

IZABELA PRZETACZEK-ROŻNOWSKA, EWA BUBIS

*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności  
Wydział Technologii Żywności  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie  
Balicka 122, 30-149 Kraków  
E-mail: i.roznowska@ur.krakow.pl*

## ZBOŻA BEZGLUTENOWE ALTERNATYWĄ DLA OSÓB CHORYCH NA CELIAKIĘ

### WPROWADZENIE

Od tysiącleci zboża stanowiły podstawę diety człowieka. Dostarczały one dużo energii oraz niezbędnych składników odżywczych. Wystarczyło połączyć je z powszechnie dostępnymi produktami, by stworzyć smaczne, proste i pożywne danie, które przygotowane według indywidualnych potrzeb może zwiększyć wytrzymałość organizmu, ukoić nerwy oraz zagwarantować człowiekowi głęboki sen i relaks (PITCHFORD 2010).

Zboża są roślinami uprawnymi należącymi do rodziny traw (Gramineae). Owocem, a zarazem najważniejszą technologicznie częścią zboża jest ziarniak, składający się z bielma, okrywy z warstwą aleuronową oraz zarodka. Może być oplewiony (owies, jęczmień, proso, ryż) lub goły (pszenica, żyto). Cykl rozwojowy składa się z kielkowania, krzewienia, kłoszenia, kwitnienia i dojrzewania. Z uwagi na zbliżony do zbóż skład chemiczny oraz wartości użytkowe go grupy tej zalicza się także grykę, należącą do rodziny rdestowatych (Polygonaceae). Jej owocem jest trójgraniasty orzeszek, niełupka, potocznie zwany ziarnem (JURGA 1994).

Wyróżnia się także grupę pseudozbóż, które z botanicznego punktu widzenia są roślinami dwuliściennymi, jednak z uwagi na dużą zawartość skrobi w nasionach są wykorzystywane podobnie jak zboża tradycyjne. Większość z nich daje wysoki plon przy uprawie na nieurodzajnych glebach i ma wysoką zdolność adaptacji do wymagających warunków środowiskowych. Doskonały profil białkowy oraz bogactwo skład-

ników odżywczych, a w szczególności brak białek glutenowych decydują o ich dużym znaczeniu dietetycznym w codziennych posiłkach, głównie osób nietolerujących lub nadwrażliwych na gluten. Do grupy zbóż rzekomych można zaliczyć m.in. amarantus, komosę ryżową czy teff, ale z botanicznego punktu widzenia gryka również należy do pseudozbóż. Gatunki te są znane ludzkości od wieków. Rośliny te były i są spożywane ze względu na wartość odżywczą, a obecne ich zastosowanie opiera się o wykorzystanie produktów z nich uzyskanych, jako alternatywa żywności bezglutenowej dla osób przebywających na diecie eliminującej ten składnik z pożywienia. Grupę pseudozbóż często określa się jako część „zagubionego magazynu dobroczynnego” światowego rolnictwa i żywienia (ALVAREZ-JUBETE i współaut. 2010, HAGER 2013).

Głównym celem niniejszej pracy jest charakterystyka wybranych gatunków zbóż nieposiadających białek glutenowych, wśród których można wyróżnić kukurydzę, proso, ryż oraz amarantus, komosę ryżową, teff i grykę, zaliczanych do zbóż rzekomych.

FAO/WHO określiło gluten, jako frakcję białka występującego w pszenicy, życie, jęczmieniu, owsie, ich pochodnych oraz odmianach mieszańcowych (na przykład pszenżyacie), które jest nierozpuszczalne w wodzie i 0,5 M NaCl (BADIU i współaut. 2014).

Definicja glutenu jest różna, w zależności od dziedziny naukowej. W piekarnictwie określa on kompleks uzyskany po dodaniu

do mąki pszennej wody, wyrobieniu ciasta oraz wypłukaniu z niego skrobi, otrzymując w efekcie elastyczną pozostałość, czyli gluten. W owym białku identyfikuje się globularne gliadyny należące do prolamin, a także włókniste gluteniny, przynależne glutelinom. Oprócz nich w małej ilości występują też albuminy i globuliny. Medycyna stosuje bardziej zwięzłą wersję definicji omawianego białka, odnosząc się tylko do frakcji prolamin. Jest ona rozpuszczalna w etanolu i obejmuje frakcje takie jak gliadyna w pszenicy, sekalina w życie i hordeina w jęczmieniu. Definicja sformułowana przez Komisję Europejską odnosi się do nietolerancji glutenu i jest zbliżona do tej przewidzianej przez FAO/WHO (ROSELL i współaut. 2014, WOJTASIK I KUNACHOWICZ 2014).

Gluten odgrywa znaczącą rolę w etiologii celiakii oraz nadwrażliwości na gluten. Nazwa powstała, by ujednoczyć groźne prolaminę. Za najbardziej toksyczną uważa się  $\alpha$ -gliadynę. Jej toksyczność związana jest z sekwencją aminokwasów, która w wyniku trawienia może dawać wiele czteroaminokwasowych peptydów o szkodliwym działaniu. Wskazuje się na takie peptydy jak: Pro-Ser-Gly-Gly lub Gly-Gly-Gly-Pro (KŁYS I KUNACHOWICZ 1996). Wykonano wiele badań nad peptydami z niej powstałymi po poddaniu ich działaniu enzymów. Stwierdzono wówczas, że najbardziej niebezpieczna jest grupa bogata w prolinę przy N-końcu gliadyny. Natomiast te sekwencje, gdzie występuje mało proliny są uważane za nieaktywne (DAREWICZ I DZIUBA 2007, DAREWICZ I współaut. 2011). Budowa chemiczna proliny i glutaminy powoduje, że utworzone przy ich udziale wiązania peptydowe są odporne na działanie enzymów proteolitycznych w organizmie człowieka. Uszkodzenie komórek jelita cienkiego po spożyciu produktów ze zbóż naturalnie zawierających gluten zależy od ilości azotu we frakcji prolamin, jak również ich składu oraz sekwencji aminokwasowej. W związku z tym można uszeregować zboża ze względu na zdolność uszkodzania śluzówki jelita cienkiego od najgroźniejszego, w kolejności: pszenica, żyto, jęczmień, owies (BRZOZOWSKI I współaut. 2005, DAREWICZ I DZIUBA 2007).

Gluten jest mieszaniną białek, powstałą po uwodnieniu ciasta. Jest odpowiedzialny za wytworzenie jego struktury. Toksyczność tego kompleksu białek polega na nietolerancji frakcji prolamin przez osoby chore na celiakię czy chorobę Dühringa, która jest skórą manifestacją celiakii. U nieświadomych chorych dochodzi do zniszczenia kosmków jelitowych, zaburzeń wchłaniania substancji odżywczych i pobudzenia reakcji immunologicznych, co w konsekwencji prowadzi do szeregu innych powikłań zdro-

wotnych; w chorobie Dühringa występują dodatkowo ropne zmiany skórne (DZIANKOWSKA-BARTKOWIAK I współaut. 2004, DAREWICZ I DZIUBA 2007, SZAFIARSKA-POPLAWSKA I współaut. 2009, GRZYMISŁAWSKI I współaut. 2010). Jedynym lekarstwem dla pacjentów z chorobami glutenezależnymi jest ściśle przestrzeganie diety bezglutenowej. Polega ona na wykluczeniu z jadłospisu produktów wytworzonych ze zbóż tradycyjnych zawierających prolaminę, do których należą pszenica, jęczmień i żyto. Należy je zastąpić zbożami nie zawierającymi tego toksycznego składnika. Kontrowersje wciąż budzi owies, który może zostać zanieczyszczony glutenem podczas upraw lub podczas przerobu w młynach. Jednak owies certyfikowany, wolny od zanieczyszczeń, uznany jest za bezpieczny i dopuszczony do stosowania przez osoby nadwrażliwe na gluten. Ze względu na występujące niedobory składników odżywczych u chorych na celiakię, częstsze spożywanie pseudozboż może być pomocne w uzupełnianiu niedostatku białka czy składników mineralnych. Zawierają one bowiem dużo witamin z grupy B, łatwo przyswajalnego żelaza, magnezu i wapnia, ale także mogą być źródłem cennych i deficytowych w zbożach tradycyjnych składników, takich jak rutyna czy skwalen (PAGANO 2006, ALVAREZ-JUBETE I współaut. 2010, CIELECKA I współaut. 2010, SATURNI I współaut. 2010, DAREWICZ I współaut. 2011).

Dostrzeganie problemu coraz częściej pojawiających się alergii pokarmowych, budzi zainteresowanie wśród osób z nietolerancją glutenu, jak również zmusza producentów do zapoznawania się z alternatywnymi produktami żywnościowymi i wyjścia naprzeciw osobom zainteresowanym tego typu pożywieniem. Na szczęście świadomość producentów ciągle rośnie, co daje możliwość urozmaicenia diety ludzi cierpiących na celiakię lub inną postać nietolerancji glutenu. Już prawie każdy produkt spożywczy ma swój bezglutenowy odpowiednik, poczynając od chleba powszedniego, poprzez kasze, makarony, słodycze, dania gotowe, aż po piwo czy mocniejsze alkohole.

Codzienna dieta ludzi na całym świecie opiera się głównie na produktach pochodzenia zbożowego. Chleb, makaron, kasza, piwo goszczą na stołach nie tylko w polskich domach. Nie byłoby to niepokojące, gdyby nie pewne białka zawarte w surowcach potrzebnych do przygotowania tych produktów. Jednak obecność glutenu stwierdza się w bardzo wielu produktach, nawet tych, które naturalnie go nie zawierają. Przysparza to wielu problemów osobom, które muszą zwracać uwagę na to, co spożywają. Producent nie ma obowiązku podawania infor-

macji, jakich substancji używa przy pakowaniu swoich produktów, więc nawet niewielki dodatek mąki przy opakowywaniu gumy do żucia może być groźny. Dodatek glutenu obserwuje się w powłokach stosowanych do ochrony jabłek, serów żółtych przed wysychaniem, w niektórych kiełbasach, konserwach mięsnych i rybnych, ale także w produktach niebędących żywnością bezpośrednio, a więc pastach do zębów, kleju na znaczkach pocztowych czy lekarstwach w postaci tabletek. Problem stanowią także produkty zanieczyszczone zazwyczaj mąką pszenną. Deklaracja producenta, że produkt jest bezpieczny dla osób nietolerujących glutenu jest obarczona wielką odpowiedzialnością, a monitorowanie zgodności jest bardzo kosztowne. Z tego względu wielu producentów nie chce umieszczać informacji o bezpieczeństwie swojego produktu na opakowaniu (STUS 2011).

