

AGRONOMSKI GLASNIK 2/2007.
ISSN 0002-1954

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

UTJECAJ ALBUMINA I GLOBULINA NA PEKARSKU KAKVOĆU PŠENICE (*Triticum aestivum* L.)

THE INFLUENCE OF ALBUMINS AND GLOBULINS ON BREAD-MAKING QUALITY OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

Daniela Horvat, Gordana Šimić, G. Drezner, K. Dvojković

SAŽETAK

Bjelančevine pšenice u značajnoj mjeri utječu na tehnološke karakteristike brašna. Cilj istraživanja bio je ispitati utjecaj albumina i globulina na pekarsku kakvoću pšenice primjenom visokotlačne tekućinske kromatografije obrnutih faza (RP-HPLC).

U radu je ispitano 15 kultivara ozime pšenice uzgojenih na Poljoprivrednom institutu Osijek. Pekarska kakvoća ispitivanih kultivara definirana je određivanjem indirektnih parametara kakvoće i reoloških svojstava tijesta. Rezultati istraživanja ukazuju na značajnu negativnu korelaciju između albumina, globulina i sedimentacijske vrijednosti, indeksa glutena, stabilnosti, energije tijesta, otpora i omjera otpora i rastezljivosti.

Ključne riječi: pšenica, bjelančevine, albumini i globulini, pekarska kakvoća

ABSTRACT

Wheat proteins mainly determine the technological properties of wheat flour. The aim of the study was to determine the relative quantity of albumins and globulins in wheat cultivars and their contribution to bread-making quality by Reversed Phase High Pressure Liquid Chromatography (RP-HPLC).

Investigations were carried out on 15 wheat cultivars growing at the Agriculture Institute Osijek. The bread-making quality of wheat cultivars was defined by indirect quality parameters and rheological properties of flour. The negative linear correlation was observed between albumins and globulins

content of and sedimentation value, gluten index, dough stability, dough energy, resistance and resistance to extension ratio.

Key words: wheat, proteins, albumins and globulins, bread-making quality

UVOD

Pekarska kakvoća pšenice (*Triticum aestivum L.*) značajno je uvjetovana količinom i kakvoćom bjelančevina zrna. Prema morfološkoj građi zrna, bjelančevine pšenice dijele se u tri skupine: bjelančevine aleuronskog sloja, bjelančevine endosperma i bjelančevine klice. Koncentracija bjelančevina najveća je u klici i u aleuronskom sloju, dok je najniža u endospermu. Bjelančevine aleuronskog sloja i klice uglavnom pripadaju skupini metabolički aktivnih bjelančevina, dok su rezervne bjelančevine tipične bjelančevine endosperma zrna (Lasztity, 2003.)

Rezervne bjelančevine i metabolički aktivne bjelančevine citoplazme značajno se razlikuju prema fizikalnim svojstvima i aminokiselinskom sastavu. Općenito, bjelančevine citoplazme lako su topive u vodi ili puferskim otopinama soli. Njihova molekularna masa je relativno mala i sadrži veći udio esencijalnih aminokiselina (lizina, metionina, arginina, treonina i triptofana) za razliku od rezervnih bjelančevina endosperma koje su općenito netopive u vodi i otopinama soli i siromašne esencijalnim aminokiselinama (Lasztity, 2003.).

Većina albumina i globulina (enzimi i inhibitori enzima) pripada skupini metabolički aktivnih bjelančevina aleuronskog sloja i klice, međutim neki albumini i globulini pripadaju skupini rezervnih bjelančevina (Shewry i sur., 1995., Gianibelli i sur., 2001.). Udio albumina i globulina u ukupnim bjelančevinama zrna pšenice iznosi 10-20 %. Prema SDS-PAGE elektroforezi njihova molekularna masa se kreće od 14000 do 16000. Bjelančevine albumina i globulina najčešće su monomerne molekule, iako i albumini (uglavnom β -amilaze) i globulini sadrže bjelančevine koje mogu tvoriti polimerne nakupine stabilizirane unutarlančanim disulfidnim vezama.

