

PROTEIN PROFIL OF TRITICALE (X *TRITICOSECALE* WITT.), WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) AND RYE (*SECALE CEREALE*)

Zdenka Gálová, Andrej Trebichalský, Eva Palenčárová

ABSTRACT

Our work is based on the comparison of protein quality among triticale (x *Triticosecale* Witt.) and its parental crops; wheat and rye. For this purpose, we have detected the content of the overall nitrogen and the fraction composition of proteins. We have analysed 10 genotypes, each of triticale, wheat and rye. The highest average content of the overall nitrogen was detected at triticale (11,1 %). In term of nutritional quality, the most desirable content have had rye genotypes with average content of albumins and globulins 37,11%. Other point of view is technological quality. In cereals this quality depends on content of proteins and their fraction composition, determining is content of storage proteins (prolamins and glutenins). The best technological content had reached wheat genotypes with average content of storage proteins 66,88 %. Triticale compared with its parental crops had showed higher portion of albumins and globulins (compared with wheat) and higher portion of storage proteins (compared with rye).

Key words: triticale, wheat, rye, protein quality, protein fractions

INTRODUCTION

Triticale je syntetickým hybridom pochádzajúcim z kríženia pšenice (*T. durum* alebo *T. aestivum*) a raže (*Secale* sp.) (Salmanowicz a Dylewicz, 2007), preto genóm tritikale pozostáva z genómov pšenice (AABB alebo AABBDD) a raže (RR). Najviac pestovaným je hexaploidné tritikale (AABBRR) (Kuleung et al., 2003), ktoré sa vyznačuje vhodným aminokyselinovým zložením a vysokou úrodou v menej produktívnych oblastiach (Tams et al., 2004).

Triticale je v prevažnej miere šľachtené a pestované pre krmné účely. Aj napriek pokusom o využitie tejto plodiny pre pekársku spracovanie, zatiaľ nespĺňa všetky technologické kritéria, ktoré dosahuje pšenica letná (Lukaszewski, 2006).

Technologická kvalita pšenice, raže a tritikale je kódovaná polygénne, pričom dôležitú úlohu z hľadiska potravinárskeho využitia zohrávajú zásobné bielkoviny, a to hlavne gliadíny a gluteníny, z nich predovšetkým HMW glutenínové podjednotky (Martínek et al., 2007). Gliadíny sú zodpovedné za viskózne vlastnosti lepku (Payne, 1987; Gianbelli et al., 2001). Viskoelastické vlastnosti lepku sú podmienené nielen obsahom zásobných bielkovín, ale predovšetkým ich komponentným zložením. Na druhej strane Amiour et al. (2002) dokázali, že zásobné bielkoviny raže a tritikale nie sú schopné tvoriť súdržný viskoelastický lepok.

Cieľom našej práce bolo porovnať nutričnú a technologickú kvalitu súboru genotypov tritikale formy ozimnej, pšenice letnej formy ozimnej a raže satej na základe bielkovinového profilu.

MATERIAL AND METHODOLOGY

Analýzovali sme kolekciu 10 genotypov tritikale formy ozimnej (x *Triticosecale* Witt.), 10 odrôd pšenice letnej formy ozimnej a 10 genotypov raže satej. Vzorky boli poskytnuté Génovou bankou semenných druhov SR SCPV VÚRV v Piešťanoch. V celozrnnom šrote vzoriek sme stanovili obsah celkového dusíka podľa Kjeldahla a frakčnú skladbu bielkovín podľa Golenkova (ICC metóda). Z celkového obsahu dusíka sme vynásobením

koeficientom 5,7 vypočítali obsah hrubých bielkovín. Na základe obsahu albumínov a globulínov, dusíkatého zvyšku a prolaminov sme vypočítali koeficient nutričnej kvality. Získané výsledky sme vyhodnotili štatistickým programom Statgraphic 5.0.

