

## Tomasz Podeszwa

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
e-mail: tomasz.podeszwa@ue.wroc.pl

---

# WYKORZYSTANIE PSEUDOZBÓŻ DO WYTWARZANIA PIWA BEZGLUTENOWEGO

---

**Streszczenie:** Piwo wytwarzane z typowych sładów (jęczmienny, pszeniczny) jest zabronione w diecie osób chorych na celiakię ze względu na zawartość glutenu, który ma toksyczny wpływ na komórki jelita cienkiego. Według szacunków populacja osób, które w swojej diecie nie mogą stosować produktów zawierających gluten, wynosi od 0,3 do 3%. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie badaniami nad technologią produkcji piwa bezglutenowego z surowców pseudozbożowych – szarłatu, komosy ryżowej i gryki. Technologie opracowane w skali laboratoryjnej i pilotażowej wymagają dalszych badań, gdyż już na tym etapie zdiagnozowano wiele potencjalnych problemów technologicznych. Optymalizacja warunków prowadzenia procesów słodowania i zacierania może przyczynić się do powstania piwa bezglutenowego o atrakcyjnych parametrach produkcyjnych i sensorycznych.

**Słowa kluczowe:** piwo bezglutenowe, gryka, szarłat, celiakia, pseudozboża.

## 1. Produkcja piwa – rys historyczny

Piwo jest jednym z najstarszych napojów fermentowanych, a jego historia jest ściśle powiązana z historią cywilizacji. Nie można jednak dokładnie oszacować, kiedy i gdzie opracowano proces wytwarzania piwa. Pierwsze dowody świadczące o istnieniu niskoalkoholowego napoju fermentowanego pojawiły się na starożytnych malowidłach kultury Mezopotamii (około 2800 r. p.n.e.), a także na malowidłach starożytnego Egiptu (około 1700 r. p.n.e.). W tamtych czasach odkryto, że moczenie chleba w wodzie i pozostawienie go przez określony czas powoduje wywołanie spontanicznej fermentacji alkoholowej [Fisher 1999]. To odkrycie prawdopodobnie zapoczątkowało eksperymenty nad fermentacją wodnych wyciągów różnych surowców zbożowych z udziałem drożdży, a efektem końcowym było wytworzenie pierwszego piwa.

W Europie piwo było ulubionym napojem plemion niemieckich, Scytów i Celtoń. Kobiety w kulturach pierwotnych, prócz gotowania i pieczenia, zajmowały się również warzeniem piwa, gdyż zaliczało się to do codziennych obowiązków przygotowania pożywienia. W czternastym wieku naszej ery zapoczątkowano dodawanie

do piwa chmielu jako składnika aromatyzującego. Monopolizacja procesu warzenia piwa przez klasztory spowodowała, że na długie wieki piwowarstwo stało się zawodem typowo męskim. Bawarskie „Prawo czystości” ogłoszone w 1516 r. miało istotny wkład w rozwój browarnictwa i poprawę jakości piwa. Zgodnie z tym prawem jedynymi składnikami do produkcji piwa mogły być słód jęczmienny, woda i chmiel [Kunze 2004].

Dopiero w XVIII wieku liczne badania Ludwika Pasteura nad drożdżami i ich udziałem przy przeminie cukru w alkohol (*Studium nad piwem* – 1876 r.) zapoczątkowały tworzenie przez piwowarów precyzyjnych metod kontroli procesu fermentacji. W 1883 r. Duńczyk Emil Christian Hansen swoje wieloletnie badania nad drożdżami zwieńczył wyselekcjonowaniem czystej kultury drożdży piwowarskich dolnej fermentacji. Ze względu na to, że był synem założyciela browaru Carlsberg w Kopenhadze, ten szczep drożdży został nazwany *Saccharomyces carlsbergensis* [Hornsey 2003]. Pod koniec XIX wieku liczne badania oraz dynamiczny rozwój instytucji naukowych spowodowały powstanie wielu ośrodków naukowych specjalizujących się w badaniach nad produkcją piwa. W Europie utworzono specjalne szkoły i akademie piwowarstwa, m.in. w Bawarii, Berlinie, Gandawie, Wiedniu, Pradze i Warszawie [Hornsey 2003].

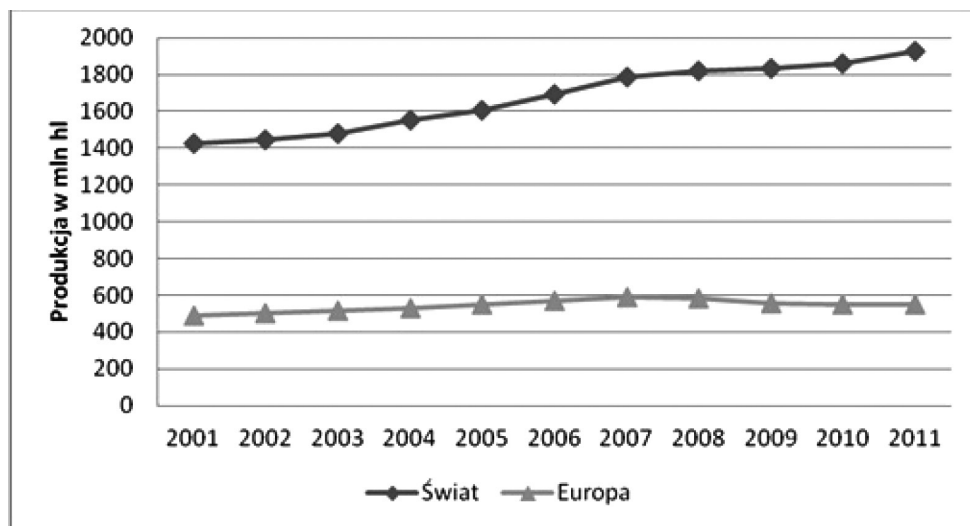
Na skutek znacznego postępu technologicznego, a także rozwoju gospodarki kapitałowej, lokalne i regionalne browary były zamykane lub wykupywane przez wielkie zakłady piwowarskie. Wysokie inwestycje w rozbudowę infrastruktury oraz rozwój techniki i technologii piwowarskiej spowodowały przeradzanie się tych browarów w wielkie fabryki i kompanie piwowarskie.

## 2. Aktualna struktura produkcji piwa

Produkcja piwa na świecie zwiększa się z roku na rok. W 2011 r. wyniosła 1925 mln hl (rys. 1). Produkcja europejska zajmuje drugie miejsce na światowym rynku piwa i od 2009 r. jest szacowana na poziomie około 550 mln hl.

Na rysunku 1 wyraźnie wskazano na stabilizację produkcji piwa w Europie w porównaniu z resztą świata. Oznaczać to może tymczasowe wysycenie rynku ofertą wytwórców. Zatem producenci piwa w dalszym ciągu poszukują nowych możliwości zbytu, dywersyfikując tym samym produkcję w zależności od zmieniających się potrzeb klienta końcowego. Jednocześnie różnego rodzaju alergie żywnościowe, takie jak celiakia czy nietolerancja glutenu, stają się coraz większym problemem społecznym. Zatem produkcja piwa z surowców niezawierających glutenu byłaby rozszerzeniem portfolio produktowego browarów oraz zakresu produktów spożywczych dedykowanych osobom dotkniętym wyżej wymienionymi schorzeniami.

W Europie i w Stanach Zjednoczonych funkcjonują już browary oferujące bezglutenowe piwa z jęczmienia. Powstają one w efekcie zastosowania specjalnych procesów odbiałczania, dzięki którym z tradycyjnego piwa jęczmiennego usuwane są toksyczne dla chorych na celiakię frakcje glutenowe [www.ceceliasmarketplace.com].



Rys. 1. Produkcja piwa na świecie i w Europie w latach 2001-2011

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.barthhaasgroup.com>.

Celem pracy jest analiza zarówno rynku, jak i możliwości wytwarzania piwa bezglutenowego z surowców pseudozbożowych. Analizę przeprowadzono na podstawie aktualnych doniesień dotyczących tematu produkcji piwa bezglutenowego.

Uwzględniając specyfikę surowca i skład chemiczny, takie zboża jak kukurydza, ryż, sorgo, oraz pseudozboża, czyli szarłat, gryka i komosa ryżowa, mogą być odpowiednimi surowcami do produkcji piwa bezglutenowego. Obecnie można pozyskać nietypowe, bezglutenowe piwa i napoje niskoalkoholowe produkowane z ryżu, kukurydzy czy sorgo. Jednak są to produkty lokalne lub niszowe, popularne w krajach, w których warunki klimatyczne nie sprzyjają uprawie jęczmienia i pszenicy [Arendt, Dal Bello 2008].

Cenne właściwości pseudozboż, takie jak wysoka wartość odżywcza, brak glutenu, a także obecność witamin, polifenoli i flawonoidów, wywołały w ostatnich latach wśród badaczy ogromne zainteresowanie tymi roślinami jako surowcami do produkcji piwa bezglutenowego.

### 3. Szacowanie wielkości rynku piwa bezglutenowego na podstawie danych medycznych dotyczących diagnozowania celiakii i nietolerancji glutenu

Celiakia (choroba trzewna) jest przewlekłą chorobą zapalną jelita cienkiego. Dotyczy osób, które są genetycznie predysponowane (populacja ludzi rasy białej), i charakteryzuje się zaburzeniami trawienia i wchłaniania jelitowego. Spowodowane jest

to upośledzeniem kosmków błony śluzowej wywołanym przez spożywanie różnych frakcji białek określanych wspólną nazwą – gluten. Należą do nich białka jęczmienia (hordeina), pszenicy (gliadyna), żyta (sekalina) i owsa (awenina), chociaż w przypadku tego ostatniego trwa intensywna debata naukowa, ponieważ większość osób z nietolerancją glutenu może włączyć owies do diety bez negatywnych skutków dla zdrowia [Czerwionka-Szafarska 2006; Di Sabatino 2009; Swora 2009, Rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009]. Niektóre stowarzyszenia osób chorych na celiakię, zarówno w Polsce, jak i za granicą, rekomendują chorym owies do spożycia [Harasym 2011].

Wyniki badań medycznych pokazują, że zachorowalność na celiakię ciągle wzrasta i wynosi od około 0,3 do około 3% badanej populacji. Najczęściej w publikacjach występują uśrednione wyniki wskazujące zachorowania z częstością 1:100 badanych [Hill i in. 2005; Czerwionka-Szafarska i in. 2006; Myleus 2009].

W latach 1998-2008 przeprowadzano w wielu ośrodkach w Polsce badania ankietowe dotyczące obrazu klinicznego celiakii. Grupa osób dorosłych stanowiła 33,5% wśród wszystkich badanych chorych pacjentów. Ponadto zaobserwowano większą zachorowalność na celiakię u płci żeńskiej (60% zdiagnozowanych) w porównaniu z płcią męską [Szafarska-Popławska i in. 2009]. Inne źródła podają, że kobiety mogą stanowić nawet 70% wszystkich przypadków celiakii wśród osób dorosłych [Hill i in. 2005]. Na podstawie powyższych danych i informacji na temat liczby ludności według Eurostatu (800 mln, z uwzględnieniem Turcji) [[http:// http:// epp.eurostat.ec.europa.eu](http://epp.eurostat.ec.europa.eu)] można szacować, że zachorowalność na celiakię wynosi od 2,5 mln do 24 mln (0,3-3% społeczeństwa). Przepuszczalna liczba zachorowań u osób dorosłych, które muszą stosować dietę bezglutenową, wynosi od ok. 800 tys. do ok. 8 mln (w tym od 500 tys. do 5 mln kobiet).

#### **4. Piwo bezglutenowe w świetle wymagań Unii Europejskiej dotyczących żywności bezglutenowej**

Komitet Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO ds. Żywienia i Żywności Specjalnego Przeznaczenia Żywnościowego prowadził intensywne prace nad zdefiniowaniem pojęcia „żywność bezglutenowa” oraz zakresu wymagań dotyczących żywności bezglutenowej. Wynikiem tych prac było opracowanie wytycznych stanowiących spójny zbiór ogólnych norm żywnościowych akceptowanych przez większość państw europejskich.

Dokument określający wymagania dla produktów bezglutenowych przyjęto w 1979 r., modyfikowano w 1983 r., a najaktualniejsze wytyczne z 2008 r. UE uchwaliła w Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 41/2009 z dnia 20 stycznia 2009 r., które odnosiło się do składu i etykietowania środków spożywczych dla osób nietolerujących glutenu [<http://codexalimentarius.net>; Rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009].

Zgodnie z przyjętą definicją żywność bezglutenowa została określona jako żywność dietetyczna [<http://codexalimentarius.net>]:

a) składająca się lub wyprodukowana wyłącznie ze składników niezawierających pszenicy (uwzględniając wszystkie jej odmiany, takie jak durum, orkisz i kamut), żyta, jęczmienia, owsa lub ich mieszanek, której poziom glutenu nie przekracza 20 mg/kg całości, i/lub

b) zawierająca jeden lub więcej składników z pszenicy (w tym wszystkich jej odmian), żyta, jęczmienia, owsa lub ich mieszanek, która została specjalnie przetworzona w celu usunięcia glutenu do poziomu nieprzekraczającego 20 mg/kg całości.

Na podstawie powyższych ustaleń w rozporządzeniu Komisji (WE) nr 41/2009 z dnia 20 stycznia 2009 r. zatwierdzono termin „produkt bezglutenowy” oraz „produkt o bardzo niskiej zawartości glutenu”, którego wytworzenie wymagało modyfikacji technologii w celu usunięcia glutenu do poziomu 20-100 mg/kg w całości produktu [<http://codexalimentarius.net>; Rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009].

W odniesieniu do wyżej wymienionych wytycznych Komisji Europejskiej dotyczących żywności bezglutenowej piwem bezglutenowym można nazwać piwo zawierające w swym składzie maksymalnie 20 mg glutenu/kg produktu. Piwo wytworzone z tradycyjnych sładów piwowskich, które zostało poddane specjalnej obróbce w celu obniżenia poziomu glutenu do poziomu mieszczącego się granicach od 20 do 100 mg/kg, będzie zaliczane do produktów o bardzo niskiej zawartości glutenu.

Otrzymywanie piwa bezglutenowego z typowych sładów piwowskich, takich jak sład jęczmienny czy pszeniczny, jest technologicznie trudne. Usuwanie glutenu z piwa wymaga specjalnej enzymatycznej obróbki, która jest kosztowna i wpływa ostatecznie na cenę gotowego produktu. Dlatego prowadzone są badania w celu opracowania skutecznej technologii wytwarzania piwa z wykorzystaniem sładów pozbawionych glutenu.

Surowcami, które można brać pod uwagę przy produkcji piwa bezglutenowego, oprócz nietypowych sładów zbożowych, są słody z surowców pseudozbożowych, do których zalicza się sład gryczany, sład z komosy ryżowej i sład z szarłatu (amarantusa). Przegląd możliwości wykorzystania tych surowców do produkcji piwa został przedstawiony przez Harasym i Pieciunia [2010].

## 5. Produkcja piwa bezglutenowego ze sładów pseudozbożowych

Alternatywą dla tradycyjnego piwa są niskoalkoholowe napoje z pseudozboż, które będą mogły spożywać osoby cierpiące na celiakię i nietolerancję glutenu. Badano m.in. proces słodowania i aktywność enzymatyczną sładów, proces zacierania wytworzonych na skalę laboratoryjną sładów (w tym zastosowanie komercyjnych preparatów enzymatycznych) oraz warzenie piwa bezglutenowego w skali pilotażowej [Nic Phiarais i in. 2005; Wijngaard i in. 2005; Zweytick i in. 2005; Nic Phiarais i in. 2006; Wijngaard, Arendt 2006; Hübner 2010; Nic Phiarais i in. 2010; De Meo 2011].

Ze względu na dużą zawartość węglowodanów (tab. 1), prozdrowotne właściwości oraz wielkość ziarna najczęściej badań prowadzono z użyciem gryki.

**Tabela 1.** Skład chemiczny szarłatu, komosy ryżowej i gryki

Składnik	Zawartość [%]*		
	gryka <i>Fagopyrum esculentum</i>	szarłat <i>Amaranthus spp.</i>	komosa ryżowa <i>Chenopodium quinoa</i>
Woda	14.1 (13.4–19.4)	11.1 (9.1–12.5)	12.7
Białko ( $N \times 5.8$ )	10.9 (10.4–11.0)	14.6 (14.5–14.8)	13.8 (12.2–13.8)
Tłuszcze	2.71 (2.40–2.80)	8.81 (6.56–10.3)	5.04 (5.01–5.94)
Skrobia	67.2	55.1	67.35
Włókno surowe	–	3.9–4.4	2.3
Błonnik	8.62	11.14	12.88
Związki mineralne	1.59 (1.37–1.67)	3.25	3.33 (2.46–3.36)

\* średnia i zakres zawartości.

Źródło: [Arendt, Dal Bello 2008].

### Gryka

Jest to roślina uprawiana głównie na terenach Rosji, w Chinach, Japonii, Korei i w Brazylii. Ziarno gryki ma nietypowy, trójganiasty kształt i jest znacznie większe od ziaren szarłatu i komosy ryżowej (4-9 mm długości). Cechą charakterystyczną, która wyróżnia ziarno gryki wśród ziaren zbóż, jest wysoka zawartość białka, jego korzystny skład aminokwasowy oraz brak frakcji glutenowych. Dodatkowo stanowi ono bogate źródło sacharydów, tłuszczów, błonnika pokarmowego, witamin oraz składników mineralnych. Ze względu na zawartość substancji biologicznie aktywnych (rutyny i innych flawonoidów) gryka należy do grupy roślin, które charakteryzują się prozdrowotnym działaniem na organizm człowieka. Najczęściej nasiona gryki wykorzystywane są jako surowiec do produkcji żywności bezglutenowej, tj. kaszy gryczanej, mąki i makaronu [Dziedzic i in. 2009; Alvarez-Jubete i in. 2010; Dziedzic i in. 2010].

Wijngaard i Arendt [2006] przeprowadziły badania nad słodowaniem gryki i zacieraniem powstałego słodu gryczanego. Badaczki uznały, że optymalny czas namaczania ziarna gryki w procedurze słodowania powinien wynosić od 7 do 13 godzin, a kiełkowanie w temperaturze 15°C powinno trwać 4-5 dni. Na koniec kiełkowania wilgotność wynosiła w przybliżeniu 41%. Suszenie przeprowadzano w dwóch etapach – w pierwszym suszenie trwało 5 godzin (45°C), a w drugim 17 godzin w (50°C). Stwierdzono, że zacieranie należy prowadzić przy jak najbardziej rozdrobnionym słodzie, a stosunek ilości słodu do wody powinien wynosić 1:4.

Ustalono optymalne warunki dla metody infuzyjnej: początek zacierania w 35°C (15 min), następnie przerwa w 45°C (15 min), kolejna w 65°C przez 40 min, przy

której stwierdzono najlepszą aktywność  $\alpha$ -amylazy, dalej przerwa w 72°C (30 min), zakończenie zacierania – 78°C (10 min).

Mimo że temperatura kleikowania skrobi gryczanej wynosiła 67°C, to za optymalną temperaturę scukrzania uznano 65°C. Zastosowanie metody dekokcyjnej jednowarowej spowodowało wyższy stopień kleikowania skrobi, a ogólna aktywność enzymatyczna uległa osłabieniu.

Wytwarzanie słołu gryczanego było również przedmiotem badań Zweyticka i in. [2005]. Podczas słodowania zastosowano 2-godzinne moczenie ziarna, 4-dniowe kiełkowanie i 26-godzinne suszenie w temperaturze 80°C. Piwo wyprodukowane z takiego słołu charakteryzowało się dużym zmętnieniem, brązowym kolorem, słabą stabilnością piany i gorzkim smakiem [Zweytick i in. 2005].

Wijngaard i Arendt stwierdziły, że prawdopodobnie nie można wytworzyć piwa typu lager metodą tradycyjną z użyciem wyłącznie słołu gryczanego, bez dodawania komercyjnych preparatów enzymatycznych [Wijngaard i in. 2006].

W 2010 r. Nic Phiarais z zespołem opublikowali wyniki badań nad słodowaniem gryki i zacieraniem tego słołu do produkcji piwa w skali pilotażowej. Słód stosowany w tym badaniu był gorszej jakości od słołu uzyskanego przy słodowaniu w warunkach laboratoryjnych. Ponadto stwierdzono, że zacier ze wstępnego procesu zacierania w skali pilotażowej nie uzyskał pożądanego stopnia scukrzania. Konieczne było zastosowanie bardzo złożonej procedury zacierania wraz z użyciem komercyjnych preparatów enzymatycznych  $\alpha$ -amylazy i glukoamylazy. Problemy związane z filtracją brzezki napotymane w badaniach laboratoryjnych wystąpiły również w skali browaru pilotażowego. Dlatego zacier pozostawiono na określony czas w celu osadzenia nierozpuszczalnych części na dnie kadzi, a następnie brzezkę z nad osadu przepompowano do kotła warzelnego. Uzyskano w ten sposób brzezkę przednią w ilości 54,5% z całości zacieru. Przyczyną tak niskiej wydajności był brak możliwości wysładzania ze względu na niekorzystne usytuowanie młota na dnie kadzi. Fermentacja przebiegała zgodnie z ustalonymi parametrami [Nic Phiarais i in. 2010].

Podczas analizy sensorycznej końcowego piwa gryczanego spodziewano się charakterystycznych różnic pomiędzy piwem świeżym i dojrzałym. Warto wspomnieć, że za lotne i nielotne związki zapachowe piwa odpowiedzialne są m.in. drożdże, a głównymi źródłami smaku w piwie są surowce, warunki przetwarzania i zabiegi pofermentacyjne. Analiza sensoryczna przeprowadzona według German Agricultural Society (DLG) oraz metoda oceniającą starzenie się piwa według Eichhorna wykazały, że świeże piwo gryczane uzyskało pozytywną ocenę dla wszystkich cech organoleptycznych, tj. aromatu, czystości, smaku i goryczy [Nic Phiarais 2010].

Autorzy badań stwierdzili również, że duży wpływ na uzyskanie słołu gryczanego o optymalnych parametrach ma zmienność biochemicznych cech ziarna gryki [Nic Phiarais 2010].

Równie istotnym aspektem przy produkcji piwa gryczanego jest optymalizacja warunków zacierania i fermentacji brzezki w skali browaru pilotażowego. Napotka-

ne problemy podczas zacierania mogą być zniwelowane przez stosowanie nowych kombinacji preparatów enzymatycznych. Problem filtracji może być rozwiązany przez zastosowanie specjalnego filtra zaciernego lub zastosowanie łuski ryżowej. Ze względu na powyższe sugestie proces zasługuje na dalsze badania i określenie ich wpływu na jakość piwa gryczanego.

### *Szarłat*

Szarłat (amarantus) jest pseudozbożem charakteryzującym się wysoką wartością odżywczą i zdrowotną. Roślina ta była znana i uprawiana już za czasów Imperium Inków, Azteków i Majów. Obecnie szarłat uprawiany jest głównie na ziemiach Ameryki Środkowej i Południowej – Meksyku, Gwatemali oraz Peru. Ziarno amarantusa jest bardzo małe (1-1,5 mm), ma soczewkowaty kształt i waży od 0,6 do 1,3 mg. Szarłat stanowi bogate źródło łatwo przyswajalnego białka o wysokiej wartości biologicznej, błonnika pokarmowego, nienasyconych kwasów tłuszczowych, składników mineralnych (żelazo, wapń) oraz skwalenu. W zależności od gatunku rośliny białka amarantusa składają się głównie z albumin i globulin. Nie zawierają lub zawierają bardzo małe ilości prolamin działających toksycznie na osoby z chorobą trzewną [Alvarez-Jubete i in. 2010; Kazimierczak i in. 2011]. Ponadto ziarna oraz kielki amarantusa cechują się wysoką aktywnością przeciwutleniającą ze względu na zawarte w nich antocyjany i flawonoidy [Paško i in. 2009]. Skład białek szarłatu oraz jego cenne wartości odżywcze i przeciwutleniające powodują, że surowiec ten znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym przy projektowaniu i wytwarzaniu żywności bezglutenowej [Alvarez-Jubete i in. 2010; Kazimierczak i in. 2011].

Zweytick i in. [2005] dokonali prób słodowania i warzenia piwa bezglutenowego, wykorzystując do tego celu wyłącznie słód z szarłatu. Do badań wykorzystano (z pewnymi modyfikacjami ze względu na mały rozmiar ziaren) warunki oraz parametry wcześniej opracowanego przez autorów procesu warzenia piwa z kukurydzy. Nasiona przemywano wodą o temperaturze 10-15°C, namaczano przez 1 godzinę, a następnie poddano procesowi kiełkowania (3 dni, 15°C, wilgotność względna 95%). Gdy kielki osiągały podwójną długość ziarna, przeprowadzano suszenie w temperaturze 80°C przez 24 godziny. W procesie zacierania zastosowano metodę dekokcyjną dwuwarową. W temperaturze 50°C część zacieru pobrano do kotła zaciernego i ogrzewano przez 5 minut w temperaturze 85°C. Następnie odebraną część zacieru wprowadzano ponownie do kadzi zaciernej, uzyskując temperaturę kolejnej przerwy (65°C). Procedurę powtórzono, aby uzyskać temperaturę 71°C. Całość zacieru podgrzano do temperatury 76°C i odfiltrowano. Gotowanie odbywało się przez 90 minut, a po ochłodzeniu do temperatury 12°C dodano drożdże. Fermentację główną prowadzono w temperaturze 6-12°C, a drugi jej etap przebiegał w temperaturze 4°C. Powstałe piwo ze słodu amarantusowego wytwarzane według wyżej wymienionej procedury było lekko mętne i miało żółty kolor. Stabilność piany nie była zadowalająca, a smak piwa był zbyt gorzki.



### *Komosa ryżowa*

Komosa ryżowa, podobnie jak szarłat, jest rośliną zaliczaną do pseudozbóż, którą poznano i wykorzystywano już za czasów historycznych państw Ameryki Środkowej i Południowej. Obecnie komosa uprawiana jest w głównie w rejonach Andów, na terytoriach Peru, Brazylii, Chile, Ekwadoru, Boliwii, Kolumbii oraz Argentyny. Ziarna komosy są na ogół większe od ziaren amarantusa (1-2,5 mm) i charakteryzują się zbalansowaną kompozycją wszystkich substancji odżywczych [Alvarez-Jubete i in. 2010; Sułkowski i in. 2011]. Duża zawartość białek (brak glutenu), tłuszczy, korzystny profil aminokwasowy, a także obecność witamin, polifenoli i flawonoidów sprawia, że komosa ryżowa jest cennym surowcem wykorzystywanym do produkcji suplementów diety i żywności bezglutenowej [Paško i in. 2009; Alvarez-Jubete i in. 2010; Sułkowski i in. 2011].

Produkcja słodu oraz piwa z komosy ryżowej również była przedmiotem badań Zweyticka i in. [2005]. Zastosowano proces podobny do stosowanego przy produkcji słodu i piwa z szarłatu. Piwo z komosy ryżowej, podobnie jak z szarłatu, było koloru żółtego i charakteryzowało się słabym zmętnieniem. Stabilność piany była dość dobra, a smak został uznany za akceptowalny.

## 6. Podsumowanie

Przedstawiona analiza pozwala na stwierdzenie, że istnieją znaczące możliwości produkowania piwa bezglutenowego z surowców pseudozbożowych – szarłatu, komosy ryżowej i gryki. Ze względu na specyficzne właściwości fizyczne i chemiczne ziaren oraz różnice w sposobie prowadzenia procesów słodowania i warzenia można otrzymać piwa o różnej stabilności piany, zapachu, kolorze i smaku. Zalecane jest stosowanie metody dekokcyjnej podczas zacierania, ponieważ słydy z surowców pseudozbożowych charakteryzują się zwykle wyższą temperaturą kleikowania skrobi. W dalszym ciągu niezbędne są badania nad procesem słodowania surowców pseudozbożowych, aby wyeliminować stosowanie komercyjnych preparatów enzymatycznych.

Optymalizacja warunków produkcji słodu i piwa bezglutenowego może w przyszłości doprowadzić do wytworzenia piwa wypełniającego niszę rynkową, jaką jest rynek dla osób cierpiących na celiakię lub nietolerancję glutenu.

## Literatura

- Alvarez-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E., *Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients*, "Trends in Food Science & Technology" 2010, 21, s. 106-113.
- Arendt E.K., Dal Bello F., *Gluten-Free Cereal, Products and Beverages, Food Science and Technology, International Series*, 2008.

- Czerwionka-Szafarska M., Szafarska-Popławska A., Muller L., *Celiakia – choroba trzewna dzieci i dorosłych*, „Alergia” 2006, 2, s. 20-24.
- De Meo B., Freeman G., Marconi O., Booer C., Perretti G., Fantozzi P., *Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production*, J. Inst. Brew., 2011, 117(4), s. 541-546.
- Di Sabatino A., Corazza G.R., *Coeliac disease*, “Lancet” 2009, 25, s. 1480-1493.
- Dziedzic K., Drożdżyńska A., Górecka D., Czaczyk K., *Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu*, „Nauka, Przyroda, Technologie” 2009, 67, 6, s. 81-90.
- Dziedzic K., Górecka D., Kobus-Cisowska J., Jeszka M., *Możliwości wykorzystania gryki w produkcji żywności funkcjonalnej*, „Nauka, Przyroda, Technologie” 2010, 4, 2, s. 1-7.
- Fisher K.G., *Die Kulturgeschichte des Bieres, insbesondere in Mesopotamien und im Alten Ägypten: unter besonderer Berücksichtigung naturwissenschaftlicher Aspekte*, Doctoral Thesis – Inst.f. Lebensmitteltechnologie (ILMT), BOKU-Universität für Bodenkultur, Vienna 1999.
- Harasym J., *Obecny status owsa w diecie bezglutenowej*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2011, 3, s. 57-70.
- Harasym J., Pieciun T., *Nietypowe słody piwowskie – przegląd*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2010, 92, s. 77-91.
- Hill I.D., Dirks M.H., Liptak G.S. i wsp., *Guideline for the diagnosis and treatment of celiac disease in children: recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*, J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 2005, 40, s. 1-19.
- Hornsey I.S., *A History of Beer and Brewing*, Royal Society of Chemistry, Cambridge 2003.
- 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), s. 3-13.
- Kazimierczak A., Bolesławska I., Przysławski J., *Szarlat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych*, „Nowiny Lekarskie” 2011, 80, 3, s. 192-198.
- Kunze W., *Technology Brewing and Malting*, 3<sup>rd</sup> edition, VLB, Berlin 2004.
- Myleus A., Ivarsson A., Webb C. i wsp., *Celiac disease revealed 3% of Swedish 12-year-olds born during an epidemic*, J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr., 2009, 49, s. 170-176.
- Nic Phiarais B.P., Mauch A., Schehl B.D., Zarnkow M., Gastl M., Herrmann M., Zannini E., Arendt E.K., *Processing of a top fermented beer brewed from 100% buckwheat malt with sensory and analytical characterisation*, J. Inst. Brew., 2010, 116(3), s. 265-274.
- Nic Phiarais B.P., Schehl B.D., Oliveira J.C., Arendt E.K., *Use of response surface methodology to investigate the effectiveness of commercial enzymes on buckwheat malt for brewing purposes*, J. Inst. Brew., 2006, 112(4), s. 324-332.
- Nic Phiarais B.P., Wijngaard H.H., Arendt E.K., *The impact of kilning on enzymatic activity of buckwheat malt*, J. Inst. Brew., 2005, 111(3), s. 290-298.
- Paško P., Barton H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Fořta M., Zachwieja Z., *Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth*, “Food Chemistry” 2009, 115, s. 994-998.
- Sułkowski M., Gawlik-Dziki U., Czyż J., *Komosa ryżowa – słabo znane pseudozboże o kosmicznych właściwościach*, Kosmos, „Problemy Nauk Biologicznych” 2011, 60, 3-4, s. 475-481.
- Swora E., Stankowska-Kulpa H., Mazur M., *Dieta bezglutenowa w chorobie trzewnej*, „Nowiny Lekarskie” 2009, 78, s. 324-329.
- Szafarska-Popławska A., Karczewska K., Żabka A. i wsp., *Występowanie celiakii w Polsce – badania wielośrodkowe*, Pediatr. Współ., 2009, 11, s. 111-116.
- Wijngaard H.H., Arendt E.K., *Optimisation of a mashing program for 100% malted buckwheat*, J. Inst. Brew., 2006, 112(1), s. 57-65.
- Wijngaard H.H., Ulmer H.M., Neumann M., Arendt E.K., *The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat*, J. Inst. Brew., 2005, 111(3), s. 275-281.

Zweytick G., Sauerzopf E., Berghofer E., *Production of gluten-free beer*, Book of Abstracts: AACC Annual Meeting 2005 (American Assoc. Cer. Chemists), 11-14 Sept, 2005, Orlando/FL/USA, s. 87.

## Rozporządzenie

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009 z 20 stycznia 2009 r. dotyczące składu i etykietowania środków spożywczych odpowiednich dla osób nietolerujących glutenu, DzU L 16 z 21.1.2009, s. 1-5.

## Strony internetowe

[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=demo\\_gind&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=demo_gind&lang=en) (dostęp 12.12.2012).

<http://www.barthhaasgroup.com/en/news-and-reports/the-barth-report-hops> (dostęp 01.02.2013).

[http://www.codexalimentarius.net/download/standards/291/cxs\\_118e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/291/cxs_118e.pdf) (dostęp 01.02.2013).

<http://www.celiacmarketplace.com/gluten-free-news-and-reviews/list-of-gluten-free-beer/> (dostęp 10.11.2012).

## THE USE OF PSEUDOCEREALS FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BEER

**Summary:** Beer made from typical malt (barley, wheat) is prohibited in the diet of people with celiac due to the presence of gluten, which has a toxic effect on the cells of the small intestine. The estimated population of people who cannot use products containing gluten in their diets is from 0.3 to 3%. According to this there is a need for new technologies producing gluten-free beer. In recent years an increased interest in research on the production of gluten-free beer from raw pseudocereal materials – amaranth, quinoa and buckwheat has been observed. Technologies developed in the laboratory and pilot scale require further investigation, because still at this stage there was diagnosed a number of potential technological problems, which intensification at a magnification of scale makes it impossible to have economically feasible production. The optimization of conditions for malting and mashing processes may contribute to the formation of gluten-free beer with great production and sensory parameters.

**Keywords:** gluten-free beer, amaranth, buckwheat, celiac disease, pseudocereals.