

PAULINA PAWŁOWSKA, ANNA DIOWKSZ, EDYTA KORDIALIK-BOGACKA

## BEZGLUTENOWY SŁÓD OWSIANY JAKO SUROWIEC BROWARNICZY

### Streszczenie

Dokonano oceny przydatności słodów owsianych do celów browarniczych, jako surowca spełniającego kryterium bezglutenowości, w odniesieniu do wymagań stawianych słodom jęczmiennym. Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości słodów produkowanych z ziarna owsa w skali laboratoryjnej ze słodami owsianymi wyprodukowanymi w mikrosłodowni w skali półtechnicznej. Przeprowadzone analizy wykazały niższą jakość słodów i brzeczek owsianych w porównaniu z tradycyjnym surowcem, jakim są słody i brzeczki jęczmienne. Brzeczki sporządzone ze słodów otrzymanych w mikrosłodowni wykazywały parametry jakościowe lepsze niż ze słodów laboratoryjnych. Słody z mikrosłodowni wykazywały ekstraktywność na poziomie 31,16 %. Uzyskano relatywnie niską wartość lepkości wynoszącą 1,68 mPa·s. Barwa brzeczek wynosiła 5,0 j. EBC, natomiast pH 6,09. Otrzymany słód charakteryzował się małą aktywnością enzymatyczną. Siła diastatyczna kształtowała się na poziomie 107,2 j. W-K, natomiast liczba Kolbacha wyniosła 28,44 %. Lepsze wartości technologiczne słodów owsianych otrzymanych w skali półtechnicznej wskazują na niedoskonałości skali laboratoryjnej. Nienormatywne cechy słodów i brzeczek owsianych wskazują na konieczność modyfikacji procesu moczenia i kiełkowania ziarna oraz suszenia i zacierania słodów owsianych głównie w celu zwiększenia ekstraktywności słodów.

**Słowa kluczowe:** owies, słód, piwo, dieta bezglutenowa, celiakia

### Wprowadzenie

Żywność specjalnego przeznaczenia stanowi znaczący segment rynku i nadal się rozwija. Wciąż jednak zaprojektowanie produktu bezpiecznego dla osób o szczególnych wymaganiach żywieniowych i jednocześnie atrakcyjnego sensorycznie stanowi wyzwanie dla producentów żywności.

W kontekście żywności bezglutenowej zrewidowania wymagają poglądy na spożywanie przetworów z ziarna owsa [3, 14, 27]. W badaniach klinicznych dowiedziono bowiem bezpieczeństwa stosowania tych przetworów przez osoby z celiakią, czyli

nietolerujące frakcji prolamin występujących w ziarnie pszenicy, jęczmienia i żyta [2, 11, 26]. Potwierdzenie możliwości włączenia ziarna owsa, uznawanego wcześniej za zboże glutenowe, do diety osób z celiakią stworzyło nowe możliwości jej urozmaicenia [6, 7, 8, 24].

Jedną z możliwości jest wykorzystanie ziarna owsa jako zamiennika jęczmienia w produkcji piwa. Choć piwo nie jest podstawowym i niezbędnym składnikiem diety, to włączenie go do jadłospisu może znacznie poprawić komfort życia. Dotyczy to głównie osób, u których nietolerancja glutenu zdiagnozowana została dopiero w wieku dorosłym, kiedy to funkcjonują już określone nawyki żywieniowe. Znacznie łatwiej jest bowiem stosować się do wymagań rygorystycznej diety, mając możliwość korzystania z zamienników określonych produktów, które uwzględniają specyficzne restrykcje żywieniowe. Choć niektórzy autorzy podają, że prolaminy ziarna jęczmienia są w dużym stopniu usuwane z piwa głównie podczas filtracji zacieru i stabilizacji piwa [1], to jedynie użycie surowca bezglutenowego gwarantuje bezpieczeństwo produktu dla osób z celiakią.

