

WARTOŚCI INDEKSÓW I ŁADUNKÓW GLIKEMICZNYCH WYBRANYCH PŁATKÓW ZBOŻOWYCH SPOŻYWANYCH Z MLEKIEM

THE VALUE OF GLYCEMIC INDEX AND GLYCEMIC LOAD FROM SELECTED CORN FLAKES EATEN WITH MILK

Jolanta Mikołajczak, Ewa Bator, Monika Bronkowska, Ewa Piotrowska, Dagmara Orzeł, Joanna Wyka, Jadwiga Biernat

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

Słowa kluczowe: indeks glikemiczny, ładunek glikemiczny, płatki zbożowe, zupy mleczne, węglowodany
Key words: glyceemic index, glyceemic load, corn flakes, milk soup, carbohydrates

STRESZCZENIE

Wprowadzenie. Węglowodany spożywane wraz z codzienną dietą są przyczyną występowania wahań w stężeniu glukozy we krwi, określanych jako efekt glikemiczny. Zawartość glukozy we krwi wzrasta po spożyciu każdego posiłku i zazwyczaj osiąga maksimum po upływie 20-30 minut od spożycia pokarmu, a następnie stopniowo obniża się, aby po 1-2 godzinach powrócić do stężenia na czczo. Schemat ten jednak wykazuje pewne indywidualne zróżnicowanie. Znajomość wartości IG wraz z informacją o ich składzie i zawartości składników pokarmowych jest ważna w aspekcie poznania wpływu węglowodanów na stan zdrowia.

Cel badań. Wyznaczenie indeksów glikemicznych (IG) i obliczenie wartości ładunków glikemicznych (ŁG) płatków zbożowych spożywanych z mlekiem (kuleczki czekoladowe nesquik, cheerios wielozbożowy, musli tropical, płatki fitness chocolate, płatki owsiane zwykle i owsiane błyskawiczne, płatki corn flakes) oraz zbadanie zależności wartości IG od płci.

Material i metoda. W badaniu brało udział 67 zdrowych ochotników: 42 kobiety i 25 mężczyzn. Średni wiek uczestników wynosił $23,1 \pm 1,0$ lat, średni wskaźnik BMI - $22,4 \pm 3,1$ kg/m². Płatki zbożowe z mlekiem podawane były w ilości dostarczającej 50 g przyswajalnych węglowodanów. Produkt referencyjny stanowił roztwór wodny (250 ml), zawierający 50 g glukozy. W godzinach rannych 7-krotnie pobierano uczestnikom krew włośniczkową z opuszka palca: na czczo oraz po upływie 15, 30, 45, 60, 90 i 120 minut po rozpoczęciu spożywania posiłku.

Wyniki. Dla ogółu badanych osób wyznaczono średnie wartości indeksów i ładunków glikemicznych zup mlecznych, które wynosiły odpowiednio: 48,6 i 25,5 – z kuleczkami czekoladowymi nesquik, 67,5 i 36,1 – z płatkami cheerios wielozbożowymi, 58,8 i 31,9 – z musli tropical, 66,7 i 34,9 – z płatkami fitness chocolate, 42,5 i 23,4 - z płatkami owsianymi zwykłymi, 54,0 i 29,5 - z płatkami owsianymi błyskawicznymi oraz 54,4 i 27,9 – z płatkami corn flakes.

Wnioski. Uzyskane wyniki pozwoliły zakwalifikować posiłki do grupy o niskim i średnim IG. Wykazano istotną statystycznie korelację wartości indeksu glikemicznego i płci badanych.

ABSTRACT

Background. Carbohydrates consumed with the daily diet are the cause of fluctuations in the concentrations of glucose in the blood, known as the glyceemic effect. Glucose content in blood after eating any meal, and usually reaches its maximum after 20-30 min after ingestion of food and then gradually decreases to 1-2 hours to return to fasting levels. Knowing the GI along with information on their composition and nutrient content is important in terms of knowing the effect of carbohydrates on health.

Objective. The glyceemic indexes (GI) and the calculate values of the glyceemic loads (GL) of the corn flakes eaten with milk (nesquik chocolate balls, cheerios, muesli tropical, fitness chocolate, oatmeal and instant flakes, corn flakes) were investigated. The relationship between IG and sex was calculated and examined.

Material and method. 67 young, healthy volunteers: 42 women and 25 men participated in the study. The average age of the participants was between 23.1 ± 1.0 years, mean BMI- 22.4 ± 3.1 kg/m². Cereal with milk were given in 50 grams of digestible carbohydrates. The reference product was a solution in water (250 ml) containing 50 g glucose. In the morning, 7 times the blood was callected – on an empty stomach and 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after eating.

Adres do korespondencji: Ewa Bator, Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41, tel. +48 22 667-331-670, e-mail: ewa.bator@gmail.com

Results. An average value GI and GL were calculated (for women and men), which were respectively: 48,6 and 25,5 – the milk soup with nesquik chocolate balls, 67,5 and 36,1 – the milk soup with cheerios, 58,8 and 31,9 – the milk soup with muesli tropical, 66,7 and 34,9 – the milk soup with fitness chocolate, 42,5 and 23,4 – the milk soup with oatmeal flakes, 54,0 and 29,5 – the milk soup with oatmeal instant flakes, 54,4 i 27,9 – the milk soup with corn flakes.

