu piva. Na obilkách v klasoch však parazitujú okrem iných mikromycét aj fuzárie, ktoré vo vzťahu k cereáliám patria k tzv. poľným hubám. Frekvencia fuzáriami napadnutých zŕn závisí od klimatických podmienok počas dozrievania obilia, pretože prerastanie hýf parazita do rastlinného tkaniva obiliek podporuje vysoká relatívna vlhkosť vzduchu [6].

Zistilo sa, že napr. roku 1980, keď v čase dozrievania obilia bolo u nás mimoriadne chladné a daždivé počasie, niektoré vzorky obilných zŕn z určitých oblastí SSR mali až 80 % fuzáriami napadnutých zŕn, ale roku 1981, keď žatva prebiehala za priaznivých klimatických podmienok, zrnká jačmeňa mali iba 2,48 % fuzáriami kontaminovaných zŕn. Roku 1980 v postihnutých oblastiach boli obilné zrná napadnuté najmä kmeňmi *F. graminearum*, roku 1981 sa na kontaminácii zúčastňovali kmene *F. avenaceum* (29 % z 234 izolovaných kmeňov) s *F. poae* (21 %) a *F. graminearum* (21 %), sporadicky sa vyskytovali kmene *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* a *F. sporotrichioides* [20].

Fuzárie parazitujú na obilných zrnách v rozličných krajinách. Vo Fínsku v žatve roku 1978 *F. avenaceum* kontaminovalo 28 % vyšetrených obilných zŕn, *F. culmorum* 26 %, *F. poae* 1 % a *F. tricinatum* 1 % zrníka jačmeňa [21]. V Škótsku roku 1967 *F. nivale* kontaminovalo 2 % zŕn, *F. avenaceum* 1,2 % zŕn a ojedinele sa vyskytovali kmene *F. culmorum*, *F. lateritium* a *F. poae* [22]. V Poľsku sa roku 1983 zistilo, že fuzáriami je kontaminovaných 14 % vzoriek jačmeňa a izolovali sa kmene *F. culmorum*, *F. avenaceum* a *F. poae* [23].

Roku 1974 sa vo Veľkej Británii zistilo, že v zrnách jačmeňa parazitovali kmene *F. culmorum* (431 izolátov), *F. graminearum* (44), *F. avenaceum* (64), *F. tricinatum* (32), *F. poae* (41), *F. moniliforme* (8), *F. sporotrichioides* (20), *F. semitectum* (5), *F. nivale* (21), *F. sambucinum* (3), *F. fusarioides* (76), *F. tabacini* (6) a *Fusarium* sp. (37) [24].

V Egypte boli roku 1978 najčastejšie izolované kmene *F. oxysporum*, menej častý bol výskyt *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. equiseti* a *F. semitectum* [25]. Výskytom fuzárií v zrnách jačmeňa sa zaoberali aj na Novom Zélande a izolovali kmene *F. arthrosporioioides*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. lateritium*, *F. oxysporum* a *F. poae* [26].

V Japonsku sa v jačmeni vyskytovali najviac kmene *F. graminearum* a *F. avenaceum*, zriedkavejšie až ojedinele *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. tricinatum* a *F. acuminatum* [27]. Na rozličných častiach pšenice boli v ČSSR v rokoch 1974—1977 najviac rozšírené kmene *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* a *F. oxysporum*, sporadicky sa vyskytovali *F. moniliforme* a *F. nivale* [28].

V našich vzorkách sladovníckeho jačmeňa a v slade sa najčastejšie vyskytovali kmene *F. graminearum* a *F. oxysporum*, zriedkavejšie až ojedinele *F. poae*, *F. culmorum* a *F. oxysporum*. Výskyt pozitívnych vzoriek sladovníckeho jačmeňa bol relatívne častý (34 % kontaminovaných vzoriek), ale frekvencia výskytu fuzáriami napadnutých zŕn veľmi nízka (v pozitívnych vzorkách priemerne 3,3 % kontaminovaných zŕn), iba vzorka 48, ktorá mala 14 % zŕn kontaminovaných *F. graminearum*, by si zasluhovala ďalšiu pozornosť z hľadiska prítomnosti toxických metabolitov fuzárií.

