

JAKOST OBILOVIN 2009

Sborník vybraných příspěvků z odborné konference III. část

Tvrdost zrna pšenice jako ukazatel charakteristiky mletí

(Wheat grain hardness as a marker of milling characteristic)

Faměra Oldřich, Riljáková Božena, Hálová Ilona, Erhartová Daniela
Česká zemědělská univerzita v Praze

Souhrn

Průběh mletí a třídění na sítích souvisí s fyzikálně-chemickou stavbou endospermu, se vzájemnými vazbami bílkovin a škrobových zrn. V závislosti na těchto vazbách dochází k rozdílnému průběhu trhlin v endospermu při mechanickém působení na zrno při mletí. Tím dochází ke vzniku částic s různými vlastnostmi. Stanovením tvrdosti zrna pšenice je možné některé tyto vlastnosti predikovat. Tvrdost zrna byla stanovena podle metodiky AACCI 55-30 Index velikosti částic pro pšenici (Particle size index – PSI). Metoda spočívá v standardním mletí zrna a prosévání na síť 0,075 mm. Nižší podíl propadu sítím je u tvrdšího endospermu s nižší hodnotou PSI %. Mletí zrna bylo provedeno na laboratorním mlecím automatu Bühler MLU 202, který umožňuje získat 6 frakcí mouk a 2 druhy otrub. Většina odrůd měla hodnoty tvrdosti v úzkém rozmezí 11 – 14 PSI %. Menší zastoupení je u materiálů s tvrdostí 15 – 20 PSI % a u měkkých odrůd nad 21 PSI %, které jsou většinou charakterizovány nepekařskou jakostí C. U těchto odrůd dochází k rozmělnění endospermu na drobné částice na začátku mletí. U materiálů v rozmezí tvrdosti zrna 11 – 14 PSI % je většinou vyšší celková výtěžnost mouk, vymílacích mouk a krupic, tj. mlynářsky příznivé vlastnosti zrna pšenice pro zpracování ve mlýně. U měkké odrůdy byla zjištěna nižší spotřeba energie na mletí zrna.

Klíčová slova: pšenice; tvrdost zrna; mletí; výtěžnost mouky

Summary

Milling process and classification on sieves is related to physico-chemical composition of endosperm, with proteins and starch grains interactions. In dependence on these structures there are different fissures in endosperm during grain milling and particles with different properties are formed. By determination of wheat grain hardness it is possible to predict some of these properties. Grain hardness was determined according to methodology of AACCI 55-30 Particle size index for wheat – PSI. The method consists in standard grain milling and sifting on the sieve of 0.075 mm. Lower ratio of throughs is in harder endosperm with lower PSI % value. Grain milling was performed on laboratory milling automat Bühler MLU 202, which enables to obtain 6 fractions of flours and 2 types of brans. Most of cultivars had hardness values in the range of 11 – 14 PSI %. Minority had hardness values in the range of 15 – 20 PSI % and in soft cultivars it was above 21 PSI %, which are mostly characterized by non-baking quality C. In these cultivars the endosperm is decomposed to small particles at the beginning of milling. In materials with grain hardness in the range of 11 – 14 PSI % the total flour yield is mostly higher and wheat grain properties are favourable for processing in the mill. In soft cultivar we found lower energy consumption during grain milling.

Keywords: wheat; grain hardness; milling; flour yield

Vlastnosti endospermu zrna pšenice jsou určovány především genetickou výbavou jednotlivých odrůd a dále jsou dotvářeny vnějšími agroekologickými podmínkami. V ČR jsou tyto kvalitativní vlastnosti hodnoceny zavedenými metodami v rámci tzv. „nákupního hodnocení“ pšenice podle ČSN 46 1100 – 2 Pšenice potravinářská a ČSN 46 1200 – 2 Pšenice, která se týká nepotravinářského využití zrna. Ve většině případů uplatnění zrna pšenice je potřebná jeho dezintegrace, tj. rozmělnění na drobné částice. Drcená forma úpravy umožňuje otevření zrna, vytvoření velkého povrchu endospermu, velikostní třídění meliva, snadné míchání různých frakcí atd. Průběh mletí a třídění na sítích souvisí s fyzikálně-chemickou stavbou endospermu, se vzájemnými vazbami bílkovin a škrobových zrn. V závislosti na těchto vazbách dochází k rozdílnému průběhu trhlin v endospermu při

mechanickém působení na zrno při mletí. Pevnější vazby se projevují rozmělněním zrna na větší nepravidelné ostrohranné částice, které přepadávají na sítích vysévačů a přecházejí na další mlecí chody. Na nich jsou tyto částice postupně vymílány.

