

WPLYW PRODUKTÓW HYDROLIZY ENZYMATYCZNEJ POLISACHARYDÓW NIESKROBIOWYCH NA CECHY PIWA PSZENŻYTNIEGO

Józef Błazewicz, Elżbieta Rytel

Streszczenie. Użycie preparatów Pentopan 200 MG i Ultraflo L usprawnia filtrację brzezczek pszenżytnich, zwiększa zawartość pentozanów rozpuszczalnych w brzezczkach oraz wpływa negatywnie na cechy organoleptyczne piwa pszenżytniego.

Słowa kluczowe: pszenżyto, pentozały, słód, brzezcza, piwo

WSTĘP

Nieskrobiowe polisacharydy roślinne – homo- i heteropolimery pentoz, heksoz i kwasów uronowych – tworzą zręby strukturalne komórek roślinnych, stanowią materiał zapasowy, warunkują reakcje między komórkami, a także oddziałują na metabolizm człowieka i zwierząt [Rybka 1994]. Podstawowymi składnikami ziarna zbóż są arabinoksylany i beta-D-glukany, jednak wzajemny stosunek liczby tych polimerów zależy od gatunku, a ich liczba waha się od znikomych w ziarnie ryżu do około 10 w ziarnie pszenżyta i pszenicy. Różnice te spowodowane są przede wszystkim różną zawartością beta-glukanu, która w ziarnie jęczmienia jest 5-6 razy większa niż w ziarnie pszenżyta i pszenicy [Beresford i Stone 1983, Henry 1985]. Arabinoksylany ścian okrywy nasiennej, powiązane z ligninami i białkiem ścian komórkowych, są w większości nierozpuszczalne w wodzie [Selvendran 1985], natomiast rozpuszczalnych w wodzie jest około 30% arabinoksylanów warstwy aleuronowej [Bach Knudsen i in. 1991].

Wśród roślin zbożowych uprawianych w Polsce największe ilości pentozanów występują w ziarnie żyta, nieco mniej tych składników oznacza się w ziarnie pszenżyta. Pentozały ziarna zbóż podzielono na dwie grupy: pentozały rozpuszczalne w wodzie i pentozały nierozpuszczalne w wodzie. Według Michniewicza pentozały rozpuszczalne w wodzie stanowią 20-50% całkowitej ich zawartości w ziarnie zbóż. Budowa, właściwości i znaczenie technologiczne pentozanów występujących w ziarnie zbóż są często tematem prac związanych z wypiekiem pieczywa [Michniewicz 1995] lub wykorzystania składników ziarna w przemyśle paszowym [Wierciński 1971].

Problem wpływu pentozanów na właściwości technologiczne brzezcerek słodowych związany jest z próbami wykorzystania ziarna pszenżyta do produkcji słodów browarniczych [Błażewicz 1993, Błażewicz i in. 1995, Foszczyńska 1997, Foszczyńska 2001], pszenżytnich ekstraktów słodowych [Błażewicz i Borek 1999] lub ekstraktów słodowych z udziałem niesłodowanego ziarna pszenżyta [Błażewicz i in. 2002]. Z badań nad wpływem substancji pentozanowych na właściwości wypiekowe ziarna zbóż wynika, że hipotetyczna cząsteczka pentozanowa składa się z ksylozy, arabinozy i galaktozy. Za tworzenie żelu pentozanowego odpowiedzialne są głównie kwasy fenolowe, zwłaszcza występujący w największych ilościach kwas ferulowy [Michniewicz 1995]. W procesie otrzymywania brzezcerek słodowych ze słodów pszenżytnich lub jęczmiennych z dodatkiem niesłodowanego ziarna pszenżyta produkty niepełnej hydrolizy enzymatycznej pentozanów są traktowane jako główna przyczyna utrudnionej filtracji brzezcerek oraz ponadnormatywnej lepkości brzezcerek.

Z dotychczasowych badań wynika, że niezależnie od odmiany i czasu słodowania ziarna pszenżyta wszystkie brzezczki pszenżytnie charakteryzują się utrudnioną filtracją i zbyt dużą lepkością [Błażewicz 1993, Błażewicz i in. 1995, Błażewicz i Borek 1999, Foszczyńska 1997]. W eksperymentalny sposób sprawdzono, że najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie w trakcie zacierania słodów pszenżytnich preparatów enzymatycznych hydrolizujących głównie pentozały [Błażewicz i in. 1995, Foszczyńska 1997].