Pri obilných zrnách spôsobujú fuzáriá epikarpickú, perikarpickú, prípadne až embryonálnu infekciu [6]. Epikarpická infekcia sa vyznačuje tým, že hýfy fuzárií rastú na povrchu obilky, prípadne iba v prvých dvoch vrstvách epikarpu. Embryonálnu infekciu majú obilky, ktoré sú zjavne sevrknuté, endosperm týchto obiliek je vyplnený hýfami patogénnej huby. Zo sladovníckeho hľadiska je dôležité to, že embryonálne napadnuté obilky nemajú schopnosť vyklíčiť. Ukázalo sa však, že nositeľmi fuzárovej infekcie, ktorá sa prejaví až pri podmienkach pre klíčenie, môžu byť aj zrnká, ktoré nejavia známky napadnutia [7].

Ako sme už uviedli na začiatku tejto práce, fuzáriá sú potenciálnymi producentmi toxických metabolitov. Vo Veľkej Británii mykotoxín zearalenón in vitro produkovalo 62 % vyšetrených kmeňov *F. culmorum*, 6 % *F. graminearum*, 1,5 % *F. avenaceum*, 25 % *F. moniliforme*, 4,7 % *F. nivale* a 33,3 % *F. sambucinum* [24]. Japonskí pracovníci [27] sa zamerali na sledovanie schopnosti kmeňov produkovať trichotecény. Niektoré z vyšetrených kmeňov *F. graminearum* produkovali nivalenol a fuzarenon x, *F. equiseti* fusarenon x, nivalenol, diacetoxyscirpenol a neosolanol, *F. semitectum* fusarenon x, nivalenol a diacetoxyscirpenol, *F. poae* neosolanil, *F. acuminatum* T-2 toxín a niektoré z vyšetrených kmeňov boli schopné produkovať niekoľko týchto trichotecénov súčasne.

V ČSSR Veselá a kol. [29] zistili, že 40 % kmeňov *F. culmorum* a *F. tricinatum* in vitro produkuje zearalenon, zo 68 kmeňov, potenciálnych producentov T-2 toxínu, bolo in vitro toxigených 6 %, a to kmene *F. poae* a *F. sporotrichioides*. Niektoré kmene *F. culmorum* metabolizovali zearalenón spolu s vomitoxínom [30].

Lutey a Christensen [21] a Clarke a Hill [31] uvádzajú, že keď sa obilné zrná skladujú za optimálnych podmienok, dochádza k inaktivácii zárodkov tzv. poľných húb za 85 dní až 16 týždňov. V našej práci sme však pozorovali, že relatívne zastúpenie fuzáriami kontaminovaných zrníek sladovníckeho jačmeňa sa v období od septembra 1984 do februára 1985 výrazne nemenilo.

K vzostupu počtu kontaminovaných zŕn môže dochádzať vtedy, keď sú skladované zrnká vlhké. Napríklad za 14 dní skladovania vlhkého obilia kmene *F. avenaceum* kontaminovali 70 % zŕn, kým bezprostredne po žatve iba 28 % [21].

Zearalenón sa v čase žatvy vyskytuje v kontaminovaných zrnách iba v malom množstve alebo sa nevyskytuje vôbec a keď sa zrno vysuší ihneď po jeho zbere, zredukujú sa tým podmienky pre produkciu tohto toxického metabolitu počas skladovania. Stačí však, ak sa zrno suší až 1 týždeň po zbere, toxigénne kmene fuzárií majú optimálne podmienky pre produkciu zearalenónu. Optimálna je 34 % vlhkosť zrna a najvyššie koncentrácie zearalenónu sa zistili po 7—10 týždňoch skladovania [21, 32].

