

Wartość odżywcza i prozdrowotna zbóż bezglutenowych

Nutritional and pro-health value of gluten-free cereals

Krystyna Zarzecka¹, Agnieszka Ginter¹, Iwona Mystkowska²,
Marek Gugąła¹, Magdalena Zawodniak³

¹ Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: kzarzecka@uph.edu.pl

² Katedra Dietetyki, Akademia Bialska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

³ Mazowiecki Szpital Wojewódzki im. św. Jana Pawła II w Siedlcach, ul. Ks. J. Poniatowskiego 26, 08-110 Siedlce

Słowa kluczowe: rośliny zbożowe, pseudozboża, gluten, produkty bezglutenowe

Keywords: cereals, pseudocereals, gluten, gluten free products

Streszczenie

W pracy przedstawiono charakterystykę wybranych gatunków zbóż niezawierających białek glutenowych z podaniem zawartości składników odżywczych i związków bioaktywnych oraz produktów zbożowych stosowanych przez konsumenta. Omówiono białka glutenowe i znaczenie diety bezglutenowej. Podkreślono, że bezglutenowe produkty zbożowe zawierają mniej składników mineralnych, witamin z grupy B i błonnika i z tego powodu dieta bezglutenowa powinna być wzbogacana nie tylko o pseudozboża, ale też o inne produkty naturalnie bezglutenowe, takie jak: warzywa i owoce, oleje roślinne, nasiona roślin strączkowych, jaja, nieprzetworzone mięso i ryby, mleko i naturalne produkty mleczne. Bezpieczne produkty można kupić nie tylko w Polsce, ale i w całej Europie i są one oznaczone graficznie licencjonowanym znakiem Przekreślonego Kłosa.

Summary

The paper presents a short description of selected cereal species that do not contain gluten proteins, with the content of nutrients and bioactive compounds as well as cereal products used by the consumer. Gluten proteins and the importance of a gluten-free diet are discussed. It was emphasized that gluten-free cereal products contain less minerals, B vitamins and fiber, hence they should be enriched not only with pseudo-cereals, but also with other naturally gluten-free products, such as: vegetables and fruits, vegetable oils, legumes, eggs, unprocessed meat and fish, milk

and natural dairy products. The safe products can be purchased not only in Poland, but also throughout Europe, and they are graphically marked with the licensed Crossed Grain mark.

Wstęp

Zboża są roślinami uprawnymi należącymi w większości do rodziny traw (*Poaceae*), a ich najważniejszą częścią użytkową jest ziarniak [1]. Od tysiącleci stanowiły one podstawę wyżywienia człowieka, dostarczając energii i niezbędnych składników odżywczych. Łączono je (i nadal tak się robi) z innymi, powszechnie dostępnymi produktami, tworząc smaczne, proste i pożywne dania. Produkty zbożowe stanowią podstawę każdego posiłku, ale niektóre z nich nie są tolerowane przez ludzki organizm, gdyż zawierają gluten [2]. Gluten jest obecny w popularnych produktach zbożowych otrzymywanych z pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*), pszenicy twardej (*Triticum durum*), żyta zwyczajnego (*Secale cereale*), jęczmienia siewnego (*Hordeum sativum*). Owies siewny (*Avena sativa*) jest naturalnie bezglutenowym zbożem, jednak produkty owsiane są zazwyczaj zanieczyszczone glutenem, co wynika głównie ze sposobu uprawy i zbioru owsa oraz przetwarzania ziarna w tych samych zakładach produkcyjnych co zboża zawierające gluten. Mówiąc o produktach zawierających gluten, należy pamiętać, że składniki zbożowe, np. bułka tarta, kasza manna, mąka pszenna, są dodawane w procesie produkcyjnym do szerokiej gamy artykułów spożywczych, takich jak wyroby mięsne, pasty rybne, pasty warzywne, budynie, jogurty, sosy, przyprawy [3–5]. Celem niniejszej pracy jest charakterystyka wybranych gatunków zbóż nieposiadających białek glutenowych oraz przedstawienie podstawowych informacji dotyczących glutenu i diety bezglutenowej ważnych z punktu widzenia konsumenta.

