

Mgr inż. Aneta PATER
Dr inż. Marek ZDANIEWICZ
Mgr inż. Olga SZCZEPANIK

Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

WPLÝW PARAMETRÓW PROCESU SŁODOWANIA PSZENŻYTA NA WYBRANE WYRÓŹNIKI JAKOŚCIOWE SŁODU®

The parameters of triticale malting process and their influence
on malt quality®

Słowa kluczowe: pszenżyto, sólód, sólódowanie, kiełkowanie, suszenie.

Wysokie zainteresowanie konsumentów nowymi piwami oraz chęć technologów/piwowarów do obniżania kosztów produkcji przyczyniły się do poszukiwania alternatywnych surowców browarniczych. Jednym z nich wydaje się być pszenżyto. Biorąc pod uwagę, że Polska jest głównym dostawcą tego zboża na świecie, postanowiono stworzyć nową procedurę sólódowania omawianego ziarna. Odpowiednio dobrane parametry sólódowania w połączeniu z doświadczeniem technologa/piwowara mogą zaowocować powstaniem oryginalnego piwa przy niewielkich nakładach finansowych. Aby sprawdzić poprawność parametrów sólódowania przeprowadzono szereg badań na gotowym ziarnie sólódu pszenżytynego (wilgotność, masa 1000 ziaren, szklistość i celność, siła diastatyczna oraz ekstraktywność). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że opracowana procedura sólódowania skutkuje powstaniem sólódu o wysokiej użyteczności piwowarskiej.

Key words: triticale, malt, malting, germination, kilning.

High interest in new beers among the customers and the desire of the technologists/brewers to reduce the costs of beer production have contributed to the search for alternative brewing materials. One of them seems to be triticale. Bearing in mind that Poland is the main supplier of triticale in the world and this grain can be purchased cheaper than barley, it was decided to create a malting procedure for the grain. Correctly selected malting parameters combined with the experience of a technologists/brewer can result in the creation of an original beer at a low financial cost. In order to validate the malting parameters, the tests of finished malt (humidity, weight of 1000 grain, vitreousness, extraction, and accuracy, diastatic force, extractivity) were performed. Based on results we conclude that the high quality malt can be obtained according to the presented procedure.

WSTĘP

W polskiej gospodarce żywnościowej nieustannie utrzymuje się duże zapotrzebowanie na ziarno zbóż, przeznaczonych do celów: konsumpcyjnych, paszowych i przemysłowych. Obecnie prowadzone są prace nad udoskonaleniem odmian pod względem jakościowym z przeznaczeniem na cele sólódownicze [1, 2].

Pszenżyto (*Triticale*) jest zbożem należącym do rodziny wiechlinowatych. Uznaje się je za pierwszą i jedyną roślinę zbożową całkowicie wyhodowaną przez człowieka. Otrzymano ją poprzez skrzyżowanie żeńskiej pszenicy (*Triticum spp.*) z męskim żytem (*Secale spp. Macierzystego*) [11]. Obecnie w rejestrze krajowym zbóż widnieje 12 odmian jarych oraz 31 ozimych. Formy ozime charakteryzują się tradycyjną długością słomy, mogą także mieć słomę bardziej odporną na wyleganie [4]. Pszenżyto w Polsce weszło na stałe do uprawy w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Aktualnie uprawiane jest na obszarze około 650 tys. ha. Duży

areal uprawy bo wynoszący aż 77% wynika m.in. z postępu hodowlano-odmianowego. Polska w UE zajmuje trzecie miejsce pod względem ogólnej powierzchni zasiewów zbóż, a w świecie pierwsze w produkcji pszenżyta [1]. Pszenżyto może służyć jako surowiec do produkcji sólódu, tak gorzelniczego, jak i browarniczego. Przemawia za tym krótki okres spoczynku późniwego, wysoka aktywność enzymów amylolitycznych, a także podatność na porastanie [3]. Przy ocenie przydatności ziarna *Triticale* do sólódowania bierze się pod uwagę przede wszystkim zdolność kiełkowania. Jest to podstawowy wskaźnik żywotności zarodka informujący również o prawidłowym zbiorze i przechowywaniu ziarna. O odpowiedniej zdolności kiełkowania ziarna pszenżyta decydują formy pszenicy użytej do krzyżówek, stopień pomarszczenia ziarna oraz polidalność form [2]. Jedną z najważniejszych cech przemysłowych sólódu jest jego ekstraktywność. Decyduje ona o zużyciu surowca oraz wydajności i opłacalności procesu produkcji. W warunkach krajowych, przydatność pszenżyta do produkcji sólódu piwowarskiego

i gorzelniczego badał jako pierwszy Antkiewicz [4]. Wykazał, że może ono znaleźć wykorzystanie pod warunkiem rozwiązania problemu pleśnienia ziarna podczas słodowania. Problem ten można rozwiązać stosując: odpowiednie środki dezynfekujące ziarno przed słodowaniem, krótszy czas słodowania, a także niską temperaturę w czasie trwania całego procesu [7].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących opracowania nowej procedury słodowania ziarna pszenżyta (odmiany Remiko) oraz sprawdzenie jej wpływu na wybrane parametry jakościowe powstałego słodu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno pszenżyta (*Triticale*) odmiany Remiko – próba właściwa. Próbą odniesienia był słód uzyskany z mieszanki ziaren jęczmienia dwurzędowego odmian jarych pozyskany z browaru przemysłowego.

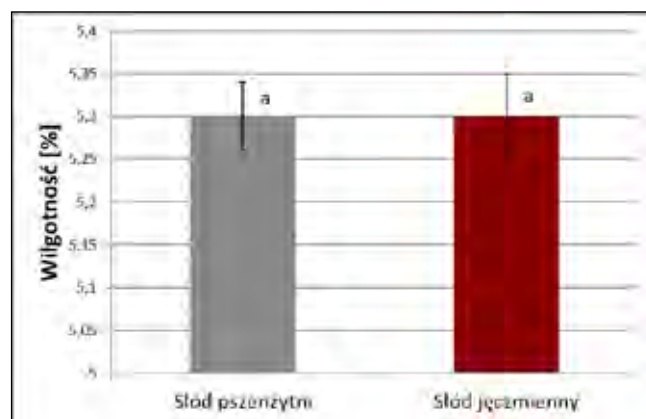
Słodowanie ziarna pszenżyta przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w Katedrze Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej UR w Krakowie. Podczas słodowania dobrano: odpowiednie warunki moczenia, kiełkowania i suszenia. Powyższe parametry znacząco się różniły od powszechnie stosowanych przy produkcji sładów jęczmiennych. Do moczenia przygotowano próbki ziarna o masie 200 g. Moczenie i słodowanie ziarna przeprowadzono w plastikowych pojemnikach, w szafie termostatycznej utrzymującej temperaturę w granicach 9-10°C. Cykl moczenia ziarna trwał 45 h. Ziarno przetrzymywano w wodzie i w atmosferze powietrza według następującego schematu (w – woda, p – atmosfera powietrza) 8 h – w, 12 h – p, 5 h – w, 7 h – p, 8 h – w, 5 h – p. W wyniku moczenia uzyskano zakładaną wilgotność ziarna (46%). Czas słodowania liczony był od momentu zakończenia cyklu moczenia i trwał 4 dni. Codziennie ziarno było mieszane i nawilżane wodą. Po zakończeniu procesu słodowania ziarna, próby sładów suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem, stosując następujące czasy i temperatury: 16 h - 30°C, 4 h - 40°C, 5 h - 50°C, 4 h - 65°C, 8 h - 82°C. Czas suszenia ziarna pszenżyta w porównaniu z jęczmieniem był dwa razy dłuższy, ze względu na dużą wodochłonność ziarna.

Wysuszony słód po uprzednim odkielkowaniu na sitach, przechowywano w szczelnie zamkniętych pojemnikach. W badanym słodzie oznaczono wilgotność, masę 1000 ziaren, szklistość i celność, siłę diastatyczną (metodą Windischa-Kolbacha) oraz ekstraktywność zgodnie z Analityką EBC 2010 [5]. Oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Z uzyskanych wyników obliczono średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. Istotność wyników określono na podstawie testu t – studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyróżniki jakościowe ziarna zbóż odgrywają istotną rolę w określaniu ich przydatności w przemyśle browarniczym. Należy pamiętać, iż jakość surowca decyduje o jakości uzyskiwanego piwa, dlatego poświęca się dużo uwagi zbożu znajdującemu się jeszcze w fazie upraw na polu rolnym.

Omówienie uzyskanych wyników należy rozpocząć od bardzo ważnego wyróżnika jakościowego tj. wilgotności produkowanego słodu [rys. 1]. Zbyt duża wilgotność połączona ze zdolnością do porastania ziarna pszenżyta dyskwalifikowałaby opracowywaną technologię. Porównując zawartość wilgotności w próbie właściwej i kontrolnej, nie zaobserwowano istotnych różnic. Otrzymana stosunkowo niska zawartość wilgotności była efektem odpowiednio dobranego czasu i temperatury podczas suszenia ziarna. Słód pszenżytni był dwa razy dłużej suszony, w porównaniu ze sładem jęczmiennym. Wynika to z faktu, że ziarno pszenżyta chłonie więcej wilgoci i jest podatne na pleśnienie. Wilgotność w obydwu przypadkach wyniosła 5,3%. Dopuszczalna zawartość wilgotności w słodzie powinna mieścić się w przedziale 3,8-7,3% co odpowiada 92,7-96,2% zawartości suchej masy [6, 8]. Zbyt duża wilgotność wpływa na pogorszenie aromatu, a także znacznie zwiększa ryzyko powstania pleśni, które są niebezpieczne dla konsumentów [13]. Obydwa analizowane słady mieszczą się w danym przedziale, świadczy to o odpowiednio przeprowadzonym procesie suszenia ziarna.



Rys. 1. Wilgotność sładów pszenżytnego i jęczmiennego ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

Fig. 1. Moisture of triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

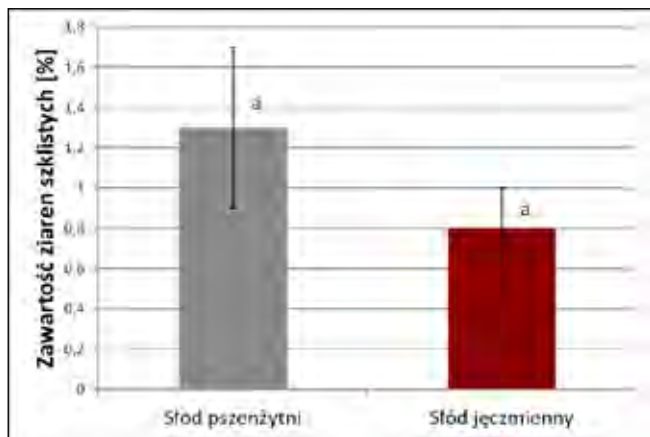
Źródło: Badania własne

Source: The own study

Zawartość ziaren szklistych [rys. 2] pomiędzy sładem pszenżytnim, a sładem jęczmiennym, nie różniła się znacząco. Ponadto niskie wartości odchylenia standardowego świadczyć mogą o wysokiej powtarzalności przeprowadzonej analizy. Według Kunzego [15] zawartość ziaren szklistych w próbie, nie powinna przekraczać 2%. Obydwa słady spełniają to założenie. Przeprowadzona analiza potwierdziła, że wyprodukowany słód pszenżytni jest dobrym surowcem do produkcji piwa, ponieważ w browarnictwie pożądane są ziarna mączyste (wysokoskrobiowe), w przeciwieństwie do szklistych (wysokobiałkowych) [10]. Zapewnienie odpowiedniej ilości skrobi przyczynia się do uzyskania odpowiednio większego ekstraktu, który w późniejszych etapach jest przekształcany do alkoholu i dwutlenku węgla [19].

Podczas analizy 1000 ziaren [rys. 3], nie zaobserwowano znaczących różnic pomiędzy próbkami. Dla sładów z pszenżyta wyniosła ona 38,2 g natomiast dla próby kontrolnej 36,5 g.

Achremowicz [2] wykazał, że ziarno pszenżyta charakteryzuje się wysoką masą tysiąca ziaren. We wszystkich przeprowadzonych badaniach uzyskiwał wartości z przedziału 38-55,5 g. Parametr ten świadczy, o wysokiej dorodności, co potwierdza również wysoka celność badanego ziarna. Odpowiednia masa tysiąca ziaren jest istotna w procesie słodowania, gdyż umożliwia zachodzenie równomiernego namaczania, a tym samym i kiełkowania ziarna.

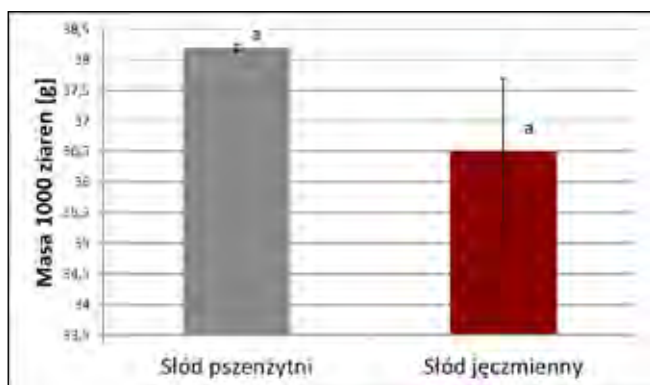


Rys. 2. Zawartość ziaren szklistych w słodzie pszenżytnim i jęczmiennym ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

Fig. 2. Content of vitreous grains in triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 3. Masa 1000 ziaren słodu pszenżytniego i jęczmiennego ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

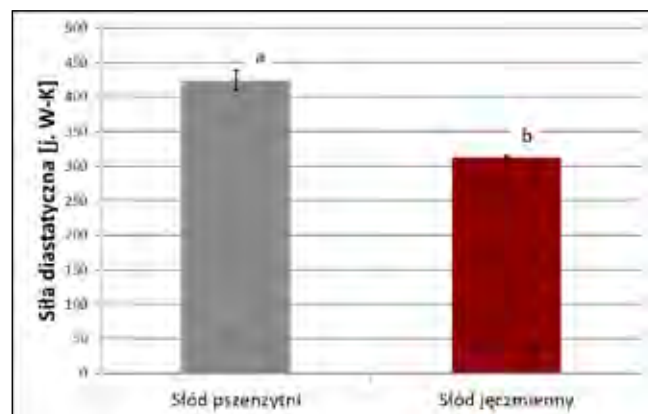
Fig. 3. Weight of 1000 grains of triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Badana siła diastatyczna (wyznaczona zgodnie z wytycznymi Polskiej Normy) [17] dla słodu pszenżytniego (rys. 4) była znacznie wyższa (423,3 j. W-K), niż słodu jęczmiennego (313,4 j. W-K). Błażewicz i in. [9] analizując ziarno pszenżyta, otrzymali siłę diastatyczną na poziomie 460 j. W-K. Oznacza to, że słód pszenżytni charakteryzuje się wysoką wartością tego parametru. Według danych pozyskanych przez Nielsen'a i Munck'a [16] oraz Błażewicza

i Liszewskiego [8], siła diastatyczna dla słodu jęczmiennego powinna mieścić się w przedziale 220-300 j. W-K. Analizowany słód jęczmienny nieznacznie odbiega od tej normy. Siła diastatyczna jest bardzo ważnym parametrem jakościowym słodów. Traktowana jest jako wskaźnik sumarycznej aktywności α - i β -amylaz [15]. Ponadto związana jest również z hydrolizą skrobi do cukrów fermentujących. Jeżeli ten proces nie zajdzie skutecznie, można mówić o niskiej aktywności analizowanego parametru [12]. Drożdże z kolei są w stanie przetworzyć na alkohol tylko cukry fermentujące, więc parametr ten istotnie wpływa również na proces fermentacji. Badany słód pszenżytni miał wysoką siłę diastatyczną, a co za tym idzie również wysoką aktywność α - i β -amylaz. Może więc znacznie ułatwić przebieg fermentacji brzożki bez konieczności dodatku enzymów egzogennych.



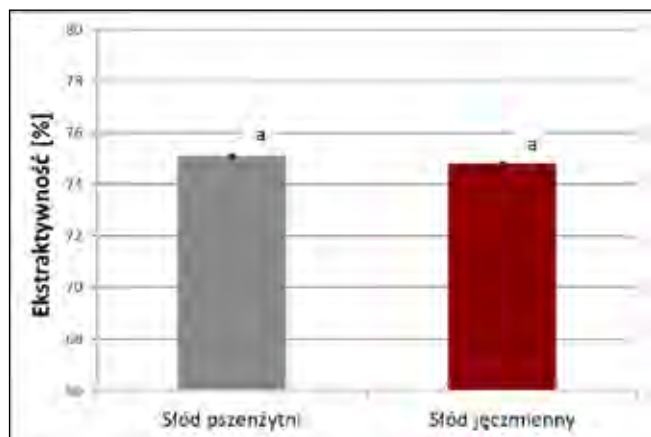
Rys. 4. Siła diastatyczna słodu pszenżytniego i jęczmiennego ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

Fig. 4. Diastatic force of triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Najważniejszym parametrem słodu, ze względu na ekonomię produkcji, jest jego ekstraktywność. Wpływa ona w największym stopniu na wartość browarną ziarna, gdyż wskazuje wielkość uzyskiwanego ekstraktu, a w efekcie ilość brzożki o określonym ekstrakcie jaką można wyprodukować z danej masy słodu. Na rysunku 5 przedstawiono uzyskane rezultaty zarówno dla słodu pszenżytniego, jak i jęczmiennego. Warto zauważyć, że w przypadku obydwu analizowanych prób, wartość badanego parametru nie różni się w sposób istotny. Parametr ten określający ilość substancji rozpuszczalnych przechodzących ze słodu do brzożki, zależy od aktywności enzymów hydrolizujących, a także składu chemicznego ziarna [18]. Zespół Achremowicza [2] wykazał, że ekstraktywność słodu z pszenżyta mieści się w przedziale od 66,8% do 82,3%, m.in. na tej podstawie uważa się go za odpowiedni surowiec do produkcji dobrej jakości piwa. Dla słodu pszenżytniego ekstraktywność wynosiła 75,1%, natomiast dla jęczmiennego 74,8% i była na granicy wartości normatywnej (min. 75%). Wyniki uzyskane dla omawianego słodu Triticale można określić jako zadowalające, ponieważ mieszczą się w wyżej przedstawionym przedziale.



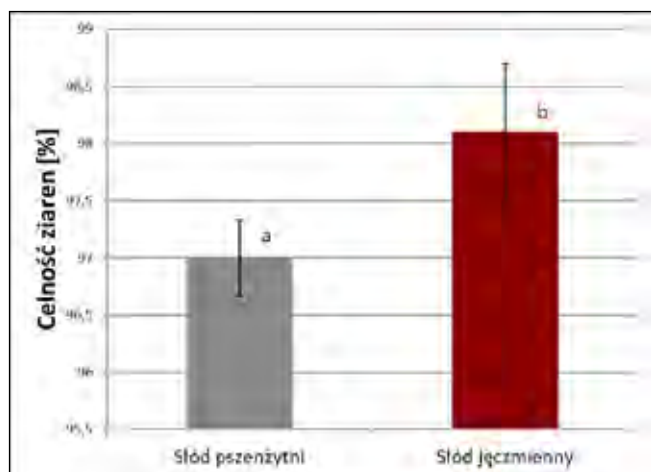
Rys. 5. Ekstraktywność ziaren słodu pszenżytniego i jęczmiennego ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

Fig. 5. Extract of triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Ostatnim badanym parametrem jakościowym słodu była celność ziarna (rys. 6). Wyniki w przypadku obydwu słodów nieznacznie się od siebie różniły. Dla słodu pszenżytniego wartość ta wyniosła 97%, natomiast słód jęczmienny zawierał ziarna celne na poziomie 98,1%. Celność ziarna jest jednym z podstawowych parametrów opisujących masę ziarna zbożowego. Jest to procentowa zawartość ziaren o grubości większej niż 2,5 mm. Z całej masy zbożowej tylko ziarna o grubości ponad 2,5 mm nadają się do procesów technologicznych [14]. Obydwa analizowane słody odznaczały się dobrą celnością ziarna i nadają się do dalszych procesów technologicznych.



Rys. 6. Celność ziaren słodu pszenżytniego i jęczmiennego ($p < 0,05$, grupy homogenne oznaczono tymi samymi literami).

Fig. 6. Grains accuracy of triticale and barley malt ($p < 0,05$, the same letter indicates statistically insignificant differences).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

WNIOSKI

1. Opracowana procedura słodowania ziarna pszenżyta (Remiko) umożliwia wytworzenie słodu pszenżytniego o zbliżonej wartości badanych paramterów do słodu jęczmiennego.
2. Wyróżniki jakościowe powstałego słodu pszenżytniego takie jak: sucha masa, szklistość ziaren, masa 1000 ziaren, ekstraktywność oraz celność przyjmują wartości normatywne dla słodu jęczmiennego.
3. Wytworzony słód pszenżytni charakteryzuje się istotnie większą aktywnością enzymatyczną w porównaniu do próby kontrolnej (słód jęczmienny).

LITERATURA

- [1] ACHREMOWICZ B. 1989. „Wykorzystanie ziarna pszenżyta w przetwórstwie rolno-spożywczym”. Lublin. (84): 84-93.
- [2] ACHREMOWICZ B., and A. WIERBOL. 1985. „Ocena aktywności enzymów zawartych w ziarnach triticale”. Pol. Soc. Sci. Lubliniensis 1(72): 69-73.
- [3] ACHREMOWICZ B., A. CEGLIŃSKA, H. GAMBUŚ, T. HABER, and M. OBIEDZIŃSKI. 2014. „Technologiczne wykorzystanie ziarna pszenżyta”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego: 113-120.
- [4] ACHREMOWICZ B., C. PUCHALSKI, and T. HABER. 2015. „Wykorzystanie ziarna pszenżyta w przemyśle fermentacyjnym”. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1:95-98.
- [5] Analytica EBC, European Brewing Convention, Fachverlag Hans Carl, Nurnyberg 2010.
- [6] ANGELNO S. A. G. F. on behalf of the Analysis Committee of the EBC. 1996. „Determination of the moisture and nitrogen contents of barley and malt by near infrared spectroscopy (NIRS)”. Journal of the Institute of Brewing, Vol. 102: 73-74.
- [7] ANTKIEWICZ P. 1983. Przydatność ziarna pszenżyta (triticale) do otrzymywania słodów. Praca doktorska. AR. Kraków.
- [8] BŁAŻEWICZ J., M. LISZEWSKI, A. ZEMBLAND-GUŁA, K. KOZŁOWSKA, and Ł. SZWED. 2013. „Liczba kolbacha jako wskaźnik wartości przetwórczej ziarna jęczmienia browarnego”. Frag. Argon., 30(3): 45-53.
- [9] BŁAŻEWICZ J., Ł. SZWED, J. KAWA-RYGIELSKA, K. KUPISZ. 2013. „Słody i surowce niesłodowane w produkcji koncentratów typu spożywczego”. Frag. Argon. 30(3): 54-63.
- [10] BREANNAN C. S., N. HARRIS, D. SMITH, P. R. SHWERY. 1996. „Structural differences in the mature endosperms of good and poor malting barley cultivars”. Journal of Cereal Science, Vol. 24, issue 2: 171-177.
- [11] CZEWRIŃSKA D. 2001. Wartość odżywcza i wykorzystanie pszenżyta. Katedra Żywienia Człowieka SGGW-AR, Warszawa, (9): 9-10.

- [12] **DELCOUR J. A., S.G. VERSCHAEVE. 1987.** „Malt diastatic activity. Part II. A modified EBC diastatic power assay for the selective estimation of beta-amylase activity. Time and temperature dependence of the release of reducing sugars”. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol 93: 296-301.
- [13] **DOUGLAS P. E., P. FLANNIGAN. 1988.** „A microbiological evaluation of barley malt production”. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 94: 85-88.
- [14] **KENNING D., R. JACKSON. 2006.** *Beers of World*. Amber Books Ltd. London. 7-8: 286.
- [15] **KUNZE W. 1999.** *Technologia Piwa i Słodu*. Wyd. Piwochmiel sp z o.o., Warszawa.
- [16] **NIELSEN J. P., L. MUNCK. 2003.** „Evaluation of malting barley quality using exploratory data analysis. I. Extraction of information from micro-malting data of spring and winter barley”. *Journal of Cereal Science* 38:173-180.
- [17] **Polska Norma PN-A-79083-10:1998,** Słód browarny -- Metody badań -- Oznaczanie siły diastatycznej słodu.
- [18] **WĘGRZYN S., A. BICHOŃSKI. 2001.** „Zróżnicowane i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego”. *Biul. IHAR*, 220:153-160.
- [19] **Wu V. 1982.** „Lysine Content of Triticale Protein Increased by Germination”. *American Chemical Society*: 820-823.