Uloga albumina i globulina u pekarskoj kakvoći nije u potpunosti definirana, iako neki autori analizirajući utjecaj neglutenskih bjelančevina, uključujući albumine i globuline, na funkcionalna svojstva brašna ističu njihov negativan utjecaj (Veraverbeke i Delcour, 2002.). Isto tako, neki autori ne

isključuju mogućnost stvaranja "miješanih" polimernih nakupina između albumina, globulina i gluteninskih podjedinica (Gupta i sur., 1991., Singh i Sheperd, 1985.). Peruffo i sur., (1996.) upućuju na mogućnost formiranja kovalentne veze između β -amilaze i LMW podjedinica glutenina, što bi značilo da uloga albumina i globulina u definiranju funkcionalnih svojstava brašna i nije toliko nevažna, te da su potrebna sustavnija istraživanja njihovog utjecaja.

MATERIJAL I METODIKA

U ovom istraživanju analizirano je 15 kultivara ozime pšenice uzgojenih na Poljoprivrednom institutu Osijek. Kultivari Žitarka, Srpanjka, Barbara, Klara, Golubica, Monika, Kata, Hana, Ana, Demetra, Osječka Crvenka priznati su kultivari Poljoprivrednog instituta Osijek. Kultivar Sana (Bc institut, Zagreb) je priznati standard za prinos, dok je Divana (Jošt sjeme-istraživanja, Križevci) namjenski kultivar poboljšivač. Kultivari Bezostaja i Libellula uključeni su u istraživanje jer su u oplemenjivačkom programu Poljoprivrednog Instituta Osijek često korišteni kao izvorna roditeljska komponenta radi povećanja uroda i otpornosti na bolesti novih linija.

U zrnju pšenice analizirani su sljedeći parametri kakvoće: količina ukupnih bjelančevina zrna na uređaju *Infratec 1241 Grain Analyzer*-om (Foss Tecator AB, Švedska), Zeleny sedimentacijski test prema normi *HRN ISO 5529:2002*, količina i kakvoća glutena prema metodi *ICC No. 155* na uređaju *Glutomatic 2200 System* i *Glutomatic Centrifuge 2015*, Perten, Švedska, dok su reološka svojstva tijesta određena u skladu s normama *HRN ISO 5530-1:1999* i *HRN ISO 5530-2:1999*. na uređajima *Brabender Farinograph and Extensograph*.

Albumini i globulini su ekstrahirani iz 100 mg samljevenog i homogeniziranog uzorka zrna pšenice pomoću 1 ml 0,4 mol/l NaCl (W i e s e r i sur., 1998.). Razdvajanje i kvantifikacija albumina i globulina tekućinskom kromatografijom provedeno je na aparatu *Integral 4000* (*Perkin Elmer*) koji se sastoji od kvarterne pumpe, autosamplera i *Diode Array* detektora s rasponom valnih duljina od 195 nm do 365 nm. Za razdvajanje albumina i globulina korištena su dva otapala: Acetonitril (ACN, *Merck*) HPLC čistoće + 0,1 % trifluoroctene kiseline (TFA, *Sigma*) i deionizirana voda + 0,1 % TFA. Volumen injektiranja profiltriranog uzorka bio je 20 μ l. Razdvajanje albumina i globulina izvršeno je na koloni *Supelcosil LC 318* (*Supelco*), dimenzija (25 x

0,46) cm i s promjerom zrna punila 5 μm , uz gradijentno eluiranje i linearno povećanje koncentracije acetonitrila + TFA od 20 % do 60 % kroz 15 minuta i uz protok od 1 ml / min. Temperatura pećnice iznosila je 50°C. Albumini i globulini su analizirani pri valnoj duljini od 210 nm. Integracija površine ispod kromatografske krivulje obavljena je pomoću integratora koji je sastavni dio *Integral-a 4000*. Ekstrakcija i RP-HPLC analiza albumina i globulina provedena je u paralelama.

Relativne količine bjelančevina pšenice RP-HPLC-om izražene su u jedinicama apsorpcije (AU) dobivenim iz vrijednosti integrirane površine kromatografske krivulje u skladu s IUPAC preporukama iz 1993. i 1998 (Cerjan-Stefanović i sur., 1999.). Površine ispod kromatografskih krivulja preračunate su na miligram brašna i korištene kao izravna mjera količine analiziranih bjelančevina.

Za statističku obradu podataka korišten je računalni program *SAS System 8.2 Software*.

