

AGNIESZKA PERCZYŃSKA, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA

*Katedra Technologii Żywności
Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warszawa
E-mail: anna_zbikowska@sggw.pl*

ROLA β -GLUKANU W PRZECIWDZIAŁANIU CHOROBY CYWILIZACYJNYM*

WPROWADZENIE

Coraz większa część społeczeństwa zmagają się z nadwagą lub otyłością, spowodowaną niewłaściwą dietą i ograniczoną aktywnością fizyczną. Z materiałów przedstawionych przez Komisję Europejską wynika, że Europejczycy postrzegają siebie jako ludzi generalnie zdrowych, jednak około 38% ankietowanych uważało, że ma nadwagę (MAT. KOMISJI EUROPEJSKIEJ 2016). Z przypadłością tą wiąże się szereg chorób cywilizacyjnych, takich jak: choroby serca i układu krwionośnego, nadciśnienie, cukrzyca typu II, zespół metaboliczny czy niektóre rodzaje nowotworów (VAN KRUIJSDIJK i współaut. 2009).

Powszechnie wiadomo, że odpowiednia dieta jest podstawowym narzędziem w walce z nadwagą i otyłością oraz związanymi z nią chorobami dietozależnymi. Za jedną z potencjalnie skutecznych metod przeciwdziałania chorobom cywilizacyjnym uważa się dietę bogatą w błonnik spożywczy. Komitet Kodeksu Żywnościowego podaje, że spożywanie odpowiedniej ilości błonnika przyczynia się do obniżenia poziomu glukozy po posiłku i/lub poziomu insuliny w surowicy krwi, a także obniżenia poziomu całkowitego cholesterolu oraz/lub frakcji lipoprotein o małej gęstości (LDL) w surowicy krwi, jak również redukuje czas pasażu treści pokarmowej w przewodzie pokarmowym oraz zwiększa masę stolca (CODEX COMMITTEE 2009).

Jedną z frakcji błonnika spożywczego są β -glukany, którym przypisuje się szcze-

gólne właściwości prozdrowotne, między innymi zdolność do leczenia niektórych schorzeń układu pokarmowego czy wspomaganie układu immunologicznego (GIBIŃSKI 2008).

β -GLUKANY – ŹRÓDŁA, WYSTĘPOWANIE, BUDOWA CHEMICZNA, WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE

β -glukany są naturalnie występującymi polisacharydami. Ze względu na budowę klasyfikuje się je jako polimery D-glukozy, połączone wiązaniami glikozydowymi typu β o różnych pozycjach, m.in. 1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4 i 1 \rightarrow 6 (DU i XU 2014). Są to trójwymiarowe, długołańcuchowe cząsteczki jednostek D-glukozy, których masa cząsteczkowa zawiera się w granicach od $0,2 \times 10^4$ do 4×10^7 Da (WASZKIEWICZ-ROBAK i współaut. 2005).

Substancje klasyfikowane jako β -glukany występują przede wszystkim w tkankach roślinnych (ścianach komórkowych), ale także w tkankach grzybów i mikroorganizmach. Najczęściej wymienianym źródłem tych polisacharydów są ziarna zbóż, m.in. owsa i jęczmienia, oraz grzyby, zarówno te należące do podstawczaków, np. Shitake (*Lentinula edodes*) czy bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*), jak i grzyby z klasy workowców, np. drożdże z rodzaju *Saccharomyces cerevisiae* (SALUK-JUSZCZAK i KRÓLEWSKA 2010). Obecność β -glukanów stwierdzono również w niektórych warzywach i owocach (WASZKIEWICZ-ROBAK i współaut. 2005), trawach, w tym w bambusie (PENG i SHE

*Pracę sfinansowano ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na działalność statutową Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

2014), jak również w porostach (OLAFSDOTTIR i INGÓLFSDOTTIR 2001), algach morskich i bakteriach (ZEKOVIĆ i współaut. 2005).

W zależności od pochodzenia i sposobu izolacji cząsteczek z materiału, polisacharydy te wykazują różnice w budowie strukturalnej (ZEKOVIĆ i współaut. 2005). Mogą one tworzyć cząsteczki o strukturze liniowej, rozgałęzionej i cyklicznej (Tabela 1) (SALUK-JUSZCZAK i KRÓLEWSKA 2010). Cechy charakterystyczne dla danego β -glukanu, jak: masa i kształt cząsteczki, stopień rozgałęzienia (DB) czy rozpuszczalność mają istotny wpływ na ich aktywność biologiczną oraz decydują o ich przydatności technologicznej (ZEKOVIĆ i współaut. 2005).

β -GLUKAN W ZIARNIAKACH ZBÓŻ

β -glukany pochodzenia zbożowego są to homopolisacharydy liniowe, zbudowane z cząsteczek D-glukopiranozy połączonych ze sobą wiązaniami β -(1 \rightarrow 3) i β -(1 \rightarrow 4) glikozydowymi (Tabela 1) (LAZARIDOU i współaut. 2004). W budowie tego wielocukru przeważają ilościowo wiązania β -(1 \rightarrow 4), łączące kolejno kilka jednostek glukozowych, przedzielone pojedynczym wiązaniem β w pozycji 1 \rightarrow 3 (CUI i WANG 2009).

Wśród zbóż, głównym źródłem β -glukanu jest jęczmień (*Hordeum vulgare* L.), zawierający od 3 do 11% tego wielocukru, oraz owies (*Avena sativa* L.) o zawartości od 3 do 7%. Natomiast w pszenicy (*Triticum aestivum* L.) β -glukan występuje w ilości ok. 1% (CHARALAMPOPOULOS i współaut. 2002). Wielocukier ten zlokalizowany jest w warstwie aleuronowej i endospermie ścian komórkowych ziarniaków (CUI i WANG 2009).

Właściwości fizyczne i funkcjonalne β -glukanu są determinowane przez jego cechy strukturalne, takie jak: masa cząsteczkowa, stosunek ilości jednostek celotetrazytowych (DP3) do celotetrazyłowych (DP4), stosunek ilości wiązań β -(1 \rightarrow 3) do β -(1 \rightarrow 4) (LAZARIDOU i współaut. 2004). Niezależnie od rodzaju zboża z jakiego pochodzą β -(1 \rightarrow 3) (1 \rightarrow 4)-D-glukany, zbudowane są one w przeważnie z jednostek celotriozyłowych (DP3),

natomiast około 20 do 34% stanowią jednostki celotetrazyłowe (DP4) (LAZARIDOU i współaut. 2004, CUI i WANG 2009).