### ZALECENIA DIETETYCZNE

Istnieje szereg zaleceń dla osób dotkniętych chorobą trzewną. Opierają się głównie o całkowite wykluczenie produktów zawierających pszenicę, żyto, jęczmień i owies, ze względu na zawarte w nich prolaminy. Inne postulaty to: niespożywanie potraw zawierających laktozę, gdyż często obserwuje się jej równoległą nietolerancję, piwa, kawy zbożowej i rozpuszczalnej, napojów owsianych, whisky czy ginu. Wśród dopuszczonych do spożycia wyróżnić można wszelakie pokarmy z symbolem przekreślonego kłosa: mąkę sojową, ryżową, kukurydzianą, ziemniaczaną, z tapioki, sorgo, amarantusa, prosa, manioku czy komosy ryżowej. Dopuszczone jest również włączenie do diety bezglutenowej skrobi pszennej. Wśród napojów bezpiecznych do spożycia są woda mineralna, nektary i soki owocowe oraz jarzynowe, kompoty, herbata, napary ziołowe, naturalna kawa, a wśród alkoholi to: wino, brandy, koniak, rum i wódki żytnie (KUPPER 2005, SWORA i współaut. 2009).

### CHARAKTERYSTYKA I WŁAŚCIWOŚCI WYBRANYCH ZBÓŻ BEZGLUTENOWYCH

#### AMARANTUS

Amarantus znany w Polsce jako szarłat, jest jedną z najstarszych roślin uprawnych. Informacje przedstawiane przez archeologów podają, że to pseudozboże było znane i doceniane ponad 4000 lat przed naszą erą, obejmując wówczas rejony obu Ameryk. Dla plemion Inków, Azteków i Majów amarantus był najczęstszym pożywieniem, obok fasoli

czy kukurydzy. Podczas religijno-politycznego podboju hiszpańskich konkwistadorów jego uprawy zostały zniszczone, jednak dzięki powszechnej uprawie w tamtych rejonach, nawet w wysokich partiach gór, przetrwał i może być stosowany do chwili obecnej (PAGANO 2006, KAŻMIERCZAK i współaut. 2011, BOROWY i KUBIAK 2012, MIELCARZ 2014a).

Szarłat miał nie tylko ogromne znaczenie żywieniowe, ale także religijne, gdyż plemiona wypiekały z jego mąki podobizny bożków, niejednokrotnie dodając do ciasta ludzką krew, a tak przygotowane wypieki składali w ofierze bogom. Również przed walkami wypiekano placki, które rzekomo miały dodawać siły i męstwa. Amarantus był popularny również do wytwarzania codziennych posiłków, takich jak tortille, kleiki, bułki czy napoje, natomiast jego pędy i liście były spożywane jak warzywa. Do Europy amarantus trafił na przełomie XVI i XVII w., początkowo jako chwast, jarzyna, roślina ozdobna, by wreszcie osiągnąć status pełnowartościowego zboża. W Polsce największą popularność osiągnął w latach 90. XX w., gdy został na stałe wprowadzony do obrotu handlowego, a jego znaczenie od tamtej pory ciągle rośnie (KAŻMIERCZAK i współaut. 2011, MARCHAND 2014).

W rodzaju *Amaranthus* można wyróżnić około 60 gatunków. Najważniejsze z punktu żywieniowego to *A. cruentus* (najczęściej uprawiany w Polsce), *A. hypochondriacus* i *A. caudatus* (JANUSZEWSKA-JÓZWIAK i SYNOWIECKI 2008, KAŻMIERCZAK i współaut. 2011, BOROWY i KUBIAK 2012).

Szarłat jest rośliną o stosunkowo małych wymaganiach glebowo-klimatycznych. Barwa kwiatostanu może zawierać się w gamie kolorów od brązów, purpury, czerwieni, przez zielenie, aż do kilku odcieni złota. Małe nasiona mogą być białe, marmurkowate, złote, kremowe, brązowe, a nawet czarne. Ciemniejsze barwy obserwuje się u roślin dzikich, pastewnych czy warzywnych, natomiast jaśniejsze są charakterystyczne dla form uprawianych z przeznaczeniem na nasiona. Roślinę tę można wykorzystywać praktycznie w całości, gdyż liście szarłatu mają korzystną dla zdrowia zawartość składników odżywczych i mineralnych. Mogą być spożywane w formie sałatek lub gotowane, podobnie jak szpinak (BOROWY i KUBIAK 2012, MIELCARZ 2014a).

Ze względu na zbliżony do tradycyjnych zbóż skład chemiczny szarłatu obserwuje się ciągły wzrost zainteresowania tym pseudozbożem. Warto jednak podkreślić, że jest korzystniejszy żywieniowo niż pszenica, żyto czy jęczmień. Zawartość białka, ułokowanego głównie w zarodku i okrywie, jest znacznie wyższa niż w innych zbożach, a ponad-

to korzystny skład aminokwasowy decyduje o niepowtarzalnych walorach żywieniowych. W białku szarłatu obecne są wszystkie aminokwasy egzogenne, wśród których jest bardzo dużo lizyny, tryptofanu i aminokwasów siarkowych, a jego wartość biologiczna przewyższa zawartość tych składników w białku mleka krowiego. W przeprowadzonych badaniach wykazano większą ilość składników mineralnych w ziarnach szarłatu niż w innych zbożach, zwłaszcza łatwo przyswajalnego żelaza (którego jest nawet więcej niż w mięsie), wapnia i magnezu. Stwierdzono również dużą zawartość witamin z grupy B oraz witaminy C i E. Ze względu na brak białek glutenowych, szarłat może być wykorzystywany do sporządzania produktów dla osób na diecie bezglutenowej. W składzie amarantusa zawarte są również znaczne ilości lipidów, wśród których znaczącą część stanowią nienasycone kwasy tłuszczowe: linolowy, oleinowy i linolenowy, natomiast kwasy nasycone stanowią bardzo mały odsetek. Oleje amarantusa są nośnikami wielu cennych składników, między innymi tokoferoli i tokotrienoli, które są pochodnymi witaminy E i mają działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne. Biorą także udział w syntezie cholesterolu. Innymi cennymi związkami bioaktywnymi są unikatowe fitosterole: spinasterol, stigmasterol i ergosterol, które wykazują działanie przeciwnowotworowe, przeciwmutagenne oraz hipolipemiczne. Nasiona szarłatu oznaczają się stosunkowo małą ilością węglowodanów. Skrobia wyizolowana z amarantusa ma bardzo małe ziarna, a udział amylozy w składzie tego polimeru jest niewielki, jednak jest ona lepiej trawiona i łatwiej przyswajalna niż, przykładowo, skrobia prosa. Błonnik pokarmowy, którego duże ilości występują w nasionach amarantusa, a zwłaszcza w jego liściach, jest równie cennym składnikiem o działaniu prozdrowotnym. Wykazuje on działanie hipolipemiczne, gdyż ma zdolność wiązania i wzmaganie wydalania kwasów żółciowych i cholesterolu. Spożywanie produktów z udziałem tej rośliny pomaga w leczeniu zaparć i uchyłkowatości jelita (JANUSZEWSKA-JÓŹWIAK i SYNOWIECKI 2008, MARCINIAK-ŁUKASIAK i SKRZYPACZ 2008, KAŹMIERCZAK i współaut. 2011, SANZ-PENELLA i współaut. 2013, ROSELL i współaut. 2014).

Ciekawą cechą szarłatu jest zdolność intensywnego wiązania dwutlenku węgla pochodzenia atmosferycznego, co ma wpływ łagodzący na efekt cieplarniany (JANUSZEWSKA-JÓŹWIAK i SYNOWIECKI 2008, BOROWY i KUBIAK 2012).

Unikatowy skład szarłatu wpływa na jego wykorzystanie w przemyśle spożywczym. Produkuje się z niego mąkę, płatki, herbat-

niki, ciastka oraz nasiona ekspandowane, czyli tak zwany popping. Coraz częściej tłoczy się również z niego olej. Mąka wykorzystywana jest w piekarstwie jako mieszanka z innymi rodzajami mąk, do poprawy jakości chleba i parametrów wypiekowych. Dzięki wysokiej wartości odżywczej głównie białek amarantusa może on być wykorzystywany przy produkcji żywności dla osób na diecie wykluczającej gluten z codziennego pożywienia. Wynika to z faktu, iż frakcja białkowa tego zboża składa się głównie z albumin i globulin, nie zawierając frakcji prolamin, odpowiedzialnej za nadwrażliwość. U osób z celiakią często wykazuje się niedobory składników mineralnych, których szarłat może być źródłem. Wykonywano szereg badań pod kątem wpływu amarantusa na szereg różnych dolegliwości. Wyniki przedstawiają jego korzystny wpływ przy leczeniu takich chorób jak: celiakia, choroby cywilizacyjne, leczenie zaburzeń diabetologicznych i hiperglikemicznych, choroba wieńcowa i nadciśnienie, hipercholesterolemia, choroba nowotworowa oraz poalkoholowe i polekowe uszkodzenie wątroby (KAŹMIERCZAK i współaut. 2011).