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania preparatów hydrolizujących polisacharydy nieskrobiowe (Pentopan 200 MG i Ultraflo L) na cechy pszenżytnich ekstraktów słodowych i otrzymanych z nich piw.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiałem doświadczalnym był słód jęczmienny i pszenżytni, brzezczki słodowe, otrzymane z nich ekstrakty słodowe oraz piwa wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych według zmodyfikowanej receptury firmy Cooper's (Instrukcja otrzymywania piwa w warunkach domowych wg Australian-Home Brew Beer – Cooper's Brewery).

Słód jęczmienny pobrano z Browaru Piastowskiego, a słód pszenżytni otrzymano w warunkach laboratoryjnych. Słód pszenżytni (6 dniowy) otrzymano w warunkach analogicznych do warunków produkcji słodów typu pilzneńskiego. Słodowanie przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w Zakładzie Technologii Fermentacji. Do moczenia przygotowano próbki ziarna pszenżyta o masie 250 g. Moczenie i słodowanie ziarna przeprowadzono w perforowanych woreczkach foliowych w szafie klimatyzacyjnej, utrzymując temperaturę w granicach 15-16°C. Cykl moczenia ziarna trwał 48 h. Ziarno przetrzymywano w wodzie i w atmosferze powietrza według następującego schematu: 8 h – w wodzie /w/, 11 h – w atmosferze powietrza /p/, 5 h – w, 8 h – p, 11 h – w, 5 h – p. W wyniku moczenia uzyskiwano zakładaną wilgotność końcową ziarna wynoszącą 45%. Czas słodowania liczony był od momentu zakończenia cyklu moczenia i trwał 6 dni. W trakcie słodowania ziarno było ważone i mieszane 2 razy na dobę. Ubytki uzupełniano wodą destylowaną. Po zakończeniu roszczenia próby słodów suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem, stosując następujące temperatury: 10 h – 30°C, 5 h – 40°C, 3 h – 50°C, 3 h – 65°C, 2 h – 82°C. Suchy słód, po uprzednim ręcznym odkiełkowaniu na sitach, umieszczano w szklanych słojach z doszlifowanym korkiem.

Słody pszenżytnie uzyskano w warunkach laboratoryjnych z ziarna pszenżyta ozimego, otrzymanego z Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Małyszynie (odmiany 'Malno', 'Ugo' i 'Bogo'), Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Krościnie Małej (odmiany 'Prego', 'Presto', 'Moniko', 'Ordo', 'Tewo' i 'Vero') oraz Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Swojcu (odmiana 'Bolero'). Z ziarna 10 odmian pszenżyta ozimego uprawianego w różnych miejscowościach, z sezonu wegetacyjnego 1996-1997, najlepszą filtracyjnością charakteryzowały się brzeczki otrzymane ze słodów wyprodukowanych z ziarna pszenżyta odmiany 'Bolero'. Z tego powodu w następnych etapach wykorzystano możliwość porównania cech piwa pszenżytniego otrzymanego bez dodatku preparatów enzymatycznych z piwem wyprodukowanym z brzeczek, w których w trakcie usprawniania filtracji przez zastosowanie preparatów Pentopan 200 MG i Ultraflo L zwiększono zawartość produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych. W słodach oznaczono: siłę diastatyczną metodą Windischa-Kolbacha, białko ogółem metodą Kjeldahla, czas scukrzania słodów, ekstraktywność oraz liczbę Kolbacha [Analytica – EBC 1998].

Ze słodów jęczmiennych i pszenżytnich otrzymano brzeczki laboratoryjne ze słodu jęczmiennego (J), ze słodów pszenżytnich zacieranych bez dodatku preparatów enzymatycznych (P), z dodatkiem preparatu Pentopan 200 MG (PP) oraz z dodatkiem preparatu Ultraflo L (PU). Dodatek preparatów enzymatycznych zastosowano zgodnie z zaleceniami producenta, 0,5 kg preparatu na tonę zasypu [Solarek 2001]. Brzeczki jęczmienne i pszenżytnie zagęszczono w laboratoryjnej wyparce próżniowej (ciśnienie 210-228 hPa, temperatura 60°C) do konsystencji gęstej pasty o zawartości suchej masy minimum 70%. W uzyskanych ekstraktach słodowych oznaczono: zawartość ekstraktu, barwę, kwasowość, zawartość cukrów redukujących, zawartość dekstryn, siłę diastatyczną oraz zawartość związków azotowych. Oznaczenia wykonano według Branżowej Normy stosowanej w Wytwórni Ekstraktów Słodowych w Wolsztynie [BN-84/8143-01].

