

MOGUĆNOST PRIMENE ULTRAZVUKA ZA RAZGRADNJU TRITIKALEA*

**Olgica Grujić¹, Siniša Markov¹, Dušanka Pejin¹, Ljiljana Mojović², Jelena Pejin¹,
Aleksandra Velićanski¹, Pavle Parčetić¹, Marica Rakin², Milica Marković¹**

¹Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

²Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija

Ispitivan je uticaj ultrazvuka na proces razgradnje tritikalea. Tritikale je vrsta strnog žita sa visokim prinosima, otporna na poleganje sa mogućnošću uzgoja na marginalnim zemljištima. Najčešće se koristi kao dodatak u ishrani stoke ili kao dodatak pšeničnom brašnu u pekarskoj industriji dok se danas sve češće upotrebljava kao zamena dela slada u industriji proizvodnje piva. U ovom radu je korišćena sorta tritikalea Odisej (žetve 2008) iz selekcionih ogleada Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu sa lokaliteta Rimski Šančevi. Zbog stalne potrebe ka unapređenju i ekonomičnijoj proizvodnji javili su se novi postupci obrade skrobnih sirovina kao što je to upotreba ultrazvučnog tretmana. Ultrazvučnim tretmanom se može postići bolje usitnjavanje sirovine, što dovodi do smanjenja veličine čestica i do 20 puta i na taj način omogućava bolju likvefakciju i saharifikaciju skroba. Primenjeni su ultrazvučni tretmani u trajanju od 2×2,5 i 2×5 minuta uz temperaturne tretmane na 50°C i 60°C u trajanju od 65, 85 i 125 minuta. Dobijeni rezultati pokazuju i pozitivna i negativna dejstva ultrazvučnog tretmana u procesu razgradnje tritikalea u zavisnosti od primenjene dužine ultrazvučnog tretmana i odabranog temperaturnog tretmana. Najbolji rezultati se dobijaju primenom ultrazvučnog tretmana u trajanju od 2×2,5 minuta uz temperaturni tretman na 60°C za 125 minuta, čime bi se postigla brža i bolja razgradnja brašna tritikalea u varionici i dobijanje većih količina gotovog proizvoda-piva uz ekonomičniji rad.

Ključne reči: tritikale, ultrazvuk, likvefakcija, saharifikacija, fermentativni skrob

* Rad saopšten na VIII Simpozijumu «Savremene tehnologije i privredni razvoj», Leskovac, 23. i 24. oktobar 2009. godine

Adresa autora: Dušanka Pejin, Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