Na podkreślenie zasługuje także duża zawartość skwalenu w oleju tłoczonym z szarłatu. Jest to trójterpenowy węglowodór o sześciu podwójnych wiązaniach, którego średnia zawartość wynosi około 6%. Wprawdzie składnik ten występuje też w innych produktach, takich jak: olej z wątroby rekina, oliwa z oliwek, jednak ilości obecne w oleju z szarłatu są o wiele wyższe. Ten związek chemiczny wykazuje działanie antyoksydacyjne, oddziałuje pozytywnie na szpik kostny, węzły chłonne i nadnercza, jak również zwiększa odporność organizmu. Poprawia odporność skóry na niekorzystne działanie czynników zewnętrznych, jest czynnikiem pomocniczym przy wydalaniu niepolarnych ksenobiotyków (JANUSZEWSKA-JÓŹWIAK i SYNOWIECKI 2008). Wykazywane również działanie hipolipemiczne wynika z hamującego oddziaływania na reduktazę hydroksymetyloglutarylo koenzymu A, działającego podczas syntezy cholesterolu endogennego (JANUSZEWSKA-JÓŹWIAK i SYNOWIECKI 2008). Właściwości te przemawiają za wprowadzeniem produktów z szarłatu do codziennej diety nie tylko osób chorych na celiakię, ale także osób zdrowych (JANUSZEWSKA-JÓŹWIAK i SYNOWIECKI 2008, ALVAREZ-JUBETE i współaut. 2010, KAŹMIERCZAK i współaut. 2011, BOROWY i KUBIAK 2012).

GRYKA

Pierwsze uprawy gryki lokalizuje się w Azji, głównie w Chinach, a początek jej zasiewu określa się na przełom V i VI w. na-

szej ery. Z kolei w Europie to pseudozboże pojawiło się na przełomie XIV i XV w., skąd dwa wieki później powędrowało do Ameryki Północnej. Panuje powszechna opinia o pojawieniu się gryki na ziemiach polskich w czasie najazdów tatarskich, co jednak budzi coraz częstsze kontrowersje. Badania archeologiczne wykazały, że znaleziska zlokalizowane w Tyńcu, Kotlinie Sandomierskiej i Brandenburgii mogą świadczyć, że gryka obecna była w Europie już w okresie brązu (ALVAREZ-JUBETE i współaut. 2010, JURGA 2010).

Pomimo tego, że gryka nie wymaga specjalistycznych zabiegów agrotechnicznych jest coraz rzadziej uprawiana przez rolników. Jest ona rośliną miododajną, jednoroczną, z rodziny rdestowatych, zaliczana do pseudozboż, ale ze względu na nieduży areal uprawy jej znaczenie gospodarcze jest niewielkie. Główne rejony uprawy gryki obejmują półkulę północną, głównie Rosję, Chinę, a w mniejszym zakresie także USA, Kanadę, Niemcy, Włochy oraz Polskę. Rośnie w kwiatostanach w formie gron, tarczy lub baldachimów. Na czerwonych łodygach wyrastają liście o kształcie sercowato-strzałkowym. Białoróżowy kwiatostan umieszczony jest na końcu łodygi, który dojrzewając przybiera kolor czerwony. Owocem gryki są trójgraniaste orzeszki, potocznie zwane ziarnami. Okrywa nasienna stanowi w nich około 24%, bielmo około 63%, natomiast zarodek to 15% masy ziarna. O przynależności do grupy zbóż rzekomych decydują przeprowadzone badania mikroskopowe stwierdzające, że struktura i skład ziarna gryki przypominają zboża kłosowe (DZIEDZIC i współaut. 2009, JURGA 2010). Ze względu na coraz większe zainteresowaniem konsumentów zdrową i wartościową żywnością oraz na częściej stwierdzane alergie pokarmowe, w tym nietolerancję glutenu, gryka przeżywa renesans. Stanowi ona źródło cennych związków biologicznie czynnych oraz substancji aktywnych. Najczęściej uprawianymi gatunkami są: gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum*) oraz tatarska (*F. tartaricum*) (CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007, DZIEDZIC i współaut. 2009).

Białka zawarte w ziarniakach gryki stanowią od 8 do 19% suchej masy i odznaczają się wysoką wartością biologiczną, a skład aminokwasowy jest bardzo korzystny, ze względu na dużą zawartość aminokwasów egzogennych, lizyny i metioniny. Za główną frakcję białkową uważa się rozpuszczalne w wodzie i roztworach soli albuminy i globuliny. Praktycznie nie zawierają one frakcji prolamin oraz  $\alpha$ -gliadyny, co decyduje o możliwości ich stosowania w diecie bezglutenowej. Minusem może być niższa strawność białek gryki, co wynika z obecności inhibito-

rów trypsyny, błonnika oraz tanin. Jednak ziarniaki mogą być źródłem białka dietetycznego, ze względu na skład aminokwasowy. Gryka wykazuje dzięki nim właściwości obniżające poziom cholesterolu (CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007), a liczne analizy i badania naukowe potwierdzają sensowność jej stosowania w walce z otyłością, nadciśnieniem, chorobami nowotworowymi i alkoholizmem (CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007, DZIEDZIC i współaut. 2009). Obecne w gryce białka wiążące tiaminę pełnią także funkcję transporterów witaminy B<sub>1</sub> (CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007). W związku z przynależnością gryki do grupy pseudozboż, podstawowym jej polisacharydem jest skrobia, gromadząca materiał energetyczny. Jej zawartość to około 65% suchej masy i może zawierać więcej białka, fosforu i popiołu niż inne skrobie zbożowe. Ze względu na dużą zawartość skrobi odpornej, produkty z gryki uważa się za niskoenergetyczne. Spożycie błonnika jest bardzo ważne z punktu widzenia żywieniowego oraz zdrowotnego. Jego ilości uzależnione są od wielkości ziarna i warunków uprawy. Błonnik wpływa na perystaltykę jelit, wiąże nadmiar kwasów żółciowych oraz nadmiar wody (STEMPIŃSKA i SORAL-ŚMIETANA 2006, CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007, DZIEDZIC i współaut. 2008, TORBICA i współaut. 2012)

Najważniejszym ze zdrowotnego i żywieniowego punktu widzenia składnikiem gryki jest rutyna. Należy ona do substancji fenolowych, tak jak obecne w gryce 3-flawonole, katechiny i kwasy fenolowe. Jest ona syntetyzowana w tkankach roślin wyższych, w celu ochrony przed promieniowaniem UV, jak również może być swego rodzaju antidotum na różne formy promieniowania, w tym rentgenowskie. Rutyna jest wykorzystywana w przemyśle farmaceutycznym do walki z miażdżycą, nadciśnieniem, zapaleniem wsierdza i opłucnej, reumatyzmem, jaskrą oraz zapaleniem nerek. Bioflawonoid ten zmniejsza przepuszczalność ścian włosowatych, jak również wspomaga przyswajanie witaminy C, przeciwdziała powstawaniu hemoroidów, zwiększa obwodowe ciśnienie w kończynach. Ilość rutyny jest uzależniona od warunków uprawy, ale także od części rośliny, z której wykonano produkt, przy czym podczas ogrzewania gwałtownie zmniejsza się jej ilość w produktach (DZIEDZIC i współaut. 2008, PITCHFORD 2010, ŻMIJEWSKI 2010, WÓJTOWICZ i współaut. 2013).

Wypieki z dodatkiem mąki gryczanej nie dają dobrych efektów sensorycznych i teksturalnych ze względu na nieobecność w nasionach glutenu, odpowiedzialnego za tworzenie odpowiedniej struktury ciasta. Najczęstszymi produktami z gryki, oprócz

mąki stosowanej do wypieków razem z innymi rodzajami mąk, są kasza gryczana prażona lub nie, płatki oraz dodatek do produkcji pieczywa. Przeprowadza się próby wzbogacania gryką chrupek i płatków śniadaniowych oraz opracowywania nowych produktów dla osób chorych na celiakię. Można również spotkać się z miodem gryczanym o bardzo dobrych właściwościach odżywczych (CHRISTA i SORAL-ŚMIETANA 2007, DZIEDZIC i współaut. 2009).

#### KUKURYDZA

Jedynym zbożem uprawianym powszechnie do dnia dzisiejszego, pochodzącym z półkuli zachodniej, jest właśnie kukurydza. Jest ona zbożem wszechstronnym, uprawianym w różnych rejonach geograficznych oraz wykorzystywanym do celów konsumpcyjnych (JURGA 2012).

Jej właściwości doceniali już Majowie, Aztekowie i Inkowie kilka tysięcy lat przed naszą erą, dla których zboże to stanowiło podstawowe pożywienie. Przez wszystkie lata cieszyła się wielkim uznaniem na terenie obu Ameryk, by w końcu przybyć do Europy po odkryciu Ameryki przez Krzysztofa Kolumba (KAŹMIERCZAK i współaut. 2011).

Kukurydza należy do rodziny jednorocznych roślin wiechlinowatych. Ziarniaki o różnych kształtach oraz barwie, od białej przez żółtą, pomarańczową, aż do fioletowej (w zależności od odmiany), są owocami rośliny. Ziarna kukurydzy odznaczają się, wśród innych ziarniaków zbóż, dużymi wymiarami (BRZOSTEK-CIARCIŃSKA 2014).

Kukurydza należy do gatunku *Zea mays* L., w obrębie którego można wyróżnić kilka podgatunków: (i) kukurydza zwykła, uprawiana najczęściej na suche ziarno, (ii) kukurydza koński ząb, której ziarno charakteryzuje się wydłużonym i spłaszczonym kształtem, (iii) kukurydza pękająca, używana do prażenia ziaren z dodatkiem tłuszczu, (iv) kukurydza cukrowa, wykorzystywana jako świeże lub konserwowe warzywo, o białym, kremowym lub pomarańczowym ziarnie i słodkawym smaku, (v) kukurydza mączysta, z której produkuje się spirytus oraz krochmal, z uwagi na dużą zawartość skrobi oraz (vi) kukurydza woskowa, przeznaczana głównie na pasze. Do najczęściej uprawianych w Polsce należy kukurydza zwykła oraz koński ząb. Zarodek stanowi u tego zboża około 11% masy całego ziarna, dochodząc niekiedy nawet do 15%. Skład chemiczny ziarna cechuje się dość małą zawartością składników mineralnych, w stosunku do zbóż tradycyjnych, pszenicy i żyta. Zarodek kukurydzy zawiera natomiast duże ilości tłuszczu, w stosunku do innych zbóż, dochodzące nawet do 36%. Ziarna kukurydzy dojrzewają

w dużych kolbach nierównomiernie, co powoduje różną ilość wody w poszczególnych ziarniakach. Ze względu na znaczną wilgotność, wahającą się w granicach od 19% do 42%, oraz bogatą zawartość cukrów, ziarna po zbiorze są często niedosuszone, a w konsekwencji pleśnią (JURGA 1994).