V porovnaní so zearalenónom sú podmienky pre produkciu 40 zatiaľ známych trichotecénových mykotoxínov značne heterogénne. Rozličné druhy fuzárií majú rozličné požiadavky pre svoj metabolizmus [16]. Optimálna teplota pre rast mycélia kolónií kmeňov *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* a *F. moniliforme* in vitro je 15—25 °C a pre mycélium kolónií *F. oxysporum* 20—30 °C [33].

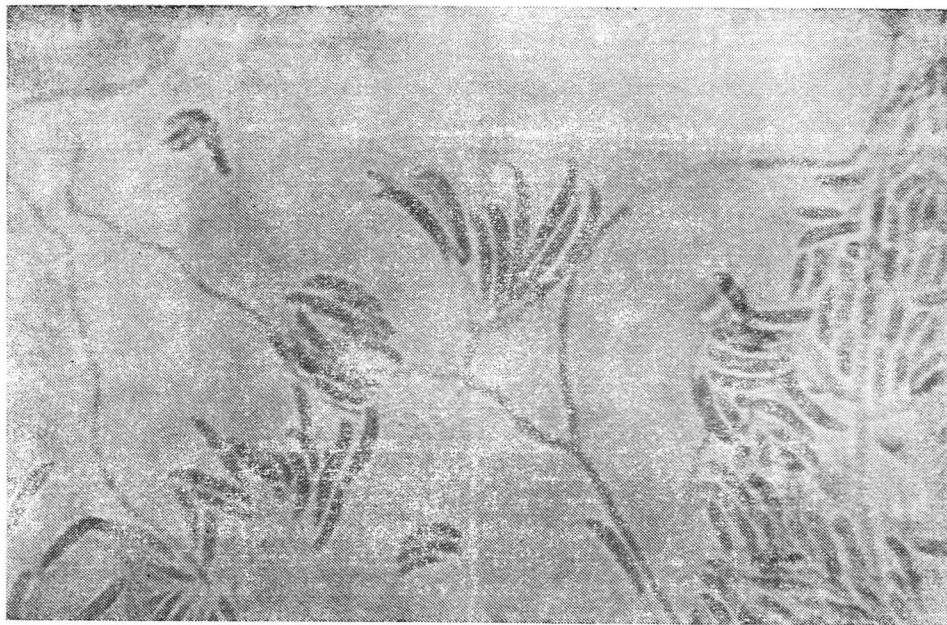
Počas vlhčenia sladovníckeho jačmeňa v technológii výroby sladu sa môžu dormantné spóry a mycélium v obilných zrnkách aktivovať a rozrastať sa na susediace zdravé zrná. Keď sa sledovala dynamika zmien mykoflóry, zistilo sa, že vzorky sladovníckeho jačmeňa mali 1 % fuzáriami kontaminovaných zŕn, ale po máčaní už 5 %, po vyklíčení až 10 % fuzáriami kontaminovaných zŕn, avšak po 24 h sušenia sladu iba 2 % a hotový výrobok — slad — 0 % fuzáriami kontaminovaných zŕn [34, 35]. Je zrejmé, že dokonalé vysušenie sladu pravdepodobne prispieva k devitalizácii zárodkov fuzárií. Podobne je to v našom súbore vyšetrovaných vzoriek sladu.

Fuzária sa zvyčajne v laboratóriu izolujú z rastlinných materiálov na zemniakovom agare s glukózou [5]. V našej práci sme však zistili, že táto pôda nemá inhibičný vplyv na rýchlo rastúce fykomycéty (*Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Absidia* sp.), ktoré kontaminovali zväčša dlhšie skladované zrná. Preto sme pri vyšetrení vzorky 48 začali používať Sabouraudov agar so zvýšeným obsahom chloridu sodného. Na tomto agare sú fykomycéty inhibované vo svojom rýchlom raste; výhodné je aj to, že táto pôda bráni vyklíčeniu zŕn jačmeňa. Kwella a Weissbach [36] odporúčali používať pri štúdiu vnútornej mykoflóry obilných zŕn agar s peptónom, kvasničným autolyzátom a 5 % NaCl. V budúcnosti bude potrebné preveriť vlastnosti a efektívnosť tohto média aj v našich laboratóriách.