E-mail: pejin@uns.ac.rs

UVOD

Tritikale (*Triticosecale*) je najstarija veštački stvorena hibridna žitarica nastala ukrštanjem pšenice (*Triticum*) i raži (*Secale*) [1]. Tritikale ima dobru otpornost na klimatske promene, može se kultivisati na marginalnim zemljištima i pri tome daje visoke prinose po hektaru [2], manje je osetljiv na biljne bolesti i štetočine koje napadaju raž i pšenicu što smanjuje potrebu za zaštitnim sredstvima tokom kultivacije [3]. Postoje jare i ozime sorte tritikalea, zavisno od uslova gajenja. Prednost jarih sorti je da dobro podnose sušu, ali im je period kultivacije dug. Ozime sorte daju visoke prinose, rano sazrevaju i uspešno se mogu gajiti i u snežnim područjima. Na osnovu rezultata analiza Aufhammera i saradnika [4] i Rosenbergera i saradnika [5] tritikale i pšenica imaju viši sadržaj fermentabilnih šećera u poredjenju sa raži ako se kultivisu pod istim uslovima. Zrna tritikalea sadrže dovoljne količine skroba koje se lako razgradjuju enzimima. Poznato je da tritikale poseduje sopstvene amilolitske enzime, uglavnom α -amilazu, koja je glavna za ošecerjenje skroba [6, 7]. Važno je znati koliki je sadržaj fermentabilnih šećera i koliki je autoamilolitički kvocijent [8] ispitivane sorte tritikalea. Amilolitski kvocijent se definiše kao odnos prinosa fermentabilnih šećera dobijenih u procesu bez upotrebe komercijalnih enzima i prinosa fermentabilnih šećera dobijenih uz primenu komercijalnih enzima [9]. Autoamilolitički enzimi tritikalea se karakterišu sa višom amilolitičkom aktivnošću u poredjenju sa pšenicom i raži [10]. Optimalna temperatura za amilolitske enzime tritikalea je u intervalu 55 i 60°C [9]. Ove temperature su znatno niže (za 20 -30°C) od temperatura optimalnih za razgradnju drugih žitarica (pšenice, kukuruza) što daje tritikaleu veliku prednost zbog smanjenja troškova tokom pripreme za fermentativne tehnologije. Cilj rada je bio da se ispita mogućnost primene ultrazvuka za razgradnju skroba tritikalea. Ultrazvuk se primenjuje veoma široko u biološkim i hemijskim procesima [11]. Ultrazvuk visokog intenziteta, sa frekvencijom oko 40 kHz i snagom višom od 5 W/cm² primenjuje se prehrambenim tehnologijama gde su potrebne stalne promene: mehaničke ili hemijske [12]. Ultrazvuk ove jačine može se primenjivati za promenu brzine enzimskih reakcija reakcija (za ubrzanje ili smanjenje aktivnosti enzima). Intenzivna istraživanja su usmerena na određivanje mehaničke degradacije polimera primenom ultrazvuka višeg intenziteta [12]. Khanal i saradnici [11] su istraživali uticaj ultrazvuka na oslobađanje glukoze iz skroba kukuruza. Rezultati koje su dobili su pokazali da se veličina čestica kukuruznog brašna smanjuje za 20 puta i da je koncentracija glukoze bila do tri puta veća pri korišćenju ultrazvučnog tretmana u odnosu na kontrolne uzorke. Wang i Wang [13] su pokazali da se delovanjem ultrazvuka visoke snage poboljšava izdvajanje skroba, bez negativnih efekata na zrnca skroba, iz pirinčanog zrna. Tokom izrade ovog rada ispitivao se uticaj trajanja delovanja ultra zvuka (2×2,5 minuta; 2×5minuta) i vremena termičke razgradnje 65, 85 i 125 minuta na 60°C.

EKSPERIMENTALNI DEO

Materijal

U radu je kao sirovina korišćen tritikale sorte Odisej rod 2008. godine sa lokaliteta Rimski Šančevi.

Proizvodni mikroorganizam

Kao proizvodni mikroorganizam korišćen je instant suvi kvasac *Saccharomyces cerevisiae* (Altech-Fermin, Senta, Srbija). Kvasac je suspendovan u 0,1% sterilnom peptonu prethodno zagrejanom na 37°C, homogenizovan na tresilici (200 okretaja/minutu) tokom 10 minuta. Suspenzija kvasca inkubirana tokom 20 minuta na 37°C. Broj ćelija u suspenziji određen je brojanjem u Neuberovoj komori (14). Od ove suspenzije je uzet odgovarajući alikvot i inokulisana je pripremljena podloga tritikalea sa $30\text{-}35 \times 10^6$ ćelija po gramu (15).

Ultrazvučni uređjaj

U radu je korišćen uređjaj ultrazvučne kade, model Branson 220 proizvođača Emerson Industrial Automation, male snage sa frekvencijom ultrazvuka od 40 kHz.

Enzimi

Za određivanje ukupnih fermentabilnih šećera koji se mogu dobiti iz tritikalea primenjavani su komercijalni enzimi:

- Teramyl SC (proizvođača Novozymes A/S) je koncentrat α -amilaze
- SAN Super 360 L (proizvođača Novozymes A/S) je koncentrat glukoamilaze

Metode

Uzorak tritikalea sorte Odisej analiziran je fizičkim i hemijskim analizama. Od fizičkih kriterijuma određivana je: hektolitarska masa, masa 1000 zrna, sortiranje, staklastost [16]. Od hemijskih kriterijuma: sadržaj vlage, sadržaj proteina po Kjeldalu i broj padanja po Hagbergu [17].

Oređivanje sadržaja glukoze, maltoze i maltotrioze

Oređivanje glukoze, maltoze i maltotrioze rađeno je na Agilent, HPLC, serije 1100, kolona Aminex HPX-87 H (Biorad Laboratories) 7,8 mm IDX 300 mm. Dozirano je 20 μ l, brzina protoka: 0,6 ml/min, temperatura 50°C, spektrofotometrijski detektor u UV regiji na 214 nm, RI-detektor.

