

## PENTOSANY VE VZTAHU K JAKOSTI ŽITA

J. Kučerová

Došlo: 23. dubna 2008

### Abstract

KUČEROVÁ, J.: *Pentosans relate to rye quality*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2008, LVI, No. 4, pp. 115–120

The aim of this contribution is the evaluation rye pentosans in the relation to protein content, Falling number, content of maltose and amylograph values. Population and hybrid varieties of rye were grown during 2003–2005. Trials were situated in three different locations of the Czech Republic – Hradec nad Svitavou, Krásné údolí and Staňkov. Content of pentosans varied between 6.60–9.21 %. The highest content of pentosans (average of the three years and three locations) achieved the hybrid variety Picasso (8.11 %), which had the highest Falling number (235.8 s) and amylograph maximum (625.5 AJ), too. The location Hradec nad Svitavou (8.21 % pentosans) was the best and the year 2003 (8.34 % pentosans) was the most positive.

The results were affected by soil and weather conditions which have influence on protein content. Between the pentosans content and the Falling number a high positive correlation ( $r = 0.523$ ,  $P < 0.01$ ) was found and nonsignificant negative correlations with protein content ( $r = -0.070$ ) and amylograph maximum ( $r = -0.072$ ). Remarkable difference in the Falling number and amylograph maximum between population varieties (Daňkovské nové a Selgo) and hybrid variety (Picasso) were found.

rye, pentosans, protein content, Falling number, amylograph analysis

V obilných zrnech se nalézají kromě škrobu a celulózy další vysokomolekulární polysacharidy (pentosany, slizy aj.), jejichž významnou vlastností je poměrně dostatečná rozpustnost ve vodě a tvorba vysoce viskózních roztoků. Jedná se o bobtnavé látky o různém stupni polymerace.

Pentosany (arabinoxylany) patří mezi necelulózové polysacharidy, vyskytující se především v buněčných stěnách, zejména obalových vrstvách, aleuronových buňkách a jsou přítomny i v endospermu zrna. Rozlišují se obvykle pentosany ve vodě nerozpustné, nacházející se v buněčných stěnách a pentosany rozpustné, jež jsou spíše uvnitř buněk. Jejich vzájemný poměr není fixní, na rozpustné připadá zhruba 25–38 % v závislosti na stanovišti a klimatických podmínkách (BRÜMMER, 2005).

Pentosany patří do skupiny xylanů s rovným řetězcem D-xylanopyranosovým (vazba  $\beta$ -1,4), přičemž na každou molekulu xylózy je připojena vazbou 1,3 nebo 1,2 jedna molekula  $\alpha$ -L-arabinofuranózy. Kromě xylózy a arabinózy obsahují D-glukózu a někdy další minoritní stavební složky, přítomny jsou také proteiny (0,9–3,9 % hm.). Průměrná relativní hmotnost arabinoxylanů žita se pohybuje od 520 do 770 kDa (VELÍŠEK, 2002).

Pentosany mají výrazný vliv na technologické vlastnosti mouk, jsou vysoce hygroskopické, a proto v těstě vážou značné množství vody a vstupují do interakcí s proteiny a škrobem. Tím ovlivňují fyzikální vlastnosti těsta a následně i hotového výrobku, zvyšují výtěžnost těsta a objem pečiva. Voda se při zahřátí těsta v peci uvolňuje, zůstává ve střídě a je využita při mazování škrobu a bobtnání nerozpustných pentosanů. Tato úloha je zvláště důležitá u žitného těsta, kde nahrazují úlohu lepku tím, že pomáhají vytvořit a udržet strukturu těsta, zadržují vodu, což zpomaluje retrogradaci škrobu. Tím se zpomaluje vysychání chleba a prodlužuje jeho čerstvost (WEIPERT, 1996). Pentosany mají vliv i na vybarvení střídy výrobků, protože z nich po zahřátí vznikají látky na bázi furfuralu a hydroxymethylfurfuralu, které jsou rovněž jednou z hlavních složek vytvářející typické aroma žitného chleba. Reakce pentosanů s bílkovinami a enzymatické odbourávání má velký význam ve výrobě žitných a žitno-pšeničných výrobků.

Ve srovnání s lepkovými bílkovinami jsou žitné pentosany schopny vázat na svůj hmotnostní podíl několikanásobně větší množství vody a spolu s žitnými bílkovinami a škrobem tvoří zejména rozpustné pentosany základ struktury žitných těst.

