

ŠTÚDIUM SPÔSOBOV VYUŽITIA SLADOVÉHO MLÁTA PRE POTRAVINÁRSKE ÚČELY

Ing. CECÍLIA DANIŠOVÁ, CSc., Chemickotechnologická fakulta STU, Bratislava
Ing. DARINA SLÁDEKOVÁ, Ústav ekobiológie SAV, Bratislava

Kľúčové slová: sladovnícke mláto, múka zo sladovníckeho mláta

ÚVOD

Sladovnícke mláto (SM) je druhotnou surovinou, ktorá vzniká pri výrobe piva. Je to vlastne sladový šrot, z ktorého varným procesom bola získaná prevažná časť cukornatých a iných extraktívnych látok do výsledného produktu – piva. Okrem toho SM obsahuje zvyšky endospermu, nescukreného škrobu a koagulované látky zadržané v mláte. Slovenské pivovary poskytujú ročne cca 180 000 t SM. Sladové mláto sa zatiaľ u nás (podľa prieskumu vo všetkých pivovaroch SR) nevyužíva pre humánne účely. V predchádzajúcej práci [1] sme sa zaoberali chemickým zložením tejto druhotnej suroviny. Práve tieto výsledky výskumu nás podnietili k tomu, aby sme sa v nasledovnej práci venovali čo najdostupnejším možnostiam využitia SM pre potravinárske účely.

Problému využívania SM sa venuje zvýšená pozornosť približne posledných 10–15 rokov. Podľa množstva publikovaných prác sa odpadmi pivovarov všeobecne, resp. SM zvlášť, zaoberajú hlavne v Nemecku, ale i v USA, Kanade, Švajčiarsku. U nás sa z druhotných surovín z pivovarov využívajú v menšej miere pre potravinárske účely pivovarské kvasnice. Avšak ich prevažná časť spolu s horkými kalmi a chmelovým mlátom spôsobujú pivovarov často ťažkosti s ich likvidáciou. Sladový kvet zo sladovní, hoci je tiež veľmi cennou druhotnou surovinou, sa len skrmuje. Sladové mláto sa ani v jednom z pivovarov SR nevyužíva inak ako krmivo pre dobytok. Vo viacerých krajinách sa však hľadajú aj iné spôsoby jeho využitia, vzhľadom na významný obsah niektorých nutričných zložiek, hlavne bielkovín a vlákniny. Najviac prác sa zaoberá sušením SM rôznymi spôsobmi s následným separovaním na frakcie [2,3,4,5]. Výsledným produktom je buď múka rôznej hrúbky [6, 7], resp. vlákninové prípravky do potravín [2,8,9]. Sladové mláto po úprave je vhodné pre diétne výrobky [10]. Istým problémom je skladovateľnosť sušeného SM, ktoré obsahuje do 5 % tuku. Tento, hlavne pri intenzívnom prevzdušňovaní napr. pri mletí, resp. drvení, môže spôsobiť nepríjemný stuchnutý zápach v dôsledku vzniku oxidačných produktov tuku (hlavne hexanalu) [11]. Sušené SM obsahuje aj veľmi ostré pluchy, ktoré treba buď odstrániť alebo upraviť, ak sa má použiť pre účely výživy [4, 5]. Príprava bielkovinového koncentráту s obsahom viac než 60 % bielkovín je ďalším spôsobom jeho využitia [12]. Suspendovaním vo vode za účelom separácie sa zaoberá práca [8]. Ďalším možným spôsobom využitia sladového mláta je mikrobiálne spracovanie. Mláto môže slúžiť ako

substrát pre produkciu celulózy pomocou *Trichoderma reesei* QM 9414 [13]. Fungálne enzýmy *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus versicolor* a i. hydrolyzujú veľmi účinne polysacharidy sladového mláta (až 45 %) [14]. Roztokmi chloridu sodného, kyseliny octovej a hydroxidu sodného solubilizovali jeho dusíkaté zložky. Využívaním sladového mláta ako energetického zdroja buď priamym spaľovaním, alebo tvorbou bioplynu sa zaoberá viacero prác [15, 16, 17]. Tento spôsob (nazývaný „end-of-pipe“) by však mal byť len jednou z posledných úvah o využití tejto druhotnej suroviny. Riešeniu odpadov v pivovaroch vzhľadom na typy, množstvá a vývoju koncepcie nakladania s odpadmi sa venujú viaceré súborné práce [18, 19, 20].