Mehanička priprema

Uzorak tritikalea sorte Odisej je pre svakog eksperimenta samleven na laboratorijskom koničnom mlinu MIAG-BRAUNSCHWEIG, Type: DOXY 71b/4, snage motora 0,22 kW, pri 1375 obrata/minutu. Granulometrijski sastav samlevenih uzoraka određen je sejanjem 100g u trajanju od 3 minuta na sistemu sita sa prosečnom veličinom otvora 1000, 700, 400, 250 i 150 μ m, na situ Bühler MLU 300.

Termički i ultrazvučni tretman uzoraka tritikalea

Samleveni uzorci tritikalea su mešani sa destilovanom vodom temperature 50-60°C pri hidromodulu 1:4 (samleveni uzorak:voda) u metalnim čašama koje su sastavni deo automatskog vodenog kupatila sa odgovarajućim mešalicama (Glasbläserei, Institut für Gärungs Gewerbe, Berlin). U okviru svakog ogleada postavljene su četiri probe od kojih su prve dve probe pripremane samo termički, a druge dve termičkom obradom uz ultrazvučni tretman. Ispitivanje uticaja ultrazvučnog tretmana je izvođeno u tri grupe ogleada u kojima je varirano vreme termičke: 1. termički tretman na 60°C tokom 65 minuta sa ultrazvučnim tretmanom u trajanju od 2×2,5 i 2×5 minuta i bez ultrazvučnog tretmana; 2. termički tretmana na 60°C tokom 85 minuta sa ultrazvučnim tretmanom u trajanju od 2×2,5 i 2×5 minuta i bez ultrazvučnog tretmana; 3. temperaturni tretman na 60°C tokom 125 minuta sa ultrazvučnim tretmanom u trajanju od 2×2,5 i 2×5 minuta i bez ultrazvučnog tretmana.

Amilolitski kvocijent

Za upotrebu tritikalea kao sirovine za fermentativne tehnologije važno je odrediti amilolitski kvocijent. On predstavlja odnos prinosa fermentabilnih šećera koji se dobijaju bez dodatka tehničkih enzima i fermentabilnih šećera koji se dobijaju uz dodatak tehničkih enzima. Na ovaj način on daje ovid u količine autoamilolitskih enzima u sorti tritikalea [18].

REZULTATI I DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

U tabeli 1. dati su rezultati mehaničkih i hemijskih analiza tritikalea sorte Odisej.

Tabela 1. Rezultati analiza tritikalea sorte Odisej žetve 2008. godine

Mehanička analiza	
Sortiranje:	
iznad 2,8 mm (%)	75,8
iznad 2,5 mm (%)	17,5
I klasa (%)	93,3
II klasa (%)	2,7
III klasa (%)	4,0
Masa 1000 zrna (g s.m.)	47,77
Hektolitarska masa (kg/hl)	80,5
Staklastost (%)	41,00
Hemijska analiza	
Vlaga zrna (%)	10,56
Belančevine (% s.m.)	12,65
Broj padanja po Hagberg-u [s]	150

Na osnovu rezultata datih u tabeli 1. može se zaključiti da tritikale sorte Odisej ima krupna ujednačena zrna sa udelom prve klase 93,3%, visoku hektolitarsku masu i masu 1000 zrna i vlagu 10,56%. Sadržaj belančevina je relativno visok 12,65% što zavisi od

primenjenih agrotehničkih mera i klimatskih uslova tokom uzgoja. Broj padanja po Hagbergu je 150 sekundi što ukazuje na osrednju autoamilolitsku aktivnost. U tabeli 2. dat je granulacioni sastav brašna tritikalea nakon mlevenja. Analizirajući podatke date u tabeli 2. može se zaključiti da brašno ima najviši sadržaj čestica u opsegu od 250 μm do 700 μm .

