

Maloobjemové obiloviny - významné zdroje nutričně cenných látek pro využití v potravinářství

(Minority cereals – important sources of nutritive valuable substances for food application)

Laknerová I.¹, Vaculová K.², Mašková E.¹, Holasová M.¹, Fiedlerová V.¹, Winterová R.¹,
Ouhračková J.¹, Dvořáček V.³, Martinek P.²

¹Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Praha, ²Agrotest fyto s.r.o., Kroměříž,

³Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Souhrn: Konzumace potravin s vysokou nutriční denzitou je základem pro podporu a ochranu našeho zdraví. Ke zlepšení výživové bilance české populace lze přispět i začleněním vybraných maloobjemových obilovin s vyšší nutriční hodnotou do výroby zejména pekařských výrobků. Ve vzorcích zrna třech genotypů pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) s netradiční barvou zrna, dvou genotypů pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccum* Schrank) a dvou materiálů ječmene jarního s bezpluchým typem zrna (*Hordeum vulgare* L.), pěstovaných v polních podmínkách lokalit Kroměříž a Praha-Ruzyně v letech 2010-2012, byly sledovány obsahy vitaminů skupiny B (thiaminu - B1, riboflavinu - B2, niacinu - B3, pyridoxinu - B6, kyseliny pantothenové - B5), vitaminu E, celkových polyfenolů, celkových karotenoidů a dále celkové, rozpustné a nerozpustné vlákniny potravy. Nejbohatším zdrojem většiny analyzovaných nutričních faktorů byla nová linie bezpluchého ječmene jarního s označením KM 1057. Analýza variance ukázala, že většina sledovaných faktorů (tzn. odrůdy/linie, lokality a ročníky) byla statisticky vysoce významným zdrojem proměnlivosti hodnocených nutričně významných látek. Získaná data jsou podkladem pro cílené uplatnění nutričně zajímavých netradičních forem obilovin zejména v pekárenské a pečivářské výrobě.

Klíčová slova: pšenice setá, pšenice dvouzrnka, bezpluchý ječmen, barva zrna, vitaminy, polyfenoly, karotenoidy, vláknina potravy

Abstract: Consumption of foods with high nutritive density is the basis of promotion and protection of our health. Integration of selected minority cereals with higher nutritive value into production, especially of bakery products, can improve the nutritional balance of the Czech population. The contents of B vitamins (thiamine – B1, riboflavin – B2, niacin – B3, pyridoxine – B6, pantothenic acid – B5), vitamin E, total polyphenols and total carotenoids and total, soluble and insoluble dietary fiber in three forms of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) with unusual coloured grain, two emmer wheats (*Triticum dicoccum* Schrank) and two barleys (*Hordeum vulgare* L.) with hullless grains were studied. Cereals were grown under field conditions of localities Kromeriz and Praha-Ruzyně in the years 2010-2012. A new line of spring hullless barley KM1057 was the richest source of the most of the analyzed nutritional factors. The results were subjected to variance analysis. Most of factors - varieties/lines, localities, years - were highly statistically significant sources of variability in nutrient contents. The obtained data are the basis for targeted use of nutritionally interesting non-traditional cereal forms of cereals especially in the bakery and pastry production.

Key Words: common wheat, emmer wheat, hullless barley, grain color, vitamins, polyphenols, carotenoids, dietary fiber

Úvod

Obilniny se řadí mezi strategické a celosvětově i historicky nejvýznamnější plodiny (Ingr, 2001). Také v České republice tvoří obiloviny a výrobky z nich významný podíl ve spotřebním koši a vzhledem ke svému chemickému složení a masovosti spotřeby tak výrazně ovlivňují výživovou bilanci české populace (Kopáčová, 2007). Jsou relativně dobře skladovatelné, nepodléhají sezonním výkyvům nabídky a poptávky, a jako potravina jsou poměrně levné. Důležitou roli zde hraje i skutečnost, že výrobky z obilovin se řadí mezi potraviny s vysokým stupněm inovace, mnohem vyšším než v kterémkoliv jiném potravinářském odvětví. Jakost výrobků rozhodujícím způsobem ovlivňuje kromě vlastního technologického zpracování, přepravy a distribuce, zejména kvalita vstupní suroviny (Kučerová, 2004; Laknerová et al., 2014). U většiny obilných výrobků tvoří základní surovinu mouka. Celozrnné mouky, které se vyznačují vyšším obsahem jednotlivých živin, jsou zdraví jednoznačně prospěšnější než mouka bílá. Ta je ovšem na druhou stranu lépe stravitelná, trvanlivější s lepší sensorickou přijatelností. Dominantní orientace zpracovatelů a většiny konzumentů na bílou pšeničnou mouku vedla v posledním století ke snížení příjmu přirozených vitamínů a minerálních látek. Výsledky výzkumu a klinických testů proto v mnohých zemích vyústily v obnovení zájmu o dříve hojněji využívané obiloviny nebo zrniny s doposud nedocenenými nutričně významnými látkami.