Z ekstraktów słodowych rozcieńczonych wodą otrzymano brzeczki o 12-procentowej zawartości suchej substancji, z których w uproszczonych warunkach laboratoryjnych otrzymano piwa, wzorując się na recepturze podanej w instrukcji otrzymywania piwa w warunkach domowych, według Australian-Home Brew Beer – Cooper's Brewery. W piwach oznaczono: ekstrakt rzeczywisty, odfermentowanie rzeczywiste i zawartość alkoholu etylowego za pomocą aparatu „Scaba” (Automatic Beer Analyser). Zawartość dwutlenku węgla oznaczono stosując aparat do pomiaru ciśnienia, a barwę za pomocą neokomparatora „Lovibond 2000”.

W słodach, brzeczkach słodowych i piwach oznaczono zawartość pentozańców ogółem [Wierciński 1971]. Piwa oceniono także metodą organoleptyczną, stosując tradycyjną 100-punktową metodę. Oceniono: pienistość, klarowność, barwę, nasycenie, goryczkę oraz smak i zapach piwa.

OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

W tabeli 1 zestawiono wybrane cechy słodu jęczmiennego oraz pszenżytniego. Słód pszenżytni charakteryzował się małą zawartością białka (11,2% s.s.), dużą siłą diastatyczną (460 j. W-K), krótkim czasem scukrzania (2 min) oraz ekstraktywnością wynoszącą 81,8%. W porównaniu z typowymi słodami jęczmiennymi [Kunze 1999] słód pszenżytni charakteryzował się bardzo dobrą jakością. Słód pszenżytni zawierał porównywalną ze słodem jęczmiennym zawartość pentozańców ogółem (6,8% s.s.).

Tabela 1. Wybrane cechy słołu jęczmiennego oraz pszenżytniego otrzymanego w warunkach laboratoryjnych z ziarna pszenżyta odmiany ‘Bolero’

Table 1. Chosen features of barley and Triticale malt obtained from Triticale grain of ‘Bolero’ variety in the laboratory conditions

Cechy słołów Malts' features	Słód – Malt	
	jęczmienny – barley	pszenżytni – tritiale
Siła diastatyczna, j. W-K Diastatic power, u. W.K.	250	460
Białko ogółem, % s.s. Total protein, % d.m.	10,6	11,2
Czas scukrzania, min Time of saccharification, min	2	2
Ekstraktywność, % Extractivity, %	79,0	81,8
Pentozany ogółem, % s.s. Total pentosans, % d.m.	6,5	6,8

W tabeli 2 zestawiono cechy ekstraktów słołowych jęczmiennych i pszenżytnich uzyskanych bez i po zastosowaniu preparatów Pentopan 200 MG i Ultraflo L. Wprawdzie zagęszczanie brzeczek słołowych do ekstraktów słołowych wydaje się przy tym doświadczeniu mało uzasadnione, ale umożliwiło porównanie otrzymanych produktów z cechami ekstraktu słołowego typu piekarniczego produkowanego w Polsce [BN-84/8143-01] oraz bezpieczne przechowywanie brzeczek. Ułatwiło też zastosowanie tego półproduktu do otrzymywania piwa w warunkach uproszczonej technologii. Porównując ekstrakty słołowe (jęczmienne i pszenżytnie) z ekstraktem typu piekarniczego można stwierdzić, że wszystkie ekstrakty (także otrzymane w wyniku zastosowania preparatów Pentopan 200 MG i Ultraflo L) mają parametry spełniające wymagania BN-84/8143-01. Jest to co prawda norma dotycząca ekstraktów typu piekarniczego, nieuwzględniająca wielu wyróżników ważnych przy otrzymywaniu piwa, ale zapewniająca opis najważniejszych cech zagęszczonych brzeczek. Różnice poszczególnych cech ekstraktu jęczmiennego i ekstraktów pszenżytnich wynikają ze składu zagęszczonych brzeczek. Nie stwierdzono zasadniczego wpływu warunków zagęszczania brzeczek na barwę, kwasowość, zawartość cukrów redukujących, dekstryn oraz związków azotowych. Zauważono, że siła diastatyczna ekstraktów pszenżytnich jest bardzo mała (ok. 30 j. W-K) mimo bardzo dużej siły diastatycznej słołu (460 j. W-K). Wydaje się to trudną do wytłumaczenia skłonnością brzeczek pszenżytnich do zmniejszania aktywności enzymów amylolitycznych. Podobną tendencję stwierdzono w innych doświadczeniach [Błażewicz i Borek 1999].