Istnieje również odmiana kukurydzy zwana niebieską lub fioletową, powstała przez wolne zapylenie. Odmiana ta pochodzi z południowo-zachodniej części Ameryki Północnej. Jej ziarniaki są duże, ale areal uprawy jest bardzo mały. Kukurydza ta wykorzystywana jest na cele kulinarne. Ostatnio, coraz częściej prowadzi się badania pod kątem korzyści dla zdrowia wynikających ze spożycia niebieskiej odmiany, gdyż charakteryzuje ją wysoki poziom przeciwutleniaczy i antocyjanów (NASCIMENTO i współaut. 2014), posiadających właściwości przeciwzapalne, wzmacniające nerki i wpływające korzystnie na żołądek (PITCHFORD 2010). Zawiera ona 21% więcej białek, 50% więcej żelaza i dwa razy więcej magnezu i potasu niż biała czy żółta odmiana kukurydzy. Po zmieleniu ziaren tej odmiany, otrzymywany jest niebieskawy proszek z połyskiem, który nadaje potrawom ciekawą i niespotykaną barwę. Ma słodkawą i lekko kwaśny smak. Ta odmiana kukurydzy stanowi podstawę diety wśród ludów Hopi i Navajo, uprawiana jest także w Boliwii, Chile i Ekwadorze (PITCHFORD 2010, NASCIMENTO i współaut. 2014).

Kukurydza ma stosunkowo wysoką zawartość skrobi, a także białka o niskiej zawartości frakcji  $\alpha$ -gliadyn, co wpływa na możliwość stosowania produktów z niej przygotowanych w diecie bezglutenowej. Niestety kukurydza nie stanowi dobrego źródła cennych składników odżywczych, takich jak flawonoidy, kwas foliowy, błonnik czy rutyna. Pierwiastki występują w ilościach śladowych. Delikatny smak zboża sprawia, że jest ono pożądane do wytwarzania nowej generacji produktów specjalnego przeznaczenia (WÓJTOWICZ i współaut. 2013, HAGER i współaut. 2014, ROSELL i współaut. 2014).

W XIX i na początku XX w. w Afryce, Ameryce Południowej i innych rejonach świata panowała epidemia pelagry, której cechami charakterystycznymi są biegunka, ośpienie oraz zapalenie skóry. Odkryto w końcu, że przyczyną rumienia lombardzkiego jest niedobór niacyny. Wiąże się to z włączeniem do diety i powszechnym stosowaniem kukurydzy, która zawiera bardzo mało witaminy B3. Jednak można sobie z tym radzić. Indianie, masowo spożywający kukurydzę, zawsze gotowali ją z kawałkiem wapienia, bowiem dodatek wodorotlenku wapnia podczas zabiegów termicznych zwiększa zdolność przyswajania niacyny przez orga-

nizm. Stosowanie urozmaiconej diety przy ciągłym spożywaniu kukurydzy zabezpiecza organizm przed problemami zdrowotnymi. Dla uzupełnienia witaminy PP można równolegle stosować zarodki pszenicy, orzeszki ziemne, drożdże oraz większość mięs. Ponadto spożywanie kukurydzy jako świeżego warzywa jest korzystniejsze, gdyż w takiej postaci zawiera więcej enzymów oraz niektórych witamin (PITCHFORD 2010).

Przetwarzanie kukurydzy przy obecnej technice jest bardzo zaawansowane i działa na korzyść osób zmuszonych do korzystania z produktów bezglutenowych. Młyny kukurydziane mogą produkować między innymi mąki kukurydziane, stosowane do wypieku chleba (w mieszankach z innymi mąkami), herbatników, makaronu, kaszki do produkcji przekąsek oraz płatków. Otręby kukurydziane, otrzymywane w procesie produkcyjnym, stanowią bogate źródło błonnika, mogą zawierać 3,8% białka, 1% tłuszczu, 1% popiołu i aż 17,2% błonnika w suchej masie. Otręby te powszechnie wykorzystywane są w USA, gdzie dodaje się je do przekąsek zbożowych, produktów ekstrudowanych, napojów niskokalorycznych oraz pieczywa (JURGA 2012).

Coraz większe znaczenie zyskuje kukurydza mielona na kaszkę w przemyśle piwowarskim. Wynika to z faktu, że ściany komórkowe jęczmienia powszechnie wykorzystywanego w piwowarstwie, składają się głównie z  $\beta$ -glukanów, natomiast w kukurydzy dominują glukuronoarabinoksylany. Piwa z kukurydzy są raczej produktami lokalnymi lub niszowymi. Są to produkty popularne w krajach, gdzie uprawa jęczmienia i pszenicy nie może być masowa z uwagi na warunki klimatyczne. W Polsce można znaleźć piwa z dodatkiem kaszki kukurydzianej w procesie technologicznym, jak i te wyprodukowane tylko z niej, przeznaczone dla osób będących na diecie bezglutenowej (PODESZWA 2013, HAGER i współaut. 2014).

Często wykorzystywane są także znamiona kukurydzy, stosowane głównie w formie naparu o słodkim, nieco mdłym smaku. Napary te, ze względu na silne właściwości moczopędne, pomagają w leczeniu problemów z układem moczowym, ale mogą być również skuteczne przy leczeniu nadciśnienia, obrzęków i kamicy w nerkach i pęcherzu żółciowym (PITCHFORD 2010).

Kukurydza znana jest od wieków, a produkty wykonane z tego zboża są powszechnie spożywane. Rosnące wykorzystanie w przemyśle browarniczym i gorzelniczym, do produkcji żywności wzbogaconej oraz izolatów białka o wysokiej czystości może jeszcze bardziej zwiększyć jej znaczenie w przyszłości (JURGA 2012).

## PROSO

Proso jest jedną z najstarszych roślin uprawnych, a pierwsze zapiski o jego uprawie pochodzą ze starożytnych Chin. Okres największego wykorzystania w krajach europejskich, w tym także w Polsce, przypada na lata poprzedzające drugą wojnę światową. Obecnie zboże to straciło na znaczeniu, a uprawia się go głównie w Rosji, Azji, Indiach, Chinach i Japonii. W Polsce rejonami uprawy prosa są województwa lubuskie i świętokrzyskie. Jest ono zbożem wygodnym w uprawie, gdyż rośnie na glebach lekkich, na których większość zbóż daje słaby plon, a ponadto ma krótki okres wegetacji i może służyć jako poplon (CZERWIŃSKA 2010). Proso należy do rodzaju *Panicum*, w obrębie którego wyróżnia się dwa gatunki: proso zwyczajne (*P. miliaceum* L.) oraz ber, zwany czumiza lub mohar (*P. italicum*). W uprawach polskich największe znaczenia ma odmiana zwyczajna, której ziarna są małe, zwarte, owalne lub zaokrąglone, o barwie białej lub żółtawej, pozbawione bródki i bruzdki. Posiadają plewkę o różnej barwie: białej, żółtej, szarej, czerwonej lub czarnej; w Polsce uprawiane głównie odmiany o plewkach żółtych i czerwonych. Dzięki ścisłemu zrośnięciu ziarna do plewki rzadko się ono łamie i rozłupuje. Zarodek ziarna jest stosunkowo duży i stanowi nawet 25% ziarna (JURGA 1994, CZERWIŃSKA 2010).

Skład chemiczny ziarna prosa jest podobny do większości zbóż. Zawiera największe ilości węglowodanów, około 98%, o wysokiej przyswajalności, z których dominuje skrobia, stanowiąca około 60% całej frakcji węglowodanowej. Skrobia ta odznacza się dużą zdolnością żelowania ze względu na uporządkowaną strukturę. Żelatynizacja zachodzi w niższej temperaturze niż skrobi pochodzącej z pszenicy. Błonnik owsa składa się głównie z pentozanów, celulozy i ligniny. Co prawda jest go mniej niż w zbożach tradycyjnych, ale ma większą przyswajalność. Ilość białka w ziarnach prosa jest uzależniona od czynników genetycznych i środowiskowych. Jego średnia zawartość wynosi 11%, jest przyswajalne w 85% oraz ma dużą wartość odżywczą, zawiera niezbędne, z punktu widzenia żywieniowego, aminokwasy takie jak: leucyna, izoleucyna, metionina. Pod względem składników pokarmowych jest uboższe od innych zbóż, jednak jego cenną właściwością jest brak białek glutenowych, co świadczy o użyteczności prosa do wytwarzania produktów dla osób będących na diecie bezglutenowej. Ziarna zawierają dużo tłuszczu o przyswajalności bliskiej 90%, wśród których występują sterole, trójglicerydy, diglicerydy i kwasy tłuszczowe. Duży odsetek stanowią wielonienasycone kwasy

tluszczowe, w tym linolenowy. Obserwuje się także znaczne ilości lecytyny, wzmagającej pracę organizmu. Proso stanowi cenne źródło soli mineralnych, głównie magnezu, potasu i żelaza. Warta wyróżnienia jest krzemionka, rzadko obecna w przetworach ze zbóż. W stosunkowo dużych ilościach występują także: witamina B1, B2, B6, PP, folacyna, kwas pantotenowy i biotyna (CZERWIŃSKA 2010, ZHU 2014).

Cechą odróżniającą produkty z prosa od produktów z innych zbóż są właściwości alkalizujące organizm. Ponadto, proso wykazuje działanie moczopędne, wzmacnia nerki, wzmacnia działanie żołądka, śledziony i trzustki. Wstrzymuje również rozwój bakterii w ustach, przez co odświeża oddech. Powinno być szczególnie stosowane u osób z drożdżycą, gdyż działa przeciwgrzybiczo, a także zapobiega poronieniom (PITCHFORD 2010). Produkty z prosa mogą być pomocne przy biegunkach, wymiotach, niestrawności i cukrzycy (PITCHFORD 2010).