Materiál a metody

Standardní polní pokusy byly založeny na lokalitách Kroměříž a Praha-Ruzyně v letech 2010–2012. Celkem byly pěstovány tři materiály pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) s netradiční barvou zrna – ozimé odrůdy Citrus (žlutý endosperm; původ Německo, zástupce v ČR Hanácká osiva, s.r.o.) a Skorpion (modrý aleuron; původ VÚRV, v.v.i. a Agrotest fyto, s.r.o., ČR, registrace v roce 2012 v Rakousku.) a nová linie pšenice jarní ANK 28B (purpurový perikarp, původ Novosibirsk, Rusko). Dále dva materiály pšenice dvouzrnky (*Triticum dicoccon*) – odrůda Rudico (registrace 2006; původ VÚRV, v.v.i.) a genový zdroj Tapioszele (VÚRV, v.v.i.) a dva materiály ječmene s bezpluchým typem zrna (*Hordeum vulgare* L., var. *nudum*) – odrůda AF Lucius (registrace v roce 2009; původ Agrotest fyto, s.r.o., ČR) a nová linie KM 1057 (Agrotest fyto, s.r.o.).

Chemické analýzy: ve vzorcích byla stanovena rozpustná (SDF), nerozpustná (IDF) a celková (TDF) vláknina potravy - v souladu s metodami AOAC 985.29 a 991.42 (g.100 g⁻¹ suš.), dále vitaminy - thiamin (vitamin B1) - metodou HPLC na reverzní fázi (ČSN EN 14122), riboflavin (vitamin B2) – lumiflavinovou metodou (dle dříve platné ČSN 56 0054), pyridoxin (vitamin B6) – mikrobiologickou metodou se *Saccharomyces uvarum* ATCC 9080 (dle dříve platné ČSN 56 0056), niacin (vitamin B3) – mikrobiologickou metodou s *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 (ČSN 56 0051), kyselina pantothenová (vitamin B5) – modifikovanou mikrobiologickou metodou s *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 (ČSN 56 0051), vitamin E – metodou HPLC (ČSN EN 12822), celkové karotenoidy – spektrofotometrickou metodou po zmydelnění a extrakci nezmydelnitelného podílu (Pokorný et al., 1989) – vše v mg.100 g⁻¹ suš. a celkové polyfenoly – spektrofotometrickou metodou s využitím Folin-Ciocalteuova činidla (Lachman et al., 1997) – v g GAE.kg⁻¹ suš. (ekvivalent kyseliny galové).

Statistické hodnocení bylo provedeno programem Statistica 12.0 (StatSoft, Inc. Tulsa, OK, USA). Variabilita sledovaných složek zrna byla hodnocena analýzou rozptylu s interakcemi. Diference byly hodnoceny LSD testem na hladině významnosti 0,05. Vzájemné vztahy mezi nutričními faktory byly hodnoceny Pearsonovým korelačním koeficientem na hladině významnosti 0,05, 0,01 a 0,001.

Výsledky a diskuze

Výsledky získané pomocí analýzy variance (Tab. 1) ukázaly, že odrůdy/linie, ročníky a jejich vzájemné interakce byly statisticky vysoce významným zdrojem proměnlivosti ($P \leq 0,001$) všech hodnocených nutričních faktorů. Shewry et al. (2011) pozorovali u různých odrůd pšenice silný vliv interakce mezi genotypem