W tabeli 3 i 4 zestawiono wybrane cechy piw otrzymanych z ekstraktów słołowych w warunkach uproszczonej technologii wzorowanej na recepturze produkcji piwa firmy Cooper's. W czasie otrzymywania piwa zamiast koncentratu firmy Cooper's zastosowano ekstrakty słołowe jęczmienne i pszenżytnie wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych. Gotowanie 12-procentowych brzeczek przeprowadzono z preparatem chmielowym „Lupofresh” w ciągu 1,5 godziny. Zamiast drożdży liofilizowanych (dostarczanych przez firmę wraz z koncentratem) zastosowano gęstwą drożdżową otrzymaną z Browaru Piastowskiego.

Tabela 2. Porównanie cech ekstraktów słodowych jęczmiennych i pszenżytnich
 Table 2. The comparison of barley and Triticale malt extracts features

Cechy ekstraktu słodowego Features of malt extract	Ekstrakt słodowy typu piekarniczego* Malt extract of baking type*	Ekstrakt słodowy jęczmienny Barley malt extract	Ekstrakty pszenżytnie Triticale extracts		
		J	P	PP	PU
Ekstrakt, % Extract, %	> 70	98	74,5	92,2	91,0
Barwa, j. EBC Colour, u. EBC	30-50	21,3	48,4	36,5	51,8
Kwasowość w przeliczeniu na kwas mlekowy, g/100 g ekstraktu Acidity as milk acid g/100 g extract	< 1,5	1,2	1,1	1,2	1,2
Cukry redukujące w przeliczeniu na maltozę, g/100 g s.s. Reducing sugars as maltose, g/100 g d.m.	> 45	49,5	58,2	56,9	57,4
Dekstryny, g/100 g s.s. Dextrin, g/100 g d.m.	< 16	11,5	4,3	4,1	4,0
Siła diastatyczna, j. W-K Diastatic power, u. W-K	< 100	80	30	30	30
Związki azotowe, g N/100 g s.s. Nitrogen compounds, g N/100 g d.m.	–	0,69	0,82	0,78	0,82

*BN-84/8143-01.

Fermentację główną (trwającą 3 dni) przeprowadzono w temperaturze pokojowej, w naczyniu zamkniętym czopem fermentacyjnym. W trakcie butelkowania piwa zastosowano dodatek sacharozy w dawce 4 g na 0,5 litra piwa. Piwo w butelkach z zamknięciem koronowym przetrzymano w lodówce (w temperaturze 0-4°C) przez 2 tygodnie.

W tabeli 3 zestawiono średnie wartości wybranych cech piwa jęczmiennego i piw pszenżytnich otrzymanych z ekstraktów słodowych o cechach określonych wynikami tabeli 2. W trakcie otrzymywania piw jęczmiennych i pszenżytnich stosowano identyczną recepturę. Z założenia doświadczenia wynikało, że jedynym czynnikiem zmieniającym powinien być skład brzożki podstawowej uzyskanej z rozcieńczenia ekstraktów słodowych do stężenia 12-procentowego. Na podstawie analizy piw stwierdzono, że w porównaniu z piwem otrzymanym z ekstraktu jęczmiennego (J) piwo pszenżytnie otrzymane z ekstraktu pszenżytniego bez dodatku preparatów enzymatycznych (P) oraz z ekstraktu pszenżytniego z dodatkiem preparatu Ultraflo L (U) charakteryzowało się bardzo zbliżonymi wartościami ekstraktu rzeczywistego (4,38-4,43% wag.), podobnym odfermentowaniem rzeczywistym (65,3 i 63,9%), zbliżoną zawartością alkoholu etylowego (5,1-4,9% obj.) i dużą zawartością CO₂ (0,54-0,56% wag.). Zawartość pentoza-
nów ogółem w piwie pszenżytnim otrzymanym z ekstraktu słodowego bez udziału preparatów enzymatycznych była nieznacznie większa niż w piwie jęczmiennym i wynosiła odpowiednio 0,23 i 0,25 g w 100 g piwa. Zawartość pentoza-
nów w piwie otrzymanym z ekstraktów pszenżytnich z udziałem preparatów enzymatycznych Pentopan 200 MG

