

Mykoflóra múky, krupice a strúhanky

ZDENKA JESENSKÁ — DANIELA HAVRÁNEKOVÁ — IVA ŠAJBIDOROVÁ

Súhrn. Vyšetřila sa mykoflóra 101 vzoriek múk a krupice a 3 vzorky strúhanky. Z múky a krupice sa izolovalo priemerne $6,35 \times 10^2$ a zo vzoriek strúhanky $1,0 \times 10^3$ kolónií tvoriacich zárodoky mikroskopických vláknitých húb/g, najčastejšie kmene *A.candidus*, *Penicillium* sp., *A.glaucus*, *A. versicolor*, *Cladosporium* sp., *A.flaua*, *A.clavatus* a *Absidia* sp. Na základe získaných výsledkov sa odporúča zaradiť údaje o povolených hodnotách množstva zárodkov mikroskopických vláknitých húb do príslušných noriem pre múky a krupice.

Cereálie a výrobky z nich predstavujú podstatnú a nutrične významnú súčasť ľudskej potravy. Zo strany pracovníkov rastlinnej výroby, potravinárskeho priemyslu a výskumných pracovísk sa preto venuje značná pozornosť pestovaniu a výrobe dostatočného množstva tejto dôležitej zložky našej výživy a nezanedbáva sa pritom ani otázka kvality.

Na obilných zrnách sa vyskytuje veľa mikroorganizmov. Z ekologického hľadiska sa mikroskopické huby obilných zŕn delia na dve základné skupiny, na tzv. poľné huby, ktoré invadujú obilné zrná v klase, a na tzv. skladiskové huby, ktoré napádajú zrno počas skladovania, a to tým viac, čím väčšie je jeho mechanické poškodenie a čím vyššia je vlhkosť. Niektoré mikroskopické huby sú schopné produkovať na tomto substráte za vhodných podmienok zdravotne významné toxické metabolity, tzv. mykotoxíny [11, 20, 29].

Mykoflóru obilných zŕn môžu značne ovplyvniť klimatické podmienky počas žatvy [19] spôsobom zberu a skladovania. Zrná povrchovo naplesnené alebo plesnivé sa podľa československých štátnych noriem hodnotia ako nečistoty a takých zŕn nesmie byť vo vzorke viac ako 1 %. Obilné zrná sú základom pre výrobu múk a krupice. Tradičná technológia zŕn mletím a vymieňaním umož-

MUDr. Zdenka Jesenská, CSc., Daniela Havránková, prom. biol., Ing. Iva Šajbidorová, Výskumný ústav preventívneho lekárstva, Limbová 14, 833 01 Bratislava.

ňuje, že mikroskopické huby sa dostanú do týchto druhov potravinárskych surovín v počtoch, ktoré sú predovšetkým závislé od kvality zrna [1]. Mikrobiologické ukazovatele akosti múky sa však u nás v normách zatiaľ zanedbávajú, pravdepodobne preto, že sa táto surovina pred konzumáciou musí tepelne upraviť. Iba v jednej norme sme našli zmienku o tom, že pach tejto suroviny musí byť normálny, nie stuchnutý, plesnivý.

V súvislosti s poznaním, že niektoré mykotoxíny sú značne termostabilné [29], otázka kontaminácie múky a krupice zárodkami mikroskopických húb sa stáva z hľadiska ochrany zdravia konzumentov značne aktuálna. Pokladali sme preto za potrebné získať údaje o kvantitatívnej a kvalitatívnej mykoflóre múky a krupice v SSR, zistiť, ako sú výsledky ovplyvnené mikrobiologickými metódami práce, a tým poskytnúť určité základné podklady pre normatívnu činnosť na tomto úseku. Zamerali sme sa aj na mykofloru strúhanky, o ktorej sme v dostupnej literatúre nenašli nijaké údaje.

Materiál a metódy

Na základe našej žiadosti pracovníci Okresných hygienických staníc v SSR odobrali v priebehu jarých mesiacov v roku 1982 z potravinárskych predajní, resp. zo závodov Mlyny a pekárne 101 vzoriek, z toho 18 vzoriek dehydratovanej detskej krupice, 5 vzoriek chlebovej múky, 7 vzoriek hrubej krupice, 12 vzoriek polohrubej pšeničnej múky, 25 vzoriek hladkej pšeničnej múky, 25 vzoriek hrubej pšeničnej múky a 9 vzoriek iných druhov múk. Touto cestou im za láskavú pomoc ďakujeme.