Co to jest gluten?

Gluten to mieszanina roślinnych białek zapasowych (prolamin i glutelin) występujących w ziarniakach pszenicy, żyta, pszenżyta czy jęczmienia [6, 7]. Białka te dzielą się na dwie główne frakcje w zależności od ich rozpuszczalności w alkoholu, tj. na rozpuszczalne prolaminę (gliadyna z pszenicy, sekalina z żyta, hordeina z jęczmienia) i nierozpuszczalne w alkoholu gluteniny. Niemal połowę białek w glutenie stanowi najbardziej alergizująca gliadyna, której najwyższy poziom notuje się w pszenicy [6, 8]. W jęczmieniu podstawowym białkiem uważanym za najbardziej alergizujące jest hordeina, w życie – sekalina. Zawartość prolamin w białku pszenicy, żyta i jęczmienia wynosi 20–45% ogólnej ilości białek. W skład glutenu wchodzi

także glutenina, która należy do glutelin [2, 9]. Białko glutenowe wyodrębnia się podczas mieszania mąki z wodą i odgrywa ono zasadniczą rolę w tworzeniu struktury ciasta. Gluten nadaje ciastu spoistość, lepkość, elastyczność, plastyczność, rozciągliwość oraz zwiększa zdolność absorpcji wody i umożliwia utrzymanie pęcherzyków dwutlenku węgla. W przemyśle piekarskim jest miernikiem właściwości wypiekowych mąki [9, 10].

Zboża naturalnie bezglutenowe

Obok zbóż, które zawierają gluten, wyróżnia się zboża naturalnie niezawierające białek glutenowych, czyli bezglutenowe. Należą do nich rośliny zbożowe z rodziny *Poaceae*, takie jak: proso zwyczajne (*Panicum miliaceum*), kukurydza zwyczajna (*Zea mays*), ryż siewny (*Oryza sativa*), miłka abisyńska, inaczej teff (*Eragrostis tef*), oraz pseudozboża, takie jak: gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum*), komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa*), szarłat wyniosły, zwany amarantusem (*Amaranthus cruentus*) [11, 12].

Pseudozboża to rośliny, które nie należą do rodziny traw (*Poaceae*), a z botanicznego punktu widzenia są roślinami dwuliściennymi, jednak z uwagi na dużą zawartość skrobi w nasionach są wykorzystywane i przetwarzane podobnie jak zboża tradycyjne. Doskonały profil białkowy oraz bogactwo składników odżywczych, a w szczególności brak białek glutenowych, decydują o ich dużym znaczeniu dietetycznym. Są dobrym źródłem skrobi, błonnika, białek, minerałów, witamin i fitochemikaliów, takich jak saponiny, polifenole, fitosterole czy fitosteroidy, które mają działanie prozdrowotne [2, 13]. Pseudozboża nie zawierają glutenu i dlatego stanowią zamiennik zbóż dla osób chorych na celiakię lub z innych powodów stosujących dietę bezglutenową. Są one obiecującymi uprawami przyszłości ze względu na dużą zmienność genetyczną, która sprawia, że posiadają wysoką zdolność adaptacji do wymagających warunków środowiskowych, mogą być zatem uprawiane w klimacie od tropikalnego po umiarkowany, są także odporne na stres środowiskowy. Gatunki te znane były ludzkości od wieków, a grupę pseudozbóż często określa się jako część „zagubionego magazynu dobroczynnego” światowego rolnictwa i żywienia. Pseudozboża zostały opisane jako „ziarna XXI w.” również ze względu na ich doskonałe wartości odżywcze [13, 14].