Conclusions. The results allowed the meal for the meals of low and medium GI. Showed statistically significant correlation between the glycemic index and gender of respondents.

WSTĘP

Spożycie węglowodanów zawartych w pożywieniu powoduje tzw. efekt glikemiczny, czyli wzrost stężenia glukozy we krwi. Wprowadzając pojęcie indeksu glikemicznego podzielono produkty spożywcze na grupy z uwzględnieniem ich wpływu na stężenie glukozy we krwi [13]. Wzrost zainteresowania wartościami indeksów i ładunków glikemicznych wynika z informacji, jakie przekazują o wpływie żywności na glikemię poposiłkową, insulinemię, wartości wskaźników lipidowych i kontrolę masy ciała. Parametry te są istotne w patogenezie cukrzycy, chorób układu krążenia, nadwagi, otyłości, zespołu metabolicznego, a także chorób nowotworowych [5, 10, 12, 15]. Wykazano korzystny wpływ na zdrowie spożywanych produktów o niskim indeksie glikemicznym. Znajomość wartości IG produktów i potraw umożliwia wybór żywności stymulującej wydzielanie insuliny i rezygnację z tej, która sprzyja oporności komórek na ten hormon [17, 18]. Organizacje FAO/WHO zalecają oznaczanie IG w tabeli informacji żywieniowej produktów żywnościowych [16]. Wartości IG produktów i potraw zależą od wielu czynników, m.in. od ilości i rodzaju węglowodanów, formy skrobi (proporcja amylozy do amylopektyny), zawartości białka, tłuszczów, kwasów organicznych w produkcie, dojrzałości owoców i warzyw, fizycznej struktury produktu, stopnia przetworzenia i obróbki termicznej. Glikemia poposiłkowa jest zależna także od warunków spożywania posiłku: pory dnia, szybkości spożywania posiłku, składu posiłku spożytego poprzednio oraz procesu trawienia [1, 14]. Metabolizm glukozy nie przebiega u wszystkich osób w sposób jednakowy. Jest on zależny od różnic wynikających z budowy i składu ciała, stopnia insulinooporności oraz bilansu energetycznego u kobiet i mężczyzn, co wpływa na przemiany metaboliczne glukozy oraz gospodarkę hormonalną. Niższa aktywność fizyczna kobiet, jest przyczyną słabszego niż u mężczyzn działania insuliny w ich organizmach [11].

Płatki zbożowe z mlekiem są posiłkiem często spożywanym przez ludzi w różnym wieku, są popularne wśród dzieci i młodzieży, ale także dobrze tolerowane przez osoby starsze i chore. Są posiłkiem stosowanym w punktach żywienia zbiorowego m.in. w szpitalach. Znajomość wartości IG wraz z informacją o ich składzie i zawartości składników pokarmowych jest ważne w aspekcie poznania wpływu węglowodanów na stan

zdrowia. Wyznaczono wartości indeksów glikemicznych około 800 produktów i potraw, które zestawiono w międzynarodowej tabeli [9]. Produkty te charakteryzują się składem recepturowym typowym dla kraju, w którym przeprowadzono badania. Uzasadnione jest więc poszerzenie bazy o potrawy popularne w żywieniu polskiego społeczeństwa. W Polsce przeprowadzono zaledwie dwa badania, których celem było wyznaczenie IG sześciu rodzajów herbatników [7] oraz wybranych potraw typowych dla polskiej kuchni: naleśników z serem, fasolki po bretońsku, pierogów leniwych, sałatki jarzynowej, marchewki z groszkiem i zupy jarzynowej [8]. Spośród potraw, badanych w niniejszej pracy, w międzynarodowych tabelach zamieszczone są jedynie płatki owsiane, corn flakes i musli z mlekiem, nie określono jednak ich składu i rodzaju.

Celem niniejszych badań było wyznaczenie wartości indeksów i ładunków glikemicznych wybranych płatków zbożowych z mlekiem oraz porównanie ich wartości w zależności od płci badanych osób.

MATERIAŁ I METODY

Badania wartości indeksów glikemicznych siedmiu rodzajów płatków śniadaniowych z mlekiem przeprowadzono zgodnie z wytycznymi *Glycemic index methodology* przedstawionymi w Nutrition Research Reviews w 2005 r. [6]. Na wykonanie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Akademii Medycznej we Wrocławiu nr KB-28/2008.

Charakterystyka badanych osób

W badaniach wzięło udział 67 zdrowych ochotników: 42 kobiety (62,7%) i 25 mężczyzn (37,3%). Średni wiek uczestników badań wynosił 23,1±1,0 lat (wśród kobiet - 23,4±0,9 lat; wśród mężczyzn - 22,6±1,0 lat), średni wskaźnik masy ciała (BMI) w całej grupie wynosił 22,4±3,1 kg/m² (wśród kobiet - 20,9±3,1 kg/m²; wśród mężczyzn - 24,8±2,8 kg/m²). Uczestnicy na wstępie zostali zapoznani z celem badań, ich przebiegiem, wymogami udziału w badaniach oraz wyrazili indywidualną pisemną zgodę na uczestnictwo. Warunki włączenia do badań były następujące:

- wiek: 18-40 lat;
- niepalenie papierosów;
- dobry stan zdrowia w ocenie własnej;

Tabela 1. Zawartość składników odżywczych oraz wielkość serwowanych porcji badanych płatków zbożowych z mlekiem
Nutrient content and portion size of tested corn flakes with milk

Rodzaj płatków zbożowych	Wielkość porcji płatków [g] z mlekiem dostarczająca 50g przyswajalnych węglowodanów	Wartość energetyczna [kcal/porcję]	Białko [g/porcję]	Węglowodany [g/porcję]	Tłuszcz [g/porcję]	Błonnik pokarmowy [g/porcję]
kuleczki czekoladowe nesquik	47 g płatków + 300 ml mleko 1,5 %	322,1	13,6	52,4	6,3	2,4
cheerios wielozbożowy	51 g płatków + 300 ml mleko 1,5 %	332,2	14,3	53,4	6,5	3,4
musli tropical	59 g musli + 300 ml mleka 1,5%	359,4	15,7	54,2	8,6	4,2
fitness chocolate	49 g płatków + 300 ml mleka 1,5%	333,6	13,9	52,4	7,2	2,4
owsiane zwykłe	72 g płatków + 200 ml mleko 2% + 150 ml woda	367,5	15,4	55,0	9,2	5,0
owsiane błyskawiczne	64 g płatków + 200 ml mleko 2% + 100 ml woda	338,2	14,4	54,6	8,6	4,6
corn flakes	44 g płatków + 300 ml mleko 1,5%	309,0	13,4	51,4	5,2	1,4

- nieprzyjmowanie żadnych leków;
- niestosowanie specjalnych diet i preferowanie zróżnicowanych racji pokarmowych;
- umiarkowana aktywność fizyczna (nieuprawianie sportu wyczynowo);
- zachowanie 10-godzinnego nocnego postu przed badaniami.

Charakterystyka badanych potraw

Indeks i ładunek glikemiczny wyznaczono dla siedmiu rodzajów płatków zbożowych z mlekiem. Wartości odżywcze płatków zbożowych wg znakowania produktów przez producenta oraz wielkości serwowanych porcji posiłku (masa płatków + objętość mleka) zostały przedstawione w tabeli 1.

Jednorazowa porcja płatków z mlekiem zawierała 50 g dostępnych węglowodanów, obliczono je z różnicy między całkowitą zawartością węglowodanów w posiłku a ilością błonnika pokarmowego. Przygotowanie porcji większości płatków zbożowych z mlekiem polegało na odważeniu określonej ich ilości i dodaniu do nich 300 ml mleka o zawartości 1,5% tłuszczu. Przygotowanie zupy mlecznej z płatkami owsianymi wymagało dodatkowych czynności. Odważano 72 g płatków owsianych zwykłych lub 64 g owsianych błyskawicznych, następnie przygotowano ustaloną ilość wody i dodawano do niej płatki (płatki owsiane zwykłe - 150 ml, płatki owsiane błyskawiczne - 100 ml), całość gotowano. Tak przygotowane płatki były spożywane z 200 ml mleka o zawartości 2% tłuszczu. Wszystkie posiłki były przygotowywane w miejscu prowadzenia doświadczenia, tego samego dnia i podawane w jednakowych, białych, jednorazowych naczyniach. Przygotowanie produktu referencyjnego odbywało się również w dniu badania i polegało na rozpuszczeniu bezwodnej glukozy w 250 ml ciepłej wody mineralnej.

Przebieg doświadczenia

Badanie glikemii na czczo oraz po posiłku odbywało się po 10-godzinnym poście nocnym, w ciągu czterech

dni tygodnia: poniedziałek, wtorek, środa i czwartek. Wykorzystano automatyczny nakłuwacz Accu-Chek Softclix firmy Roche oraz glukometr Accu-Chek Active firmy Roche. W pierwszym etapie uczestnikom badania, na czczo, pobierano krew włosniczkową z opuszka palca, kolejne pomiary stężenia glukozy we krwi odbywały się po upływie 15, 30, 45, 60, 90 i 120 minut po rozpoczęciu konsumpcji wzorcowego roztworu glukozy lub badanej potrawy. Czas przewidziany na spożycie roztworu glukozy wynosił 5-10 minut, natomiast na spożycie płatków z mlekiem - 10-15 minut. Zupy mleczne z musli tropical, fitness chocolate, płatkami owsianymi zwykłymi oraz corn flakes spożywane były przez 10 kobiet i 10 mężczyzn, zupy z kuleczkami czekoladowymi nesquik i płatkami owsianymi błyskawicznymi przez 10 kobiet i 9 mężczyzn, natomiast mleko z płatkami cheerios wielozbożowym przez 11 kobiet i 11 mężczyzn. Roztwór referencyjny glukozy spożywany był jeden raz przez każdego uczestnika badań. Liczba osób spożywających płatki w poszczególnych dniach nie była stała i średnio wynosiła 10 osób. Ogółem ochotnicy spożywali od 1 do 5 rodzajów zup mlecznych.