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

Čerstvé sladové mláto sme získali priamo z pivovaru Stein, š. p. Bratislava. Mláto malo charakteristickú sladovo-chlebovinovú vôňu, bledohnedú farbu s viditeľnými kúskami pluch a endospermu jačmeňa. Nechali sme ho vychladnúť rozostrené na ploche. Časť mláta sme v uzavretých mikroténových obaloch zmrazili na teplotu -18°C a časť sme vysušili v laboratórnej sušiarňe na obsah vlhkosti 5–10 %. Vysušené mláto sme uchovávali v zábrusovej nádobe v chladničke.

Metódy

Obsah vody sme stanovili gravimetricky, škrob polarimetricky podľa Eversa, hrubú vlákninu Hennebergovou-Stohmanovou metódou, celkový dusík Kjeldahlovou metódou po kyslej mineralizácii vzorky semi-automaticky. Kyselina fytová sa stanovila nepriamo cez fytát Fe, v ktorom sa stanoví obsah Fe kolorimetricky. Obsah fytátového P sa vypočíta z fytátového pomeru $\text{Fe:P} = 4:6$. Celkový tuk sme stanovili gravimetricky po vyextrahovaní organickým rozpúšťadlom v extraktore Soxhlet s Twisselmanovým nadstavcom [21].

Prístroje a pomôcky

Polarimeter Polamat A, mineralizačný blok TECATOR, destilačný poloautomat

BCHI, laboratórna sušiareň (CVM 100, Poľsko), mixér ETA (Elektropraga Hlinsko ČR), muflová pec LM 212,11, elektrická rúra MORA 524, súprava drôtených sít, vibračný mlyn VM 4 (OPS Přerov, ČR), laboratórna kyvetová centrifúga MLW (Medi-zintechnik, FRG), laboratórna cukrovnícka centrifúga (fakultné dielne VV CHTF STU), olejová výveva.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základné zložky sladového mláta

V sladovom mláte sme stanovili niektoré makrozložky, ako je obsah vody, tuku, škrobu, hrubej vlákniny a kyseliny fytovej. U kyseliny fytovej a tuku sme si chceli overiť naše predchádzajúce výsledky. Z ostatných makrozložiek nás zaujímal hlavne obsah bielkovín a vlákniny, ako najdôležitejších komponentov SM. Prehľad obsahu spomínaných zložiek mláta uvádzame v tab. 1. Výsledné hodnoty v tabuľke sú priemerom dvoch stanovení. Pre porovnanie

Tab. 1 Obsah hlavných zložiek sladového mláta

Vzorka	Voda	Škrob	Hrubá vláknina	Bielk. dusík	Kys. fytová	Celk. tuk
	%	% v sušine				
Mokrý SM	75,1	2,34	18,21	21,1	0,83	6,03
Suchý SM	5,9					
Jačmeň*	12–20	56–66	4,7	8–18	6,67	2,1
Suchý slad*		63,6	4,6	9–10		2,5
Sladový kvet*		26–30	12,3	26,4		1,5

* údaje z lit. [23]

uvádzame tiež obsah uvedených zložiek v jačmeni a slade, ako základných surovín SM, a v sladovom kvete ako druhej najobjemnejšej druhotnej surovine v pivovarníctve-sladárstve.

Mokrý sladový mláto má vysoký obsah vody – až 75 % – čo ho predurčuje buď na okamžité spracovanie v mokrom stave, resp. na sušenie a následné spracovanie. Z polysacharidov prevláda vláknina, ktorá tvorí 18,2 % sušiny, kým škrobu obsahuje SM len málo, približne 2 %. V porovnaní s jačmeňom a sladom je obsah vlákniny v mláte dvojnásobný, pretože vláknina sa nachádza hlavne v obalových vrstvách jačmenného zrna a tieto ostávajú v SM. Celkového tuku je v sušine 6 %. Je to približne trojnásobok než v jačmeni, či slade. Tuk sa nachádza hlavne v pluchách a povrchových častiach zrna, preto sa koncentruje v SM. Podstatne znížený obsah kyseliny fytovej (zo 6,7 %

v jačmeni na 0,8 % v SM) sa potvrdil aj v tomto pokuse. Je to dôsledok sladovania jačmeňa, konkrétne enzymatických pochodov pri kličení, pri ktorých enzým fytáza rozkladá kyselinu fytovú. Významnou zložkou sladového mláta je 21%-ný obsah bielkovinového dusíka, čo je takmer o 100 % viac ako v slade. Vlákna a bielkovina sú teda dve zložky mláta, ktorých obsah je veľmi významný aj napr. v porovnaní s ostatnými obilovinami.

