

# Wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych rodzajów wafli zbożowych oraz pieczywa chrupkiego

## Values of glycemic index and glycemic load in selected types of grain wafers and crisp bread

EWA BATOR, JOLANTA MIKOŁAJCZAK, EWA PIOTROWSKA, DANUTA FIGURSKA-CIURA, DAGMARA ORZEŁ,  
JOANNA WYKA, JADWIGA BIERNAT, MONIKA BRONKOWSKA

Katedra Żywności Człowieka, Wydział Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Wprowadzenie.** Produkty zbożowe są głównym źródłem węglowodanów w diecie człowieka i cechują się stosunkowo wysoką wartością energetyczną. Dostarczenie do organizmu węglowodanów zawartych w produktach i posiłkach powoduje wzrost stężenia glukozy we krwi, co jest określane jako „efekt glikemiczny”.

**Cel badań.** Wyznaczenie indeksów glikemicznych (IG) i obliczenie wartości ładunków glikemicznych (ŁG) wybranych rodzajów wafli zbożowych („ryżowe naturalne”, „ryżowe z popcornem”, „müsli z algami morskimi, bananem i kokosem”, „7 ziaren z dzikim ryżem”) oraz pieczywa chrupkiego („pszenne pieczywo lekkie”, „pieczywo chrupkie sport”, „pieczywo chrupkie wieloziałiste”, „pieczywo chrupkie z sezamem”).

**Materiał i metoda.** W badaniu wzięło udział 49 kobiet w wieku średnio  $23,9 \pm 3,2$  lat i wskaźniku BMI średnio  $21,6 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>. Produktem referencyjnym był roztwór wodny (250 ml) 50 g glukozy. Badane produkty podawano w ilości dostarczającej 50 g przyswajalnych węglowodanów. Prowadzono dwugodzinną obserwację stężenia glukozy we krwi, pobierając uczestnikom badań – ochotnikom krew włośniczkową z opuszka palca: na czczo i po upływie 15, 30, 45, 60, 90 i 120 minut po rozpoczęciu spożywania posiłku.

**Wyniki.** Wartości indeksów glikemicznych badanych wafli zbożowych mieściły się w zakresie od 59 do 83, a pieczywa chrupkiego od 53 do 87.

**Wnioski.** Badane produkty zakwalifikowano do grupy o niskim, średnim i wysokim IG.

**Słowa kluczowe:** indeks glikemiczny, ładunek glikemiczny, pieczywo chrupkie, wafle zbożowe, węglowodany

**Introduction.** Grain products are the main source of carbohydrates in the human diet and are characterized by a relatively high energy value. Providing the body with carbohydrates contained in food products raises blood glucose, which is referred to as “the glycemic effect”.

**Aim.** To determine glycemic index values (GI) and calculate glycemic load values (GL) of selected types of grain wafers (“natural rice”, “popcorn rice”, “muesli with sea algae, banana and coconut”, “seven grain and wild rice”) and crisp bread (“light wheat bread”, “crisp bread sport”, “multigrain crisp bread”, “crisp bread with sesame seeds”).

**Material & Method.** 49 young, healthy women participated in the study. The average age of the participants was between  $23.9 \pm 3.2$  years and mean BMI  $21.6 \pm 2.7$  kg/m<sup>2</sup>. The reference product was an aqueous solution (250 ml) of 50 g of glucose. The test products were administered in the amount providing 50 grams of digestible carbohydrates. A two-hour observation of blood glucose was conducted by testing the participants’ capillary blood from a finger: before consumption and after 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after starting a meal.

**Results.** Glycemic index values of the tested grain wafers ranged from 59 to 83, and crisp bread from 53 to 87.

**Conclusions.** The tested products were classified into groups with low, medium and high GI.

**Key words:** glycemic index, glycemic load, crisp bread, grain wafers, carbohydrates

© Probl Hig Epidemiol 2014, 95(4): 941-947

www.phie.pl

Nadesłano: 03.10.2014

Zakwalifikowano do druku: 15.11.2014

Adres do korespondencji / Address for correspondence

mgr inż. Ewa Bator  
Katedra Żywności Człowieka, Wydział Nauk o Żywności  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław  
tel. 667 331 670, e-mail: ewa.bator@gmail.com

### Wykaz skrótów

IG – *Glycemic Index*, indeks glikemiczny  
ŁG – *Glycemic Load*, ładunek glikemiczny  
BMI – *Body Mass Index*, wskaźnik masy ciała

### Wstęp

Produkty zbożowe są głównym źródłem węglowodanów w diecie człowieka i cechują się stosunkowo

wysoką wartością energetyczną: 250-350 kcal/100 g [1]. Dostarczanie do organizmu węglowodanów zawartych w produktach i posiłkach powoduje wzrost stężenia glukozy we krwi, co jest określane jako „efekt glikemiczny”.

Po upływie 20-30 minut od spożycia pokarmu stężenie glukozy osiąga maksimum, następnie obniża się stopniowo i po około 2 godzinach wraca do poziomu na czczo.

Wskaźnikiem, który służy do klasyfikacji produktów węglowodanowych pod względem intensywności wpływu na wzrost stężenia glukozy we krwi po ich spożyciu, jest indeks glikemiczny (IG). IG porównuje pola powierzchni pod krzywymi wzrostu poziomu glukozy we krwi w ciągu dwóch godzin po spożyciu określonego produktu w ilości dostarczającej 50 g przyswajalnych węglowodanów oraz równoważnej ilości czystej glukozy, dla której przyjęto wartość indeksu glikemicznego równą 100 [2].

Wartość indeksu glikemicznego wskazuje tylko na to, jak szybko węglowodany przyswajalne są rozkładane do glukozy i wchłaniane, ale nie informuje o ich ilości w produkcie. Wskaźnikiem, który uwzględnia zarówno indeks glikemiczny, jak i zawartość węglowodanów w produktach i posiłkach jest ładunek glikemiczny (ŁG). Przydatność ładunku glikemicznego produktów w planowaniu diety opiera się na założeniu, że produkty o wysokim IG, spożywane w małych ilościach, mają taki sam wpływ na wydzielanie insuliny do krwi, jak produkty o niskim IG spożywane w dużych ilościach [3]. Wzrost zainteresowania indeksem i ładunkiem glikemicznym produktów spożywczych nastąpił w wyniku powiązania tych wskaźników z chorobami przewlekłymi, w tym cukrzycą, chorobami układu krążenia, nowotworami, nadwagą i otyłością [4]. Pojawiały się liczne sugestie mówiące o tym, że produkty spożywcze charakteryzujące się wysokim indeksem glikemicznym są szkodliwe dla zdrowia oraz że konsumenci powinni być informowani o wartościach IG produktów, które wywierają negatywny wpływ na przemianę glukozy [5].

Przyjęto, że indeks glikemiczny produktów spożywczych poniżej 55 jest niski, a średni w zakresie od 56 do 69. Za wysoki uznaje się IG powyżej 70.

Wartość indeksu glikemicznego jest zależna od wielu czynników, m.in. od: ilości i rodzaju węglowodanów, stosunku frakcji amylozy do amylopektyny w skrobi, fizycznej struktury produktu, zawartości białka, tłuszczu i błonnika w produkcie, stopnia dojrzałości warzyw i owoców, zawartości kwasów organicznych w żywności, obróbki termicznej, stopnia przetworzenia żywności [6-9]. Zależy on także od wielu czynników fizyko-chemicznych żywności oraz od indywidualnej zdolności trawiennej poszczególnych osób, dlatego IG nie powinien być jedynym kryterium oceny wartości odżywczej produktów spożywczych [10].

## Cel badań

Wyznaczenie indeksów glikemicznych (IG) i obliczenie wartości ładunków glikemicznych (ŁG) wybranych rodzajów wafli zbożowych („ryżowe naturalne”, „ryżowe z popcornem”, „müsli z algami morskimi, bananem i kokosem”, „7 ziaren z dzikim ryżem”) oraz pieczywa chrupkiego („pszenne pieczywo lek-

kie”, „pieczywo chrupkie sport”, „pieczywo chrupkie wieloziarniste”, „pieczywo chrupkie z sezamem”).

## Materiał i metody

Badania wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych rodzajów wafli ryżowych i pieczywa chrupkiego przeprowadzono według wytycznych „Glycemic index methodology”, które zostały opublikowane w *Nutrition Research Reviews* w 2005 r. [11].

## Charakterystyka badanych osób

W badaniu wzięło udział 49 zdrowych kobiet, w wieku od 22 do 39 lat – studentek lub pracownic Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Średni wskaźnik masy ciała (BMI) uczestniczek wynosił 21,6 kg/m<sup>2</sup>, średni wiek – 23,9 lat. Uczestnicy badań zgłosili się do nich dobrowolnie po przedstawieniu prezentacji na temat celu, warunków i przebiegu doświadczenia i wyrazili pisemną zgodę na udział w nich. Osoby, które zostały zakwalifikowane, musiały spełniać następujące warunki:

- wiek 18-40 lat,
- niepalenie papierosów,
- dobry stan zdrowia;
- nieprzyjmowanie żadnych leków,
- niestosowanie specjalnych diet i preferowanie zróżnicowanych racji pokarmowych,
- umiarkowana aktywność fizyczna (nie uprawiający wyczynowo sportu),
- zachowanie 10-godzinnej nocnego postu przed badaniami.

## Charakterystyka badanych potraw

Indeks i ładunek glikemiczny wyznaczono dla czterech rodzajów wafli ryżowych („wafle ryżowe naturalne”, „wafle ryżowe z popcornem”, „wafle ryżowe müsli z algami, bananem i kokosem”, „wafle ryżowe 7 ziaren z dzikim ryżem”) oraz trzech rodzajów pieczywa chrupkiego („pieczywo chrupkie wasa sport”, „pieczywo pszenne lekkie wasa”, „pieczywo chrupkie wieloziarniste wasa”, „pieczywo chrupkie z sezamem wasa”). Wielkość serwowanych porcji oraz zawartość podstawowych składników odżywczych, podaną przez producenta, przedstawiono w tab. I. Porcje badanych potraw zawierały 50 g przyswajalnych węglowodanów. Ilość węglowodanów przyswajalnych obliczono odejmując od całkowitej zawartości węglowodanów w danym produkcie zawartą w niej ilość błonnika pokarmowego.

Wszystkie produkty odważano w miejscu prowadzenia doświadczenia, tego samego dnia i podawano w jednakowych, białych naczyniach. Przygotowanie produktu referencyjnego polegało na rozpuszczeniu krystalicznej glukozy w 250 ml ciepłej przegotowanej wody tuż przed podaniem.

Tabela I. Skład badanych produktów (na 100 gramów produktu) oraz wielkość porcji produktu dostarczająca 50 g przyswajalnych węglowodanów  
Table I. Nutritional composition of test products per 100 gram and the portion sizes providing 50 grams of available carbohydrate

	Wafle ryżowe naturalne /Natural rice cakes	Wafle ryżowe z popcornem /Rice cakes with popcorn	Wafle musli z algami morskimi, bananem i kokosem /Muesli wafers with algae, banana and coconut	Pieczywo chrupkie Wasa Sport /Wasa crispbread sport	Pieczywo pszenne lekkie Wasa /Wasa light wheat bread	Pieczywo chrupkie wieloziarniste Wasa /Wasa crispbread multigrain	Pieczywo chrupkie z sezamem Wasa /Wasa crispbread with sesame	Wafle 7 ziaren z dzikim ryżem /Rice cakes 7 grains of wild rice
Wartość energetyczna /Energy value [kcal/100 g]	391,0	373,0	382,0	305,0	360,0	330,0	340,0	372,0
Białko /Protein [g/100g]	8,6	7,6	7,6	9,0	12,0	12,0	12,0	10,5
Węglowodany przyswajalne /Available carbohydrate [g/100 g]	82,0	74,0	73,0	48,0	66,5	43,0	43,0	77,8
Tłuszcz /Fat [g/100 g]	6,2	4,9	9,6	1,5	2,5	5,5	6,0	4,2
Błonnik pokarmowy /Fibre [g/100 g]	3,0	3,2	3,6	16,0	6,5	16,0	16,0	3,5
Wielkość porcji [g] dostarczającej 50 g przyswajalnych węglowodanów /Test portion size [g] providing 50 g of available carbohydrate	61,0	67,6	68,5	104,2	75,2	116,3	116,3	64,3

### Przebieg doświadczenia

Pomiar stężenia glukozy we krwi po spożyciu roztworu referencyjnego oraz badanych produktów, odbywał się w porannych godzinach, a poprzedzał je 10-godzinny post nocny. Badanym osobom, przed rozpoczęciem konsumpcji, pobierano krew włośniczkową z opuszka palca, przy użyciu automatycznego nakłuwacza Accu-Chek Softclix firmy Roche, a następnie krew pobierano po 15, 30, 45, 60, 90 i 120 minutach od rozpoczęcia konsumpcji wzorcowego roztworu glukozy lub badanego produktu. Po każdym pobraniu kropli krwi mierzono stężenie glukozy we krwi przy użyciu glukometru Accu-Chek Active firmy Roche. Wyniki wpisywano do przygotowanego dla każdego uczestnika arkusza pomiarów. Czas spożycia roztworu referencyjnego wynosi 5-10 minut, natomiast badanych produktów 10-15 minut. „Wafle ryżowe z popcornem” oraz „wafle ryżowe siedem ziaren z dzikim ryżem” spożywane były przez 10 osób, „wafle ryżowe naturalne” oraz „wafle müsli z algami, bananem i kokosem” przez 11 osób, „pieczywo pszenne lekkie wasa” przez 12 osób, natomiast „pieczywo chrupkie wasa sport”, „pieczywo chrupkie wieloziarniste wasa”, „pieczywo chrupkie z sezamem wasa” przez 13 osób.

### Sposób obliczania wartości indeksu i ładunku glikemicznego

Wszystkie wyniki z pomiarów stężenia glukozy we krwi dla każdego uczestnika badania i dla każdego

produktu wprowadzono do arkusza kalkulacyjnego programu Excel 2000. Dla każdego badanego, roztworu glukozy oraz każdego produktu obliczono pole powierzchni pod krzywą glikemiczną. Powstałe pola podzielono na trójkąty i trapezy i obliczono pola powierzchni pod krzywymi. Do obliczeń nie przyjmowano ujemnych wartości pola powierzchni.

Wartości indeksów i ładunków glikemicznych wyznaczono z następujących wzorów:

$$\text{IG badanej potrawy} = \frac{\text{pole powierzchni pod krzywą glikemiczną dla produktu}}{\text{pole powierzchni pod krzywą glikemiczną dla glukozy}} \times 100$$

$$\text{ŁG badanej potrawy} = \frac{W \times \text{IG}}{100}$$

gdzie W – zawartość węglowodanów w danej porcji.