I v pšeničném těstě, založeném převážně na bázi lepku, mají zřejmě rovněž určitý význam při vázání vody i přes jejich velmi nízký obsah. Schopnost vázat vodu již za normální teploty je u arabinoxylanů zřejmě spojena s jejich větvenou strukturou. Pokud byly příslušným enzymem v kyselém prostředí odštěpeny molekuly arabinózy a zůstal samotný lineární řetězec  $\beta$ -1,4 xylanu, stal se pak zcela nerozpustným, obdobně jako u stejně spojovaného řetězce celulózy (PŘÍHODA et. al., 2003).

Při enzymaticky narušeném škrobu nebo v důsledku zvýšené hydrolýzy pentosanů pentosanasou není uvolněná voda těmito zmíněnými složkami vázána a vytvoří se vlhká střída se špatnými vlastnostmi (PRUGAR a kol., 2008).

### MATERIÁL A METODIKA

Jako experimentální materiál byly použity vzorky zrna žita ze sklizně 2003–2005 zařazené do odrůdových pokusů na pracovištích ÚKZÚZ, tzn. odrůdy byly pěstované stejným způsobem při dodržení jednotné metodiky. Do pokusu byly zařazeny odrůdy populace Daňkovské nové a Selgo a hybridní odrůda Picasso pěstované na stanovištích Hradec nad Svitavou, Krásné Údolí a Staňkov. Podrobnější charakteristika odrůd a pokusných stanovišť je uvedena v publikovaných materiálech ÚKZÚZ (PŘEHLEDY ODRŮD, 2005).

Vzorky zrna byly pomlety na laboratorním mlýnku Perten Instruments na jemný šrot. Ve šrotu byl stanoven obsah bílkovin Kjeldahlovou metodou (ČSN 46 1011-18), číslo poklesu (ČSN ISO 3093), obsah maltózy (ČSN 56 0512-13) a stanovena amylolytická aktivita amylografem (Brabender, NSR) dle ICC 148.

Pentosany byly stanoveny spektrofotometrickou metodou podle CRACKNELLA a MOYE (1970)

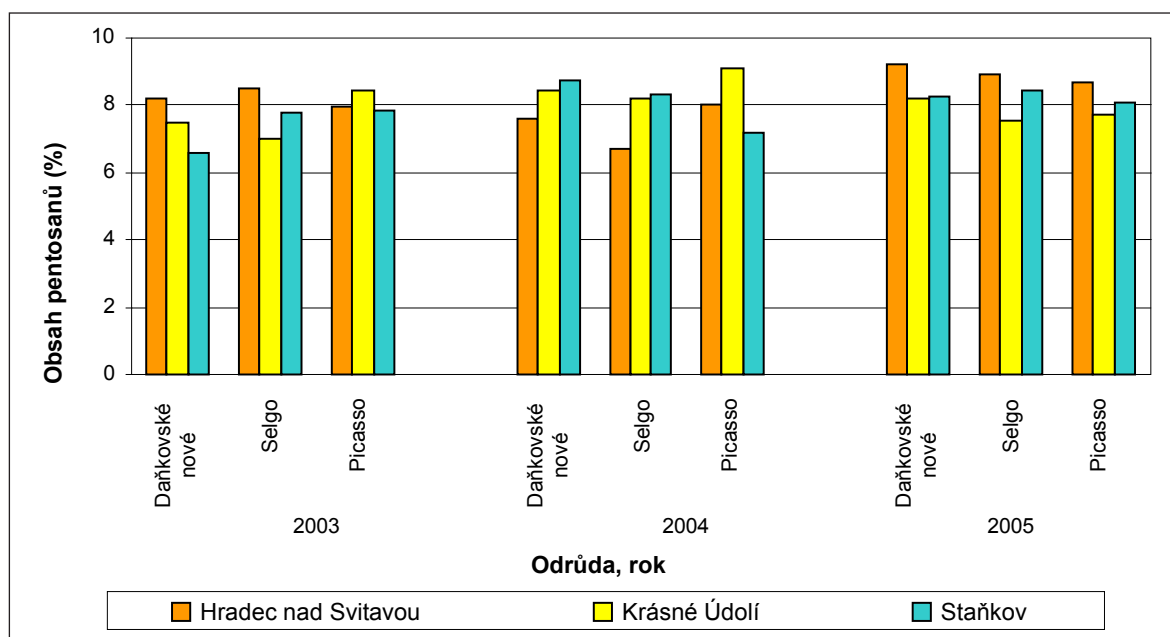
v modifikaci podle DOUGLASE (1981). Metoda je založena na reakci vodní suspenze mouky s kyselým reakčním činidlem. Reakční směs složená z koncentrované kyseliny octové, chlorovodíkové, roztoku fluoroglucinu a roztoku glukózy se spolu se vzorkem vaří ve vodní lázni. Intenzita vzniklého oranžovo-červeného zabarvení se měří spektrofotometricky při  $A_{510}$  a  $A_{552}$  (HAVLOVÁ et al., 2001).