Žatva obilia roku 1981 prebiehala za dobrých klimatických podmienok [19]. Zaslané vzorky nejavili nijaké senzorické známky plesnivenia.

V súvislosti s plnením našej expertíznej činnosti sme obdržali a vyšetrili 3 rôzne vzorky strúhanky (A, B, C).

Vzorky sme riedili dlučnou metódou sterilným fyziologickým roztokom v pomere 1 : 10 a 1 : 100, strúhanky až do 1 : 1000. Z každého riedenia sme očkovali po 0,5 ml na povrch Sabouraudovho agaru — chloramfenikolom (Sabouraudov agar SEVAC 1000,0 ml a Chloramphenicol pro inj. Spofa 0,05g) a na povrch Sabouraudovho agaru modifikovaného pridaním 7,5 % NaCl, vždy paralelne na 4 misky. Polovicu naočkovaných misiek sme inkubovali pri laboratórnej teplote, druhú časť pri 37 °C. Po 7—10 dňoch inkubácie sme voľným okom spočítali vyrastené kolónie mikroskopických vláknitých húb, reprezentatívne kolónie sme preočkovali na Sabouraudov agar v skúmavkách a kmeňe identifikovali na základe ich morfológie.

124 kmeňov *Asperillus flavus* sme naočkovali na tzv. APA médium a po 10 dňoch inkubácie sme pri 28 °C sme sledovali, či kmene do tohto média produkujú modrofluoreskujúcu substanciu [14].

Výsledky

Niekoľko málo vzoriek, najmä vzorky hladkej pšeničnej múky obsahovali toľko zárodkov mikroskopických vláknitých húb, že misky so živnými pôdami, naočkované z riedenia 1 : 10, boli celkom prerastené a nebolo možné určiť počet kolónií. V riedení 1 : 100 už s počítaním kolónií húb nijaké takéto problé-

Tabuľka 1. Mykoflóra múky a krupice — kvantitatívne výsledky. I — počty kolónií na živných pôdach

Table 1. The microflora in flour and semolina — quantitative results. I — number of colonies in nutritive media

Kultivačná teplota ²	Riedenie vzorky ¹ 1 : 10				Riedenie vzorky ¹ 1 : 100			
	lab.		37 °C		lab.		37 °C	
	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl
Kultivačná pôda ³								
Počet vzoriek ⁴	100	98	97	88	101	101	101	101
Počet vzoriek so spočítateľným množstvom kolónií v Petriho miskách ⁵	99	95	93	75	101	101	101	101
Počet vzoriek s nespočítateľným množstvom kolónií v Petriho miskách ⁶	1	3	4	13	—	—	—	—
Počet vyrastených mikroskopických vláknitých húb ⁷								
Detská krupica dehydratovaná ⁸	352	464	382	508	104	64	204	138
Chlebová múka ⁹	105	219	86	168	71	93	105	67
Krupica hrubá-pšeničná ¹⁰	36	148	74	155	24	27	9	9
Polohrubá pšeničná múka ¹¹	142	434	366	560	10	14	16	17
Hladká pšeničná múka ¹²	679	1356	1996	644	285	462	660	514
Hrubá pšeničná múka ¹³	128	610	491	657	88	107	178	151
Iné múky ¹⁴	155	247	166	243	96	80	35	57
\bar{x}	228	496	508	419	96	121	172	136
%	100	217	222	183	100	126	179	141

¹Sample solution; ²Cultivation temperature; ³Cultivation media; ⁴Number of samples; ⁵Number of samples with countable number of colonies in Petri dishes; ⁶Number of samples with uncountable number of colonies in Petri dishes; ⁷Number of grown colonies of microscopis fibrous molds; ⁸Dehydrated semolina for children; ⁹Bread meal; ¹⁰Coarsely ground wheat semolina; ¹¹Semi-coarsely ground wheat meal; ¹²Fine wheat flour; ¹³Wheat meal; ¹⁴Other meals.

my neboli, niekedy však počet izolovaných kolónií bol veľmi nízky alebo pôdy ostali sterilné.

Najmenší počet kolónií (100 %) sme izolovali na Sabouraudovom agare, inkubovanom pri laboratórnej teplote, čo si vysvetľujeme tým, že v niektorých vzorkách prerastali časť alebo celú pôdu v miske rýchlo rastúce kolónie *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Absidia* sp., resp. *Syncephalastrum* sp. Najväčší počet kolónií (222 %, resp. 179 %) sme izolovali na Sabouraudovom agare, inkubovanom pri 37 °C, vyššie počty kolónií vyrastali aj na Sabouraudových agaroch so zvýšeným obsahom kuchynskej soli (tab. 1).