Laboratorné pokusy so sladovým mlátom

Pomocou laboratórnej miešačky sme mláto intenzívne rozmiešali s vodou v pomere 1:4. Chceli sme tým doceliť aj oddelenie pluch zo SM flotáciou. Pluchy však boli ešte pevne spojené s endospermom a neoddělili sa dostatočne, ako sme očakávali. Suspenziu sme potom zahriali na 45 °C a mixovali ponorným mixérom 1 min. Suspenziu schladenú na lab. teplotu sme nechali stáť tri hodiny a potom prefiltrovali cez gázu na Büchnerovom lieviku. Na filtri zostala „hrubá“ frakcia. Filtrát tvorila jemná suspenzia, ktorú sme centrifugovaním (10 min, 2700 min⁻¹) rozdelili na čiru tekutinu a koncentrát jemných častíc, označený ako „jemná“ frakcia. „Hrubú“ a „jemnú“ frakciu sme vysušili pri teplote do 60 °C na obsah vlhkosti asi 8 % a homogenizovali na vibračnom mlyne na jemný prášok. Stanovili sme obsah bielkovín a hrubej vlákniny v oboch frakciách (tab. 2 – hodnoty sú priemerom dvoch stanovení).

Tab. 2 Obsah hrubej vlákniny a bielkovinového dusíka vo frakciách získaných suspendovaním čerstvého sladového mláta

Frakcia SM	Bielkov. N v % suš.	Hrubá vláknina v % suš.
„hrubá“	18,77	40,31
„jemná“	59,58	2,27

Tab. 3 Obsah bielkovín a vlákniny vo všetkých frakciách suchého mláta

Č.	Vzorka	Vláknina v % suš.	Bielkoviny v % suš.
1.	SM nesešarované	17,77	21,10
2.	SM po odšarovaní pluch	42,21	27,75
3.	Hrubá frakcia vzorky 2	65,02	23,21
4.	Jemná frakcia vzorky 2	32,07	27,12

Hmotnostný pomer vysušenej „hrubej“ a „jemnej“ frakcie bol 9:1. Filtračný koláč obsahoval viac vlákniny (40,31 %) a menej bielkovín (18,77 %) v sušine. Sediment získaný z filtrátu centrifugovaním bol koncentrátom bielkovín, ktorých obsahoval až takmer 60 %. Už aj týmto spôsobom, teda suspendovaním čerstvého mokrého sladového mláta, možno ho pomerne jednoducho rozdeliť na prevažne bielkovinovú a vlákninovú zložku.

Čerstvé sladové mláto v 2–2,5 cm vrstve sme vysušili v sušiarňi s nútenou cirkuláciou

vzduchu a premiešavaním každú hodinu za cca 24 h na konečný obsah vlhkosti asi 6 %. Priame frakcionovanie suchého mláta cez sústavu sít s veľkosťou ok 2,03 až 0,83 mm nebolo úspešné. Pluchy boli pevne zlepené s endospermom a nepodarilo sa ich oddeliť. Preto sme v ďalšom pokuse suché mláto drvili v mixéri počas 1 min (stupeň 2). Po drvení mláto sme opäť presiali cez sústavu sít s veľkosťou ok 2,03 mm. Pluchy zostávali prevažne na site (asi 10 % hm.). Zvyšné suché mláto (asi 90 % hm.) sme ďalej frakcionovali cez sústavu sít s okom 1,80 až 0,80 mm. Po tejto separácii sme získali dve frakcie – 60 % hm. hrubej frakcie z oboch sít a 30 % hm. jemnej frakcie, prepad po site 0,8 mm. V oboch frakciách sme stanovili obsah bielkovín a vlákniny (hodnoty v tab. 3 sú priemerom dvoch stanovení).