Měkké odrůdy pšenice měly po mletí velký podíl částic frakce o velikosti 25 μm . To odpovídá především izolovaným škrobovým zrnům. U tvrdých odrůd se tato velikost částic vyskytovala jen málo nebo úplně chyběla. Podíl frakce částic o velikosti 25 μm by mohl být využit ke sledování procesu mletí a šrotování (Devaux M. F. et al. 1998). Tvrdost velmi dobře koreluje s výtěžností krupic a pšeničných mouk. Byla zjištěna korelace tvrdosti se sklovitostí pšenice (Koeksel et al. 1993). Úzký vztah mezi tvrdostí a spotřebou energie na mletí byla popsána na souborech tvrdých a měkkých pšenic (Glenn et al. 1991).

Tab. 2 Tvrdost zrna odrůd pšenice ozimé, víceleté údaje (podle AACC 55-30)

Odrůda	Skupina pekařské jakosti	Tvrdost zrna PSI %	Odrůda	Skupina pekařské jakosti	Tvrdost zrna PSI %
Rheia	B	10–11	Sultan	A	13–15
Sulamit	E	11–13	Darwin	A	13–15
Baroko	B	11–14	Complet	A	13–16
Megas	B	11–15	Manager	A	13–17
Kodex	C	12–13	Akteur	E	14–16
Meritto	B	12–13,5	Globus	B	14–16
Alana	A	12–13,5	Barryton	A	14–16
Hedvika	B	12–13,5	Kerubino	A	14–16
Mulan	A	12–14	Bohemia	A	14–16
Pitbull	B	12–14	Orlando	B	14–16
Buteo	B	12–14	Dromos	C	14–16,5
Sakura	C	12–15	Heroldo	C	14–17
Caphorn	B	12–15	Vlasta	B	15–16
Drifter	B	12–15	Bakfis	A	16–18
Ilias	A	13–14	Apache	B	16–18
Ebi	A	13–14	Eurofit	A	17–20
Biscay	C	13–14,5	Rapsodia	C	20–23
Florett	C	13,5–14,5	Samanta	B	22–26
Ludwig	E	13,5–15,5	Mladka	C	23–26
Svitava	B	13–15	Simila	C	24–26
Cubus	A	13–15	Etela	C	24–27
Batis	A	13–15	Herman	C	24–27
Banquet	A	13–15	Clarus	C	28–31

pred
Nurelle D
není úniku!

Nurelle D spolehlivě hubí přenašeče viróz v obilninách (mšice, křísi, a další.)

Přípravek má dlouhodobou biologickou účinnost v porostu, reziduálně hubí další nálety škůdců.

Fumigačním efektem zasáhne i skryté škůdce pod listy.

Dow AgroSciences

Doplnějte informace: tel. 602 275 038

Garland
FORTE

Vynikající poměr ceny a účinku!

Nejlepší
proti výtržku obilnin
a výtržku plavivému

Výborná účinnost!

Výdrol obilnin: 0,4 - 0,6 l/ha
Pýr plazivý: 1,2 - 1,5 l/ha

Možnost aplikace již od děložních listů řepky ozimé!