REZULTATI I RASPRAVA

Indirektni parametri kakvoće zrna i brašna pšenice

Kemijski parametri kakvoće ispitivanih kultivara pšenice prikazani su na tablici 1. Količina bjelančevina kretala se od 13,4 % (Kata, Sana) do 17,8 % (Divana). Prema količini bjelančevina (>13%) i sedimentacijskoj vrijednosti (>40cm³) u I klasu kakvoće, prema važećem *Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizikalnih i kemijskih analiza za kontrolu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, tjestenina i brzo smrznutih tijesta* iz 1991. godine, svrstavaju se kultivari: Žitarka, Srpanjka, Barbara, Klara, Golubica, Hana, Ana, Demetra, Osječka Crvenka, Bezostaja i Divana. Kultivari Monika, Kata, Sana i Libellula pripadaju II klasi kakvoće. Količina vlažnog glutena ispitivanih kultivara kretala se od 30,8 % (Ana) do 44,1 % (Golubica). Vrijednost indeksa glutena, parametra koji definira kakvoću glutena, kretala se od 57 (Sana i Libellula) do 98 (Srpanjka). Dobiveni rezultati u skladu su s našim dosadašnjim istraživanjima indirektnih parametara kakvoće analiziranih kultivara (Horvat i sur., 2006., Drezner i sur., 2006.).

Tablica 1. Indirektni parametri kakvoće analiziranih kultivara pšenice
Table1 Indirect quality parameters of wheat cultivars

Kultivari <i>Cultivars</i>	P ^a <i>P</i>	SED <i>SED</i>	VG <i>WG</i>	GI <i>GI</i>
Žitarka	14,1 ^b	41	41,9	83
Srpanjka	14,2	44	34,7	98
Barbara	14,3	54	41,6	84
Klara	14,7	57	39,3	90
Golubica	15,5	61	44,1	63
Monika	14,4	32	37,8	66
Kata	13,4	37	38,2	61
Sana	13,4	37	35,9	57
Libellula	14,7	22	37,9	57
<i>Hana</i>	<i>14,5</i>	62	37,0	86
<i>Ana</i>	<i>13,6</i>	51	30,8	97
<i>Demetra</i>	<i>14,2</i>	63	34,8	96
<i>Osječka Crvenka</i>	<i>15,1</i>	41	39,9	84
<i>Bezostaja</i>	<i>15,2</i>	55	37,0	93
<i>Divana</i>	<i>17,8</i>	47	44,0	90
\bar{X}	<i>14,6</i>	47	38,3	80
<i>SD</i>	<i>1,11</i>	12,06	3,63	15,16
<i>CV %</i>	<i>7,58</i>	25,70	9,47	18,87

^aP= ukupne bjelančevine zrna (%; ST); SED=sedimentacijska vrijednost (cm³);

VG=vlažni gluten (%); GI=gluten indeks /

P=total grain protein (%;Dm); *SED*=sedimentation value (cm³);

WG=wet gluten (%); *GI*=Gluten Index

^bsrednja vrijednost (n=2 mjerenja) / Mean value (n=2 determinations)

Reološka svojstva tijesta

Reološki parametri kakvoće ispitivanih kultivara pšenice prikazani su na tablici 2. Moć upijanja vode brašna kretala se od 60,1 % (Ana) do 65,8 % (Golubica). Rezultati dobiveni farinografskom analizom pokazuju da je vrijeme

D. Horvat i sur.: Utjecaj albumina i globulina na pekarsku kakvoću pšenice
(*Triticum aestivum* L.)

razvoja tijesta variralo od 2,0 min (Srpanjka) do 9,1 min (Divana), a stabilnost tijesta od 0,2 min (Monika, Kata) do 4,6 min (Srpanjka). Najmanji stupanj omekšanja tijesta imao je kultivar Divana (11 FJ) a najveći kultivar Libellula (132 FJ). Prema farinografskim svojstvima tijesta (tablica 2) ispitivani kultivari pripadaju krušnim pšenicama i mogu se podijeliti u pet skupina kakvoće, od A1 (Bezostaja i Divana) do C1 (Libellula).