Piwo bezglutenowe może stać się także składnikiem diety o korzystnych walorach zdrowotnych z uwagi na dużą zawartość  $\beta$ -glukanów pochodzących z ziarna owsa. Dieta bezglutenowa uboga jest we włókno pokarmowe, dlatego te składniki byłyby ważne dla osób z celiakią. Poza tym ziarniak owsa charakteryzuje się bogatym składem witamin, soli mineralnych oraz związków polifenolowych.

Piwo produkowane ze słodu owsianego może być także szansą dla producentów żywności na wprowadzenie innowacyjnego, niszowego produktu, szczególnie dla małych regionalnych browarów, zwłaszcza że według najnowszych danych około 2 % społeczeństwa cierpi na nietolerancję glutenu [12].

Pod względem technologicznym modyfikacji wymagają poszczególne etapy procesu, jednak wyposażenie linii produkcyjnej jest identyczne jak w standardowym browarze. Jedyną niedogodność stanowi konieczność zapewnienia osobnej linii produkcyjnej piwa owsianego, gwarantującej wyeliminowanie zanieczyszczenia jęczmieniem [25].

Ziarno owsa nie jest typowym surowcem browarniczym. Trudności przy jego przerobie na piwo wynikać mogą przede wszystkim z charakterystycznego składu chemicznego ziarniaków. Wysoka zawartość tłuszczu i białek [4] może powodować problemy przy przerobie na słód, a także skracać przydatność do spożycia. Ponadto ziarno owsa zawiera dużą ilość związków polifenolowych [4], które nadają produktom owsianym gorzki posmak. Duża zawartość  $\beta$ -glukanów może niekorzystnie wpływać na proces filtracji i cechy sensoryczne produktu [5]. Jest oczywiste, że jakość owsa słodów owsianych w odniesieniu do produkcji piwa nigdy nie będzie równała się jakości jęczmienia słodów jęczmiennych od stuleci udoskonalanych w kierunku przydatno-

ści w browarnictwie. Jednak uważa się, że piwo można uzyskać niemal z każdej odmiany zboża pod warunkiem odpowiedniej modyfikacji technologii browarniczej [10].

Celem badań było porównanie jakości słodu owsianego otrzymanego w skali laboratoryjnej ze sładem otrzymanym w skali półtechnicznej według standardów stosowanych przy ocenie sładów jęczmiennych typu pilzneńskiego.

### **Material i metody badań**

W badaniach użyto ziarna owsa odmiany Sławko, pochodzącego z Hodowli Roślin Strzelce (Grupa IHAR).

Słód owsiany otrzymywano według schematu uwzględniającego parametry optymalne dla słodowania owsa, wyznaczone w poprzednim etapie badań [13]. Najlepsze cechy sładów owsianych uzyskano w wyniku prowadzenia kiełkowania w temp. 14 °C oraz moczenia w ciągu 9 h i kiełkowania w ciągu 5 dni. Proces moczenia zarówno w skali laboratoryjnej, jak i w mikroślodowni obejmował: moczenie pod wodą przez 4 h, moczenie w powietrzu w ciągu 2 h oraz moczenie pod wodą przez 3 h. Czas kiełkowania wynosił 120 h.

Zrezygnowano z sortowania ziarna w sortowniku przeznaczonym dla jęczmienia ze względu na odmienną geometrię i wymiary ziaren owsa, które są znacznie drobniejsze oraz węższe i większa część z nich przedostaje się na dolne sito. Przeznaczenie do procesu słodowania ziaren jedynie z sit 2,8 i 2,5 mm nie byłoby korzystne ekonomicznie. Przed poddaniem ziarna procesowi moczenia przesiewano je w sortowniku Vogla i odrzucano jedynie zanieczyszczenia oraz najmniejsze ziarniaki znajdujące się na dnie sita. Zawartość ziaren znajdujących się na sitach: 2,8 × 2,5 mm, 2,5 × 2,5 mm, oraz 2,2 × 2,5 mm wynosiła odpowiednio: 10,0; 46,1 i 24,9 %. Energia kiełkowania ziarna owsa odmiany Sławko wyniosła 83,07 ± 5,04 %.