V závislosti od kultivačnej pôdy a inkubačnej teploty sme zo vzoriek múk a krupice izolovali najmenej $5,0 \times 10^1$, najviac $2,6 \times 10^3$, z detskej krupice dehydratovanej priemerne $4,4 \times 10^2$, z chlebovej múky $9,7 \times 10^2$, z hrubej pšeničnej krupice $1,7 \times 10^2$, z polohrubej pšeničnej múky $8,7 \times 10^2$, z hladkej pšeničnej múky $1,2 \times 10^3$, z hrubej pšeničnej múky $3,4 \times 10^2$, z iných múk $4,4 \times 10^2$ a zo všetkých vzoriek priemerne $6,35 \times 10^2$ kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g (tab. 2). Celkový prehľad uvádza tabuľka 3.

Tabuľka 2. Mykoflóra múky — kvantitatívne výsledky. II. — počet kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g

Table 2. The microflora in flour — quantitative results. II. — number of colony-forming units of microscopic fibrous molds/g

Kultivačná teplota ²	Riedenie vzorky ¹ 1 : 10				Riedenie vzorky ¹ 1 : 100				
	lab.		37 °C		lab.		37 °C		x/g
	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	
Kultivačná pôda ³	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	Sab.	Sab. NaCl	x/g
⁴ Priemerný počet kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g ^a ¹¹									
Detská krupica dehydratovaná ⁴	190	250	210	280	500	300	1100	700	441
Chlebová múka ⁵	210	430	170	330	1400	1800	2100	1300	967
Krupica hrubá-pšeničná ⁶	50	210	100	220	300	300	300	100	172
Polohrubá pšeničná múka ⁷	110	360	300	500	1000	1400	1600	1700	871
Hladká pšeničná múka ⁸	280	610	860	420	1100	1800	2600	2000	1208
Hrubá pšeničná múka ⁹	50	240	200	280	300	400	700	600	346
Iné múky ¹⁰	170	270	140	270	1000	800	300	600	443
\bar{x}	157	338	282	328	800	971	1214	1000	635

a) Vypočítané zo vzoriek so spočítateľným množstvom kolónií v Petriho miske a z príslušného riedenia vzorky ($n \times 10$, resp. $n \times 100$, pričom n = počet kolónií z 1 ml riedenia).¹²

¹Sample solution; ²Cultivation temperature; ³Cultivation media; ⁴Dehydrated semolina for children; ⁵Bread meal; ⁶Coarsely ground wheat semolina; ⁷Semi-coarsely ground wheat meal; ⁸Fine wheat flour; ⁹Wheat meal; ¹⁰Other meals; ¹¹Average number of colony-forming units of microscope fibrous molds/g; ¹²Calculated from samples with countable number of colonies in Petri dishes and from the relevant sample solution ($n \times 10$ or $n \times 100$, when n = number of colonies in 1 ml of solution).

Tabuľka 3. Počet kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g (celkove)
Table 3. Numbers of colony-forming units of microscopic fibrous molds/g (total)

Vzorky ¹	Počet zárodkov húb/g × 10 ³ ²															
	—0,99		1,0— —5,0		5,01— —9,99		10,0— 15,0—		15,01 —20,0		20,01 —25,0		viac ³			
	Počet vzoriek ⁴ [%]												absol. ⁵		relat. v % ⁶	
A Detská krupica dehydratovaná ⁷	1	5	11	61	5	27					1	5			18	100
B Chlebová múka ⁸				2	40			2	40	1	20				5	100
C Krupica hrubá ⁹	4	57	2	28	1	14									7	100
D Polohrubá pšeničná múka ¹⁰	2	18	2	18	7	58			1	8					12	100
E Hladká múka pšenič- ná ¹¹	2	8	5	16	8	32	3	12	1	4	2	8	4	16	25	100
F Hrubá múka pšeničná ¹²	5	20	14	66	5	20					1	4			25	100
G Iné múky ¹³	3	33	4	44			2	22							9	100
Σ	17			40		26		7		3		4		4	101	100
Σ Σ				83						18					101	100

¹Samples; ²Number of mold units/g $\times 10^3$; ³More; ⁴Number of samples; ⁵absol.; ⁶relat. in %; ⁷Dehydrated semolina for children; ⁸Bread meal; ⁹Coarsely ground semolina; ¹⁰Semi-coarsely ground wheat meal; ¹¹Fire wheat flour; ¹²Wheat meal; ¹³Other meals.