Dow AgroSciences

Další informace: 602 275 038

Fyzikálně-chemickou stavbu endospermu zrna pšenice lze charakterizovat tzv. tvrdostí zrna. Metoda AACC 55-30 Index velikosti částic pro pšenici je založena na uzančném drcení zrna a na třídění meliva na síť 0,075 mm (Williams, Sobering 1986). Množství propadu sítem vyjadřuje stupeň tvrdosti. Menší množství propadu meliva znamená, že zrno se rozmělnilo na větší množství větších částic, které zůstaly na síti. Tento stav je typický pro určitou vnitřní stavbu endospermu a je označován jako tvrdý endosperm. V klasifikační stupnici jsou tvrdší stupně s nižšími hodnotami PSI % (tab. 1). Naopak u měkkého zrna dochází k rozpadu endospermu mnohem snadněji. Částice jsou drobnější. Podíl frakcí větších částic je nízký. U měkkého zrna je vyšší podíl propadu, který je vyjádřen vyšší hodnotou PSI %.

U přístrojů měřících v blízké infračervené oblasti (NIR), u kterých je nakalibrována tvrdost, jsou výsledky uvedeny v odlišné stupnici 0–100 %. Úroveň hodnot je v opačném významu stupně tvrdosti než u přímé metody PSI. Zde vyšší procentické hodnoty vyjadřují vyšší tvrdost endospermu. U odrůd českého sortimentu se hodnoty pohybují v rozmezí 35 % (měkké) až 55 % (tvrdší genotypy).

Tab.1. Stupnice relativní tvrdosti (podle AACC 55-30)

Kategorie	PSI %
Extra tvrdá	pod 7
Velmi tvrdá	8 – 12
Tvrdá	13 – 16
Středně tvrdá	17 – 20
Středně měkká	21 – 25
Měkká	26 – 30
Velmi měkká	31 – 35
Extra měkká	nad 35

Materiál a metody

Stanovení tvrdosti zrna bylo provedeno metodou AACC 55-30 Index velikosti částic "Particle size index for wheat hardness" (PSI) (Williams, Sobering 1986). Ke stanovení se použije vyčištěná

pšenice o vlhkosti 11–13 %. K přípravě šrotu je určený laboratorní mlýnek firmy Perten LM 3303 vybavený hlavou č. 2. Semele se 22–23 g zrna pšenice. Navážka šrotu činí 10 g. Prosévá se na síti s otvory 0,075 mm 10 min. s použitím čističů síti. Propad pod sítem se zváží. Hodnota PSI se vypočítá:

$$\text{PSI \%} = (\text{hmotnost propadu pod sítem } 0,075 \text{ mm (g)} / \text{hmotnost vzorku (g)}) \times 100$$

Laboratoř zkoušení jakosti obilovin na České zemědělské univerzitě v Praze má k dispozici laboratorní vybavení pro simulaci přípravy a zpracování zrna mlýnskou technologií. Příprava zrna spočívá v čištění, loupání, nakrápění a dokropení. Vlastní mletí a výroba mouky je zajišťována na laboratorním mlecím automatu Bühler MLU 202.

Mletí probíhá ve dvou sekcích válců a vysévačů. Každá sekce je rozdělena na tři části s odlišnými podmínkami mletí a třídění meliva na sítěch. Pneumatickou dopravou přichází zrno a melivo nejprve na rýhované válce – šrotové chody. Mezera mezi válci je vlevo větší než napravo. Válce jsou rozděleny na tři úseky, ve kterých je odlišné rýhování válců a rozdílná mezera mezi nimi. Podobné uspořádání je i na pravé straně mlýna – na vymílacích chodech, kde jsou oba válce hladké a mezera mezi válci se postupně zmenšuje. Při mletí zrno postupuje od levé strany. Mezi válci je zrno drceno a vzniklé melivo je tříděno na sítěch určité velikosti ok. Propad tvoří určitou velikostní frakci – pasážní mouku. Přepad pneumaticky pokračuje na další úsek válců a celý proces se opakuje. Na levé straně jsou zachyceny tři frakce šrotových mouk, na pravé straně tři frakce vymílacích mouk a dále se ještě zvlášť oddělí hrubý (otruby) a jemný přepad (drobnější částice obalových vrstev). Celková výtěžnost mouk na tomto mlecím automatu se pohybuje v rozmezí 63–70 % v závislosti na odrůdě a vlastnostech zrna pšenice. Typové mouky se míchají podle metodiky bývalého VÚ mlýnského průmyslu Praha (ŠM – šrotová mouka, VM – vymílací mouka). Pšeničná mouka:

$$\text{T 530: } \frac{\text{ŠM I,II,III, VM I: ((hmotnost VM (g) + hmotnost JO (jemné otruby) (g)) / hmotnost vzorku (g)) \times 100 (\%)}$$

Tab. 3 Výtěžnost mlýnských produktů na laboratorním mlecím automatu Bühler MLU 202 (Nechanice 2006, Krejčířová L.)