Różnice pomiędzy prowadzeniem słodowania w skali laboratoryjnej i mikroślodowni to masa próby poddanej słodowaniu, sposób utrzymywania wilgotności ziarna na możliwie stałym poziomie, jak również proces suszenia. Schematy suszenia w przedstawionych dwóch sposobach prowadzenia procesu wynikają z charakterystyki zastosowanych urządzeń. Zastosowany w skali laboratoryjnej piec uniemożliwił zadanie precyzyjnych wartości temperatury, natomiast schemat zastosowany w mikroślodowni jest standardowym procesem stosowanym w mikroślodowni Soufflet.

W skali laboratoryjnej owies w ilości 300 g poddawano dwukrotnemu myciu w 900 ml wody, a następnie słodowaniu. Moczenie pod wodą wykonywano w zlewkach o pojemności 2 dm<sup>3</sup>, zalewając je 900 ml wody wodociągowej do osiągnięcia wilgotności około 44 %. Moczenie w powietrzu oraz kiełkowanie prowadzono na kiełkownikach umieszczonych w szafie termostatycznej w temperaturze 14 °C. Podczas moczenia ziarno przewietrzano w odstępach godzinnych. W czasie kiełkowania ziarno zraszano wodą i przewietrzano trzykrotnie w ciągu doby. Ilość dostarczanej wody

w ciągu jednego zraszania wynosiła ok. 4,0 dm<sup>3</sup> na 300 g ziarna. Po zakończeniu kiełkowania mokry sład suszono w ciągu 14 h w temp. 50 °C, a następnie w temp. 60 °C w ciągu 6 h przy użyciu pieca POLIN. Wyszuszony sład odkiełkowano ręcznie na gorąco.

Podczas otrzymywania sładu przy wykorzystaniu urządzeń mikrosłodowni Soufflet zastosowano identyczny schemat moczenia i kiełkowania. Ilość ziarna obejmująca jeden wsad stanowiła 8 pojemników 1-kilogramowych. Po procesie moczenia wilgotność ziarna wynosiła około 44 %. Wówczas pojemniki przenoszono do kiełkownika i pozostawiano na 120 h, kontrolując wilgotność jednorazowo w ciągu doby. Obieg wody w urządzeniu pozwolił zachować wilgotność na stałym poziomie. Suszenie wykonywano w suszarce stanowiącej kolejne urządzenie standardowego wyposażenia mikrosłodowni. Zastosowano następujący schemat suszenia [temp./czas]: 55 °C/10,5 h; 55 → 60 °C/0,5 h; 60 °C/1,5 h; 60 → 70 °C/0,5 h; 70 °C/1,0 h; 70 → 80 °C/0,5 h; 80 °C/2,5 h; 80 → 84 °C/0,5 h; 84 °C/1,5 h.

Ostudzony sład pozbawiano korzonków zarodkowych w odkiełkowniku.

