

Joanna Harasym*, **Tomasz Pieciun**

Katedra Biotechnologii Żywności, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

NIETYPOWE SŁODY PIWOWARSKIE – PRZEGLĄD

Streszczenie: Słód to odkiełkowane do określonego stadium i wysuszone ziarna roślin, zawierające skrobię, związki białkowe, tłuszczowe, dekstryny i cukry oraz enzymy amylolityczne, proteolityczne i cytolityczne. Ponieważ słodowanie większości roślin, zwłaszcza zbożowych, podnosi ich wartość odżywczą, słody często stanowią podstawę do produkcji żywności łatwo strawnej o dużej wartości odżywczej, nadają charakterystykę organoleptyczną wypiekom, ale także są podstawowym surowcem do produkcji piwa. W pracy przedstawiono syntetyczny przegląd nietypowych słodów piwowskich, takich jak słód z owsa, słody ze zbóż tropikalnych i bezglutenowych oraz słody wytwarzane z roślin zaliczanych do grupy pseudozbóż.

Słowa kluczowe: słód, pseudozboża, bezglutenowe, szarłat, komosa, gryka, owies.

1. Wstęp

Jednym z podstawowych surowców do produkcji piwa, oprócz wody i drożdży, jest słód piwowski (browarny). Słód piwowski to ziarno zboża poddane procesowi moczenia, a następnie kiełkowania i suszenia. Głównym celem wspomnianych procesów jest tworzenie lub/i uaktywnienie znajdujących się we wnętrzu ziarna enzymów, pełniących funkcję katalizatorów reakcji rozkładu złożonych związków chemicznych w trakcie zacierania oraz utrwalenie tak zmienionego ziarna [1]. Kwas giberelinowy i substancje giberelinopodobne znajdujące się w tarczce zarodkowej ziarna przechodzą do warstwy aleuronowej wraz z wchłanianą wodą, gdzie pobudzają powstawanie i aktywują nieaktywne formy wielu enzymów, m.in. amylolitycznych (α -amylaza i β -amylaza pojawiające się w bielmie), cytolitycznych (β -glukanaza i cytaza powstające w warstwie aleuronowej), proteolitycznych (proteazy), lipolitycznych (lipazy), enzymów rozkładających estry kwasu fosforowego (fosfatazy) i innych [2].

Słód jest zasadniczym surowcem do produkcji piwa, zarówno ze względu na odpowiednią zawartość skrobi (źródła di- i monosacharydów), jak i obecność enzymów odpowiedzialnych za inicjowanie niezbędnych przemian biochemicznych w trakcie warzenia brzeczki piwnej. Piwo jest napojem alkoholowym bardzo popularnym we

* Adres do korespondencji: joanna.harasym@ue.wroc.pl.

wszystkich kulturach świata. Jednakże skład chemiczny podstawowego surowca do produkcji piwa – czyli słodu jęczmiennego – sprawia, że nie przez wszystkich może być ono spożywane.

Coraz więcej mieszkańców krajów uprzemysłowionych cierpi na liczne schorzenia pokarmowe, wśród których szczególnie częste są hipolaktazja i celiakia. O ile hipolaktazja w efekcie upośledzonego wytwarzania laktazy powoduje klasyczne objawy pokarmowe, jak biegunki, wzdęcia czy odbijanie się, o tyle celiakia, przy nie stosowaniu odpowiedniej diety, prowadzi do zaniku kosmków jelitowych, co z kolei upośledza wchłanianie wszelkich substancji odżywczych z jelita, prowadząc do niedoborów żywieniowych.

Celem pracy jest przegląd literatury pod kątem informacji na temat możliwości produkcji sładów piwarskich ze zbóż niezawierających glutenu i innych surowców niestandardowych, jak np. pseudozboża.

Słody pochodzące z innych surowców niż tradycyjne zboża europejskie zainteresowały badaczy z wielu powodów. Wśród nich były medyczne, wynikające z coraz częściej występującej nietolerancji glutenu, a także polityczne, wywołane embargiem na import słodu jęczmiennego do Nigerii. Przegląd niniejszy nakierowany jest przede wszystkim na informacje dotyczące wytwarzania sładów piwarskich przydatnych do produkcji piwa nadającego się dla osób z nietolerancją glutenu. Szacuje się, że częstotliwość występowania na świecie choroby trzewnej (celiakii) to 1 przypadek na około 100 osób [3; 4]. Dlatego też celiakię uważa się za jedną z najczęstszych chorób nietolerancji pokarmowej. Chorobę tę powoduje stymulowana immunologicznie odpowiedź w jelicie cienkim, wywołana spożyciem glutenu przez osoby predysponowane genetycznie [5]. Jedynym efektywnym leczeniem, trwającym całe życie, jest ściśle przestrzeganie diety wymagającej unikania spożycia zbóż (pszenica, pszenica orkisz, pszenżyto, żyto i jęczmień), które zawierają gluten, i ich produktów [6]. Gluten jest powszechnie używanym terminem opisującym frakcję białka w pszenicy. Białka glutenu można podzielić na dwie główne frakcje według ich rozpuszczalności w wodnych roztworach alkoholu: rozpuszczalne gliadyny i nierozpuszczalne gluteniny, zbiorczo znane jako prolaminy [7]. Pszenica, żyto i jęczmień należą do rodziny traw (*Poaceae*) i taksonomicznie są blisko związane. Wszystkie te zboża i ich prolaminy – gliadyna (pszenica), hordeina (jęczmień), sekalina (żyto) i prawdopodobnie awenina (owies) są szkodliwe dla osób z celiakią [8]. Jednakże owies utrzymuje się na pograniczu stosowalności w diecie chorych na celiakię, gdyż w zależności od prawodawstwa w danym kraju jest on oficjalnie zaliczany, lub nie, do żywności bezglutenowej. Wiąże się to ze specyfiką oznaczeń obecności glutenu, które opierają się na testach enzymatycznych ELISA. Czulość testu została dostosowana do określonych sekwencji aminokwasowych obecnych w prolaminach pszenicy i żyta. Oprócz tego jeden z testów w oparciu o przeciwciała monoklonalne R5 wykazuje szczególną wrażliwość na obecność krótkich peptydów, które występują także w innych białkach roślinnych, stąd ich wiarygodność w oznaczaniu prolamin w owsie jest niepełna. Zwłaszcza że zbiory owsa często są zanie-

czyszczone innymi zbożami, co może zaburzać oznaczenie przydatności owsa jako takiego. Z powodu trudności w ostatecznym zakwalifikowaniu owsa w niniejszym opracowaniu pojawiają się również słody owsiane. Ze względu na niedoskonałość testów wykrywających białka należące do kompleksu glutenowego w większości krajów za bezglutenową uznaje się przede wszystkim tę żywność, a w tym i napoje, która wyprodukowana została z surowca niezawierającego glutenu. Regulacje klasyfikujące zboże jako bezglutenowe zależą od kraju i istniejącego w nim prawodawstwa. Zboża uznane za niezawierające glutenu to: ryż (*Oryza sativa*), kukurydza (*Zea mais*), sorgo (*Sorghum bicolor*) i proso (e.g. *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum typhoideum* i *Eleusine coracana*).

2. Nietypowe słody zbożowe

2.1. Słód owsiany

Owies (*Avena sativa* L.) należy do zbóż podstawowych i w większości przypadków wykorzystywany jest w browarnictwie jako tzw. surowiec niesłodowany. Zboże to jest polecane do spożycia ze względu na wysoką zawartość rozpuszczalnego błonnika pokarmowego, korzystnych kwasów tłuszczowych i szerokiego wyboru witamin, minerałów, steroli i antyoksydantów [9].

Kiedy pszenica zaczęła być coraz bardziej dostępna, owies z popularnego zboża stał się najpierw żywnością ludzi uboższych, a potem używano go jedynie jako paszy dla koni. Obecnie jego odżywcze właściwości są coraz szerzej popularyzowane, a także oficjalnie potwierdzone, czego dowodzi oświadczenie wydane przez Amerykańską Agencję do spraw Żywności i Leków (FDA), tzw. health claim – wskazujące, że rozpuszczalny błonnik z owsianki, jako część diety niskotłuszczowej i niskocholesterolowej, może obniżyć ryzyko zachorowalności na choroby serca [10]. Owies jest zazwyczaj kojarzony z przyjemnym orzechowym i zbożowym zapachem, a kielkowanie może być stosowane nie tylko do polepszenia zapachu i charakterystyki sensorycznej [11], ale również do podniesienia biodostępności substancji mineralnych [12]. Obecnie słody owsiane są rzadko używane i stąd ilość dostępnych informacji na ten temat jest niewielka [9; 12-14]. Słód owsiany, w porównaniu ze słodem jęczmiennym, jest produktem pobocznym. Słodowany owies był używany sporadycznie przez europejskie browary przez wiele wieków, ale obecnie rzadko się go stosuje. Czasami słodu owsianego używa do produkcji piwa typu *ale* i *stout* w Wielkiej Brytanii i przy wytwarzaniu specjalnych dodatków spożywczych [15-16].

Avena sativa i *Avena byzantina* są dwoma najbardziej popularnymi gatunkami owsa [17], ale tylko niewielką proporcjonalnie część zasiewów przeznacza się do słodowania i warzenia piwa [11]. Głównym gatunkiem owsa stosowanym do słodowania jest *Avena sativa* [14], a do warzenia piwa – *Avena gramineae* [16]. Badania wykazały, że skrobia owsiana ulega powolnej hydrolizie w trakcie kielkowania

i jej zawartość w ziarnie skiełkowanym jest taka sama lub nieznacznie mniejsza niż w ziarnie nieskiełkowanym [13]. Dodatkowo kiełkowanie owsa prowadzi do wzrostu stężenia istotnych aminokwasów (w szczególności lizyny i tryptofanu) i niewielkiego zmniejszenia stężenia prolamin [18].

Polecane w literaturze optymalne warunki słodowania owsa są następujące: namaczanie przez 16 godzin w 16°C, kiełkowanie przez 144 godziny w 16°C, suszenie przez 22 godziny w zakresie temperatur 49-85°C [13]. Przy odpowiednim prowadzeniu zacierania i fermentacji można uzyskać z owsa piwo typu *lager*.

2.2. Słód sorgowy

Ponieważ uprawa jęczmienia w rejonach tropikalnych jest niemożliwa, produkcja piwa w Afryce wymaga kosztownego importu słodu jęczmiennego z rejonów o klimacie umiarkowanym [19]. W efekcie embarga z 1988 roku na import słodu jęczmiennego do Nigerii rozpoczęto produkcję słodu kukurydzianego i sorgowego używanego do warzenia tradycyjnych afrykańskich napojów [20-23]. Sorgo (*Sorghum bicolor*) wykazało duży potencjał jako substytut słodu jęczmiennego, a w dodatku był to surowiec pozbawiony glutenu [24; 25]. Jednakże browary, które miały doświadczenie z użyciem sorgo jako dodatku w przemysłowej produkcji piwa, napotkały następujące problemy: powolne i niecałkowite scukrzanie zacieru, słaba filtracja brzezki, słaba filtracja jasnego piwa [24]. Mimo to piwo wyprodukowane w 100% ze słodu sorgowego jest stałe w jakości i akceptowalne dla znacznej większości piwoszy w Nigerii i innych częściach świata [26].

Słód sorgowy był wykorzystywany przede wszystkim do produkcji piwa Kaffir i podobnych wyrobów [26]. Ponieważ jednak proces słodowania podnosi względną wartość odżywczą sorgo, to sporadycznie słodowane sorgo było używane także do produkcji niskolepkich kaszek do karmienia niemowląt odstawianych od piersi [27]. Jedynym poważnym problemem, który pojawia się w czasie warzenia piwa ze słodu sorgowego, jest niewystarczająca siła diastatyczna. Wczesne badania donoszące o niskim poziomie lub wręcz braku β -amylazy do scukrzania w słodzie sorgowym doprowadziły do niepoprawnych wniosków, że słód sorgowy nie nadaje się do produkcji piwa typu *lager* [28; 29]. Jednakże kilku badaczy argumentowało, że niska wykrywalność enzymów amylolitycznych była konsekwencją stosowania oznaczeń enzymatycznych typowych dla jęczmienia, które nie nadają się do stosowania w przypadku sorgo [30; 31]. Na poparcie tej koncepcji Taylor i Robbins [32] przedstawili dane, z których wynikało, że przed skiełkowaniem sorgo nie wykazuje aktywności β -amylazy, natomiast po skiełkowaniu aktywność β -amylazy jest na poziomie mniejszym niż 25% jej aktywności w słodzie jęczmiennym. Autorzy uznali, że β -amylaza w sorgo występuje w aktywnej rozpuszczalnej formie, podczas gdy w jęczmieniu prawie cała β -amylaza jest w związanej nieaktywnej formie.

Przeprowadzono szereg szczegółowych badań w celu zoptymalizowania procedury słodowania sorgo [33-35]. Zebrane informacje pozwalają stwierdzić, że opty-

malna procedura słodowania zawiera namaczanie przez 8 godzin w temperaturze 20-25°C, następnie przez 2 godziny namoczone ziarno przebywa na powietrzu, po czym poddawane jest kolejnemu namaczaniu w wodzie przez 14 godzin, aż do osiągnięcia wilgotności 34-36%, i kiełkuje w tej samej temperaturze przez 120 godzin. Suszenie trwa 24 godziny w 50°C [20; 36]. Sorgo surowe i słodowane jest szeroko stosowane w browarnictwie – w związku z trudnościami ekonomicznymi – zajmującym się wytwarzaniem europejskich piw typu *lager* w rozwijających się krajach tropiku. W Nigerii już zastąpiono importowany słód jęczmienny lokalnie wytwarzanym słodem z sorgo [37].

2.3. Słód ryżowy

Ryż (*Oryza sativa*) jest powszechnie stosowany do produkcji napojów alkoholowych, takich jak sake w Japonii, shaoshinshu w Chinach czy liczne alkoholowe drinki w południowo-wschodniej Azji, wytwarzane z ryżu jako głównego składnika, często jedyne go zbożowego surowca [38]. Najpopularniejszymi alkoholami produkowanymi w olbrzymich ilościach (około 90 mld L piwa i 150 mld L sake rocznie) z ryżu są piwo i sake [39]. Do wytwarzania takich napojów alkoholowych, jak piwo, ryż, używany jest jako surowiec niesłodowany [39]. Ma on bardzo naturalny smak i zapach i w przypadku poprawnej obróbki w warzelnii daje jasne piwo o czystym smaku [40]. Zainteresowanie słodowaniem ryżu związane jest z zastosowaniem go jako żywności ze względu na wzrost stężenia cukrów prostych i amylazy oraz spadającej po kiełkowaniu lepkości [41], a także z potrzebą, pojawiającą się w niektórych krajach Afryki, znalezienia alternatywy dla importowanego jęczmienia. Dodatkowo kiełkowanie powoduje wzrost zawartości substancji odżywczych obecnych w ryżu [42].

Pierwsze badania wykazały, że możliwe jest produkowanie piwa typu *lager* z słodowanego ryżu [41; 43; 44]. W badaniach tych używano kalifornijskiej odmiany ryżu niepolerowanego. Ziarno było namaczane przez 48-60 godzin w 15°C, kiełkowanie prowadzono przez 72 godziny w 17,8-18,9°C i w końcu suszono je przez 48 godzin w temperaturze wzrastającej od 32,2 do 65,5°C. Tak niskie temperatury miały zapobiec zeszkleniu ziarna. Jednakże uzyskany produkt był ubogi w enzymy, kosztowny do wytworzenia, a materiał bielma ulegał słabej modyfikacji. Jednakże, w przeciwieństwie do ryżu niesłodowanego, upłynnienie w kotle było gwałtowne i występowało w stosunkowo niskich temperaturach. Dodatkową korzyścią było uzyskanie wysokiego ekstraktu, a smak i aromat produktów, które wytworzono z tego surowca, był uznany za wysoce satysfakcjonujący [27].

Okafor i Iwouno [43] uważają, że słodowany ryż nie jest zadowalający jako surowiec piwowski, gdyż straty w słodowaniu są często zbyt wysokie. Kiedy słody ryżowe są mielone i zacierane w konwencjonalny sposób, scukrzenie jest niecałkowite, a spływ brzeczki powolny. W dodatku okazało się, że słód ryżowy jest bardzo

gorzki [41]. Różnice w uzyskanych wynikach wskazują, że istnieje potrzeba optymalizacji warunków zacierania w celu podniesienia uzysku ekstraktu i polepszenia smaku.

2.4. Słód kukurydziany

Kukurydzę (*Zea mays*) stosowano już kiedyś do produkcji tradycyjnego piwa kukurydzianego zwanego Tesuino wytwarzanego przez Indian Tarahumara w Meksyku [45]. Współcześnie produkcja warzonego w domu piwa kukurydzianego Xhosa jest bardzo rozpowszechnioną praktyką w Afryce Południowej [46]. Używana w tradycyjnym piwowarstwie jako surowiec niesłodowany kukurydza musi zostać pozabawiona zarodków w celu ograniczenia niekorzystnego wpływu tłuszczu na pianę piwa.

Kukurydzę, jako zboże do słodowania, badano znacznie rzadziej niż sorgo i większość udokumentowanych eksperymentów nie dawała satysfakcjonujących z punktu widzenia browarstwa wyników [27]. Obecnie mało wiadomo na temat charakterystyki słodowania tego zboża, Wang i Fields [47] donieśli, że kiełkowanie kukurydzy może w pewnych przypadkach podnieść jej wartość odżywczą. Zastosowanie tego zboża jest problematyczne, gdyż temperatury kiełkowania skrobi kukurydzianej są bardzo wysokie i podobnie jak ze słodami z sorgo – można będzie uzyskać ulepszoną wydajność ekstraktu, jeśli zmodyfikuje się warunki zacierania [48]. Elimer [49] stwierdził, że kiełkujące ziarno kukurydzy wykazuje wysoką aktywność α -amylazy, α -glukozydazy, β -glukozydazy, β -fruktofuranazy oraz glukoamylazy. Singh i Bains [50] zalecają następujące warunki słodowania kukurydzy: ziarno jest wstępnie podsuszane przez 12 godzin w 36°C, następnie namaczane do osiągnięcia 40% wilgotności w 25°C, kiełkowane przez 168 godzin w 25°C i w końcu suszone przez 24 godziny w 45°C. Podobnie jak z sorgo, kukurydza wymaga słodowania ciepłego i wilgotnego, co powoduje ekstremalnie intensywny rozwój ewentualnego zakażenia pleśniowego. Zielone słody kukurydziane muszą być suszone w niskich temperaturach w celu utrzymania aktywności enzymów. Ponadto dodatek kwasu gibberelinowego podnosi poziom α -amylazy, proteazy, ekstraktu i liczby Kolbacha [50; 51]. Obecnie nie są prowadzone żadne prace w celu wyselekcjonowania odmian kukurydzy pod kątem uzyskania najlepszych właściwości słodowniczych.

2.5. Słód z prosa

Prosa (e.g. *Pennisetum glaucum* (L.), *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum typhoideum* i *Eleusine coracana*) są niejednorodną grupą tropikalnych zbóż o małych ziarnach. Słodowano je głównie w celach spożywczych, do produkcji mętnego piwa, a także ostatnio – piwa klarownego. Istnieją zauważalnie duże różnice w jakości słodowania pomiędzy różnymi gatunkami prosa i pomiędzy poszczególnymi odmianami w ramach jednego gatunku [52]. Wcześniejsze studia pokazały, że

słodowanie i warzenie piwa, a stąd i produkcja piwa typu *lager* z prosa jest możliwa, jednakże nadal potrzebne są intensywne badania w celu polepszenia zapachu i barwy piwa [53; 54].

W południowej Afryce proso perłowe (*Pennisetum glaucum* L.) tradycyjnie przetwarza się poprzez słodowanie i fermentację. Słodowane proso perłowe jest także surowcem do produkcji żywności o obniżonej lepkości przeznaczonej dla niemowląt [54]. W przeciwieństwie do jęczmienia i sorgo, bardzo mało wiadomo o technologii słodowania prosa. Optymalna procedura jego słodowania składa się z namaczania w 25°C w cyklu zmiennym: 2 godziny w zanurzeniu i 2 godziny w powietrzu przez całkowity czas 8 godzin, kiełkowanie w 25-30°C przez 72-96 godzin i w końcu suszenie w 50°C przez 24 godziny [54]. Takie warunki dają efekt w postaci wysokiej siły diastatycznej, aktywności α - i β -amylazy, dobrego poziomu wolnego azotu aminowego i umiarkowanej straty w efekcie słodowania. W niektórych przypadkach dodatek kwasu giberelinowego wzmacnia wydajności uzysku ekstraktu i powoduje szybszy wzrost aktywności enzymatycznej, co skutkuje wyższą aktywnością α -amylazy [55].

Niewielka liczba badań dotyczących słodowania prosa została przeprowadzona na prosie afrykańskim (*Eleusine coracana*) [51; 56-58]. Proso to daje słód bardzo dobrej jakości, którego używa się do produkcji tradycyjnego mętnego afrykańskiego piwa. Słód z prosa afrykańskiego został opisany jako posiadający bardzo akceptowany zapach i smak, jednakże podczas krótkiego okresu przechowywania słody te zaczynają wykazywać gorzkie aromaty [51]. Niesłodowane proso afrykańskie ma bardzo niski poziom aktywności amylaz, proteaz i fosfataz, ale aktywność tych enzymów wzrasta w trakcie kiełkowania w sposób wystarczający do późniejszej produkcji piwa [56]. Proso afrykańskie jest bogatym źródłem wapnia i błonnika pokarmowego. Malleshi i Desikachar [41] zalecają następujący sposób słodowania: ziarno namaczone jest przez 24 godziny w 25°C, kiełkowane przez 96 godzin w 25°C i suszone przez 24 godziny w 45°C. Dotychczas przeprowadzone badania wykazują że proso perłowe i afrykańskie jako słód ma wysoki potencjał zastąpienia słodu jęczmiennego do produkcji piwa typu *lager*.

3. Słody pseudozbożowe

Mianem pseudozboż określa się rośliny wytwarzające bogate w skrobię nasiona, ale nienależące do rodziny traw (*Poaceae*). Do pseudozboż zaliczana jest gryka, komosa ryżowa i szarłat. Status pseudozboż jako roślin bezglutenowych jest różny w zależności od kraju. W Polsce pseudozboża są uznawane za rośliny bezglutenowe. W Stanach Zjednoczonych Gluten Intolerance Group – GIG (Seattle, Waszyngton) i Celiac Disease Foundation – CDF (Studio City, Kalifornia) uznały te rośliny za dopuszczalne źródło żywności, podczas gdy Celiac Sprue Association – CSA (Omaha, Nebraska) wymienia je jako niedopuszczalne [59], mimo że w zaleceniach CSA nie

ma merytorycznych podstaw [60]. Co więcej, obecne dowody silniej potwierdzają wniosek, że wymienione ziarna mogą zostać użyte do produkcji wyrobów bezglutenowych.

3.1. Słód gryczany

Gryka (*Fagopyrum esculentum*) jest zbożem alternatywnym, należącym w przeciwieństwie do pozostałych zbóż do rodziny *Polygonaceae*. Ziarno gryki ma bardzo dużo wartości odżywczych i stanowi bogate źródło białka. Wartość odżywcza gryki jest wyższa niż prosa, a nawet niż takich zbóż, jak ryż i pszenica [61]. Z powodu korzystnego wpływu biologicznych składników gryki na organizm człowieka jest ona coraz częściej zalecana przez lekarzy i dietetyków. Stałe spożywanie gryki może zapobiegać niektórym chorobom cywilizacyjnym związanym z żywieniem (niestrawność, otyłość, zaparcia, podniesiony poziom cholesterolu, cukrzyca, nadciśnienie itp.) [62-65].

Gryka może być ołuszczone lub naga [65]. Ostatnie badania pokazują, że słodowanie gryki nagiej jest korzystniejsze niż materiału ołuszczonego, ponieważ pobór wody jest wolniejszy, a uzyskany słód ma lepszą jakość [66]. W przeciwieństwie do typowego słodu jęczmiennego zastosowanie gryki o ziarniaku pozbawionym łuski ułatwia filtrację i zapewnia mniejsze straty skrobi w trakcie słodowania. Badania dotyczące wpływu czasu namaczania i temperatury na jakość słodu gryczanego wykazały, że optymalna wilgotność na końcu namaczania wynosi 35-40%, a zalecany czas namaczania waha się od 7 do 13 godzin w temperaturze 10°C [66-68]. Optymalna aktywność słodu gryczanego może być uzyskana wówczas, gdy gryka jest kiełkowana przez 96 godzin w 15°C [66; 68]. W tym czasie ziarno ulega wystarczającej modyfikacji, a składniki odżywcze nie są wyczerpane. Ponadto wzrasta zauważalnie zawartość rutyny podczas słodowania.

Zaproponowano kilka optymalnych warunków słodowania gryki, a do procesu optymalizacji zastosowano między innymi statystyczną metodę powierzchni odpowiedzi (*Response Surface Methodology* – RSM). Została ona wykorzystana do optymalizacji warunków słodowania różnych zbóż bezglutenowych, także gryki, a zwłaszcza gryki nagiej [69]. Autorzy zalecają czas namaczania 96 godzin, poziom wilgotności 47% i czas kiełkowania 120 godzin w 19°C. Te warunki różnią się znacznie od tych, jakie proponują Wijngaard i in. [66; 68] i Nic Pharais i in. [70], u których czas namaczania wynosił tylko 10 godzin, poziom wilgotności wahał się między 35 a 40%, a czas kiełkowania wynosił 96 godzin w 15°C. Bauer i wsp. [71] przeprowadzili zaawansowaną analizę zapachu różnych sładów bezglutenowych i wykazali, że krystaliczny słód gryczany ma uderzający aromat toffi, słodu i orzechów i posiada potencjał do zastosowania go jako składnik warki piwnej do produkcji piwa typu *ale*. Badania, które przeprowadzili Nic Pharais i wsp. [72] nad wpływem suszenia na aktywność enzymatyczną słodu gryczanego, wykazały, że przy przedłużonym suszeniu w 40°C występuje znaczna inaktywacja enzymów.

Jako rozwiązanie zaproponowano wieloetapowy proces suszenia w celu zoptymalizowania poziomu enzymów w słodzie gryczanym, składający się z suszenia przez 5 godzin w 40°C, 3 godziny w 50°C i 3 godziny w 60°C [70]. W tych warunkach zaobserwowano najwyższy poziom enzymów amylolitycznych i całkowitego rozpuszczalnego azotu oraz wolnych aminokwasów. Uzyskane jak dotąd wyniki sugerują, że gryka w warunkach optymalnego słodowania wykazuje duży potencjał do bycia bezglutenową alternatywą dla słodów tradycyjnych.

3.2. Słód z komosy ryżowej

Ziarno komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* L.), pseudozboże z rodziny *Chenopodiaceae*, cieszy się wzrastającym zainteresowaniem i stosowane jest jako składnik nowoczesnej żywności oraz żywności dla niemowląt. Spowodowane jest to między innymi brakiem białek gluteninowych oraz wysoką zawartością lizyny i metioniny [73; 74]. Większość przeprowadzonych na świecie badań dotyczy uprawy komosy ryżowej [75], a nie określenia jej wartości odżywczych czy też potencjału do słodowania i piwowarstwa. Ziarno komosy ryżowej wykazuje się korzystnym tempem kiełkowania *in vitro*, chociaż bardzo słabo kiełkuje w glebie [76]. Przy 36-godzinnym słodowaniu aktywność α -amylazy zwiększyła się czterokrotnie [77], jednakże granulki skrobi obecne w bielmie nie wykazały intensywnej degradacji przez amylazę w trakcie kiełkowania [78]. Jakkolwiek nie jest to zjawisko pozytywne w trakcie słodowania, to może ono przynosić korzyści przy zacieraniu i warzeniu. Jeśli poziom α -amylazy nie maleje w trakcie słodowania, to pozostały enzym będzie dostępny podczas zacierania. Kunze [79] dowodzi, że bez obecności α -amylazy podczas zacierania scukrzenie będzie niecałkowite, a jako efekt powstanie brzczka o niskim ekstrakcie. Zarnków z zespołem, używając RSM [69], zoptymalizował warunki słodowania komosy na 36 godzin namaczania, przy poziomie wilgotności wynoszącym 54% i temperaturze kiełkowania 8°C przez 44 godziny.

Słodowanie komosy ryżowej podnosi także jej wartość odżywczą. Podczas kiełkowania poziom fitynianów zostaje zredukowany o 35-39%, podczas gdy rozpuszczalność żelaza w warunkach fizjologicznych wzrasta od 2 do 4 razy [80]. Ponieważ konsumenci poszukują innowacyjnych produktów i dodatkowych zdrowotnych korzyści ze spożywania żywności i napojów, odżywcze własności komosy sprawiły, że surowiec ten stał się obecnie bardzo interesujący w przypadku słodowania i warzenia piwa.

3.3. Słód z szarłatu (amarantusa)

Amarantus (*Amaranthus caudatus* L.) jest gatunkiem należącym do rodziny *Amaranthaceae*, występującym głównie w subtropikalnych i tropikalnych regionach [80]. Roślinę tę, będącą źródłem składników odżywczych, spożywa się jako warzywo, a jej ziarno traktuje się jak zboże [82]. Danych na temat szarłatu jako surowca

piwowarskiego jest bardzo mało. Kiełkowania czy słodowania nasion zazwyczaj używa się do częściowego zhydrolizowania (wstępnego nadtrawienia) substancji, zsyntetyzowania pożądanych substancji czy też rozłożenia substancji niepożądanych przez wykorzystanie endogennych enzymów w surowcu [79]. Paredes-Lopez i Mora-Escobedo [83] jako pierwsi opisali szczegółowe zastosowanie tej technologii do szarłatu. Po 10 minutach namaczania nasiona amarantusa pozostawiono do wykiełkowania w 35°C przez 37 godzin. Zawartość białka surowego i białka właściwego wzrosła, a zawartość tłuszczu spadła. Po 48 godzinach kiełkowania zawartość lizyny się nie zmieniła, a po 72 zaobserwowano lekki spadek zawartości lizyny wraz z intensyfikacją rozkładu białek. Z kolei Balasubramanian i Sadasivam [84] namaczali amarantusa przez 12 godzin i kiełkowali go przez 192 godziny. W tych warunkach zaobserwowano spadek zawartości białek pomiędzy 48 a 182 godziną kiełkowania, oraz wzrost zawartości lizyny o 31% po 24 godzinach kiełkowania [83]. Te warunki słodowania różniły się znacząco od zaprezentowanych przez Zarnkova i in. [69], którzy używali RSM do zoptymalizowania warunków słodowania szarłatu na cele piwowarskie i polecali 36 godzin namaczania, poziom wilgotności wynoszący 54% i temperaturę kiełkowania 8°C przez 168 godzin. Ponieważ badanie skierowane było na optymalizację parametrów słodowania pod kątem wytwarzania piwa, to te konkretnie parametry byłyby zalecane do zastosowania w browarnictwie. Wyjątkowa wartość odżywcza przed i po kiełkowaniu amarantusa powoduje, że staje się on interesującą alternatywą dla sorgo jako surowca bezglutenowego [85].

4. Podsumowanie

Słodowanie w większości przypadków podnosi znacznie wartość odżywczą ziarna, powodując, że staje się ono łatwiej przyswajalne i bogatsze w istotne składniki odżywcze, np. aminokwasy egzogenne. Większość produkcji słodowniczej przeznaczona jest na potrzeby browarnictwa, a tylko niewielka część znajduje zastosowanie jako surowiec w innej produkcji. Istniejąca mnogość słodów jęczmiennych oraz słodów pochodzących z pozostałych zbóż podstawowych pozwala wysycić rynek produktami zaspokajającymi różnorakie gusta konsumenckie. Problem ujawnia się dopiero wówczas, gdy wśród konsumentów pojawiają się osoby chore na jedną z najczęstszych nietolerancji pokarmowych, jaką jest celiakia, czyli nietolerancja białek glutenowych. Wszystkie zboża podstawowe, a wśród nich podstawa piwowarstwa – czyli jęczmień, wykazują obecność białek z grupy glutenin. Dodatkową trudnością jest poprawne zdiagnozowanie poziomu białek glutenowych w produkcie wytworzonym z surowców zawierających gluten. Stąd słusznym postępowaniem prewencyjnym jest stosowanie diety opartej na produktach niezawierających tego składnika lub wytwarzanych z surowców, które go nie zawierają, takich jak zboża bezglutenowe czy pseudozboża. W przypadku produkcji piwa staje się to nieoczekiwane kłopotliwe. Poszukiwania surowców do produkcji piwowarskich słodów bezglutenowych są wciąż na początku drogi, mimo że, jak wykazuje powyższy przegląd,

owies, kukurydza, ryż, gryka, proso, komosa czy szarłat prezentują duży potencjał słodowniczy. Co prawda niszowa produkcja browarów lokalnych czy domowy wyrób piwa może bazować na różnych słodach, ale wciąż jeszcze nie przeprowadzono wystarczającej ilości prac badawczych i optymalizacyjnych, które pozwoliłyby na zastosowanie słodów pochodzących z innych surowców do przemysłowej produkcji piwa.

Literatura

- [1] Lewis M.J., Young T.W., *Piwowarstwo*, przeł. K. Stachowiak, K. Wojtaś, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [2] Kunze W., *Technologia piwa i siodu*, przeł. A. Brudzyński, Wyd. PIWOCHMIEL Sp. z o.o., t. 1, seria 1, Warszawa 1999.
- [3] Hamer R.J., *Celiac disease: Background and biochemical aspects*, Biotechnol. Adv. 2005, 23, 401.
- [4] Sollid L.M., Khosla C., *Future therapeutic options for celiac disease*, Nat. Clin. Pract. Gastroenterol. Hepatol. 2005, 2, 140.
- [5] Fasano A., Catassi C., *Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum*, Gastroenterology 2001, 121, 636.
- [6] Ellis H.J., Freedman A.R., Ciclitira P.J., *Detection and estimation of the barley prolamins content of beer and malt to assess their suitability for patients with coeliac disease*, Clin. Chim. Acta 1990, 189.
- [7] Lewis M.J., *Celiac disease, beer, and brewing*, Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. 2005, 42, 45.
- [8] Kasarda D.D., *Grains in relation to celiac disease*, Cereals Foods World 2001, 46, 209.
- [9] Peterson D.M., *Oat antioxidants*, Cereal Chem. 2001, 33, 115.
- [10] Anderson J.W., Chen W.J., *Cholesterol-lowering properties of oat products*, w: Webster F.H. ed., *Oats Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 1986, 309.
- [11] Heydaneck M.G., McGorin R.J., *Oat flavour chemistry: Principles and prospects*, w: Webster F.H. ed., *Oats Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN 1986, 335.
- [12] Larsson M., Sandberg A.-S., *Malting of oats in a pilot-plant process. Effects of heat treatment, storage and soaking conditions on phytate reduction*, Cereal Chem. 1995, 21, 87.
- [13] Peterson D.M., *Malting oats: effects on chemical composition of hull-less and hulled genotypes*, Cereal Chem. 1998, 75, 230.
- [14] Wilhelmson A., Oksman-Caldentey K.-M., Laitila A., Suortti T., Kaukovirta-Norja A., and Poutanen K., *Development of a germination process for producing high beta-glucan, whole grain food ingredient from oat*, Cereal Chem. 2001, 78, 715.
- [15] Briggs D.E., Hough J.S., Stevens R., Young T.W., *Adjuncts, sugars, wort syrups and industrial enzymes*, w: Briggs D.E., Hough J.S., Stevens R., Young T.W. eds., *Malting and Brewing Science*, Chapman & Hall, London 1981, 222.
- [16] Little B.T., *Alternative cereals for beer production*, Ferment. 1994, 7, 163.
- [17] Schrickel D.J., *Oats production, value and use*, w: Webster F.H. ed., *Oats Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN 1986, 1.
- [18] Dalby A., Tsai C.Y., *Lysine and tryptophan increases during germination of cereal grains*, Cereal Chem. 1976, 53, 222.

- [19] Dufour J.P., Melotte L., Sebrnik S., *Sorghum malts for the production of a lager beer*, J. Am. Soc. Brew. Chem. 1992, 50, 110.
- [20] Igyor M.A., Ogbonna A.C., Palmer G.H., *Effect of malting temperature and mashing methods on sorghum wort composition and beer flavour*, Process Biochem. 2001, 36, 1039.
- [21] Okungbowa J., Obeta J.A.N., Ezeogu L.I., *Sorghum beta-amylase production: relationship with grain cultivar, steep regime, steep liquor composition and kilning temperature*, J. Inst. Brew. 2002, 108, 362.
- [22] Nso E.J., Ajebesome P.E., Mbofung C.M., Palmer G.H., *Properties of three sorghum cultivars used for the production of Bili-Bili beverage in Northern Cameroon*, J. Inst. Brew. 2003, 109, 245.
- [23] Ogbonna A.C., Obi S.K.C., Okolo B.N., *Optimization of proteolytic activities in malting sorghum*, Process Biochem 2004, 39, 711.
- [24] Aisen A.O., *Sorghum: a suitable source for brewing beer*, Brew. Distill. Int. 1988, 3, 20.
- [25] Illori M.O., Ogundiwin J.O., Adewusi S.R.A. *Sorghum malt brewing with sorghum/maize adjuncts*, Brew. Distill. Int. 1991, 3, 10.
- [26] Aisen A.O., Muts G.C.J., *Micro-scale malting and brewing studies of some sorghum varieties*, J. Inst. Brew. 1987, 93, 328.
- [27] Briggs D.E., *Types of malt*, w: Briggs D.E. ed., *Malts and Malting*, Blackie Academic & Professional, London 1998, 699.
- [28] Kneen E., *A comparative study of the development of amylases in germinating cereals*, Cereal Chem. 1944, 2, 304.
- [29] Kneen E., *Sorghum amylase*, Cereal Chem. 1945, 27, 483.
- [30] Novellie L., *Kaffircorn malting and brewing; Effect of malting conditions on malting losses and amylase activities of kaffircorn malts*, J. Sci. Food Agric. 1962, 13, 121.
- [31] Okon E.U., Uwaifo A.O., *Partial purification and proportions of beta-amylase isolated from Sorghum bicolor (L) Moench*, J. Agric. Food Chem. 1984, 32, 11.
- [32] Taylor J.R.N., Robbins D.J., *Factors influencing beta-amylase activity in sorghum malt*, J. Inst. Brew. 1993, 99, 413.
- [33] Agu R.C., Palmer G.H., *The effect of temperature on the modification of sorghum and barley during malting*, Process Biochem. 1997, 32, 501.
- [34] Obeta J.A.N., Okungbowa J., Ezeogu L.I., *Malting of sorghum: further studies on factors influencing alpha-amylase activity*, J. Inst. Brew. 2000, 106, 295.
- [35] Okungbowa J., Obeta J.A.N., Ezeogu L.I., *Sorghum beta-amylase production: relationship with grain cultivar, steep regime, steep liquor composition and kilning temperature*, J. Inst. Brew. 2002, 108, 362.
- [36] Agu R.C., Palmer G.H., *Comparative development of sohlble nitrogen in the malts of barley and sorghum*, Process Biochem. 1999, 35, 497.
- [37] Okolo B.N., *Enhancement of amylolytic potential of sorghum malts by alkaline treatment*, J. Inst. Brew. 1996, 102, 78.
- [38] Yoshizawa K., Kishi S., *Rice in brewing*, w: Juliano B.O. ed., *Rice-Chemistry and Technology*, American Society of Cereal Chemists, St. Paul, MN 1985, 619.
- [39] Coors J., *Practical experience with different adjunct*, Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. 1976, 13, 117.
- [40] Canales A.M., *Unmalted grains in brewing*, w: Pollock J.R.A. ed., *Brewing Science*, Academic Press, London 1979, 233.
- [41] Malleshi N.G., Desikachar H.S.R., *Studies on comparative malting characteristics of some tropical cereals and millets*, J. Inst. Brew. 1986, 92, 174.
- [42] Capanzana M.V., Buckle K.A., *Optimisation of germination conditions by response surface methodology of a high amylose rice (Oryza sativa) cultivar*, Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 1997, 30, 155-163.

- [43] Okafor N., Iwouno J., *Malting and brewing qualities of some Nigerian rice (Oryza sativa L.) varieties and some thoughts on the assessment of malts from tropical cereals*, World J. Microb. Biot. 1990, 6, 187.
- [44] Aniche G.N., Palmer G.H., *Influence of gibberellic acid (GA 3) on the development of amylolytic activities in rice during germination*, Process Biochem. 1992, 27, 291.
- [45] Lanares J.P., *Das Bier der Tarahumara*, Brauwelt 1992, 132, 970.
- [46] Shephard G.S., van der Westhuizen L., Gatyeni P.M., Somdya N.J., Burger H.M., Marasas W.F., *Fumonisin mycotoxins in traditional Xhosa maize beer in South Africa*, J. Agric. Food Chem. 2005, 53, 9634.
- [47] Wang, Y.D., Fields, M.L. *Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value.*, J. Food Sci. 1978, 43, 1113.
- [48] Hough J.S., *Sweet wort production*, w: Baddiley Sir J., Carey N.H., Davidson J. F., Higgins I.J., Potter W.G. eds., *The Biotechnology of Malting and Brewing*, Cambridge University Press, Cambridge 1985, 54.
- [49] Elimer E., *Aktywność hydrolaz glikozydowych w ziarnie kukurydzy poddanej procesowi słodowania*, Materiały I Konferencji Naukowo-Dydaktycznej Instytutów, Katedr i Zakładów Technologii i Towaroznawstwa, Błazejewko 1977, s.122.
- [50] Singh T., Bains S.S., *Malting of corn: Effect of variety, germination, gibberellic acid, and alkali pretreatments*, J. Agric. Food Chem. 1984, 32, 346.
- [51] Malleshi N.G., Desikachar H.S.R., *Influence of malting conditions on the quality of finger millet malt*, J. Inst. Brew. 1986, 92, 81.
- [52] Briggs D.E., *Grains and pulses*, w: Briggs D.E. ed., *Malts and Malting*, Blackie Academic & Professional, London 1998, 35.
- [53] Eneje L.O., Obiekezie S.O., Aloh C.U., Agu R.C. *Effect of milling and mashing procedures on millet (Pennisetum maiwa) malt wort properties*, Process Biochem. 2001, 36, 723.
- [54] Pelembe L.A.M., Dewar J., Taylor J.R.N., *Effect of malting conditions on pearl millet malt quality*, J. Inst. Brew. 2002, 108, 7.
- [55] Agu R.C., Okeke B.C. *Studies on the effect of potassium bromate on some malting properties of Nigerian millet (Pennisetum maiwa)*, Process Biochem. 1991, 26, 89.
- [56] Chandrasekhara M.R., Swaminathan M., *Enzymes of ragi (Eleusine coracana) and ragi malt-Amylases, proteases and phosphatases*, J. Sci. Indust. Res. 1953, 12B, 51.
- [57] Nout M.J.R., Davies B.J., *Malting characteristics of finger millet, sorghum and barley*, J. Inst. Brew. 1982, 88, 157.
- [58] Nirmala M., Muralikrishna G., *Three α -amylases from finger millet (Ragi, Eleusine coracana, Indaf-15)-purification and partial characterization*, Phytochemistry 2003, 62, 21.
- [59] Shewry P.R., *The major seed storage proteins of spelt wheat, sorghum, millets and pseudocereals*, w: Belton P.S., Taylor J.R.N. eds., *Pseudocereals and Less Common Cereals-Grain Properties and Utilization Potential*, SpringerVerlag, Berlin 2002, s. 1-20.
- [60] Thompson T., *Case Problem: Questions regarding the acceptability of buckwheat, amaranth, quinoa and oats from patient with celiac disease*, J. Am. Diet. Assoc. 2001, 101, 586-587.
- [61] Harasym J., *Gryka jako źródło substancji organicznych i związków mineralnych*, Nauki Inżynierskie i Technologie, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2009, 1 (57), 159.
- [62] Qian J., Kuhn, M. *Evaluation on gelatinization of buckwheat starch: A comparative study of Brabender viscoamylography, rapid visco-analysis, and differential scanning calorimetry*, Eur. Food Res. Technol. 1999, 209, 277.
- [63] Li S.Q., Zhang Q.H., *Advances in the development of functional foods from buckwheat*, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2001, 41, 451.
- [64] Sun T., Ho C.-T., *Antioxidant activities of buckwheat extracts*, Food Chem. 2005, 90, 743.

- [65] Biacs P., Aubrecht E., Leder L., Lajos J., *Buckwheat*, w: Belton P.S., Taylor J.R.N. eds., *Pseudocereals and Less Common Cereals-Grain Properties and Utilization Potential*, Springer-Verlag, Berlin 2002, 123.
- [66] Wijngaard H.H., Ulmer H.M., Arendt E.K., *The effect of germination temperature on malt quality of buckwheat*, J. Am. Soc. Brew. Chem. 2005, 63, 31.
- [67] Wijngaard H.H., Nic Phiarais B.P., Dlmer H.M., Goode D.L., Arendt E. K., *Gluten-free beverages based on buckwheat*, Proceedings of the 30th European Brewery Convention Congress, Prague, 2005, Contribution 78, 1.
- [68] Wijngaard H.H., Arendt E.K., *Optimisation of a mashing program for 100% malted buckwheat*, J. Inst. Brew. 2006, 112, 57.
- [69] Zarnkow M., Kebler M., Burger F., Kreis S., Back W., *Gluten free beer from malted cereals and pseudocereals*, Proceedings of the 30th European Brewery Convention, Prague 2005, Contribution 104, 1.
- [70] Nic Phiarais B.P., Wijngaard H.H., Arendt E.K., *Kilning conditions for the optimisation of enzyme levels in buckwheat*, J. Am. Soc. Brew. Chem. 2006, 64, 187.
- [71] Bauer J., Walker C., Booer C., *Of pseudocereals and roasted rice, the quest for gluten-free brewing materials*, The Brewer and Distiller 2005, 4, 24.
- [72] 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, 290.
- [73] Caperuto L.C., Amaya-Farfan J., Camargo C.R.O., *Performance of quinoa (Chenopodium quinoa Wild) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti*, J. Sci. Food Agric. 2000, 81, 95.
- [74] Mahoney A.W., Lopez J.G., Hendricks D.G., *An evaluation of the protein quality of quinoa*, J. Agric. Food Chem. 1975, 23, 190.
- [75] Sigstad E.E., Garcia C.I., *A microcalorimetric analysis of quinoa seeds with different initial water content during germination at 25°C*, Thermochim. Acta 2001, 366, 149.
- [76] Aufhammer W., Kaul H.-P., Kruse M., Lee J.H., *Dry matter and nitrogen accumulation and residues of oil and protein crops*, Eur. J. Agron. 1996, 5, 137.
- [77] Atwell W.A., Patrick B.M., Johnson L.A., Glass R.W., *Characterization of quinoa starch*, Cereal Chem. 1983, 60, 9.
- [78] Varriano-Marston E., De Francisehi A., *Ultrastructure of quinoa fruit (Chenopodium quinoa Wild)*, Food Microstructure 1984, 3, 165.
- [79] Kunze W., *Malt production*, w: Techology Brewing and Malting, Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei, Berlin 1996, 88.
- [80] Valencia S., Svanberg D., Sandberg A.-S., Ruales J., *Processing of Quinoa (Chenopodium quinoa Wild): Effects on in vitro iron availability and phytate hydrolysis*, Int. J. Food Sd. Nutr. 1999, 50, 203.
- [81] Berghofer E., Schoenlechner R., w: Belton P.S., Taylor J.R.N. eds., *Pseudocereals and Less common Cereals-Grain Properties and Utilization Potential*, Springer-Verlag, Berlin 2002, 219.
- [82] Irving D.W., Becker R., *Seed structure and composition of potential new crops*, Food Microstructure 1985, 4, 43.
- [83] Paredes-Lopez O., Mora-Escobedo R., *Germination of amaranth seeds: Effects on nutrient composition and colour*, J. Food Sci. 1989, 54, 761.
- [83] Balasubramanian T., Sadasivam S., *Changes in carbohydrate and nitrogenous components and amylase activities during germination of grain amaranth*, Plant Food Human Nutr. 1989, 39, 327.
- [83] Colmenares De Ruiz A.S., Bressani R., *Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain*, Cereal Chem. 1990, 67, 519.

ATYPICAL BREWING MALTS – A REVIEW

Summary: Malt is germinated to a certain level and then kilned grain, which contains starch, proteins, lipids, dextrin, sugars and amylolytic, proteolytic and cytolytic enzymes. Because malting of most cereals increases their nutrition value, so malts are often used as a base for producing easy digestible food with high nutrition value, they deliver organoleptic properties to bakery products and also are fundamental source for beer production. The work is a review of beer malts like oat malts, malts from tropical cereals and malts made from pseudocereals.

Keywords: malt, pseudocereals, gluten free, amaranth, quinoa, buckwheat, oat.