Odrůda	Pekařská jakost	Tvrdost PSI %	výtěžnost (%)					
			mouky	ŠM	VM	HO	JO	krupice
Meritto	B	11,6	78,1	24,1	54,0	20,4	10,8	64,8
Sulamit	E	12,1	65,7	18,6	47,1	22,6	12,5	59,6
Ilias	A	12,4	71,4	19,3	52,4	19,9	9,8	62,2
Semper	C	12,5	71,4	19,0	52,4	20,9	9,7	62,1
Alibaba	A	12,6	72,0	22,5	49,5	21,0	8,8	58,3
Ebi	A	12,9	71,4	22,7	48,7	20,7	9,6	58,3
Versailles	C	12,9	74,6	23,2	51,4	19,9	8,0	59,3
Ludwig	E	13,2	71,7	20,0	51,7	20,9	8,7	60,4
Corsaire	C	13,6	72,0	21,5	50,5	20,3	8,7	59,3
Apache	B	14,2	73,0	23,2	49,8	21,4	7,1	56,9
Rapsodia	C	19,9	67,7	24,8	42,9	25,2	5,5	48,3
Samanta	B	22,0	67,7	25,7	42,0	26,6	7,3	49,3
Mladka	C	25,5	64,2	27,6	38,5	29,1	5,5	43,9
Šárka	B	26,6	63,5	27,0	36,5	28,7	8,3	44,8
Clarus	C	29,3	67,9	29,5	38,4	26,4	7,0	45,3

ŠM – šrotová mouka, VM – vymílací mouka

HO – hrubé otruby, JO – jemné otruby

Tab. 4 Výtěžnost mlýnských produktů na laboratorním mlecím automatu Bühler MLU 202 (Uhríněves 2007, Petr J.)

Odrůda	Pekařská jakost	Tvrlost PSI %	výtěžnost (%)					
			mouky	ŠM	VM	HO	JO	krupice
Mulan	A	11,2	65,5	17,6	47,9	23,2	11,3	59,2
Sakura	C	11,2	68,5	17,9	50,6	23,1	9,3	59,9
Sulamit	E	12,1	62,5	16,1	46,4	26,1	12,4	58,8
Buteo	B	12,6	65,4	19,3	46,1	23,5	11,4	57,5
Florett	C	12,9	68,5	17,9	50,6	23,3	9,1	59,7
Barryton	A	13,0	69,6	20,4	47,5	21,9	11,1	58,6
Bohemia	A	13,0	66,9	17,2	49,7	23,5	12,7	62,3
Anduril	A	13,1	67,4	18,2	49,2	23,1	9,8	59,1
Kerubino	A	14,3	70,8	22,9	47,9	23,5	7,9	55,8
Dromos	C	16,0	69,1	25,5	43,6	23,6	8,2	51,8
Eurofit	A	16,3	67,3	21,5	45,8	24,0	8,7	54,5
Simila	C	23,8	65,2	20,9	44,3	30,2	6,5	50,8
Etela	C	25,4	62,9	23,7	39,2	28,1	7,0	46,2
Mladka	C	26,0	64,9	27,7	37,2	29,9	4,9	42,1

Stanovení energie potřebné k mletí zrna (GME) bylo provedeno na přístroji HR 2672/mini ve Sladařském ústavu VÚPS v Brně. Mletí probíhalo na laboratorním mlýnku SJ 200 při navážce vzorku 10 g zrna. Spotřeba energie byla vyhodnocena speciálním softwarem.