Najpopularniejszym produktem wytwarzanym z prosa jest kasza jaglana, zwana królową kasz. Ze względu na niepowtarzalne walory smakowe może być dodatkiem do wielu dań mięsnych i warzywnych oraz deserów. Jest lekkostrawna i dostarcza do organizmu dużo białka bogatego w niezbędne aminokwasy, witamin z grupy B i soli mineralnych. Najcenniejsze są żelazo, którego nie dostarcza w tak dużych ilościach żadna inna kasza, oraz krzem, poprawiający stan włosów, skóry, paznokci oraz stawów. Kasza z prosa zawiera mało błonnika i tłuszczu, jednak mają one wysoką wartość odżywczą. Gotowane ziarno prosa ma kolor biało-żółty, w większej ilości wody rozwija swoją strukturę, tworząc konsystencję przypominającą puree i może być spożywany jako dodatek do śniadaniowej owsianki czy polenty. Kasza jaglana jest obecnie niestety rzadko spożywana, jednak dąży się do jej spopularyzowania ze względu na cenne właściwości i możliwości wykorzystania (BOROWY i KUBIAK 2014).

Mąka jaglana ma lekko orzechowy aromat i gorzkawy posmak, cechuje się dużą zdolnością pęcznienia, przez co musi być stosowana w mieszankach z innymi rodzajami mąk. Jej ograniczenie technologiczne w piekarnictwie wynika z braku glutenu, co uniemożliwia uzyskanie właściwej konsystencji i tekstury pieczywa, ciast i ciasteczek. Mąka jaglana może być stosowana do przygotowania kleików, a w mieszankach także do produkcji makaronów. Obecnie podejmuje się próby wytwarzania płatków i ziarna ekstrudowanego poprzez przetwarzanie prosa za pomocą obłuszcza-

nia, parowania i ekstruzji (PAGANO 2006; CZERWIŃSKA 2010, 2013; ZHU 2014).

#### KOMOSA RYŻOWA

Komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa* Willd.), zwana inaczej ryżem, prosem peruwiańskim lub quinoa, należy do rodziny komosowatych lub szarłatowych i jest gatunkiem, który w przyszłości może mieć duże znaczenie w żywieniu ludzi. Quinoa była niegdyś jednym z podstawowych składników pożywienia Inków i Azteków, którzy czcili ją jako roślinę dającą życie, mianując „matką zbóż”. Jest uprawiana od ponad 5000 lat, zwłaszcza w Ameryce Północnej. Przez rdzennych mieszkańców spożywana jest spokrewniona z komosą *C. berlandieri*. Podczas podboju przez hiszpańskich konkwistadorów uprawy komosy zostały zniszczone, jednak uprawiana była tam, gdzie warunki klimatyczno-glebowe uniemożliwiły wzrost i ekonomiczny plon innych roślin (CACAK-PIETRZYK i SZYBILSKA 2011). Używana od wieków komosa służyła do wyrobu napojów alkoholowych (chicha), wypieków i jako lek. W Polsce rośnie spokrewniona do quinoi komosa biała (*C. album*), znana jako lebioda i traktowana jako chwast. Z uwagi na jej szerokie rozpowszechnienie w świecie, należy do najczęściej spożywanego pseudozboża, które popularność odzyskało w XX w. Obecnie jej uprawy obejmują Peru, Boliwię, Ekwador, Chile. Planowany jest także rozwój upraw w Europie Zachodniej (ABUGOCH-JAMES 2009, SUŁKOWSKI i współaut. 2011, CZERWIŃSKA 2014).

Quinoa cechuje się dużą odpornością. Uprawiana jest głównie na terenach górskich, nawet wysokogórskich (4500 m n.p.m.), co za tym idzie w warunkach niekorzystnych dla większości gatunków zbóż uprawnych. Może dać plon rosnąc na glebach zasolonych, suchych, alkalicznych, ale spotykana jest także na glebach umiarkowanie żyznych, w dolinach i przybrzeżnych lasach. Rośnie szybko, dojrzewa już po 4-5 tygodniach od wysiewu, osiągając wysokość do 2,5 m, jednak średnio jest to 100 cm. Jest to roślina samopylna, tworzy kwiatostan w kształcie wiechy o fioletowej barwie, w odróżnieniu od kwiatów lebiody, które są białe. Różna jest także ilość ziaren: komosa ryżowa produkuje bardzo dużo oblepiających łodygę ziaren, lebioda zaś posiada ich mniej. Nasiona są płaskie, owalne, o średnicy około 3 mm, o barwie od białej przez żółtą, czerwoną, aż po czarną. Wydajność ziaren zbieranych w fazie dojrzałości fizjologicznej (suche i twarde) może być w zakresie od 45 do 500 g/m<sup>2</sup>, w zależności od warunków uprawy i odmiany (BHARGAVA i współaut. 2006,



JANCUROVA i współaut. 2009, SUŁKOWSKI i współaut. 2011, CZERWIŃSKA 2014).

Skład odżywczy komosy ryżowej jest zbalansowany. Ziarna są bogate w dobrze przyswajalne białko, którego zawartość, w porównaniu do jadalnych części innych roślin, jest wysoka i stanowi do 22% suchej masy. Skład aminokwasowy jest bardzo atrakcyjny; ziarna zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne oraz charakteryzują się wysoką zawartością lizyny, metioniny i cysteiny, w które tradycyjne zboża są ubogie. Ważne jest, że w ziarnach quinoi wykazano bardzo niski procent frakcji prolamin, a tym samym brak białek glutenowych, co jest cenne dla osób ich nietolerujących. Nasiona są bogate także w tłuszcze nienasycone, głównie kwas linolowy, oleinowy i linolowy, z których pierwszy może stanowić nawet 4% suchej masy. Użyteczność w diecie diabetyków nasion komosy ryżowej wynika z wysokiej zawartości D-ksylozy i maltozy, przy niewielkiej zawartości glukozy i fruktozy. Oprócz nich, to skrobia jest głównym składnikiem energetycznym i stanowi około 50% suchej masy. Quinoa zawiera również dużo błonnika, którego ilość może dochodzić do 6% w suchej masie. Zawartość składników mineralnych i witamin, zwłaszcza C i z grupy B, jest zbliżona do ich ilości w innych zbożach. Wyróżnić jednak należy witaminę E, której zawartość przewyższa tę w pszenicy i życie niemal dwukrotnie. Ziarna komosy są źródłem dobrze przyswajalnego magnezu, fosforu, żelaza, cynku, miedzi, manganu, wapnia i kwasu foliowego. Większość jonów występuje w postaci związanej z kwasem fitowym, mającym właściwości antyoksydacyjne i chelatujące (JANCUROVA i współaut. 2009, ALVAREZ-JUBETE i współaut. 2010, VEGA-GALVEZ i współaut. 2010, SUŁKOWSKI i współaut. 2011, CZERWIŃSKA 2014).

Związkami biologicznie czynnymi, które prawdopodobnie przesądziły o niepowodzeniu quinoi na kontynencie europejskim są saponiny. Są to gorzkie glikozydy, znajdujące się głównie w łupinie, która jest usuwana. Obniżają one napięcie powierzchniowe, są pianotwórcze, ale także wpływają na procesy trawienne i hamują absorpcję składników odżywczych. Saponiny wykazują również działanie antybakteryjne, cytotoksyczne, przeciwzapalne, hemolityczne, jak również mogą być używane jako detergenty. Ich ilość w ziarnie komosy ryżowej można obniżyć poprzez płukanie, co nie wpływa na wartość odżywczą ziarna (ABUGOCH-JAMES 2009, SUŁKOWSKI i współaut. 2011, CZERWIŃSKA 2014). Quinoa ma właściwości ogólnie wzmacniające cały organizm, głównie nerki i osierdzie. Ze względu na brak glutenu i dużą zawartość wapnia, komosa może być jego źród-

łem dla osób cierpiących na celiakię oraz osteoporozę. Jej spożywanie jest pomocne przy chorobach sercowo-naczyniowych, autoimmunologicznych, zwyrodnieniowych, zapalnych, miażdżycy. Zawarte w ziarnie saponiny mogą ponadto wykazywać działanie przeciwnowotworowe oraz obniżające poziom cholesterolu we krwi. Ze względu na niski indeks glikemiczny, ziarno komosy może być śmiało stosowane przez cukrzyków (ABUGOCH-JAMES 2009, ALVAREZ-JUBETE i współaut. 2010, PITCHFORD 2010).

Ziarna komosy ryżowej można stosować samodzielnie lub z innymi zbożami. Ma ona wszechstronne zastosowanie i może być dodatkiem do dań mięsnych, warzywnych i deserów, ale także zup, zapiekanek, płatków czy sałatek. Mieli się ją na mąkę, która może posłużyć do wypiekania chleba, ciast, herbatników i naleśników. Ma ona dobre właściwości żelujące i wodochłonne, więc może być stosowana jako zagęstnik do sosów czy dań gotowych. Idealnie nadaje się do produkcji makaronów, gdyż jej skrobia ma dużą lepkość, a przygotowany produkt szybko się gotuje, ma ciekawy smak i dobre właściwości organoleptyczne. Roślina ta może być również poddawana fermentacji w produkcji alkoholu, a także kiszeniu w celu uzyskania paszy dla zwierząt. Także liście komosy nadają się do spożycia jako dodatek do sałatki, jednak są bardzo rzadko spożywane. Dawniej quinoa stosowana była również jako lek. Sporządzano z niej wywar i przykładano na stłuczenia i rany (BHARGAVA i współaut. 2006, ABUGOCH-JAMES 2009, VEGA-GALVEZ i współaut. 2010, SUŁKOWSKI i współaut. 2011, CZERWIŃSKA 2014).

Kilka lat temu NASA przeprowadziło badania dotyczące możliwości wykorzystania komosy ryżowej jako pożywienia w kontrolowanych ekologicznych systemach podtrzymywania życia (CELSS) podczas długoterminowych lotów załogowych. Wynikało to z unikatowego składu odżywczego i niskich wymagań uprawy quinoi. Została ona uznana za idealnego kandydata i kto wie, może w przyszłości nawet w kosmosie zostaną docenione jej wartości odżywcze (SUŁKOWSKI i współaut. 2011).