Obliczanie wartości indeksów i ładunków glikemicznych

Wszystkie otrzymane wyniki stężeń glukozy we krwi w stanie na czczo, a także uzyskane w pomiarach wykonywanych przez 2 godziny po spożyciu roztworu glukozy oraz każdej badanej potrawy posłużyły do wyznaczenia dla każdego uczestnika krzywej glikemicznej. Pole powierzchni pod krzywą obliczano dzieląc je na trójkąty i trapezy. Do obliczeń nie przyjmowano ujemnych wartości pola powierzchni. IG i ŁG potraw wyznaczono wg wzorów:

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

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

gdzie:

W – zawartość węglowodanów w danej porcji

Ocenę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu STATISTICA 9 PL firmy StatSoft. Dla wykazania istotnych różnic pomiędzy wartościami ładunków glikemicznych badanych posiłków i osób, przy nieparametrycznym rozkładzie danych, zastosowano test *Kruskala-Wallisa*. Dla wykrycia grup jednorodnych zastosowano test *Duncana* przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Sprawdzono istnienie korelacji *Spearmana* pomiędzy wartościami IG a powierzchnią pola pod krzywymi odpowiedzi glikemicznej, wartością energetyczną płatków zbożowych z mlekiem a wybranymi składnikami pokarmowymi.

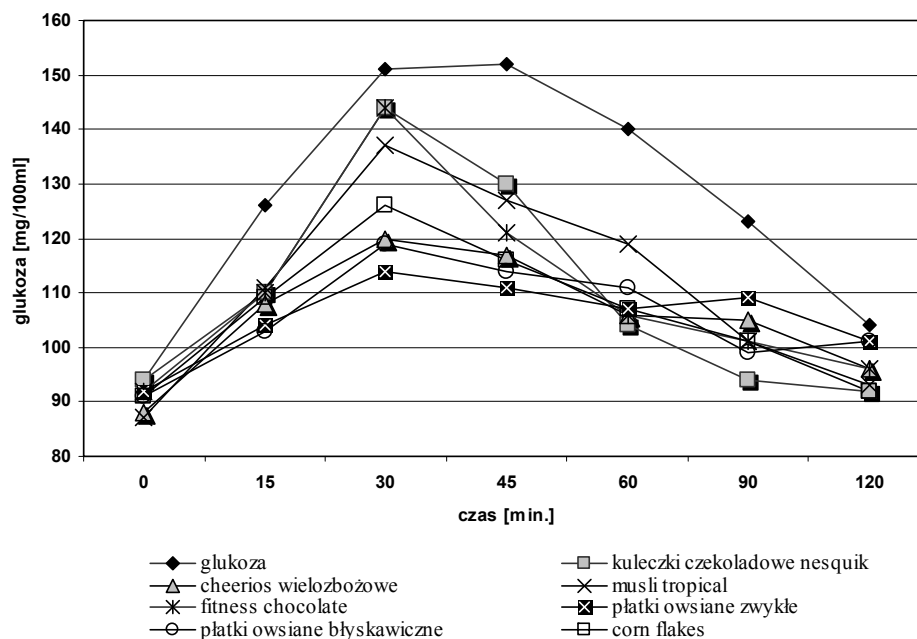
WYNIKI I DYSKUSJA

Mediany wartości stężenia glukozy w surowicy krwi na czczo oraz po spożyciu roztworu referencyjnego i badanych zup mlecznych w czasie dwugodzinnej obserwacji, dla ogółu badanych oraz z uwzględnieniem płci, przedstawiono na rycinach 1-3. Po spożyciu roztworu referencyjnego oraz większości badanych posiłków maksymalne stężenie glukozy we krwi badanych występowało po upływie 30 minut od rozpoczęcia konsumpcji.

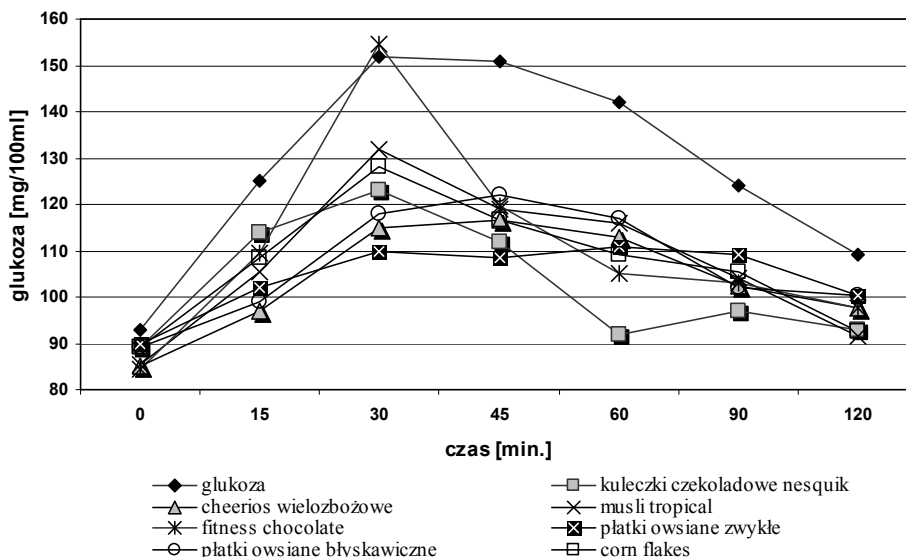
Najwyższe stężenie glukozy we krwi po spożyciu badanych posiłków wśród ogółu uczestników stwierdzono dla zupy mlecznej z: płatkami fitness chocolate oraz kuleczkami czekoladowymi nesquik. Mediana stężenia glukozy w obu tych przypadkach wynosiła 144 mg/100 ml. Po spożyciu płatków fitness chocolate z mlekiem, od 30 do 60 minuty badania, stężenie glukozy intensywnie się obniżyło się do 106 mg/100 ml.