Výsledky a diskuze

Tvrlost zrna je určovaná především genetickými předpoklady odrůd, i když v jednotlivých letech dochází k určitému posunu vlivem ročníku a agroekologických podmínek. Tím dochází k dílčímu posunu úrovně tvrdosti všech odrůd v daných podmínkách. Z tabulky 2 jsou patrné odrůdové rozdíly i skutečnost, že většina odrůd má hodnoty tvrdosti v úzkém rozmezí 11–14 PSI % a další odrůdy 13–16 PSI %. Ve skupině 15–18 PSI % došlo v posledních letech k rozšíření počtu odrůd. Menší zastoupení je u měkkých odrůd nad 21 PSI %, které jsou většinou charakterizovány nepekařskou jakostí C. Přes tuto tendenci nelze jednoznačně určit souvislost mezi kvalitní pekařskou jakostí odrůd a vyšší

tvrdostí, protože pekařská kvalita je dána širším komplexem vlastností. Přesto tvrdost predikuje určité předpoklady zrna především pro průběh mletí a příp. i pro pečení pečiva (výtěžnost mlýnských výrobků, mechanické poškození škrobu, zastoupení bílkovinných frakcí a následné vlivy na průběh pečení).

Při zpracování zrna pšenice ve mlýně je požadováno postupné vymílání endospermu. Tento proces probíhá ve větším počtu opakujících se pracovních operací mletí a třídění meliva. Při otevření zrna a při jeho rozmělnění na počátku zpracování (šrotové pasáže) je výhodné dosáhnout většího podílu hrubších částic, tj. co nejvíce krupic. Při následném luštění krupic probíhá jejich drcení na jemnější podíly. Zde se uplatňuje zmíněná fyzikálně-chemická stavba endospermu zrna. Zatímco pšenice s měkkým endospermem se intenzivně rozmělní hned na začátku zpracování, zrno s tvrdším endospermem se vyznačuje vyšším podílem krupic z předních chodů a jejich postupným vymíláním (tab. 3, 4). Mletí a rozbor meliva byly provedeny na pracovišti ČZU kolektivem

Tab. 5 Spotřeba elektrické energie při uzančném laboratorním rozmělnění zrna pšenice (VÚPS, Psota V., Vejražka K. 2005)

Odrůda (pekařská jakost)	Tvrlost	Lokalita	GME	Průměr GME Odrůda / lokalita	Průměr GME odrůda
	PSI %		J . 10 g ⁻¹	J . 10 g ⁻¹	J . 10 g ⁻¹
Globus (B)	14–16	Čáslav	203,90	192,9	189,1
		Čáslav	189,38		
		Čáslav	185,48		
		Oblekovice	185,34		
		Oblekovice	188,14		
Rheia (B)	10–11	Oblekovice	182,44	185,3	165,6
		Čáslav	179,84	170,8	
		Čáslav	168,94		
		Čáslav	163,74		
		Oblekovice	159,60	160,4	
		Oblekovice	163,84		
Oblekovice	157,64				
Samanta (B)	22–26	Čáslav	138,44	138,7	136,7
		Čáslav	135,82		
		Čáslav	141,98		
		Oblekovice	138,66	134,7	
		Oblekovice	133,10		
		Oblekovice	132,32		

autorů tohoto příspěvku a jsou publikovány se souhlasem Krejčířové L. a Petra J., pro které byly práce provedeny.

Z výsledků výtěžnosti jednotlivých mlýnských produktů při mletí vyplývá, že v rozmezí tvrdosti zrna 11–14 PSI % jsou charakteristiky mletí podobné. Většinou je vyšší celková výtěžnost mouk, vymílacích mouk a krupic. To jsou mlýnářsky příznivé vlastnosti zrna pšenice pro zpracování ve mlýně. V obou sledovaných souborech odrůd se odlišovala odrůda Sulamit, která se vyznačovala nižší celkovou výtěžností mouky, protože část endospermu ulpěla na otrubách a tím se zvýšil podíl otrub. Měkké odrůdy (nad 16 PSI %) se při mletí chovaly opačně.