#### TEFF

Teff, w Polsce znany jako miłka abisyńska (*Eragrostis teff*), jest jednym z najstarszych zbóż pochodzenia afrykańskiego. To starożytne zboże należy do gatunku zbożowych z rodziny wiechlinowatych. Początki jego uprawy datuje się na około 4,5 tysiąca lat temu, w północno-wschodnich rejonach Afryki, głównie współczesnej Etiopii. Znane są trzy jego gatunki: biały, brązowy i czerwony. Obecnie największe uprawy znajdują

się w jego ojczyźnie, stanowiąc tam ponad 20% produkcji wszystkich zbóż, obok sorgo, prosa, jęczmienia i pszenicy. Ostatnio wysiewa się go również w USA, Kanadzie, Australii, Kenii i RPA (WOLSKA i współaut. 2012, ABDALLA 2013, MIELCARZ 2014b).

*Eragrostis teff* jest samozapylającym się, jednorocznym zbożem. Podczas wzrostu osiąga wysokość do 120 cm, tworzy kwiatostan w formie wiechy o zróżnicowanym kształcie, która może, w zależności od odmiany, zawierać ponad tysiąc kłosek. Pojedyncza roślina może wytworzyć nawet 50 tysięcy ziaren o długości około 1mm, które nie są zrosnięte z plewką i mają kształt kulisty. Ziarenka są bardzo małe i stanowią około 0,7% masy ziarna pszenicy. Jaśniejsze odmiany charakteryzują się dominującym, kasztanowym smakiem, ciemniejsze zaś są łagodniejsze, orzechowe. Roślina ta nie ma dużych wymagań glebowych, dając plon nawet przy niskiej wilgotności podłoża, na terenach nizinnych i górskich. Dojrzałość do zbioru osiąga maksymalnie po 160 dniach wegetacji. Dzięki tolerancji przymrozków, mogłaby być uprawiana również w Polsce (HOZYASZ i SŁOWIK 2009, ABDALLA 2013).

Skład ziaren teffu jest podobny do innych pseudozboź bezglutenowych. Białko stanowi w ziarnie do 15%. Obecne w nim frakcje prolamin wykazują podobieństwo do  $\alpha$ -prolamin kukurydzy czy sorgo. Ich mały udział ułatwia trawienie potraw z teffu. Skrobia w ziarnie stanowi około 60%, a jej ziarna są małe, opóźniając wysychanie ciasta i poprawiając jego pulchność. Skrobia oporna stanowi aż 28%. Tłuszcze zawierają się w przedziale od 2% do 2,6% i są odporne na procesy jęlczenia. Skład mineralny jest bardzo korzystny. Jest, obok szarlatu i komosy ryżowej, doskonałym źródłem wapnia, żelaza, magnez oraz kwasu foliowego, antyoksydantów i błonnika pokarmowego. W pełnej fazie dojrzałości zawiera także dość dużo witaminy C. Skład aminokwasowy także jest wart podkreślenia, gdyż ziarna teffu zawierają dużo metioniny, cysteiny oraz lizyny (HOZYASZ i SŁOWIK 2009, ABDALLA 2013, MIELCARZ 2014b, ROSELL i współaut. 2014).

Wartości prozdrowotne teffu wynikają z jego składu. Coraz częściej w krajach Europy Zachodniej, USA i Australii jest przedstawiane jako najbezpieczniejsze pseudozboże niezawierające glutenu. Jest on również alternatywą dla osób dbających o zdrowie i sylwetkę. Bardzo rzadkie występowanie niedokrwistości, osteoporozy i cukrzycy u Etiopczyków skorelowane jest z częstym spożywaniem przez nich teffu, odznaczającego się dużą zawartością żelaza i wapnia. Z kolei regularne spożywanie teffu przez osoby cierpiące na celiakię powoduje redukcję

objawów choroby. Właściwości prozdrowotne zauważyć można także u zwierząt, bowiem u krów nim skarmianych ilość oddawanego mleka wzrasta nawet o około 5% (SATURNI i współaut. 2010, ABDALLA 2013).

Najczęściej spożywa się odmianę czerwoną i brązową; biała jest bardziej ceniona, a co za tym idzie droższa. Ziarna teffu na mąkę mieli się w całości, dzięki czemu nie ma strat składników odżywczych z okrywy. Głównym produktem z tego mało znanego jeszcze pseudozboża są placki indżera, podawane na ogół z mięsem lub warzywami. Wypieka się również słodkawy chleb „kattikalla” oraz robi kleik „muk”. Obecnie mąkę z teffu stosuje się często jako zagęstnik do produkcji zup w proszku, ciastek, grysików, platków, kleików. Jako że nie zawiera glutenu może stanowić urozmaicenie diety osób chorych na celiakię. Z uwagi na zawarty w ziarnie tłuszcz, który nie jęlczeje zbyt szybko, oraz na brak niszczenia zapasów przez gryzonie i szkodniki może być przechowywany wiele lat i stanowić rezerwę na czas głodu (HOZYASZ i SŁOWIK 2009, ABDALLA 2013, MIELCARZ 2014b).

#### RYŻ

Ryż jest rośliną jednoroczną z rodziny wiechlinowatych. Bezspornie należy do najstarszych roślin towarzyszących człowiekowi, a jego rola w diecie nie słabnie od wieków. W pochodzącym z Azji rodzaju *Oryza saliva* można wyróżnić około 20 gatunków, w tym ryż siewny (*O. saliva* L.), który dzieli się na siewny indyjski (*O. sativa indica*), uprawiany w strefie równikowej i subtropikalnej, oraz siewny japoński (*O. sativa japonica*), uprawiany w strefie umiarkowanej i rejonach górskich. W Afryce, a głównie Nigerii, spotyka się gatunek *O. glaberrima*. Aktualnie około 90% upraw znajduje się na terenie Azji, głównie w Chinach, Indiach, Indonezji, Tajlandii i Bangladeszu. Na terenach europejskich uprawia się go w północnych Włoszech i Hiszpanii oraz na południu Francji. Wymagania ekologiczne oraz konsumpcyjne dzielą ryż na twarde i miękkie, długoziarnisty (basmati, carolina, patna, domsza, jasmine, surinam), średnioziarnisty (arborio i vialone) oraz krótkoziarnisty, zwany inaczej ryżem włoskim. Wymienione gatunki stanowią część około 40 tysięcy odmian istniejących na świecie. Dostępny w sprzedaży ryż dziki nie jest w żaden sposób spokrewniony z odmianą siewną, będąc jednak częścią rodziny wiechlinowatych. Roślinę tę można spotkać głównie w Ameryce Północnej. Ma ona długie, brązowe lub czarne ziarna bardzo podobne do ryżu. Ziarna składają się w każdym gatunku z bielma, okrywy owocowo-nasiennej, plewki i zarodka. W

związku z przeprowadzaniem oczyszczaniem i przetworzeniem można uzyskać:

- ryż brązowy, pozbawiony wyłącznie plewki i zarodka, o barwie ciemnobrązowej lub czarnej, wymagający długiego czasu gotowania, po którym jest sypki i charakteryzuje się delikatnym aromatem i wyraźnym smakiem;

- ryż biały, inaczej zwany polerowanym, bez plewki, zarodka i okrywy, a więc pozbawiony części białka, tłuszczów i witamin, po ugotowaniu jest delikatny w smaku;

- ryż parboiled, poddany przed mlóceniem działaniu pary pod ciśnieniem, kolejno suszony, a dzięki takim zabiegom część składników odżywczych przenika do środka ziarna, traci niestety błonnik razem z okrywą, wymaga dość długiego gotowania, ziarna mają żółta barwę, a dzięki przeprowadzonym zabiegom technologicznym nie skleją się;

- ryż precooked, którego ziarna zostały ugotowane, a następnie pozbawione wody, co ułatwia jego przygotowanie, jednak pozbawia aromatu;

- ryż błyskawiczny, którego ziarna są tylko podgotowane, wysuszone, a czas gotowania zawiera się pomiędzy tym wymaganym dla ryżu białego a precooked (ZIARNO i ZAREBA 2008, BOROWY i KUBIAK 2014).

Największy udział w składzie ziarna ryżu ma bardzo dobrze trawiona skrobia o małych ziarnach, która stanowi około 78%. Pozostałe węglowodany to: sacharoza (około 0,5%) oraz błonnik pokarmowy, w zależności od gatunku, w białym stanowi 2,4%, a w brązowym 8,7%. Ilość białka także jest różna dla wymienionych dwóch gatunków, jednak po uśrednieniu jego wartość określa się na 6,9 g w 100 g produktu. Frakcja prolamin jest niewielka, gdyż wynosi tylko 2 do 5%, co decyduje o przydatności ziaren ryżu do spożycia przez osoby nietolerujące glutenu. Podkreślić należy, że ryż zawiera sporo lizyny. W ziarnach występują małe ilości lipidów, wśród których około 30% stanowi kwas linolowy. Ryż bogaty jest także w witaminę E i te z grupy B, natomiast nie zawiera witamin C, D i  $\beta$ -karotenu. Prowadzi się jednak próby stworzenia nowego gatunku pod nazwą Golden Rice, który byłby zasobny w  $\beta$ -karotenu, powstający poprzez wprowadzenie na drodze inżynierii genetycznej jego prekursora. Ziarna zawierają duże ilości potasu, wapnia, fosforu, żelaza i magnezu; w ryżu brązowym jest ich dwukrotnie więcej niż w białym. Ceną wartością jest mała ilość sodu. Jest to pozytywny aspekt dla osób na diecie bezglutenowej, u których często obserwuje się niedobory składników mineralnych, gdyż mogą je pobierać z pożywieniem pod warunkiem

urozmaicenia diety (RUTKOWSKI 2008, ZIARNO i ZAREBA 2008, BOROWY i KUBIAK 2014).

Właściwości lecznicze i działanie prozdrowotne ryżu jest bardzo szerokie. Głównie działa na żołądek, a co najważniejsze jest hypoalergiczny. Dzięki dużej zawartości witaminy B działa przeciwdepresyjnie. Wykazuje działanie wspomagające podczas biegunek, nudności, zaburzeń łaknienia i odrobaczania. Herbata z palonych ziaren ryżu może być podawana niemowlętom, jako mleko zastępcze w przypadku nietolerancji laktozy. Korzystne działanie obserwuje się także przy spożywaniu potraw z ryżu podczas problemów z nadmiernym oddawaniem moczu i poceniem się, a także w leczeniu cukrzycy. Także kielki ryżowe są popularne w medycynie chińskiej. Stosuje się je podczas zaburzeń trawienia i słabego apetytu. Pomagają kobietom, które przestają karmić piersią w zmniejszeniu laktacji (PITCHFORD 2010).

Ziarna ryżu najczęściej spożywane są w całości po ugotowaniu. Z uwagi na wysoką zawartość oraz bardzo dobrą jakość skrobi, to ona stanowi najczęściej wykorzystywany składnik, który nie wymaga już chemicznej modyfikacji. Neutralny smak i zapach pozwalają na wszechstronne wykorzystanie. Najistotniejszy jest jednak brak glutenu. Skrobię ryżową dodaje się do jogurtów, serków twarogowych, lodów, gdyż dzięki jej oporności na retrogradację, zjawisko synerozy w tych produktach praktycznie nie występuje. Dzięki małym rozmiarom skrobię ryżową można wykorzystać jako środek przeciwzbrylający w produktach ekstrudowanych oraz do poprawy konsystencji polew. Ziarna mielone są na mąkę, która służy do produkcji żywności specjalnego przeznaczenia (dla dzieci, osób z celiakią) oraz wyrobu makaronu. Ze względu na brak glutenu nie nadaje się ona do wypieków. Innymi produktami z ryżu są płatki, otręby, mleko ryżowe i produkty fermentowane (RUTKOWSKI 2008, ZIARNO i ZAREBA 2008, TORBICA i współaut. 2012, BOROWY i KUBIAK 2014).

Mąka ryżowa stanowi bardzo ważny produkt spożywczy, głównie ze względu na właściwości hypoalergiczne, kolor i strawność. Istotna jest niska zawartość sodu, duże ilości łatwo trawionych węglowodanów oraz zawartości lizyny, co ma znaczenie w diecie osób chorych na celiakię (GALLAGHER i współaut. 2004, ROSELL i współaut. 2014).

#### SPEKULACJE NA TEMAT OWSA

Owies zaliczany jest według Codex Alimentarius FAO/WHO do zbóż glutenowych. Zawartość w nim znacznie mniejszej, w stosunku do pszenicy czy żyta, ilości prolamin i glutelin sprawia, że możliwość jego stosowania dla chorych na diecie bezglutenowej

jest ciągle dyskutowana. Wyniki przeprowadzonych badań nie dają jednoznacznego potwierdzenia, że spożywanie owsa jest dla nich bezpieczne (WIERZEJSKA 2012). Inne dane sugerują jednak, że produkty owsiane spożywane z umiarem są dobrze tolerowane przez większość dzieci i dorosłych z celiakią, nawet podczas długotrwałego stosowania. Jest to więc dla osób chorych szansa na urozmaicenie diety oraz poprawę jej walorów odżywczych i smakowych. Jednak ryzyko zanieczyszczenia owsa glutenem podczas uprawy lub przemiału powoduje, że większość lekarzy zaleca ograniczenie jego spożycia lub całkowitą eliminację z diety bezglutenowej (PAGANO 2006, SWORA i współaut. 2009, SATURNI i współaut. 2010, ROSELLI współaut. 2014).

Komitet do spraw Żywnienia i Żywności Specjalnego Przeznaczenia Żywnieniowego Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO sugeruje możliwość stosowania w niektórych krajach produktów z owsa przez osoby z celiakią. Ma to miejsce w Finlandii i Wielkiej Brytanii, gdzie dorośli pacjenci mogą spożywać te produkty, jednak w ilości nie większej niż 50g na dobę. W Polsce, ze względu na znaczne zanieczyszczenie owsa zbożami glutenowymi niezalecane jest ich spożywanie przez osoby nietolerujące glutenu (WIERZEJSKA 2012).

## PODSUMOWANIE

Skład odżywczy i zawartość unikatowych składników w ziarnach zbóż sprawia, że są one powszechnie stosowane w różnych dietach. Dostarczają energii, są bardzo sycące, zapewniają bogactwo różnorodnego smaku, zwiększają wytrzymałość i uspokajają. Stanowią dobre źródło witamin oraz mikroelementów, mogą więc posłużyć jako naturalne suplementy przy niedoborach owych składników. Ziarna roślin i zbóż bezglutenowych mają porównywalną do zbóż tradycyjnych wartość odżywczą. Pod względem zawartości i jakości białka (zbliżona do wartości odżywczej kazeiny), niejednokrotnie je przewyższają. Zawierają także cenne z punktu widzenia żywieniowego nienasycone kwasy tłuszczowe (zwłaszcza kwas linolowy), których zawartość znacznie przewyższa te zawarte w tradycyjnych zbożach. Na wyróżnienie zasługują także witaminy i składniki mineralne; w ziarnach amarantusa, quinoi, kaszy gryczanej i jaglanej stwierdza się porównywalną lub nawet wyższą niż w mące razowej, pszennej czy żytniej zawartość witamin z grupy B, witaminy E, wapnia, żelaza, magnezu i cynku.

Ze względu na korzystne walory smakowe, zboża bezglutenowe są stosowane głów-

nie do wyrobu makaronu i pieczywa, wymaga to jednak stosowania dodatku substancji zagęszczających, spulchniających i stabilizujących. Dodatek roślin naturalnie niezawierających glutenu wpływa na wzrost zawartości błonnika, białka, witamin w produktach spożywczych, co umożliwia większe ich spożycie przez osoby na diecie bezglutenowej.

Asortyment produktów z amarantusa, gryki, kukurydzy, prosa, komosy ryżowej, teffu i ryżu jest bardzo bogaty. Wynika to z łatwej dostępności surowców, rosnącej świadomości producentów dotyczącej zapotrzebowania konsumentów na tego typu produkty oraz szerokiej możliwości ich wykorzystania. Produkty bezglutenowe obejmują kasze, mąki, makarony, wypieki, chleby, napoje, wyroby browarnicze i gorzelnicze i wiele innych.

Pojawia się coraz więcej publikacji oraz przepisów dotyczących zbóż bezglutenowych, co osobom chorym stwarza możliwość poznania nowych smaków, urozmaicenia diety oraz zwiększenia wiedzy na temat zdrowego odżywiania.

Konkluzją tej pracy może być stwierdzenie, że mimo częstych obaw przed spożywaniem produktów zbożowych (tuczące i wysokoenergetyczne), mogą być one pomocne w walce z wieloma chorobami oraz stanowić źródło wielu cennych składników, których nie można znaleźć w innych produktach spożywczych. Ponadto, szeroki asortyment pozwala na wykorzystanie ich w każdej, nawet bardzo restrykcyjnej diecie. W czasach rozwijającej się techniki i świadomości żywieniowej, zboża i pseudozboża bezglutenowe mogą zyskać właściwą sobie pozycję.

## Streszczenie

Artykuły zbożowe są głęboko zakorzenione w kulinarnej historii Polski i całego świata i stanowią podstawę każdego posiłku. Dostrzeganie problemu coraz częściej pojawiających się alergii pokarmowych, budzi nadzieje wśród osób z nietolerancją glutenu, jak również zmusza producentów do zapoznawania się z alternatywnymi produktami żywnościowymi i wyjścia naprzeciw osobom zainteresowanym tego typu pożywieniem. Na szczęście świadomość producentów ciągle rośnie, co daje możliwość urozmaicenia diety ludzi cierpiących na celiakię. Prawie każdy produkt spożywczy ma swój bezglutenowy odpowiednik, poczynając od chleba, przez kasze, makarony, słodczyce, dania gotowe, aż po piwo, czy mocniejsze alkohole. Celem niniejszej pracy jest charakterystyka wybranych zbóż i pseudozbóż bezglutenowych, takich jak: amarantus, gryka, kukurydza, proso, komosa ryżowa, teff, ryż, oraz przedstawienie wpływu ich spożywania na organizm. Wskazano możliwości ich wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu spożywczego. Zwrócono także uwagę na owies, który jest obecnie przedmiotem wielu badań, ze względu na brak reakcji alergicznej po jego spożyciu u niektórych chorych z nietolerancją glutenu.

