

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 pečivářství.

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

Úvod

Snaha o zvýšení nutriční hodnoty komerčních pekařských i pečivářských výrobků je celosvětovým trendem. Využití nejrůznějších surovin se zvýšeným obsahem nutričně významných složek potravy jako přísady k pšeničné mouce umožňuje vyvíjet stále širší sortiment výrobků s pozitivními zdravotními účinky na lidský organismus, a má proto velký vliv na rozšíření konzumace takto obohacených produktů mezi spotřebiteli různých věkových skupin (Romero-Baranzini et al. 2007).

K nejvíce limitovaným složkám hladké pšeničné mouky patří vláknina potravy, dále je zde nízké zastoupení některých skupin vitamínů, antioxidantů a dalších biologicky aktivních látek. Ječmen je jednou z perspektivních potravinářských surovin pro vysoký obsah rozpustné vlákniny a zvýšený obsah polyfenolických látek s antioxidačními účinky (Newman a Newman 2008). Jeho využití v pekárství však omezuje strukturální složení bílkovinného komplexu s fyzikálně-chemickými vlastnostmi nevhodnými pro výrobu kynutých těst. Zvýšený obsah a odlišné složení bílkovin, rozdílný obsah vitamínů i látek s antioxidační účinností (zejména ze skupiny flavonoidů) mají i jiné typy pšenice (špalda, dvouzrnka a další) nebo některé specifické genetické zdroje pšenice seté (Abdel-Aal et al. 2006, Martinek et al. 2006, Pennington 2002, Laknerová et al. 2010, aj.). Zahraníční publikace s výsledky využití ječmene a jiných netradičních zrnin k přípravě cereálních výrobků s příznivým vlivem v prevenci diabetu, kardiovaskulárních a dalších civilizačních chorob se začaly hojněji objevovat v posledních 20 letech. Současný přehled původních prací potvrzuje, že toto téma začíná nabývat na významu i v tuzemsku a přilehlém zahraničí (Gavurníková et al. 2010, Švec a Hrušková 2010, Martinek et al. 2010).

U pšenice existuje celá řada ukazatelů, podle jejichž úrovně lze předpokládat, jakou kvalitu bude mít vyrobené pečivo. Tyto informace zatím u jiných druhů obilnin (např. ječmene) nebo odlišných genetických zdrojů pšenice chybí nebo jsou neúplné.

Příspěvek si klade za cíl podat první informaci o technologických charakteristikách a chemickém složení zrna vybraných genetických zdrojů bezpluchého ječmene jarního a pšenice s netradičním zabarvením obilky pro jejich perspektivní pekářské nebo pečivářské a rovněž případné šlechtitelské využití.

Materiál a metodika

Vybrané genetické zdroje ječmene jarního a pšenice seté byly pěstovány standardní pěstební technologií v polních podmínkách lokality Kroměříž v letech 2008/2009. Byly použity následující materiály:

Ječmen jarní s bezpluchým světlým zrnem (tuzemská odrůda AF Lucius a nové šlechtitelské linie KM 2084, KM 2283 a KM 1057) a genetický zdroj Nudimelanocrithon (původem z Etiopie) s černým zabarvením obilky, daným vysokým obsahem anthokyanů (Vaculová et al. 2008).

Pšenice setá (ozimá i jarní formy) s rozdílným zabarvením zrna: a) červené a modré zabarvení obilky (dané přítomností anthokyanů a dalších fenolických sloučenin – Martinek et al. 2010): jarní (ANK-28B, Konini, Abissinskaja arrasajta – purpurový perikarp; UC66049 – modrý aleuron); ozimá (RU440-6 – modrý aleuron),

b) se žlutým zrnem (přítomnost barviv lutein, zeaxantin a zejména vyšší obsah beta-karotenů): ozimé odrůdy Citrus a Bona Dea.

Vzorky zrna byly pomlety v souladu s metodikami pro následné analýzy na laboratorním mlýnku Perten Laboratory Mill

3100 (šrot), mlýnku Brabender Sedimat a mlýnku Brabender Junior (frakce mouka a otruby). Jako kontrolní porovnávací vzorek byla použita standardně vymletá hladká mouka světlá (firma PENAM, Kroměříž).

Chemické analýzy: byl stanoven obsah minerálních makroprvků (P-spektrofotometricky, K, Ca, Mg – plamenovou AAS podle Zbíral et al. 2005), škrobu (ČSN EN ISO 10520), N-látek (N_{x5,7} – ICC Standard No. 167), obsah beta-glukanů (kitem fy Megazyme – K-BGLU 04/06) a poměr amylosy a amylopektinu (enzymatickou kolorimetrickou metodou – K-AMYL 04/06).

Technologické analýzy: přeпад na síť (2,5 a 2,2 mm v %) a objemová hmotnost (v g.l⁻¹ – ČSN ISO 7971-2), číslo poklesu (v s – ČSN EN ISO 3093), Zeleného test (v ml – ČSN ISO 5529), obsah mokrého lepku v sušině (v % v suš.) a gluten indexu (GI podle ICC Standard No. 155).