RESULTS AND DISCUSION

Biologická hodnota bielkovín je súčasťou výživnej hodnoty bielkovín, a ktorou sa rozumie zhoda aminokyselinového zloženia daných bielkovín s aminokyselinovým zložením tých bielkovín, ktoré sa využívajú na stavbu organizmu človeka, resp. živočícha. Esenciálne aminokyseliny si živočíšny organizmus nevie sám syntetizovať z dôvodu vysokej energetickej náročnosti, a preto musia byť dodané v potrave. Nedostatok akejkoľvek esenciálnej aminokyseliny v krmive (v potrave) ohraničuje využitie všetkých ostatných aminokyselín, pričom biologická hodnota a využiteľnosť bielkovín je daná aminokyselinou, ktorá je prítomná v najmenšom množstve tzv. limitujúca aminokyselina (Gálová, et al., 2008).

Výživná hodnota bielkovín obilnín je nízka. Ako uvádzajú Michalík, et al. (2006), nízka výživná hodnota rastlinných bielkovín a najmä obilnín je podmienená vysokým podielom bielkovinových frakcií typu prolaminov, ktoré sa vyznačujú nízkym obsahom esenciálnych aminokyselín a naproti tomu vysokým podielom neesenciálnych aminokyselín. K ďalším nepriaznivým osobitostiam bielkovinového komplexu zrna obilnín patrí prítomnosť bielkovín vykazujúcich antinutritívne vlastnosti.

V nadväznosti na uvedené sme v analyzovaných vzorkách stanovili obsah celkového dusíka, na základe ktorého sme vypočítali obsah hrubých bielkovín (tab. 1). Priemerný obsah hrubých bielkovín vo vybraných 10 genotypoch tritikale formy ozimnej bol 11,1 %, pričom obsah varíroval v rozsahu 9,59 % (Tribeca) až po 13,59% (UCRTCL 2). Na rozdiel od našich výsledkov Brandt et al. (2000) vo svojej práci zistili v tritikale v priemere vyšší obsah celkových bielkovín o 1,63 % (12,73%). Petr et al. (1991) uvádzajú obsah celkových bielkovín v tritikale na úrovni 12,49 %.

Pri pšenici letnej sme stanovili priemerný obsah celkových bielkovín (Tab. 2) 10,21 %, čo je o 0,89 % menej oproti tritikale. Obsah bielkovín v analyzovaných odrodách pšenice letnej bol v rozsahu od 8,79 % do 12,15 %. **Matuz et al. (2000a)** vo svojej práci uvádzajú obsah bielkovín v pšenici letnej 16 % – 18 %, čo je o 3,75 až 7,21 % viac oproti nami dosiahnutých výsledkov.

V súbore genotypov raže siatej sme stanovili priemerný obsah bielkovín 9,35 % (Tab. 3), pri variabilite od 5,76 % (Albedo) do 11,61 % (Stal). V porovnaní so zrnou tritikale je to o 1,75% menej. Z uvedeného vyplýva, že tritikale má vyšší obsah hrubých bielkovín v porovnaní s druhmi obilnín, z ktorých bol šľachtiteľskými procesmi vyšľachtený.

Tabuľka 1 Obsah bielkovín, bielkovinových frakcií a koeficienta nutričnej kvality v genotypocho tritikale (x *Triticosecale* Witt.) (v %)

Názov vzorky	Bielkoviny	Alb+ Glo	Prolamíny	Glutelíny (%)	N- zvyšok	KNK
Benetto	10,39	32,29	38,43	22,31	6,91	102,00
UCRCTL 2	13,59	29,39	34,13	28,22	7,34	107,62
Greneder	13,11	32,33	34,77	24,38	7,91	115,73
Pizarro	10,07	34,90	34,11	20,64	9,5	130,17
Trigold	10,39	34,59	33,06	21,55	9,98	134,82
Tribeca	9,59	25,01	35,83	33,33	6,65	88,36
Kinerit	10,71	29,10	35,80	25,37	8,94	106,26
Flavius	11,19	29,99	35,69	25,00	8,55	107,99
Tatra	11,19	29,99	40,02	21,44	8,55	96,30
Blenio	10,71	29,84	37,29	23,88	8,19	101,98
x	11,10	30,74	35,91	24,61	8,25	109,12
min	9,59	25,01	33,06	20,64	6,65	88,36
max	13,59	34,90	40,02	33,33	9,98	134,82
sx	1,29	2,91	2,14	3,81	1,08	14,36
v (%)	11,59	9,47	5,95	15,49	13,10	13,16

Vysvetlivky: Alb – albumíny, Glo – globulíny, KNK – koeficient nutričnej kvality, x - priemer, sx - smerodajná odchýlka, v (%) - variačný koeficient

Nutričná a technologická kvalita obilnín sa určuje zo zastúpenia jednotlivých bielkovinových frakcií. Jednotlivé frakcie bielkovín sa líšia nielen rozdielnou rozpustnosťou v rôznych rozpúšťadlách, ale aj aminokyselinovým zložením, molekulovou hmotnosťou, fyzikálno-chemickými a biochemickými vlastnosťami, čo spôsobuje ich značné odlišnosti v biologickej funkcii, výživnej, ale aj technologickej kvalite (**Michalík, Karlubík, 1988**).

Albumíny a globulíny sú charakteristické vysokým zastúpením esenciálnych aminokyselín, preto ich z hľadiska nutričného považujeme za plnohodnotné, ktoré zodpovedajú požiadavkám pre výživu ľudí a zvierat. Aminokyselinovým zložením, najmä zastúpením esenciálnych aminokyselín, sa tieto bielkoviny plne vyrovnávajú živočíšnym bielkovinám (**Prugar et al., 2008**). Nevýhodou cytoplazmatických bielkovín je ich nižší obsah v endosperme pšenice, pričom nie sú prítomné v takom množstve aby pokryli nedostatok lyzínu v pšeničnej múke (**Petr et al. 1991**).

Zásobné bielkoviny sú tvorené frakciami prolamínov a glutelínov, ktoré sa vyznačujú nízkym zastúpením esenciálnych aminokyselín, sú neplnohodnotné, a tým vykazujú nízku nutričnú kvalitu (**Michalík et al. 2006**).

Priemerné zastúpenie cytoplazmatických bielkovín v tritikale bolo 30,74%, pričom najvyššie zastúpenie albumínov a globulínov v tritikale sme detegovali v odrodách Pizarro (34,9 %), Trigold (34,59%), na druhej strane, najnižšie zastúpenie protoplazmatických bielkovín sme stanovili vo francúzskej odrode Tribeca (25,01%). Priemerne zastúpenie prolamínov v analyzovanom súbore tritikale bolo 35,91 %, pričom bolo v rozsahu od 33,06 % (Trigold) po 40,02 % (Tatra).

Priemerné zastúpenie glutelínov v sledovanom súbore tritikale bolo 24,61 %, pričom najvyššie zastúpenie sme detegovali v odrode Tribeca (33,33 %). **Petr et al. (1991)** uvádzajú v zrne tritikale iný percentuálny podiel jednotlivých bielkovinových frakcií v porovnaní s našimi výsledkami a to pri albumínoch a globulínoch 32,9 % (menej o 2,16 %), gliadínach 24,4 % (menej o 11,51%) a glutelínoch 17,3 % (viac o 7,13 %).

Tabuľka 2 Obsah bielkovín, bielkovinových frakcií a koeficienta nutričnej kvality zrna pšenice letnej (v %)

Názov vzorky	Bielkoviny	Alb+Glo	Prolamíny	Glutelíny	N- zvyšok	KNK
Astela	9,03	28,71	33,63	29,72	7,95	109,01
Brea	9,59	26,68	32,86	31,67	8,32	106,51
Estica	9,19	23,68	39,68	26,78	9,42	83,42
Ilona	8,79	27,31	33,55	30,36	8,02	105,31
Klea	10,23	25,33	35,91	31,24	7,52	91,48
Košútka	10,07	22,23	39,65	29,19	8,26	76,9
Livia	11,35	22,24	43,67	27,16	6,42	65,63
Samanta	12,15	22,37	40,29	28,94	7,41	73,91
Istrodur	11,19	23,57	37,98	29,73	8,55	84,57
Martondur	10,56	22,78	37,06	29,85	8,63	84,75
x	10,21	24,49	37,42	29,46	8,05	88,15
min	8,79	22,23	32,86	26,78	6,42	65,63
max	12,15	28,71	43,67	31,67	9,42	109,01
sx	1,1	2,36	3,49	1,56	0,81	14,76
v	10,82	9,65	9,35	5,3	10,09	16,75