## LITERATURA

- ABDALLA M., 2013. *Teff - alternatywne zboże*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 5, 24-27.
- ABUGOCH-JAMES L. E., 2009. *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties*. Adv. Food Nutr. Res. 58, 1-31.
- ALVAREZ-JUBETE L., ARENDT E.K., GALLAGHER E., 2010. *Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients*. Trends Food Sci. Technol. 21, 106-113.
- BADIU E., APRODU I., BANU I., 2014. *Trends in the development of gluten-free bakery products*. Food Technol. 38, 1, 21-36.
- BHARGAVA A., SHUKULA S., OHRI D., 2006. *Chenopodium quinoa - An Indian perspective*. Industr. Crops Prod. 23, 73-87.
- BOROWY T., KUBIAK M. S., 2012. *Amarantus w piekarstwie*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 1, 22-23.
- BOROWY T., KUBIAK M. S., 2014. *Wartość technologiczna i żywieniowa ryżu*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 3, 9-11.
- BRZOSTEK-CIARCIŃSKA E., 2014. *Charakterystyka surowców piekarskich i substancji pomocniczych stosowanych do wypieku pieczywa*. Cz. I. Piekarstwo 3, 43-47.
- BRZOSOWSKI B., BEDNARSKI W., ADAMCZAK M., 2005. *Biotechnologiczna modyfikacja biologicznych właściwości białek zbóż*. Żywność Nauka Technologia Jakość 4, 17-26.
- CACAK-PIETRZYK G., SZYBILSKA A., 2011. *Skład chemiczny oraz walory żywieniowe komosy ryżowej*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 3, 19-21.
- CHRISTA K., SORAL-ŚMIETANA M., 2007. *Gryka - cenny surowiec w produkcji żywności funkcjonalnej*. Przemysł Spożywczy 12, 36-37.
- CIELECKA E. K., DEREŃ K., GRZEGORCZYK A., 2010. *Nadwrażliwość pokarmowa*. Alergia Astma Immunologia 15, 3, 118-124.
- CZERWIŃSKA D., 2010. *Wartość odżywcza i wykorzystanie prosa*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 10, 11-12.
- CZERWIŃSKA D., 2013. *Możliwości wykorzystania różnych mąk w produkcji makaronów bezglutenowych*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 6, 15-16.
- CZERWIŃSKA D., 2014. *Quinoa - wartość żywieniowa i wykorzystanie w produkcji pieczywa i makaronów*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 4, 12-13.
- DAREWICZ M., DZIUBA J., 2007. *Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii*. Żywność Nauka Technologia Jakość 1, 5-15.
- DAREWICZ M., DZIUBA J., JASZCZAK L., 2011. *Celiakia - aspekty molekularne, technologiczne, dietetyczne*. Przemysł Spożywczy 65, 1, 29-32.
- DZIANKOWSKA-BARTKOWIAK B., WASZCZYKOWSKA E., ŻEBROWSKA A., 2004. *Udział metaloproteinaz i ich inhibitorów w patomechanizmie wybranych chorób skóry*. Alergia Astma Immunologia 9, 2, 71-79.
- DZIEDZIC K., GÓRECKA D., DROŹDŻYŃSKA A., CZACZYK K., 2008. *Wpływ procesu otrzymywania kaszy gryczanej prażonej na zawartość wybranych składników odżywczych*. Żywność Nauka Technologia Jakość 5, 63-70.
- DZIEDZIC K., DROŹDŻYŃSKA A., GÓRECKA D., CZACZYK K., 2009. *Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu*. Żywność Nauka Technologia Jakość 6, 81-90.
- GALLAGHER E., GORMLEY T. R., ARENDT E. K., 2004. *Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products*. Trends Food Sci. Technol. 15, 143-152.
- GRZYMISŁAWSKI M., STANKOWIAK-KULPA H., WŁOCHAL M., 2010. *Celiakia - standardy diagnostyczne i terapeutyczne 2010 roku*. Forum Zaburzeń Metabolicznych 1, 12-21.
- HAGER A.S., 2013. *Cereal products for specific dietary requirements. Evaluation and improvement of technological and nutritional properties of gluten free raw materials and end products*. Cora, Cork.
- HAGER A. S., TAYLOR J. P., WATERS D. M., ARENDT E. K., 2014. *Gluten free beer - A review*. Trends Food Sci. Technol. 36, 44-54.
- HOZYASZ K. K., SŁOWIK M., 2009. *Teff - cenne zboże bezglutenowe*. Przegląd Gastroenterologiczny 4, 238-244.
- JANCUROVA M., MINAROVICOVA L., DANDAR A., 2009. *Quinoa - a Review*. Czech J. Food Sci. 27, 71-79.
- JANUSZEWSKA-JÓZWIAK K., SYNOWIECKI J., 2008. *Charakterystyka i przydatność składników szarlatu w biotechnologii żywności*. Biotechnologia 3, 89-102.
- JURGA R., 1994. *Przetwórstwo zbóż cz. I*. WSiD, Warszawa.
- JURGA R., 2010. *Prawie wszystko o ziarnie gryki i jej przetworach*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 10, 6-10.
- JURGA R., 2012. *Przetwórstwo kukurydzy - możliwości wykorzystania*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 9, 34-38.
- KAZMIERCZAK A., BOLESŁAWSKA I., PRZYŚLAWSKI J., 2011. *Szarłat - jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych*. Nowiny Lekarskie 80, 192-198.
- KLYS W., KUNACHOWICZ H., 1996. *Produkty bezglutenowe i ich rola w leczeniu celiakii*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy 44, 8-11.
- KUPPER C., 2005. *Dietary guidelines and implementation for celiac disease*. Gastroenterology 128 (Suppl 1), 21-7.
- MARCHAND B., 2014. *AMARANT odłona historyczna*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 8, 20-21.
- MARCINIKA-ŁUKASIAK K., SKRZYPACZ M., 2008. *Koncentrat chleba bezglutenowego z dodatkiem mąki z szarlatu*. Żywność Nauka Technologia Jakość 4, 131-140.
- MIELCARZ M., 2014a. *Amaranthus w technologii piekarstwa*. Piekarstwo 2, 42-44.
- MIELCARZ M., 2014b. *Teff - zboże z Afryki*. Piekarstwo 3, 48-49.
- NASCIMENTO A. C., MOTA C., COELHO I., GUEFAO S., SANTOS M., MATOS A. S., GIMENEZ A., LOBO M., SAMMAN N., CASTANHEIRA I., 2014. *Characterisation of nutrient profile of quinoa (Chenopodium quinoa), amaranth (Amaranthus-caudatus), and purple corn (Zea mays L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements*. Food Chem. 148, 420-426.
- PAGANO A. E., 2006. *Whole grains and the gluten-free diet*. Pract. Gastroenterol. 29, 66-78.
- PITCHFORD P., 2010. *Odżywianie dla zdrowia*. Wyd. Galaktyka, Łódź.
- PODESZWA T., 2013. *Wykorzystanie pseudozbóż do wytwarzania piwa bezglutenowego*. Nauki Inżynierskie i Technologiczne 3, 92-102.
- ROSELL C. M., BARRO F., SOUSA C., MENA M. C., 2014. *Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection*. J. Cereal Sci. 59, 354-364.

- RUTKOWSKI A., 2008. *Pochodne ryżu jako substancje dodatkowe do żywności*. Przemysł Spożywczy 8, 76-81.
- SANZ-PENELLA J. M., WRONKOWSKA M., SORAL-SMIETANA M., HAROS M., 2013. *Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value*. LWT Food Sci. Technol. 50, 479-685.
- SATURNI L., FERRETTI G., BACCHETTI T., 2010. *The gluten-free diet: safety and nutritional*. Nutrients 2, 16-34.
- STEMPIŃSKA K., SORAL-ŚMIETANA M., 2006. *Składniki chemiczne i ocena fizykochemiczna ziarniaków gryki - porównanie trzech polskich odmian*. Żywność Nauka Technologia Jakość 2 (Supl.), 348-357.
- STUS M., 2011. *Wyroby bezglutenowe - problem z bezpieczeństwem*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy 8, 10-13.
- SULKOWSKI M., GAWLIK-DZIKI U., CZYŻ J., 2011. *Komosa ryżowa - słabo znane pseudozboże o kosmicznych właściwościach*. Kosmos 60, 475-481.
- SWORA E., STANKOWIAK-KULPA H., MAZUR M., 2009. *Dieta bezglutenowa w chorobie trzewnej*. Nowiny Lekarskie 78, 324-329.
- SZAFLARSKA-POPLAWSKA A., KARCZEWSKA K., ŻABKA A. i współaut., 2009. *Występowanie celiakii w Polsce - badanie wielośrodkowe*. Pediatria Współczesna Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka 11, 111-116.
- TORBICA A., HADNADEV M., DAPCEVIC-HADNADEV T., 2012. *Rice and buckwheat flour characterization and its relation to cookie quality*. Food Res. Internat. 48, 277-283.
- WIERZEJSKA R., 2012. *Dieta bezglutenowa w praktyce dietetyka*. Żywnienie Człowieka i Metabolizm 39, 346-354.
- WOJTASIK A., KUNACHOWICZ H., 2014. *Produkty bezglutenowe w świetle rozwoju badań nad celiakią*. Przemysł Spożywczy 68, 20-25.
- WOLSKA P., CEGLIŃSKA A., WOJNIOŁOWICZ J., 2012. *Ocena jakości pieczywa pszennego z udziałem mąki teffu*. Acta Agrophysica 19, 689-697.
- WÓJTOWICZ A., KOLASA A., MOŚCICKI L., 2013. *Influence of Buckwheat Addition on Physical Properties, Texture and Sensory Characteristics of Extruded Corn Snacks*. Polish J. Food Nutr. Sci. 63, 239-244.
- VEGA-GALVEZ A., MIRANDA M., VERGARA J., URIBE E., PUENTE L., MARTINEZ E. A., 2010. *Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa willd.), an ancient Andean grain: a review*. J. Sci. Food Agricult. 90, 2541-2547.
- ZHU F., 2014. *Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch*. Food Res. Internat. 64, 200-211.
- ZIARNO M., ZARĘBA D., 2008. *Ryż - cenny składnik żywności*. Przemysł Spożywczy 5, 22-26.
- ŻMIJEWSKI M., 2010. *Jakość ciasta i chleba pszeno-gryczanego w zależności od dodatków technologicznych*. Żywność Nauka Technologia Jakość 5, 93-103.

**KOSMOS Vol. 65, 1, 127-140, 2016**

#### GLUTEN-FREE CEREALS AS AN ALTERNATIVE FOR CELIAC DISEASE

IZABELA PRZETACZEK-ROŻNOWSKA, EWA BUBIS

Department of Food Analysis and Evaluation of Food Quality, Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Krakow, Balicka 122, 30-149 Krakow, e-mail: i.roznowska@ur.krakow.pl

#### Summary

The cereal food are deep-rooted in history of Polish and the whole world culinary tradition and they are foundation of each high-value dish. A perception of food allergy arouse consumers interest and force manufacturers to acquaint with alternative food products and cater for consumer needs. Fortunately, the awareness between manufacturers is growing, what brings opportunity to vary diets people who suffer from celiac disease. Almost each of the food products has an equivalent prepared without gluten, among them bread, porridge, pastas, sweets, fast food, and even beer or stronger alcohol drinks.

The aim of this study is to characterize some gluten-free cereals and pseudo cereals such as amaranth, buckwheat, corn, millet, quinoa, teff, rice, to describe the impact of consuming products made from them on health of the body. The possibility of their use in various branches of the food industry is presented. Moreover, the paper includes speculation about oats, which is currently the subject of many studies, due to the lack of an allergic reaction after ingestion by some patients with intolerance to gluten. There are described dietary recommendations for people who need to exclude gluten from their daily diet.