Tab. 1: Analýza variance obsahu vitamínů, celkových polyfenolů, karotenoidů a vláknin v experimentálních odrůdách obilnin (2 lokality - Kroměříž, Praha-Ruzyně; 2010–2012)

| zdroj proměnlivosti | d.f. | vitaminy | | | | | |
|---------------------|------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 | E |
| | | F-hodnota ¹⁾ | | | | | |
| odrůda/linie (A) | 6 | 30.9*** | 162.3*** | 299.7*** | 199.4*** | 231.8*** | 204.7*** |
| lokality (B) | 1 | 52.6*** | 24.1*** | 0.5 ^{ns} | 5.7* | 1.0 ^{ns} | 1.7 ^{ns} |
| rok (C) | 2 | 25.9*** | 93.7*** | 24.0*** | 68.8*** | 19.8*** | 14.4*** |
| A x B | 6 | 8.9*** | 8.0*** | 3.2* | 1.9 ^{ns} | 3.9** | 5.3*** |
| A x C | 12 | 7.2*** | 8.9*** | 8.5*** | 5.4*** | 8.1*** | 7.9*** |
| B x C | 2 | 88.5*** | 9.3*** | 24.2*** | 6.6** | 63.0*** | 3.6* |
| chyba | 50 | | | | | | |

Tab. 1: pokračování

| zdroj proměnlivosti | d.f. | CP | TDF | SDF | IDF | celkové karotenoidy |
|---------------------|------|-------------------------|----------|-------------------|----------|---------------------|
| | | F-hodnota ¹⁾ | | | | |
| odrůda/linie (A) | 6 | 238.3*** | 229.5*** | 64.5*** | 232.8*** | 690.6*** |
| lokality (B) | 1 | 30.1*** | 14.8*** | 3.6 ^{ns} | 46.6*** | 27.3*** |
| rok (C) | 2 | 602.9*** | 39.4*** | 22.8*** | 81.3*** | 73.3*** |
| A x B | 6 | 7.5*** | 4.5** | 5.5*** | 8.0*** | 2.4* |
| A x C | 12 | 8.2*** | 19.1*** | 13.1*** | 23.9*** | 10.6*** |
| B x C | 2 | 31.9*** | 10.8*** | 7.5** | 10.3*** | 8.3*** |
| chyba | 50 | | | | | |

¹⁾ d.f. = stupně volnosti; * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$, ns = neprůkazná

a prostředím na obsah vitamínu B2. Obdobně i další autoři zjistili vliv odrůdy a prostředí na variabilitu nutričně významných složek, především polyfenolů a vlákniny potravy (Gasztonyi et al. 2011), ale také jiných vitamínů skupiny B (Batifoulier et al. 2006).

V případě lokality se míra významnosti měnila podle hodnoceného nutričního faktoru. Jako statisticky vysoce významný zdroj ($P \leq 0,001$) se lokalita ukázala pro obsah thiaminu (B1) a riboflavinu (B2), dále pro obsah celkových karotenoidů, celkových polyfenolů a celkové i nerozpustné vlákniny. Naopak variabilita niacinu (B3), pyridoxinu (B6), vitamínu E a rozpustné vlákniny nebyla rozdílným místem pěstování ovlivněna, na rozdíl od poznatků, které uvádějí například Bergman a Xu (2003).

Průměrný obsah sledovaných nutričních faktorů byl nepatrně nižší v lokalitě Kroměříž pro vitaminy B1, B2, B5 a E (o 2,2 až 9,5 %), celkové polyfenoly (o 2,2 %) a obsah stravitelné vlákniny (SDF – o 4,2 %). Naopak v lokalitě Praha-Ruzyně byl v průměru naměřen vyšší obsah vitamínu B6, celkových karotenoidů (o 2,2 a 4,8 %, resp.) a nestravitelné (IDF o 7,6 %) i celkové vlákniny potravy (TDF o 1,6 %). Z vitamínů byl nejnižší obsah naměřen pro vitamin B2 (v průměru kolísal od 0,12 mg.100 g⁻¹ suš. v roce 2010 v lokalitě KM po 17,7 mg.100 g⁻¹ suš. v roce 2012 v lokalitě Praha-Ruzyně) a nejvyšší hodnoty byly stanoveny pro vitamin B3 (od 7,58 mg.100 g⁻¹ suš. v roce 2011 v lokalitě Praha-Ruzyně po 8,78 mg.100 g⁻¹ suš. v roce 2012 v lokalitě KM) – Obr. 1. Dosažené výsledky jsou rámcově v souladu s údaji autorů Shewry et al. (2011) pro vitaminy B1 a B2, avšak v případě vitamínů B6 a zejména B3 byly naměřeny hodnoty 3,2 až 50,5 krát vyšší než uvedení autoři udávají.