Rozdiel obsahu vlákniny v jemnej (32 % hm.) a hrubej frakcii (65 % hm.) je podstatný, zatiaľ čo obsah bielkovín v oboch frakciách sa odlišuje len o 4 % v prospech jemnej frakcie. Ak porovnávame obsah bielkovín v oboch frakciách (vzorky 3 a 4 v tab. 3) s obsahom v nesešarovanom suchom mláte (vzorka 1 v tab. 3) vidíme, že 10%-ný odpad, ktorý tvoria pluchy, má veľmi nízky obsah bielkovín.

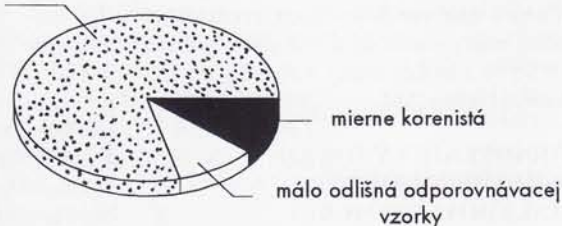
Z pokusov, ktoré sme robili, sa zdá, že sušenie mláta, následná úprava a separovanie na frakcie je najjednoduchším spôsobom jeho spracovania. Sušenie materiálu s obsahom 75–85 % vody je však energeticky veľmi náročný proces. Tento proces možno urýchliť tým, že pred sušením zbavíme mláto

čo najväčšieho množstva vody. Volili sme odstredovanie čerstvého mláta na cukrovarníckej odstredivke (4 min, pri cca 5000 min⁻¹). Už pri týchto otáčkach a čase sme znížili obsah vody v mláte zo 75,11 % na 51,14 %, teda o 1/3. Centrifugát obsahoval asi 1 % sušiny. Tento by sa dal recyklovať do pivovarského procesu (na vysladzovanie), resp. pre kŕmne účely. Podstatné však je, že doba sušenia centrifugovaného sladového mláta, pri zachovaní ostatných parametrov sušenia (teplota, hrúbka vrstvy) sa skrátila z 24 na 3 h. Táto metóda úpravy mokrého mláta centrifugovaním na podstatne znížený obsah vody a následným sušením je priaznivým ukazovateľom aplikovania tohoto spôsobu do praxe. V priemyselnom meradle by sa mohli použiť oveľa výkonnejšie centrifúgy (kontinuálne) a sušiacie zariadenia (napr. fluidné sušenie, sušenie v prefukovanej vrstve a pod.), čím by sa proces sušenia urýchlil.

APLIKÁCIA NIEKOTRÝCH FRAKCIÍ SLADOVÉHO MLÁTA DO POTRAVINÁRSKÝCH VÝROBKOV

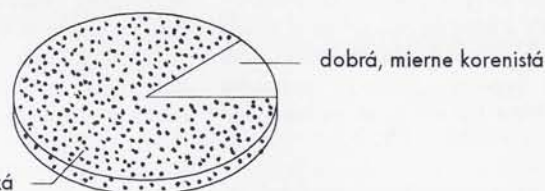
Suché mláto zbavené pluch a separované na jemnú a hrubú frakciu sme sa pokúsili aplikovať do potravinárskych výrobkov. Obhacovanie bielkovinami by pripadalo do úvahy asi len pre špeciálne výrobky. Bežná výživa u nás netrpí nedostatkom bielkovín. Naša strava však stále postráda vlákninu. Konzumujeme veľmi veľa cestovín a múčnych výrobkov vyrábaných prevažne z bie-

výborná, výraznejšia, jemnejšia



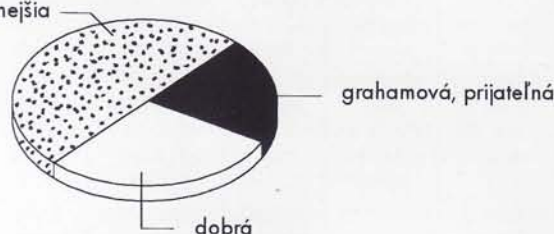
Obr. 1 Porovnanie chuti cestoviny s prídavkom a bez prídavku sladového mláta.

výborná, jemná, aromatická



Obr. 2 Porovnanie chuti grahamového pečiva s prídavkom a bez prídavku sladového mláta.