Vysvetlivky: Alb – albumíny, Glo – globulíny, KNK – koeficient nutričnej kvality, x - priemer, sx - smerodajná odchýlka, v (%) - variačný koeficient

V pšenici letnej priemerný obsah albumínov a globulínov bol 10,21 %, pričom sa pohyboval v rozmedzí od 8,79 % do 12,15 % (Tab. 2). **Socha et al. (2010)** zistili 22,6 % podiel frakcie albumínov a globulínov v zrne pšenice letnej. Bielkovinový komplex trinástich odrôd pšenice a jeho vplyv na kvalitu chleba a pečiva vo svojej práci charakterizovali aj **Bojňanská a Frančáková (2008)**. V nimi hodnotenej kolekcii pšenice podiel albumínov a globulínov predstavoval 21,6 %, čo v porovnaní s našimi výsledkami predstavuje približne o 2,89 % viac.

Priemerný obsah zásobných bielkovín v pšenici letnej bol 66,88 %, z toho frakcia prolamínov bola zastúpená 37,42 % a frakcia glutelínov 29,46 % (Tab. 3). Na rozdiel od našich výsledkov autori **Socha et al. (2010)** uvádzajú, že zastúpenie gliadínov v pšenici letnej bolo 33,8 % a glutelínov 35 %. **Bojňanská a Frančáková (2008)** v analyzovaných odrodách pšenice letnej stanovili menšie zastúpenie

gliadínov o 3,12 % (34,3 %), pričom obsah glutenínov v našich vzorkách bol 29,46 %, čo zhruba korešponduje s ich výsledkami (30,2 %).

Najvyššie priemerné zastúpenie frakcie albumínov a globulínov z analyzovaných druhov obilnín sme zistili v genotypoch raže (37,11 %) (Tab. 3), pričom zastúpenie cytoplazmatických bielkovín v jednotlivých odrodách varíroval od 32,82 % do 42,30 %. Prugar et al. (2008) spájajú vysokú nutričnú hodnotu raže s vyšším podielom frakcie albumínov a globulínov, a s tým súvisiaci aj vyšší priemerný obsah lyzínu v bielkovinách raže oproti pšenici. Vplyvom niektorých antinutričných látok je však stráviteľnosť, a teda aj využiteľnosť bielkovín raže vo výžive nižšia asi o 10 % v porovnaní so pšenicom.

Priemerné zastúpenie zásobných bielkovín raže bolo 49,80 %, z toho prolaminová frakcia tvorila 32,20 %-ný podiel a glutelínová frakcia 17,60 %-ný podiel (Tab. 3). V porovnaní s výsledkami Michalíka et al. (2006), ktorí vo svojej práci analyzovali odrody raže sme dospeli k obdobným výsledkom.

Celkove môžeme konštatovať, že priemerné zastúpenie zásobných bielkovín v tritikale bolo 60,52 %, čo je o 6,36 % menej oproti pšenici a o 10,72 % viac v porovnaní s ražou.

Zo zastúpenia jednotlivých bielkovinových frakcií sme vypočítali koeficient nutričnej kvality (KNK), ktorý do určitej miery charakterizuje výživnú kvalitu zrna. V analyzovaných zrnách tritikale sme stanovili KNK v rozsahu od 88,36 % do 134,82 % (Tab. 1). Vo vzorkách pšenice letnej KNK bol od 65,63 % do 109,01 % (Tab.2). Koeficient nutričnej kvality v analyzovaných genotypoch raže sietej dosiahol v porovnaní so pšenicom a tritikale takmer dvojnásobnú hodnotu (od 108,54 (Stal) do 243,17 (Albedo)).