Tablica 2. Reološka svojstva tijesta analiziranih kultivara pšenice
Table 2 Rheological dough properties of analyzed wheat cultivars

Kultivari <i>Cultivars</i>	UV ^a <i>WA</i>	RAZ <i>DDT</i>	STAB <i>STAB</i>	SO <i>DS</i>	SK <i>QG</i>	E <i>E</i>	O <i>R</i>	RAST <i>Ext</i>	O/R <i>R/Ext</i>
<i>Žitarka</i>	65,6	3,3	0,5	87	B1	77	197	212	0.9
Srpanjka	60,4	2,0	4,6	62	A2	122	334	185	1.8
Barbara	65,4	3,7	1,4	81	B1	86	217	211	1.0
Klara	64,5	4,2	1,0	78	B1	92	216	207	1.0
Golubica	65,8	5,0	1,4	62	A2	81	170	224	0.8
Monika	62,6	3,3	0,2	107	B2	43	140	172	0.8
Kata	63,5	2,8	0,2	104	B2	49	141	203	0.7
Sana	62,1	2,5	0,7	118	B2	48	145	197	0.7
Libellula	60,6	2,0	0,3	132	C1	44	130	211	0.6
<i>Hana</i>	64,2	2,5	1,5	65	B1	99	305	176	1.7
<i>Ana</i>	60,1	4,3	1,4	70	A2	119	265	211	1.3
<i>Demetra</i>	61,1	4,5	1,4	71	A2	135	294	222	1.3
<i>Osječka Crvenka</i>	62,7	4,5	0,7	76	B1	91	225	208	1.1
<i>Bezostaja</i>	62,0	5,5	1,7	40	A1	126	325	198	1.6
<i>Divana</i>	64,4	9,1	2,9	11	A1	142	229	248	0.9
\bar{X}	63,0	3,9	1,3	78	-	90	222	206	1,1
<i>SD</i>	1,87	1,79	1,15	30,30	-	33,82	69,80	19,10	0,38
<i>CV %</i>	2,98	45,35	86,76	39,04	-	37,46	31,41	9,29	35,21

^aUV=upijanje vode (%); RAZ=razvoj tijesta (min); STAB=stabilnost (min); SO=stupanj omekšanja (FJ); SK= skupina kakvoće; E=energija tijesta (cm²); O=otpor (EJ); RAST=rastezljivost (mm); O/R=omjer otpora i rastezljivosti / *WA*=water absorption (%) / *DDT*=dough development time (min); *STAB*=stability (min); *DS*=degree of softening (FU); *QG*=quality group; *E*=dough energy (cm²); *R*=resistance to extension (EU); *Ext*=extensibility (mm), *R/Ext*=ratio of resistance and extensibility

D. Horvat i sur.: Utjecaj albumina i globulina na pekarsku kakvoću pšenice
(*Triticum aestivum L.*)

Prema ekstenzografskim parametrima kakvoće, dobivenim nakon 135 min odmaranja tijesta, najmanju energiju tijesta imao je kultivar Monika (42,8 cm²) a najveću kultivar Divana (141,7 cm²). Najmanji otpor pri rastezanju imao je kultivar Libellula (130 EJ), a najveći kultivar Srpanjka (334 EJ). Rastezljivost tijesta ispitivanih kultivara varirala je od 172 mm (Monika) do 248 mm (Divana). Najmanji omjer između otpora tijesta i rastezljivosti (O/R) izračunat je kod kultivara Libellula (0,6) a najveći kod kultivara Srpanjka (1,8) (tablica 2). Dobiveni rezultati su u skladu s dosadašnjim istraživanjima reoloških svojstava analiziranih kultivara (Jurković i sur., 2000., Horvat i sur. 2002., Magdić i sur., 2006.).

RP-HPLC analiza albumina i globulina

Tablica 3. Relativne količine albumina i globulina ispitivanih kultivara pšenice
Table 3 Relative amounts of albumins and globulins of wheat cultivars

Kultivari <i>Cultivars</i>	Albumini i globulini (AU) <i>Albumins and globulins (AU)</i>	Omjer količine albumina, globulina i ukupnih bjelančevina <i>Ratio of albumins and globulins content and total proteins</i>
Žitarka	190 ^a	13,48
Srpanjka	171	12,04
Barbara	178	12,45
Klara	188	12,79
Golubica	182	11,74
Monika	237	16,46
Kata	200	14,93
Sana	195	14,55
Libellula	194	12,30
Hana	185	12,76
Ana	181	13,31
Demetra	183	12,89
Osječka Crvenka	182	12,05
Bezostaja	182	11,97
Divana	198	11,12
\bar{X}	190	13,05
SD	15,86	1,38
CV %	8,36	10,60

^asrednja vrijednost (n=2) / Mean value (n=2)

Rezultati kvantifikacije albumina i globulina RP-HPLC metodom prikazani su na tablici 3. Količina ukupnih albumina i globulina u zrnu pšenice ispitivanih kultivara iznosila je od 171 AU (Srpanjka) do 237 AU (Monika).

Dobiveni kvantitativni podaci analize albumina i globulina RP-HPLC metodom ukazuju na specifične razlike između ispitivanih kultivara. Da bi se na usporednoj razini razlike u količini ukupnih bjelančevina u zrnu analiziranih kultivara umanjile, definiran je kapacitet proizvodnje albumina i globulina po jedinici ukupnih bjelančevina kao omjer količine albumina, globulina i ukupnih bjelančevina (tablica 3). Tako su na primjer, kultivari lošijih kemijskih i reoloških svojstava, Monika, Kata i Sana (tablica 1 i 2), pokazali veću proizvodnju albumina i globulina po jedinici ukupnih bjelančevina (tablica 3) u odnosu na kultivare Divanu, Bezostaju, Golubicu i Srpanjku koji su s najnižim proizvodnjom albumina i globulina po jedinici ukupnih bjelančevina (tablica 3) pokazali vrlo dobra i dobra tehnološka svojstva (tablica 1 i 2).

Povezanost količine albumina i globulina s parametrima kakvoće pšenice

Koeficijenti linearne korelacije ($p < 0,05$) između količine albumina i globulina i pokazatelja pekarske kakvoće ispitivanih kultivara pšenice prikazani su na tablici 4. Budući da točnija uloga albumina i globulina u definiranju funkcionalnih svojstava brašna nije dovoljno istražena, vrlo je malo literaturnih podataka o jačini njihovog utjecaja na pekarsku kakvoću. U ovom istraživanju uočen je srednje negativan utjecaj količine albumina i globulina na gotovo sva analizirana svojstva kakvoće ispitivanih kultivara.

Iz tablice 4 vidljivo je da količina albumina i globulina negativno korelira sa sedimentacijskom vrijednošću ($r = -0,47$), gluten indeksom ($r = -0,44$), stabilnošću tijesta ($r = -0,43$), energijom tijesta ($r = -0,47$), otporom ($r = -0,54$) i omjerom otpora i rastezljivosti ($r = -0,47$). Negativan utjecaj albumina i globulina na pekarsku kakvoću ispitivanih kultivara najizraženiji je kod kultivara lošijih reoloških svojstava, Monike, Kate i Sane. Dobiveni rezultati mogu se usporediti s navodima autora (MacRitchie, 1987., Veraverbeke i Delcour, 2002.) koji ističu negativan utjecaj neglutenskih bjelančevina na tehnološku kakvoću brašna.

Tablica 4. Koeficijenti linearne korelacije ($p < 0,05$) između količine albumina i globulina (AU) i parametara kakvoće pšenice
Table 4 Correlation coefficients ($P < 0.05$) between albumins and globulins content and wheat quality parameters

Parametri kakvoće <i>Quality parameters</i>	Albumini i globulini <i>Albumins and globulins</i>
Ukupne bjelančevine zrna (% ST) <i>Total grain proteins (% Dm)</i>	0,03
Sedimentacijska vrijednost (cm ³) <i>Sedimentation value (cm³)</i>	-0,47*
Vlažni gluten (%) <i>Wet gluten (%)</i>	0,12
Gluten indeks <i>Gluten Index</i>	-0,44*
Upijanje vode (%) <i>Water absorption</i>	0,05
Razvoj tijesta (min.) <i>Dough development (min)</i>	0,01
Stabilnost (min.) <i>Stability (min)</i>	-0,43*
Stupanj omekšanja (FJ) <i>Degree of softening (FU)</i>	0,33
Energija tijesta (cm ²) <i>Dough energy (EU)</i>	-0,47*
Otpor (EJ) <i>Resistance (EU)</i>	-0,54*
Rastezljivost (mm) <i>Extensibility (mm)</i>	-0,15
O/R <i>R/Ext</i>	-0,47*

* Statistički značajni koeficijenti linearne korelacije ($p < 0,05$) / Statistically significant coefficients of linear correlation ($P < 0.05$)

ZAKLJUČCI

Procjenom utjecaja albumina i globulina na parametre pekarske kakvoće uočen je srednje negativan utjecaj količine albumina i globulina na pekarsku kakvoću analiziranih kultivara pšenice.

