

Pohľad na akosť vybraných potravinárskych surovín z mykologického hľadiska

JUDITA ŠEPITKOVÁ – ALAN MARKO – ZDENKA JESENSKÁ

Súhrn. Práca obsahuje súhrn výsledkov štúdia a monitorovania vnútornej mykoflóry zŕn sladovníckeho jačmeňa a sladú zo žatvy rokov 1985 až 1988. Pozornosť sme zamerali na výskyt a izoláciu tých rodov mikromycét, ktoré sa javia ako potenciálni producenti mykotoxínov, najmä aflatoxínu B₁ a ochratoxínu A. Tieto mykotoxíny sme stanovovali rádioimunoanalytickou (RIA) metódou.

Výsledky mykologického štúdia za sledované obdobie štyroch rokov preukazne dokázali vo vzorkách sladovníckeho jačmeňa a sladú pomerne bohatý výskyt zŕn kontaminovaných poľnými i skladiskovými mikromycétami s bohatým zastúpením saprofytických i parazitických rodov.

Výskyt aflatoxínu B₁ vo všetkých analyzovaných vzorkách bol pod hranicou najvyššieho prípustného množstva, t. j. pod hodnotou 0,005 mg. kg⁻¹, výskyt ochratoxínu A bol pod hranicou 0,02 mg. kg⁻¹.

V závere práce odporúčame opatrenia na minimalizáciu výskytu mikroskopických vláknitých húb v pivovarských surovinách.

K významným potravinárskym surovinám patrí sladovnícky jačmeň a slad, ktoré sú základnou surovinou na výrobu piva. Pre ČSFR sú tieto suroviny dôležitým tradičným exportným artiklom [1].

Tak ako iné obilné zrná aj sladovnícky jačmeň a slad sú osídľované rôznymi druhmi mikroorganizmov, z ktorých dôležité sú mikroskopické vláknité huby. Zrná poskytujú zárodkom mikromycét za určitých podmienok (vlhkosť, teplota) ideálne prostredie pre rast, rozmnožovanie, ale aj pre produkciu ich toxických sekundárnych metabolitov – mykotoxínov.

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

Ing. Alan Marko, Výskumný ústav potravinársky, Bratislava, pobočka, Fučíkova 45, 900 01 Modra.

MUDr. Zdenka Jesenská, DrSc., Výskumný ústav preventívneho lekárstva, Limbová 14, 833 01 Bratislava.

Experimentálne sa zistilo, že ak by boli suroviny na výrobu piva kontaminované mykotoxínmi, bolo by ich možné za istých podmienok detegovať aj v pive. Zistilo sa tiež, že by sa v slade, ale aj v pive mohli vyskytovať rezíduá aflatoxínu B₁, ochratoxínu A a zearalenónu, resp. stopy toxínu T-2 [2–6].

Za reálnych podmienok sa napr. aflatoxín B₁ a zearalenón zistil v pive v niektorých krajinách Afriky, kde sa pivo vyrába domáckym spôsobom zo surovín, ako je kukurica, proso a iné plodiny [7–9]. Tieto suroviny nie sú však typické pre výrobu piva podľa európskych zvyklostí. V pive európskeho pôvodu treba však počítať s možnosťou výskytu rezíduí niektorých trichotecénov a ochratoxínu A [4].

Sladovnícky jačmeň a z neho vyrobený slad sú pre ČSFR veľmi významnou surovinou, vhodnou na štúdium mikroskopických vláknitých húb, aj ich prípadných sekundárnych metabolitov – mykotoxínov. Tieto suroviny musia vyhovovať svojou kvalitou mnohým analytickým ukazovateľom. Významná je prítomnosť cudzorodých látok a kontaminantov v týchto surovinách. V súlade s najnovšími svetovými poznatkami o mikromycétach bolo by potrebné mikrobiologickými metódami sledovať v nich výskyt zŕn kontaminovaných mikromycétami a chemicky detegovať prítomnosť vybraných mykotoxínov.

Podmienky na produkciu aflatoxínu B₁ v cereálnych produktoch sú značne komplikované, ale na prvom mieste je rozhodujúca prítomnosť kmeňov produkujúcich aflatoxín B₁, ktorý zistili v jačmeni v pestovateľských oblastiach s vyššími teplotami, ako napr. v centrálnej oblasti USA, v Grécku a v niektorých oblastiach ZSSR [10–13]. Pokiaľ by však jačmeň ako základná surovina na výrobu piva obsahoval 10 µg aflatoxínu B₁ · kg⁻¹, ako to dokázali laboratorne pokusy, pivo by v tomto prípade obsahovalo 25 % rezíduí aflatoxínu B₁. Nie je však známe, či by sa aflatoxín B₁ pri výrobe piva nerozkladal na toxické medziprodukty [2].

Kmene *Aspergillus* produkujúce aflatoxín B₁ sú však v potravinárskych surovinách domáceho pôvodu v ČSFR veľmi zriedkavé [14]. Pravdepodobne preto obsahovali nami analyzované vzorky jačmeňa a sladu iba veľmi nízke koncentrácie aflatoxínu B₁, väčšinou pod hranicou 1 µg · kg⁻¹. Výsledky analýz na stanovenie prítomnosti aflatoxínu B₁ vo vzorkách československých, ale aj iných európskych pív robené v NSR boli negatívne [14]. Vo Francúzsku sa tiež robili analýzy pív na prítomnosť mykotoxínov. Ukázalo sa, že síce neobsahovali aflatoxín B₁, ale v niektorých vzorkách bol dokázaný ochratoxín A v množstve od 5 do 110 µg · kg⁻¹ [4].

Na stanovenie určitých záväzných a limitujúcich hodnôt treba však získať poznatky o prirodzenej kontaminácii našich sladovníckych jačmeňov a sladov, a to počas dlhšieho obdobia.

Preto cieľom našej práce bolo sledovanie výskytu potenciálne toxínogénnych mikroskopických vláknitých húb a rádioimunoanalytická detekcia afla-

toxínu B₁ a ochratoxínu A v sladovníckom jačmeni a v slade zo žatvy rokov 1985 až 1988. Z mykologického hľadiska sme sa zamerali na monitorovanie výskytu najzávažnejších druhov z rodov *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. clavatus*), *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. nivale*, *F. tricinctum*, *F. poae*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *F. semitectum* a i.), *Penicillium* sp., *Alternaria*, *Cladosporium* a iné druhy.

Skúmali sme poľnú aj skladiskovú mykoflóru v zrne (vnútorná mykoflóra), kde sa mikromycéty vyskytujú v myceliárnej forme, čo má na rozdiel od povrchovej mykoflóry zrna bezprostredný vplyv aj na technologické postupy skladovania samého. Vnútornú mykoflóru tvoria totiž nielen saprofytické, ale aj parazitické a semiparazitické druhy mikromycét, preto ich eliminácia v potravinárskych technológiách je veľmi ťažká a zdĺhavá.

Materiál a metodika

Vzorky sladovníckeho jačmeňa a sladu z úrody rokov 1985 až 1988 a skladovacieho obdobia r. 1989 sme dostávali poštou zo sladovní SSR v pravidelných 14-dňových intervaloch. Priemerná vzorka mala hmotnosť 1000 g.

Povrch zŕn jačmeňa a sladu bol 10 minút dekontaminovaný 5 % vodným roztokom chlórnanu sodného a potom trikrát za sebou prepláchnutý sterilnou destilovanou vodou. Z každej vzorky sa po 20 zŕn rozložených na povrchu Sabouraudovho agaru s prídavkom 7,5 % NaCl očkovovalo 200 zŕn. Naočkované sústavy sa inkubovali 10 až 14 dní pri laboratórnej teplote. Potom sa určil počet zŕn kontaminovaných vláknitými mikromycétami. Reprezentatívne kolónie mikromycét sa preočkovali na ďalšie diagnostické pôdy a na základe ich morfológie sa zaradovali do rodov v druhov podľa príslušných kľúčov.

Mykotoxíny sa stanovovali rádioimunoanalyticky za použitia RIA testov, a to aflatoxín B₁ použitím súpravy RIA test – aflatoxín B₁ a ochratoxín A RIA testom OCHRA z Ústavu rádioekológie a využitia jadrovej techniky v Košiciach. Homogenizované vzorky sa extrahovali chloroformom a po prefiltrovaní sa extrakt odparil do sucha. Odparok sa rozpustil v 2 ml acetónu a z neho sa pipetovalo 100 µl do 1 ml veronálového tlmivého roztoku. Z toho sa priamo na stanovenie bralo 100 µl. Po pridaní 100 µl roztoku antiséra a 100 µl roztoku rádioindikátora sa skúmvky inkubovali 2 h pri 37 °C. Po odstredení a odsatí supernatantu sa rádioaktivita zrazenín merala na jednonábovom gamapočítaní typu 20 046 Robotron scintilačnou meracou sondou typu 27 000 so studnicovým scintilačným kryštálom SKW 1SN 04.

Pri mykologickom vyšetrení zameranom na stanovenie kontaminácie mikromycétami zŕn sladovníckeho jačmeňa sa zistilo, že z úrody r. 1985 kmene *A. flavus* kontaminovali 35,2 % vzoriek, r. 1986 – 41,4 %, r. 1987 50,0 % a r. 1988 57,2 % vzoriek. Kmene *Fusarium* sp. kontaminovali 3,5 % r. 1985, 7,3 % r. 1986, 4,3 % r. 1987 a 8,3 % vzoriek r. 1988. Kmene *Penicillium* sp. kontaminovali 54,1 % vzoriek zo žatvy r. 1985, 62,1 % r. 1986, 71,7 % r. 1987 a 81,2 % vzoriek zo žatvy r. 1988 (tab. 1).

Vzorky sladu kontaminovali kmeňmi *A. flavus* takto: zo žatvy r. 1985 42,1 %, r. 1986 37,7 %, r. 1987 61,7 % a r. 1988 48,3 %. Kmene *Fusarium* sp. kontaminovali vzorky takto: zo žatvy r. 1985 1,0 %, r. 1986 1,1 %, r. 1987 2,2 % a zo žatvy r. 1988 12,3 %. Kmene *Penicillium* sp. kontaminovali 69,4 % vzoriek zo žatvy r. 1985, r. 1986 62,2 %, r. 1987 74,1 % a r. 1988 až 88,7 % vzoriek (tab. 2).

Frekvenciu výskytu zŕn vnútorne kontaminovaných mikromycétami v sladovníckom jačmeni a v slade prezentujú tabuľky 3–6. Podľa experimentálnych výsledkov 27,0 % vzoriek sladovníckeho jačmeňa z úrody r. 1985 malo 1 až 10 %, 5,8 % malo 11 až 20 % a 1,1 % vzoriek malo 31 až 40 % zŕn kontaminovaných zárodkami *A. flavus*. Z úrody r. 1986 40,2 % vzoriek sladovníckeho jačmeňa malo 1 až 20 % a 1,3 % vzoriek malo 21 až 40 % zŕn kontaminovaných zárodkami *A. flavus*. Z úrody r. 1987 19,5 % vzoriek malo 1 až 10 % kontaminovaných zŕn a r. 1988 51,0 % vzoriek malo 1 až 10 % zŕn kontaminovaných zárodkami *A. flavus*.

Kmene *Fusarium* sp., na ktoré sme sa najviac zamerali, najmä z mykologického hľadiska, kontaminovali najviac 5 % zŕn vo vzorke.

Frekvencia výskytu zŕn kontaminovaných najzaujímavejšími rodmi mikromycét za sledované obdobie štyroch rokov v pivovarskom slade výrazne poklesla, čo spôsobuje vplyv teploty počas sušenia sladu.

Zo 183 vzoriek analyzovaných na obsah aflatoxínu B₁ sme ani v jednej vzorke nezistili prekročenie najvyššieho prístupného množstva, t. j. 0,005 mg. kg⁻¹.

Na obsah ochratoxínu A sme vyšetřili 60 vzoriek sladu a 57 vzoriek sladovníckeho jačmeňa v období rokov 1987 a 1988.

Z úrody roku 1987 bolo zo 16 vzoriek sladovníckeho jačmeňa 5 (31,2 %) pozitívnych a z 28 vzoriek sladu 7 (25 %) pozitívnych. Ani v jednej z analyzovaných vzoriek sme však nezistili prekročenie najvyššieho prípustného množstva ochratoxínu A, t. j. 0,020 mg. kg⁻¹.

Z úrody roku 1988 bolo všetkých 41 analyzovaných vzoriek sladovníckeho jačmeňa a 32 vzoriek sladu negatívnych. Formálny detekčný limit RIA stanovenia bol však až 8,7 µg. kg⁻¹.

anovene kontaminácie mik-
 o, že z úrody r. 1985 kmene
 6 – 41,4 %, r. 1987 50,0 %
 ontinuovali 3,5 % r. 1985,
 1988. Kmene *Penicillium* sp.
 1,1 % r. 1986, 71,7 % r. 1987
 us taktó: zo žatvy r. 1985
 8,3 %. Kmene *Fusarium* sp.
 %, r. 1986 1,1 %, r. 1987
icillium sp. kontaminovali
 r. 1987 74,1 % a r. 1988 až
 ných mikromycétami v sla-
 3–6. Podľa experimentál-
 meňa z úrody r. 1985 malo
 malo 31 až 40 % zín konta-
 40,2 % vzoriek sladovnic-
 lo 21 až 40 % zín kontami-
 19,5 % vzoriek malo 1 až
 ek malo 1 až 10 % zín kon-
 merali, najmä z mykologic-
 zorky.
 ujímavějšími rodmi mikro-
 varskom slade výrazne po-
 adu.
 toxínu B₁ sme ani v jed-
 istupného množstva, t. j.
 skladu a 57 vzoriek sladov-
 ckého jačmeňa 5 (31,2 %))
 ch. Ani v jednej z analyzo-
 šíeho prípusného množ-

T a b u l k a 1. Prehľad výskytu mikromycét vo vzorkách sladovníckeho jačmeňa zo žatvy r. 1985–1988
 T a b l e 1. Occurrence of micromycetes in malting barley samples from harvests in 1985–1988

J A Č M E Ň
 B A R L E Y

Mikromycéty ¹	Počet pozitívnych vzoriek ²							
	1985		1986		1987		1988	
	85 vz. = 100 %		82 vz. = 100 %		92 vz. = 100 %		96 vz. = 100 %	
	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]
<i>Alternaria</i>	83	97,6	81	98,7	90	97,8	96	100,0
<i>Aspergillus candidus</i>	1	1,1	5	6,0	5	5,4	15	15,5
<i>A. clavatus</i>	6	7,0	1	1,2	1	1,0	7	7,2
<i>A. flavus</i>	30	35,2	34	41,4	46	50,0	55	57,2
<i>A. sk. A. glaucus</i>	65	76,4	75	91,4	82	89,1	82	85,4
<i>A. sk. A. niger</i>	3	3,5	8	9,7	6	6,5	6	6,2
<i>A. ochraceus</i>	2	2,3			1	1,0		
<i>A. versicolor</i>	7	8,2	5	6,0	11	11,9	2	2,0
<i>A. wentii</i>	6	7,0			27	29,3	4	4,1
<i>A. fumigatus</i>							2	2,2
<i>Botrytis cinerea</i>	1	1,1						
<i>Cladosporium</i> sp.	8	9,4	10	12,1	9	9,7	19	19,7
<i>Fusarium</i> sp.	3	3,5	6	7,3	4	4,3	8	8,3

± Tabuľka 1. (pokračovanie)
Table 1. (Continued)

Mikromycéty ¹	Počet pozitívnych vzoriek ²							
	1985		1986		1987		1988	
	85 vz. = 100 %		82 vz. = 100 %		92 vz. = 100 %		96 vz. = 100 %	
	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]
<i>Nigrospora</i> sp.			1	1,2				
Steril. mycélium ³	12	14,6	10	11,0	7	7,6	1	1,0
<i>Trichoderma</i>					3	3,2	2	2,0
<i>Chaetomium</i> sp.					1	1,0		

¹ – Micromycetes, ² – Number of positive samples, ³ – Sterile mycelium.

Tabuľka 2. Prehľad výskytu mikromycét vo vzorkách pivovarských sladov z úrody r. 1985–1988
Table 2. Occurrence of micromycetes in brewery malt from the harvests in 1985–1988

SLAD
MALT

Mikromycéty ¹	Počet pozitívnych vzoriek ²							
	1985		1986		1987		1988	
	85 vz. = 100 %		82 vz. = 100 %		92 vz. = 100 %		96 vz. = 100 %	
	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]
<i>Alternaria</i> sp	44	46,3	40	44,4	52	58,4	85	95,5
<i>Aspergillus flavatus</i>	14	14,7	16	17,7	15	16,8	11	12,3
<i>A. sk. A. glaucus</i>	54	56,8	53	58,8	70	78,6	85	95,5
<i>A. flavus</i>	40	42,1	34	37,7	55	61,7	43	48,3
<i>A. sk. A. niger</i>	9	9,4	15	16,6	10	11,2	6	6,7
<i>A. ochraceus</i>	1	1,0					2	2,2
<i>A. tamarii</i>	1	1,0						
<i>A. versicolor</i>	2	2,0	3	3,3	4	4,4		
<i>A. wentii</i>	2	2,0	1	1,1	19	21,3	4	4,9
<i>A. candidus</i>			1	1,1	2	2,2	6	6,7
<i>Cladosporium</i> sp.	6	6,3	3	3,3	2	2,2	6	6,7
<i>Fusarium</i> sp.	1	1,0	1	1,1	2	2,2	11	12,3
<i>F. graminearum</i>	2	2,0						
<i>F. oxysporum</i>	1	1,0			1	1,1		

Tabuľka 2. (pokračovanie)

Table 2. (Continued)

Mikromycéty ¹	Počet pozitívnych vzoriek ²							
	1985		1986		1987		1988	
	85 vz. = 100 %		82 vz. = 100 %		92 vz. = 100 %		96 vz. = 100 %	
	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]	absol.	relat. [%]
<i>Trichoderma</i> sp.			1	1,1				
<i>F. sporotrichioides</i>			1	1,1	1	1,1		
<i>Penicillium varioti</i>					1	1,1		
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>					1,1			
<i>Stemphylium</i> sp.					1	1,1		

vz. – vzorky; samples.

¹ – Micromycetes, ² – Number of positive samples.

T a b u l k a 4. Frekvencia výskytu zŕn vnútorne kontaminovaných mikromycétami. *A. flavus*, *Fusarium* sp. a *Penicillium* sp. v sladovníckom jačmeni (SJ) – 82 vz. = 100 % a v slade (S) – 90 vz. = 100 % zo žatvy r. 1986

Table 4. Occurrence of the grains innery contaminated with micromycetes *A. flavus*, *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp. in malting barley (SJ) - 82 = 100 % and in malt (S) - 90 samples = 100 % harvested in 1986

[illegible]

vo vzorke ¹ [%]	26	30	1	1	1		2		45	100
----------------------------	----	----	---	---	---	--	---	--	----	-----

For explanations 1–3 see Table 3.

T a b u l k a 5. Frekvencia výskytu zŕn vnútorne kontaminovaných mikromycétami. *A. flavus*, *Fusarium* sp. a *Penicillium* sp. v sladovníckom jačmeni

T a b l e 5. Occurrence of the grains innerly contaminated with micromycetes *A. flavus*, *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp. in malting barley

% kontaminovaných zŕn vo vzorke ²	Počet vzoriek ¹ [%]					
	1987			1988		
	<i>A. flavus</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>A. flavus</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
0	50,0	84,8	2,1	42,7	89,7	18,7
1–10	19,5	15,2	68,4	51,0	10,3	58,3
11–20	7,6		14,1	4,1		16,6
21–30	1,7		9,7	2,0		6,2
31–40	2,1					
41–50	2,1		2,1			
51–60	4,3		2,1			
71–80	3,2		1,0			
91–100	1,0					
Najvyšší počet kontaminovaných zŕn vo vzorke ³ [%]	100	2	85	29	2	29

T a b u l k a 6. Frekvencia výskytu zŕn vnútorne kontaminovaných mikromycétami. *A. flavus*, *Fusarium* sp. a *Penicillium* sp. v slade zo žatvy r. 1987 a 1988

T a b l e 6. Occurrence of the grains innerly contaminated with micromycetes *A. flavus*, *Fusarium* sp. and *Penicillium* sp. in malt harvested in 1987 and 1988

% kontaminovaných zŕn vo vzorke ²	Počet vzoriek ¹ [%]					
	1987			1988		
	<i>A. flavus</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>A. flavus</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.
0	38,2	92,1	25,8	51,6	75,2	11,2
1-10	31,4	7,9	39,3	46,0	24,7	71,9
11-20	4,4		11,2	2,2		2,2
21-30	4,4		11,2			10,1
31-40	6,7		6,7			4,4
41-50	5,6		2,2			

Diskusia a záver

Na kvalitu a mikrobiálnu kontamináciu zŕn sladovníckeho jačmeňa pôsobia objektívne i subjektívne faktory.

K objektívnym faktorom patria predovšetkým faktory ekologické (celkové klimatické podmienky počas vegetácie, zrážky, teplota, bonita pôdy, pôdna kontaminácia mikroorganizmami a najmä klimatické podmienky počas žatvy), ktoré sa nedajú ovplyvniť ľudským faktorom.

K subjektívnym faktorom patrí zber úrody, pozberová úprava zrna a starostlivosť o jeho ďalšie spracovanie, skladovanie, ako aj technologické podmienky. Najdôležitejšiu úlohu tu zohráva ľudský jedinec ako faktor rozhodujúci o všetkom. A tu vidíme z hľadiska potravinárskej hygieny v jednotlivých organizáciách potravinárskeho priemyslu ešte skryté rezervy.

Z mikrobiologického hľadiska ak zoberieme do úvahy, že plesne kotaminujú obilie ešte v poľných podmienkach a ďalej sa pomnožujú aj počas jeho skladovania, pričom jednotlivé kmene potenciálne toxinogénnych rodov môžu produkovať mykotoxíny, ktoré negatívne pôsobia na ľudské zdravie a sú pôvodcami mnohých ochorení, je to vážny zdravotný problém, ktorému sa venuje veľká pozornosť na celom svete.

Objektívnymi mikrobiologickými metódami sa totiž dá objasniť, ako sa s jačmeňom a so sladom narábalo pri zbere a po ňom, aká starostlivosť sa venovala skladovaniu týchto obilných zŕn a dá sa takmer s istotou predpokladať, ktoré z toxických sekundárnych metabolitov mikromycét by sa prípadne mohli vyskytovať v týchto surovinách.

V súčasnosti nie je zanedbateľný ani ekonomický faktor, ktorý vyplýva z technologických problémov. Mykotoxíny negatívne vplyvajú na klíčivosť jačmeňa, inhibujú vývin plodolistu a koreňka, čím znižujú celkovú hodnotu zrna, a tým aj jeho cenu.

Prítomnosť mykotoxínov je nežiadúca, keďže brzdí jednotlivé technologické fázy skladovania. Napríklad mykotoxíny fuzárií môžu inhibovať α -amylázovú aktivitu a vývoj plodolistu. Inhibícia rastu v tomto prípade závisí od koncentrácie mykotoxínov.

Pozornosť výrobcov sladů a piva, ako aj potravinárskych mikrobiológov a hygienikov by sa mala preto zamerať na rozpracovanie a sledovanie ďalších kritériálnych znakov biologického charakteru, ktoré by mali byť zakomponované do noriem. Ich realizáciou v praxi by sa predišlo prípadným problémom pri predaji týchto surovín a piva na svetových trhoch.

Preto odporúčame ich rozšírenie, resp. doplnenie o tieto mikrobiologické analytické znaky:

1. Sledovanie frekvencie výskytu mikromycét v zrnách in vitro s osobitným

zameraním na dôkaz genus *Fusarium* ale i *Aspergillus flavus* a *Penicillium* (zamerané prevažne na sladovnícky jačmeň).

2. Analýza potenciálnej prítomnosti niektorých mykotoxínov (prevažne zameraná na slad).

Z mykologického hľadiska sú spôsoby na minimalizáciu výskytu mikromycét a mykotoxínov takéto:

1. V prvovýrobe obilnín sa zamerať na vyšľachtenie takých odrôd sladovníckeho jačmeňa, ktoré by boli rezistentné proti kontaminácii mikromycétami – potenciálnymi producentmi mykotoxínov, najmä *Fusarium* sp., *Aspergillus* a *Penicillium*.

2. Zrno v silách so spoľahlivou ventiláciou periodicky premiestňovať predovšetkým v priebehu chladných mesiacov, čím sa dosiahne harmonické vyrovnanie vlhkosti a teploty (môže sa čiastočne inhibovať pomnoženie plesní).

3. Prísne dodržiavať technologickú disciplínu pri skladovaní sladovníckeho jačmeňa v silách a neprekročiť pritom hranicu vlhkosti zrna 12 % (v krajnom prípade maximálne 14 %).

4. Dbáť na dodržiavanie relatívnej vlhkosti vzduchu v silách, ktorá nesmie prekročiť hranicu 65 %. V opačnom prípade dôjde totiž k rýchlemu pomnoženiu saprofytických, ale aj parazitických druhov mikromycét.

5. Pivovarské slady odporúčame skladovať v silách, ktoré spĺňajú prísne hygienické a sanitačné režimy, za podmienok, že vlhkosť zrna neprekročí hranicu 6 %, maximálne 7 % (ideálna vlhkosť je 4,0 až 5,0 %). Tým sa zabráni vyklíčeniu spór, a tým možnosti produkcie mykotoxínov.

6. Venovať zvýšenú pozornosť eliminácii iných biologických faktorov, ako sú škodci, a to hmyz a hlodavce. Mechanickým poškodením zrna môže totiž nastať i ďalšia reinfekcia plesňami.

Z hľadiska potravinárskej hygieny, aby sa minimalizoval výskyt mikromycét a mykotoxínov, odporúčame poľnohospodárskym a nákupným podnikom, ale aj sladovním a pivovarom v rámci SR zaviesť *sanitárne* dni, počas ktorých by sa optimálnymi sanitárnymi postupmi (vypracovanými pre jednotlivé výrobné etapy a skladovanie osobitne) dospelo k podstatnému vyriešeniu hygienických problémov vo výrobe.

Literatúra

1. ŘEHÁK, J., Kvasný Prům., 30, 1984, č. 12, s. 268.
2. CHU, F. S. – CHANG, C. C. – ASHOOR, S. H. – PRENTICE, N., Appl. Microbiol., 29, 1975, č. 3, s. 313.
3. KROGH, P. – HALD, B. – GJERTSEN, P. – MYKEN, F., Appl. Microbiol., 28, 1974, č. 1, s. 31.
4. PAYEN, J. – GIRARD, T. – GAILLARDIN, M. – LAFONT, P., Microbiologie – Aliments – Nutrition, 1, 1983, č. 2, s. 143.
5. NIP, W. K. – CHANG, F. C. – CHU, F. S. – PRENTICE, N., Appl. Microbiol., 30, 1975, s. 1048.
6. FLANNIGAN, B. – MORTON, J. G. – NAYLOR, R. J., In: Lacey, J. (Ed.), Trichothecenes and Other Mycotoxins. New York, John Wiley and Sons 1985, s. 570.
7. LOVELACE, C. E. A. – NYATHI, C. B., J. Sci. Food Agric., 28, 1977, s. 288.
8. PEERS, F. G. – LINSELL, C. A., Br. J. Cancer, 27, 1973, č. 6, s. 473.
9. MARTIN, P. M. D. – KEEN, P., Sabouraudia, 16, 1987, s. 15.
10. DVALI, G. N., Vopr. Pit., 2, 1983, s. 68.
11. FAO/Food Agriculture Organization of the United Nations: Perspective on mycotoxins. FAO and Nutrition paper 13, Rome 1979, s. 167.
12. LVOVA, L. S. – SOSEDOV, N. I. – GERELL, W. – SCHWACKMAN, M. I. – ŠATILOVA, T. I. – ŠULGINA, A. P., Prikl. Biochim. Mikrobiol., 12, 1976, č. 5, s. 741.
13. URKUMBAJEVA, T. N., Vopr. Pit., 2, 1983, č. 2, s. 67.
14. WOLLER, R. – MAJERUS, P., Mschr. Brauwiss., 35, 1982, č. 4, s. 88.

Do redakcie došlo 28. 9. 1989

Взгляд на качество избранного пищевого сырья с микологической точки зрения

Резюме

Работа приводит комплекс результатов изучения и мониторинга внутренней микрофлоры зерн пивоваренного ячменя и солоду из урожая в течение с 1985 до 1988 годов. Авторы замерили внимание на наличие и изоляцию тех родов микромицет, которые являются потенциальными производителями микотоксинов, прежде всего афлатоксина В₁ и охратоксина А. Эти микотоксины авторы в пробах определили радиоиммунноаналитическим методом.

Результаты микологических исследований в течение четырех лет доказали сравнительно богатое наличие загрязненных зерн в пробах пивоваренного ячменя и так же в солоде полевыми и складочными микромицетами в богатом замещении сапрофитических но тоже и паразитических родов.

Наличие афлатоксина В₁ во всех анализированных пробах находилось ниже лимита самого высокого допустимого количества, т.е. ниже величины 0,005 мг.кг⁻¹ и у охратоксина А ниже лимита 0,02 мг. кг⁻¹.

В заключении работа приносит рекомендации на минимализацию наличия микроскопических волокнистых грибов в пивоваренном сырье.

The quality of selected food raw materials from mycological aspect

Summary

The paper summarizes the results of the investigation and monitoring of the inner mycoflora of both the malting barley grains and the malt from the harvests in the years 1985 through 1988. Attention was paid to the occurrence and isolation of those micromycete genera that are potential producers of mycotoxins, especially aflatoxin B₁ and ochratoxin A. These mycotoxins have been determined in the samples by the radioimmunoanalytical method (RIA).

The results of the mycological study during the four-year period clearly showed a relatively abundant occurrence of contaminated grains in malting barley samples as well as in malt. Field and storehouse micromycetes were found represented by both saprophytic and parasitic genera.

The concentrations of aflatoxin B₁ in all the samples analysed were below the maximum permissible level i.e. below 0.005 mg.kg⁻¹, those of ochratoxin A were below 0.02 mg.kg⁻¹.

In the conclusion of the paper, recommendations aimed at minimalization of the occurrence of microscopic fibrous fungi in brewing raw materials are given.