Tabuľka 3 Obsah bielkovín, bielkovinových frakcií a koeficienta nutričnej kvality v genotypoch raže (v %)

Názov vzorky	Bielkoviny	Alb+Glo	Prolamíny	Glutelíny	N-zvyšok	KNK
Albedo	5,76	40,00	23,86	16,63	18,02	243,17
Bojko	9,81	36,66	32,02	20,02	10,70	147,91
Matador	7,19	41,41	29,58	17,02	11,83	179,99
Nikita	11,45	35,44	37,17	16,55	10,28	123,00
Oklon	11,04	33,21	38,54	17,79	10,08	112,32
Rapid	7,03	40,05	28,61	19,73	10,95	178,26
Selgo	7,19	42,30	31,85	14,99	10,45	165,62
Sorom	11,45	35,44	27,44	15,43	20,57	204,12
Stal	11,61	33,79	39,46	16,92	9,04	108,54
Tiroler	10,96	32,82	33,46	20,90	11,91	133,68
x	9,35	37,11	32,20	17,60	12,38	159,66
min	5,76	32,82	23,86	14,99	9,04	108,54
max	11,61	42,30	39,46	20,90	20,57	243,17
sx	2,29	3,54	5,07	1,99	3,78	43,15
v	24,49	9,544	15,74	11,31	30,56	27,03

Vysvetlivky: Alb – albumíny, Glo – globulíny, KNK – koeficient nutričnej kvality, x - priemer, sx - smerodajná odchýlka, v (%) - variačný koeficient

Celkovo na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že najvyšší priemerný obsah celkového

proteínu sme zistili v genotypoch tritikale (11,1 %), zatiaľ čo v pšenici letnej a raži sietej bol nižší.

Najvyšší obsah protoplazmatických bielkovín (albumínov a globulínov), zodpovedných hlavne za nutričnú kvalitu bol stanovený v raži (37,11 %), s tým priamo súvisí aj najvyšší priemerný koeficient nutričnej kvality. Ďalej nasleduje tritikale a nakoniec pšenica.

Najvyšší priemerný obsah zásobných bielkovín dosiahli vzorky pšenice (66,88 %), potom tritikale (60,52%) a raž (49,80%).

CONCLUSION

V práci sme analyzovali bielkovinový profil súboru genotypov tritikale, pšenice letnej a raže sietej. Na základe dosiahnutých výsledkov sme zistili, že najvyššiu nutričnú kvalitu dosiahli genotypy raže, v dôsledku najväčšieho zastúpenia protoplazmatických bielkovín. Z technologického hľadiska je najvhodnejšia pre pekárenské využitie pšenica letná. Tritikale vyšľachtené z uvedených druhov obilnín malo vyššie zastúpenie albumínov a globulínov ako pšenica letná a vyšší obsah zásobných bielkovín raž siata.

REFERENCES

- AMIOUR, N. - BOUGUENNEC, A. - MARCOZ, C. - SOURDILLE, P. - BOURGOIN, M. -KHELIFI, D. - BRANLARD, G. 2002. Diversity of seven glutenin and secalin loci within triticale cultivars grown in Europe. In *Euphytica*, vol.123, 2002, p. 295-305.
- BRANDT, D.A. – BRAND, T.S. – CRUYWAGEN, C. W. 2000. The use of crude protein content to predict concentrations of lysine and methionine in grain harvested from selected cultivars of wheat, barley and triticale in the Western Cape region in South Africa, In *South African Journal of Animal Science*, 2000, vol. 30, p. 22-25
- BOJŇANSKÁ, T. – FRANČÁKOVÁ, H. 2008. Bielkovinový komplex pšenice a jeho vplyv na kvalitu chleba a pečiva. In *Proteiny 2008*, Medzinárodná vedecká konferencia. Sborník príspevků V. ročníku mezinárodní konferencie, 21. – 22. 5. 2008. Zlín. UTB, 2008. s. 14-17. ISBN 978-80-7318-706-4.
- GIANIBELLI, M.C. – LARROQUE, O.R – MACRITCHIE, F. – WRIGLEY, C. W. 2001. Biochemical, genetic and molecular characterization of wheat endosperm proteins. Online review, dostupné na internete.
- KULEUNG, C. - BAENZIGER, P.S. - DWEIKAT, I. 2003. Transferability of SSR markers among wheat, rye and triticale. In *Theoretical and Applied Genetics.*, 2003.
- LUKASZEWSKI A.J. 2006. Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. In *Crop Sci.*, vol. 46, 2006, p. 2183-2194.
- MARTINEK, P - VINTEROVÁ, M – BUREŠOVÁ, I - VYHNÁNEK, T. 2007. Agronomic and quality characteristics of triticale (X *Triticosecale* Wittmack.) with HMW glutenin subunits 5+10. In *Journal of Cereal Science*, 18th EUCARPIA Genetic Resources Section Piešťany, 2007.
- MATUZ, J. – POKA, R. – BOLDIZSAR, I. – SZERDAHELYI, E. – HAJOS, G. 2000b. Structure and potential allergenic character of cereal proteins 2. Potential

allergens in cereals samples. In *Cereal Research Community*, vol. 28, 2000, no. 4, p. 433-442.

MICHALÍK, I. – GÁLOVÁ, Z. – URMINSKÁ, D. – KNOBLOCHOVÁ, H. 2006. *Výživná a technologická kvalita rastlinných produktov a ich potravinárske využitie*. 1. vyd. Nitra : SPU, 2006. s. 68 – 98. ISBN 80-8069-780-9.

PAYNE, P.I. – NIGHTINGALE, M. A. – KRATTINGER, A. F. 1987. The relationship between the HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British grown wheat varieties. In *Science Food Agriculture*, vol. 40, 1987, no. 8, p. 51-65.

PETR, J.-BELFÍN, J.-BENEŠ, F.-ČERNÝ, J.-HRADECKÁ, D.-MOGILEVA, V. I. -ŘEZÁČ, A.-ŠTOLCOVÁ, M.: Triticale, Praha: VŠZ, 1991, s. 19-20.

SALMANOWICZ, B. P - DYLEWICZ, M. 2007. Identification and characterization of high-molecular-weight glutenin genes in Polish triticale cultivars by PCR-based DNA markers. In *J. Appl Genet*, vol. 48, 2007 p. 347-357.

PRUGAR, J. 2008. *Kvalita rastlinných produktov na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský Praha, 2008, ISBN: 978-80-86576-28-2, s. 327.

SOCHA, P. – RAŽDÍKOVÁ, A. – URMINSKÁ, D. 2010. Optimalizácia stanovenia celiakálne aktívnych bielkovín v cereáliách a pseudocereáliách [CD-ROM]. In *Potravinárstvo*. Nitra: SPU v Nitre, roč. 4, 2010, mimoriadne číslo, s. 497-508. ISSN 1337-0960.

TAMS. S.H. - BAUER, E. - OETTLER, G. - MELCHINGER, A.E. 2004. Genetic diversity in European winter triticale determined with SSR markers and coancestry coefficient. In *Theoretical and Applied Genetics*. 2004, p. 1385-1391.

Acknowledgments:

This work was solved within the grant research task VEGA n. 1/0471/09, KEGA n. 3/7382/09 and the project OP of research and development ITMS 26220120054. Authors thank to Gene bank of the Slovak Republic of seed species SR SCPV VÚRV in Piešťany for provision of samples.

Contact address:

Prof. RNDr. Zdenka Gálová CSc., Department of Biochemistry and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia,

Email: Zdenka.Galova@uniag.sk

Ing. Andrej Trebichalský, Department of Biochemistry and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia,

Email: andrej.trebichalsky@gmail.com

Ing. Eva Palenčárová PhD., Department of Biochemistry and Biotechnology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia