

JULITA REGUŁA, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA ORAZ INDEKS GLIKEMICZNY PRODUKTÓW ZBOŻOWYCH Z DODATKIEM SUSZU BOCZNIAKA OSTRYGOWATEGO (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

### Streszczenie

Susz z boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) jest surowcem wykorzystywanym w niewielkim stopniu jako dodatek do produktów spożywczych. Celem pracy było określenie wpływu dodatku suszu grzybowego z boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) na wartość odżywczą i indeks glikemiczny krakersów i chleba. Materiał do badań stanowiły krakersy kukurydziane i chleb pszenny uzyskane z wypieku laboratoryjnego. Zawartość białka, tłuszczu, suchej masy i związków mineralnych w postaci popiołu oznaczono standardowymi metodami analitycznymi. Zawartość frakcji błonnika pokarmowego oznaczono metodą van Soesta. Indeks glikemiczny określono jako procentową szybkość wzrostu stężenia glukozy we krwi badanych osób po spożyciu produktów w porównaniu ze wzrostem, jaki następuje po spożyciu glukozy. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dodatek suszu boczniaka ostrygowatego zwiększał wartość odżywczą krakersów i chleba. Stwierdzono w nich większy udział białka, błonnika pokarmowego nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego oraz celulozy. Produkty z dodatkiem suszu boczniaka ostrygowatego cechowały się niższym indeksem glikemicznym w stosunku do produktów bez tego dodatku.

**Słowa kluczowe:** produkty zbożowe, boczniak ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*), chleb, wartość odżywcza, indeks glikemiczny

### Wprowadzenie

Wzrost zachorowań na dietozależne przewlekłe choroby niezakaźne stwarza konieczność propagowania zmiany modelu odżywiania się i powoduje wzrost popytu na żywność o ukierunkowanym, pożądanym wpływie na organizm. Nowe produkty, zawierające substancje bioaktywne o określonym działaniu prozdrowotnym, wdrażane są do żywienia w celu profilaktyki lub wspomagania leczenia określonych chorób metabolicznych.

---

*Dr hab. inż. J. Reguła, Katedra Higieny Żywności Człowieka, dr hab. A. Gramza-Michałowska, Katedra Technologii Żywności Człowieka Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań*

Surowcami, które spożywane są w niewielkich ilościach, a mogą być wykorzystane do produkcji żywności prozdrowotnej ze względu na swoje właściwości, są grzyby, zwłaszcza o prostej technologii uprawy m.in. bocznik ostrygowaty [22, 26]. Susz z bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą i aktywnością biologiczną [9, 10, 15, 16, 21, 23, 27]. W jego owocnikach i grzybni wykryto biologicznie aktywne składniki, m.in. pleuran, działające antyzaprzepowo, antynowotworowo, antywirusowo, obniżające poziom cholesterolu i przeciwdziałające występowaniu łożysk arteriosklerotycznych.

Spośród wielu produktów spożywczych, które można byłoby wzbogacić w susz bocznika na szczególną uwagę zasługują produkty zbożowe, stanowiące podstawę codziennej diety [30]. Zaleca się spożywanie wyrobów z całego ziarna lub z mąki razowej. Produkty takie wykazują działanie hipocholesterolemiczne oraz redukują poposiłkową glikemię i insulinemię. Mają również niski indeks glikemiczny. Spożycie produktów o niskim indeksie glikemicznym powoduje powolny i relatywnie niewielki wzrost poziomu glukozy w surowicy i związaną z tym niewielką odpowiedź insulinową. Wyniki badań [5, 17, 24] wskazują również na istotną rolę produktów o niskim indeksie (IG) i ładunku glikemicznym (ŁG) w profilaktyce chorób krążenia.

Rekomendowanie wprowadzenia do diety produktów z dodatkiem suszy grzybowych wymaga z jednej strony precyzyjnego określenia ich wartości odżywczej, a z drugiej wykazania właściwości żywieniowych i prozdrowotnych. W związku z tym celem pracy było określenie wpływu dodatku suszu grzybowego z bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) na wartość odżywczą i indeks glikemiczny krakersów kukurydzianych i chleba pszennego, wypiekanych w warunkach laboratoryjnych.

### **Materiał i metody badań**

Materiałem do badań był chleb pszenny oraz krakersy kukurydziane uzyskane metodą laboratoryjną. Dodatkiem wzbogacającym był susz uzyskany z produkcyjnej odmiany bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*), oznaczonej jako K22, wyhodowanego na podłożu uprawowym ze słomy pszennej w Wytwórni Grzybni Grzybów Uprawowych w Łobzie. Owocniki zbierano w miarę ich dorastania, gdy w kępie u większości z nich stwierdzano początek prostowania się brzegu kapelusza. Kępy po oczyszczeniu z resztek podłoża rozdzielano na pojedyncze owocniki, czyszczono i suszono w suszarni z wymuszonym obiegiem powietrza w temp. 50 °C, przez 12-14 h, do momentu, kiedy zawartość wody w suszu zmniejszyła się do 12 %. Wyszuszone owocniki mielono na proszek w młynku szybkoobrotowym do uzyskania jednorodnej masy. Proszek przechowywano w hermetycznie zamkniętych opakowaniach z folii polipropylenowej w temp. 2 °C.

Produkty wytwarzano według własnej technologii. Krakersy otrzymywano z: mąki kukurydzianej (200 g), margaryny (100 g), oleju rzepakowego (5 g), mleka

2-procentowego (60 ml) i wody. Ciasto zagniatano i, po uformowaniu w kęsy o masie 10 g, wypiekano w temp. 180 °C przez 20 min. Do produkcji chleba pszennego używano: mąki pszennej typu 750 (500 g), soli (2,5 g), drożdży (40 g), cukru (5 g) oraz wody. Zastosowano metodę jednofazową prowadzenia ciasta. Czas mieszenia wynosił 4 min. Następnie ciasto poddawano fermentacji w temp. 30 °C przez 1 h. Po tym czasie ciasto dwukrotnie przegniatano i odstawiano do ponownej fermentacji na 30 min. Chleb wypiekano w temp. 200 °C przez 50 min. Jednorazowo do analiz przeznaczano 3 bochenki chleba.

W celu uzyskania produktów modelowych z dodatkiem suszu bocznika, zastępowano nim 10 % masy mąki kukurydzianej lub pszennej w recepturze.

W chlebie i krakersach oznaczano zawartość białka, tłuszczu, suchej masy i związków mineralnych w postaci popiołu standardowymi metodami analitycznymi: tłuszcz – metodą Soxhleta, białka – metodą Kjeldahla, suchą masę – metodą suszarkowo-wagową, popiół - przez spalenie w piecu muflowym w temp. 550 °C [14]. Przyjęto, że 2/3 azotu zawartego w grzybach wchodzi w skład białek i tylko ta ilość została przeliczona na białko, przy użyciu współczynnika 6,25. Węglowodany stanowiły różnicę między 100 a sumą zawartości wody, popiołu, białka i tłuszczu. Wartość energetyczną brutto określano metodą spalania w bombie kalorymetrycznej, za pomocą zestawu kalorymetrycznego KL 10 [20].

Błonnik pokarmowy rozpuszczalny (SDF) i nierozpuszczalny (IDF) oznaczano metodą enzymatyczną Aspa [1], natomiast błonnik detergentowy neutralny (NDF), kwaśny (ADF) oraz ligninę metodą van Soesta [28]. Zawartość hemiceluloz obliczano z różnicy między NDF a ADF, natomiast celulozy z różnicy między ADF a ligniną.

W celu wyznaczenia indeksu glikemicznego 20 zdrowym osobom w wieku 44 - 65 lat, o średniej masie ciała 72 kg i BMI 25 (zgoda Komisji Bioetycznej nr 83/09) podano w kolejnych dniach 50 g glukozy oraz produkty w ilości odpowiadającej 50 g przyswajalnych węglowodanów. Przed podaniem glukozy lub produktu, a następnie przez 2 godziny, co 15 min, oznaczano poziom glukozy we krwi żyłnej. Osoby do badań przystępowały na czczo w godzinach rannych. Indeks glikemiczny zdefiniowano, jako pole powierzchni pod krzywą odpowiedzi glikemicznej po spożyciu produktu i wyrażano w stosunku do odpowiedzi glikemicznej na 50g glukozy, której indeks glikemiczny IG = 100. Dodatkowo określano ładunek glikemiczny, uwzględniając dwie zmienne: wartość indeksu glikemicznego (IG) oraz wielkość standardowej porcji [7].

Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica™PI 9.0 firmy StatSoft. Weryfikację statystyczną związku pomiędzy wartościami składników odżywczych produktów bez dodatku suszu z produktem wzbogaconym w susz bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) przeprowadzano za pomocą testu

t-Studenta dla prób niezależnych. Różnice międzygrupowe (na poziomie  $p < 0,01$ ) pomiędzy kolumnami zaznaczono w tabelach odmiennymi indeksami literowymi.

### Wyniki i dyskusja

Podstawowy skład chemiczny oraz wartość energetyczną krakersów i chleba pszennego z dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego przedstawiono w tab. 1. Z uwagi na większy dodatek tłuszczu, krakersy charakteryzowały się większą wartością energetyczną w stosunku do chleba. Większą ilość wody stwierdzono w produktach bez dodatku suszu grzybowego. Zawartość węglowodanów, zarówno w produktach kukurydzianych, jak i pszennych, nie różniła się istotnie i wynosiła od 50,4 % w krakersach bez dodatku suszu bocznika (K) do 53,2 % w chlebie z suszem grzybowym (CHB).

Zawartość białka w produktach kontrolnych kształtowała się w granicach 5,22 - 6,93 %. Po dodaniu do produktów suszu grzybowego ilość białka wzrosła o 5 % w chlebie i o 11 % w krakersach. Produkty zbożowe mają duży udział w dostarczaniu białka roślinnego w diecie człowieka, jednak białka zbożowe nie odznaczają się pełną wartością biologiczną. W zależności od gatunku zboża aminokwasami ograniczającymi wykorzystanie białka są lizyna i tryptofan (produkty pszenne i kukurydziane), metionina (produkty żytnie) lub treonina (ryż) [4]. Zastosowanie do produktów zbożowych dodatku suszu bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) może przyczynić się do podniesienia wartości biologicznej ich białka poprzez uzupełnienie aminokwasów deficytowych. W białku bocznika ostrygowatego znajdują się wszystkie aminokwasy egzogenne [10, 18]. Chang i Miles [6] podkreślają, że grzyby te zawierają dużą ilość lizyny, która jest aminokwasem deficytowym w białku produktów zbożowych pszennych i kukurydzianych. Bernas i wsp. [3] oraz Mattila i wsp. [19] wykazali, że białko bocznika jest stosunkowo dobrze przyswajalne, a aminokwasami ograniczającymi jego wartość odżywczą są walina i fenyloalanina. Bocznik ostrygowaty w porównaniu z innym i gatunkami grzybów, w tym brązowej i białej pieczarki, zawiera dużo cysteiny, metioniny i kwasu asparaginowego.

Zawartość tłuszczu w chlebie i krakersach była zróżnicowana i kształtowała się od 1,05 % w chlebie pszennym do 29,4 % w krakersach (tab. 1). Na większą ilość tłuszczu w krakersach istotnie wpływały składniki recepturowe: margaryna i olej.

Stwierdzono, że dodatek suszu bocznika ostrygowatego miał istotny ( $p < 0,01$ ) wpływ na ilość składników mineralnych oznaczonych w postaci popiołu w finalnym produkcie. Wraz z dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego zawartość popiołu wzrosła o 20 % w krakersach oraz o 60 % w chlebie. Wielu badaczy [3, 11, 15, 21] uważa, że bocznik ostrygowaty jest bardzo dobrym źródłem składników mineralnych, w 100 g suchej masy zawiera od 4,5 do 8,8 g popiołu.

Tabela 1

Wartość energetyczna i zawartość składników odżywczych w krakersach i chlebie pszennym oraz w produktach modelowych z 10-procentowym dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego.

Energy value and content of nutrients in crackers and wheat bread as well as in model products containing 10 % of dried *Pleurotus ostreatus* mushroom added.

Wartość energetyczna i składniki odżywcze Energy value and nutrients	Krakersy Crackers		Chleb Bread	
	K	KB	CH	CHB
Wartość kaloryczna / Caloric value [kcal/100 g]	487 ± 1,16 <sup>a</sup>	482 ± 1,13 <sup>a</sup>	245 ± 4,46 <sup>a</sup>	250 ± 3,40 <sup>a</sup>
[MJ/100 g]	2,04 ± 0,005 <sup>b</sup>	2,01 ± 0,005 <sup>a</sup>	1,03 ± 0,018 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,014 <sup>a</sup>
Woda / Water [g/100 g]	14,2 ± 0,27 <sup>b</sup>	13,9 ± 0,084 <sup>a</sup>	39,1 ± 0,17 <sup>b</sup>	37,5 ± 0,11 <sup>a</sup>
Węglowodany / Carbohydrates [g/100 g]	50,4 ± 0,34 <sup>a</sup>	51,4 ± 0,93 <sup>a</sup>	52,4 ± 0,24 <sup>a</sup>	53,2 ± 0,39 <sup>a</sup>
Białko / Protein [g/100 g]	5,22 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,55 ± 0,28 <sup>b</sup>	6,62 ± 0,12 <sup>a</sup>	6,93 ± 0,012 <sup>b</sup>
Tłuszcz / Fat [g/100 g]	29,4 ± 0,16 <sup>a</sup>	28,3 ± 0,21 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,18 <sup>a</sup>
Zw. miner. jako popiół / Mineral compounds in the form of ash [g/100 g]	0,69 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,84 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,32 ± 0,065 <sup>a</sup>	0,51 ± 0,021 <sup>b</sup>

Objaśnienia / Explanatory notes:

K - krakersy bez dodatku suszu bocznika ostrygowatego / crackers without dried oyster mushroom added; KB - krakersy z dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego / crackers with dried oyster mushroom added; CH chleb bez dodatku suszu bocznika ostrygowatego / bread without dried oyster mushroom added; CHB - chleb z dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego / bread with dried oyster mushroom added;

wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation;

różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne między wartościami średnimi na poziomie  $p < 0,01$  / different letters in columns denote statistically significant differences between the means at  $p < 0.01$ .

Badane produkty charakteryzowały się dużą zawartością błonnika całkowitego (tab. 2). Średni jego poziom wynosił w kontrolnych produktach zbożowych 9,2 %, a z dodatkiem bocznika – 11,5 %. Dodatek suszu bocznika ostrygowatego do produktów w sposób istotny wpłynął na zawartość w nich błonnika rozpuszczalnego. W krakersach wzbogaconych stwierdzono wzrost zawartości frakcji rozpuszczalnej błonnika o 30 %, w chlebie natomiast wzrost był aż trzykrotny. Zaobserwowano również istotny wzrost frakcji nierozpuszczalnej błonnika po dodatku suszu bocznika ostrygowatego w obu produktach zbożowych od 24 do 37 %. Udział frakcji celulozowej błonnika w produktach uzależniony był od dodatku suszu do produktu. Ilość celulozy wzrosła o 80 % w krakersach z dodatkiem suszu, natomiast w chlebie o 65 %. Zaobserwowano, że zawartość frakcji ligninowej zmniejszyła się istotnie wraz z zastosowaniem dodatku suszu grzybowego bocznika ostrygowatego do produktu.

Tabela 2

Zawartość frakcji błonnika pokarmowego [g/100 g] w krakersach i chlebie pszennym oraz w produktach modelowych z 10-procentowym dodatkiem boczniaka ostrogowatego.

Content of dietary fibre fractions [g/100 g] in crackers and bread with and without dried *Pleurotus ostreatus* mushroom added.

Frakcje błonnika Fractions of fibre	Krakersy Crackers		Chleb Bread	
	K	KB	CH	CHB
SDF - błonnik rozpuszczalny soluble dietary fibre	2,29 ± 0,13 <sup>a</sup>	3,01 ± 0,075 <sup>b</sup>	0,29 ± 0,061 <sup>a</sup>	1,02 ± 0,116 <sup>b</sup>
IDF - błonnik nierozpuszczalny insoluble dietary fibre	7,23 ± 0,006 <sup>a</sup>	8,36 ± 0,011 <sup>b</sup>	8,52 ± 0,121 <sup>a</sup>	10,6 ± 0,013 <sup>b</sup>
NDF - błonnik detergentowy neutralny neutral detergent fibre	6,57 ± 0,188 <sup>a</sup>	7,87 ± 0,098 <sup>b</sup>	8,95 ± 0,0028 <sup>a</sup>	8,44 ± 0,0098 <sup>b</sup>
ADF - błonnik detergentowy kwaśny acidic detergent fibre	5,53 ± 0,094 <sup>a</sup>	7,43 ± 0,011 <sup>b</sup>	6,27 ± 0,071 <sup>a</sup>	7,00 ± 0,034 <sup>b</sup>
Lignina / Lignin	3,15 ± 0,019 <sup>b</sup>	3,08 ± 0,003 <sup>a</sup>	4,30 ± 0,0098 <sup>b</sup>	3,72 ± 0,0035 <sup>a</sup>
Celuloza / Cellulose	2,39 ± 0,044 <sup>a</sup>	4,36 ± 0,006 <sup>b</sup>	1,97 ± 0,083 <sup>a</sup>	3,28 ± 0,016 <sup>b</sup>
Hemiceluloza / Hemicellulose	1,04 ± 0,282 <sup>b</sup>	0,43 ± 0,108 <sup>a</sup>	2,69 ± 0,068 <sup>b</sup>	1,45 ± 0,024 <sup>a</sup>

Objaśnienia jak pod tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

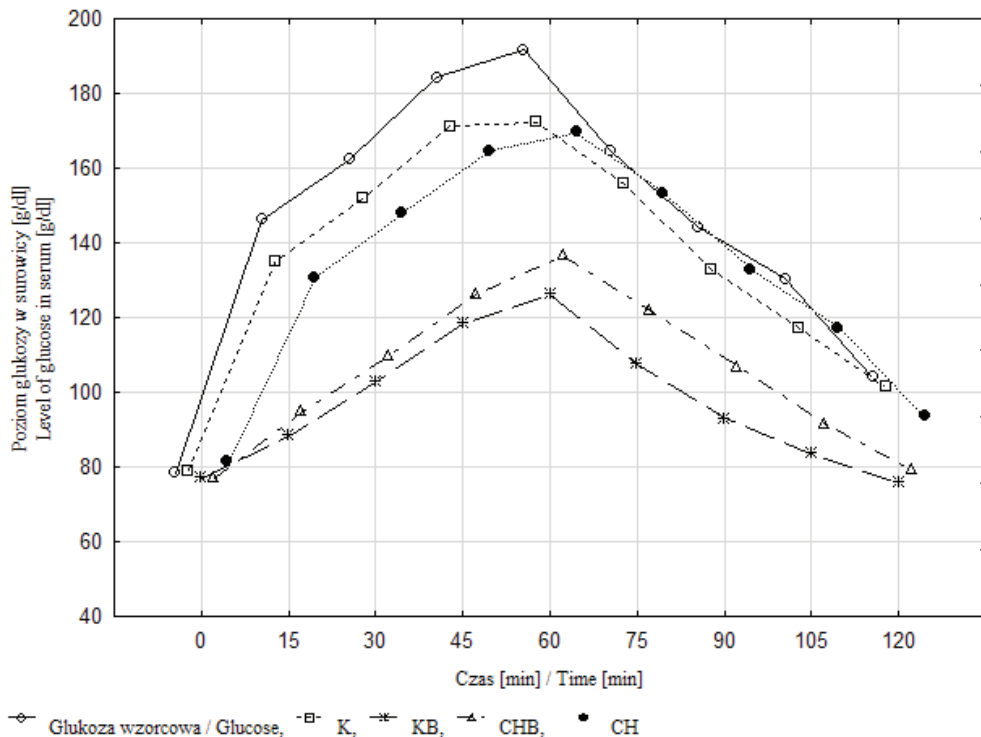
Głównym źródłem błonnika pokarmowego w codziennej diecie człowieka są produkty zbożowe, owoce i warzywa oraz rośliny strączkowe [8, 13]. Do surowców bogatych w błonnik pokarmowy należą również grzyby, jednak danych na temat zawartości włókna pokarmowego i jego frakcji w boczniaku ostrogowatym jest niewiele. Manzi i wsp. [18] podają, że w gotowanych grzybach *Pleurotus ostreatus* błonnika pokarmowego ogółem jest 17,5 g/100 g, przy czym 4,2 % stanowią β-glukany. Augustin i wsp. [2] oraz Vetter [29] twierdzą, że ściany komórkowe grzybów zawierają w dużych ilościach polisacharydy, takie jak chityna, która w suszonych grzybach stanowi 80 %. Ponadto jest w nich zawarta celuloza, hemicelulozy, mannany oraz β- i α-glukany. Znajdujące się w grzybach wyższych β-glukany mogą występować zarówno w rozpuszczalnej, jak i nierozpuszczalnej frakcji błonnika. W zależności od odmiany, boczniak ostrogowaty zawiera od 27 do 38 % frakcji rozpuszczalnych glukanów [2, 25]. Vetter [29] wykazał, że grzyby *Pleurotus ostreatus* są dobrym źródłem chityny, której ilość w suchej masie grzyba wynosi od 2,16 % w kapeluszu do 3,31 % w trzonie. Jej zawartość w boczniaku ostrogowatym zależy od sposobu uprawy, miejsca wzrostu grzyba oraz jego obróbki [18]. Istnieje wiele publikacji potwierdzających pozytywną biologiczną rolę chityny i chitozanu w organizmie człowieka [27, 29]. Jun i wsp. [12] oraz Synytsya i wsp. [27] wykazali, że korzystna fizjologiczna rola grzybów w organi-



zmie człowieka jest związana z wzajemnym skojarzonym współdziałaniem wszystkich komponentów błonnika, rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych glukanów oraz chityny i chitozanu.

Na podstawie wyników badań własnych można stwierdzić, że produkty z dodatkiem boczniaka ostrygowatego zawierają dużo błonnika pokarmowego. Dodatek suszu grzybowego do produktów zbożowych podwyższa ilość frakcji błonnika rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego oraz ilość celulozy w gotowym produkcie. Zwiększony udział błonnika pokarmowego w produktach zbożowych jest korzystny, gdyż aktualnie obserwuje się niedobory tego składnika w diecie Polaków. Dodatkowo, wysoki udział błonnika pokarmowego w produkcie spożywczym znacznie zmniejsza jego indeks glikemiczny (IG) i ładunek glikemiczny (ŁG). Obliczony indeks glikemiczny produktów z dodatkiem suszu boczniaka ostrygowatego wynosił 74 % w przypadku chleba i 69 % w przypadku krakersów (rys. 1). Były to wartości znacznie niższe w stosunku do produktów bez dodatku suszu (chleb – 92 %, krakersy – 93 %). Produkty miały również niższy ładunek glikemiczny (chleb – 39, krakersy – 35) w stosunku do produktów bez dodatku (chleb – 48, krakersy – 47). Brand-Miller i wsp. [5] uważają, że frakcje błonnika rozpuszczalnego w wodzie opóźniają opróżnianie żołądka. W przewodzie pokarmowym tworzą żele stanowiące barierę fizyczną i zwalniają działanie enzymów trawiennych. Frakcje błonnika nierozpuszczalnego w wodzie (głównie celuloza i lignina) wpływają w niewielkim stopniu na opróżnianie żołądka, nie wpływają natomiast na trawienie i wchłanianie węglowodanów. Szybka absorpcja węglowodanów pochodzących z produktów o wysokim IG i ŁG prowadzi do zwiększenia stężenia insuliny w stosunku do glukagonu we krwi, tworząc silny anaboliczny bodziec, który nasila magazynowanie składników energetycznych, stymuluje glikogenezę i lipogenezę (pobudzając syntezę triacylogliceroli i produkcję VLDL), a hamuje glukoneogenezę i lipolizę. Produkty o niskim IG dłużej stymulują receptory w przewodzie pokarmowym, co przedłuża sprzężenie zwrotne związane ze stymulacją wydzielania cholecystokininy oraz peptydu glukagonopodobnego 1 (ang. *glukagon like peptyd 1* – GLP-1) oraz pobudzanie w mózgu ośrodka sytości [7]. Wykazano, że im niższy jest indeks i ładunek glikemiczny, tym mniejsze ryzyko rozwoju cukrzycy typu 2, lepsze wyrównanie metaboliczne oraz niższe ryzyko chorób układu sercowo-naczyniowego [5, 17, 24].

Przedstawione wyniki badań wskazują, że produkty zbożowe z dodatkiem suszu boczniaka ostrygowatego mogą być cennym urozmaiceniem tradycyjnej diety. Ze względu na wysoką zawartość błonnika pokarmowego oraz obniżony indeks i ładunek glikemiczny mogą mieć zastosowanie praktyczne w prewencji i terapii zaburzeń metabolicznych.



Objaśnienia jak pod tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1

Rys. 1. Indeks glikemiczny krakersów i chleba pszennego oraz produktów modelowych z 10-procentowym dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego w porównaniu z glukozą.

Fig. 1. Glycemic index of crackers and wheat bread as well as of model products with 10 % of dried (*Pleurotus ostreatus*) mushroom added compared with glucose.

## Wnioski

1. Dodatek suszu bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) w ilości 10 % do krakersów kukurydzianych oraz do chleba pszennego wpłynął na zwiększenie ich wartości odżywczej – istotnie wzrosła zawartość białka i związków mineralnych w postaci popiołu w produktach modelowych.
2. Produkty z 10-procentowym dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego zawierały więcej frakcji błonnika rozpuszczalnego, nierozpuszczalnego i celulozy w porównaniu z wyrobami bez tego dodatku.
3. Krakery kukurydziane i chleb pszenne z 10-procentowym dodatkiem suszu bocznika ostrygowatego charakteryzowały się niższym indeksem i ładunkiem glikemicznym w stosunku do produktów niewzbogaconych.



*Praca badawcza częściowo finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu nr NCN 2011/01/B/NZ9/00130.*

## Literatura

- [1] Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **4**, 476-482.
- [2] Augustín J., Jaworska G., Dandár A., Cejpek K.: Bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*) jako źródło  $\beta$ -d-glukanów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2007, **6 (55)**, 170-176.
- [3] Bernaś E., Jaworska G., Lisiewska Z.: Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2006, **5**, 5-20.
- [4] Biel W., Maciorowski R.: Ocena wartości odżywczej ziarna wybranych odmian pszenicy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **2 (81)**, 45-55.
- [5] Brand-Miller J.C., Holt S.H., Pawlak D.B., McMillan J.: Glycemic index and obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **76 (Suppl)**, 281-285.
- [6] Chang S.T., Miles P.G.: *Edible mushrooms and their cultivation*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1989.
- [7] Dolna A., Ciok J.: Indeks glikemiczny a otyłość. *Pol. Arch. Med. Wew.*, 2005, **114**, 1111-1117.
- [8] Filipiak-Florkiewicz A., Florkiewicz A., Cieślak E., Walczycka M., Kapusta-Duch J., Leszczyńska T.: Influence of hydrothermal treatment on dietary fiber and phenolic compounds content as well as antioxidative activity of legumes seeds. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2012, **11 (4)**, 355-362.
- [9] Gajdošová A., Hozová, B., Šturdík, E.: Preventive medical and therapeutic properties of beta-glucans. *Lek. Obor.*, 2006, **55**, 1-10.
- [10] Guillamon E., Garcia-Lafuente A., Lozano M., D'Arrigo M., Moro C., Rostagno M.A., Villares A., Martinez J.A.: Edible mushrooms, Role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 2010, **81**, 715-723.
- [11] Jonathan S.G., Okon C.B., Oyelakin A.O., Oluranti O.O.: Nutritional values of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) [Jacq. Fr.] Kumm. cultivated on different agricultural waste. *Nature and Science* 2012, **10 (9)**, 186-191.
- [12] Jun Y.I., Ti-Qiang C., Jin-Zhong W.O.: Studies on dietary fiber in mushrooms. *J. Fungal Res.*, 2006, **4 (2)**, 49-53.
- [13] Komolka P., Górecka D., Dziedzic K.: The effect of thermal processing of cruciferous vegetables on their content of dietary fiber and its fractions. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2012, **11 (4)**, 347-354.
- [14] Krelowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów spożywczych*. Wyd. PWE, Warszawa 1993, ss. 34-36.
- [15] Lasota W., Florczak J.: Porównanie składu chemicznego i wartości odżywczej grzybów uprawowych: pieczarki dwuzarodnikowej, bocznika ostrygowatego, twardziaka jadalnego i ucha bżowego. *Probl. Hig.*, 1996, **53**, 51-56.
- [16] Lin H.C., Chen C.C.: Properties of several medicinal mushrooms. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50 (21)**, 6072-6077.
- [17] Ma Y., Li Y., Chiriboga D., Olendzki B., Hebert J.R., Li W., Leung K., Hafner A.R., Ockene I.S.: Association between carbohydrate intake and serum lipids. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2006, **25 (2)**, 155-163.
- [18] Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chem.*, 2004, **84, 2**, 201-206.

- [19] Mattila P., Salo-Vaananen P., Könkö K., Aro H., Jalava T.: Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *J. Agric. Food. Chem.*, 2002, **50**, 6419-6422.
- [20] PN-ISO 1928:2002. Paliwa stałe. Oznaczanie ciepła spalania metodą spalania w bombie kalorymetrycznej i obliczanie wartości opałowej.
- [21] Reguła J., Siwulski M.: Dried shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms as a good source of nutrient. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2007, **6** (4), 135-142.
- [22] Reguła J.: Wartość odżywcza i ocena organoleptyczna ciastek wzbogaconych w susz grzybowy shiitake *Lentinula edodes*. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **4** (65), 79-85.
- [23] Rop O., Mlcek J., Jurikova T.: Beta-glucans in higher fungi and their health effect. *Nutr. Rev.*, 2009, **67** (11), 624-631.
- [24] Salmerón J., Ascherio A., Rimm E.B., Colditz G.A., Spiegelman D., Jenkins D.J., Stampfer M.J., Wing A.L., Willett W.C.: Dietary fiber, glycaemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care.*, 1997, **20**, 545-550.
- [25] Stachowiak B., Reguła J.: Health-promoting potential of edible macromycetes under special consideration of polysaccharides: a review. *Eur. Food Res. Technol.*, 2012, **234**, 3, 369-380.
- [26] Stamets P.: *Growing Gourmet and medicinal mushrooms*. Ten Speed Press, Berkeley, California, USA, 2000.
- [27] Synytsya A., Mičková K., Jablonský I., Sluková M., Čopíková J.: Mushrooms of genus *Pleurotus* as a source of dietary fibres and glucans for food supplements. *Czech J. Food Sci.*, 2008, **26**, 6, 441-446.
- [28] Van Soest P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. *JAOAC.*, 1963, **46**, 5, 825-835.
- [29] Vetter J.: Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Food Chem.*, 2007, **102**, 6-9.
- [30] Winiarska-Mieczan A., Kwiecień M.: Evaluation of the mineral composition of breadstuff and frequency its consumption. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2011, **10** (4), 487-495.

## NUTRITIONAL VALUE AND GLYCEMIC INDEX OF CEREAL PRODUCTS WITH DRIED OYSTER MUSHROOM (*PLEUROTUS OSTREATUS*) ADDED

### S u m m a r y

Dried oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) is a raw material used, to a very limited extent, as an additive to food products. The objective of the study was to determine the effect of dried oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) added on nutritional value and glycemic index of crackers and bread. The research material consisted of corn crackers and wheat bread baked in a laboratory. The content of protein, fat, dry mass and mineral compounds in the form of ash were determined using standard analytical methods. The content of fibre fractions was determined according to a Van Soest method. The glycemic index (GI) was determined as a percent growth rate of glucose concentration in the blood of people examined after they have eaten particular food products compared to the growth thereof after consumption of glucose.

Based on the experiments conducted, it was found that the dried oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* added to crackers and bread enhanced their nutritive value. In those products, there were determined higher contents of protein, insoluble and soluble dietary fibre, and cellulose. The products with the oyster mushroom added were characterized by a lower glycemic index compared to the products without this additive.

**Key words:** cereal products, oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), bread, nutritional value, glycemic index ☒