Przeważającym rodzajem wiązań w zbożowym β -glukanie są te w pozycji (1 \rightarrow 4), stanowiące ok. 70% wszystkich typów wiązań, natomiast pozostałe 30% stanowią wiązania β -(1 \rightarrow 3). Wiązanie β -(1 \rightarrow 3) w cząsteczce jest odpowiedzialne za zdolność polisacharydu do rozpuszczania się w wodzie. β -glukan pochodzenia zbożowego jest zaliczany do błonnika pokarmowego, głównie do frakcji rozpuszczalnej (WASZKIEWICZ-ROBAK i współaut. 2005).

Masa cząsteczkowa zbożowych β -glukanów zawiera się w przedziale od 10×10^4 do 10×10^6 g/mol (CUI i WANG 2009). Dla owsa są to wartości z zakresu $0,065-3,0 \times 10^6$, dla jęczmienia od 0,15 do $2,5 \times 10^6$, a dla pszenicy $0,25-0,7 \times 10^6$ Da. Przedziały w jakich mieszczą się te wartości są wynikiem zarówno stosowania różnych metod ekstrakcji β -glukanu, jak i odmian roślin poddanych ekstrakcji (LAZARIDOU i współaut. 2004). Stwierdzono, iż β -glukan o małej masie cząsteczkowej (około 9000 Da) jest odpowiedzialny za otrzymywanie stabilnych żeli (CUI i WANG 2009), natomiast o dużej masie (ok. 3×10^6 Da), przyczynia się do uzyskania roztworów o dużej lepkości (CHARALAMPOPOULOS i współaut. 2002). Cechy te pozwalają na zastosowanie zbożowych β -glukanów jako dodatków do żywności, głównie w celu jej zagęszczenia, ale też jako mimetyki tłuszczu w wielu produktach (LAZARIDOU i BILLADERIS 2007). Poza tym, zdolność do tworzenia lepkich roztworów odgrywa kluczową rolę w mechanizmie obniżania poziomu cholesterolu i odpowiedzi glikemicznej organizmu (CODEX COMMITTEE 2009).

β -GLUKAN W GRZYBACH JADALNYCH I DROŹDŻACH

β -glukany pozyskiwane z grzybów wyższych, jak i drożdży należących do workowców, są to polisacharydy nieliniowe, zbudowane z monomerów D-glukozy połączonych ze sobą w głównej mierze wiązaniami

Tabela 1. Schemat struktur β -glukanów różnego pochodzenia (opracowanie własne na podstawie VOLMAN i współaut. 2008).

Pochodzenie β -glukanu	Cechy struktury/występowanie	Struktura
Grzybowy (podstawczaki)	(1 \rightarrow 3)- β -glukan z krótkimi łańcuchami bocznymi (1 \rightarrow 6); np. lentinan	
Drożdżowy	(1 \rightarrow 3)- β -glukan z długimi łańcuchami bocznymi (1 \rightarrow 6); np. WGP β -glukan	
Zbożowy	liniowa (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -glukan; np. w owsie, jęczmieniu	

typu β -(1 \rightarrow 3) oraz niewielką ilością wiązań β -(1 \rightarrow 6) (Tabela 1) (ZEKOVIĆ i współaut. 2005). Te, pochodzące z grzybów należących do podstawczaków, są klasyfikowane zarówno jako homo-, jak i heteroglukany o wiązaniach (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4), jak i (1 \rightarrow 6) (MANZI i PIZZO-FERRATO 2000), przy czym są to głównie β -(1,3)-D-glukany i β -(1,6)-D-glukany (ROP i współaut. 2009). Grzyby z klasy workowców zawierają β -glukan, którego rdzeń główny składa się z monomerów D-glukozy połączonych wiązaniami β -(1 \rightarrow 3) oraz niewielkiej liczby łańcuchów bocznych połączonych wiązaniami β -(1 \rightarrow 6) z rdzeniem głównym (SALUK-JUSZCZAK i KRÓLEWSKA 2010).

Grzybami wyższymi, z których pozyskuje się β -glukan, są przede wszystkim grzyby azjatyckie, tj. Shiitake (*Lentinula edodes*), Reishi (*Ganoderma lucidum*) i Maitake (*Grifola fondosa*) oraz boczniki (*Pleurotus Ostreatus*), natomiast w przypadku workowców głównym źródłem są drożdże *Saccharomyces cerevisiae* (ZHANG i współaut. 2007).

Polisacharydy te są budulcem ściany komórkowej organizmu grzyba (BOWMAN i FREE 2006). Jego zawartość w grzybach zależy od gatunku, warunków wzrostu (gleby, pH, temperatury) oraz dojrzałości owocu grzyba, i kształtuje się w granicach 0,22–0,53g/100g suchej masy (ROP i współaut. 2009). Według badań MANZI i PIZZO-FERRATO (2000), najbogatszym źródłem β -glukanu jest odmiana bocznika *Pleurotus pulmonarius*, a najuboższym *Lentinula edodes* (Shiitake). Z kolei w *Saccharomyces cerevisiae* ilość β -glukanu kształtuje się na poziomie 50–60% suchej masy ściany komórkowej, przy czym β -(1,3)-D-glukan może stanowić nawet 90% wszystkich glukanów (BOWMAN i FREE 2006). Z kolei SALUK-JUSZCZAK i KRÓLEWSKA (2010) podają, że ilość tego polisacharydu w ścianie komórkowej drożdży *Saccharomyces cerevisiae* waha się w przedziale 29–64% i zależy od warunków hodowli, natomiast pozostała część ściany to mannoza, białka, lipidy i chityna.

Podobnie jak w przypadku β -glukanu pochodzenia zbożowego, o właściwościach fizycznych i aktywności biologicznej polisacharydów pozyskiwanych z grzybów decydują cechy strukturalne ich cząsteczki (ZEKOVIĆ i współaut. 2005). Za najbardziej aktywne biologicznie polisacharydy uważa się te o stopniu rozgałęzienia (DB) z zakresu 0,2–0,3, jak lentinan z grzybów Shiitake czy β -glukan wyizolowany z *Saccharomyces cerevisiae*. Zarówno niższy, jak i wyższy stopień rozgałęzienia DB powoduje znaczący spadek ich aktywności biologicznej (CHEN i SEVIOUR 2007, SYNITSYA i NOVÁK 2013).

Masa cząsteczkowa wydaje się również być ważnym czynnikiem wpływającym na aktywność biologiczną. Zdaniem SYNITSYA

i NOVÁK (2013) najbardziej aktywną formą β -glukanu jest potrójna helisa, która występuje wyłącznie w polisacharydzie o wysokiej masie cząsteczkowej. Dla schizofylanu (SPG) obecnego w *Schizophyllum commune* (rozszczepka pospolita), działanie przeciwnowotworowe zostało odnotowane przy masie tego β -glukanu wyższej niż 100 kDa. Podobnie, inny β -glukan wykazywał aktywność biologiczną przy wyższej masie cząsteczkowej. Jednak w innych badaniach stwierdzono, że za aktywność polisacharydu nie odpowiada jego wysoka masa cząsteczkowa i wykazano, iż najaktywniejsze były te z β -glukanów, które cechowały się niską masą cząsteczkową (FALCH i współaut. 2000).

β -glukany pozyskiwane z drożdży to zwykle frakcje nierozpuszczalne, podobnie jak te z grzybów należących do podstawczaków (frakcje nierozpuszczalne stanowią ok. 53–83%), natomiast mniej niż połowa to frakcje rozpuszczalne (MANZI i PIZZO-FERRATO 2000). Z rozpuszczalnością powiązana jest również aktywność biologiczna β -glukanów, która jest silniejsza dla tych rozpuszczalnych, w porównaniu z nierozpuszczalnymi (BOWMAN i FREE 2006).

β -glukany pochodzące z grzybów znajdują zastosowanie głównie jako farmaceutyki i w żywności funkcjonalnej, mającej podnosić odporność na infekcje różnego pochodzenia, ale też jako środki o działaniu przeciwnowotworowym (RAMBERG i współaut. 2010).

β -GLUKANY A CHOROBY CYWILIZACYJNE

β -glukany należą do frakcji polisacharydów klasyfikowanych jako błonnik pokarmowy. Spożycie odpowiedniej dawki błonnika w codziennej diecie może przyczynić się do redukcji ryzyka zachorowalności na otyłość, tym samym zmniejszając szanse na rozwój chorób dietozależnych (MANN i CUMMINGS 2009).

Jednym z najlepiej udokumentowanych działań β -glukanu na zdrowie człowieka jest jego korzystne oddziaływanie na organizm skutkujące prewencją lub przeciwdziałaniem chorobom cywilizacyjnym. Choroby te to najczęściej cukrzyca typu II, hipercholesterolemia, nadciśnienie, choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory, czy zespół metaboliczny, które są powiązane z nadwagą (CODEX COMMITTEE 2009).

Poza tym wykazano jego korzystny wpływ na zmniejszenie ryzyka zachorowalności na niektóre choroby układu pokarmowego (MANN i CUMMINGS 2009) i typy nowotworów (TOPPING 2007) oraz działanie wspomagające system odpornościowy (SAMUELSEN i współaut. 2011). β -glukan może również przyczynić się do poprawy nastroju, czy też łagodzić stany zapalne skóry (GIBIŃSKI 2008).

To pozytywne działanie jest przypisywane głównie β -glukanom pochodzenia zbożowego, zawierającym w głównej mierze frakcje rozpuszczalne błonnika, które obniżają poziom cholesterolu i glukozy poposiłkowej we krwi (SANGWAN i współaut. 2014).

WPLYW β -GLUKANU NA POZIOM GLUKOZY POPOSIŁKOWEJ WE KRWI

Udokumentowanym pozytywnym działaniem β -glukanów na zdrowie człowieka jest ich zdolność do obniżania stężenia glukozy poposiłkowej we krwi, jak również poprawa wrażliwości insulinowej (BEHALL i współaut. 2012). Zatem spożywanie zbóż bogatych w ten polisacharyd może przyczynić się do spadku zachorowalności na cukrzycę typu II (WÜRSCH i PI-SUNYER 1997).

Zdolność β -glukanu do obniżania poziomu cukru we krwi wiąże się z jego zdolnością do podwyższania poziomu insuliny w surowicy krwi oraz pobudzania kluczowych w metabolizmie węglowodanów enzymów wątroby (WASZKIEWICZ-ROBAK i współaut. 2005). Większość z teorii dotyczących działania omawianych polisacharydów na poziom glukozy we krwi, opiera się przede wszystkim na ich zdolności do tworzenia lepkich roztworów (WÜRSCH i PI-SUNYER 1997). Z kolei wyniki badań REGAND i współaut. (2009), dotyczące wpływu żywności zawierającej β -glukan na odpowiedź glikemiczną sugerują, że nie tylko lepkość, ale również masa cząsteczkowa i stężenie polisacharydu decydują o jego bioaktywności. Natomiast badania WOOD i współaut. (2000) wykazały, że skuteczność β -glukanu w obniżaniu poziomu cukru we krwi zależy od ilorazu jego masy cząsteczkowej i zastosowanego stężenia. Efekt obniżenia poziomu glukozy poposiłkowej we krwi uzyskano głównie poprzez wzbogacenie produktów żywnościowych w β -glukan o wysokiej masie cząsteczkowej. TOSH i współaut. (2008) wzbogacali muffiny o β -glukan o różnej masie cząsteczkowej w ilości 4 g i 8 g w porcji. Za najskuteczniejsze w obniżaniu piku glukozowego wybrano muffiny o wysokiej masie cząsteczkowej w dawce 8 g, które obniżały pik glukozowy o ok. 50%. Badania BRUMMER i współaut. (2012) również dowodzą, że owsianka z owsa o najwyższej masie cząsteczkowej najskuteczniej obniżała poziom odpowiedzi glikemicznej (GI) organizmu oraz miała najniższy GI (GRANFELDT i współaut. 2008).

Zgodnie z informacjami zawartymi w Rozporządzeniu nr 432/2012 z dnia 16 maja 2012 r., spożycie β -glukanów pochodzących z owsa lub jęczmienia pomaga ograniczyć wzrost poziomu glukozy we krwi po posiłku. Oświadczenie to może być użyte wyłącznie w przypadku żywności, która za-

wiera przynajmniej 4 g β -glukanów z owsa lub jęczmienia na każde 30 g węglowodanów przyswajalnych w określonej ilościowo porcji w ramach posiłku (ROZPORZĄDZENIE 2012). Dużo wcześniej, TAPPY i współaut. (1996) wykazali, że już 5 g β -glukanu, przypadające na 35 g węglowodanów w porcji płatków śniadaniowych, powoduje zmniejszenie odpowiedzi glikemicznej o połowę, zachowując jednocześnie akceptowalne dla konsumenta walory smakowe. Również w innych badaniach stwierdzono, że dodatek β -glukanu do produktów zbożowych w stężeniu 10% powoduje spadek piku glikemicznego o połowę (WÜRSCH i PI-SUNYER 1997). Z kolei GRANFELDT i współaut. (2008) wykazali, że już 4 g β -glukanu to dawka, która znacząco zmniejsza odpowiedź glikemiczną u zdrowych ludzi.

Badania takie są pomocne w opracowywaniu żywności o niskim indeksie glikemicznym, która odgrywa szczególną rolę w kontroli poziomu cukru we krwi (MÄKELÄINEN i współaut. 2007).

Artykuły żywnościowe, które dzięki dodatkowi β -glukanu wykazują działanie obniżające poziom glukozy poposiłkowej we krwi, należą przede wszystkim do grupy produktów zbożowych, wśród których można znaleźć chleb (THONDRE i HENRY 2009), makaron (CHILLO i współaut. 2011), muessli i płatki śniadaniowe, batony zbożowe (GRANFELDT i współaut. 2008) i krakersy (CASIRAGHI i współaut. 2006). Inne z testowanych artykułów żywnościowych obniżających poziom cukru we krwi po posiłku to pudding z otrębów owsianych (BEHALL i współaut. 2005) i napoje (MÄKELÄINEN i współaut. 2007).

WPLYW β -GLUKANÓW NA POZIOM CHOLESTEROLU I TRÓJGLICERYDÓW WE KRWI

Badania dowodzą, że owsiany β -glukan wykazuje zdolność do obniżania poziomu frakcji LDL cholesterolu oraz całkowitego poziomu cholesterolu we krwi (WHITEHEAD i współaut. 2014). Inni badacze stwierdzili, że działanie takie ma owsiany β -(1,3)(1,4)-glukan, co może prowadzić do zmniejszenia ryzyka zachorowalności na choroby sercowo-naczyniowe (KAPUR i współaut. 2008). Podobne wyniki osiągnięto stosując β -glukan pochodzący z jęczmienia (TALATI i współaut. 2009).

Mechanizm działania nie został do końca poznany, jednak wiele z badań sugeruje, że jest on powiązany ze zdolnością tych polisacharydów do zwiększania lepkości treści pokarmowej w jelicie cienkim (DUSS i NYBERG 2004). Najczęściej przyjmowanym wyjaśnieniem redukcji poziomu cholesterolu we krwi jest teoria, iż lepki roztwór β -glukanu jest

w stanie związać ze sobą cząsteczki kwasu żółciowego, który jest następnie wydalany z organizmu wraz z kałem. To z kolei powoduje wzmożone zużycie cholesterolu do produkcji kwasów żółciowych przez wątrobę, a tym samym spadek jego ilości w wątrobie (ELLEGARD i ANDERSSON 2007).

Na podstawie informacji zamieszczonych w Rozporządzeniu Komisji (UE) wiadomo, że β -glukany pomagają utrzymać prawidłowy poziom cholesterolu w surowicy krwi. Oświadczenie takie może być stosowane dla żywności zawierającej przynajmniej 1g β -glukanów pochodzących z owsa, otrąb owsianych, jęczmienia i jego otrąb lub mieszanki tych zbóż, w określonej ilościowo porcji produktu, z zastrzeżeniem, że efekt zdrowotny można osiągnąć dopiero przy spożyciu tego polisacharydu w minimalnej ilości 3g/dzień (ROZPORZĄDZENIE 2012). Podobne stanowisko zajmuje Amerykańska Agencja Żywności i Leków (U.S. FDA), która wydała oświadczenie, że spożycie minimum 3g β -glukanu (rozpuszczalnego błonnika pokarmowego) pochodzącego z pełnego owsa lub jęczmienia, bądź ich kombinacji, przyczynia się do obniżenia ryzyka wystąpienia choroby niedokrwiennej serca (FDA 2008).

Zdaniem LANGE (2010), włączenie w dietę minimum 3 g β -glukanu/dzień powoduje redukcję stężenia cholesterolu całkowitego we krwi o 2% oraz frakcji LDL o ok. 5%, co z kolei może zmniejszyć ryzyko wystąpienia choroby niedokrwiennej serca o ok. 10%. Dlatego tak wiele uwagi poświęca się tworzeniu żywności funkcjonalnej, mogącej wykazywać takie działanie. Obecnie najczęściej wybieraną grupą żywności fortyfikowaną β -glukanem, której zadaniem jest obniżenie poziomu cholesterolu we krwi, są produkty zbożowe takie jak: chleb (BLÁŽEKOVÁ i współaut. 2015), muffiny (CHEN i współaut. 2006) i muesli (THEUWISSEN i MENSINK 2007). HEDDLESON i współaut. (2003) opatentowali krótkołańcuchowy β -glukan o masie cząsteczkowej od 500 do 2500 Da, jako dodatek do żywności, który ma usprawnić zdolność wiązania kwasów żółciowych w przewodzie pokarmowym. Polisacharyd ten można dodawać do praktycznie każdego rodzaju żywności, od surowego ciasta do gotowych produktów, jak np. produkty mleczne, w tym jogurty, płatki śniadaniowe, wyroby piekarskie i dania gotowe.

Na obniżanie poziomu cholesterolu w surowicy krwi istotny wpływ ma zarówno dawka β -glukanu, jego masa cząsteczkowa (WOLEVER i współaut. 2010), jak również forma posiłku, w którym znajduje się ten polisacharyd. KERCKHOFFS i współaut. (2003) dowiedli, że polisacharyd ten podany w żywności w formie płynnej (sok owocowy) wykazy-

wał silniejsze właściwości obniżania poziomu cholesterolu LDL, niż gdy był on aplikowany w formie stałej (ciastka). Inne z przykładów płynnych produktów o skutecznym działaniu hipocholesterolemicznym to napój z dodatkiem 5 g owsianego β -glukanu, który obniżał poziom całkowity cholesterolu o 7,4% (BIÖRKLUND i współaut. 2005), mleko owsiane, które spożywane w ilości 0,75 l/dzień skutkowało spadkiem całkowitego poziomu cholesterolu o 6% oraz spadkiem frakcji LDL we krwi badanych osób również o 6% (ÖNNING i współaut. 1999). Podobnie, sok owocowy wzbogacony o ten polocukier z owsa, obniżał poziom cholesterolu ogółem o ok. 5% oraz frakcji LDL o ok. 8% (NAUMANN i współaut. 2006).

PERSPEKTYWY WYKORZYSTANIA β -GLUKANÓW W IMMUNOLOGII I ONKOLOGII

β -glukanom przypisuje się także działanie: immunomodulacyjne (VOLMAN i współaut. 2008) i immunostymulujące [w szczególności formom o wiązaniach β -(1 \rightarrow 3)/(1 \rightarrow 6)] (ZEKOVIĆ i współaut. 2005), przeciwnowotworowe (JURCZYŃSKA i współaut. 2012) oraz przeciwzapalne i antybakteryjne (ZEKOVIĆ i współaut. 2005). β -glukany o wyżej wspomnianej budowie znajdują się przede wszystkim w grzybach należących zarówno do podstawczaków, jak i workowców. Niekiedy jednak pozytywne efekty odnotowano z udziałem β -glukanów ze zbóż o budowie β -(1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4).

Dużo prac poświęconych β -(1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 6)-glukanom omawia ich możliwości wspomagania układu odpornościowego dzięki oddziaływaniu na odporność zarówno wrodzoną, jak i nabytą (CHEN i SEVIOUR 2007) oraz dzięki ich właściwościom przeciwzapalnym, antybakteryjnym (ZEKOVIĆ i współaut. 2005) czy antywirusowym (JUNG i współaut. 2004).

Właściwości jakie β -glukan wykazuje w stosunku do układu odpornościowego zależą od jego struktury, rodzaju wiązania, stopnia rozgałęzienia, masy cząsteczkowej, rozpuszczalności, konformacji przyjmowanej w roztworach i ładunku elektrycznego roztworu tego polisacharydu (VOLMAN i współaut. 2008). Zgodnie z teorią BROWN i GORDON (2003), wysoka masa cząsteczkowa i/lub konkretny rodzaj β -glukanu pochodzącego z podstawczaków bezpośrednio aktywują leukocyty, podczas gdy te same polisacharydy o niskiej masie cząsteczkowej modulują odpowiedź komórkową wyłącznie, gdy wcześniej są stymulowane np. przez cytokiny.

Działanie immunostymulujące β -glukanów opiera się na 3 mechanizmach: aktywacji makrofagów, limfocytów T i układu dopełniacza. Są one odpowiedzialne za

odpowieź układu odpornościowego typu komórkowego i humoralnego oraz poprawę odporności nabytej (KRUPIŃSKA i ZEGAN 2013). W dużej mierze, badania dotyczące działania wspierającego układ odpornościowy przez β -glukany, jako formę podania tego polisacharydu, przedstawiają drogę pozajelitową. Jednak wiele badań sugeruje, że także doustna aplikacja β -glukanu przynosi wymierne skutki immunostymulujące. Badania YAMADY i współaut. (2007) wykazały, że doustne przyjmowanie β -(1,3)-D-glukanu (lentinan) powoduje złagodzenie objawów alergii oraz może redukować spontaniczny wzrost przeciwciał IgE. Zatem można przypuszczać, że wzbogacanie diety w omawiane polisacharydy może skutkować poprawą odporności przeciwko patogenom (VOLMAN i współaut. 2008).

Większość dostępnych na rynku produktów immunostymulujących, zawierających wspomniany polisacharyd, to suplementy diety (VOLMAN i współaut. 2008). Trudno natomiast o żywność z dodatkiem β -glukanu, mogącą wzmacniać odporność organizmu, inną niż jego naturalne źródło, którym jest np. boczniak ostrygowaty. Nieliczne propozycje tego typu produktów spożywczych na świecie to jogurt wzmacniający odporność dzięki dodatkowi pleuranu bądź lentinanu (HOZOVÁ i współaut. 2004) oraz chleb o zwiększonej zawartości β -glukanu pochodzącego z drożdży *Saccharomyces cerevisiae* (MARTINS i współaut. 2015). Warto jednak wspomnieć, że β -glukan jest z powodzeniem dodawany do pasz dla zwierząt jako dodatek wzmacniający układ immunologiczny (LIN i współaut. 2011).

Podobnie jak w przypadku działania β -glukanu na poziom cukru i cholesterolu we krwi, tak też w przypadku działania immunologicznego, Amerykańska Agencja Żywności i Leków wystosowała oświadczenie mówiące, że spożywanie 3 g β -glukanu/dzień, w połączeniu z 30-35 g błonnika pokarmowego, przynoszą efekty żywieniowe i zapewniają wzrost aktywności systemu odpornościowego organizmu (KRUPIŃSKA i ZEGAN 2013).

Działanie przeciwnowotworowe β -glukanów nie opiera się na ich bezpośrednim oddziaływaniu cytotoksycznym w stosunku do komórek nowotworowych, a raczej ich zdolności do wywołania konkretnej odpowiedzi immunologicznej w ciele gospodarza (RAJEWSKA i BAŁASIŃSKA 2004). Wiąże się ono z aktywacją układu dopełniacza. Patogeny, które aktywują ten układ są spłaszczane przy pomocy fragmentu C3b dopełniacza, który ulega proteolizie, po której powstaje fragment iC3b, przyłączający opłaszczony patogeny m. in. do komórek NK (ang. natural killers) (KRUPIŃSKA i ZEGAN 2013). Frag-

ment iC3b występuje na powierzchni komórek raka piersi. Według CHEUNG i współaut. (2002), doustna aplikacja β -glukanu usprawnia aktywację układu dopełniacza poprzez zgromadzenie wystarczającej ilości fragmentu iC3b, aby zoptymalizować eliminację nowotworu przy udziale fagocytów i komórek NK. Inne z badanych właściwości β -glukanów to wzmaganie działania przeciwnowotworowego przeciwciał monoklonalnych w walce z chłoniakiem, gdzie szczególnie dobre wyniki osiągnięto z zastosowaniem β -glukanu uzyskanego z drożdży i działanie prewencyjne związane z nowotworami jelita grubego.

Badania prowadzone przez KONTULA i współaut. (1998) wykazały, że hydrolizaty β -glukanów otrzymanych z owsa stymulują rozwój tzw. „dobrych” bakterii *Lactobacillus rhamnosus* i *Bifidobacterium bifidus*, które ograniczają rozwój innych bakterii patogennych. Dodatkowo stwierdzono, że dzięki rozwojowi wyżej wymienionych gatunków bakterii nastąpił wzrost produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych karboksylowych (ang. short chain fatty acid, SCFA), w tym butanowego (kwas masłowy), który zapobiega namnażaniu się komórek okrężnicy, tym samym zatrzymując rozwój komórek rakowych. Również QUEENAN i współaut. (2007) wykazali eksperymentalnie zdolność fermentacji β -glukanu owsa przez organizm ludzki, co przyczyniło się do zwiększenia produkcji SCFA.

Należy jednak pamiętać, że zdolność β -glukanów do przeciwdziałania rozwojowi komórek nowotworowych jest niezwykle zmienna i zależy od ich budowy chemicznej oraz właściwości fizykochemicznych. Jako dwie najważniejsze cechy podaje się obecność w ich budowie strukturalnej wiązań β (1 \rightarrow 3) w głównym łańcuchu glukozowym oraz odgałęzień glikozydowych o strukturze β (1 \rightarrow 6) oraz masę cząsteczkową (ZHANG i współaut. 2007). Częstym czynnikiem wpływającym na aktywność przeciwnowotworową tych polisacharydów jest również obecność innych substancji towarzyszących, jak białka czy kwasy organiczne (RAJEWSKA i BAŁASIŃSKA 2004).

MOŻLIWE EFEKTY NIEPOŻĄDANE

Poza dobroczynnym wpływem β -glukanu na organizm ludzki, odnotowano również skutki niepożądane towarzyszące jego spożyciu. Jako polisacharyd zaliczany do błonnika pokarmowego, spożywany w nadmiarze, może powodować zwiększoną produkcję gazów jelitowych, co może wywoływać uczucie dyskomfortu (MARLETT i współaut. 2002). Błonnik skraca czas pasaży pokarmu w jelitach, co przy nadmiarze spożycia może powodować niedobory witamin, białka czy

minerałów, głównie wapnia, żelaza i cynku (MARLETT i współaut. 2002).

Inne z badań poświęconych β -glukanowi wskazują na to, że β -(1,3)-glukany mogą mieć udział w wywoływaniu zapalenia dróg oddechowych oraz są odpowiedzialne za rozwój ziarniaków (granuloma) mogących wywoływać nowotwory, jak również mogą być źródłem bólu i różnego typu zapaleń w organizmie (ZEKOVIĆ i współaut. 2005).

PODSUMOWANIE

Spożywane w diecie β -glukany mogą być pomocne w walce z chorobami cywilizacyjnymi, w szczególności z hipercholesterolemią oraz zbyt wysokim poziomem cukru we krwi, co pozwala wykorzystać je m.in. do zapobiegania chorobom układu sercowo-naczyniowego i cukrzycy. Dodatkowo, substancje te w wielu przypadkach mogą wzmacniać układ odpornościowy organizmu i wspomagać terapię przeciwnowotworową. Pomimo że niektóre właściwości β -glukanów wymagają dalszych badań, to już teraz należy zastanowić się nad zintensyfikowaniem działań zmierzających do poszerzenia w Polsce oferty rynkowej żywności funkcjonalnej z ich udziałem. Przy projektowaniu takich wyrobów spożywczych powinno się wziąć pod uwagę pochodzenie i dawkę dodawanego β -glukanu, czy chociażby formę potencjalnych produktów i ilość dodatku β -glukanu w porcji żywności. Dotychczasowe badania dowodzą, że doustne przyjęcie tych polisacharydów daje szansę efektywnego wspomaganie leczenia chorób cywilizacyjnych za pomocą diety wzbogaconej o β -glukan.

Streszczenie

Jednym z czynników pomagających w walce z otyłością i innymi chorobami cywilizacyjnymi jest dieta bogata w błonnik pokarmowy, którego jedną z frakcji jest β -glukan. Naturalnie występuje on w zbożach i niektórych grzybach. β -glukan obniża poziom cholesterolu oraz pozwala utrzymać prawidłowy poziom cukru we krwi, co wiąże się ze zmniejszonym ryzykiem zachorowalności na choroby sercowo-naczyniowe, czy cukrzycę typu II. Dodatkowo polisacharydy te mogą poprawić odporność immunologiczną oraz wspomóc prewencję przeciwnowotworową. Żywność wzbogacona w β -glukan (np. produkty zbożowe, napoje), wprowadzona do codziennej diety może przyczynić się do poprawy stanu zdrowia konsumenta. Aby uzyskać produkty atrakcyjne pod względem zdrowotnym i sensorycznym, w dalszych badaniach należy uwzględnić zarówno postać żywności, parametry procesu technologicznego jak również poznanie mechanizmów związanych z działaniem immunostymulującym i przeciwnowotworowym β -glukanów.

LITERATURA

BEHALL K. M., SCHOLFIELD D. J., HALLFRISCH J., 2005. *Comparison of hormone and glucose re-*

- sponses of overweight women to barley and oats.* J. Am. Coll. Nutr. 24, 182-188.
- BEHALL K. M., SCHOLFIELD D. J., HALLFRISCH J. G., LILJEBERG-ELMSTÄHL H. G. M., 2012. *Consumption of both resistant starch and β -glucan improves postprandial plasma glucose and insulin in women.* Diabetes Care 29, 976-981.
- BIÖRKLUND M., VAN REES A., MENSINK R. P., ÖNNING G., 2005. *Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with β -glucans from oats or barley: a randomized dose-controlled trial.* Eur. J. Clin. Nutr. 59, 1272-1281.
- BLAŽEKOVÁ L., POLAKOVIČOVÁ P., MIKUŠOVÁ L., KUKUROVÁ K., SAXA V., CIESAROVÁ Z., ŠTURDIK E., 2015. *Development of innovative health beneficial bread using a fermented fibre-glucan product.* Czech J. Food Sci. 33, 118-125.
- BOWMAN S. M., FREE S. J., 2006. *The structure and synthesis of the fungal cell wall.* Bioessays 28, 799-808.
- BROWN G. D., GORDON S., 2003. *Fungal β -glucans and mammalian immunity.* Immunity 19, 311-315.
- BRUMMER Y., DUSS R., WOLEVER T. M. S., TOSH S. M., 2012. *Glycemic response to extruded oat bran cereals processed to vary in molecular weight.* Cereal Chem. 89, 255-261.
- CASIRAGHI M. C., GARSETTI M., TESTOLIN G., BRIGHENTI F., 2006. *Post-prandial responses to cereal products enriched with barley β -glucan.* J. Am. Coll. Nutr. 25, 313-320.
- CHARALAMPOPOULOS D., WANG R., PANDIELLA S.S., WEBB C., 2002. *Application of cereals and cereal components in functional foods: a review.* Int. J. Food Microbiol. 79, 131-141.
- CHEN J., HE J., WILDMAN R. P., REYNOLDS K., STREIFFER R. H., WHELTON P. K., 2006. *A randomized controlled trial of dietary fiber intake on serum lipids.* Eur. J. Clin. Nutr. 60, 62-68.
- CHEN J., SEVIOUR R., 2007. *Medicinal importance of fungal β -(1/3), (1/6)-glucans.* Mycol. Res. 111, 635-652.
- CHEUNG N. K. V., MODAK S., VICKERS A., KNUCKLES B., 2002. *Orally administered β -glucans enhance anti-tumor effects of monoclonal antibodies.* Cancer Immunol. Immunother. 51, 557-564.
- CHILLO S., RANAWANA D. V., PRATT M., HENRY C. J. K., 2011. *Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley β -glucan.* Nutrition 27, 653-658.
- CODEX COMMITTEE, 2009. *Codex committee on nutrition and foods for special dietary uses. Thirty first session.* Düsseldorf, Germany.
- CUI S. W., WANG Q., 2009. *Cell wall polysaccharides in cereals: chemical structures and functional properties.* Struct. Chem. 20, 291-297.
- DU B., XU B., 2014. *Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) of β -glucans from different sources with various molecular weight.* Bioact. Carbohydr. Dietary Fibre 3, 11-16.
- DUSS R., NYBERG L., 2004. *Oat soluble fibers (β -glucans) as a source of healthy snack and breakfast foods.* Cereal Food World 49, 320-325.
- ELLEGARD L., ANDERSSON H., 2007. *Oat bran rapidly increases bile acid excretion and bile acid synthesis: an ileostomy study.* Eur. J. Clin. Nutr. 61, 938-945.
- FALCH B. H., ESPEVIK T., RYAN L., STOKKE B. T., 2000. *The cytokine stimulating activity of (1/3)- β -D-glucans is dependent on the triple*

- helix conformation. *Carbohydr. Res.* 3, 587-596.
- FDA, 2008. *Food labeling: Health claims; soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Interim final rule.* Fed Reg. 73, 9938-9947.
- GIBIŃSKI M., 2008. β -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2, 15-29.
- GRANFELDT Y., NYBERG L., BJÖRCK I., 2008. *Muesli with 4 g oat β -glucans lowers glucose and insulin responses after a bread meal in healthy subjects.* *Eur. J. Clin. Nutr.* 62, 600-607.
- HEDDLESON R., HITE H., MARSTON B., PERDON A., SUNG S. S., 2003. *Food products with improved bile acid binding functionality and methods for their preparation.* United States Patent US20030147993 A1.
- HOZOVA B., KUNIAK L., KELEMENOVA B., 2004. *Application of β -D-glucans isolated from mushrooms *Pleurotus ostreatus* (pleuran) and *Lentinus edodes* (lentinan) for increasing the bio-activity of yoghurts.* *Czech J. Food Sci.* 22, 204-214.
- JUNG K., HA Y., HA S-K., HAN D. U., KIM D-W., MOON W. K., CHAE C., 2004. *Antiviral effect of *Saccharomyces cerevisiae* β -glucan to swine influenza virus by increased production of interferon- γ and nitric oxide.* *J. Vet. Med. B* 51, 72-76.
- JURCZYŃSKA E., SACZKO J., KULBACKA J., KAWA-RYGIELSKA J., BŁAŻEWICZ J., 2012. *Beta-glukan, jako naturalny antykarcynogen.* *Pol. Merk. Lek.* 33, 196-217.
- KAPUR N. K., ASHEN D., BLUMENTHAL R. S., 2008. *High density lipoprotein cholesterol: an evolving target of therapy in the management of cardiovascular disease.* *Vasc. Health Risk Manag.* 4, 39-57.
- KERCKHOFFS D. A. J. M., HORNSTRA G., MENSINK R. P., 2003. *Cholesterol-lowering effect of β -glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β -glucan is incorporated into bread and cookies.* *Am. J. Clin. Nutr.* 78, 221-227.
- KONTULA P., JASKARI J., NOLLET L., DE SMET I., WRIGHT VON A., POUTANEN K., MATTILA-SANDHOLM T., 1998. *The colonization of a simulator of the human intestinal microbial ecosystem by a probiotic strain fed on a fermented oat bran product: effects on the gastrointestinal microbiota.* *Appl. Microbiol. Biot.* 50, 246-252.
- KRUPIŃSKA P., ZEGAN M., 2013. *β -glukan – wybrane korzyści zdrowotne ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na gospodarkę lipidową.* *Bromatol. Chem. Toksykol.* 46, 162-170.
- LANGE E., 2010. *Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna.* *Żywność Nauka Technologia Jakość* 3, 7-24.
- LAZARIDOU A., BILIADERIS C. G., 2007. *Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: physical properties, technological applications and physiological effects.* *J. Cereal Sci.* 46, 101-118.
- LAZARIDOU A., BILIADERIS C. G., MICHA-SCRETTAS M., STEELE B.R., 2004. *A comparative study on structure-function relations of mixed-linkage (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) linear β -D-glucans.* *Food Hydrocolloids* 18, 837-855.
- LIN S., PAN Y., LUO L., LUO L., 2011. *Effects of dietary β -1,3-glucan, chitosan or raffinose on the growth, innate immunity and resistance of koi (*Cyprinus carpio koi*).* *Fish Shellfish Immun.* 31, 788-794.
- MÄKELÄINEN H., ANTTILA H., SIHVONEN J., HIETANEN R. M., TAHVONEN R., SALMINEN E., MIKOLA M., SONTAG-STROHM T., 2007. *The effect of β -glucan on the glycemic and insulin index.* *Eur. J. Clin. Nutr.* 61, 779-785.
- MANN J. I., CUMMINGS J. H., 2009. *Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre.* *Nutr. Metab. Cardiovas.* 19, 226-229.
- MANZI P., PIZZOFRERATO L., 2000. *Beta-glucans in edible mushrooms.* *Food Chem.* 68, 315-318.
- MARLETT J. A., MCBURNEY M. I., SLAVIN J. A., 2002. *Position of the American Dietetic Association.* *J. Am. Diet. Assoc.* 102, 993-1000.
- MARTINS Z. E., ERBEN M., GALLARDO A. E., SILVA R., BARBOSA I., PINHO O., FERREIRA I. M. P. L. V. O., 2015. *Effect of spent yeast fortification on physical parameters, volatiles and sensorial characteristics of home-made bread.* *Int. J. Food Sci. Tech.* doi: 10.1111/ijfs.12818.
- MAT. KOMISJI EUROPEJSKIEJ, 2016. http://ec.europa.eu/health/ph_publication/eb_food_en.pdf.
- NAUMANN E., VAN REES A. B., ÖNNING G., ÖSTE R., WYDRA M., MENSINK R. P., 2006. *β -glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations.* *Am. J. Clin. Nutr.* 83, 601-605.
- OLAFSDOTTIR E. S., INGÓLFSDDOTTIR K., 2001. *Polysaccharides from Lichens: Structural characteristics and biological activity.* *Planta Med.* 67, 199-208.
- ÖNNING G., WALLMARK A., PERSSON M., ÅKESSON B., ELMSTÄHL S., ÖSTE R., 1999. *Consumption of oat milk for 5 weeks lowers serum cholesterol and LDL cholesterol in free-living men with moderate hypercholesterolemia.* *Ann. Nutr. Metab.* 43, 301-309.
- PENG P., SHE D., 2014. *Isolation, structural characterization, and potential applications of hemicelluloses from bamboo: A review.* *Carbohydr. Polym.* 112, 701-720.
- QUEENAN K. M., STEWART M. L., SMITH K. N., THOMAS W., FULCHER R. G., SLAVIN J. L. 2007. *Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial.* *Nutr. J.* doi: 10.1186/1475-2891-6-6.
- RAJEWSKA J., BAŁASIŃSKA B., 2004. *Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie.* *Postępy Hig. Med. Dosw.* 58, 352-357.
- RAMBERG J. E., NELSON E. D., SINNOTT R. 2010. *Immunomodulatory dietary polysaccharides, a systematic review on the literature.* *Nutr. J.* 9, 54.
- REGAND A., TOSH S. M., WOLEVER T. M. S., WOOD P. J., 2009. *Physicochemical properties of β -glucan in differently processed oat foods influence glycemic response.* *J. Agric. Food Chem.* 57, 8831-8838.
- ROP O., MLCEK J., JURIKOVA T., 2009. *Beta-glucans in higher fungi and their health effects.* *Nutr. Rev.* 67, 624-631.
- ROZPORZĄDZENIE, 2012. *Rozporządzenie Komisji (UE) nr 432/2012 z dnia 16 maja 2012 r. ustanawiające wykaz dopuszczonych oświadczeń zdrowotnych dotyczących żywności, innych niż oświadczenia odnoszące się do zmniejszenia ryzyka choroby oraz rozwoju i zdrowia dzieci (Dz. Urz. UE L 136).*
- SALUK-JUSZCZAK J., KRÓLEWSKA K., 2010. *β -glukan drożdży *Saccharomyces cerevisiae* - naturalny stymulator układu immunologicznego.* *Kosmos* 59, 151-160.
- SAMUELSEN A. B., RIEDER A., GRIMMER S., MICHAELSEN T. E., KNUTSEN S. H., 2011. *Immu-*