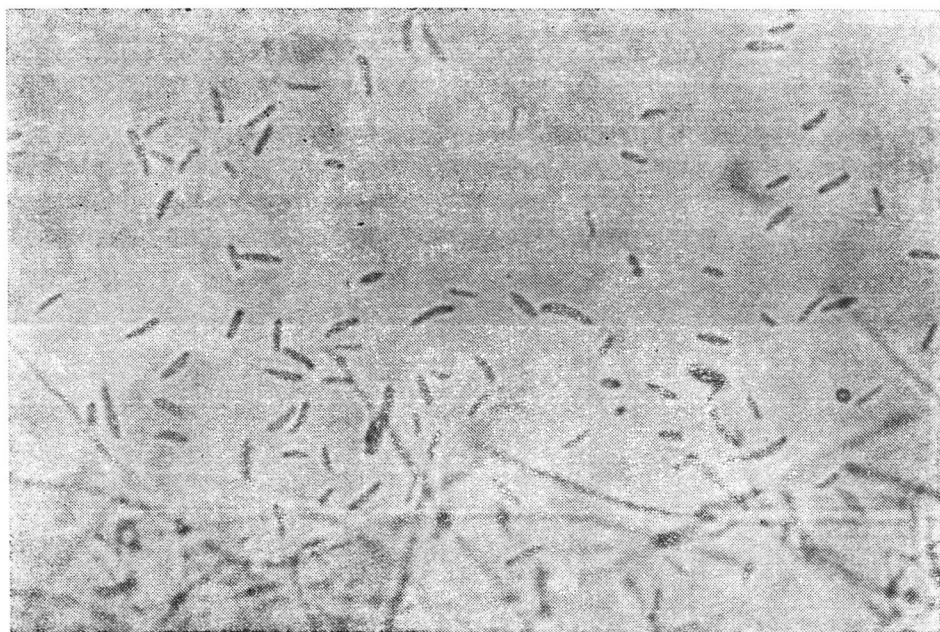
Identifikácia kmeňov rodu *Fusarium* nie je príliš náročná. Nápadnou charakteristikou fuzárií je morfológia makrokonídií (obr. 1), niektoré druhy však tvoria aj mikrokonídie (obr. 2) — hruškovité, oválne, vretenovité alebo guľovité. Dormantným štádiom sú chlamydospóry.

V cereálnych substrátoch sa vyskytujú zväčša kmene s červeným, fialkastým alebo ružovým pigmentom kolónií. Identifikácia jednotlivých druhov fuzárií je však dosť komplikovaná [37] a vyžaduje si určitú základnú orientáciu v mykológii. U nás najčastejšie sa vyskytujúce kmene *F. graminearum* však už v prvej subkultúre na živnej pôde strácajú schopnosť produkovať konídie, vytvárajú iba sterilné mycélium. Overili sme si, že veľmi výhodným médiom pre identifikáciu tohto druhu, ale aj pre iné druhy je tzv. stimulačný agar, pripravený podľa Nirenbergovej [11].

V našej práci sme sledovali výskyt fuzárií v sladovníckom jačmeni a v slade. Jačmeň a z neho vyrobený slad sú významnou surovinou na výrobu piva. Fuzária obmedzujú alebo úplne inhibujú klíčivosť zŕn jačmeňa a sú schopné



Obr. 1. Makrokonidia *Fusarium* sp. Zväčš. 630-krát.
 Fig. 1. Macroconidia of *Fusarium* sp. Magn. 630 ×



Obr. 2. Mikrokonídie a makrokonídie *Fusarium* sp. Zväčš. 630-krát.
 Fig. 2. Micro- and macroconidia of *Fusarium* sp. Magn. 630 ×

produkovať toxické metabolity. Ako sa ukázalo, prítomnosť niektorých týchto metabolitov sa zistila v komerčných vzorkách piva [38].

Vzhľadom na to, že sladovnícky jačmeň a slad sú významným exportným výrobkom [39], malo by sa v súlade so súčasnými vedeckými poznatkami uvažovať o rozšírení analytických znakov týchto surovín

- o sledovanie frekvencie výskytu mikromycétami, a to osobitne fuzáriami kontaminovaných zŕn in vitro (prevažne zamerané na sladovnícky jačmeň) a
- o analýzu potenciálnej prítomnosti niektorých toxických metabolitov mikromycét (prevažne zameraných na slad).

Literatúra

1. BAUDIŠ, E. — BENADA, J. — ŠPAČEK, J.: Zemědělská fytopatologie II. Praha, SZN 1958, s. 776.
2. BAUDIŠ, E. — BENADA, J. — ŠPAČEK, J.: Zemědělská fytopatologie III. Praha, SZN 1961, s. 714.
3. BILAJ, V. I.: Fuzaria. Kijev, Izd. AN USSR 1955, s. 319.
4. BILAJ, V. I.: Fuzaria. Kijev, Naukova dumka 1977, s. 442.
5. BOOTH, C.: The Genus Fusarium. Kew, Comm. Mycological Institute 1971, s. 237.
6. ŠROBÁR, Š. — ŠROBÁROVÁ, A.: Biológia (Bratislava), 33, 1978, č. 7, s. 583.
7. ŠROBÁROVÁ, A. — ŠROBÁR, Š.: Zborník ÚVTIZ — Ochrana rastlin, 17, 1981, č. 3, s. 173.
8. BRATSLAVSKÁ, O.: Čs. Mykol., 38, 1984, č. 4, s. 243.
9. WOLLENWEBER, H. W. — REINKING, O. A.: Die Fusarien. PAUL PEREN Berlin, 1935, s. 355.
10. JOFFE, A. Z.: Mycopathologia, 53, 1974, s. 201.
11. NIRENBERG, H.: Mitt. biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, 1976, zoš. 169, s. 117.
12. BETINA, V. (Ed.): Mycotoxins — Production, Isolation, Separation and Purification. Amsterdam, Elsevier 1984, s. 528.
13. HRDINOVÁ, I. — JESENSKÁ, Z.: Čs. Hyg., 27, 1982, č. 10, s. 568.
14. SCHOENTAL, R.: Ministry of Agric. Fisheries and Food, 1982 kn. 360, s. 3.
15. SCHOENTAL, R. — JOFFE, A. Z. — YAGEN, B.: Cancer Res., 39, 1979, s. 2179.
16. UENO, Y.: Trichothecenes. Amsterdam, Elsevier 1983, s. 313.
17. WILSON, C. A. — EVERARD, D. M. — SCHOENTAL, R.: Toxicol. Lett., 10, 1982, č. 1, s. 35.
18. BILAJ, V. I.: Mikrobiol. Ž., 40, 1978, č. 2, s. 205.
19. JOFFE, A. Z.: In: Wyllie, T. D. — Morehouse, L. G.: Mycotoxin Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicosis. Vol. 3. New York—Basel, Marcel Dekker Inc. 1978, s. 202.
20. JESENSKÁ, Z. — HAVRÁNEKOVÁ, D. — ŠAJBIDOROVÁ, I.: Čs. Hyg., 28, 1983, č. 1, s. 11.
21. ENARI T. M. — ILUS, T. — NIKU — PAAVOLA, M. K. — NUMMI, M. — YLIMÄKI, A. — KOPONEN, H.: EU. j. APPL. MIKROBIOL. BIOTECHNOL. 11, 1981, č. 4, s. 241

22. FLANNIGAN, B.: Trans. Brit. mycol. Soc., 53, 1969, č. 3, s. 371.
23. CHELKOWSKI, J. — GOLINŃSKI, P. — MANKA, M. — TROJANOWSKA, K. — WIEWIOROWSKA, M. — SZEBIOTKO, K.: Nahrung, 27, 1983, č. 6, s. 525.
24. HACKING, A. — ROSSER, R. W. — DERWISH, M. T.: Ann. appl. Biol., 84, 1976, č. 1, s. 7.
25. ABDEL-KADER, M. I. A. — MOUBASHER, A. H. — ABDEL-HAFEZ, S. I. I.: Mycopathologia, 68, 1979, č. 3, s. 143.
26. CHONG, L. M. — SHERIDAN, J. E.: N. Z. J. Bot., 20, 1982, č. 2, s. 187.
27. SUZUKI, T. — KURISU, M. — HOSHINO, Y. — ICHINOE, M. — NOSE, N.: J. Food Hyg. Soc. Japan, 21, 1980, č. 1, s. 43.
28. ŠROBÁROVÁ, A. — ŠROBÁR, Š.: Zborník ÚVTIZ — Ochrana rostlin, 18, 1982, č. 1, s. 27.
29. VESELÁ, D. — VESELÝ, D. — FASSATIOVÁ, O.: Zborník ÚVTIZ — Ochrana rostlin, 18, 1982, č. 4, s. 253.
30. TICHÁ, J. — LUČNÝ, M. — VESELÝ, D.: Mlýnsko-pekár. prům., 30, 1984, č. 6, s. 171.
31. CLARKE, J. H. — HILL, S. T.: Trans. Brit. mycol. Soc., 77, 1981, č. 2, s. 557.
32. GROSS, V. J. — ROBB, J.: Ann. appl. Biol., 80, 1975, č. 2, s. 211.
33. ŠROBÁR, Š.: Zborník ÚVTIZ — Ochrana rostlin, 14, 1978, č. 4, s. 269.
34. FLANNIGAN, B. — OKAGBUE, R. N. — KHALID, R. — TECH, C. K.: Brewing Dist. int., 12, 1982, č. 6, s. 31.
35. GYLLANG, H. — MARTINSON, E.: J. Inst. Brew., 82, 1976, č. 6, s. 350.
36. KWELLA, M. — WEISSBACH, F.: Zbl. Mikrobiol., 139, 1984, č. 6, s. 453.
37. JESENSKÁ, Z. — HAVRÁNEKOVÁ, D.: Acta hyg. epid. microbiol., 11, 1981, č. 4, s. 38.
38. PAYEN, J. — GIRARD, T. — GAILLARDIN, M. — LAFONT, P.: Microbiol. Aliment. Nutr., 1, 1983, č. 2, s. 143.
39. ŘEHÁK, J.: Kvasný prům., 30, 1984, č. 12, s. 268.

Фузариин в пивоваренном ячмене и в солоде

Резюме

Изучалось наличие фузариин в 117 пробах пивоваренного ячменя и солода из урожая 1984 г. Отборы проб проводились в 8 солодовнях в Словацкой Социалистической Республике.

Штаммы *Fusarium* sp. были выделены в 25 (34,7 %) из 72 проб ячменя и в 3 (6,6 %) из 45 проб солода. Встречаемость зараженных зерен в позитивных пробах была очень низка — в среднем 3,3 % из обследованных зерен. Выделены были штаммы *Fusarium graminearum*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. poae*, и *F. equiseti*. Результаты сравнимы с наличием фузариин за рубежом.

В статье приведен также обзор литературы, посвященной встречаемости фузариин в ячмене в других странах мира, вопросам диагностики, экологии и токсичности данных микромицет и последствиям, вытекающим из современных научных знаний для солодовенной и пивоваренной промышленности.

Fusaria in malting barley and malt

Summary

The fusaria occurrence in 117 samples of malting barley and malt from the crop of 1984 has been studied. The samples were taken from malting plants in the Slovak Socialist Republic.

The strains of *Fusaria* sp. were isolated in 25 samples (34.7%) from 72 samples of barley and in 3 samples (6.6%) from 45 samples of malt. The occurrence of contaminated grains in positive samples was very low — in average 3.3% of investigated grains. The strains of *Fusaria graminearum*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. poae* and *F. equiseti* have been isolated. The results are comparable with the fusaria occurrence in other countries.

The article contains a literary survey of the works dealing with fusaria occurrence in barley in other parts of the world, attention being paid to the questions of diagnostics, ecology and toxicity of these micromycetes and to the consequences resulting from the latest scientific information for the malting and brewing industry.