Drsniejšia, korenistá, výraznejšia



Obr. 3 Senzorické hodnotenie chuti u čajového pečiva s prídavkom a bez prídavku sladového mláta.

Tab. 4 Obsah vlákniny a bielkovín v múkach

Druh múky	Bielkoviny v % suš.	Vláknina v % suš.
hrubá frakcia SM	23,2	65,0
jemná frakcia SM	27,1	32,1
pšeničná polohrubá*	12,8	0,5
pšeničná celozrnná*	11,8	2,1
pšeničná hladká*	18,6	1,1
ražná chlebová*	7,7	0,6

* údaje z lit. [22]

lych múk. Preto sme sa i my rozhodli aplikovať suché sladové mláto do cestovín, bežného a jemného pečiva.

Hrubú a jemnú frakciu (tab. 3 vzorka 3 a 4) sme podrvali na vibračnom mlyne na jemnú múku. Pre porovnanie uvádzame v nasledujúcej tab. 4 obsah bielkovín a vlákniny v týchto múkach a pšeničnej a ražnej múke.

Ako vidieť z tab. 4, múky zo sladového mláta majú priemerne dvojnásobný obsah bielkovín, ale neporovnateľne vyšší obsah vlákniny ako bežné obilné múky.

Cestoviny – podľa bežnej receptúry sme pripravili cestoviny (široké rezance), v ktorých sme 10 % pšeničnej múky nahradili múkou z hrubej frakcie SM. Na senzorické hodnotenie sme ako porovnávací výrobok použili ten istý komerčný výrobok z bielej múky.

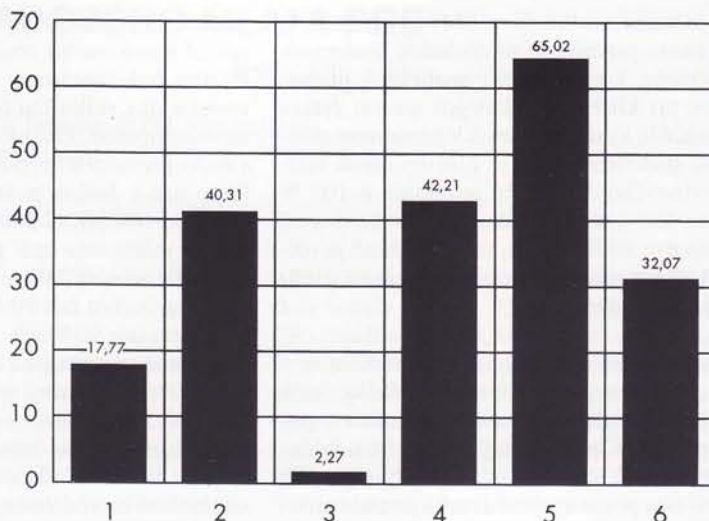
Grahamové pečivo – 15 % grahamovej múky sme nahradili múkou z hrubej frakcie SM a upiekli sme bežné kysnuté grahamové pečivo – žemle. Na porovnanie sme urobili výrobok len z grahamovej múky.

Čajové pečivo – jemné čajové tukové pečivo (tyčinky) sme vyrobili jednak z pšeničnej hladkej múky samotnej a v druhom pokuse sme 10 % hladkej múky nahradili múkou z jemnej frakcie SM.

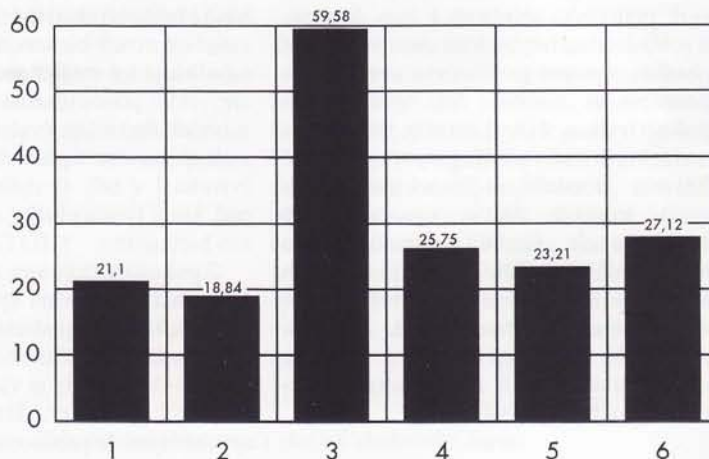
HODNOTENIE VÝROBKOV S PRÍDAVKOM MÚKY ZO SLADOVÉHO MLÁTA

Senzorické hodnotenie

Akékoľvek nové potravinárske výrobky, resp. výrobky s novými prísadami sa musia v prvom rade podrobiť senzorickému hodnoteniu. O výživovej hodnote potraviny možno uvažovať len vtedy, ak sa táto kon-

Obsah bielkovín
v % suš.

Obr. 4 Obsah vlákniny v jednotlivých frakciách.

Obsah bielkovín
v % suš.

Obr. 5 Obsah bielkovín v jednotlivých frakciách.

zumuje, ak ju konzument neodmietne. Všetky tri pokusy vyrobené výrobky hodnotilo 10 zaškolených hodnotiteľov (muži a ženy vo veku 20 až 50 r.) so zameraním na 5 základných senzorických znakov: vzhľad, farba, vôňa, chuť a konzistencia. V uvedených senzorických znakoch sme porovnávali nový výrobok s prísadou múky zo SM s výrobkom klasickým. Výsledky senzorického hodnotenia jednotlivých výrobkov uvádzame v slovnom vyjadrení v tab. 5.

Z výsledkov senzorického hodnotenia pokusne vyrobených výrobkov s prísadou múky zo sladového mláta možno usudzovať,

že múka zo sladového mláta neovplyvnila negatívne senzorické vlastnosti výrobkov. Cestoviny a zvlášť čajové pečivo, v ktorých bolo nahradených 10 % pšeničnej múky mlátovou múkou, boli dokonca hodnotené celkovo pozitívnejšie než klasický výrobok. 15 % múky zo SM v grahamovom pe-

čive sa zdá byť menej prijateľný, bude potrebné tento objem znížiť a tiež pozmeniť technológiu prípravy pečiva (resp. receptúru). Jednoznačne pozitívne však bolo hodnotené čajové pečivo a cestoviny. Grafické vyjadrenie je znázornené na kruhových diagramech na obr. 1, obr. 2 a obr. 3.

Analytické hodnotenie

V klasických výrobkoch i vo výrobkoch s prísadou mlátovej múky sme stanovili obsah vlákniny a bielkovín. Porovnanie výsledkov je na obr. 4 a obr. 5. Hodnoty obsahu oboch významných výživových zložiek, bielkovín a vlákniny sa vo výrobkoch s prísadou múky zo sladového mláta výrazne zvýšili. U bielkovín v rozmedzí 11,5 až 49,7 %, ale u vlákniny od 75,7 po 533 %. Zvýšenie obsahu vlákniny vo výrobkoch z bielej pšeničnej múky prísadou múky zo sladového mláta je veľmi pozitívne.

ZÁVER

Sladové mláto je cennou druhotnou surovinou, ktorú možno bez mimoriadnych úprav použiť na ľudskú výživu. Sladové mláto možno po odstránení čo najväčšieho množstva vody centrifugovaním pomerne rýchlo vysušiť. Z vysušeného mláta možno jednoduchými fyzikálnymi postupmi (drvením a separáciou cez sústavu síť) odstrániť tvrdé

Tab. 5 Výsledky senzorického hodnotenia výrobkov s prísadou múky zo sladového mláta

Výrobok	Vzhľad	Farba	Vôňa	Chuť	Konzistencia
Cestovina	typický pre celozrn. cestoviny	svetlohnedá rovnorodá	prijemná chlebovinová	jemnejšia než klasická cest. výborná	celistvá nerozbrdnutá
Grahamové pečivo	mierne popraskaný povrch, nižší objem	tmavohnedá, jasná, tmavšia než grahamové pečivo	prijemná, chlebovinová, korenistá	výrazne chlebovinová, drsnejšia než klasický výrobok	menej pórovitá, ťažšia
Čajové pečivo	rovnaký ako klasický výrobok	bledohnedá, prijateľná	prijemná, aromatická	výborná, jemná aromatickejšia než klasický výrobok	krehká, nedrobivá