Laboratorní rozbor vzorků zrna žita byly provedeny na Ústavu technologie potravin Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně a stanovení obsahu pentosanů ve Výzkumném ústavu pivovarském a sladařském v Brně.

### VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky laboratorních rozborů u obsahu pentosanů jsou názorně vyjádřeny sloupcovým grafem podle roků, odrůd a stanovišť (obr. 1), jakostní kritéria hodnocených vzorků žita (obsah bílkovin, číslo poklesu, obsah maltózy a amylografické maximum) vzhledem k počtu stanovení jsou v tab. I uvedeny jen průměrnými hodnotami podle roků a odrůd. Regresní analýzou je vyjádřen grafický vztah obsahu pentosanů ke sledovaným jakostním kritériím žita (obr. 2–5).

Podle průměrných hodnot jsou zřetelné rozdíly v jakostních kritériích mezi odrůdami populace (Daňkovské nové, Selgo) a hybridní odrůdou (Picasso). Obsah bílkovin je ve všech letech i na všech stanovištích u odrůdy Picasso nižší oproti odrůdám populace, což koresponduje se zjištěním PETRA a MIKŠÍKA (2006), že odrůdy populace mají vyšší obsah bílkovin. U čísla poklesu a amylografického maxima (jež souvisí s aktivitou amyláz) naproti tomu dosahuje hybridní odrůda Picasso výrazně vyšších hodnot, což je v souladu se zjištěním BE-



1: Obsah pentosanů v závislosti na odrůdě, stanovišti a ročníku

I: Průměrné hodnoty obsahu bílkovin, čísla poklesu, maltózy, amylografického maxima a obsahu pentosanů podle odrůd a roků (průměr stanovišť)

Rok	Odrůda	Bílkoviny (%)	Číslo poklesu (s)	Maltóza (%)	Amylografické maximum (AJ)	Pentosany (%)
2003	Daňkovské nové	10,51	183,5	1,83	460,0	7,43
	Selgo	10,71	173,2	1,85	396,7	7,75
	Picasso	9,95	210,2	1,72	793,3	8,08
2004	Daňkovské nové	9,42	209,3	1,39	256,7	8,26
	Selgo	9,34	196,8	1,47	216,7	7,76
	Picasso	8,63	255,7	1,53	560,0	8,10
2005	Daňkovské nové	9,37	192,7	2,12	270,0	8,56
	Selgo	9,48	188,3	2,13	243,3	8,30
	Picasso	8,85	241,7	2,15	523,3	8,16

NEŠE (2005). U obsahu pentosanů jsou hodnoty variabilní, vliv roků a stanovišť překrývá rozdíly mezi odrůdami.

Pro názornější porovnání a posouzení hodnot obsahu pentosanů, jež tvoří těžiště příspěvku, jsou jejich průměrné hodnoty uspořádány v tab. II–IV.

II: Obsah pentosanů u jednotlivých odrůd (průměr roků a stanovišť)

Odrůda	Pentosany (%)	Rozpětí min–max (%)
Daňkovské nové	8,08	7,43–8,56
Selgo	7,94	7,75–8,30
Picasso	8,11	8,08–8,16

Nejvyšší obsah pentosanů byl zjištěn u hybridní odrůdy Picasso, u odrůd populace je obsah pentosanů nižší, což koresponduje i s vyšší úrovní čísla poklesu a amylografického maxima.