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da su kultivari s manjom proizvedenom količinom albumina i globulina po jedinici ukupnih bjelančevina pokazali značajno bolju pekarsku kakvoću u odnosu na kultivare čija je proizvodnja albumina i globulina bila najveća.

LITERATURA

- Cerjan-Stefanović, Š., Drevenkar, V., Jurišić, B., Medić-Šarić, M., Petrović, M., Šegudović, N., Švob, V., Turina, S.** (1999): Kromatografsko nazivlje: IUPAC preporuke 1993. i 1998. HINUS i Sekcija za kromatografiju HDKI (ur.), Zagreb, 64-65.
- Drezner, G., Dvojković, K., Horvat D., Novoselović, D., Lalić, A., Babić, D. Kovačević, J.** (2006): Grain Yield and Quality of Winter Wheat Genotypes in Different Environments. *Cereal Res. Comm.* 34: 457-460.
- Gianibelli, M.C., Larroque, O.R., MacRitchie, F., Wriegly, C.W.:** (2001): Biochemical, Genetic, and Molecular Characterisation of Wheat Endosperm Proteins. Online review, American Association of Cereal Chemists (ur.), 1-20.
- Gupta, R.B., MacRitchie, F.:** A rapid one-step one-dimensional SDS-PAGE procedure for analysis of subunit composition of glutenin in wheat. (1991): *J. Cereal Sci.* 14: 105-109.
- Horvat D., Drezner G., Jurković Z., Šimić G., Magdić D., Dvojković K.** (2006): The importance of high-molecular-weight glutenin subunits for wheat quality evaluation. *Poljoprivreda*, 12(1): 53-57.
- Horvat, D., Jurković, Z., Sudar, R., Pavlinić, D., Šimić, G.** (2002): The Relative Amounts of HMW Glutenin Subunits of OS Wheat Cultivars in Relation to Bread-Making Quality. *Cereal Res. Comm.* 30: 415-422.

- Jurković, Z., Sudar, R., Drezner, G., Horvat, D.** (2000): The HMW Glutenin Subunit Composition of OS Wheat Cultivars and their Relationship with Bread-Making Quality. *Cereal Res. Comm.* 28: 271-277.
- Lasztity, R.** (2003): Prediction of Wheat Quality-Success and Doubts. *Periodica politechnica Ser. Chem. Eng.* 46: 39-49.
- MacRitchie, F.** (1987): Evaluation of contributions from wheat protein fractions to dough mixing and breadmaking. *J. Cereal Sci.* 6: 259-268.
- Magdić D., Horvat D., Drezner G., Jurković Z., Šimić G.** (2006): Image analysis of bread crumb structure in relation to gluten strength of wheat. *Poljoprivreda* 12 (1): 58-62.
- Peruffo, A.D.B., Pogna, N.E., Curioni, C.: Evidence for the presence of disulfide bonds between beta-amylase and low molecular weight glutenin subunits.** (1996) Proceedings of 6th International Gluten Workshop "Gluten '96", Melbourne. L. O'Brien, A. B. Blakeney, A.S. Ross, C.W. Wrigley, Royal Aust. Chem. Inst. (ur). 312.
- SAS System 8.2 Software** (SAS Institute Inc. Cary, NC. USA, SAS/STAT User's Guide 1989)
- Shewry, P.R., Napier, J.A., Tatham, A.S.: Seed storage proteins: Structure and biosynthesis.** (1995): *Plant Cell* 7: 945-956
- Singh, N.K. and Sheperd, K.W.:** The structure and genetic control of a new class of disulfide-link proteins in wheat endosperm. (1985): *Theor. Appl. Genetic.* 71: 79-92.
- Veraverbeke, W.S., Delcour, J.A.** (2002): Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 42: 179-208.

Wieser, H., Antes, S., Selmeier, W. (1998): Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem* 75: 644-650.

Adrese autora – Authors' addresses:

Dr.sc. Daniela Horvat
Mr.sc. Gordana Šimić
Dr. sc. Georg Drezner
Mr. sc. Krešimir Dvojković

Primljeno – received:

01.03.2007.

Poljoprivredni institut Osijek
The Agricultural Institute Osijek
Južno predgrađe 17,
HR-31100 Osijek