- nomodulatory activity of dietary fiber: Arabinoxylan and mixed-linked beta-glucan isolated from barley show modest activities in vitro. *Int. J. Mol. Sci.* 12, 570-587.
- SANGWAN S., SINGH R., TOMAR S. K., 2014. Nutritional and functional properties of oats: An update. *J. Innovat. Biol.* 1, 3-14.
- SYNYTSYA A., NOVÁK M., 2013. Structural diversity of fungal glucans. *Carbohydr. Polym.* 92, 792-809.
- TALATI R., BAKER W. L., PABILONIA M. S., WHITE C. M., COLEMAN C. I., 2009. The effects of barley-derived soluble fiber on serum lipids. *Ann. Fam. Med.* 7, 157-163.
- TAPPY L., GÜGOLZ E., WÜRSCH P., 1996. Effects of breakfast cereals containing various amounts of β -glucan fibers on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects. *Diabetes Care* 19, 831-834.
- THEUWISSEN E., MENSİK R. P., 2007. Simultaneous intake of betaglucan and plant stanol esters affects lipid metabolism in slightly hypercholesterolemic subjects. *J. Nutr.* 137, 583-588.
- THONDRE P. S., HENRY C. J. K., 2009. High-molecular-weight barley β -glucan in chapatis (unleavened Indian flatbread) lowers glycemic index. *Nutr. Res.* 29, 480-486.
- TOPPING D., 2007. Cereal complex carbohydrates and their contribution to human health. *J. Cereal Sci.* 46, 220-229.
- TOSH S. M., BRUMMER Y., WOLEVER T. M. S., WOOD P. J., 2008. Glycemic response to oat bran muffins treated to vary molecular weight of β -glucan. *Cereal Chem.* 85, 211-217.
- VAN KRULJSDIJK R. C. M., WALL VAN DER E., VISSEREN F. L. J., 2009. Obesity and cancer: The role of dysfunctional adipose tissue. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 18, 2569-2578.
- VOLMAN J. J., RAMAKERS J. D., PLAT J., 2008. Review. Dietary modulation of immune function by β -glucans. *Physiol. Behav.* 94, 276-284.
- WASZKIEWICZ-ROBAK B., KARWOWSKA W., ŚWIDERSKI F., 2005. Beta-glukan jako składnik żywności funkcjonalnej. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 38, 301-306.
- WHITEHEAD A., BECK E. J., TOSH S., WOLEVER T. M. S., 2014. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 100, 1413-1421.
- WOLEVER T. M. S., TOSH S. M., GIBBS A. L., BRAND-MILLER J., DUNCAN A. M., HART V., LAMARCHE B., THOMSON B. A., DUSS R., WOOD P. J., 2010. Physicochemical properties of oat β -glucan influence its ability to reduce serum LDL cholesterol in humans: a randomized clinical trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 92, 723-732.
- WOOD P. J., BEER M. U., BUTLER G., 2000. Evaluation of role of concentration and molecular weight of oat β -glucan in determining effect of viscosity on plasma glucose and insulin following an oral glucose load. *Brit. J. Nutr.* 84, 19-23.
- WÜRSCH P., PI-SUNYER F. X., 1997. The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes: A review with special emphasis on cereals rich in β -glucan. *Diabetes Care* 20, 1774-1780.
- YAMADA J., HAMURO J., HATANAKA H., HAMABATA K., KINOSHITA S., 2007. Alleviation of seasonal allergic symptoms with superfine beta-1,3-glucan: a randomized study. *J Allergy Clin Immunol.* 119, 1119-1126.
- ZEKOVIĆ D. B., KWIATKOWSKI S., VRVIĆ M. M., JAKOVLJEVIĆ D., MORAN C. A., 2005. Natural and modified (1 \rightarrow 3)- β -D-glucans in health promotion and disease alleviation. *Crit. Rev. Biotechnol.* 25, 205-230.
- ZHANG M., CUI S. W., CHEUNG P. C. K., WANG Q., 2007. Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends Food. Sci. Tech.* 18, 4-19.

KOSMOS Vol. 66, 3, 379–388, 2017

AGNIESZKA PERCZYŃSKA, KATARZYNA MARCINIAK-LUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA

*Department of Food Technology, Faculty of Food Science, Warsaw University of Life Sciences – WULS,
Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warsaw, E-mail: anna_zbikowska@sggw.pl*

ROLE OF β -GLUCAN IN PREVENTION OF LIFE-STYLE RELATED DISEASES

Summary

One of the factors that help in the fight against obesity and other civilization diseases is a diet rich in fiber. One of the fraction of dietary fibre is β -glucan that can be naturally found in some grains and fungi. β -glucan decreases the levels of cholesterol and postprandial glucose in blood, which in turn are associated with a reduced risk of cardiovascular diseases and diabetes type II, respectively. There is also evidence that β -glucan is capable of improving immunological resistance, as well as of an supporting anti-tumor therapy.

The consumption of food containing β -glucan (nowadays the most common groups of a such food are grain products and beverages), as a part of daily diet, can contribute to an improvement of consumer's health. To gain the best possible results in terms of maintenance of health and sensory properties of the food, further investigations are still needed. Specifically, this concerns investigations on the influence of the form of food and parameters of technological processes, as well as mechanisms underlying β -glucan's immunomodulatory and anti-cancer properties.

Key words: β -glucan, life-style related diseases, immunology, cancer