Tabela 3. Wybrane cechy piw otrzymanych z ekstraktów słodowych jęczmiennych i pszenżytnich
 Table 3. Chosen features of beers obtained from barley and Triticale malt extracts

Cecha Feature	Piwa – Beers			
	J	P	PP	U
Brzeczka podstawowa, % wag. Basic wort, % weight	12	12	12	12
Ekstrakt rzeczywisty, % wag. Real extract, % weight	4,54	4,38	4,98	4,43
Odfementowanie rzeczywiste, % Real attenuation, %	63,9	65,3	59,9	64,4
Alkohol etylowy, % obj. Alcohol, % vol.	5,0	5,1	4,6	4,9
Zawartość CO ₂ , % wag. The content of CO ₂ , % weight	0,55	0,56	0,57	0,54
Pentozany, g/100 g piwa Pentosans, g/100 g beer	0,23	0,25	0,44	0,41

J – piwo otrzymane z ekstraktu jęczmiennego.

P – piwo otrzymane z ekstraktu pszenżytniego.

PP – piwo otrzymane z ekstraktu pszenżytniego z dodatkiem preparatu Pentopan 200 MG.

PU – piwo otrzymane z ekstraktu pszenżytniego z dodatkiem preparatu Ultraflo L.

J – beer obtained from barley extract.

P – beer obtained from Triticale extract.

PP – beer obtained from Triticale extract with an addition of preparation Pentopan 200 MG.

PU – beer obtained from Triticale extract with an addition of preparation Ultraflo L.

i Ultraflo L była prawie dwukrotnie większa i wynosiła odpowiednio 0,44 i 0,41 g w 100 g piwa. Największą zawartość pentozańców oznaczono w piwie otrzymanym z ekstraktu pszenżytniego z udziałem preparatu Pentopan 200 MG. Z danych tabeli 3 wynika, że duża zawartość pentozańców w tym piwie spowodowała, w porównaniu z piwem otrzymanym z ekstraktu słodowego pszenżytniego bez dodatku preparatów enzymatycznych, mniejsze o ok. 0,6% wag. wykorzystanie ekstraktu, zmniejszenie o ok. 5,4% odfementowania rzeczywistego oraz mniejszą o ok. 0,5% obj. zawartość alkoholu etylowego. Wyniki oceny instrumentalnej piw pszenżytnich (tab. 3) wskazują, że zwiększona hydroliza enzymatyczna polisacharydów nieskrobiowych (wyrażona w zawartości pentozańców w piwach) wpływa w niekorzystny sposób na ich fermentację.

W tabeli 4 zestawiono wartości średnie wyników oceny organoleptycznej piwa jęczmiennego i piw pszenżytnich. Stwierdzono, że piwa pszenżytnie z udziałem preparatów enzymatycznych hydrolizujących polisacharydy nieskrobiowe, zawierające zwiększoną ilość pentozańców, charakteryzowały się specyficzną, inną goryczką, smakiem i zapachem. Wyniki oceny organoleptycznej potwierdziły wyniki oceny instrumentalnej piw. Piwo o największej zawartości pentozańców (PE) uzyskało najmniejszą liczbę punktów (63,1), a piwo z mniejszą zawartością pentozańców (U) uzyskało 64,7 punktów. Piwo pszenżytnie wyprodukowane bez udziału preparatów enzymatycznych zostało ocenione lepiej niż piwo jęczmienne. W skali 100-punktowej piwo pszenżytnie (P) uzyskało 76,4 pkt, podczas gdy piwo jęczmienne 71,8 pkt. Słód jęczmienny użyty w tym doświadczeniu charakteryzował się dość miernymi parametrami (małą siłą diastatyczną i ekstraktywnością – tab. 1) oraz zawartością pentozańców porównywalną ze słodem i brzeczka pszenżytnią (tab. 1 i 3).

Tabela 4. Wartości średnie wyników oceny organoleptycznej piw jęczmiennych i pszenżytnich
 Table 4. The average results of organoleptic estimation of barley and Triticale beers

Cecha Feature	Zakres punktów Range points	Piwa – Beers			
		J	P	PP	PU
Pienistość Foamality	4-10	9,2	9,5	9,4	9,0
Klarowność Clearness	4-10	5,7	4,3	4,7	5,8
Barwa Colour	4-10	6,8	5,7	5,8	6,7
Nasylenie CO ₂ Saturation by CO ₂	4-10	6,8	7,2	6,5	8,2
Goryczka Bitter	8-20	15,3	17,0	14,0	12,3
Smak i zapach Flavour	16-40	28,0	32,7	22,7	22,7
Suma Total	100	71,8	76,4	63,1	64,7

- J – piwo jęczmienne.
 P – piwo pszenżytnie.
 PP – piwo pszenżytnie z dodatkiem preparatu Pentopan 200 MG.
 PU – piwo pszenżytnie z dodatkiem preparatu Ultraflo L.
 J – beer of barley.
 P – beer of Triticale.
 PP – beer of Triticale with an addition of preparation Pentopan 200 MG.
 PU – beer of Triticale with an addition of preparation Ultraflo L.