Proso zwyczajne

Proso zwyczajne (*Panicum miliaceum*) jest jedną z najstarszych roślin uprawnych, a pierwsze zapiski o jego uprawie pochodzą ze starożytnych Chin [2]. Jest odporne na suszę, choroby i szkodniki oraz charakteryzuje się krótkim okresem wegetacji w porównaniu do innych zbóż. Proso to ważna roślina uprawiana w Afryce

Wartość odżywcza i prozdrowotna zbóż bezglutenowych

i Azji (około 97% produkcji), a największym jego producentem są Indie [1, 15, 16]. Zaliczane jest do alternatywnych, tanich i zdrowych zbóż [15]. Zawartość podstawowych składników odżywczych w ziarniakach prosa i innych roślin zbożowych bezglutenowych przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość składników odżywczych i związków bioaktywnych w zbożach bezglutenowych.
Table 1. Content nutrients and bio-active compounds in gluten-free cereals.

Gatunki zbóż	Składniki odżywcze i związki bioaktywne	Produkty zbożowe	Źródło
Proso zwyczajne	białko 10–12 g/100 g, węglowodany ogółem 72 g, tłuszcz 4 g, włókno 2–9 g, Fe 0,5–19,0 mg, Ca 10–410 mg oraz Mg, Mn P, Fe, flawonoidy (głównie polifenole), witaminy: B1, B2, B6, PP, kwas pantotenowy, biotyna	kasza jaglana, płatki jaglane, mąka jaglana, ciasta, ciasteczka	[2, 9, 10, 15, 17]
Kukurydza zwyczajna	białko 10 g/100 g, węglowodany ogółem 70 g, tłuszcz 5 g, witamina E, selen, antyoksydanty – luteina i zeaksantyna, zawiera niewiele składników odżywczych, takich jak flawonoidy czy kwas foliowy, a także pierwiastki, które występują w ilościach śladowych	mąka kukurydziana, płatki, kaszki, makaron, pieczywo, ciastka, piwo	[1, 2, 9, 10]
Ryż siewny	białko 6 g/100 g, węglowodany ogółem 80 g, tłuszcz 0,5 g, włókno 3 g, Ca, Fe, Zn, witamina E i z grupy B, pierwiastki: K, Ca, P, Fe, Mg, nie zawiera witamin C, D i β -karotenu	mąka, makaron, lekkie pieczywo, kluski, naleśniki, mleko ryżowe, papier, a także kluski, naleśniki, dobry dodatek do kisielei, zup	[2, 9, 10]
Milka abisyńska	białko 12–20 g/100 g, węglowodany ogółem 70 g, tłuszcz 2–4 g, pierwiastki: Ca, Fe, Mg, Zn, witamina C, korzystny skład aminokwasowy, antyoksydanty	mąka, placki indżera, słodkawy chleb „kattikalla”, kleik „muk”, zagęstnik do zup, kleików	[2, 10, 16, 19, 20]
Gryka zwyczajna	białko 10–19 g/100 g, węglowodany ogółem 60–70 g, tłuszcz 2–4 g, dobry skład aminokwasowy, witaminy: B1, B2, B6, pierwiastki: Zn, Cu, Fe, K, Na, Ca, Mg, flawonoidy (rutyna, witeksyna, kwercetyna)	kasza prażona i nieprażona, mąka, makaron, płatki, pieczywo, ciastka, dodatek do produktów	[9, 14, 21, 22, 23]
Komosa ryżowa (quinoa)	białko 14–18 g/100 g, węglowodany ogółem 65 g, tłuszcz 4–6 g, pierwiastki: Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, witaminy: B1, B2, B3, C, E, zrównoważony skład aminokwasowy, bogata w fenole, zwłaszcza flawonoidy	mąka, pieczywo, makarony, płatki, musli, dodatek do deserów	[2, 9, 24, 25, 27]
Szarłat wyniosły (amarantus)	białko 16–18 g/100 g, węglowodany ogółem 65 g, tłuszcz 5–7 g, pierwiastki: Ca, Mg, P, K, Zn, Fe, Mn, witaminy: B1, B2, B6, C, E, zawiera wszystkie aminokwasy egzogenne, kwasy tłuszczowe nienasycone, tokoferole, skwalen oraz fitosterole	mąka, płatki, ciastka, nasiona ekspandowane, czyli tzw. popping, olej	[2, 9, 26, 28, 29, 30]

Źródło: [1, 2, 9, 10, 14–17, 19, 21–30].

Source: [1, 2, 9, 10, 14–17, 19, 21–30].

Kukurydza zwyczajna

Kukurydza zwyczajna (*Zea mays*) jest jedynym zbożem pochodzącym z półkuli zachodniej, a uprawianym powszechnie w różnych rejonach geograficznych oraz wykorzystywanym do celów konsumpcyjnych do dnia dzisiejszego. Zajmuje trzecie miejsce w światowej produkcji zbóż [1, 2]. W obrębie tego gatunku wyróżnia się kilka podgatunków, którymi są: 1) kukurydza zwykła, uprawiana głównie na suche ziarno, 2) kukurydza koński ząb, 3) kukurydza pękająca, używana do prażenia ziaren z dodatkiem tłuszczu, 4) kukurydza cukrowa, wykorzystywana jako świeże lub konserwowe warzywo, o słodkawym smaku, 5) kukurydza mączysta, z której produkuje się spirytus i krochmal (zawiera dużo skrobi), 6) kukurydza woskowa, przeznaczana głównie na paszę. Do najczęściej uprawianych w Polsce należą kukurydza zwykła oraz koński ząb [2, 18].

Ryż siewny

Ryż siewny (*Oryza sativa*) należy do najstarszych roślin towarzyszących człowiekowi, a jego rola w diecie nie zmniejsza się od wieków. Zajmuje drugie (po pszenicy) miejsce w światowej produkcji zbóż, stanowiąc podstawę wyżywienia 1/3 ludności świata (głównie mieszkańców wschodniej i południowo-wschodniej części Azji). W pochodzącym z Azji rodzaju *Oryza* wyróżnia się około 20 gatunków, w tym najpowszechniejszy ryż siewny [2, 10]. Aktualnie około 90% upraw tego zboża znajduje się na terenie Azji, głównie w Chinach, Indiach i Indonezji, a w Europie uprawia się go w północnych Włoszech, w Hiszpanii oraz na południu Francji [2].

Miłka abisyńska

Miłka abisyńska (*Eragrostis tef*), inaczej teff, jest jednym z najstarszych zbóż pochodzenia afrykańskiego, uprawiana była przede wszystkim w północno-wschodnich rejonach Afryki, na terenie współczesnej Etiopii [2, 19]. Ostatnio wysiewa się ją również w USA, Kanadzie, Australii, Kenii i RPA. Pojedyncza roślina może wytworzyć nawet 50 tys. drobnych ziaren. Miłka abisyńska nie ma dużych wymagań glebowych, plonuje nawet przy niskiej wilgotności podłoża, na terenach nizinnych i górskich. Ponieważ toleruje przymrozki, mogłaby być uprawiana również w Polsce. Ziarna teffu na mąkę mieli się w całości, dzięki czemu nie ma strat składników odżywczych z okrywy [20].

Gryka zwyczajna

Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum*) pochodzi ze wschodniej i środkowej Azji. Na przełomie XIII-XIV w. po najazdach Turków i Mongołów jej uprawa rozpowszechniła się w zachodniej Europie. Na ziemiach polskich pojawiła się w XVI w.,

a jej nazwa „tatarka” jest związana z tatarskimi najazdami [2, 21]. Ze względu na coraz większe zainteresowanie konsumentów bezpieczną i wartościową żywnością oraz stwierdzone alergię pokarmowe, w tym nietolerancję glutenu, gryka przeżywa renesans. Jest cennym surowcem dla przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, kosmetycznego oraz tekstylnego (służy do produkcji wyrobów prozdrowotnych: poduszek, materacy, siedzisk). Jej zaletą są też małe wymagania glebowe i niewielkie zapotrzebowanie na składniki pokarmowe, co istotne, jest również odporna na choroby. Ponadto jest rośliną miododajną i zwiększającą bioróżnorodność [2, 16, 22, 23].

Komosa ryżowa

Komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa*), zwana też prosem peruwiańskim, pochodzi z regionu andyjskiego, głównie z Peru, Boliwii i Ekwadoru i w tych krajach występują obecnie największe areale uprawy tego pseudozboża [24, 26]. Cechuje się dużą odpornością na choroby. Uprawiana jest głównie na terenach górzystych, nawet wysokogórskich, a więc w warunkach niekorzystnych dla większości gatunków zbóż uprawnych. Roślina ta rośnie szybko, dojrzewa już po 4–5 tygodniach od wysiewu. Mąka z komosy ryżowej ma dobre właściwości żelujące i wodochłonne, więc może być stosowana jako zagęstnik do sosów czy dań gotowych. W Polsce występuje spokrewniona z komosą ryżową komosa biała, zwana lebiodą, która jest chwastem [2, 16, 25].

Szarłat wyniosły

Szarłat wyniosły (*Amaranthus cruentus*), nazywany także kiwichą, amarantusem lub amarantem, wywodzi się z Meksyku i krajów ościennych [28], gdzie obok kukurydzy i fasoli stanowił podstawową roślinę uprawną, szeroko i różnorodnie wykorzystywaną do celów żywieniowych. Z Ameryki Południowej na Stary Kontynent szarłat trafił w XVI–XVII w., szeroko zyskując popularność jako zboże, jarzyna, chwast oraz roślina uprawna. Pionierem badań obejmujących uprawę i aklimatyzację szarłatu w Polsce był prof. Emil Nalborczyk. W latach 90. XX w. szarłat wprowadzony został do obrotu handlowego oraz podjęto badania nad jego wykorzystaniem w przemyśle [28]. Amarantus określany jest mianem zboża XXI w., gdyż jego nasiona charakteryzują się wysoką wartością odżywczą. Wynika ona z dużej zawartości białka o korzystnym składzie aminokwasowym oraz wysokiej wartości biologicznej, wynoszącej 75% (przy wartości 73% dla mleka krowiego, 68% dla soi, 56% dla pszenicy) [9, 29, 30]. Roślinę tę można wykorzystywać praktycznie w całości, gdyż liście szarłatu są bogate w składniki odżywcze i mineralne. Mogą być spożywane w formie sałatek lub gotowane, podobnie jak szpinak [2, 29].

Dlaczego dieta bezglutenowa?

Obecność glutenu w diecie może wywoływać nieprawidłową reakcję organizmu, objawiającą się celiakią (chorobą trzewną), nadwrażliwością na gluten i alergią na gluten. Celiakia jest chorobą autoimmunologiczną o podłożu genetycznym. W efekcie tej choroby zawarta w produktach zbożowych gliadyna powoduje zanik kosmków jelita cienkiego, które są odpowiedzialne za wchłanianie składników odżywczych [31–33]. Celiakia występuje u 1–2% populacji, przy czym jedynie u 75–90% osób chorych występują typowe jej objawy. Aktualnie jedyną skuteczną metodą leczenia celiakii, umożliwiającą zmniejszenie lub całkowite wyeliminowanie objawów, jest przejście na dietę bezglutenową. Uważa się także, iż oprócz czynników genetycznych o chorobie tej decydują czynniki środowiskowe, takie jak: stres, palenie papierosów, infekcje, jak również ciąża [32, 34]. Nieprawidłowo zbilansowana dieta bezglutenowa może prowadzić do niedoborów różnych składników pokarmowych, przy czym najczęściej są to zbyt małe ilości: żelaza, wapnia, magnezu, cynku, witamin z grupy B, witaminy D oraz błonnika [10, 33, 35]. Konieczne jest zatem uzupełnianie diety produktami naturalnie bezglutenowymi, nie tylko zbożami bez glutenu i pseudozbożami, ale także innymi, takimi jak: warzywa i owoce, oleje roślinne, rośliny strączkowe, jaja, świeże, ale nieprzetworzone mięso i ryby, mleko i naturalne produkty mleczne [3, 10, 11].

Pewną barierą wdrożenia diety bezglutenowej jest jej koszt, np. bezglutenowe odpowiedniki wyrobów cukierniczych mają znacznie wyższą cenę od zwykłych słodyczy [7, 10]. Według Piechoty i Kowalkowskiej [7] średnia różnica w cenie między produktami glutenowymi a ich bezglutenowymi odpowiednikami wynosiła aż 242%. Myszkowska-Ryciak i wsp. [36], porównując ceny wybranych produktów bezglutenowych i produktów standardowych, stwierdziły, że koszt produktów bezglutenowych był od 4 do 8 razy większy w porównaniu do cen ich odpowiedników zawierających gluten.

Organizacje, produkty bezglutenowe i ich znakowanie

W 1988 r. zostało założone i zarejestrowane w Belgii Zrzeszenie Europejskich Stowarzyszeń Celiakii (AOECS). AOECS jest organizacją zrzeszającą europejskie oraz krajowe stowarzyszenia z celiakią i reprezentuje je na arenie międzynarodowej. Obecnie zrzesza 38 pełnoprawnych stowarzyszeń członkowskich z całej Europy, które reprezentuje, i broni interesów około 300 tys. osób dotkniętych tą chorobą. Aktualnie w Europejskim Systemie Licencyjnym (ESL) znajduje się ponad 9 tys. produktów bezglutenowych [37]. W Polsce powstało Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, a wykaz licencjonowanych produktów bezglutenowych na dzień 31 lipca 2023 r. liczy ponad 2200 produktów z około 80 firm. Większość z nich jest dostępna w całej Polsce w sieciach handlowych i mniejszych sklepach [38].

Od 20 lipca 2016 r. nadrzędnym aktem prawnym dla producentów żywności bezglutenowej jest Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności. Produkt bezglutenowy musi zawierać poniżej 20 mg na 1 kg glutenu (do 20 ppm). Na opakowaniu produktów odpowiednich dla bezglutenowców powinno się znaleźć sformułowanie „bezglutenowy” [39]. Taki produkt jest oznaczony graficznie znakiem symbolizującym żywność bezglutenową, którym jest licencjonowany symbol Przekreślonego Kłosa (Rysunek 1). Dotyczy to zarówno żywności pakowanej, jak i tej sprzedawanej w restauracjach i innych placówkach gastronomicznych. Certyfikowany znak Przekreślonego Kłosa jest zarówno międzynarodowym, jak i polskim symbolem bezpiecznej żywności bezglutenowej. Jego obecność na opakowaniu oznacza, że produkt jest przebadany pod kątem zawartości glutenu, a zakład produkcyjny przeszedł audyt zgodny ze standardem AOECS. Licencja ma znak Przekreślonego Kłosa i jest częścią Europejskiego Systemu Licencyjnego. Bezpieczne produkty można kupić nie tylko w Polsce, ale i w całej Europie. Znak ten jest zarejestrowany na całym świecie znakiem towarowym i można go używać wyłącznie na podstawie licencji w odniesieniu do produktów spożywczych i napojów spełniających normę AOECS [9, 37, 38, 40]. Aktualne informacje o produktach bezglutenowych znajdują się na stronie internetowej Polskiego Stowarzyszenia Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej [38].



Rysunek 1. Licencjonowany znak Przekreślonego Kłosa – Europejski System Licencyjny (ESL).
Figure 1. Licensed mark of the Crossed grain – European Licensing System (ESL).

Źródło: [37, 38, 40].

Source: [37, 38, 40].

Podsumowanie

Zboża bezglutenowe – ze względu na korzystne walory smakowe – są stosowane głównie do wyrobu: mąki, kaszy, makaronu, pieczywa i napojów. Często też stanowią dodatek do różnych wyrobów. Bezglutenowe produkty zbożowe, podobnie jak ich tradycyjne odpowiedniki, są głównym źródłem energii i składników pokarmowych – stanowią podstawę prawidłowo skomponowanej diety osób nietolerujących glutenu. Dieta bezglutenowa to jedna z najpopularniejszych diet ostatnich lat. Dla niektórych osób jest ona koniecznością, wynikającą ze wskazań medycznych (takich jak celiakia, zwana chorobą trzewną, nadwrażliwość na gluten, alergia na gluten), dla innych modą. W czasach rozwijającej się techniki i technologii oraz systematycznej edukacji i świadomości żywieniowej zboża bezglutenowe i pseudozboża mogą zyskać uznanie konsumentów, a niektóre z nich są określane mianem zbóż przyszłości.

Literatura

- [1] Uprawa roślin, t. II, (red.) A. Kotecki, Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2020.
- [2] Przetaczek-Rożnowska I., Bubis E., Zboża bezglutenowe alternatywą dla osób chorych na celiakię, *Kosmos*, 2016, 65(1), s. 127–140.
- [3] Pieczyńska K., Dieta bez glutenu – jak znaleźć produkty naturalnie bezglutenowe?, 2021, <https://www.helpa.pl> (dostęp 1.09.2023).
- [4] Kała M., Przyborowski M., Ługowska B., Gasparis S., Nadolska-Orczyk A., Charakterystyka białek glutenu w materiałach hodowlanych pszenicy, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2018, 282, s. 41–49.
- [5] Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*), *Fragmenta Agronomica*, 2011, 28(4), s. 52–59.
- [6] Guerdrum L.J., Bamforth Ch.W., Levels of gliadin in commercial beers, *Food Chemistry*, 2011, 129, s. 1783–1784.
- [7] Piechota M., Kowalkowska A., Nowa moda czy konieczność? – kilka słów o diecie bezglutenowej, *Tutoring Gedanensis*, 2021, 6(2), s. 4–11.
- [8] Majewska K., Podstawy klasyfikacji i syntezy białek glutenowych ziarna pszenicy, *Żywność – Nauka – Technologia – Jakość*, 1999, 2(19), s. 15–25.
- [9] Orkus A., Garaszczuk A., Gluten w żywności – korzyści i zagrożenia, *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2018, 4(31), s. 52–64.
- [10] Rachtan-Janicka J., Dieta bezglutenowa, *Standardy Medyczne/Pediatria*, 2015, 12, s. 960–965.
- [11] Marciniak-Łukasiak K., Dłużniewska E., Pseudozboża w żywności bezglutenowej, *Przemysł Spożywczy*, 2018, 9, s. 18–22.

- [12] Woomeer J.S., Adedeji A.A., Current applications of gluten-free grains – a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021, 61(1), s. 14–21.
- [13] Alvarez-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E., Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, *Trends in Food Science & Technology*, 2010, 21(2), s. 106–113.
- [14] Martínez-Villaluenga C., Peñas E., Hernández-Ledesma B., Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods, *Food and Chemical Toxicology*, 2020, 37, s. 111–178.
- [15] Singh E., Potential of Millets: Nutrients Composition and Health Benefits, *Journal of Scientific & Innovative Research*, 2016, 5, s. 46–50.
- [16] Khairuddin M.A.N., Lasekan O., Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years, *Foods*, 2021, 10(11), s. 2523.
- [17] Nithiyantham S., Kalaiselvi P., Mahomoodally M.F., Zengin G., Abirami A., Srinivasan G., Nutritional and functional roles of millets – A review, *Journal of Food Biochemistry*, 2019, 43(7), e12859.
- [18] Jurga R., Przetwórstwo kukurydzy – możliwości wykorzystania, *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2012, 9, s. 34–38.
- [19] Gebru Y.A., Sbhatu D.B., Kim K.P., Nutritional Composition and Health Benefits of Teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), *Journal of Food Quality*, 2020, s. 1–6.
- [20] Mielcarz M., Teff – zboże z Afryki, *Piekarstwo*, 2014, 3, s. 48–49.
- [21] Zarzecka K., Gugąła M., Mystkowska I., Wartość odżywcza i możliwości wykorzystania gryki, *Postępy Fitoterapii*, 2014, 1, s. 28–31.
- [22] Bastida J.A.G., Zieliński H., Buckwheat as a Functional Food and Its Effects on Health, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015, 63(36), s. 7896–7913.
- [23] Chłopcicka J., Gryka jako żywność funkcjonalna. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2008, 41(3), s. 249–252.
- [24] Pereira E., Cadavez V., Barros L., Enaina-Zelada C., Stojkovic D., Sokovic M., Calhella R.C., Gonzales-Barron U., Ferreira I.C.F.R., *Chenopodium quinoa* Willd. (quinoa) grains: A good source of phenolic compounds, *Food Research International*, 2020, 137, 109574.
- [25] Mystkowska I., Zarzecka K., Gugąła M., Baranowska A., Właściwości odżywcze i prozdrowotne komosy ryżowej, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2016, 97(1), s. 29–31.
- [26] Alvarez-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E., Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, *Trends in Food Science & Technology*, 2010, 21, s. 106–113.
- [27] Dębski B., Gralak M.A., Bertrand J., Kłós A., Minerals and polyphenols content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2013, 94(2), s. 300–304.
- [28] Rutkowska J., Amaranthus – roślina przyjazna człowiekowi, *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2006, 54(1), s. 6–10.
- [29] Kaźmierczak A., Bolesławska Z., Przysławski J., Szarłat – jego wykorzystanie w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób cywilizacyjnych, *Nowiny Lekarskie*, 2011, 80(3), s. 192–198.

- [30] Kulczyński B., Gramza-Michałowska A., Grdeń M., Amaranthus – wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2017, 1, s. 1–7.
- [31] Konińska G., Marczewska A., Źródłak M., Celiakia i dieta bezglutenowa. Praktyczny poradnik (wyd. VIII), Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, Warszawa 2012.
- [32] Szczerba E., Kozłowska A., Nitsch-Osuch A., Leczenie dietetyczne celiakii współistniejącej z cukrzycą typu 1, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2018, 24(3), s. 166–171.
- [33] Banera A., Myślińska J., (Nie)zdrowy gluten, *Acta Uroboroi – W kręgu epidemii*, II, s. 105–115.
- [34] Gujral N., Freeman H.J., Thomson A.B., Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment, *World Journal of Gastroenterology*, 2012, 18(42), s. 6036–6059.
- [35] Vici G., Belli L., Biondi M., Polzonetti V., Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review, *Clinical Nutrition*, 2016, 35(6), s. 1236–1241.
- [36] Myszowska-Ryciak J., Harton A., Gajewska D., Analiza wartości odżywczej i kosztów diety bezglutenowej w porównaniu do standardowej racji pokarmowej, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2015, 21(3), s. 312–316.
- [37] AOECs, www.aoecs.org/gluten-free-products-under-license (dostęp 5.09.2023).
- [38] Wykaz certyfikowanych produktów bezglutenowych, <https://celiakia.pl/przekreslony-klos/wykaz-certyfikowanych-produktow-bezglutenowych/wykaz-produktow-licencjonowanych-31.07.2023.pdf> (dostęp 5.09.2023).
- [39] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności (*Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, L 228/5).
- [40] Certyfikacja produktów bezglutenowych – licencja na używanie znaku towarowego Przekreślony Kłos, www.przekreslonyklos.pl (dostęp 5.09.2023).