### Wyniki i dyskusja

Na całym świecie przeprowadzono do tej pory wiele badań, których celem było określenie wartości indeksu glikemicznego produktów spożywczych. Uzyskane dane zebrano w postaci międzynarodowej tabeli indeksów i ładunków glikemicznych [12]. W tabeli tej zawarte są przede wszystkim potrawy i produkty typowe dla krajów, w których przeprowadzono badania. Doceniając korzyści, jakie wynikają z kierowania się wartościami indeksów i ładunków glikemicznych przy planowaniu diet w wielu schorzeniach oraz zdając sobie sprawę ze specyficzności zwyczajów żywieniowych Polaków, uzasadnione jest stałe poszerzanie tej bazy o potrawy popularne w naszym społeczeństwie.



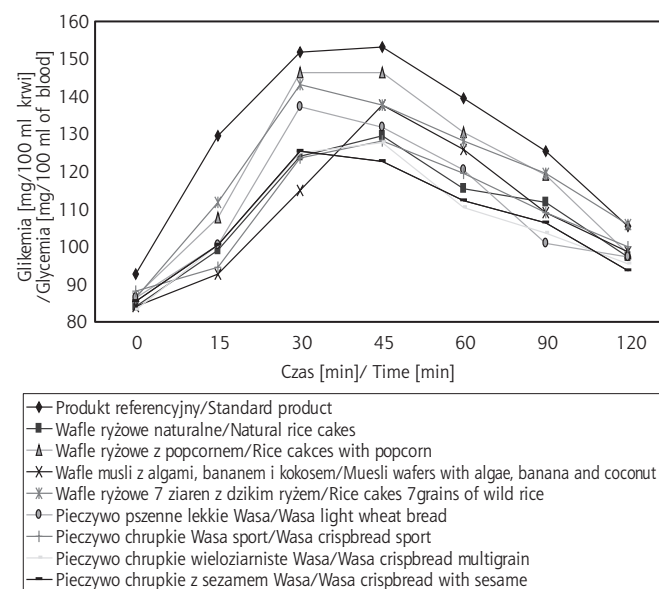
Różnice w odpowiedzi glikemicznej po spożyciu różnych potraw wynikają m.in. z indywidualnego metabolizmu poszczególnych osób, dlatego porównuje się odpowiedź glikemiczną wywołaną spożyciem danego produktu z odpowiedzią glikemiczną spowodowaną spożyciem produktu referencyjnego dla każdej osoby i dzięki temu zmniejsza się indywidualne różnice międzyosobnicze.

W Polsce do tej pory przeprowadzono zaledwie trzy badania oznaczania indeksów glikemicznych produktów spożywczych i potraw. Pierwsze badanie zostało przeprowadzone przez Cioka, Dzieniszewskiego i Langa w 2004 r. [13], a jego celem było oznaczenie indeksu glikemicznego i insulinowego sześciu rodzajów herbatników. Przeprowadzono je z wykorzystaniem uznanej przez FAO/WHO metodologii pomiaru indeksu glikemicznego. W badaniu wzięło udział 12 zdrowych osób, w wieku od 18 do 38 lat. Otrzymano wartości IG od 49 do 68. Drugie polskie badanie miało na celu oznaczenie indeksu glikemicznego wybranych potraw typowych dla kuchni polskiej: naleśników z serem, fasolki po bretońsku, pierogów leniwych, sałatki jarzynowej, marchewki z groszkiem oraz zupy jarzynowej. Zostało przeprowadzone w 2006 r. przez Dolną, Cioka i Szponara [14]. W oznaczaniu IG wyżej wymienionych potraw wzięło udział 14 młodych, zdrowych osób, w średnim wieku 26,5 lat. Najniższym IG spośród badanych potraw cechowały się leniwe pierogi: 12,6, natomiast najwyższym marchewka z groszkiem: 45,7. Kolejne badanie zostało przeprowadzone przez autorów niniejszego artykułu [15]. Celem podjętych badań było oznaczenie wartości IG i ŁG siedmiu rodzajów płatków zbożowych z mlekiem. Badane potrawy, w oparciu o oznaczone IG i ŁG, zaliczono do grupy żywności o niskim (płatki owsiane zwykłe, kuleczki czekoladowe nesquik) i średnim indeksie glikemicznym (płatki owsiane błyskawiczne, corn flakes, müsli tropical, fitness chocolate i cheerios wielozbożowy). Najniższą wartość IG i ŁG uzyskano dla płatków owsianych zwykłych z mlekiem i wynosiły one odpowiednio – 42,5 i 23,4, natomiast najwyższą dla płatków cheerios wielozbożowych z mlekiem – 67,5 i 36,1. Spośród badanych płatków zbożowych z mlekiem w międzynarodowych tabelach zamieszczone są jedynie płatki: corn flakes, müsli oraz owsiane. Z tym, że w przypadku müsli i płatków owsianych nie jest określony ich skład i rodzaj.

Średnie wartości stężenia glukozy, mediany oraz przedziały otrzymanych wyników dla produktu referencyjnego oraz każdego badanego produktu przedstawiono w tabeli II. Po spożyciu referencyjnego roztworu glukozy oraz większości badanych wafli i chlebów chrupkich maksymalne stężenie glukozy we krwi badanych osób występowało po upływie 45 minut od momentu rozpoczęcia konsumpcji. Wyjątek stanowiły „wafle ryżowe siedem ziaren z dzikim ryżem”,

„pieczywo pszenne lekkie” oraz „pieczywo chrupkie z sezamem”, dla których maksymalne stężenie glukozy we krwi zanotowano w 30 minucie badania. Krzywe średniej odpowiedzi glikemicznej po spożyciu referencyjnego roztworu glukozy oraz badanych produktów przedstawiono na rycinie 1. Po spożyciu roztworu 50 g krystalicznej glukozy rozpuszczonej w 250 ml wody oraz „wafli ryżowych naturalnych”, wafli ryżowych z popcornem, z müsli, algami, bananem i kokosem”, „pieczywa chrupkiego Wasa Sport” oraz „pieczywa chrupkiego wielozziarnistego” najwyższe stężenie glukozy zaobserwowano po 45 minutach po podaniu produktu, natomiast w przypadku pozostałych produktów („wafli 7 ziaren z dzikim ryżem”, „pieczywa pszenne Wasa Light”, „pieczywa chrupkiego z sezamem Wasa”) po 30 minutach testu. Średnie stężenie glukozy we krwi po podaniu produktu referencyjnego i badanych produktów zmniejszało się między 45 a 120 minutą od rozpoczęcia konsumpcji.

Najwyższe stężenie glukozy po spożyciu badanych produktów stwierdzono dla „wafli ryżowych z popcornem”. Między 15 a 30 minutą badania stężenie glukozy gwałtownie wzrastało ze 108 do 146 mg/100 ml. Zbliżony wzrost stężenia glukozy zaobserwowano dla „wafli Siedem Ziaren z dzikim ryżem” oraz „pieczywa pszenne lekkie” również między 15 a 30 minutą badania. Znaczne i najbardziej gwałtowne obniżenie stężenia glukozy stwierdzono po spożyciu „pieczywa pszenne lekkie”, od 30 do 90 minuty obniżało się o 37 mg/100 ml. Najłagodniejszy przebieg krzywej glikemicznej obserwowano po spożyciu „pieczywa chrupkiego z sezamem”.



Ryc. 1. Krzywe średniej odpowiedzi glikemicznej po spożyciu glukozy (50 g) oraz badanych produktów

Fig. 1. Blood glucose response curve after consumption of 50 g glucose and of tested products

W tabeli III przedstawiono wartości średnie, mediany oraz przedziały wartości indeksów i ładunków glikemicznych produktów spożywanych przez badane osoby. Wartości IG badanych wafli ryżowych oraz pieczywa chrupkiego mieściły się w przedziale od 53 do 93, co świadczy o tym, że można je zaklasyfikować do produktów o niskim („pieczywo pszenne lekkie” – 53), średnim („wafle ryżowe naturalne” – 59, „pieczywo chrupkie wieloziarniste” – 67, „pieczywo chrupkie z sezamem” – 58) i wysokim indeksie glikemicznym („wafle ryżowe z popcornem” – 93, „wafle ryżowe müsli z algami morskimi, bananem i kokosem” – 72, „wafle ryżowe 7 ziaren z dzikim ryżem” – 83, „pieczywo chrupkie sport” – 87). Najwyższy indeks glikemiczny wykazano dla „wafli ryżowych z popcornem”, a najniższy dla „pieczywa pszenne lekkiego”. Największy rozrzut wyników uzyskano dla „pieczywa

chrupkiego sport” – 36 do 160, „pieczywa chrupkiego z sezamem” – 11 do 121 oraz „pieczywa chrupkiego wieloziarnistego” – 34 do 137.

Średni ładunek glikemiczny badanych produktów mieścił się w zakresie od 25 do 69 (tab. III). Najniższy średni ładunek glikemiczny miało „pieczywo chrupkie z sezamem” – 25 oraz „pieczywo wieloziarniste” – 29. Najwyższy średni ładunek glikemiczny „cechował wafle ryżowe z popcornem” – 69 oraz „wafle siedem ziaren z dzikim ryżem” – 65.

Przy użyciu testu Duncana wykazano, iż między średnimi wartościami ładunku glikemicznego chlebów chrupkich i wafli ryżowych istnieją istotne statystycznie różnice. Nie wykazano różnic istotnych statystycznie między średnimi wartościami indeksu glikemicznego chlebów chrupkich i wafli ryżowych (tab. III). Istotne statystycznie różnice wykazano

Tabela II. Średnie wartości stężenia glukozy [mg/100 ml krwi] oraz wartości średnie pól pod krzywymi glikemicznymi dla produktu referencyjnego i testowanych produktów

Table II. Mean glucose values [mg/100 ml of blood] and mean areas under glycemic curves for reference product and tested products

Rodzaj produktu /Produkt type	Wartości /Values	Czasy pomiarów stężenia glukozy we krwi /Time measurements of blood glucose [min]							Pole powierzchni pod krzywą glikemiczną /Area under the curve $\bar{x} \pm SD [j^2]$
		0	15	30	45	60	90	120	
Glukoza (n=49) /Glucose (n=49)	$\bar{x} \pm SD$	92,9 $\pm$ 6,3	129,7 $\pm$ 18,9	151,9 $\pm$ 20,3	153,3 $\pm$ 23,6	139,4 $\pm$ 22,8	125,3 $\pm$ 16,5	105,5 $\pm$ 16,5	4700 $\pm$ 1377
	mediana	94,0	127,0	151,0	152,0	141,0	124,0	109,0	
	min-max	76,0-106,0	91,0-173,0	110,0-202,0	110,0-216,0	94,0-190,0	95,0-171,0	69,0-134,0	
Wafle ryżowe naturalne (n=11) /Natural rice cakes (n=11)	$\bar{x} \pm SD$	84,3 $\pm$ 9,6	99,2 $\pm$ 10,5	124,3 $\pm$ 16,3	129,7 $\pm$ 17,6	115,4 $\pm$ 15,8	111,8 $\pm$ 16,1	97,5 $\pm$ 12,3	3023 $\pm$ 1019
	mediana	88,0	99,0	124,0	132,0	118,0	112,0	99,0	
	min-max	70,0-101,0	81,0-121,0	94,0-140,0	104,0-162,0	89,0-136,0	90,0-139,0	79,0-115,0	
Wafle ryżowe z popcornem (n=10) /Rice cakes with popcorn (n=10)	$\bar{x} \pm SD$	87,0 $\pm$ 8,8	107,8 $\pm$ 20,5	146,2 $\pm$ 15,0	146,3 $\pm$ 20,6	130,6 $\pm$ 22,9	119,3 $\pm$ 18,3	98,4 $\pm$ 14,9	4211 $\pm$ 1430
	mediana	85,5	105,0	149,0	149,0	132,0	113,0	101,0	
	min-max	76,0-101,0	79,0-140,0	119,0-167,0	113,0-179,0	87,0-168,0	102,0-153,0	79,0-124,0	
Wafle müsli z algami, bananem i kokosem (n=11) /Muesli wafers with algae, banana and coconut (n=11)	$\bar{x} \pm SD$	84,0 $\pm$ 7,7	92,7 $\pm$ 10,0	115,2 $\pm$ 19,4	137,5 $\pm$ 15,9	125,8 $\pm$ 10,6	109,1 $\pm$ 16,7	98,8 $\pm$ 8,5	4544 $\pm$ 1034
	mediana	86,0	91,0	118,0	138,0	123,0	106,0	99,0	
	min-max	66,0-91,0	72,0-110,0	70,0-144,0	108,0-163,0	104,0-145,0	85,0-137,0	86,0-117,0	
Wafle 7 ziaren z dzikim ryżem (n=10) /Rice cakes 7 grains of wild rice (n=10)	$\bar{x} \pm SD$	86,5 $\pm$ 15,2	112,0 $\pm$ 20,3	143,0 $\pm$ 21,3	137,5 $\pm$ 14,5	128,3 $\pm$ 16,7	119,6 $\pm$ 11,9	105,9 $\pm$ 13,4	4198 $\pm$ 992
	mediana	89,5	103,0	134,0	136,5	127,5	121,5	107,0	
	min-max	66,0-109,0	89,0-151,0	125,0-181,0	109,0-158,0	109,0-166,0	105,0-136,0	87,0-122,0	
Pieczywo pszenne lekkie Wasa (n=12) /Wasa light wheat bread (n=12)	$\bar{x} \pm SD$	86,3 $\pm$ 10,7	100,5 $\pm$ 8,5	137,3 $\pm$ 20,3	131,8 $\pm$ 17,9	120,6 $\pm$ 15,7	100,9 $\pm$ 14,3	97,2 $\pm$ 8,6	2827 $\pm$ 1419
	mediana	88,5	101,0	145,5	136,0	119,5	97,5	98,5	
	min-max	68,0-100,0	90,0-120,0	96,0-162,0	99,0-157,0	97,0-151,0	85,0-138,0	84,0-112,0	
Pieczywo chrupkie sport Wasa (n=13) /Wasa crispbread spor	$\bar{x} \pm SD$	88,4 $\pm$ 8,8	94,5 $\pm$ 11,9	123,5 $\pm$ 16,2	128,4 $\pm$ 21,9	119,4 $\pm$ 20,8	109,2 $\pm$ 11,7	100,0 $\pm$ 10,6	3290 $\pm$ 1547
	mediana	87,0	93,0	122,0	124,0	116,0	107,0	104,0	
	min-max	78,0-109,0	77,0-121,0	103,0-160,0	102,0-166,0	92,0-158,0	89,0-135,0	80,0-111,0	
Pieczywo chrupkie wieloziarniste Wasa (n=13) /Wasa crispbread multigrain (n=13)	$\bar{x} \pm SD$	83,2 $\pm$ 12,0	100,3 $\pm$ 19,1	124,9 $\pm$ 22,2	127,5 $\pm$ 18,1	110,5 $\pm$ 11,6	103,5 $\pm$ 9,1	95,5 $\pm$ 7,7	2861 $\pm$ 977
	mediana	84,0	97,0	126,0	123,0	110,0	100,0	97,0	
	min-max	64,0-102,0	73,0-148,0	89,0-171,0	96,0-155,0	89,0-132,0	94,0-117,0	80,0-107,0	
Pieczywo chrupkie z sezamem Wasa (n=13) /Wasa crispbread with sesame (n=13)	$\bar{x} \pm SD$	85,6 $\pm$ 5,3	100,3 $\pm$ 14,3	125,4 $\pm$ 18,3	122,5 $\pm$ 22,8	112,2 $\pm$ 21,3	106,5 $\pm$ 12,6	93,5 $\pm$ 10,0	2743 $\pm$ 1602
	mediana	84,0	95,0	124,0	122,0	109,0	104,0	93,0	
	min-max	77,0-98,0	85,0-129,0	96,0-166,0	84,0-175,0	83,0-156,0	90,0-128,0	76,0-114,0	

Tabela III. Średnie, mediany oraz przedział wartości indeksów i ładunków glikemicznych badanych produktów  
Table III. Mean  $\pm$ SD glycemic index and glycemic load scores, range and median for test foods

Rodzaj produktu (ilość osób) /Product type (number of people)	Indeks glikemiczny /Glycemic index				Ładunek glikemiczny /Glycemic load			
	IG $\pm$ SD GI $\pm$ SD	Min	Max	Mediana /Median	ŁG $\pm$ SD GL $\pm$ SD	Min	Max	Mediana /Median
Wafle ryżowe naturalne (n=11) /Natural rice cakes (n=11)	59 $\pm$ 19 <sup>a</sup>	31	87	61	49 $\pm$ 15 <sup>a</sup>	25	71	50
Wafle ryżowe z popcornem (n=10) /Rice cakes with popcorn (n=10)	93 $\pm$ 29 <sup>a</sup>	53	133	96	69 $\pm$ 22 <sup>a</sup>	39	99	71
Wafle müsli z algami, bananem i kokosem (n=11) /Muesli wafers with algae, banana and coconut (n=11)	72 $\pm$ 17 <sup>a</sup>	53	107	68	53 $\pm$ 13 <sup>a</sup>	38	78	49
Wafle ryżowe 7 ziaren z dzikim ryżem (n=10) /Rice cakes 7grains of wild rice (n=10)	83 $\pm$ 25 <sup>a</sup>	61	142	73	65 $\pm$ 20 <sup>a</sup>	47	110	57
Pieczywo pszenne lekkie wasa (n=12) /Wasa light wheat bread (n=12)	53 $\pm$ 25 <sup>a</sup>	13	98	47	35 $\pm$ 17 <sup>b</sup>	9	65	31
Pieczywo chrupkie wieloziałiste wasa (n=13) /Wasa crispbread multigrain (n=13)	67 $\pm$ 29 <sup>a</sup>	34	137	61	29 $\pm$ 12 <sup>b</sup>	15	59	26
Pieczywo chrupkie z sezamem wasa (n=13) /Wasa crispbread with sesame (n=13)	58 $\pm$ 32 <sup>a</sup>	11	121	47	25 $\pm$ 14 <sup>b</sup>	5	52	20
Pieczywo chrupkie wasa sport (n=13) /Wasa crispbread sport (n=13)	87 $\pm$ 42 <sup>a</sup>	36	160	86	42 $\pm$ 20 <sup>b</sup>	17	77	41

<sup>a, b</sup> – grupy jednorodnie

również między średnimi wartościami indeksów glikemicznych poszczególnych rodzajów chleba chrupkiego (tab. V). Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy IG „pieczywa pszenne lekkiego”, „pieczywa chrupkie z sezamem”, „pieczywa chrupkie wieloziałiste”. Podobnie pomiędzy IG „pieczywa chrupkie wieloziałiste” i „pieczywa chrupkie sport”. Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy ŁG „pieczywa chrupkie z sezamem”, „pieczywa chrupkie wieloziałiste”, „pieczywa pszenne lekkiego”. Podobnie między ŁG „pieczywa chrupkie wieloziałiste”, „pieczywa pszenne lekkiego” i „pieczywa chrupkie sport”. Wykazano również, iż między średnimi wartościami IG i ŁG badanych wafli ryżowych istnieją statystycznie istotne różnice (tab. IV).

Tabela IV. Średnie  $\pm$  SD wartości indeksów i ładunków glikemicznych badanych wafli ryżowych  
Table IV. Mean  $\pm$  SD glycemic index and glycemic load scores for test rice cakes

Rodzaj produktu (ilość osób) /Product type (number of people)	IG $\pm$ SD GI $\pm$ SD	ŁG $\pm$ SD GL $\pm$ SD
Wafle ryżowe naturalne (n=11) /Natural rice cakes (n=11)	59 $\pm$ 19 <sup>b</sup>	49 $\pm$ 15 <sup>c</sup>
Wafle ryżowe z popcornem (n=10) /Rice cakes with popcorn (n=10)	93 $\pm$ 29 <sup>a</sup>	69 $\pm$ 22 <sup>d</sup>
Wafle müsli z algami, bananem i kokosem (n=11) /Muesli wafers with algae, banana and coconut (n=11)	72 $\pm$ 17 <sup>a, b</sup>	53 $\pm$ 13 <sup>c</sup>
Wafle ryżowe 7 ziaren z dzikim ryżem (n=10) /Rice cakes 7grains of wild rice (n=10)	83 $\pm$ 25 <sup>a</sup>	65 $\pm$ 20 <sup>c, d</sup>

<sup>a, b, c, d</sup> – grupy jednorodnie

Tabela V. Średnie  $\pm$  SD wartości indeksów i ładunków glikemicznych badanych chlebów chrupkich  
Table V. Mean  $\pm$  SD glycemic index and glycemic load scores for test crisp breads

Rodzaj produktu (ilość osób) /Product type (number of people)	IG $\pm$ SD GI $\pm$ SD	ŁG $\pm$ SD GL $\pm$ SD
Pieczywo pszenne lekkie wasa (n=12) /Wasa light wheat bread (n=12)	53 $\pm$ 25 <sup>a</sup>	35 $\pm$ 17 <sup>c, d</sup>
Pieczywo chrupkie wieloziałiste wasa (n=13) /Wasa crispbread multigrain (n=13)	67 $\pm$ 29 <sup>a, b</sup>	29 $\pm$ 12 <sup>c, d</sup>
Pieczywo chrupkie z sezamem wasa (n=13) /Wasa crispbread with sesame (n=13)	58 $\pm$ 32 <sup>a</sup>	25 $\pm$ 14 <sup>c</sup>
Pieczywo chrupkie wasa sport (n=13) /Wasa crispbread sport (n=13)	87 $\pm$ 42 <sup>b</sup>	42 $\pm$ 20 <sup>d</sup>

<sup>a, b, c, d</sup> – grupy jednorodnie

## Wnioski

- Indeks glikemiczny badanych produktów spożywczych mieścił się w granicach od 53 do 93, co pozwoliło zaklasyfikować je do grupy produktów o niskim („pieczywo pszenne lekkie”) średnim („wafle ryżowe naturalne”, „pieczywo chrupkie wieloziałiste”, „pieczywo chrupkie z sezamem”) i wysokim indeksie glikemicznym („wafle ryżowe z popcornem”, „wafle ryżowe müsli z algami morskimi, bananem i kokosem”, „wafle ryżowe 7 ziaren z dzikim ryżem”, „pieczywo chrupkie sport”).
- Rodzaj i skład chlebów chrupkich oraz wafli ryżowych istotnie kształtował wartości indeksów glikemicznych.
- W większości ocenianych produktów spożywczych stwierdzono, że im wyższy indeks glikemiczny produktu spożywczego, tym wyższy jego ładunek glikemiczny, jednak nie jest to tendencja stała.

**Piśmiennictwo / References**

1. Cichon R, Wądołowska L. Węglowodany. [w:] Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Tom 1. Gawęcki J, Hryniewiecki L (red). PWN, Warszawa 2011: 155-177.
2. Gawęcki J. Węglowodany jako składnik pożywienia. [w:] Współczesna wiedza o węglowodanach. Gawęcki J (red). AR, Poznań 1998: 7-20.
3. Bell SJ, Sears B. Low-glycemic-load diets: Impact on obesity and chronic diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2003, 43(4): 357-377.
4. Wang HW, Yang YX, Zhang YE, et al. Acceptance of knowledge to food glycemic index and dietary adjustment in diabetic patients. *J Clin Rehabil Tissue Eng Res* 2007, 11(52): 10701-10703.
5. Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002, 76: 290-298.
6. Pelkman CL. Effects of the glycemic index of foods on serum concentrations of high-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. *Curr Atheroscler Rep* 2001, 3: 456-461.
7. Bjorck I, Elmstahl HL. The glycaemic index: importance as dietary fibre and other food properties. *Proc Nutr Soc* 2003, 62: 201-206.
8. Govindji A. The role of carbohydrates in a healthy diet. *Nurs Stand* 2006, 21(3): 56-64.
9. Torkos S, Preuss H. Indeks glikemiczny najlepsza ochrona przed otyłością, cukrzycą i chorobami serca. Bauer-Weltbild Media, Warszawa 2008.
10. Tatoń J, Czech A, Bernas M. Diabetologia kliniczna. PZWL, Warszawa 2008.
11. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, et al. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev* 2005, 18: 145-171.
12. Foster-Powell K, Holt S, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002, 76: 5-56.
13. Ciok J, Dzieniszewski J, Lang V. Oznaczenie indeksu glikemicznego i insulinowego sześciu produktów pochodzenia zbożowego. *Żyw Człow Metabol* 2004, 31(1): 63-77.
14. Dolna A, Ciok J, Szponar L. Oznaczenie indeksu glikemicznego wybranych potraw typowych dla kuchni polskiej. *Żyw Człow Metabol* 2006, 33(3): 199-211.
15. Mikołajczak J, Bator E, Bronkowska M i wsp. Wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych płatków zbożowych spożywanych z mlekiem. *Rocz PZH* 2012, 63(4): 433-440.