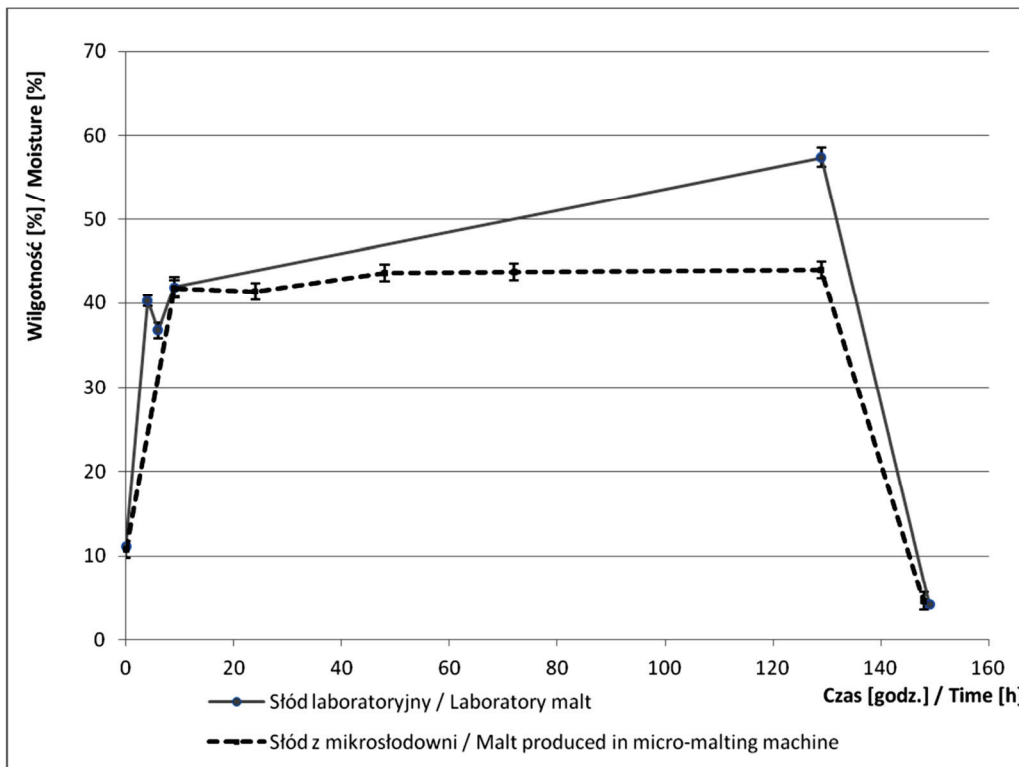
Analizę jakości sładu oraz przygotowanie brzeczki wykonywano zgodnie PN-A-79083-6:1998 [19]. Oznaczano wybrane parametry sładu i brzeczki.

Wilgotność sładu oznaczano zgodnie z PN-A-79083-5:1998 [18], a pH zacieru i brzeczki wg PN-A-79083-12:1998 [17]. Ekstraktywność brzeczki, czyli zawartość ekstraktu w 100 g suchego sładu, czas scukrzania oraz klarowność brzeczki oznaczano zgodnie z PN-A-79083-6:1998 [19]. Barwę brzeczki określano według PN-A-79083-8:1998 [21]. Dokonywano wzrokowego porównania barwy brzeczki z trwałymi wzorcami barw, według skali EBC, za pomocą neokomparatora Helliga i kuwety o grubości warstwy 25 mm. Lepkość brzeczki oznaczano zgodnie z PN-A-79083-7:1998 [20] przy użyciu wiskozymetru Höpplera. Siłę diastatyczną oznaczano wg PN-A-79083-10:1998 [16]. Zawartość białka ogólnego, azotu rozpuszczalnego i obliczenie liczby Kolbacha wykonywano zgodnie z PN-A-79083-9:2008 [22]. Do przeliczenia zawartości azotu na białko zastosowano przelicznik 6,25. Oznaczano także wolny azot aminowy według PN-A-79093-11:2000 [23]. Do pomiaru absorbancji próby przy długości fali  $\lambda = 570$  nm użyto spektrofotometru Cecil CE2041.

## Wyniki i dyskusja

Po procesie moczenia uzyskano zbliżone wartości wilgotności ziarna zarówno w skali laboratoryjnej, jak i w mikrosłodowni (rys. 1). Dalszy przebieg procesu znacząco różnił się w obydwu przypadkach. Podczas słodowania z użyciem kiełkowników wilgotność ziarna stale wzrastała aż do zakończenia kiełkowania. Powodem była niedostateczna wilgotność powietrza powodująca przesuszenie wierzchniej warstwy słodowanego ziarna owsa i wymuszająca okresowe zraszanie. Proces prowadzony w mi-

krosłodowni wykazywał stałą zawartość wilgoci aż do zakończenia kiełkowania i umożliwiał utrzymanie identycznej wilgotności ziarna w całej objętości.



Rys. 1. Przebieg procesu słodowania,  $n = 3$ , ( $\bar{x} \pm s / SD$ ).

Fig. 1. The course of malting process,  $n = 3$ , ( $\bar{x} \pm s / SD$ ).

Ze względu na dużą bezwładność temperaturową urządzenia stosowanego do suszenia sładów otrzymanych w laboratorium zastosowano niższe temperatury, w celu wyeliminowania niebezpieczeństwa inaktywacji enzymów w wyniku wahań temperatury wewnątrz urządzenia.

Po przeanalizowaniu wyników badań (tab. 1) można stwierdzić, że proces suszenia pod względem eliminacji wody z mokrych sładów przebiegł prawidłowo. Wilgotność sładów wyprodukowanych w mikrośłodowni jedynie nieznacznie przewyższała normatywną dopuszczalną wilgotność dla sładów jęczmiennych. Ekstraktywność sładów wyprodukowanego w laboratorium wyniosła 38,08 %, natomiast sładów z mikrośłodowni 31,16 %. Są to bardzo niskie wartości w odniesieniu do danych literaturowych

Tabela 1

Parametry jakościowe słołów owsianych oraz wymagania dotyczące słołu jęczmiennego pilzneńskiego klasy I.

Quality parameters of oat malts and requirements ref. to 1<sup>st</sup> class Pilsen malt.

Parametr Parameter	Słód owsiany / Oat malt		Wymagania dla słołu jęczmiennego pilzneńskiego klasy I Requirements for 1 <sup>st</sup> class Pilsen malt
	Słód otrzymany w skali laboratoryjnej Malt produced on labo- ratory-scale	Słód otrzymany w mikrośłodowni Malt produced in micro-malting machine	
Wilgotność / Humidity [%]	4,18 ± 0,33	4,59 ± 0,21	<4,5
Ekstraktywność słołu Extractivity of malt [%]	38,08 ± 0,70	31,16 ± 0,59	<79,5
Barwa / Colour [j. EBC/ EBC units]	6,5 ± 0,5	5,0 ± 0,00	<3,5
pH / pH value	6,32 ± 0,03	6,09 ± 0,01	<5,9
Lepkość / Viscosity [mPa·s]	1,85 ± 0,02	1,68 ± 0,02	<1,67
Klarowność [j. EBC] Clarity [EBC units]	mętna (>100)	12,3 ± 0,58	klarowna lub opalizująca
Białko ogółem w słodzie Total Protein in malt [%]	13,00 ± 0,65	12,79 ± 0,29	<11,3
Azot rozpuszczalny [mg/100 g s.s.] Soluble Nitrogen [mg/100 g d.m.]	693,08 ± 23,16	582,22 ± 15,39	630÷800
Liczba Kolbacha Kolbach Index [%]	33,0 ± 2,34	28,44 ± 1,12	35÷45
Wolny azot aminowy [mg/100 g s.s.] Free Amino Nitrogen [mg/100 g d.m.]	83,03 ± 7,05	93,34 ± 8,67	-
Czas scukrzania Saccharification [min]	zacier nie scukrzył się	15-20	<15
Siła diastatyczna [j. WK] Diastatic Power [WK units]	63,5 ± 2,77	107,2 ± 7,82	>240

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean valuse ± standard dewviation; n=3.