Struktura endospermu ovlivňuje také energetickou náročnost při mletí zrna. Zrno měkkých partií pšenice potřebuje k mletí výrazně méně energie než partie vyznačující se tvrdým zrnem. Zde se střetává zájem dosažení určité kvality výrobků a pohled spotřeby energie. Z výsledků výtěžností mouk jednoznačně vyplývá, že z ekonomického a jakostního hlediska je nutné vybírat partie z odrůd pšenice s vysokou výtěžností vymílací mouky a krupic. Takové zrno se vyznačuje tvrdým endospermem (podle kategorií metody PSI). Nižšími výtěžnostmi sledovaných mlýnských produktů se vyznačují odrůdy s nepekařskou jakostí skupiny C. Pro mlýnské zpracování jsou méně vhodné odrůdy pšenice s jinak dobrými pekařskými vlastnostmi, které mají měkčí endosperm vyjádřený stupněm tvrdosti přibližně nad 16 PSI %. Při mletí se chovají jako ostatní měkké odrůdy, tj. s nižší výtěžností žádaných produktů.

Ve Sladařském ústavu VÚPS byla na laboratorním zařízení pokusně změřena spotřeba energie potřebná na rozemletí 10-ti g zrna pšenice.

Literatura

- Devaux, M. F. (1998): Particle size distribution of break, sizing and middling wheat flours by laser diffraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 78, s. 237–244
- Glenn, G. M., Zoubce, F. L., Pitts, M. J. (1991): Fundamental Physical Properties Characterizing the Hardness of Wheat Endosperm. *Journal of Cereal Science*, 13, s. 179–194
- Koeksel, H., Atli, A., Oezkaya, H., Demir, Z. (1993): Comparison of Physical Properties of Wheat and NIR Spectroscopy Hardness Value for Prediction of Semolina Yield. *Journal of Agriculture and Forestry*, 17, s. 821–830
- Williams, P. C., Sobering, D. C. (1986): Attempts at standardization of hardness testing of wheat. I. The grinding/sieving (particle size index) method. *Cereal Foods World* 31, s. 359

Poděkování

Příspěvek byl zpracován na základě projektů NAZV MZe ČR 1G58076 a výzkumného záměru MŠMT MSM 6046070901. Autoři děkují spolupracovníkům uvedeným u tabulek za umožnění zveřejnění těchto výsledků, které byly naměřeny při společných projektech. *Recenzováno*

Adresa autora: famera@af.czu.cz

Hodnocení kvality zrna vybraných vzorků netradiční pšenice a bezpluchého ječmene

(Grain quality assessment of non-traditional wheat samples and barley samples with hullless grain)

Vaculová Kateřina, Jirsa Ondřej, Martinek Petr, Balounová Marta
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn

Obohacení pšeničných výrobků o látky se zdravotně příznivým vlivem na lidský organismus prostřednictvím přidavku surovin, zejména zrnin s vysokým obsahem vlákniny potravy, vitaminů, antioxidantů a dalších biologicky aktivních látek, je často limitováno jejich nevhodnými technologickými vlastnostmi. Výsledky porovnání vybraných genetických zdrojů pšenice s netradičním zabarvením zrna a ječmene jarního s bezpluchým zrnem ukázaly, že mezi studovanými zdroji jsou výrazné rozdíly v chemickém složení, technologických i reologických parametrech. Tyto rozdíly predikují odlišné možnosti využití studovaných obilnin v pekárenství a pečivárenství.

Klíčová slova: Zdravá výživa, pšenice, ječmen, chemické složení, reologie

Summary

Enrichment of wheat products with substances exhibiting health preventive effects on the human organism through adding raw materials, especially grain crops with high content of dietary fibre, vitamins, antioxidants and other bioactive compounds is often limited by their undesirable technological properties. Results of comparison of selected wheat genetic resources with different grain colour and spring barley with hullless grain showed that in the resources examined there are strong differences in chemical composition, technological and rheological parameters. These differences predict different options of exploiting the studied cereals in bakery and biscuit production.

Key words: Health human nutrition, wheat, barley, chemical composition, rheology