Tabela 2. Granulacioni sastav brašna tritikalea nakon mlevenja

Veličina otvora sita [μm]	[%]
>1000	0,8
1000/700	6,2
700/450	20,1
450/250	40,8
250/150	7,1
<150	25,0

U tabeli 3. dati su rezultati sadržaja maltotrioze, maltoze i glukoze u podlogama od tritikalea, pripremljenih za fermentaciju, uz primenu ultrazvuka u trajanju od 2 \times 2,5 minuta. Dužina pripreme je bila: 65, 85 i 125 minuta na 60°C. Analizirajući rezultate date u tabeli 3. zapaža se da se primenom ultrazvuka, kod svih uzorka povišavao sadržaj maltotrioze, maltoze i glukoze. Ovi rezultati navode na zaključak da primena ultrazvuka povećava aktivnost amilaza tritikale (α -amilaze, β -amilaze, maltaze i glukoamilaze) [19, 20].

Tabela 3. Sadržaj šećera u podlogama pripremljenim bez primene ultrazvuka i sa primenom ultrazvuka u trajanju 2 \times 2,5 minuta

Uslovi priprema		Šećeri (% u suvoj materiji)		
		Maltotrioza	Maltoza	Glukoza
65 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	1,10	15,90	0,55
	Sa ultrazvukom	1,45	19,48	0,89
85 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	1,20	17,28	1,20
	Sa ultrazvukom	1,65	21,70	1,90
125 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	1,76	22,76	1,40
	Sa ultrazvukom	2,20	30,27	1,60

Kod daljih istraživanja produžio se ultrazvuk na 5 minuta i rezultati sadržaja ispitivanih šećera dati su u tabeli 4. Analizirajući rezultate date u tabeli 4. zapaža se da se maltotrioza nije identifikovala kod uzoraka pripremanih 65 i 85 minuta a u uzorku pripremanom 125 minuta se neznan porast maltotrioze u odnosu na rezultate date u tabeli 3. Sadržaj maltoze se povisio uz primenu ultrazvuka od 2 \times 5 minuta u odnosu na uzorke tretirane sa 2 \times 2,5 minuta (tabela 3). Interesatno je zapaziti da se sadržaj glukoze povisio za oko 2 puta u poredjenju sa kraćim delovanjem ultrazvuka.

Tabela 4. Sadržaj šećera u podlogama pripremljenim bez primene ultrazvuka i sa primenom ultrazvuka u trajanju 2×5,0 minuta

Uslovi priprema		Šećeri (% u suvoj materiji)		
		Maltotrioza	Maltoza	Glukoza
65 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	n.d.*	16,20	1,20
	Sa ultrazvukom	n.d.	27,10	2,76
85 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	n.d.	17,91	3,74
	Sa ultrazvukom	n.d.	30,54	3,90
125 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	1,96	23,20	2,56
	Sa ultrazvukom	3,69	33,61	3,60

* n.d. – nije detektovana

Da bi se moglo sagledati koja se količina fermentabilnih šećera može dobiti iz uzorka tritikalea urađen je eksperiment sa pripremom tritikalea uz dodatak optimalnih količina tehničkih enzima (Termamyl SC i SAN Super 360L) i uz primenu ultrazvuka u trajanju 2×2,5 minuta u procesu pripreme. Kod ovakvog procesa pripreme uzorka tritikale utvrđeno je da se maksimalno može dobiti 60,11g fermentabilni šećera iz 100 grama suve materije uzorka. Ova maksimalna vrednost prinosa fermentabilnih šećera poslužila je u daljim istraživanjima za izračunavanje autoamilolitskog kvocijenta. Pripremljeni uzorci tritikalea podvrgnuti su fermentaciji i nakon procesa fermentacije na osnovu parametara fermentacije izračunate su količine fermentabilnih šećera. U tabeli 5. dati su rezultati sadržaja fermentabilnih šećera za uzorke pripremane uz primenu ultrazvuka u trajanju od 2×2,5 minuta.