Znaczny i najbardziej gwałtowny spadek stężenia glukozy stwierdzono jednak po spożyciu kuleczek czekoladowych nesquik z mlekiem, od 30 do 90 minuty obniżało się o 50 mg/100 ml. Najniższe maksymalne stężenie glukozy we krwi wykazano dla płatków owsianych zwykłych z mlekiem (mediana - 111,5 mg/100 ml). Glikemia po spożyciu tej zupy była najniższa w porównaniu ze wszystkimi badanymi posiłkami. Zbliżony obraz krzywej glikemicznej obserwowano po spożyciu mleka z: płatkami owsianymi błyskawicznymi i cheerios wielozbożowymi. Zarówno wzrost, jak i obniżenie krzywej glikemicznej przebiegało łagodnie (Ryc. 1).

Najwyższe stężenie glukozy we krwi wśród kobiet stwierdzono po spożyciu płatków fitness chocolate z mlekiem (mediana - 155 mg/100ml) i przekraczało ono maksymalną wartość uzyskaną dla roztworu referencyjnego (152 mg/100 ml) (Ryc. 2). Po gwałtownym wzroście stężenia glukozy dla tego posiłku, od 30 do 60 minuty badania następowało dynamiczne jego obniżanie do wartości 105 mg/100 ml. Najniższe maksymalne stężenie glukozy w grupie kobiet wykazano po spożyciu zupy z płatkami owsianymi zwykłymi. Osiągnięta w 60 minucie mediana maksymalnego stężenia glukozy wynosiła 110 mg/100 ml. Przebieg glikemii w czasie dwugodzinnej obserwacji był łagodny. W przypadku dwóch zup z: płatkami owsianymi błyskawicznymi i cheerios wielozbożowymi maksymalne stężenie glukozy w surowicy występowało po upływie 45 minut od rozpoczęcia konsumpcji. Po spożyciu zupy mlecznej z kuleczkami czekoladowymi nesquik stężenie glukozy we krwi obniżało się najintensywniej i osiągnęło w najkrótszym czasie niskie wartości.



Ryc. 1. Mediany krzywej odpowiedzi glikemicznej u badanych osób po spożyciu roztworu referencyjnego i płatków zbożowych z mlekiem
Median of blood glucose response curve in men and women after consumption of 50 g glucose and corn flakes with milk

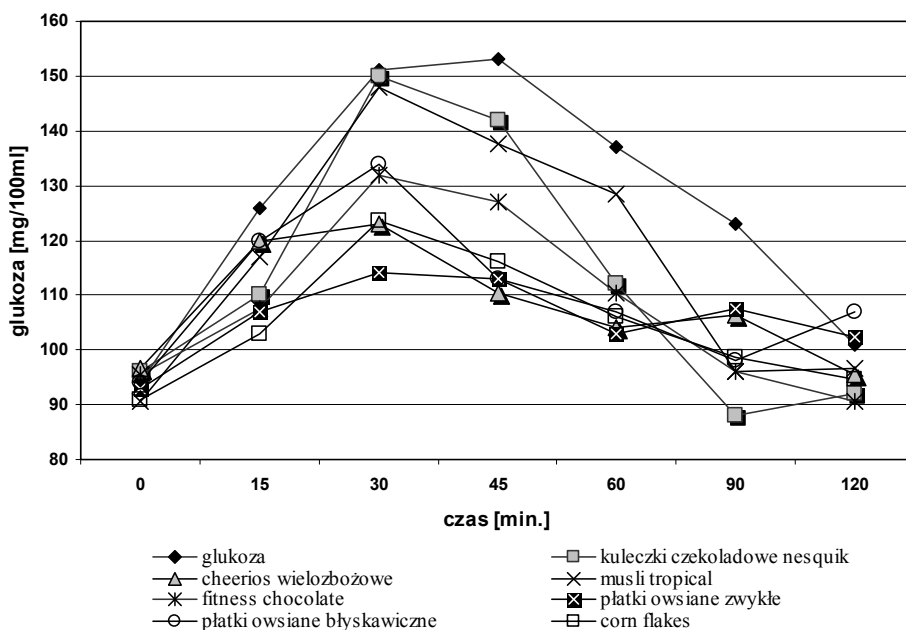


Ryc. 2. Mediany krzywej odpowiedzi glikemicznej u badanych kobiet po spożyciu roztworu referencyjnego i płatków zbożowych z mlekiem
 Median of blood glucose response curve in women after consumption of 50 g glucose and corn flakes with milk

Najwyższe stężenia glukozy we krwi wśród mężczyzn obserwowano po spożyciu zupy mlecznej z kuleczkami czekoladowymi nesquik (150 mg/100ml) oraz musli tropical (148 mg/100 ml) (Ryc. 3). Bardzo dynamiczny spadek stężenia glukozy we krwi dla zupy z kuleczkami czekoladowymi nesquik nastąpił między 45 a 90 minutą z wartości 142 do 88 mg/100 ml. Najniższe maksymalne stężenie glukozy we krwi wśród mężczyzn wykazano dla płatków owsianych zwykłych z mlekiem (114 mg/100 ml). Wykres glikemii miał przebieg łagodny. Wszystkie badane zupy osiągnęły

najwyższe wartości krzywej glikemicznej w 30 minucie badania.

Średnie wartości IG badanych płatków z mlekiem dla ogółu badanych osób mieściły się w przedziale od 42,5 do 67,5, (tabela 2), co wskazuje, że można je zakwalifikować do produktów o niskim i średnim IG [16]. Najwyższy średni indeks glikemiczny wykazano dla płatków cheerios wielozbożowych z mlekiem – $67,5 \pm 40,6$ oraz płatków fitness chocolate z mlekiem – $66,7 \pm 28,2$, a najniższy dla zup z płatkami owsianymi zwykłymi – $42,5 \pm 23,3$ i kuleczkami czekoladowymi nesquik – $48,6 \pm 22,2$. Uzyskano duży rozrzut wyników



Rys. 3. Mediany krzywej odpowiedzi glikemicznej u badanych mężczyzn po spożyciu roztworu referencyjnego i płatków zbożowych z mlekiem
 Median of blood glucose response curve in men after consumption of 50 g glucose and corn flakes with milk

Tabela 2. Wartości indeksów i ładunków glikemicznych badanych płatków zbożowych z mlekiem z uwzględnieniem płci badanych

The value GI and GL of tested corn flakes with milk by sex

Rodzaj płatków zbożowych	Uczestnicy badania	Indeks glikemiczny				Ładunek glikemiczny			
		Me± odchylenie ćwiartkowe	min	max	X± SD	Me± odchylenie ćwiartkowe	min	max	X± SD
kuleczki czekoladowe nesquik	K (n=10)	44,0±10,6	15,2	107,3	46,5±24,7	32,6±8,9	8,0	56,2	24,4±12,9
	M (n=9)	41,9±9,2	39,3	92,7	51,5±19,4	31,0±6,8	20,6	48,6	27,0±10,2
	K+M (n=19)	43,6±6,6	15,2	107,3	48,6±22,2	32,3±4,9	8,0	56,2	25,5±11,6
cheerios wielozbożowy	K (n=11)	81,0±28,6	47,2	168,9	92,8±42,9	55,6±19,8	25,2	90,2	49,5±22,9
	M (n=11)	44,1±12,7	24,2	62,0	42,3±14,8	30,3±8,7	12,9	33,1	22,6±7,9
	K+M (n=22)	57,1±18,5	24,2	168,9	67,5±40,6	39,2±12,7	12,9	90,2	36,1±21,7
musli tropical	K (n=10)	51,0±16,4	21,8	108,0	58,2±29,6	30,1±9,7	11,8	58,5	31,6±16,0
	M (n=10)	58,1±7,7	43,9	78,1	59,6±12,0	34,3±4,6	23,8	42,3	32,3±6,5
	K+M (n=20)	57,4±15,6	21,8	108,0	58,8±22,9	33,9±9,2	11,8	58,5	31,9±12,4
fitness chocolate	K (n=10)	73,4±14,1	52,9	92,9	73,4±15,7	52,8±10,2	27,7	48,7	38,5±8,2
	M (n=10)	58,1±28,9	20,3	122,4	61,3±35,1	41,8±20,8	10,6	64,1	32,1±18,4
	K+M (n=20)	64,1±17,9	20,3	122,4	66,7±28,2	41,1±12,9	10,6	64,1	34,9±14,8
owsiane zwykłe	K (n=10)	47,2±11,6	18,1	120,7	48,6±28,3	26,2±6,5	10,0	66,4	26,7±15,6
	M (n=10)	33,2±6,2	10,5	71,2	36,5±16,1	18,4±3,5	5,8	39,2	20,0±8,9
	K+M (n=20)	39,2±10,3	10,5	120,7	42,5±23,3	21,8±5,7	5,8	66,4	23,4±12,8
owsiane błyskawiczne	K (n=10)	35,2±23,5	22,1	80,3	48,4±24,5	21,9±14,6	12,1	43,8	26,4±13,4
	M (n=9)	57,0±13,6	45,1	88,0	62,0±15,8	35,6±8,5	24,6	48,0	33,8±8,6
	K+M (n=19)	51,7±21,4	22,1	88,0	54,0±21,9	32,3±13,3	12,1	48,0	29,5±12,0
corn flakes	K (n=10)	67,1±18,8	32,1	92,3	64,1±22,8	53,9±15,1	16,5	47,4	33,0±11,7
	M (n=10)	33,8±12,2	27,0	78,9	42,2±18,6	27,1±9,8	13,9	40,5	21,7±9,5
	K+M (n=20)	49,0±23,4	27,0	92,3	54,4±23,3	39,3±18,8	13,9	40,5	27,9±9,5

K – kobiety

M – mężczyźni

u poszczególnych osób np. dla cheerios wielozbożowych z mlekiem (24,2-168,9), dla kuleczek czekoladowych nesquik z mlekiem (15,2-107,3), dla fitness chocolate z mlekiem (20,3-122,4). Wartości IG w zależności od płci uczestników również wykazały znaczne zróżnicowanie. Statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) pomiędzy medianą IG kobiet i mężczyzn stwierdzono dla płatków cheerios wielozbożowych z mlekiem (mediana IG kobiet – 81,0, mediana IG mężczyzn – 44,1) oraz dla płatków corn flakes z mlekiem (mediana IG kobiet – 67,1, mediana IG mężczyzn – 33,8). Po spożyciu czterech zup mlecznych z płatkami: cheerios wielozbożowymi, fitness chocolate, owsianymi zwykłymi i corn flakes wartości IG u kobiet były wyższe niż u mężczyzn. Dla musli tropical z mlekiem wskaźnik IG był zbliżony w obu grupach, niezależnie od płci. Jenkins i wsp. [13] wyznaczyli IG płatków zbożowych podawanych z 300 ml mleka. W badaniach, w których brało udział 6 uczestników, IG płatków owsianych z mlekiem wynosiło 49, musli – 66, a corn flakes – 80. Różnice pomiędzy otrzymanymi w niniejszych badaniach wynikami a wynikami otrzymanymi przez Jenkinsa i wsp. [13], szczególnie w wartościach wskaźnika dla płatków corn flakes, mogą wynikać z różnic w składzie produktów oraz posiłku spożytego wieczorem przed badaniem. Lamport [14] wykazał bowiem, że wartość IG spożytego śniadania jest tym wyższa, im wyższy jest IG wcześniej spożytej kolacji.

W badaniach własnych nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji między wartością IG a wartością energetyczną oraz zawartością składników odżywczych badanych płatków zbożowych z mlekiem. Obserwano pewne korelacje ujemne między wartościami IG a wartością energetyczną: $r = -0,14$, IG a zawartością białka: $r = -0,12$, IG a zawartością węglowodanów: $r = -0,16$, IG a zawartością tłuszczu: $r = -0,12$, IG a zawartością błonnika pokarmowego: $r = -0,12$ w posiłku.

Płatki owsiane zwykłe, spośród badanych siedmiu rodzajów produktów, pomimo najwyższej wartości energetycznej (367,5 kcal/porcję) cechowały się najniższą wartością IG. Jednocześnie płatki te charakteryzowały się najwyższą zawartością błonnika pokarmowego, białka i tłuszczu (Tab. 1). Tłuszcz powoduje opóźnienie opróżniania żołądka, białko stymuluje wydzielanie insuliny, co w powiązaniu ze znaczną zawartością błonnika pokarmowego przyczynia się do obniżenia odpowiedzi glikemicznej po ich spożyciu [13]. Również płatki musli tropical z mlekiem miały stosunkowo wysoką wartość energetyczną: 359,4 kcal/porcję (Tab. 1), jednak ich średni indeks glikemiczny był wyższy niż płatków owsianych zwykłych i wynosił 58,8 (Tab. 2). Płatki te były wzbogacone w 30% dodatek płatków owsianych pełnoziarnistych i miały w swoim składzie 29% udział mieszanki owocowo-orzechowej. IG owoców suszo-

nych wynosi około 70. Można więc przypuszczać, że to owoce suszone podwyższyły IG musli.

W planowaniu diety przydatna jest znajomość wartości ładunku glikemicznego, który uwzględnia zawartość węglowodanów w produkcie. Wykazano, że produkty o wysokim IG, spożywane w małych ilościach, powodują podobne wydzielanie insuliny do krwi, jak produkty o niskim IG [3]. Średnia wartość ładunku glikemicznego płatków zbożowych z mlekiem dla ogółu badanych osób mieściła się w zakresie od 23,4 do 36,1 (Tab. 2). Najniższą średnią wartością ŁG charakteryzowały się płatki owsiane zwykłe ($23,4 \pm 12,8$) i kuleczki czekoladowe nesquik ($25,5 \pm 11,6$), a najwyższą płatki cheerios wielozbożowe ($36,1 \pm 21,7$) i fitness chocolate ($34,9 \pm 14,8$).

Decydującymi czynnikami różnicującymi badane grupy kobiet i mężczyzn są budowa i skład ciała. Na podstawie badań prowadzonych przez Basu i wsp. [2] stwierdzono, że wyższa zawartość beztłuszczowej masy ciała u mężczyzn w porównaniu do kobiet, determinuje większy wychwyt glukozy. Tkanka tłuszczowa zlokalizowana u mężczyzn w okolicy brzusznej oraz brak syntezy lub aktywności estrogenów, które odgrywają znaczącą rolę w utrzymaniu homeostazy glukozy, jest związana z wyższą opornością na insulinę [11]. Niższy poziom adiponektyny u mężczyzn, która m.in. obniża syntezę glukozy, może być spowodowany hamującym wpływem androgenów, większym otłuszczeniem narządów wewnętrznych lub wyższą wrażliwością na insulinę. Dowiedzono także, że niższe poziomy adiponektyny są ściślej związane z hiperglikemią i cukrzycą u kobiet niż u mężczyzn [11]. U kobiet stwierdza się wyższe stężenia leptyny w krwi, co wpływa na podwyższenie stężenia estrogenów w organizmie. Wśród zdrowych mężczyzn, którym podawano posiłki o niskim indeksie glikemicznym zauważono ponadto zmniejszenie całkowitej masy tłuszczowej o około 700 g oraz tendencję do wzrostu beztłuszczowej masy ciała, bez zmian w ogólnej masie ciała i towarzyszyło temu obniżenie poziomu leptyny [4].

WNIOSKI

1. Rodzaj i skład płatków zbożowych z mlekiem istotnie kształtował wartości indeksów glikemicznych.
2. Najwyższą średnią wartość indeksu glikemicznego dla ogółu badanych osób uzyskano dla zupy mlecznej z płatkami cheerios wielozbożowymi ($67,5 \pm 40,6$), a najniższą z płatkami owsianymi zwykłymi ($42,5 \pm 23,3$).
3. Badane płatki zbożowe z mlekiem zaliczono do grupy żywności o niskim (płatki owsiane zwykłe, kuleczki czekoladowe nesquik, płatki owsiane błyskawiczne, corn flakes) i średnim indeksie glike-

micznym (musli tropical, fitness chocolate i cheerios wielozbożowe).

4. Wykazano statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) IG w grupach kobiet i mężczyzn dla płatków cheerios wielozbożowych z mlekiem oraz płatków corn flakes z mlekiem.
5. Nie stwierdzono istotnej zależności między wartością energetyczną, podstawowymi makroskładnikami posiłku a jej indeksem glikemicznym.

Wykonana praca w całości została sfinansowana ze środków własnych Katedry Żywnienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

PIŚMIENNICTWO

1. Adamska E., Górka M.: Indeks i ładunek glikemiczny. Przegląd Kardiometabol. 2008, 3, 3, 223-231.
2. Basu R., Man Ch.D., Campioni M., Basu A., Klee G., Toffolo G., Cobelli C., Rizza R.A.: Effects of Age and Sex on Postprandial Glucose Metabolism (Differences in Glucose Turnover, Insulin Secretion, Insulin Action, and Hepatic Insulin Extraction). Diabetes 2006, 55, 2001-2014.
3. Bell S.J., Sears B.: Low-Glycemic-Load Diets: Impact on Obesity and Chronic Diseases. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2003, 43(4), 357-377.
4. Bouche C., Rizikalla S.W., Luo J., Vidal H., Veronese A., Pacher N., Fouquet C., Lang V., Slama G.: Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. Diabetes Care 2002, 25, 822-888.
5. Brand-Miller J., Dickinson S., Barclay A., Allman-Farinelli M.: Glycemic index, glycemic load, and thrombogenesis. Seminars in Thrombosis and Hemostasis 2009, 35(1), 111-118.
6. Brouns F., Bjorck I., Frayn K.N., Gibbs A.L., Lang V., Slama G., Wolever T.M.: Glycaemic index methodology. Nutrition Research Reviews 2005, 18, 145-171.
7. Ciok J., Dzieniszewski J., Lang V.: Oznaczenie indeksu glikemicznego i insulinowego sześciu produktów pochodzenia zbożowego. Żyw Człow i Metabol 2004, 31(1), 63-77.
8. Dolna A., Ciok J., Szponar L.: Oznaczanie indeksu glikemicznego wybranych potraw typowych dla kuchni polskiej. Żyw Człow i Metabol 2006, 33(3), 199-211
9. Foster-Powell K., Holt S., Brand-Miller J.C.: International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. The American Journal of Clinical Nutrition 2002, 76, 5-56.
10. Franceschi S., Maso L.D., Augustin L., Negri E., Parpinel M., Boyle P., Jenkins D.J., LaVecchia C.: Dietary glycaemic load and colorectal cancer risk. Annals of Oncology 2001, 12,
11. Geer E.B., Shen W.: Gender Differences in Insulin Resistance, Body Composition, and Energy Balance. Gender Medicine 2009, 6, 60-75, 173-178.

12. *Jenkins D.J., Kendall C., Augustin L., Franceschi S., Hamidi M., Marchie A., Jenkins A.L., Axelsen M.*: Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2002, 76, 266-273.
13. *Jenkins D.J., Wolever T.M., Taylor R.H., Barker H.*: Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1981, 34, 362-366.
14. *Lampert D., Lawton C.L., Mansfield M., Dye L.*: The influence of the glycemic index of an evening meal on the glycemic response to breakfast and subsequent cognitive performance in young adults. *Appetite* 2008, 50, 555-567.
15. *Liu S., Willett W.C., Stampfer M.J., Hu F.B., Franz M., Sampson L., Hennekens Ch.H., Manson J.E.*: A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000, 71, 1455-1461.
16. *Food and Agriculture Organization/World Health Organization*. *FAO/WHO (Carbohydrates in human nutrition)*, Rome 1998.
17. *Segal M.S., Gollub E., Johnson R.J.*: Is the fructose index more relevant with regards to cardiovascular disease than the glycemic index? *European Journal of Nutrition* 2007, 46, 406-417.
18. *Torkos S., Preuss H.*: Indeks glikemiczny najlepsza ochrona przed otyłością, cukrzycą i chorobami serca. *Bauer-Weltbild Media*. Warszawa.2008.

Otrzymano: 13.10.2011

Zaakceptowano do druku: 22.08.2012