Regulované vlastnosti: měřením na farinografu (ICC Standard No. 115/1) při zadělání mouky vodou na konzistenci 500 FU (FU – farinografická jednotka). Zde byly hodnoceny následující ukazatele: vaznost vody, doba vývinu těsta, farinografická stabilita, stupeň změknutí těsta a farinografické číslo kvality.

Výsledky byly zpracovány metodou analýzy hlavních komponent za využití programu Statistica 8.0 (StatSoft, Inc.).

Výsledky a diskuse

Průměrné chemické složení zrna pšenice a ječmene, až na obsah beta-glukanů (Tab. 1), se výrazně nelišilo, i když víceleté výsledky jistě umožní detekovat průkazné diference mezi jednotlivými studovanými materiály. Všechny testované pšenice vyhovovaly požadavkům normy na jakost pekářské pšenice z hlediska obsahu N-látek. Také vzorky ječmene měly poměrně vysoký obsah N-látek, zejména genetický zdroj Nudimelanocrithon, který patří do „core“ kolekce, vedené při Genové bance ČR (Milotová 2009 – písemné sdělení), právě díky tomuto znaku. I když obsah škrobu byl nejvyšší u dvou odrůd pšenice Citrus a Bona Dea, odrůda bezpluchého ječmene AF Lucius se jim obsahem škrobu velice přibližovala (66 %).

Nejvýraznější odlišností vzorků ječmene oproti pšenici je vysoký obsah beta-glukanů. Tyto neškrbové polysacharidy, které u ječmene tvoří hlavní stavební látku buněčných stěn, byly v průměrném vzorku ječmene téměř 7 x vyšší než u pšenice (0,7 vs. 4,7 %). Nejvyšší průměrný obsah beta-glukanů (7 %) byl zjištěn v zrně nové linie KM 2084. Hodnocení obsahu celkové, nerozpustné a rozpustné vlákniny potravy v zrně studovaných materiálů pšenice a ječmene prokázalo, že právě linie KM 2084 se vyznačuje nejvyšším obsahem požadované rozpustné složky vlákniny (Paulíčková 2009 – písemné sdělení). Uvedená linie ječmene byla proto v roce 2010 zařazena 1. rokem do registračních zkoušek ÚKZÚZ.

Obsah makroprvků fosforu, draslíku a vápníku byl v průměru u ječmene mírně zvýšený oproti pšenici a zejména v případě P a K se tato diference ukazuje jako charakteristická pro ječmen. Poměr dvou základních polymerů škrobu, amylosy a amylopektinu, významně ovlivňuje některé fyzikálně-chemické vlastnosti škrobu a jeho stravitelnost. U obou studovaných druhů ale nebyly v souboru zastoupeny materiály s nestandardním složením škrobu, a proto mezi nimi nebyly zjištěny významné diference, které by mohly ovlivnit chování mouky při dalším technologickém zpracování.

Technologické ukazatele

Podle ČSN 461100-2 (2001) jsou minimální požadavky na kvalitu zrna pšenice pro pekářské využití stanoveny obsahem

Tab. 1 Chemické analýzy zrna pšenice a ječmene

Označení	N-látky	škrob	β-glukany	P	K	Ca	Mg	amylosa/ amylopektin
RU 440-6	13,2	62,4	0,6	0,33	0,42	0,042	0,102	25,4
UC 66049	16,6	57,2	0,7	0,40	0,42	0,059	0,123	24,1
Konini	15,8	63,6	0,6	0,38	0,47	0,056	0,122	26,3
Abissinskaja arrasajta	15,2	64,3	0,7	0,34	0,43	0,063	0,121	26,8
ANK 28B	16,2	64,3	0,7	0,39	0,45	0,054	0,119	23,4
Citrus	12,4	68,7	0,8	0,37	0,51	0,053	0,111	27,9
Bona Dea	13,5	66,7	0,8	0,35	0,40	0,055	0,098	24,2
průměr pšenice	14,7	63,9	0,7	0,37	0,44	0,05	0,11	25,4
KM 1057	13,9	59,9	3,4	0,50	0,55	0,067	0,120	19,4
AF Lucius	12,8	66,0	4,7	0,47	0,56	0,048	0,098	23,5
KM 2084	14,0	63,1	7,0	0,50	0,53	0,051	0,109	23,3
KM 2283	13,5	64,3	6,2	0,47	0,58	0,050	0,096	22,7
Nudimelanocrithon	16,9	54,6	6,3	0,53	0,56	0,077	0,122	19,9
průměr ječmene	14,3	62,0	4,7	0,47	0,54	0,06	0,11	22,4

Tab. 2 Minimální požadavky na zařazení odrůd do skupin jakosti

Jakostní skupina	E – elitní	A – kvalitní	B – chlebová
Objemová výtěžnost (ml)	530	500	470
Obsah hrubých bílkovin (%)	12,6	11,8	11,0
Zeleného testu (ml)	49	35	21
Číslo poklesu (s)	286	226	196
Objemová hmotnost (g.l ⁻¹)	790	780	760
Vaznost mouky (%)	55,4	53,2	52,1
Zdroj: ÚKZÚZ (2010)			
Pozn.: Objemová výtěžnost = Rapid Mix Test			

N-látek (11,5 %), objemovou hmotností (760 g.l⁻¹), číslem poklesu (220 s) a hodnotou Zeleného sedimentačního testu (30 ml). Při zařazování odrůd pšenice do tříd podle kvality jsou uvedené požadavky ještě dále diferencovány (Tab. 2). Pro samostatné zpracování na kynuté pekařské výrobky jsou obecně vhodné odrůdy kategorie A. Odrůdy z jakostní skupiny B se používají ve směsích a naopak skupiny E jsou využívány jako zlepšovadla.

Jedním ze základních ukazatelů mlýnské kvality je objemová hmotnost (OH). Všechny vzorky pšenice splňovaly minimální požadavek na hodnoty OH, kromě vzorku Abissinskaja arrasajta (Tab. 3). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u jarních forem pšenice s purpurovým perikarpem zrna ANK 28B a Konini.

Objemová hmotnost u vzorků ječmene kolísala od 733 g.l⁻¹ (linie KM 1057) po 832 g.l⁻¹ (KM 2084), kdy nejvyšší hodnoty byly srovnatelné s nejlepšími vzorky pšenice. Bezpluchý ječmen má, na rozdíl od pluchatého ječmene, vysokou OH, avšak tento ukazatel nelze jednoznačně spojit s výtěžností mouky, jak prokázaly naše předchozí výsledky (Vaculová a Erban 2000). U ječmene je výtěžnost mouky významně ovlivněna tvrdostí zrna a přítomností buněčných stěn, které ztěžují vymílání zrna.

Důležitým technologickým ukazatelem u pšenice je aktivita amylolytických enzymů obsažených v endospermu zrna, která se vyjadřuje číslem poklesu. Normální amylolytické aktivity odpovídají hodnoty cca 220–280 s, podle praktických

zkušeností se za optimální považuje užší rozmezí mezi 220–250 s. Obdobně, jak zjistili Burešová et al. (2010) u vzorků pšenice seté ze sklizňového roku 2009 v rámci monitoringu na území České republiky, tak i sledované vzorky pšenice s barevným zrnem (ze stejného sklizňového ročníku) vykazovaly vysoké hodnoty čísla poklesu a dokonce tři materiály (Konini, Abissinskaja arrasajta a UC66049) se pohybovaly za nebo na hranici maximální hodnoty tohoto parametru, kdy je již zapotřebí zvýšit aktivitu přidávkem amylolytických enzymů.

Rovněž u ječmene může být číslo poklesu ukazatelem amylolytické aktivity. Obdobně jako u pšenice, byla enzymatická aktivita sledovaných vzorků ječmene většinou střední až vyšší, pouze v případě mouky ze zrna linie KM 1057 bylo průměrné číslo poklesu pod 220 s. Naopak v případě linie KM 2084 byla dosažena nejvyšší hodnota tohoto parametru (505 s), která svědčí o prakticky nulové aktivitě příslušných enzymů.

Pekárenskou kvalitu pšeničného zrna nejvýrazněji podmiňuje složení a struktura bílkovinné složky, která rozhodujícím způsobem ovlivňuje schopnost zadržovat plyny během kynutí těsta a tím následně strukturu a pórovitost střídy pečiva. Technologická jakost pšenice může být predikována na základě přítomnosti jednotlivých gluteninových a gliadinových podjednotek, jejichž vztah k technologické kvalitě je do značné míry znám (Payne 1987). Přesto, že se jedná o vlastnost silně geneticky podmíněnou, mnoho autorů poukazuje na to, že složení zásobních látek zrna a jejich struktura mohou být významně ovlivněny environmentálními faktory.

Výsledky Zeleného testu, který odráží množství a kvalitu lepkových bílkovin, ukázaly, že všechny pšenice, kromě genotypu Abissinskaja arrasajta, vyhověly v tomto ukazateli normě pro pekárenskou pšenici (min. 30 ml). Nejvyšší hodnoty Zeleného testu byly stanoveny u vzorků UC 66049 (70 ml) a Konini (51 ml). Výsledky zjištěné pro UC 66049 korespondují s údaji autorů Chňapek et al. (2010), kteří podle zastoupení vysokomolekulárních podjednotek gluteninů vypočetli právě nejvyšší Glu-skóre (= 10) u tohoto genotypu. Je ovšem zajímavé, že titíž autoři zjistili právě nejnižší hodnotu Glu-skóre (= 4) u genotypu Konini, který se v našem souboru podle výsledků Zeleného testu (51 ml) umístil na druhém místě. Pokud budeme

vycházet z poznatku, že sedimentační index je ze všech hodnocených technologických parametrů nejméně ovlivňován vlivem počasí (Burešová a Palík 2009), bylo by vhodné provést elektroforetické šetření, které by pomohlo objasnit, zda jsou oba genetické zdroje, vedené v kolekcích genetických zdrojů pšenice pod názvem Konini, totožné.

Hlavní odlišností pšenice oproti jiným obilninám je přítomnost zásobních bílkovin, které se během hnětení těsta přetvářejí v lepek. Jeho obsah a kvalita nejdůležitěji ovlivňují viskoelastické vlastnosti pšeničného těsta, a tím rozhodují o vhodnosti dané pšenice na výrobu kynutých pečárenských nebo nekynutých pečivárenských výrobků. K významným technologickým ukazatelům pšenice proto patří hodnocení obsahu a kvality lepku. Vzorky pšenice s netradičním zabarvením zrna měly obsah mokrého lepku různý. Vysoký obsah lepku byl stanoven u pšenice Konini, ANK 28B a bez ohledu na výsledky Zeleného testu i u vzorku Abissinskaja arrasajta. Nejnižší obsah lepku měla odrůda Citrus. Přesto, že se podle popisu odrůdy jedná o pšenici, která je řazena do jakostní kategorie A, hodnocený vzorek zrna minimální požadavky (Tab. 2) této kategorie nesplňoval.

Příhoda a Krejčířová (2010) jsou toho názoru, že hodnoty Gluten indexu (GI), který vyjadřuje míru agregace lepkových bílkovin, mohou dobře sloužit jako screeningové rozlišení pšenice v procesu šlechtění do skupin s vyhovující a nevyhovující pekařskou kvalitou. V našem souboru hodnocených pšenic ukazatel GI výrazně kolísá. Zatímco u genotypu Abissinskaja arrasajta se lepek kvalitou ukazoval jako slabý (GI = 19), u vzorku UC 66049 byl zjištěn velmi silný lepek (GI = 96) a k pšenicím se silným lepem patřila rovněž odrůda Citrus (GI = 84).

Zásobní bílkoviny ječmene (hordein) hnětením nevytvářejí lepek, a proto výše uvedené ukazatele nemohou být u ječmene hodnoceny. Dosažené výsledky ukazují, že i výše diskutované technologické parametry, které se stanovují u pšenice seté, nemají své opodstatnění u ječmene, případně jiných druhů obilnin. Zatímco u pšenice je například obsah dusíkatých látek v těsné korelaci s fyzikálními a chemickými vlastnostmi těsta, s jeho zpracovatelskými vlastnostmi a pečárenským potenciálem (Kulp a Ponte 2000), u dalších druhů obilovin, s odlišným zastoupením a skladbou základních bílkovinných frakcí, se touto charakteristikou řídit nemůžeme.

Reologické vlastnosti pšeničného těsta, zejména pružnost, tažnost a stabilita, ovlivňují výrobní operace v pekárnách a mají významný vliv na spotřebitelskou kvalitu pekařských výrobků. K základnímu vyhodnocení reologických vlastností se používá přístroj farinograf, který simuluje proces hnětení těsta. Při standardní zkoušce se sleduje chování těsta připraveného z mouky a vody na konzistenci 500 FU.

Hodnoty vaznosti vody v moukách a chování těsta (doba vývinu, stabilita a stupeň změknutí těsta) byly v našem souboru materiálů pšenice a ječmene porovnávány s běžnou komerční hladkou světlou moukou (Tab. 4). V případě vzorků pšenice korespondovaly dosažené výsledky s obecně známými vztahy a závislostmi, platnými pro běžné odrůdy pšenice seté. Souhrnné výsledky, vyjádřené farinografickým číslem kvality ukázaly, že za pekařsky slabou až střední mouku lze považovat mouku odrůdy Citrus, u které byla zjištěna velmi nízká tolerance ke hnětení a slabá odolnost proti přehnětení, bez ohledu na dosažené hodnoty GI. To je v souladu s názory které uvádějí Příhoda a Krejčířová (2010), že GI by tak mohl být používán jen k vyřazení extrémně špatného vzorku, protože neumožňuje přesnější predikci pekařské jakosti.

Ozimá pšenice RU 440-6 s modrým aleuronem patřila společně s komerční hladkou moukou (která vykazala v souboru pšenic nejvyšší pokles farinografické křivky) k pekařsky střední mouce. Ostatní materiály, zejména již výše zmíněné genetické zdroje Konini a UC066049, vykazovaly vysoké hodnoty sledovaných parametrů, což vede k závěru, že by jejich mouka mohla být posuzována jako silná až velmi silná.

Za minimálně rozporuplné lze označit výsledky u pšenice s purpurovým perikarpem Abissinskaja arrasajta, která se v některých parametrech ukázala jako pekařsky nevhodná, ale podle hodnocení reologických vlastností patřila k materiálům s dobrou úrovní farinografického čísla kvality (= 128). Zajímavá je rovněž nízká vaznost vody u tohoto materiálu při porovnání s farinograficky podobnou moukou zdroje ANK 28B, která je zřejmě způsobena rozdílnou vazností škrobu, danou rozdíly v tvrdosti zrna. Srovnání GI a Zeleného testu těchto dvou pšenic ukazuje také na rozdílnou kvalitu lepkových bílkovin.

Reologické vlastnosti těsta z ječné mouky byly hodnoceny stejnou metodikou se zaděláním na konzistenci 500 FU.

Tab. 3 Technologické ukazatele pšenice a ječmene

Označení	přepad	přepad	OH	číslo poklesu	Zeleného test	lepek	GI
	2,5 mm	2,2 mm					
	%		g.l ⁻¹	s	ml	% v suš.	
RU 440-6	99,2	–	770	286	43	31,1	67
UC 66049	79,9	–	766	373	70	32,4	96
Konini	68,0	–	828	461	51	40,5	40
Abissinskaja arrasajta	74,4	–	751	398	28	34,0	19
ANK 28B	60,6	–	831	239	43	35,8	75
Citrus	75,5	–	767	300	33	27,0	84
Bona Dea	91,9	–	788	332	50	31,9	67
KM 1057	8,3	73,6	734	218	–	–	–
AF Lucius	41,8	55,8	810	404	–	–	–
KM 2084	71,8	27,3	832	505	–	–	–
KM 2283	50,1	46,1	792	362	–	–	–
Nudimelanocrithon	76,9	20,8	733	273	–	–	–

Tab. 4 Farinografické hodnocení mouky

Označení	vaznost vody	doba vývinu těsta	stabilita	stupeň změknutí (12 min.)	farinografické číslo kvality
	%	min.	min.	FU	
pšen. mouka hladká	57,8	2,4	2,7	77	47
RU 440-6	59,5	3,0	5,1	66	73
UC 66049	60,4	20,0	17,7	0	200
Konini	61,5	8,2	25,8	20	300
Abissinskaja arrasajta	55,7	4,3	7,4	40	128
ANK 28B	64,9	4,8	8,4	51	112
Citrus	57,3	1,4	1,7	69	28
Bona Dea	61,2	2,7	18,2	14	200
KM 1057	68,1	1,8	10,6	79	20
AF Lucius	64,0	19,4	19,2	0	200
KM 2084	73,0	1,0	8,2	45	10
KM 2283	68,7	8,1	10,6	80	140
Nudimelanocrithon	71,8	3,5	3,1	159	43

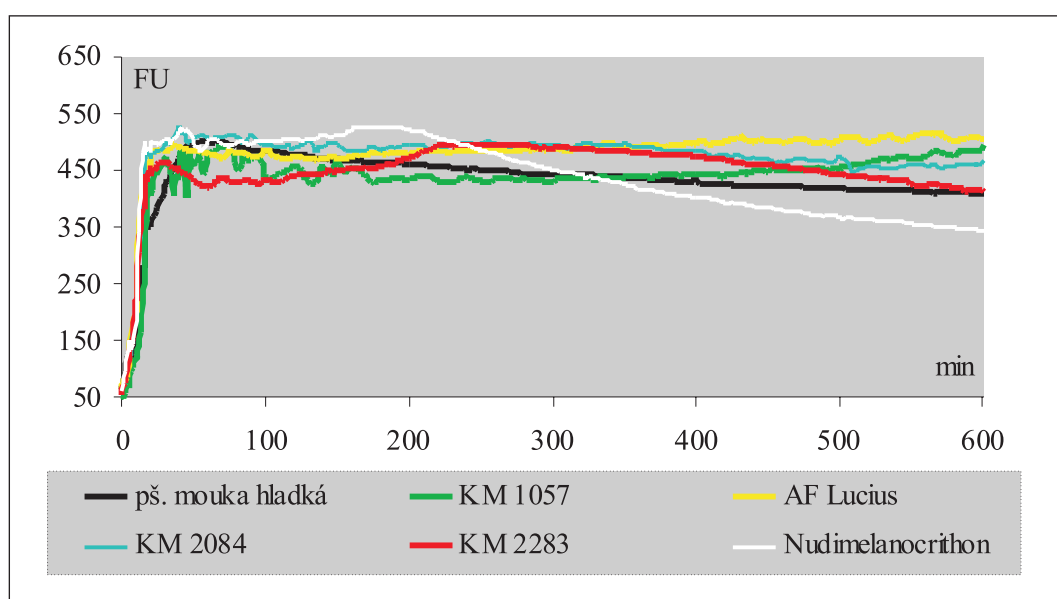
Vzhledem k odlišnému složení zásobních bílkovin ječmene však nelze jejich pekařskou kvalitu přímo srovnávat s pšeničnými moukami. Průběh farinogramů ječných mouk a pšeničné mouky hladké je ukázán na Obr. 1. Ječné mouky měly v průměru vyšší vaznost než pšeničné mouky, což zřejmě souvisí s přítomností beta-glukanů. Shodně s výsledky dosaženými u žita (Burešová et al. 2010), může být „vhodnost“ pro pekárenské využití u ječmene ovlivňována nejen bílkovinami, ale i přítomností neškrobových polysacharidů. Ty, obdobně jako pentosany u žita, mají značnou schopnost vázat vodu. Ostatní farinografické ukazatele rozdílných vzorků ječmene byly velmi variabilní. Stabilní strukturu těsta během hnětení vykazovala mouka odrůdy AF Lucius, která obdobně jako u UC66049 dosáhla minimální míry změknutí po 12 minutách hnětení.

Oba tyto materiály měly podobnou dobu vývinu těsta. Naopak genetický zdroj Nudimelanocrithon, bez ohledu na nejvyšší obsah N-látek, prokázal nejrychlejší pokles farinografické křivky.

Jednotlivé parametry farinografické křivky byly použity pro charakterizaci hodnocených genotypů metodou analýzy hlavních komponent. Na obr. 2 je znázorněna projekce případů do faktorové roviny prvních dvou komponent, které byly vypočteny ze souboru pšenice. Do získané roviny jsou navíc promítnuty ječmeny. První komponenta souvisí se silou mouky (síla roste vlevo). Druhá komponenta souvisí s vazností (vaznost roste dolů).

Závěr

Výsledky hodnocení vzorků pšenice s netradičním zabarvením zrna a bezpluchého ječmene ukázaly, že mezi studovanými genotypy, odlišnými z hlediska obsahu vitaminů skupiny B, barviv, polyfenolických látek s antioxidačními účinky a vlákniny potravy, existují rozdíly v chemickém složení, základních technologických ukazatelích i reologických charakteristikách. Chňapek et al. (2010) při studiu frakčního složení bílkovin a zastoupení jednotlivých HMW (high molecular weight, neboli vysokomolekulárních) gluteninových podjednotek našli mezi pšenicemi s netradičním zabarvením zrna rozdíly v Glu-skóre. Rovněž v našem hodnoceném souboru byly zastoupeny pšenice s velmi rozdílnými parametry technologické jakosti. Je užitečné pokračovat v hodnocení experimentálního souboru i v dalších letech a studovat změny požadovaných nutričních složek v průběhu technologického zpracování zrna.



Obr. 1 Srovnání středních křivek farinogramů ječných mouk a pšeničné mouky hladké

U ječmene byly potvrzeny závěry řady autorů, že samotné využití jeho mouky nebo dalších mlecích frakcí v pekárenství není bez vhodných pekařských přísadků reálné. V analogii s výsledky publikovanými u žita (Kulp a Ponte 2000) lze reálně očekávat, že přítomnost neškrobových polysacharidů (v daném případě beta-glukanů) bude mít, obdobně jako v případě pentosanů, pozitivní vliv na některé vlastnosti škrobu (nepřítomnost retrogradace během chlazení a skladování), což by mohlo ovlivnit dobu skladování nebo čerstvost pečiva. Dosažené výsledky prokázaly, že i mezi sledovanými materiály ječmene se standardním složením škrobu jsou rozdíly, které by mohly významně ovlivnit fyzikálně-chemické i senzorické vlastnosti cereálních výrobků s podílem ječné mouky.

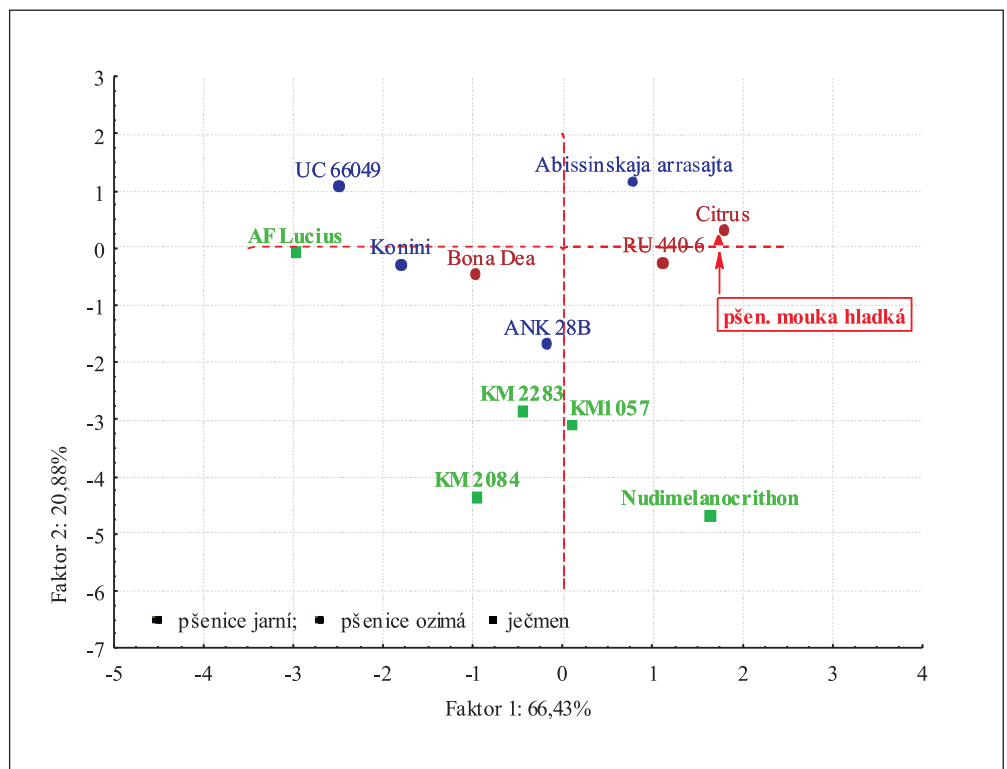
Poděkování

Příspěvek byl vypracovaný za podpory projektů MZe a MŠMT, evid. č. QI91B095 a MSM2532885901.

Vybraná použitá literatura (celý seznam je na vyžádání k dispozici u autorů)

- Abdel -Aal, E.-S., Young, J. C., Rabalski, I. (2006). Anthocyanin composition in black, blue, pink, and red cereal grains. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 4696–4704.
- Burešová I., Palík S. (2009). Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. *Obilnářské listy*, XVII,1: 11–14.
- Burešová I., Palík S., Sedláčková I. (2010). Kvalita pšenice a žita sklizně 2009. *Obilnářské listy*, XVIII, 1: 19–21.
- Gavurníková S., Mendel L., Havrlentová M., Zirkelbachová K., Bieliková M., Bojňanská K. (2010). Pekářská kvalita a reologické vlastnosti ječmennopšeničných múk. *Potravinářstvo*, 1, 4: 16–20.
- Kulp, K., Ponte, J. G. *Handbook of Cereal Science and Technology*. Second Edition, Revised and Expanded. New York, Marcel Dekker, Inc. 2000, 790 s.
- Martinek P., Coufalová O., Kurečka R., Nováková E., Mikulcová J. (2006). Netradiční barva obilok pšenice (*Triticum aestivum*, L.), její genetická podmíněnost a možnost využití v potravinářství. In *Nové poznatky z genetiky a šlechtění polnohospodářských rostlin*. Zborník z 13. vedeckej konferencie, Piešťany, VURV, s. 95–98.
- Chňápek M., Gálová Z., Tomka M., Rückschloss L. (2010). Nutriční a technologická kvalita farebných genotypů pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum* L.) *Potravinářstvo*, 1, 4: 16–20.

Obr. 2
Projekce případů do faktorové roviny v analýze hlavních komponent s využitím naměřených farinografických ukazatelů vzorků pšenice.



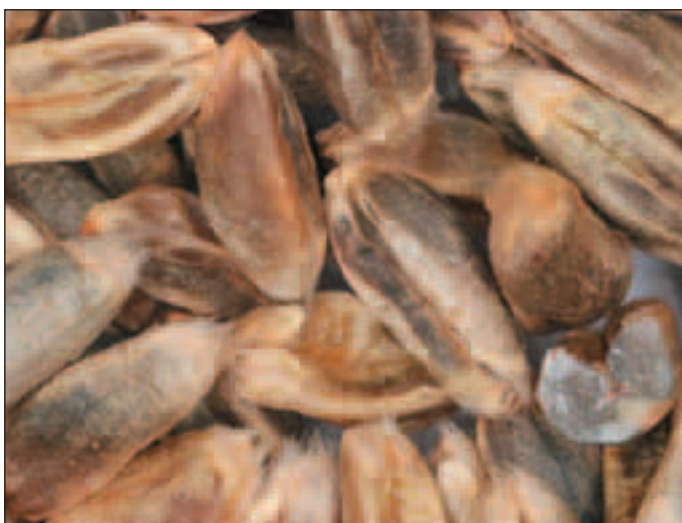
- Newman, R. K., Newman C. W. (2008). *Barley for food and health*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 9780470102497.
- Payne, P. I. (1987). Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 38: 141–153.
- Pennington J. A. T. (2002). Food composition databases for bioactive food components. *J. Food Comp. Anal.*, 15: 419–434.
- Romero-Baranzini A. L., Flores R., Rayas-Duarte P., Onwulata C., Garcia R. A., Yañez-Farias G. A., Falcon-Villa M. R. (2007). Dietary fiber and beta-glucan contents of extruded products prepared from barley blends with plantago and wheat bran. *AACC International Annual Meeting*, October 7–10, 2007. *Cereal Foods World* 52: A62.
- Svec I., Hruskova M. (2010). Evaluation of wheat bread features. *J. Food Eng.*, 99, 4: 505–510.
- Vaculova K., Erban V. (2000). A Complex of Hullless Barley Grain Fractions with Milk Starters for Food Additives Development. p. 300–303 in: *Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium*, 22–27. October 2000, Adelaide, Australia, vol. II, Contributed papers.
- Vaculová K., Prokeš J., Mikyška A., Milotová J. (2008). Use of barley with black hullless grain in human nutrition, 127–135 in: *Proceedings of 4th International Congress FLOUR – BREAD'07 and 6th Croatian Congress of Cereal Technologists*. J.J. Strossmayer University of Osijek, Croatia. Faculty of Food Technology, 505 s., ISBN 978-953-7005-15-3.
- Zbiral J. a kol. (2005). *Analýza rostlinného materiálu: jednotné pracovní postupy*. – Vyd. 2., rozš. a přeprac. – Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 192 s. ISBN 80-86548-73-2.
- Adresa autorů:
Ing. Kateřina Vaculová, CSc., Ing. Ondřej Jirsa, Ph.D., Ing. Petr Martinek, CSc., Ing. Marta Balounová, Agrotest fito, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž
e-mail: vaculova.katerina@vukrom.cz, Recenzováno



Obrázek vlevo nahoře: V zrnu s purpurovým perikarpem byly zjištěny deriváty katechinu a taninu (chalkon syntáza, chalkon isomeráza, flavono 3-hydroxyláza, dihydroflavonol 4-reduktáza) syntetizovanými v procesu biosyntézy flavonoidů. Obrázek ukazuje linii ANK-28A, která je součástí kolekce téměř izogenních linií, odvozených od jarní pšenice Novosibirskaja 67.

Obrázek vlevo dole: V zrnu s modrým aleuronem se vyskytují různé druhy látek antokyanové povahy (především delfinidin-3-glukosid, cyanidin-3-glukosid, delfinidin-3-rutinosid a cyanidin-3-rutinosid). Na obrázku jsou obilky ozimé pšenice RU 440-6, která je v současnosti zařazena třetím rokem v ekologických státních zkouškách v Rakousku.

Obrázek vpravo dole: Zrno ječmene obsahuje kromě vlákniny potravy všechny isomery tokolů a tokotrienolů, kyselinu listovou, biotin a další vitaminy skupiny B a rovněž polyfenolické látky (flavonoidy, kyselinu ferulovou, kumarovou, aj.). Na obrázku jsou obilky ječmene jarního AF Lucius, první české odrůdy ječmene s bezpluchým typem zrna.



Mazlavá a zakrslá sněť na ozimé pšenici

(Common and dwarf bunts on winter wheat)

Váňová Marie, Klemová Zuzana, Spitzerová Dagmar, Benada Jaroslav
Agrotest fyto, s.r.o, Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn

Cílem předložené práce bylo zjistit, jak vážné je nebezpečí výskytu sněti (*Tilletia tritici*, syn. *T. caries* a *Tilletia controversa*) v ČR. Byl proveden mikroskopický rozbor zrna ozimé pšenice (v průměru asi 300 vzorků ročně) odebrané od kombajnu v letech 2004–2009. Výsledky ukázaly, že obě sněti se v různém procentu vyskytují každoročně, přestože existuje možnost ochrany aplikací účinných mořidel. V práci jsou dále uvedeny výsledky hodnocení odolnosti odrůd ke sněti mazlavé a zakrslé (*Tilletia tritici* a *Tilletia controversa*) v polních pokusech. U sněti mazlavé bylo použito infikované osivo, u sněti zakrslé bylo sledování provedeno na pozemku s pravidelným výskytem choroby. Mezi jednotlivými odrůdami byly zjištěny značné rozdíly, přestože napadení nebylo ve sledovaných letech stejné. Velmi závažné je zjištění, že odrůdy, které jsou u nás nejvíce pěstované (Mulan, Acteur), byly těmito sněťmi napadány stejně silně, jako tomu bylo v minulosti u odrůdy Ebi. Pěstování vysoce náchylných odrůd vyžaduje velkou pozornost ze strany ochrany, neboť to může vyvolávat vysoký infekční tlak, který se projeví v opakovaných výskytech sněti. I to může být jednou z příčin stabilního výskytu sněti v našich podmínkách.

Na druhé straně bylo zjištěno, že i v roce 2009 (s vysokým výskytem sněti v pokusech) bylo několik odrůd napadeno jen velmi málo. Toho lze využít ve šlechtění i při organickém způsobu pěstování ozimé pšenice.

Klíčová slova: ozimá pšenice, sněť mazlavá (*Tilletia tritici* syn. *T. caries*), sněť zakrslá (*Tilletia controversa*)