Tabela 5. Sadržaj fermentabilnih šećera i amilolitički kvocijent u uzorcima pripremljenim bez primene ultrazvuka i sa primenom ultrazvuka u trajanju 2×2,5 minuta

Uslovi priprema		Fermentabilni	Amilolitički
		šećeri (% u suvoj materiji)	kvocijent
65 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	43,50	72,36
	Sa ultrazvukom	45,41	75,54
85 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	45,11	74,86
	Sa ultrazvukom	47,76	79,45
125 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	46,12	76,72
	Sa ultrazvukom	49,92	83,04

Analizirajući rezultate date u tabeli 5. zapaža se da se kod uzoraka sa primenom ultrazvuka dobijaju viši sadržaji fermentabilnih šećera. Zapaža se da je vreme pripreme uzorka 125 minuta dalo odlične rezultate fermentabilnih šećera. Rezultati amilolitičkih kvocijenta pokazuju da je primena ultrazvuka pozitivno uticala na ovaj tehnološki parametar. Isto tako zapaža se da je pruduženje vremena pripreme pozitivno uticala na sadržaj fermentabilnih šećera i na amilolitički kvocijent. Ako se uporede rezultati sadržaja maltotrioze, maltoze i glukoze dobijeni nakon pripreme uzorka tritikale i sadržaji fermentabilnih šećera može se zaključiti da je sadržaj fermentabilnih

šerćera znatno viši. Objašnjenje je u saznanju da se skrob tritikalea razgradi do fermentabilnih šećera u toku procesa fermentacije što je dobro poznata činjenica u biotehnologiji [21].

U tabeli 6. dati su rezultati sadržaja fermentabilnih šećera dobijenih iz uzoraka tritikalea pripremanih uz primenu ultrazvuka u trajanju od 2×5 minuta. Analizirajući rezultate sadržaja fermentabilnih šećera zapaža se da se primenom dužeg delovanja ultrazvuka ne dobijaju viši rezultati fermentabilnih šećera u poređenju sa sadržajem fermentabilnih šećera ostvarenih sa kraćim delovanjem ultrazvuka. Isti zaključak se može izvesti i za amilolitski kvocijent. Amilolitski kvocijent je viši kod svih uzoraka kod kojih je primenjen ultrazvuk za pripremi u poređenju sa uzorcima kod kojih nije primenjivan ultrazvuk u procesu pripreme. Primenom dužeg tretmana sa ultrazvukom 2×5 minuta nisu dobijeni viši sadržaji fermentabilnog skroba tako da se može zaključiti da je dovoljno da se priprema tritikalea izvodi uz kraći tretman sa ultrazvukom.

Tabela 6. Sadržaj fermentabilnih šećera i amilolitički kvocijent u uzorcima pripremljenim bez primene ultrazvuka i sa primenom ultrazvuka u trajanju 2×5 minuta

Uslovi priprema		Fermentabilni šećeri (% u suvoj materiji)	Amilolitički kvocijent
65 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	44,30	73,69
	Sa ultrazvukom	46,20	76,86
85 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	45,20	75,19
	Sa ultrazvukom	48,72	81,05
125 minuta na 60°C	Bez ultrazvuka	46,92	78,05
	Sa ultrazvukom	50,06	83,28

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata sadržaja glikoze, maltoze i maltotrioze i fermentabilnih šećera iz uzorka tritikalea Odisej (žetve 2008 godine) može se zaključiti da se može uspešno koristiti kao sirovina za fermentabilne tehnologije. Uzorak tritikale Odisej sadrži amilolitske enzime koji mogu da razgrade 76-78% sopstvenog skroba bez dodatka tehničkih enzima što snižava cenu procesa proizvodnje tritikalea u biotehnologiji. Optimalna temperatura pripreme tritikalea je 60°C. Ova temperatura je niža za oko 30°C u poređenju sa temperaturama potrebnim za pripremu drugih žitariva (pšenice, sirka, kukuruza) što takođe daje prednost tritikaleu. Primena ultrazvuka u procesu pripreme tritikale pre fermentacije povišava prinos fermentabilnih šećera i na taj način povišava ekonomičnost primene tritikalea kao sirovine u biotehnologiji.

LITERATURA

- [1] J. Wesenberg, Die Branntweinwirtschaft, No 10, (1990) 162.
- [2] J. Kučerova, J. Inst. Brew. 113 (2) (2007) 142.
- [3] G. Oettler, J. of Agric. Sci. 143 (5), (2005) 329.

- [4] W. Aufhammer, H. Pieper, H. Stützel and V. Schäfer, *Bodenkultur*, 44 (2) (1993) 183.
- [5] A. Rosenberger, H.Kaul, T. Senn and W. Aufhammer, *J. Agron. Crop. Sci.* 185 (1) (2000) 55.
- [6] D. Apar and B. Özbek, *Process Biochemistry*, 39 (12), (2004), 1877.
- [7] L. Mojović, S. Nikolić, M. Rakin and M. Vukasinović, *Fuel* 85 (12-13),(2006), 1750
- [8] S. Fleischer and T. Senn, *Getreide-technologie*, 59 (4) (2005) 244.
- [9] T. Senn, H. Pieper: Classical methods, in M. Roehr: *The Biotechnology of Ethanol, Classical and Future Applications*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto 2001, pp 7-86.
- [10] D. Pejin, Lj. Mojović, V. Vučurović, J. Pejin, S. Denčić and M. Rakin, *Fermentation of wheat and triticale hydrolysates: A comparative study*, *Fuel*, 8 (9) (2009) 1625
- [12] S. Živanović: *Application of ultrasound in food industry and research*, 11th Congress of nutrition, Belgrade, (2008), *Book of Abstracts*, 136.
- [11] S. Khanal, M. Montalbo, J. van Leeuwen, G.Srinivasan and D. Grewell, *Biotechnol. Bioeng.*, 98 (5) (2007) 978.
- [13] L. Wang and Y. Wang, *Cereal Chem.* 81 (1) (2003) 140.
- [14] Lj. Vrbaški i S. Markov: *Praktikum za vežbe iz mikrobiologije*, (1992) Prometej, Stručna knjiga, Novi Sad, 1992, str. 153.
- [15] S. Wang, K. Tomas, K. Sosulski, W. Ingledew and F. Sosulski, *Process Biochem.*, 34 (1999), 421.
- [16] *Analitika EBC III i mikrobiološka analitika (prevod)*, Poslovno udruženje industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1985.
- [17] G. Kaludjerski i N. Filipović: *Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda*, Univerzitet u Novom Sadu, 1998.
- [18] M. Roehr: *The biotechnology of ethanol, classical and future application*, Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2000, 24-27
- [19] M. Yaldagard, S. A. Mortazavi, S. M. Mousavi and F. Tabatabaie, *Am. Soc. Brew. Chem.* (2009) doi:10.1094/ASBCJ-2009-0507-01.
- [20] C. Behrman and J. Larson, *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* (1987) 24, 72
- [21] G. Muralikrishna and M. Nirmala, *Carbohydrate Polymers* 60(2005) 163

SUMMARY

POSSIBILITY OF TRITICALE DEGRADATION USING ULTRASOUND

(Scientific paper)

Olgica Grujić¹, Siniša Markov¹, Dušanka Pejin¹, Ljiljana Mojović², Jelena Pejin¹, Aleksandra Velićanski¹, Pavle Parčetić¹, Marica Rakin², Milica Marković¹

¹Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

²Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade, Serbia

Influence of ultrasound on triticale was investigated. Triticale is a cereal characterized with high yields per hectare and its ability to grow on marginal lands. It's most frequently used as animal feed supplement or in bread industry in combination with wheat flour. Nowadays, it's more widely used as a unmalted raw material in brewing industry. In this paper, samples of triticale variety Odyssey (crop 2008) were obtained from Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, from Rimski Šančevi location. Due to constant need for more efficient production in brewing technology, new treatments of raw material have emerged. With the use of ultrasound treatment, particle sizes of triticale obtained from milling process can be reduced up to 20 times which benefits to liquefaction and saccharification of starch. In this paper, influence of ultrasound on triticale starch is analyzed using 2×2,5 and 2×5 minute ultrasound treatment with temperature regimes of 50°C and 60°C for duration of 65, 85 and 125 minutes. Ultrasound treatments of triticale mash gave both positive and negative results depending on applied time of ultrasound treatment and used temperature treatment. Best results were obtained using 2×2,5 minute of ultrasound treatment with temperature treatment of 60°C for duration of 125 minutes which would result in better degradation of triticale flour and benefit production of final product-beer.

Key words: triticale, ultrasound, liquefaction, saccharification, fermentation glucosans

Received / Primičen: 15. jun 2009. godine

Accepted / Prihvaćen: 17. septembar 2009. godine