III: Obsah pentosanů na jednotlivých stanovištích (průměr odrůd a roků)

Stanoviště	Pentosany (%)	Rozpětí min–max (%)
Hradec n/S	8,21	6,72–9,21
Krásné Údolí	8,01	6,99–9,08
Staňkov	7,91	6,60–8,72

V: Pearsonova korelace (r) mezi obsahem pentosanů a jakostními kritérii žita

Ukazatel	Bílkoviny	Číslo poklesu	Maltóza	Amylograf. max.
Pentosany	–0,070	0,523**	0,293	–0,072

\*\* P < 0,01

Ze vztahu obsahu pentosanů k číslu poklesu (obr. 3) podle hodnoty korelačního koeficientu  $r = 0,523$  a regresní přímky je zřetelný vysoce významný

Nejvyšší obsah pentosanů byl dosažen na stanovišti Hradec nad Svitavou (8,21 %), nejnižší obsah pentosanů (7,91 %) na stanovišti Staňkov.

IV: Obsah pentosanů v jednotlivých rocích (průměr odrůd a stanovišť)

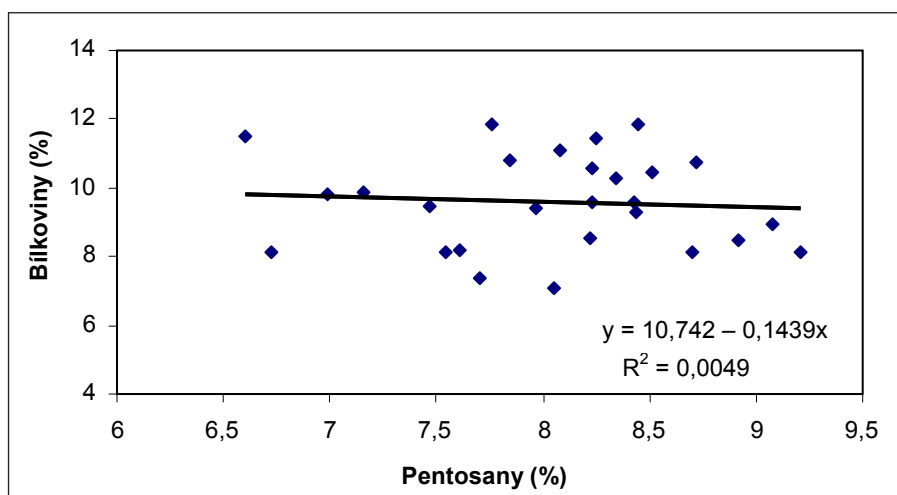
Roky	Pentosany (%)	Rozpětí min–max (%)
2003	8,34	8,16–8,56
2004	8,04	7,76–8,26
2005	7,75	7,43–8,08

Největší diferenciaci v obsahu pentosanů se projevila v jednotlivých letech, kdy nejvyšší průměrné hodnoty bylo dosaženo v roce 2003 (8,34 %) a nejnižší v roce 2005 (7,75 %). Znamená to, že průběh povětrnosti v jednotlivých letech ovlivnil zřetelně úroveň obsahu pentosanů.

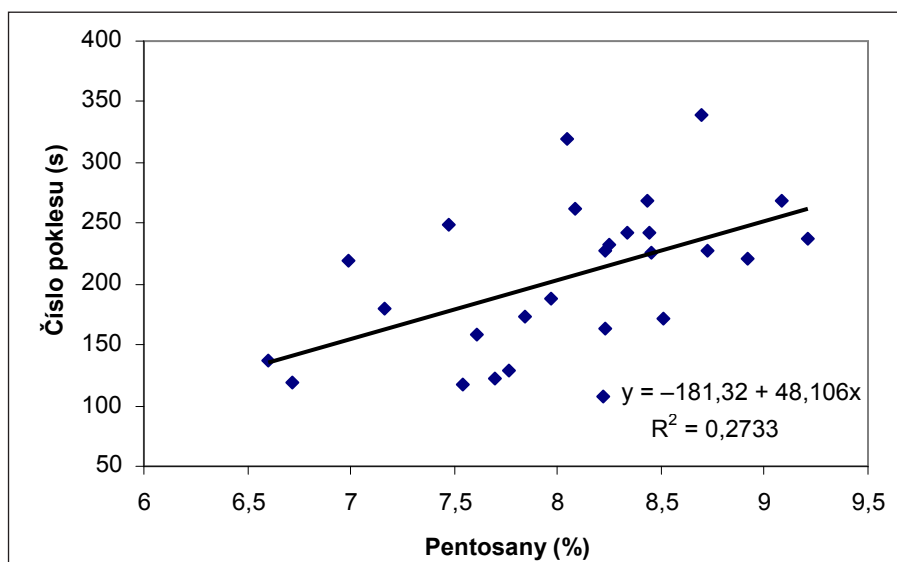
Zjištěný obsah pentosanů se pohyboval v rozmezí 6,60 %–9,21 %, což jsou poněkud vyšší hodnoty, než uvádějí LEKEŠ a kol. (1990) v rozmezí 5–8 %, široké rozmezí, a to 3–13 % uvádějí MICHNIEWICZ et al. (1992), naměřeným výsledkům se nejvíce blíží hodnoty 7–10 % podle BRÜMMERA (2005).

Mezi obsahem pentosanů a sledovanými znaky byla vypočtena Pearsonova korelace (tab. V).

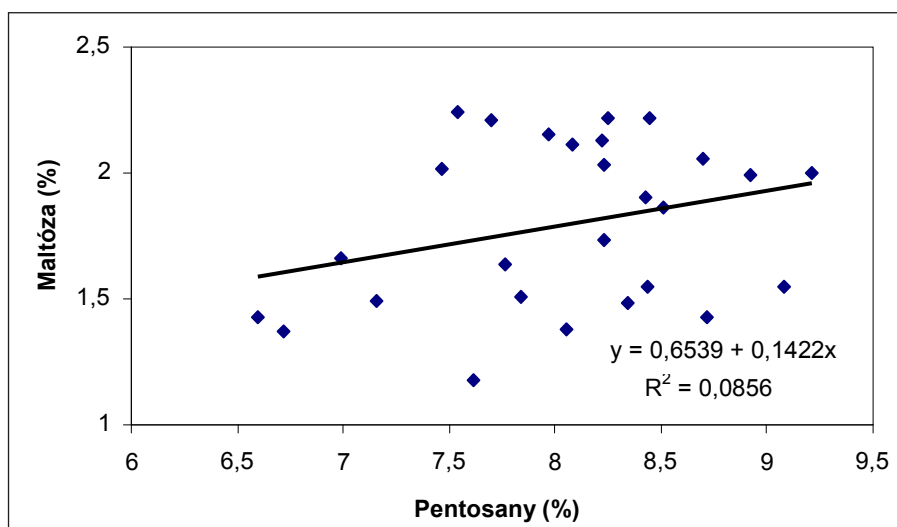
pozitivní vztah, což je v souladu se zjištěním WEI-  
PERTA et al., 1995, kteří zjistili, že číslo poklesu  
vzrůstá s obsahem pentosanů. Negativní korelace



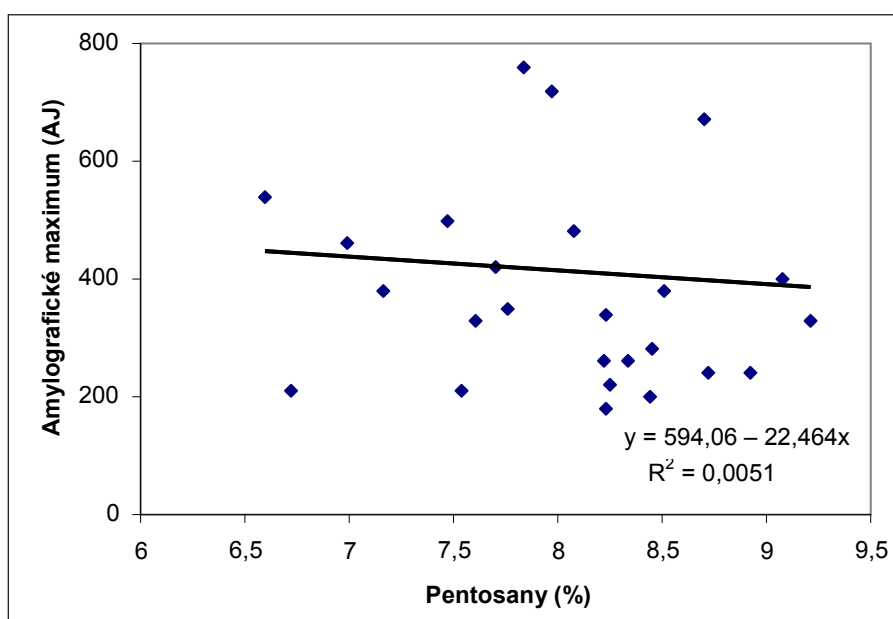
2: Vztah mezi pentosany a obsahem bílkovin



3: Vztah mezi pentosany a číslem poklesu



4: Vztah mezi pentosany a maltózou



5: Vztah mezi pentosany a amylografickým maximem

s číslem poklesu, jak uvádějí SAASTAMOINEN et al. (1989), se pravděpodobně vztahuje na odrůdy populace, kde hodnoty čísla poklesu bývají nižší, což je patrné i z našich výsledků.

Jak uvádí BRÜMMER (2005), záleží i na poměru rozpustných a nerozpustných pentosanů. Vyšší podíl ve vodě nerozpustných pentosanů vede ke stoupajícím hodnotám čísla poklesu žitné mouky, zatímco vyšší podíl rozpustných pentosanů neo-

vlivňují přímo číslo poklesu, ale spíše hodnoty amylografického maxima.

Obsah bílkovin k pentosanům byl nevýznamný ( $r = -0,070$ , což ovlivnil rozdílný obsah bílkovin u odrůd populace a hybridní odrůdy Picasso). Nevýznamná korelace byla zjištěna i u obsahu pentosanů k maltóze ( $r = 0,293$ ) a amylografickému maximu ( $r = -0,072$ ).

## SOUHRN

V práci byly hodnoceny obsahy pentosanů žita ve vztahu k obsahu bílkovin, číslu poklesu, maltóze a amylografickému hodnocení u dvou odrůd populace (Daňkovské nové, Selgo) a jedné hybridní odrůdy žita (Picasso), pěstovaných na třech různých lokalitách v letech 2003–2005. Obsahy pentosanů se pohybovaly v rozmezí 6,60–9,21 %. Podle průměrných hodnot dosáhla nejvyšších hodnot obsahu pentosanů hybridní odrůda Picasso (8,11 %), která se vyznačovala i nejvyšším číslem poklesu (235,8 s) a hodnotou amylografického maxima (625,5 AJ), ze stanovišť Hradec nad Svitavou (8,21 %), ze sledovaných let rok 2003 (8,34 %).

Výsledky ovlivnily půdní podmínky a průběh povětrnosti mající vliv zejména na obsah bílkovin. Podle korelační analýzy byla vysoce významná pozitivní korelace obsahu pentosanů k číslu poklesu ( $r = 0,523$ ,  $P < 0,01$ ) a pozitivní nevýznamná k maltóze ( $r = 0,293$ ), negativní nevýznamná korelace k obsahu bílkovin v zrně ( $r = -0,070$ ) a amylografickému maximu ( $r = -0,072$ ). U čísla poklesu a amylografického maxima byl zjištěn zřetelný rozdíl mezi odrůdami populace (Daňkovské nové a Selgo) a hybridní odrůdou (Picasso).

žito, pentosany, bílkoviny, číslo poklesu, amylografické hodnocení

## SUMMARY

The content of rye pentosans related to rye quality was assessed. Population (Daňkovské nové, Selgo) and rye hybrid variety (Picasso) were monitored between 2003 and 2005 in three different locations (Hradec nad Svitavou, Krásné údolí and Staňkov) which are Central Institute for Supervising and Testing (UKZUZ) test stations. Consistent methodology was therefore guaranteed.

The grain samples were analyzed for protein content (after Kjeldahl) [%]-(Czech Standard 46 1011-18), Falling number [s]-(ISO 3093), content of maltose [%]-(Czech Standard 56 0512-13) and amylograph values (Brabender, NSR) by ICC 148. Pentosans were detected by the spectrophotometric method after CRACKNELL and MOY (1970) in modification according to Douglas (1981).

Average values showed distinct differences in quality parameters between varieties of the population (Daňkovské nové, Selgo) and the hybrid variety (Picasso). The protein content was lower by the variety Picasso in all years and all locations. On the other hand markedly higher values of the Falling number and amylograph maximum achieving variety Picasso. Values of pentosans contents were variable (between 6.60–9.21 %).

According to average values hybrid variety Picasso (8.11 %) had highest pentosans content, which corresponds with the higher value of the Falling number (235.8 s) and amylograph maximum (625.5 AJ). Varieties of the population had the content of pentosans lower (Selgo–7.94 %; Daňkovské nové–8.08 %).

The highest content of pentosans was in the location Hradec nad Svitavou (8.21 %). The highest average value was achieved in 2003 (8.34 %) and the lowest in 2005 (7.75 %). The weather influenced content of pentosans markedly.

According to analysis of Pearson correlation ( $r$ ) there was a high positive significant correlation between content of pentosans and Falling number ( $r = 0.523$ ,  $P < 0.01$ ). There was negative nonsignificant correlation between content of pentosans and protein content ( $r = -0.070$ ) which affected different protein content in population varieties and hybrid variety (Picasso). Nonsignificant correlation in content of pentosans to content of maltose ( $r = 0.293$ ) and in content of pentosans to amylograph maximum ( $r = -0.072$ ) was found.

Autorka děkuje panu Ing. Františku Benešovi ze stanice ÚKZÚZ Hradec nad Svitavou za poskytnutí vzorků žita, paní RNDr. Pavle Havlové za umožnění stanovit obsah pentosanů ve VÚPS v Brně a slečně Aleně Pydychové za práci na laboratorních experimentech a pomoc při zpracování dat.

## LITERATURA

- BENEŠ, F., 2005: Obilniny do méně příznivých podmínek. Úroda, 53, 7: 1–9.
- BRÜMMER, J. M., 2005: Roggen und sein Backverhalten heute. Getreidetechnologie, 59, 2: 95–106.
- CRACKNELL, R. L., MOYE, C. J., 1970: A colorimetric method for the determination of pentosan-cereal products. Proc. 20th Ann. Conf. R.A.C.I. Canberra, 17–20 August, 67–77.
- DOUGLAS, S. G., 1981: A rapid method for the determination of pentosans in wheat flour. Food Chem., 7: 139–145.
- HAVLOVÁ, P., MIKULÍKOVÁ, R., PRÝMA, J., 2001: Nové směry sladařské analytiky. Kvasný průmysl, 47, 6: 164–168.
- LEKEŠ, J. a kol., 1990: Žito. SZN, Praha, 247 s.
- MICHNIEWICZ, J., KEDZIOR, Z., KIRYLUK, J., GASIOROWSKI, H., 1992: Pentosans and phytin in gristed rye. Przegląd Zborowo Młynarski, 36, 8: 7–8.
- PETR, J., MIKŠÍK, V., 2006: Rye quality of hybrid and population varieties from intensive and ecological conditions. Scientia Agric. Bohem., 37, 1: 1–8.
- PRUGAR, J. a kol., 2008: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. VÚPS Praha, 327 s.
- PŘEHLEDY ODRŮD 2005, 2005: Obilniny a hrách, ÚKZÚZ, Odbor odrůdového zkušebnictví. 1. vydání, Brno, 214 s. ISBN 80-86548-65-1
- PŘÍHODA J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D., 2003: Základy pekařské technologie. Pekař a cukrář s.r.o. Praha, 363 s.
- SAASTAMOINEN, M., PLAMMI, S., KUMPULAINEN, J., 1989: Pentosan and beta-glucan content of Finnish winter rye varieties as compared with rye of six other countries. Journal of Cereal Science, 10, 3: 199–207.
- VELÍŠEK, J., 2002: Chemie potravin I. OSSIS Tábor, 2. vydání, 344 s.
- WEIPERT, D., POUTANEN, K., AUTIO, K., 1995: Processing performance of rye as influenced by sprouting resistance and pentosan contents. Proceedings of the International Rye Symposium: technology and products, held on 7–8 December 1995 in Helsinki, Finland, 39–48, VTT Symposium No. 161, 13 ref.
- WEIPERT, D., 1996: Rye and triticale. In: Henry, C. J. and Kentlevel, P. S. (Eds.), Cereal Grain Quality, Chapman and Hall, London, 205–224.
- WEIPERT, D., 1998: Roggen: Sorte und Umwelt – Indirekte Qualitätsmerkmale. Getreide Mehl und Brot, 52, 4: 208–217.

## Adresa

Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D., Ústav technologie potravin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: kucerova@mendelu.cz