Podsumowując można stwierdzić, że otrzymywanie piwa pszenżytniego wymaga dokładniejszego określenia wpływu zwiększonej zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych (w tym głównie pentozanów) na proces fermentacji piwa i jego walory organoleptyczne. Na tym etapie badań duża zawartość polisacharydów nieskrobiowych w brzezce wydaje się główną przyczyną pogarszania ich jakości.

WNIOSKI

Zastosowanie preparatów enzymatycznych Pentopan 200 MG i Ultraflo L usprawnia filtrację brzeczek pszenżytnich, zasadniczo zwiększa zawartość pentozanów w brzeczkach i piwie oraz wpływa negatywnie na ocenę organoleptyczną piwa pszenżytniego.

PIŚMIENNICTWO

- Analytica – EBC., 1998. Verlag Hans Carl Getranke – Fachverlag, Nurnberg.
 Bach Knudsen K.E., Borg Jensen B., Andersen J.O., Hansen J., 1991. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 2. Microbial activity in the gastrointestinal tract. Brit. J. Nutr. 65, 233-248.

- Beresford G., Stone B.A., 1983. (1-3)(1-4)- β -D-glucans content of Triticum grains. *J. Cereal Sci.* 1, 111-114.
- Błażewicz J., 1993. Estimation of the usability of Triticale malts in brewing industry. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2/43, 1, 39-45.
- Błażewicz J., Foszczyńska B., Śnieżek K., 1995. Zacieranie sładów pszenżytnich z dodatkiem preparatów enzymatycznych hydrolizujących związki białkowe i polisacharydy nieskrobiowe. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.* 8, 273, 29-37.
- Błażewicz J., Borek M., 1999. Próby otrzymywania pszenżytnich ekstraktów słodowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.* 8, 273, 53-60.
- Błażewicz J., Figiel A., Stępień B., Peroń S., 2002. Influence of unmalted grain on the properties of thickened malt worts. *Acta Agrophysica* 77, 7-15.
- BN-84/8143-01.
- Foszczyńska B., 1997. Właściwości brzeczek otrzymanych ze sładów pszenżytnich przy zastosowaniu różnych parametrów zacierania. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.* 319, 77-97.
- Foszczyńska B., 2001. Aktywność amylopolityczna i glukanolityczna ziarna pszenżyta podczas słodowania. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.* 14, 407, 119-125.
- Henry R.J., 1985. A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains. *J. Sci. Food Agric.* 36, 1243-1253.
- Kunze W., 1999. *Technologia piwa i siodu. Piwochmiel Spółka z o.o. Warszawa.*
- Michniewicz J., 1995. Pentozany w technologii zbóż. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 261, 1-70.
- Rybka K., 1994. Struktura i właściwości polisacharydów nieskrobiowych ziarna zbóż. *Post. Nauk Roln.* 1, 77-87.
- Selvendran R.R., 1985. *The chemistry of plant cell walls. W: Dietary Fibre. Red. G.G. Birch, K.J. Parker. Applied Science Publishers London, 95-147.*
- Solarek L., 2001. Enzymy Novozymes A/S dla piwowarstwa. Możliwości usprawnień technologicznych. Ulotka reklamowa opracowana na podstawie materiałów Novozymes i informacji browarów.
- Wierciński J., 1971. Spektrofotometryczna metoda oznaczania pentozanów w paszach pochodzenia roślinnego. *Rocz. Nauk Roln.* 93, 1, 165-175.

INFLUENCE OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF NON-STARCH POLYSACCHARYDES ON TRITICALE BEER CHARACTERISTIC

Abstract. The use of Pentopan 200 MG and Ultraflo L preparations rendered more efficient of Triticale worts filtration, increased the content of soluble pentosans in worts and influenced negatively the sensoric properties of beer.

Key words: Triticale, pentosans, malt, wort, beer

J. Błażewicz, E. Rytel, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław