

Chemické zloženie sladovníckeho mláta

CECÍLIA DANIŠOVÁ - HEDVIGA FEGYVERESOVÁ
- HELENA HOFBAUEROVÁ - VIOLA BUCHTOVÁ

Súhrn. Sladové mláto je odpadom pri výrobe piva. Produkcia sladovníckeho mláta je asi 200000 t ročne. Práca sa zaoberá chemickým zložením tejto druhotnej suroviny. Čerstvé mláto má hodnotu pH 6,2. Obsahuje 68 % vody, 4,1 % popola, 2,75 % extraktívnych látok, škrob, tuky. Obsahuje značné množstvo bielkovín, vlákniny, dôležité mikro a makroelementy. Obsah kyseliny fytovej je značne znížený oproti obilovinám. Neobsahuje nadnormatívne množstvo ťažkých kovov.

Výroba piva má u nás i vo svete dlhodobú tradíciu. Na Slovensku pracuje v súčasnosti 15 pivovarov, ktoré produkujú približne 5 mil. hl piva. Vo výrobe piva sme sebestační. Naše pivovary môžu produkovať až 6 mil. hl piva. Okrem piva ako hlavného produktu vzniká v pivovarníctve aj veľa odpadu, resp. druhotných surovín. Sem patrí sladovnícke mláto (ďalej SM), pivovarské kvasnice, horké kaly a chmelové mláto. Hmotnostne najviac je sladového mláta. Všeobecne sa druhotným surovinám v potravinárskom priemysle venuje zatiaľ nepatrná pozornosť. Pritom treba mať na zreteli, že zo zákona o odpadoch [1] vyplýva povinnosť producenta druhotnej suroviny využívať túto buď vlastnej réžii, alebo ju ponúknuť iným na využitie. Dalo by sa povedať, že v prípade SM si pôvodca odpadu túto povinnosť plní, ponúka ho na skrmovanie. Je to však len núdzové riešenie, ktoré by nemuselo byť konečné, ak by sa našlo zmysluplnejšie využitie SM. Možno povedať, že všetky uvedené druhotné suroviny z výroby piva sa u nás zatiaľ nezhodnocujú primerane a výrobcom piva spôsobujú často problémy. Z prieskumu, ktorý sme robili vo všetkých pivovarocho SR vyplýva, že chmelové mláto, horké kaly a kvasnice (zväčša) sú odpadom a SM sa skrmuje priamo, bez úpravy. V našej práci sme sa preto zamerali na chemické zloženie tejto druhotnej suroviny, ktorej produkcia je obrovská. Zo 100 kg sladu sa získa asi 120 kg mokrého SM. Celková produkcia SM predstavuje približne 200000 t ročne.

Ing. Cecília Danišová, CSc., Ing. Hedviga Fegyveresová, RNDr. Helena Hofbauerová†, CSc., Prom. chem. Viola Buchtová, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Vedľajším produktom v pivovarníctve sa venuje vo svete viac pozornosti asi v posledných 10 rokoch, čomu nasvedčuje stúpajúci počet publikácií z tejto problematiky v uvedenom období. Sú to najmä práce zo SRN, Holandska, Anglicka a USA [4-11].

Charakteristika a zloženie SM

Celý proces výroby sladu a piva smeruje k tomu, aby sa čo najviac polysacharidov (hlavne škrobu) v jačmennom zrne rozštiepilo na jednoduché cukry schopné skvasovania. Podobne sa štiepia i dusíkaté látky, tuky a vyššie sacharidy. Pri výrobe piva je snaha získať maximum týchto rozpustných látok varením šrotovaného sladu s vodou do roztoku. Po technologických stupňoch vystierania, rmutovania a sciedzania dostávame sladinu a sladovnícke mláto. SM tvoria nerozpustné zvyšky sladu, nescukrený škrob, pluchy, kvetné plevy, iné nerozpustné látky z endospermu a koagulované látky vznikajúce pri rmutovaní.

O chemickom zložení SM je vcelku len veľmi málo údajov. Obsah vody v mokrom SM sa udáva 75-85 %, v suchom 10 % [2-3]. Suché mláto obsahuje 4-5 % extraktu, asi 23 % dusíkatých látok [2-3], 16 % vlákniны, 6 % lipidov [3]. Údaje o detailnejšom chemickom zložení SM v literatúre absentujú. Preto sme sa v prvom štádiu štúdia problematiky venovali chemickému zloženiu SM.

Materiál a metódy

SM sme získali z pivovaru „Pivovar STEIN š. p.“ v Bratislave. Vzorku sme odobrali priamo z výroby. Teplé mláto sme rýchlo schladili a vysušili v laboratórnej sušiarňi pri teplote 60-80 °C. Vysušenú vzorku sme skladovali v zábrusovej nádobe pri 5-8 °C do analýzy. Pred analýzou sme suché mláto podrvtli na vibračnom mlyne na jemnú práškovú konzistenciu.

Sušinu sme stanovili gravimetricky sušením pri 105 °C do konštantnej hmotnosti. *pH* sme merali vo vodnom extrakte vzorky (5 g + 100 ml dest. vody) pomocou pH-metra OP-205 (SRN). *Extraktívne látky* sme stanovili gravimetricky vo vodnom výluhu vzorky [12]. *Škrob* sme stanovili polarimetricky podľa Eversa na prístroji Polamat A [12]. Prepočítací faktor pre jačmenný škrob $f = 1,912$. *Hrubú vlákninu* sme stanovili gravimetricky po kyslej a alkalickej hydrolýze odtučnenej vzorky. *Redukujúce cukry* sme stanovili metódou Luff-Schoorla. Obsah *celkového dusíka* sa stanovil Kjeldahlovou metódou po mineralizácii vzorky kyselinou sírovou. *Aminokyseliny* v suchom mláte sme stanovili automatickým analyzátorom aminokyselín. Vzorka sa hydrolyzovala 6M HCl pri 105 °C 24 h. Po odparení hydrolyzátu sa odparok rozpustil v 10 % kyseline octovej. Na stanovenie *popola* sa vzorka po spálení vyžíhala do bieleho

sfarbenia popola (48 h pri 900 °C). Popol sa rozpustil v zriedenej HCl a v roztoku boli stanovené *minerálne látky* - Ca komplexometricky, P fotometricky ako molybdénan (pri 590 nm). Na, K boli stanovené plameňovou fotometriou na AAS 1. Kvantitatívne vyhodnotenie sa robilo pomocou analytických čiar jednotlivých štandardných prvkov. Na stanovenie *ťažkých kovov* (Cu, Pb, Cd, Zn) sme vzorku mineralizovali kyselinou dusičnou v špeciálnom laboratórnom autokláve ZA-1 (Zahnašovice, ČR). Vlastné kovy sme stanovili voltampérometricky na Analyzeri EP 10 (riadený počítačom) [13]. *Kyselinu fytovú* sme stanovili metódou podľa Wheltera [14], pri ktorej sa táto vyzráža vo forme fytátu železitého. Z fytátu sa uvoľní Fe^{3+} a stanoví fotometricky s rodanidom draselným (pri 480 nm). Obsah kyseliny fytovej sa vypočíta z molárneho pomeru Fe:fytátový fosfor = 4:6. *Tuk* zo suchého mláta sme extrahovali petroléterom v Twisselmannovom extraktore a stanovili gravimetricky. *Celková kyslosť* sa stanovila titračne vo vodnom výluhu vzorky. *Čistota chemikálií* bola p.a. Všetky výsledky sú priemerom dvoch, príp. troch stanovení.

Výsledky

Voda, extraktívne látky, pH, celková kyslosť

Hodnota pH SM je 6,2. Mokrý mláto obsahovalo 68,2 % a suché 5,06 % vody. Sušina mláta má hodnotu 94,95 %. Suché mláto obsahuje 2,75 % extraktívnych látok, čo je v prepočte na sušinu 2,89 %. Celková kyslosť predstavuje 2,78 % sušiny.

Redukujúce cukry, škrob, hrubá vláknina

Tabuľka 1. Obsah škrobu, redukujúcich cukrov a hrubej vlákniny v SM a obilovinách [15].

Table 1. Content of starch, reducing sugars and crude fiber in malt brewer's grains and cereals [15].

Vzorka ¹	Škrob ²	Redukujúce cukry ³ (% sušiny)	Hrubá vláknina ⁴
mokrý SM ⁵	1,92	0,06	4,72
suchý SM ⁶	5,73	0,17	14,07
pšenica ⁷	58 - 76	0,13 - 0,43	1,80 - 3,20
jačmeň ⁸	56 - 66	0,23 - 0,40	4,70
raž ⁹	57 - 62		1,8 - 2,9

1 - sample, 2 - starch, 3 - reducing sugars (% of dry matters), 4 - crude fiber, 5 - wet malt brewer's grains, 6 - dry malt brewer's grains, 7 - wheat, 8 - barley, 9 - rye.

Bielkoviny a aminokyseliny

Z celkového dusíka sme prepočtom pomocou koeficienta 6,25 vypočítali obsah bielkovín. V tab.2. uvádzame obsah bielkovín v SM a na porovnanie tiež v obilovinách.

Tabuľka 2. Obsah celkového dusíka a bielkovín v SM a obilovinách [15].
Table 2. Content of total nitrogen and proteins in malt brewer's grains and cereals [15].

Vzorka ¹	Celkový dusík ²	Bielkoviny ³
	(% sušiny)	
SM ⁴	3,12	19,52
raž ⁵		8,4 - 13,5
pšenica ⁶		11,8 - 15,5
jačmeň ⁷		7,9 - 18,0

1 - sample, 2 - total nitrogen, 3 - proteins, 4 - malt brewer's grains, 5 - rye, 6 - wheat, 7 - barley.

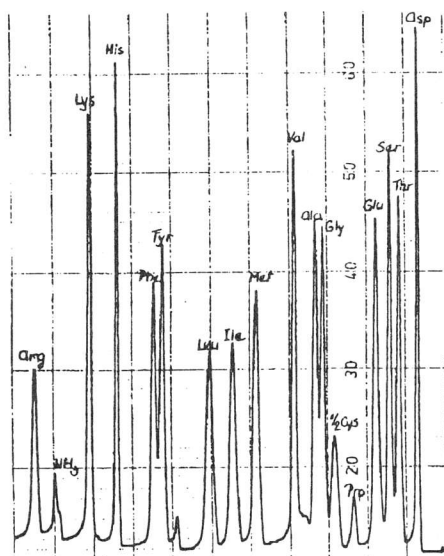
V nasledujúcej tab.3. uvádzame obsah esenciálnych a neesenciálnych aminokyselín v sladovom mláte a na porovnanie v pšenici.

Tabuľka 3. Obsah esenciálnych (EAMK) a neesenciálnych (NEAMK) v pšenici [15]
a sladovníckom mláte.

Table 3. Content of essential and non-essential amino acids in wheat [15]
and malt brewer's grains.

AMK ¹	EAMK ² (% sušiny)			AMK ¹	NEAMK ³		
	SM ⁴	rozdiel voči pšenici ⁵	pšenica ⁶		SM ⁴	rozdiel voči pšenici ⁵	pšenica ⁶
Lyz	1,10	+ 0,96	0,14	Asp	1,84	+ 0,94	1,10
Thr	0,87	+ 0,26	0,61	Ser	0,92	- 0,09	1,01
Leu	1,87	+ 0,39	1,48	Glu	4,02	- 4,51	8,53
Ileu	0,99	+ 0,07	0,92	Pro	2,45	+ 0,24	2,69
Val	1,44	+ 0,46	0,98	Gly	0,91	+ 0,42	0,49
Met	0,15	- 0,12	0,27	Ala	1,15	+ 0,44	0,71
Phe	1,39	+ 0,27	1,12	Tyr	0,82	- 0,16	0,98
His	0,87	+ 0,05	0,82	Arg	1,82	+ 1,29	0,53
				Cys	0,17	- 0,56	0,73

1 - amino acid, 2 - essential, 3 - non-essential, 4 - malt brewer's grains, 5 - differ from wheat, 6 - wheat.



Obr.1. Záznam rozdelenia AMK sladovníckeho mláta na automatickom analyzátore AMK.

Fig.1. Record of amino acid cut of malt brewer's grains on amino acid automatic analyzer.

Tabuľka 4. Obsah popola, minerálnych látok a ťažkých kovov v obilninách [15] a SM.
Table 4. Content of ash, minerals and heavy metals in cereals [15] and malt brewer's grains.

Vzorka ¹	Popol ² (% sušiny)	Minerálne látky v % popola ³				
		K	Na	P	Fe	Ca
SM ⁴	4,01	16,52	11,34	15,33	3,51	2,50
raž ⁵	2,06	26,90	1,20	20,72	-	1,90
pšenica ⁶	2,53	25,60	1,30	20,52		2,10
jačmeň ⁷	3,00	13,70	3,10	14,40	1,04	2,10
ovos ⁸	3,70	14,90	1,10	11,10		2,70
[mg/100 g]						
mokrú mláto ⁹		200,3	137,5	185,8	42,5	30,3
suché mláto ¹⁰		628,9	431,7	583,6	133,6	95,1
		Zn	Cu	Pb	Cd	
[μg/g]						
mokrú mláto ⁹		53,7	2,98	1,00	0,023	
pšenica ⁶		100,0	6,00	1,00	-	

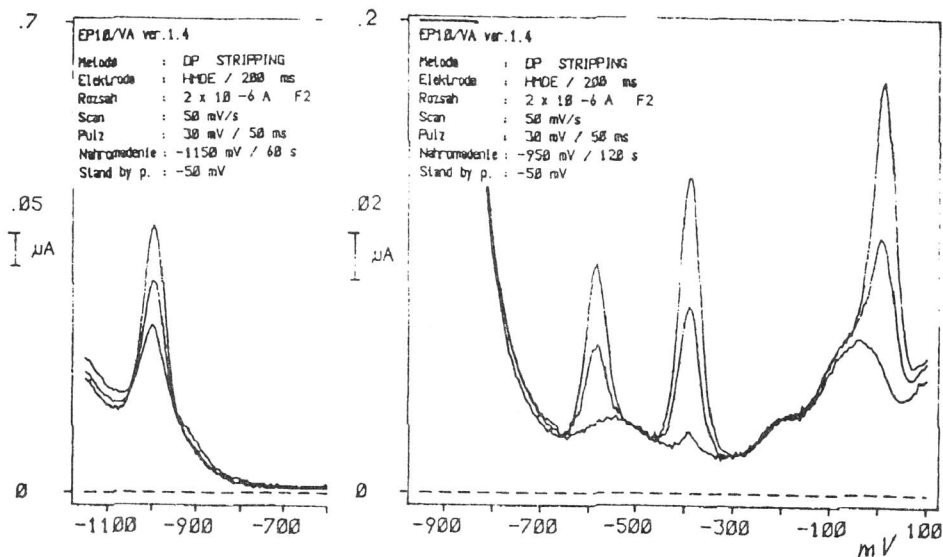
1 - sample, 2 - ash, 3 - minerals (% of ash), 4 - malt brewer's grains, 5 - rye, 6 - wheat, 7 - barley, 8 - oat, 9 - wet malt brewer's grains, 10 - dry malt brewer's grains.

Na obr.1. vidíme záznam rozdelenia AMK hydrolyzátu SM na automatickom analyzátori aminokyselín.

Obsah popola, minerálnych látok a ťažkých kovov

V tab.4. sú uvedené výsledky obsahu niektorých minerálnych látok v SM. Na porovnanie uvádzame obsah týchto látok v obilninách.

Na obr.2. vidíme záznam voltampérometrického merania obsahu ťažkých kovov metódou štandardného prídavku.



Obr.2. Záznam voltampérometrického merania ťažkých kovov metódou štandardného prídavku.

1 - Cd, 2 - Pb, 3 - Cu, 4 - Zn, Š - štandard, V - vzorka.

Fig.2. Record of volt-ampere measurement of heavy metals by the method of standard addition.

1 - Cd, 2 - Pb, 3 - Cu, 4 - Zn, Š - standard, V - sample.

Kyselina fytová

Popri hodnotách kyseliny fytovej, ktoré sme stanovili v sladovníckom mláte uvádzame na porovnanie aj jej obsah v obilninách a pšeničnej múke. Výsledky sú v tab.5.

Tabuľka 5. Obsah fytátového fosforu a kyseliny fytovej v obilninách a múke [16]
a sladovom mláte.

Table 5. Content of phytate phosphorus and phytic acid in cereals and flour [16]
and in malt brewer's grains.

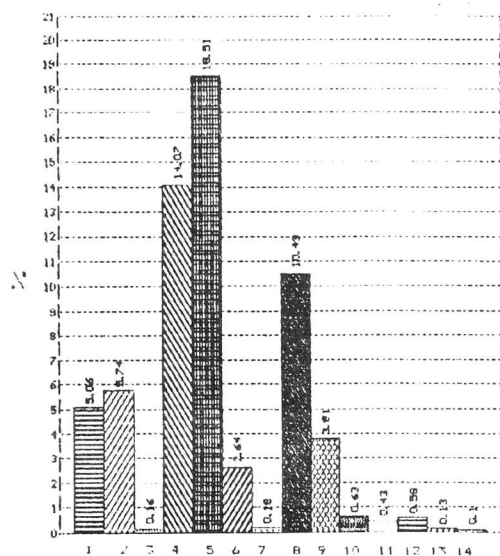
Vzorka ¹	Fytátový P ²	Kyselina fytová ³
	[mg/g]	
mokrý mláto ⁴	0,16	0,58
sušina mláta ⁵	0,52	1,83
jačmeň ⁶	1,88	6,67
pšenica ⁷	2,47	9,73
pšeničná múka ⁸	0,80	2,84
ryža ⁹	1,35	4,79

1 - sample, 2 - phytate phosphorus, 3 - phytic acid, 4 - wet malt brewer's grains, 5 - dry matters of malt brewer's grains, 6 - barley, 7 - wheat, 8 - wheat flour, 9 - rice.

Celkový tuk

Obsah celkového tuku stanovený extrakciou petroléterom je 8,05 % v sušine. Vzorka tuku mala olejovitý charakter. Hlbší rozbor vyextrahovaného tuku sme nerobili.

Na obr.3. je uvedený percentuálny obsah všetkých zložiek SM, ktoré sme v našej práci stanovili.



Obr.3. Percentuálny obsah jednotlivých zložiek SM.

1 - voda, 2 - škrob, 3 - redukujúce cukry, 4 - vlákna, 5 - bielkoviny, 6 - celková kyslosť, 7 - kyselina fytová, 8 - tuk, 9 - popol, 10 - K, 11 - Na, 12 - P, 13 - Fe, 14 - Ca.

Fig.3. Content of individual compounds of malt brewers grains in percent.

1 - water, 2 - starch, 3 - reducing sugars, 4 - fiber, 5 - proteins, 6 - total acidity, 7 - phytic acid, 8 - fat, 9 - ash, 10 - K, 11 - Na, 12 - P, 13 - Fe, 14 - Ca.

Mokr  mláto obsahuje tak  mnozstvo vody, že nie je vhodné ani na kr tkodob  skladovanie. Musí byť buď okamžite ďalej spracovan , resp. vysušen  na obsah vlhkosti asi 10 %, čo by umožnilo príp. aj jeho dl šie skladovanie.  erstv  mláto je mierne kysl . Celkov  obsah kyselín tvorí takmer 3 % sušiny. Zrejme pôjde o kyselinu fosfore n , ktor  sa prirodzene vyskytuje v obilninách. Rozpusn ch l toku obsahuje SM pomerne málo, menej ako 3 % sušiny.

Redukuj c ch cukrov je v SM len veľmi málo (približne 0,1 %) podobne ako i v ostatných obilovinách (do 0,4 %) [15]. Je to zrejme zo zloženia jačmenného zrna, kde prevahu tvoria polysacharidy škrob, celulo a, hemicelulo y a pod.). Pri technologickom procese sa takmer cel  obsah škrobu transformuje enzýmovo na monosacharidy, preto SM obsahuje už len veľmi malé množstvo, približne 2 % škrobu v sušine. Pozoruhodn  je obsah hrubej vlákniny v SM. V mokrom ml te je približne rovnak  ako v jačmeni, avšak vo vysušenom, ktor  obsahom vlhkosti možno porovnať s obilím je viac než trojh sobn  obsah vlákniny ako v jačmeni a takmer 5-n sobn  v porovnaní s ostatnými obilovinami. Vl kninu tvorí hlavne aleur nov  vrstva a ostatn  obalov  časti zrna. Podľa doporučenia WHO by mal človek denne prijať 30 g vlákniny. U nás je táto hodnota značne nižšia, 22-25 g. Bolo by preto potrebn  obohatiť predovšetkým m  ne výrobky (chlieb, pečivo, cestoviny), ktorých spotreba je vysok , prídavkom vlákniny.

Bielkoviny vo výžive nemožno ničím nahradiť. Ak koľvek nov  pr rodn  zdroj bielkovín vhodn  na ľudske výživu, je preto zvl  t cenn . Sladov  cke mláto obsahom bielkovín prevyšuje všetky obilniny i p eni n  múku. D le it  je samozrejme, či sa jedná o plnohodnotn  bielkoviny. Z analýzy aminokyselín však vidíme (tab.3.), že bielkoviny SM obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny, a to vo väčšej (až na Met) koncentrácii ako v pšenici. Z neesenciálnych aminokyselín je v SM nižší obsah Ser, Glu a Cys oproti pšenici, u ostatných je v    .

Obsah popola je v SM v     o 25-50 % v porovnaní s obilovinami. Približne 50 % popola tvoria makroelementy, Na, K, P (45 %), Ca 2,5 %, z mikroelementov Fe 3,5 %. Pozoruhodn  je približne o 1/3 nižší obsah K v SM oproti pšenici a ra i. Zv   en  obsah Na v SM je zrejme sp soben  upravou m  acej vody pri výrobe slad  (upravuje sa s NaOH a Na CO ). Z jednotlivých minerálnych l toku je zvl  t v znamn  obsah Ca a Fe. V porovnaní s celozrnnou pšeničnou múkou je v SM približne rovnak  obsah Ca, ale až 10-násobne v     obsah Fe. Naviac biologick  využitelnosť oboch týchto prvkov v SM bude oveľa v    a než u pšeničnej múky, pretože SM m  nízky obsah kyseliny fytovej, ktor  tieto prvky chemicky blokuje. [17,18].

Stopov  prvky Cu a Zn sú v SM v takej koncentrácii, ktor  nepresahuje hygienick  normu platn  v SR [19] (pre Cu 10 µg/g a pre Zn 250 µg/g). Oba

spomínané prvky sú približne v takom koncentračnom rozmedzí ako v pšeničnom zrne.

Ťažké kovy, ako sú Cd, Pb a Hg sú najobávanejšími kontaminantami požívateľov. Preto i normy na tieto kovy boli sprísnené. Zvlášť nebezpečné sú z hľadiska karcinogénnych účinkov a kumulovania v ľudskom organizme. Preto každá nová surovina, alebo aditívna látka pre ľudskú výživu, musí sa analyzovať aj na obsah týchto kovov. Hygienická norma [19] povoľuje v obilninách a výrobkoch (v $\mu\text{g/g}$) max. 1,00 Pb, 0,05 Cd a 0,02 Hg. SM aj v týchto troch najzávažnejších kontaminantoch vyhovuje hygienickej norme.

Kyselina fytová patrí k antinutritívnym faktorom. Negatívne pôsobí pri biologickej využiteľnosti niektorých minerálnych prvkov, hlavne vápnika. V obilninách sa prirodzene vyskytuje v koncentrácii 5-10, v pšeničnej múke približne 3 mg/g. V porovnaní s týmito hodnotami obsahuje suché SM takmer o polovicu menej kyseliny fytovej. Podstatne znížený obsah kyseliny fytovej vyplýva zo procesu sladovania jačmeňa. V procese klíčenia dochádza k tvorbe enzýmu fytázy, ktorá rozkladá kyselinu fytovú až na 1/3 pôvodnej hodnoty [17,18]. Kyselina fytová sa koncentruje hlavne v aleurónovej vrstve obilného zrna, a preto vlákninové prípravky (výrobky) z obilných otrúb môžu mať zvýšený obsah tejto látky. SM má naopak výhodu v tom, že je bohaté na vlákninu, no zároveň má veľmi nízky obsah kyseliny fytovej.

Lipidy v jačmennom zrne sa nachádzajú hlavne v aleurónovej vrstve, pluchách a asi 1/3 je v klíčku. V obilovinách je v priemere asi 2-3 % tuku, ktorý predstavujú hlavne triacylglyceroly [15]. K čiastočnému odbúraniu tuku, ako energetického zdroja, dochádza pri klíčení jačmenného zrna. Keďže SM sa skladá hlavne z vrchných obalových vrstiev zrna, obsahuje SM pomerne vysoké množstvo celkového tuku. Z tohoto dôvodu nie je možné skladovať suché sladové mláto pri vyššej teplote. Už po 4-6 týždňoch skladovania vykazuje SM zápach po stuchnutí, čo je zrejme dôsledok oxidačných zmien tuku. Túto skutočnosť potvrdili autori [20], ktorí dokázali prítomnosť hexenalu vo vzorke suchého SM, hlavne v prvých 6-8 týždňoch skladovania.

Záver

Na základe analýzy sladovníckeho mláta možno konštatovať, že táto druhotná surovina je plne využiteľná nielen na výživu úžitkových zvierat, ale aj na humánnu výživu. Hlavne vysoký obsah hrubej vlákniny a plnohodnotných bielkovín, ako i cenných mikro mikroelementov a stopových prvkov, ju robí minimálne rovnocennou obilovinám. V istom ohľade má vyššiu nutritívnu hodnotu než obilné múky, pretože obsahuje menej kyseliny fytovej. Istou nevýhodou je obsah tuku a pomerne tvrdých pluch. Pri obrovskom objeme tejto druhotnej suroviny by stálo za to hľadať spôsob jej konkrétneho využitia v humánnej výžive.

Literatúra

1. Zákon o odpadoch č. 255/1993 Zb. z.
2. BASAŘOVÁ, G.- ČEPIČKA, J.: Sladařství a pivovarství SNTL, Praha, 1985, 350 s.
3. STUDNICKÝ, J.: Přehľad potravinárskych technológií. Alfa, 1979, 377 s.
4. MAYER - PITTROFF, R.: Abfallentsorgung in Brauereien. Brauwelt, 132, 1992, s. 330-336.
5. KELLER - REINSPACH, H.W.: Die Abfallwirtschaft einer Brauerei -Vermeidung und Verwertung. Brauwelt, 132, 1992, s. 337-344.
6. ANGELINO, S.A.G.F.: De verwerking van brouwerij-bij-producten. Voedingmiddeltech-nol., 25, 1992, s. 37-40.
7. KELLER - REINSPACH, H.W.: Waste management in brewery - avoidance and utilization. Brauwelt, 132, 1992, s. 337-338, 341-344.
8. KISHI, S. - KIMURA, T. - MINAMI, T. - KOBAYASHI, H.: Process for producing protein-rich product, fibrous product and/or vegetable oil from brewer's spent grains. United States Patent US 5 135 765 1992.
9. RUSS, W.: Aufbau eines Abfallwirtschaftskonzept für Brauereien. Brauwelt, 132, 1992, s. 1836, 1838-1840, 1842.
10. GOMEZ, O.A.: Recovering by-products in a brewery. Technic. Quart. Mast. Brew. Assoc. Am., 24, 1987, s. 66-71.
11. KELLER-REINSPACH, H.W.: By-products and wastes from breweries and possibilities for their use and disposal. Brauwelt, 130, 1990, s. 1827-1834.
12. SMELÍK, A.: Laboratórium odboru. ES SVŠT, Bratislava, 1987, 356 s.
13. ŠVECOVÁ, J.: Stopová analýzy ťažkých kovov. DP, CHTF STU, Bratislava, 1991, 52 s.
14. WHELTER, E.L. - FERREL, R.E.: A method of phytic acid determination in wheat and wheat fractions. Cereal Chem., 125, 1971, s. 312-320.
15. HAMPL, J.: Cereální chemie a technologie I, VN MON, Praha, 1988, 241 s.
16. FRETZDORFF, B. - WEIPWERT, D.: Phytinsäure in Getreide und Getreideerzeugnissen. Z. Lebensm. Untersuch.- u. Forsch., 62, 1986, s. 287-293.
17. FRETZDORFF, B. - BRUMMER, J.M.: Reduction of phytic acid during breadmaking of whole-meal breads. Cereal Chem., 68, 1992, s. 180-185.
18. FRETZDORFF, B. - DETMOLD, J.: Phytinsäure in Getreidenahrmitteln - Bestandsauf-nahme mit Möglichkeiten der Reduktion. Getreide, Mehl u. Brot, 68, 1992, s. 180 - 185.
19. Vyhláška MZ SR z 21. 1. 1994 Hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách.
20. SCHUR, F. - ANDEREGG, P. - PFENNIGER, H.: Changes in spent grains during storage. Brauer.-Rdsch., 95, 1984, s. 129-132.

Do redakcie došlo 1.3.1995.

Chemical composition of malt brewer's grains

CECÍLIA DANIŠOVÁ - HEDVIGA FEGYVERESOVÁ
- HELENA HOFBAUEROVÁ - VIOLA BUCHTOVÁ

Summary. Malt brewer's grains is waste product originating with the process of beer production. Annual production of malt brewer's grains amounts to approximately 200.000 tonnes. The paper deals with chemical composition of this secondary stock. pH value of fresh brewer's grains is 6.2. It contains 68 % of water, 4.1 % of ash, 2.75 % of extracts, starch and lipids. It comprises significant amounts of proteins, fibre, important micro- and macroelements. Phytic acid content is significantly lower compared to its level in cereals. Fresh brewer's grains does not contain above-normative level of heavy metals.