wskazujących na ekstraktywność około 62 % [9] oraz 63,9 - 70,9 % w przypadku sładów owsianych otrzymanych w najbardziej zbliżonych warunkach [5]. Większa ekstraktywność sładów laboratoryjnych nie świadczy jednoznacznie o lepszej jakości brzezki. Ekstraktywność większa średnio o 7 % związana była z dużym zmętnieniem, a w konsekwencji z niemożnością pomiaru klarowności ze względu na ograniczony zakres pomiarowy nefelometru. Brzezki o tak dużym zmętnieniu nie można traktować jako półproduktu o zadowalającej jakości dla celów browarniczych, ze względu na spodziewane niekorzystne cechy sensoryczne gotowego produktu. Brzezka sporządzona ze sładów „laboratoryjnych” charakteryzowała się dużą lepkością wynoszącą 1,85 mPa·s. Konsekwencją dużej lepkości zacieru są problemy przy jego filtracji, a w następstwie zmniejszenie wydajności procesu pozyskiwania brzezki wyrażonej w postaci mniejszej wartości ekstraktywności sładu. Barwa brzeczek owsianych była ciemniejsza od typowych brzeczek jęczmiennych. Uzyskano jednak brzezki o barwie relatywnie jasnej w odniesieniu do danych literaturowych, z których wynika, że barwa brzeczek owsianych zawiera się w granicach 5 - 9 j. EBC [9]. Ciemniejszą barwę brzezki można potraktować jako charakterystyczną dla sładów owsianych. Podwyższona wartość pH w stosunku do wartości optymalnych dla procesu zacierania wskazuje na konieczność korekty tej wartości. Korzystniejsze pH = 6,09 oznaczono w brzeczkach sporządzonych ze sładów pochodzących z mikroślodowni. Kloś i wsp. [9] uzyskali zbliżoną wartość pH brzeczek z owsa wynoszącą 5,9. Także w tym przypadku brzezki miały pożądaną jaśniejszą barwę równą 5,0 j. EBC. Oznaczono ponadto zadowalającą lepkość – 1,68 mPa·s, co związane było ze znacznym skróceniem czasu splywu brzezki. Jest to wartość korzystniejsza w porównaniu z danymi literaturowymi dotyczącymi brzeczek owsianych, których lepkość wahała się w granicach 1,72 - 1,81 mPa·s w odniesieniu do brzeczek jęczmiennych o lepkości 1,55 mPa·s [9]. Natomiast Hübner i wsp. [5] podają zakres 1,65 - 1,70 mPa·s.

Słody owsiane charakteryzują się niską aktywnością enzymatyczną. Dotyczy to zarówno amylaz, jak i enzymów proteolitycznych. Pomimo dość wysokiej zawartości białka ogólnego, charakterystycznego dla owsa, stosunkowo niewielka jego ilość przeszła do roztworu. Wartości 693,08 mg/100g s.s. oraz 582,22 mg/100 g s.s. oscylują wokół dolnej granicy wymaganej dla sładu jęczmiennego. Świadczy to o małym rozluźnieniu proteolitycznym ziarna. Potwierdzeniem jest wartość liczby Kolbacha. Wartości poniżej 35 % wskazują na niedostateczny stopień hydrolizy enzymatycznej białek. Może mieć to niekorzystny wpływ na przebieg procesu fermentacji ze względu na zbyt małą zawartość związków azotowych w brzezce, które niezbędne są do rozwoju drożdży. Kloś i wsp. [5] oznaczyli zawartość azotu rozpuszczalnego na poziomie 930 - 1067 mg/100 g s.s., natomiast liczbę Kolbacha odpowiednio 37 i 30 %, podczas gdy liczba Kolbacha sładu jęczmiennego wyniosła 34 %. Zawartość azotu rozpuszczalnego w brzeczkach z owsa otrzymanych przez Hübner i wsp. zawierała się w granicach 555



- 643 mg/100 g s.s. [5]. Przejawem aktywności enzymów amylolytycznych jest siła diastatyczna. Peterson [15] wykazał niską siłę diastatyczną słodów owsianych w granicach 29 - 43 °ASBC. Bardzo niskie wartości siły diastatycznej słodów owsianych spowodowały brak scukrzania zaciera otrzymanego ze srodu laboratoryjnego oraz dość długi czas scukrzania słodów wyprodukowanych w mikrośłodowni. Mała aktywność amylolytyczna słodów owsianych może wynikać z technologii ich pozyskiwania oraz z niedobrańtemperatury optymalnej dla tej aktywności – w przedziale temperatur stosowanych w metodzie kongresowego zacierania.

### Wnioski

1. Przy projektowaniu procesu słodowania znacznie korzystniejsze wyniki uzyskuje się w próbach przeprowadzonych w skali półtechnicznej. Zastosowanie mikrośłodowni umożliwia uzyskanie próby wyrównanej o odpowiedniej ściśle określonej wilgotności, a w konsekwencji o lepszym stopniu rozluźnienia.
2. Słód owsiany otrzymany w mikrośłodowni charakteryzował się lepszą jakością od srodu otrzymanego w laboratorium z wykorzystaniem kiełkowników. Nie dorównuje on jednak parametrom jakościowym słodów jęczmiennych. Niższa przydatność słodownicza ziarna owsa jest jednak rezultatem spodziewanym.
3. Niedostateczna ekstraktywność słodów owsianych, jak również mała aktywność enzymatyczna wskazują na konieczność odpowiedniej modyfikacji procesu słodowania ziarna, suszenia i zacierania. Doboru wymaga zarówno profil temperaturowy, czas trwania poszczególnych przerw na działanie enzymów, jak również ustalenie optymalnego stosunku śruta : woda.
4. Analiza słodów z niekonwencjonalnego surowca, jakim jest owies, przeprowadzona zgodnie z metodą kongresową przeznaczoną dla tradycyjnych słodów jęczmiennych, pozwala odnieść charakterystykę surowca do wymagań standardowych surowców browarniczych. Na tej podstawie można wnioskować o kierunkach optymalizacji kolejnych etapów procesu technologicznego.

*Badania przeprowadzono w ramach grantu MNiSW nr N N312 359539 „Fermentowane napoje owsiane jako bezglutenowa alternatywa dla piwa”.*

*Autorzy składają serdeczne podziękowania Hodowli Roślin Strzelce za zapewnienie materiału badawczego oraz Słodowni Soufflet w Poznaniu za udostępnienie mikrośłodowni.*

### Literatura

- [1] Čížková H., Dostálek P., Hocheł I., Gabrovská D., Rysová J.: Beer – a nutritional support for coeliacs? 30 Kongres EBC, Praga, 2005, pp. 941-946.



- [2] Diowks A.: Piwa bezglutenowe – oferta dla alergików. XI Szkoła Technologii Fermentacji, 2006, ss. 122-131.
- [3] Garsed K.; Scott, B.B.: Can oats be taken in a gluten-free diet? A systematic review. *Scand. J. Gastroenterol.*, 2007, **42**, 171-178.
- [4] Gibiński M.:  $\beta$ -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **2** (57), 15-29.
- [5] Hübner F., Arendt E.K.: Studies on the influence of germination conditions on protein breakdown in buckwheat and oats. *J. Inst. Brew.*, 2010, **116** (1), 3-13.
- [6] Janatuinen E.K., Kempainen T.A., Julkunen R.J. K., Kosma V.-M., Mäki M., Heikkinen M., Uusitupa M.I.J.: No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease. *Int. J. Gastroenterol Hepatol.*, 2002, **50**, 332-335.
- [7] Janatuinen E.K., Kempainen T.A., Pikkarainen P.H., Holm K., Kosma V.-M., Uusitupa M.I.J., Mäki M., Julkunen R.J.K.: Lack of cellular and humoral immunological responses to oats in adults with coeliac disease. *Int. J. Gastroenterol. Hepatol.*, 2000, **46**, 327-331.
- [8] Janatuinen E.K., Pikkarainen P.H., Kempainen T.A., Kosma V.-M., Järvinen R.M.K., Uusitupa M. I.J., Julkunen, R.J.K.: A comparison of diets with and without oats in adults with celiac disease. *New Engl. J. Med.*, 1995, **333**, 1033-1037.
- [9] Klose C., Mauch A., Wunderlich S., Thiele F., Zarnkow M., Jacob F., Arendt E.K.: Brewing with 100% oat malt. *J. Inst. Brew.*, 2011, **117** (3), 411-421.
- [10] Kreisz S., Zarnkow M., Keßler M., Burberg F., Krahl M., Back W., Kurz T.: Beer and innovative (functional) drinks based on malted cereals and pseudo-cereals, 30 Kongres EBC, Praga, 2005, pp. 925-932.
- [11] Lohi S., Mustalahti K., Kaukinen K., Laurila K., Collin P., Lohi O., Bravi E., Gasparin M., Reunanen A., Mäki M.: Increasing prevalence of celiac disease over time. *Aliment. Pharmacol. Therapeut.*, 2007, **26** (9), 1217-1225.
- [12] Niewinski M.M.: Advances in celiac disease and gluten-free diet. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2008, **108**, 661-672.
- [13] Pawłowska P., Diowks A., Kordialik-Bogacka E., Ambroziak W.: Słodowanie owsa do produkcji piw bezglutenowych. *Mat. Konf. "Żywność projektowana"*. Wyd. Oddz. Małopolski PTTŻ, Kraków, 22-23 września 2011, część II, ss. 181-194.
- [14] Pawłowska P., Diowks A., Kordialik-Bogacka E.: State-of-the-art on incorporation of oats into a gluten-free diet. *Food Rev. Int.*, DOI:10.1080/87559129.2012.660715.
- [15] Peterson D.M.: Malting oats: Effects on chemical composition of hull-less and hulled genotypes. *Cer. Chem.*, 1998, **75** (2), 230-234.
- [16] PN-A-79083-10:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie siły diastatycznej słodu.
- [17] PN-A-79083-12:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie pH brzezki laboratoryjnej.
- [18] PN-A-79083-5:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie wilgotności.
- [19] PN-A-79083-6:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie zawartości ekstraktu, różnicy zawartości ekstraktów, czasu scukrzania, czasu spływu brzezki laboratoryjnej i klarowności.
- [20] PN-A-79083-7:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie lepkości brzezki laboratoryjnej.
- [21] PN-A-79083-8:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie barwy brzezki laboratoryjnej.
- [22] PN-A-79083-9:1998. Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie zawartości białka ogólnego, azotu rozpuszczalnego i obliczanie liczby Kolbacha.
- [23] PN-A-79093-111:2000. Piwo. Metody badań – Oznaczanie zawartości azotu ogólnego i azotu wolnego aminowego.
- [24] Størsrud S., Hulthen L.R., Lenner, R.A.: Beneficial effects of oats in the gluten-free diet of adults with special reference to nutrient status, symptoms and subjective experiences. *Br. J. Nutr.*, 2003, **90**, 101-107.

- [25] Størsrud S., Malmheden Yman I., Lenner, R.A.: Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten. *Eur. Food Res. Tech.*, 2003, **217**, 481-485.
- [26] Thalacker R., Bossendorfer G., Birkenstock B.: The gluten content of beer. *Brauwelt Int.*, 2007, **5**, 322-328.
- [27] Thompson T.: Case problem: questions regarding the acceptability of buckwheat, amaranth, quinoa, and oats from a patient with celiac disease. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2001, **101**, 586-587.

## GLUTEN-FREE OAT MALT AS BREWING RAW MATERIAL

### S u m m a r y

The usefulness was assessed of oat malts used, for brewing purposes, as a raw material to meet the 'gluten-free' compositional criterion, with the reference to requirements for barley malts. The objective of the research study performed was to compare the quality of oat malts produced from oat grain on a laboratory scale with the oat malts produced in a micro-malting machine on a pilot-plant scale. The analyses carried out showed that the quality of both the oat malts and the oat worts was worse compared with the traditional raw material, i.e. with barley malts and barley worts. The worts made from malts produced in the micro-malting machine had better quality parameters than the worts from the laboratory-produced malts. The extractivity level of malts produced in the micro-malting machine was 31.16 %. A relatively low viscosity was received, it amounted to 1.68 mPa·s. The colour of worts was 5 ECB, and the pH value: 6.09. The malt produced was characterized by a low enzymatic activity. The diastatic power amounted to 107.2 WK, while the Kolbach index was 28.44 %. Better technological values of oat malts produced using the pilot-scale installation prove some imperfections of the laboratory-scale installation. The non-standard characteristics of oat malts and oat worts suggest that it is necessary to modify the grain soaking and germination processes as well as the drying and mashing of oat malts in order to increase the extractivity thereof.

**Key words:** oats, malt, beer, gluten-free diet, celiac disease ☒