Zo vzoriek sa najčastejšie izolovali (v poradí 1—5 čo do častosti výskytu) kmene *Aspergillus candidus*, *Penicillium* sp., aspergily skupiny *A.glaucus*, *A.versicolor*, *Cladosporium* sp., *A.flavus*, *A.clavatus* a *Absidia* sp. (tab. 4). Menej časté, až ojedinelé boli kolónie *Alternaria* sp. (10 izolovaných kolónií), *A.fumigatus* (203), *A.ochraceus* (5), *A.terreus* (99), *A.wentii* (4), *A.nidulans* (5), *A.restrictus* (1), *A.ustus* (1), *Aureobasidium pullulans* (67), *Botrytis* sp. (12), *Circinella* sp. (2), *Geotrichum* sp. (2), *Mucor* sp. (49), *Nigrospora* sp. (3), *Papularia* sp. (3), *Rhizopus* sp. (6), *Scopulariopsis* sp. (1) a *Syncephalastrum* sp. (91).

V závislosti od použitej kultivačnej pôdy a inkubačnej teploty sme z troch vzoriek strúhanky izolovali najmenej $2,0 \times 10^1$, navyše $3,0 \times 10^3$, priemerne $1,0 \times 10^3$ kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g. Mykoflóra jednotlivých vzoriek bola však veľmi rozdielna, vo vzorke A prevládali aspergily skupiny *A.niger* (47 % kolónií), vo vzorke B peniciliá (41 %) spolu s kolóniami *Mucor* sp. (28 %) a vo vzorke C takmer výhradne peniciliá (87 %) (tab. 5).

Ani jeden zo 124 testovaných kmeňov *A.flavus* neprodukoval do tzv. APA média modro fluoreskujúcu substanciu.

Tabuľka 4. Mykoflóra múk a krupice — poradie 5 najčastejšie sa vyskytujúcich mikroskopických vláknitých húb

Table 4. Microflora in flours and semolina — sequence of the five most frequently occurring microscopic fibrous molds

	Poradie početnosti (% z izolovaných kolónií a) ¹				
	1	2	3	4	5
Detská krupica dehydratovaná ²	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (33,0)	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (24,1)	<i>A.candidus</i> (14,6)	<i>A.sk.</i> <i>A.versicolor</i> (5,6)	<i>A.flavus</i> (4,9)
Chlebová múka ³	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (40,1)	<i>A.candidus</i> (24,3)	<i>Cladosporium</i> (10,1)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (10,0)	<i>A.clavatus</i> (6,3)
Krupica hrubá ⁴	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (46,5)	<i>A.candidus</i> (24,1)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (18,3)	<i>Cladosporium</i> (5,6)	<i>A.sk.</i> <i>A.versicolor</i> (2,4)
Polohrubá pšeničná múka ⁵	<i>A.candidus</i> (58,4)	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (13,8)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (10,2)	<i>A.flavus</i> (6,5)	<i>Cladosporium</i> <i>sp.</i> (5,2)
Hladká múka pšeničná ⁶	<i>A.candidus</i> (44,4)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (18,7)	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (16,0)	<i>A.sk.</i> <i>A.versicolor</i> (12,3)	<i>Cladosporium</i> <i>sp.</i> (3,2)
Hrubá múka pšeničná ⁷	<i>A.candidus</i> (39,5)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (27,0)	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (12,2)	<i>A.sk.</i> <i>A.versicolor</i> (8,7)	<i>Cladosporium</i> <i>sp.</i> (5,8)
Iné múky	<i>Cladosporium</i> <i>sp.</i> (34,0)	<i>A.candidus</i> (25,1)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (20,1)	<i>Penicillium</i> (8,3)	<i>Absidia</i> <i>sp.</i> (4,5)
Σ	<i>A.candidus</i> (38,6)	<i>A.sk.</i> <i>A.glaucus</i> (20,4)	<i>Penicillium</i> <i>sp.</i> (18,1)	<i>Cladosporium</i> <i>sp.</i> (6,2)	<i>A.flavus</i> (2,5)

a) Počet izolovaných kolónií z jedného druhu múky alebo krupice = 100 %.⁹

¹Sequence according to the quantity (percentage from the colonies isolated); ²Dehydrated semolina for children; ³Bread meal; ⁴Coarsely ground semolina; ⁵Semi-coarsely ground wheat meal; ⁶Fine wheat meal; ⁷Wheat meal; ⁸Other meals; ⁹Number of colonies isolated in one kind of flour or semolina = 100 %.