Průměrné hodnoty, variabilita a homogenní skupiny obsahu vitamínů (v mg.100 g⁻¹ suš. ± SE) v sušíně zrna experimentálních obilovin (2010-2012, lokality Praha-Ruzyně a Kroměříž).

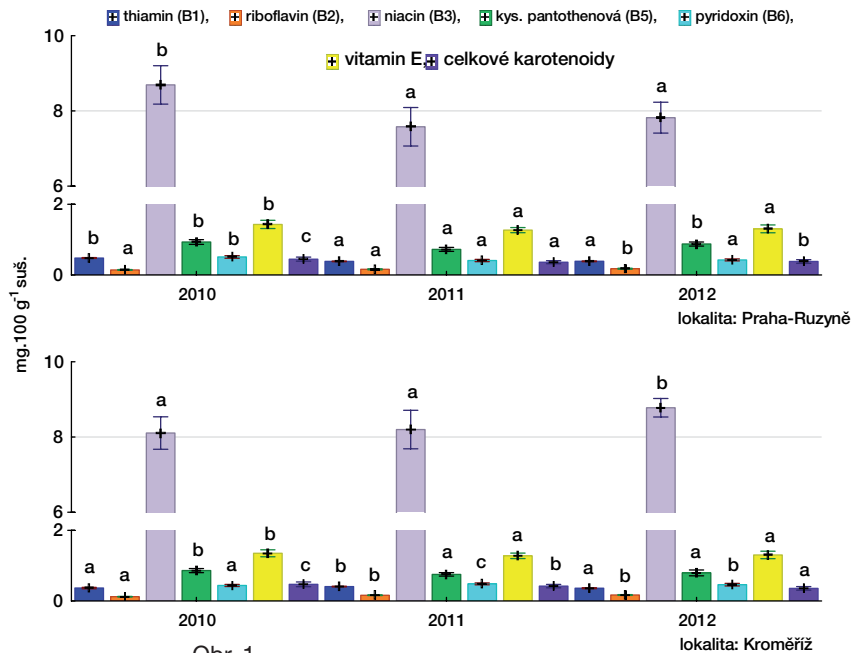
Pozn.: odlišné písmenné indexy v rámci jednotlivých lokalit značí statisticky signifikantní rozdíly mezi průměry ročníků ($P \leq 0,05$).

Celkové polyfenoly (Tab. 2) významně kolísaly zejména v experimentálních ročnících, v průměru od 1,88 g GAE.kg⁻¹ suš. po 3,35 g GAE.kg⁻¹ suš., přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena v roce 2010 a naopak nejnižší (nižší o 43,9 %) v roce 2012. Rozdíl

Tab. 2: Průměrné hodnoty obsahu celkových polyfenolů a celkové (TDF), rozpustné (SDF) a nerozpustné (IDF) vlákniny potravy v sušíně zrna experimentálních obilovin dle lokalit (Kroměříž, Praha-Ruzyně) a jednotlivých ročníků (2010–2012)

| nutr. faktor / lokalita, rok | CP ^Δ | TDF [§] | SDF [§] | IDF [§] |
|------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Lokalita | | | | |
| Kroměříž | 2,62 ^{a1)} | 12,1 ^b | 4,5 ^a | 7,9 ^b |
| Praha-Ruzyně | 2,68 ^b | 11,9 ^a | 4,7 ^a | 7,3 ^a |
| Roky | | | | |
| 2010 | 3,35 ^c | 12,5 ^b | 4,2 ^a | 8,3 ^c |
| 2011 | 2,62 ^b | 11,5 ^a | 4,6 ^b | 6,9 ^a |
| 2012 | 1,88 ^a | 12,6 ^c | 5,2 ^c | 7,5 ^b |

¹⁾ rozdílné hodnoty s odlišnými písmennými indexy jsou statisticky signifikantní pro $P \leq 0,05$; ^Δ g GAE.kg⁻¹ suš., [§] g.100 g⁻¹ suš.



Obr. 1

Průměrné hodnoty, variabilita a homogenní skupiny obsahu vitamínů (v mg.100 g⁻¹ suš. ± SE) v sušíně zrna experimentálních obilovin (2010-2012, lokality Praha-Ruzyně a Kroměříž).

Pozn.: odlišné písmenné indexy v rámci jednotlivých lokalit značí statisticky signifikantní rozdíly mezi průměry ročníků ($P \leq 0,05$).

mezi průměrnými hodnotami v Kroměříži a Praze-Ruzyni byl pouze 0,06 g GAE.kg⁻¹ suš., avšak i tato diference byla statisticky významná. Hamouz et al. (2007) rovněž pozorovali významné rozdíly v obsahu celkových polyfenolů u vybraných odrůd brambor v rozdílných ročnících a tyto rozdíly souvisely zejména s průběhem počasí v dané lokalitě. V našem pokusu byly pravděpodobně rozdíly v obsahu celkových polyfenolů mezi lokalitami překryty variabilitou, danou zařazením odlišných druhů obilovin.

Obsah vláknin se v průměru lišil méně (diference mezi maximálními a minimálními hodnotami v jednotlivých lokalitách nebo ročnících dosahovala 1,6-19,2 %), nicméně pouze v případě obsahu stravitelné vlákniny (SDF) nebyly dosažené průměrné hodnoty mezi sledovanými lokalitami průkazně odlišné.

Nejvýznamnějším faktorem proměnlivosti hodnot sledovaných nutričně významných látek byly experimentální obiloviny. Průměrné hodnoty (Tab. 3 a Tab. 4) se měnily jak podle druhu, tak i genotypu, přičemž vzájemně se všechny hodnocené obiloviny lišily pouze v obsahu vitamínu E (0,91 až 1,97 mg.100 g⁻¹ suš.). V porovnání s výsledky, které uvádějí Shewry et al. (2011) pro 24 genotypů ozimé pšenice byl obsah vitamínu B1 nižší až o 67,5 % a naopak v případě vitamínu B2 byly naměřeny obsahy až o 71,4 % vyšší. Rovněž oproti údajům autorů Batifoulier et al. (2006) byl obsah vitamínu B2 vyšší až o 126,4 %. Podobné závěry platily i pro obsah vitamínu B6 (maximální hodnoty byly až 2,2 x vyšší než údaje výše uvedených autorů) nebo niacin (vitamin B3). V případě obsahu tohoto vitamínu byly naměřeny až 5,7 krát vyšší hodnoty než dosáhli např. Shewry et al. (2011).

Ovšem i tito autoři podotýkají, že zjištěné hodnoty činily jen 10-15 % obsahů, dosažených v jiných studiích. Uvedení autoři vypočítali silnou korelaci mezi obsahy vitamínů B1, B3 a B6 a na základě analýzy variance zjistili,

že 48-70 % proměnlivosti jejich obsahu je podmíněno prostředím. V naší studii mezi těmito vitaminy nebyl nalezen žádný významný vztah a naopak silné korelace ($r = 0,6-0,7$; $P \leq 0,01$) byly zjištěny mezi vitaminy B2, B6 a obsahem vitamínu E. Nejsilnější korelace ($r = 0,75$; $P \leq 0,001$) byla naměřena mezi obsahem vitamínu B6 a obsahem celkové vlákniny (TDF).

Z uvedených tabulek je zřejmé, že pro některé nutriční faktory nebyly rozdíly mezi druhy výrazné (vitaminy B2 a B6), v jiných případech byl vyšší obsah nalezen u genotypů dvouzrnky (vitamin B3) nebo ječmene (celkové polyfenoly). Materiály pšenice s netradiční barvou zrna měly až o 42,1 % nižší obsah vitamínu B3 oproti průměru ostatních obilovin a u materiálů ječmene byl zase stanoven nejnižší obsah vitamínu B5 (až o 50,3 % u odrůdy AF Lucius).

Nicméně pro některé nutriční faktory nebyla rozhodující volba druhu, ale jednotlivých genotypů. Toto platilo například pro celkové karotenoidy, kde byla na prvním místě linie ječmene s bezpluchým zrnem KM 1057 (0,73 mg.100 g⁻¹ suš.) a hned za ní se umístila

Komplexní hodnocení všech sledovaných nutričních faktorů vyznělo nejpříznivěji pro novou linii ječmene jarního s bezpluchým typem zrna – KM 1057. Tento materiál se vyznačoval nejvyšším obsahem vitamínů B2 a B6, vitamínu E, celkových karotenoidů (0,24; 0,69; 1,97 a 0,73 mg.100 g⁻¹ suš., resp.), nerozpustné a celkové vlákniny potravy (10,8 a 16,2 g.100 g⁻¹ suš., resp.) a celkových polyfenolů (3,65 g GAE.kg⁻¹ suš.). Nejbohatším zdrojem vitamínu B5 se staly pšenice setá ozimá s netradičním barvou zrna Citrus a pšenice dvouzrnka Rudico (1,07; resp. 1,06 mg.100 g⁻¹ suš.). Nejvyšší obsah thiaminu byl nalezen v zrně odrůdy pšenice seté ozimé s modrým aleuronem Skorpion (0,44 mg.100 g⁻¹ suš.). Nejbohatším zdrojem vitamínu B3 se stala pšenice dvouzrnka Rudico s 10,0 mg.100 g⁻¹ suš. (Tab. 4).

Závěr

Komise Evropských společenství stanovila v pracovním dokumentu „Strategie pro Evropu týkající se zdravotních problémů souvisejících s výživou, nadváhou a obezitou“ evropskou strategii pro snížení zdravotních problémů způsobených špatnou výživou. Tato strategie se snaží na úrovni Společenství prosadit konkrétní opatření, mezi něž patří i snaha nahradit výrobky z bílé mouky výrobky s vyšším obsahem ochranných látek. Začlenění maloobjemových druhů obilovin do receptur pečárenských výrobků by mohlo pomoci rozšířit sortiment nabízených potravin s vyšší nutriční hodnotou.

Výsledky chemických analýz jednotlivých odrůd/linií studovaných obilovin ukázaly, že použité materiály mohou sloužit jako významné přírodní fortifikanty. V souladu s poznatky výše citovaných zahraničních autorů také ve sledovaném souboru byly detekovány statisticky významné rozdíly mezi obilovinami v obsahu některých nutričních faktorů, čehož lze s výhodou využít v potravinářské praxi. Se znalostmi nutričního složení jednotlivých vstupních surovin by bylo možno cíleně konstruovat receptury pečárenských a pečivárenských výrobků tak, aby finální výrobky vykazovaly vyšší obsahy zvolených nutričně cenných látek.

Recenzováno

Poděkování: Příspěvek byl zpracován za finanční podpory projektů MZe ČR – NAZV QI91B095 a QJ1210257.

Tab. 3: Průměrné hodnoty obsahu vybraných vitaminů skupiny B (mg.100 g⁻¹ suš.)

| nutr. faktor/ materiál | druh | B1 | B2 | B3 | B5 | B6 |
|---------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ANK-28B | pšenice setá | 0,41 ^c | 0,15 ^c | 7,5 ^c | 0,87 ^{cd} | 0,39 ^b |
| Citrus | pšenice setá | 0,43 ^e | 0,12 ^a | 6,1 ^b | 1,07 ^e | 0,42 ^{cd} |
| Skorpion | pšenice setá | 0,44 ^f | 0,13 ^b | 5,4 ^a | 0,84 ^c | 0,35 ^a |
| Rudico | pšenice dvouzrnka | 0,40 ^c | 0,15 ^d | 10,0 ^f | 1,06 ^e | 0,40 ^{bc} |
| Tapioszele | pšenice dvouzrnka | 0,42 ^d | 0,16 ^d | 9,0 ^d | 0,89 ^d | 0,43 ^d |
| AF Lucius | ječmen jarní | 0,35 ^a | 0,14 ^{bc} | 9,3 ^e | 0,47 ^a | 0,48 ^e |
| KM 1057 | ječmen jarní | 0,36 ^b | 0,24 ^e | 9,0 ^d | 0,62 ^b | 0,69 ^f |

Rozdílné hodnoty s odlišnými písmennými indexy jsou statisticky významné pro $P \leq 0,05$

odrůda pšenice ozimé Citrus (0,67 mg.100 g⁻¹ suš.), která byla registrována jako odrůda s geneticky záměrně zvýšeným obsahem karotenoidů. Vzorok ječmene zaujaly přední místo také v obsahu stravitelné vlákniny, společně s dvouzrnkou Tapioszele (5,4-5,7 g.100 g⁻¹ suš.) a v obsahu celkové vlákniny potravy.

Tab. 4: Průměrné hodnoty obsahu vitamínu E, celkových karotenoidů, celkových polyfenolů, celkové (TDF), rozpustné (SDF) a nerozpustné (IDF) vlákniny potravy

| nutr. faktor/materiál | druh | vitamin E ^z | celkové karotenoidy ^o | celkové polyfenoly ^Δ | TDF [§] | SDF [§] | IDF [§] |
|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ANK-28B | pšenice setá | 1,05 ^b | 0,28 ^c | 2,09 ^a | 12,4 ^c | 4,2 ^c | 8,2 ^e |
| Citrus | pšenice setá | 1,30 ^d | 0,67 ^e | 2,10 ^a | 10,9 ^b | 3,1 ^a | 7,8 ^d |
| Skorpion | pšenice setá | 1,45 ^f | 0,26 ^b | 2,17 ^b | 11,1 ^b | 3,6 ^b | 7,5 ^c |
| Rudico | pšenice dvouzrnka | 1,22 ^c | 0,24 ^a | 2,35 ^c | 10,1 ^a | 4,3 ^c | 5,9 ^b |
| Tapioszele | pšenice dvouzrnka | 1,40 ^e | 0,29 ^c | 2,87 ^d | 11,1 ^b | 5,7 ^{de} | 5,4 ^a |
| AF Lucius | ječmen jarní | 0,91 ^a | 0,41 ^d | 3,58 ^e | 13,1 ^d | 5,7 ^e | 7,4 ^c |
| KM 1057 | ječmen jarní | 1,97 ^g | 0,73 ^f | 3,65 ^f | 16,2 ^e | 5,4 ^d | 10,8 ^f |

Rozdílné hodnoty s odlišnými písmennými indexy jsou statisticky významné pro $P \leq 0,05$;

^zmg.100 g⁻¹ suš.; ^Δg GAE.kg⁻¹ suš.; [§]g.100 g⁻¹ suš.

Použitá literatura

- Batifoulier F., Verny M.-A., Chanliaud E., Rémésy C., Demigné C. (2006): Variability of B vitamin concentrations in wheat grain, milling fractions and bread products. Workshop on „Modelling Quality Traits and Their Genetic Variability for Wheat“. European Journal of Agronomy, 25 (2): 163–169.
- Bergman C.J, Xu Z. (2003): Genotype and Environment Effects on Tocopherol, Tocotrienol, and γ -Oryzanol Contents of Southern U.S. Rice. *Cereal Chemistry*, 80, 4: 446-449.
- Gasztanyi MN, Farkas RT, Berki M, Petróczi IM, Daood HG. (2011): Content of phenols in wheat as affected by varietal and agricultural factors. *J Food Compos Anal* [Internet]. 24 (6):785–789.
- Hamouz K., Lachman J., Čepl J., Dvořák P., Pivec V., Prášilová M. (2007): Site conditions and genotype influence polyphenol content in potatoes. *Hort. Sci. (Prague)*, 34, 4: 132–137.
- Ingr I. (2001): Zpracování zemědělských produktů. 2. vyd. Brno: MZLU, 249 s., ISBN 80-7157-520-8.
- Kopáčková O. (2007): Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, Praha: ÚZPI, 56 s, ISBN 978-80-7271-184-0.
- Kučerová J. (2004): Technologie cereálií. 1. vyd., Brno: MZLU, 141 s, ISBN 80-7157-811-8
- Lachman J., Hosnedl V., Pivec V. (1997): Effect of UV-A and

gamma-irradiation on the polyphenol levels in barley and pea seeds, seedling and plant. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 31: 181–196.

Laknerová I., Holasová M., Fiedlerová V., Rysová J., Vaculová K., Mašková E., Ehrenbergerová J., Winterová R., Ouhrabková J., Dvořáček V., Martinek P.(2014):

Utilisation of Non-Traditional Forms of Cereals in Bakery Production, *Czech J. Food Sci.*, 32 (3): 296 – 301, ISSN 1212-1800

Pokorný J., Pařízková H., Holasová M., Davídek J., Čmolík J. (1989): Vliv získávání oleje, rafinace a ztužování na obsah barviv v řepkovém oleji. *Potrav. Vědy* 7: 89-101

Shewry P.R., Van Schaik F., Ravel C., Charmet G., Rakszegi M., Bedo Z., Ward J.L. (2011): Genotype and environment effects on the contents of vitamins B1, B2, B3, and B6 in wheat grain. *J Agric Food Chem.*, 59 (19):10564-10571.

Kontaktní adresa autora: Ing. Ivana Laknerová, Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Radiová 1285/7, 102 31 Praha 10
ivana.laknerova@vupp.cz