

FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ CHARAKTERISTIKY KOMPOZITNÍ SMĚSI PŠENICE-CHIA

IVAN ŠVEC, MARIE HRUŠKOVÁ a IVANA
JURINOVÁ

Ústav sacharidů a cereálií, Vysoká škola chemicko-
technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
Ivan.Svec@vscht.cz

Došlo 22.1.14, přijato 13.3.14.

Klíčová slova: pšeničná mouka, chia, kompozitní směs,
retenční kapacita, penetrace střídy, analýza obrazu

Úvod

Semena chia („chia“) pochází ze šalvěje španělské (*Salvia hispanica* L.), jednoleté rostliny pěstované převážně v jihoamerických zemích. Jsou zbarvena bíle nebo hnědě, mají oválný tvar a velikost přibližně 1 mm. Název „chia“ pochází z aztéckého slova „chian“ a znamená „olejnátý“. Slovo „chia“ je částí jména současného mexického státu Chiapas, kde se chia nejvíce pěstuje. Byla konzumována již v době Aztéků samotná nebo jako směs s obilninami, celá nebo mletá na mouku. Po namočení ve vodě už po pěti minutách vytvoří hutný gel. Díky hydrofilním vlastnostem dokáže vázat tolik vody, že zvětší svůj objem až 12× (cit.^{1,2}).

Chia semena jsou označována za hodnotnou potravinářskou surovinu³ vzhledem k vysokému obsahu tuků včetně nenasycených mastných kyselin, zastoupení lehce stravitelných bílkovin, rozpustné vlákniny a minerálních látek (vápník, železo, zinek, fosfor, hořčík)^{4–7}. Jako nová složka potravin mohou být přidávána od roku 2009 (rozhodnutí 2009/827/ES, cit.⁸), pro pekařské výrobky byl původní max. přídavek do 5 % zvýšen na dvojnásobek (2013/50/EU, cit.³).

Chia produkty jsou bez chuti, tj. neovlivňují tradiční senzorický profil pečiva, a pro měkký charakter mohou být přidávána semena celá (bez úpravy mletím). Zahrnutím do receptury se zvyšuje nutriční hodnota a výrazně prodlužuje trvanlivost^{9–11}. Charakteristikami těsta s obsahem chia produktů se zabývají práce^{12–14}. Přídavek 10 % chia do ječné mouky nemá průkazný vliv na viskozitu ani elasticitu těsta¹⁵. Zředění lepkových bílkovin se projevuje poklesem objemu pečiva až o 25 % proti nefortifikované receptuře při přídavku 5 nebo 10 % chia¹⁶. V případě sladkého pečiva se přídavky 6 nebo 12 % chia mouky nepromítly do rozložení a velikosti pórů ve srovnání s komerčním pečivem.

Cílem práce je porovnat změny ve složení a fyzikálních vlastnostech pšeničného těsta a pečiva s přídavky chia

mouky z bílých nebo hnědých semen v suché a hydratované formě.

Experimentální část

Základ kompozitních mouk tvoří komerční pšeničná mouka hladká ze sklizně 2011 (zkratka M). Komerční vzorky bílých a tmavých chia semen (*Salvia hispanica* L.) pochází z Mexika a byly pořízeny v prodejnách Aida Organic a Country Life CZ. Semena byla za použití mlýnku Concept KM-5001 rozemleta na celozrnné hladké mouky (CH1, CH2).

Obsah dietní vlákniny včetně rozpustné a nerozpustné složky (TDF, SDF, IDF – total, soluble a insoluble dietary fibre) byl stanoven ve vzorcích M, CH1 a CH2 (komerční kit Megazyme). Ve standardu M byl TDF 3,21 % s poměrem rozpustné a nerozpustné složky 1:2 (1,02 a 2,08 %). Ve vzorcích chia mouky byl obsah TDF cca 10× vyšší (30,23 % a 30,62 %); poměr nerozpustné a rozpustné složky byl 2,75. V souvislosti s odrůdou a podmínkami pěstování byly v dostupné odborné literatuře publikovány hodnoty vyšší³ i nižší¹⁸, v druhém případě nebyl statisticky prokázán rozdíl mezi bílým a hnědým druhem chia.

Kompozity s pšeničnou moukou obsahovaly 7,5 g nebo 15,0 g chia mouky ve 300 g směsi (2,5 a 5,0 %). Pro reologické zkoušky a pekařský pokus byla netradiční surovina přidávána v suché a hydratované formě – bobtnání ve 150 ml destilované vody probíhalo 10 min (označení CH1h, CH2h).

Analytická jakost byla stanovena metodou retenční kapacity podle normy AACC 56-11 se standardní 5g návázkou směsné mouky a odstředěním na Eppendorf 5072 (Eppendorf AG, SRN). Opakovatelnost stanovení retenční kapacity (RK, %) vody (RKv) a vodných roztoků sacharosy (RKs), uhličitanu sodného (RKu) a kyseliny mléčné (RKm) byly vypočteny na úrovních 0,342, 0,727, 0,667 a 0,476.

Vliv obou forem netradiční plodiny na viskoelastické vlastnosti M byl testován pomocí amylografu, farinografu a extenzografu (ISO 126/1, ČSN ISO 5530-1 a ČSN ISO 5530-2). Související změny v tuhosti a textuře střídy pečiva byly zjištěny pomocí penetrometru a analýzy obrazu¹⁹ (kvantifikace průměrné plochy póru a hustoty pórů).

Získaná data byla statisticky posouzena analýzou rozptylu ($P = 95 \%$) v programu Statistica 7.0 s vyhodnocením vlivů druh chia mouky, forma vzorku a výše přídavku.

Výsledky a diskuse

Chemické charakteristiky kompozitních mouk

Obsah bílkovin v pšeničné mouce odpovídal české potravinářské pšenici (10,7 %), přídavky chia mouk obsah zvýšily až na 12,1 % nezávisle na druhu přídavku¹⁸. Neškrobové a nelepkové biopolymery přítomné v CH1 a CH2

Tabulka I

Vliv přidavku celozrnné chia mouky na retenční kapacitu pšeničné mouky

Mouka ^a	Přídavek chia [%]	RKv ^b [%]	RKs ^b [%]	RKu ^b [%]	RKm ^b [%]
M	0,0	68,4	110,8	89,2	146,8
M + CH1	2,5	73,6	113,9	100,1	130,3
	5,0	92,2	120,4	107,3	131,2
M + CH2	2,5	76,9	113,2	99,1	139,5
	5,0	90,2	128,7	110,9	142,2
Variační koeficient		0,342	0,727	0,667	0,476

^a M – pšeničná mouka; CH1, CH2 – celozrnná chia mouka z bílého, resp. hnědého semene; ^b RKv, RKs, Rku, RKm – retenční kapacita vody, sacharosy, uhličitanu sodného a kyseliny mléčné

měly vliv na RK standardu M. Hodnoty RKv a RKs se zvýšily o desítky procent bez ohledu na druhu chia (tab. I), lze tedy předpokládat nárůst obsahu pentosanů. V případě RKm byl zaznamenán pokles o 10 % při porovnání kompozitních směsí s CH1 a CH2. Podle jednotlivých RK lze odlišit směsi pšenice-chia s podílem 5,0 % jak od M, tak mezi sebou. Chia mouka v kombinaci s ječnou nebo ovesnou (kompozity 10:90, w/w) zvýšila množství absorbované vody (water-holding capacity, WHC) z 227 na 265 % (cit.¹⁵), resp. ze 133 na 183 % (cit.²³). Schopnost vázat více vody je přisuzována vnější obalové vrstvě chia semen²³.

Reologické vlastnosti těsta

Teploty mazovatění kompozitních mouk se od standardu lišily jen při počátku nárůstu viskozity (tab. II). Amylografické maximum bylo ovlivněno pouze přidavky CH2 (opakovatelnost 4,2 %). Hydratovaná forma způsobí

la průkazný nárůst viskozity až o 100 AJ bez vlivu druhu přidavku. Netradiční surovina pozitivně ovlivnila viskozitní profil ječné, resp. ovesné mouky – 10 % chia způsobilo nárůst viskozity z 80 na 104, resp. ze 45 na 80 jednotek (cit.^{15,23}).

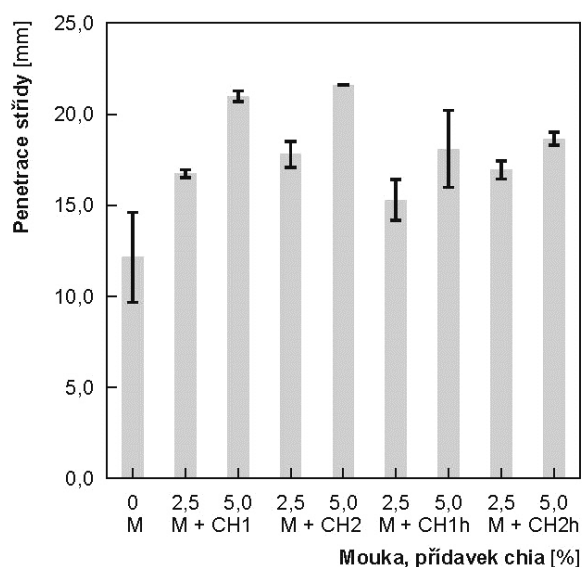
Vaznost standardu (63,1 %) se mírně zvyšovala pro suché chia mouky podle podílu ve směsi (tab. II), podobně jako RKv nebo WHC. Hydratace obou chia mouk vaznost neovlivnila. Doba vývinu těst se prodloužila až téměř čtyřnásobně v souvislosti se zpomalením hydratace pšeničných bílkovin. Chování směsi kaštanové a chia mouky bylo popsáno reologickým testem na mixolabu, kdy srovnatelné přidavky chia zvýšily vaznost základní suroviny až o 5 % a dobu vývinu zkrátily na polovinu²⁴. Pro pšeničné kompozitní směsi s hydratovanou formou chia mouky byly zaznamenány dlouhé doby vývinu těsta srovnatelné pro všechny 4 vzorky z důvodu postupného uvolňování vody z nabobtnaných obalových vrstev chia semen.

Tabulka II

Vliv přidavku celozrnné chia mouky na reologické vlastnosti pšeničné mouky

Mouka ^a	Přídavek chia [%]	Tpoč ^b [°C]	Tmax ^b [°C]	Amylografické maximum [AJ] ^b	Vaznost [%]	Doba vývinu [min]	Extenzografický poměr ^c [1]	Extenzografická energie ^c [cm ²]
M	0,0	61,0	88,8	240	63,1a	3,0	2,8	128
M + CH1	2,5	53,5a	86,5a	260a	64,2a	7,5a	3,2a	127a
	5,0	55,0a	86,5a	260a	65,0a	9,0a	3,9a	119a
M + CH2	2,5	55,0a	87,3a	310a	64,2a	8,0a	3,2a	134a
	5,0	55,0a	87,3a	330a	65,0a	11,0a	3,3a	133a
M + CH1h	2,5	56,5a	88,0a	330a	64,4a	10,5a	3,1a	130a
	5,0	55,0a	88,0a	340a	64,6a	9,0a	3,7a	136a
M + CH2h	2,5	55,0a	88,0a	325a	64,4a	10,0a	2,5a	113a
	5,0	53,5a	86,5a	280a	64,5a	10,0a	3,8a	131a

^a M – pšeničná mouka; CH1, CH2 – celozrnná chia mouka z bílého, resp. hnědého semene; CH1h, CH2h – hydratovaná forma CH1, CH2; ^b Tpoč, Tmax – teploty počátku, resp. maxima mazovatění; AJ – amylografické jednotky; ^c doba odležení těsta 60 min; Hodnoty ve sloupcích označené různými písmeny jsou statisticky odlišné ($P < 0,05$ %)

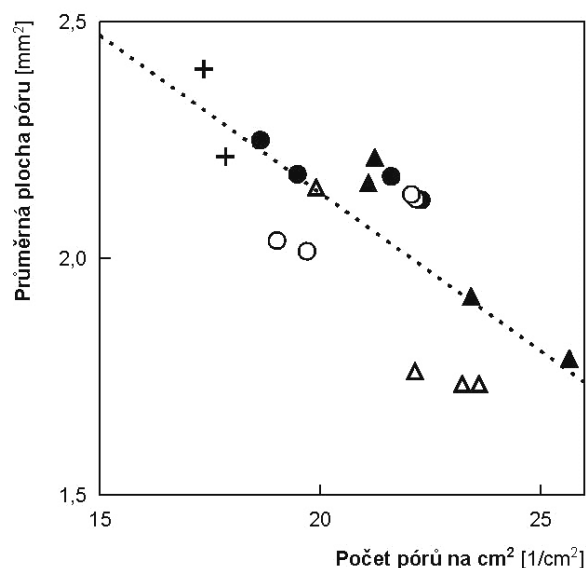


Obr. 1. Vliv druhu, formy a výše přídavku chia mouky na tuhost střidy pšeničného pečiva. M – pšeničná mouka; CH1, CH2 – celozrnná chia mouka z bílého, resp. hnědého semene; CH1h, CH2h – hydratovaná forma CH1, CH2. Znázorněné směrodatné odchylky se vztahují k měření se třemi opakováními

Extenzografická pružnost a tažnost těsta, resp. jejich poměr, byly modifikovány především zvýšením pružnosti těsta až o 20 % pro suchou a až o 25 % pro hydratovanou formu chia mouk (data neuvedena). Je patrné, že se hodnoty poměru zvyšovaly podle složení kompozitní mouky pro obě testované formy. Toto zjištění se shoduje s měřením na reometru, kdy hodnoty elastického modulu G' byly vyšší pro vzorek chia než pro ječnou mouku (standard)¹⁵. Hodnoty extenzografické energie kolísaly kolem hodnoty zjištěné pro M; v případě směsí s CH2 byl zjištěn mírný nárůst.

Charakteristiky střidy pečiva

Modifikované viskoelastické vlastnosti pšeničného těsta (zvýšená pružnost) se projevily snížením tuhosti střidy pečiva. Hodnoty penetrace rostly s výší přídavku chia mouky, méně však pro hydratovanou formu chia (obr. 1). Vyšší pružnost těchto těst podpořila zachování malých pórů, které v makroměřítku způsobí kompaktnější strukturu střidy. Analýza obrazu tuto hypotézu potvrzuje, neboť průměrné plochy pórů pečiva s CH1h nebo CH2h jsou menší a hustota pórů naopak mírně vyšší než pro výrobky s CH1 a CH2 (obr. 2). Kolektiv autorů¹⁷ shodně uvádí, že přídavek 12 % chia mouky zjemnil texturu sladkého pšeničného pečiva, zatímco poloviční dávka neměla na morfologii střidy vliv (ve srovnání s M použita pšeničná mouka s vyšší pekařskou jakostí).



Obr. 2. Znaký textury střidy pečiva z kompozitních mouk pšenice-chia. + M – pšeničná mouka; kompozitní mouky: ▲ CH1, ● CH2 – s celozrnnou chia moukou z bílého, resp. hnědého semene; △ CH1h, ○ CH2h – s hydratovanou formou CH1, CH2. Dvojice bodů odpovídají měření se dvěma opakováními

Závěr

Přídavek dvou druhů chia mouky (z bílých a hnědých semen) v suché a hydratované formě znamenal zvýšení obsahu bílkovin (až o 2 %) v modelových kompozitních směsích. Vzrostl podíl neškrobových polysacharidů (pentosanů) a nelepkových bílkovin, jak bylo prokázáno retenčními kapacitami sacharosy a kyseliny mléčné. Ve shodě s výsledky jiných autorů došlo k nárůstu viskozity vodné suspenze a pružnosti těsta, která byla vyšší pro kompozitní mouky s hydratovanou chia moukou. Modifikace receptury přinesla změny v morfologii střidy, v makroskopickém měřítku objektivně popsané penetrací. Vyšší pružnost těsta s hydratovanou chia moukou zabránila spojování a vzniku větších pórů, proto hodnoty penetrace byly nižší než pro pečivo obsahující suchou chia mouku. Tato skutečnost byla potvrzena poklesem průměrné plochy pórů a naopak mírným nárůstem hustoty pórů ve střídě od pečiva z pšeničné mouky přes kompozitní směsi se suchou po vzorky s hydratovanou formou chia.

Příspěvek byl zpracován s podporou grantu QI 111 B053, NAZV, Česká republika.

LITERATURA

1. Moroni A. V., Iametti S., Bonomi F., Arendt E. K., Dal Bello F.: Food Chem. 121, 1225 (2010).
2. Talandová M., Pospiech M., Tremlová B.: Výživa a

- potraviny 68, 104 (2013).
3. 2013/50/EU. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:021:0034:0035:CS:PDF>, staženo 20. ledna 2014.
 4. Reyes-Caudillo E., Tecante A., Valdivia-Lopez M. A.: Food Chem. 107, 656 (2008).
 5. Ayerza R., Coates W.: Ind. Crops Prod. 34, 1366 (2011).
 6. Ciftci O. N., Przybylski R., Rudzinska M.: Eur. J. Lipid Sci. Technol. 114, 794 (2012).
 7. Luna Pizzaro P., Lopes Almeida E., Sammán N. C., Chang Y. K.: LWT – Food Sci. Technol. 54, 73 (2013).
 8. 2009/827/ES. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:294:0014:0015:CS:PDF>, staženo 20. ledna 2014.
 9. Peiretti P. G., Gai F.: Anim. Feed Sci. Technol. 148, 267 (2009).
 10. Mohd Ali N., Yeap S. K., Ho W. Y., Beh B. K., Tan S. W., Tan S. G.: J. Biomed. Biotechnol., ID 171956 (2012).
 11. Segura-Campos M. R., Salazar-Vega I. M., Chel-Guerrero L. A., Betancur-Ancona D. A.: LWT – Food Sci. Technol. 50, 723 (2013).
 12. Ixtaina V. Y., Nolasco S. M., Tomás M. C.: Ind. Crops Prod. 28, 286 (2008).
 13. Capitani M. I., Spotorno V., Nolasco S. M., Tomás M. C.: LWT – Food Sci. Technol. 45, 94 (2012).
 14. Iglesias-Puig E., Haros M.: Eur. Food Res. Technol. 237, 865 (2013).
 15. Inglett G. E., Chen D., Xu J., Lee S.: Int. J. Food Sci. Technol. 48, 2564 (2013).
 16. Ortega-Ramirez R., Leyva-García D. I., Sanchez-Robles R. M., Morales-Ortega A.: *C&E Spring Meeting: Unlocking the full potential of cereals: challenge for science based innovation, Leuven, Belgium, 29. - 31. May 2013*, Book of Abstracts (Brijs K., Gebruers K., Courtin C. M., Delcour J. A., ed.), str. 127.
 17. Ferrera-Rebollo R. R., Salgado-Gruz M., Chanona-Perez J., Gutiérrez-Lopez G. F., Alamilla-Beltran L., Calderon-Dominguez G.: Food Bioprocess Technol. 5, 474 (2012).
 18. Ayerza R.: Emir. J. Food Agric. 25, 495 (2013).
 19. Hrušková M., Švec I., Sümeyee I.: Cereal Technol. 2, 70 (2013).
 20. Mariotti M., Lucisano M., Pagani M. A.: Int. J. Food Sci. Technol., 41, 151 (2006).
 21. Švec I., Hrušková M.: Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. 61, 1867 (2013).
 22. Sargi S. C., Silva B. C., Santos H. M. C., Montanher P. F., Boeing J. S., Santos Júnior O. O., Souza N. E., Visentainer J. V.: Food Sci. Technol. (Campinas) 33, 541 (2013).
 23. Inglett G. E., Chen D., Liu S. X., Lee S.: LWT – Food Sci. Technol. 55, 148 (2014).
 24. Moreira R., Chelo S., Torres M. D.: J. Texture Stud. 43, 375 (2012).

I. Švec, M. Hrušková, and I. Jurinová (*Department of Carbohydrates and Cereals, Institute of Chemical Technology, Prague*): **Physicochemical Characteristics of Wheat – Chia Mixture**

Chia flour from white and brown seeds were added to wheat flour in dry or hydrated form, bringing non-gluten proteins and non-starch polysaccharides (while changing retention capacities of sucrose and lactic acid). The dough extensigraph elasticity increased resulting in a softer bread crumb. Crumb texture was affected by a soft decrease in the mean cell areas and an increase in cell densities.