Diskusia

Na obilných zrnách vegetuje saprofytickým alebo parazitickým spôsobom života veľa rozličných mikroorganizmov. Dôležitú skupinu tvoria mikroskopické vláknité huby, ktoré v tomto prostredí nachádzajú za poľných alebo skladových podmienok vhodné podmienky pre produkciu toxických metabolitov. V ČSSR sa v obilných zrnách dokázal ochratoxín A [36], T-2 toxín [3, 18], sterigmatocystín [4] a zearalenon [37]. Podľa údajov Svetovej zdra-

Tabuľka 5. Mykoflóra strúhanky
Table 5. Microflora of bread-crumbs

	Vzorka ¹		
	A	B	C
Kolónie tvoriace zárodky mikroskopických vláknitých húb/g ²			
najnižší počet ³	$1,7 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$
najvyšší počet ⁴	$3,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
\bar{x}	$1,4 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
\bar{x}		$1,0 \times 10^2$	
Počet izolovaných kolónií ⁵			
<i>A. flavus</i>		19 (12 %)	
<i>A. sk.-A. glaucus</i>	5	26 (16 %)	2
<i>A. sk.-A. niger</i>	90 (47 %)	1	
<i>Aspergillus</i> sp.			13
<i>Aureobasidium</i> sp.	2		
<i>Claudosporium</i> sp.	1		
<i>Mucor</i> sp.	8	45 (28 %)	15
<i>Paecilomyces</i> sp.	1		
<i>Penicillium</i> sp.	43 (22 %)	65 (41 %)	302 (87 %)
<i>Syncephalastrum</i> sp.			
sterilné mycélium	31 (16 %)		9
<i>Monilia</i> sp.	1	1	1
<i>Rhizopus</i> sp.	8	1	5
Σ	190 (100 %)	158 (100 %)	347 (100 %)

¹Sample; ²Colony-forming units of microscopic fibrous molds/g; ³The lowest number; ⁴The highest number; ⁵The number of colonies isolated.

votníckej organizácie [38] 0,6 % až 17 % vzoriek obilných zŕn obsahuje aflatoxín B₁ a jeho množstvo sa pohybuje od 4 do 444 µg.kg⁻¹. V ZSSR v Džambuskej oblasti obsahovalo aflatoxín B₁ 7,7 % vzoriek pšenice (v množstve 2,5—11,4 µg.kg⁻¹), 9,8 % vzoriek jačmeňa (2,5—40 µg.kg⁻¹) [34], v Gruzínsku 1,6 % vzoriek pšenice (13 µg.kg⁻¹), 3 % vzoriek jačmeňa (1,4 µg.kg⁻¹) a 1,5 % vzoriek ovsu (4,6 µg.kg⁻¹) [8]. Pri súčasnej technológii skladovania a mletia obilných zŕn vo veľkokapacitných prevádzkach je však riziko koncentrácie toxických metabolitov v múke a krupici z tohto zdroja pravdepodobne veľmi nízke — to ale za predpokladu, že neboli hubami postihnuté zrná z väčších územných celkov. Množstvo mykotoxínu zo zŕn sa zvyčajne rozdeľuje do rozličných frakcií, tak napr. ak obilné zrná obsahovali 20 µg vomitoxínu/g, mleté frakcie iba 0,9 µg/g [10]. Počas vlhkého mletia, napr. kukuričných zŕn, kontaminovaných aflatoxínom, resp. zearalenónom, v klíčkoch sa vyskytuje 6—10 %,

resp. 9—10 %, a v škrobe iba 0—1 % pôvodného množstva týchto mykotoxínov [5].

U nás sme z nedostatočne skladovaného, zapáchajúceho a plesnivého žita masívne kontaminovaného kmeňmi *Penicillium* sp. a obsahujúceho 15 mg ochratoxínu A/kg upiekli chlieb [36].

Mykotoxíny sa dokázali vo vzorkách múky, ktoré javili známky senzoričného znehodnotenia, napr. v Anglicku vyšetrovali vzorky múky, ktorých papierové vrecko nieslo známky vlhkosti. Priamy natívny preparát dokázal v chuchvalcoch múky zhľuky mycélia a chemická analýza 6,25 mg ochratoxínu A/kg [30]. Osborne [27] zistil v poplesnených múkach ochratoxín A v množstvách 0,49 s 2,9 mg.kg⁻¹ a aj malé množstvo citrinínu. U nás bolo detegované 20 µg aflatoxínu B/kg v detskej dehydratovanej krupici z domácich surovín v súvislosti s ochorením dieťaťa za príznakov Reyeovho syndrómu [33].

Ukazuje sa, že údaje o kvalitatívnej a kvantitatívnej mykoflóre potravín nových surovín z cereálií majú značný význam. Preto by bolo potrebné uvážať a zaradiť hraničné mykologické ukazovatele kvalitnej suroviny v našich príslušných normách. Počet plesní v múke je totiž vhodným indikátorom na stanovenie akosti múky, ich vzostup indikuje nevhodné zachádzanie s múkou. Môže sa použiť aj ako indikátor sanitačnej úrovne mlyna, sila alebo aj pekárenstva [2].

Výsledky, ktoré získali Bothast a kol. [6], ukázali, že pri 11,2 % vlhkosti múky je log celkového počtu plesní/g 2,15 a pri 16,8 % vlhkosti 3,94. Podľa iných autorov má múka dobrej kvality obsahovať menej ako log 4 organizmov [12] alebo, ináč povedané, nie viac ako 10⁴ zárodkov/g [25].

Múka sa nemôže pri 15 % vlhkosti a pri teplote 25 °C udržať kvalitná dlhšie ako 6 mesiacov a pri 18 % vlhkosti nie dlhšie ako 15 dní [6].

Odborníci [1, 2, 9, 22, 24, 28] zistili v našich múkach rozličné množstvá mikroskopických húb: v pšeničnej múke napr. 50 až 12 000, v žitných múkach 1000, v bielej múke hrubej a hladkej 900, v detskej dehydratovanej krupici 10 až 200 zárodkov plesní/g a pod. Kukuričná múka v USA obsahovala 25 až 59 000 [7], v Austrálii 4300 [21] kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických húb/g.

V našej práci sme sledovali zastúpenie mikroskopických vláknitých húb v múkach a krupici, z obilných zŕn žatvy roku 1981. Za podmienok, že sa vzorky riedili 1 : 10 a 1 : 100, naočkovali na dva druhy živných pôd a inkubovali podo dvoch rozličných teplotách, sme zo vzoriek izolovali priemerne $6,35 \times 10^3$ kolónie tvoriacich mikroskopických húb/g. Vzorky boli kontaminované najčastejšie kmeňmi niektorých aspergilov, penicíliami, kladospóriami a podobnými, ktoré patria k najznámejším producentom mykotoxínov [13, 15—17, 30] a vyskytujú sa aj v cereálnych produktoch iných krajín. Napr. v Austrálii King a kol. [21] izolovali z kukuričných múk *A. flavus*, *A. niger*, *Penicillium*

simplicissimum, *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *P.chrysogenum*, *P.citrinum* a *P.expansum*, v USA Bullerman a kol. [7] rozličné peniciliá, aspergily, *Fusarium* sp. a *Mucor* sp., iní autori [6] aspergily skupiny *A.glaucus*, *A.candidus*, ale menej často peniciliá a fuzária, v ZSSR Nikov a kol. [26] huby rodu *Aspergillus*, z penicilií *P.notatum*, *P.caviforme*, *P.purpureogenum*, *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., ojedinele *Fusarium oxysporum*. Kmene *Stachybotrys alternans* sa pokladajú za znak veľmi zlej sanitácie. V detskej krupičke sa vyskytovali prevažne peniciliá, napr. *P. griseofulvum*, *P. luteum*, *P. variable*, *P.cyclopium*, *P.viridicatum*, *P.meleagrinum*, *P.herquei*, aspergily skupiny *A.glaucus*, *Cladosporium herbarum*, ojedinele *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *A.flavus* iba zo stien zásobníka [24].

Z mykologického hľadiska môžu byť múky kontaminované aj kvasinkami. Kurtzman a kol. [23] dokázali prítomnosť kvasiniek v 22 % zo 60 vyšetrovaných vzoriek múk, ale Spicher a Mellenthin [32] vo všetkých vzorkách v počte od 10 do 19 000 zárodkov/g. Identifikované boli kmene *Hansenula anomala*, *Saccharomyces microlopsoides*, *Aureobasidium pullulans*, *Pichia farinosa*, *Pichia burtoni*, *Candida* sp., *Cryptococcus albidus*, *Cryptococcus laurentii*, *Torulopsis ingensiosa*, *Rhodotorula glutinis*, *Candida zeylanoides*, *Pichia membranaefaciens*, *Sacharomyces heterogenicus*, *Trichosporon cutaneum*, *Trichosporon behrendii*, *Trichosporon pullulans*. Ani jeden z vyšetrovaných kmeňov *A.flavus* neprodukoval do APA média modro fluoreskujúcu substanciu, predpokladáme preto, že nešlo o producentov aflatoxínu B₁.

Závery pre prax

1. Na základe našich výsledkov usudzujeme, že by múky chlebová, hladká, polohrubá pšeničná a hrubá pšeničná, určené pre ľudský konzum, nemali obsahovať viac ako $9,99 \cdot 10^2$ kolónie tvoriacich zárodkov mikroskopických vláknitých húb/g. Pokiaľ by tieto hodnoty boli zaradené do noriem, musela by byť súčasťou týchto noriem aj jednotná mikrobiologická metodika práce. Z nášho hľadiska by sme pokladali za vhodné riediť vzorku sterilným fyziologickým roztokom v pomere 1 : 10 a 1 : 50, riedenú vzorku očkovať v množstve po 0,5 ml na povrch najmenej na 2 paralelné misky so Sabouraudovým agarom so 7,5 % NaCl a počet kolónií odčítat po 5—7 dňoch inkubácie pri laboratórnej teplote, resp. pri 25 °C. Tento jednoduchý spôsob by sa však dal používať iba pri screeningovom spôsobe práce kvantitatívneho vyšetrenia mykoflóry.

2. Mimoriadne postavenie má dehydratovaná detská krupica. Podľa názoru je určená deťom, a preto by sa obilným zrnám, určeným na jej výrobu, a aj jej

výrobe mala venovať vzhľadom na najnovšie poznatky o účinku mykotoxínov na organizmus človeka mimoriadna pozornosť. Bolo by potrebné perspektívne vytvoriť také podmienky, aby výrobok obsahoval, čo najnižší počet zárodkov mikroskopických vláknitých húb a mal taký spôsob balenia, ktorý by zabránil riziku vlnutia výrobku počas skladovania. Sú to problémy, ktorými sa veľmi intenzívne zaoberajú pracovníci potravinárskeho priemyslu [31].

3. V praxi treba preveriť kvalitu substrátov, z ktorých sa pripravuje strúhanka, a z hygienického hľadiska technologický postup výroby. Bolo pre nás totiž viac-menej prekvapujúce, že strúhanka, ktorá sa pripravuje z tepelne opracovaného substrátu, obsahuje priemerne $1,0 \cdot 10^3$ zárodkov húb, t. j. podobne, ako obsahuje múka a krupica.

Literatúra

1. ARPAI, J. — BARTL, V.: Potravinárska mikrobiológia, Bratislava, Alfa 1977, s. 280.
2. BARTL, V. a kol.: Mikrobiologie potravin, I. ÚVÚPP Středisko technických informací potravinářského průmyslu, Tech. publikace, č. 186, 1965, s. 145.
3. BARTOŠ, J. — MATYÁŠ, Z.: Vet. Med., 27, 1982, s. 567.
4. BARTOŠ, J. — MATYÁŠ, Z.: Vet. Med., 28, 1983, s. 189.
5. BENNETT, G. A. — ANDERSON, R. A.: J. Agric. Food Chem., 26, 1978, s. 1055.
6. BOTHAST, R. J.: Cereal Chem., 58, 1981, s. 309.
7. BULLERMAN, L. B. — BACA, J. M. — STOTT, W. T.: Cereal Foods World, 20, 1975, s. 248.
8. DVALI, G. N.: Vopr. pit., 1983, s. 68.
9. HANUS, J. — MATĚJOVSKÝ, K. — NEČADOVÁ, M.: Prům. Potr., 9, 1958, s. 317.
10. HART, L. P. — BRASELTON, W. E., Jr.: J. Agric. Food. Chem., 31, 1983, s. 657.
11. HRDINOVÁ, I. — JESENSKÁ, Z.: Čs. Hyg., 27, 1982, s. 568.
12. JAY, J. M.: Modern Food Microbiology, D. van Nostrand Company 1970, s. 32.
13. JESENSKÁ, Z. — POLÁKOVÁ, O.: Prům. Potr., 29, 1978, s. 52.
14. JESENSKÁ, Z.: Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B, 171, 1980, s. 408.
15. JESENSKÁ, Z. — POLÁKOVÁ, O.: Prům. Potr., 31, 1980, s. 655.
16. JESENSKÁ, Z. — POLÁKOVÁ, O.: Prům. Potr., 32, 1981, s. 116.
17. JESENSKÁ, Z. — POLÁKOVÁ, O.: Prům. Potr., 32, 1981, s. 236.
18. JESENSKÁ, Z. a kol.: Zborník referátov z XI. celoštátnej konferencie Cudzorodé látky v požívatinách, 10.—12. mája 1983, V. Tatry, s. 125.
19. JESENSKÁ, Z. — HAVRÁNEKOVÁ, D. — ŠAJBIDOROVÁ, I.: Čs. Hyg., 28, 1983, s. 11.
20. JESENSKÁ, Z. — POLÁKOVÁ, O.: Lék. Obzor, 27, 1978, s. 21.
21. KING, A. D. — HOCKING, A. D. — PITT, J. I.: Food Technol. Austr., 33, 1981, s. 55.
22. KOPEČNÁ, M.: Technika výkupu a mlynářství, 3, 1957, s. 381.
23. KURTZMAN, C. P. — WICKERHAM, L. J. — HESSELTINE, C. W.: Mycologia, 62, 1970, s. 542.

24. MUŽIKÁŘ, V. — SVOBODOVÁ, J. — FASSATIOVÁ, O.: Acta hyg., epid. microbiol., 10, 1980, s. 17.
25. MÜLLER, G.: Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel. Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1977, s. 324.
26. NIKOV, P. S.: Vopr. pit., 1977, s. 59.
27. OSBORNE, B. G.: Food. Cosmet. Toxicol., 18, 1980, s. 615.
28. PŘÍVOROVÁ, M.: Technika výkupu a mlynářství, 2, 1956, s. 234.
29. REISS, J.: Mykotoxine in Lebensmitteln. Gustav Fischer Verlag 1981, s. 549.
30. RICHARDSON, E. A.: Lancet, 2, 1978, s. 1366.
31. ŘEZNÍČKOVÁ, M.: Prům. Potr., 27, 1976, s. 352.
32. SPICHER, G. — MELLENTHIN, B.: Dtsch. Lebensm.-Rundsch., 79, 1983, s. 35.
33. TUREK, B. — ČERNÁ, J. — ADENSAM, L.: In: Mužikář, V., Bartl, V.: Nové poznatky z potravinářské mikrobiologie a minisymposium Pseudomonas. Zborník přednášek Komise potravinářské mikrobiologie Čs. společnosti mikrobiologické při ČSAV, Liblice 1980, s. 208.
34. URKUMAJEVA, T. N.: Vopr. pit., 1983, s. 67.
35. VASZILKOVÁ, J. — JESENSKÁ, Z.: Čs. Hyg., 28, 1983, s. 155.
36. VESELÝ, D.: Acta hyg., epid. microbiol., 8, 1978, s. 33.
37. VESELÝ, D. — VESELÁ, D.: Acta hyg., epid. microbiol., 11, 1981, s. 20.
38. World Health Organization: Mycotoxins, Environmental health criteria 11. Genève 1979, s. 127.

Микофлора муки, манной крупы и панировочных сухарей

Резюме

Была исследована микофлора 101 образца муки и манной крупы и 3 образцов панировочных сухарей. Из муки и манной крупы было изолировано $6,35 \times 10^2$, а из образцов панировочных сухарей — $1,0 \times 10^3$ образующих колонии зародышей микроскопических волокнистых грибов/г, чаще всего штаммы *A. candidus*, *Penicillium* sp., *A. glaucus*, *A. versicolor*, *Cladosporium* sp., *A. flavus*, *A. clavatus*, и *Absidia* sp. На основе полученных результатов рекомендуется включить данные о допустимых значениях величин зародышей микроскопических волокнистых грибов в соответствующие стандарты для муки и манной крупы.

Microflora of flour, semolina and bread-crumbs

Summary

Microflora of 101 samples of flours and semolina as well as of 3 samples of bread-crumbs has been studied. In samples of flour and semolina an average of 6.35×10^2 and in bread-crumbs 1.0×10^3 of colony-forming units of microscopic fibrous molds/g have been isolated. Strains occurring most frequently were: *A. candidus*, *Penicillium* sp., *A. glaucus*, *A. versicolor*, *Cladosporium* sp., *A. flavus*, *A. clavatus* and *Absidia* sp.

Observations made have shown that it is necessary that data concerning the permissible number of colony-forming units molds in flour and semolina be involved in the relevant valid standards.