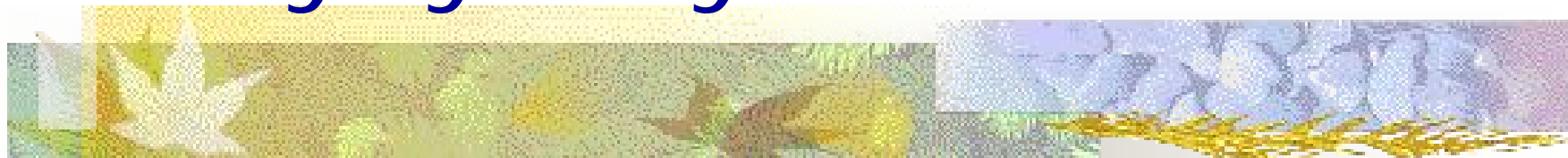



# Wykorzystanie indeksu glikemicznego żywności w dietoterapii cukrzycy i otyłości



EWA LANGE

*Katedra Dietetyki*

*Wydział Nauk o Żywieniu Człowieku i Konsumpcji, SGGW*



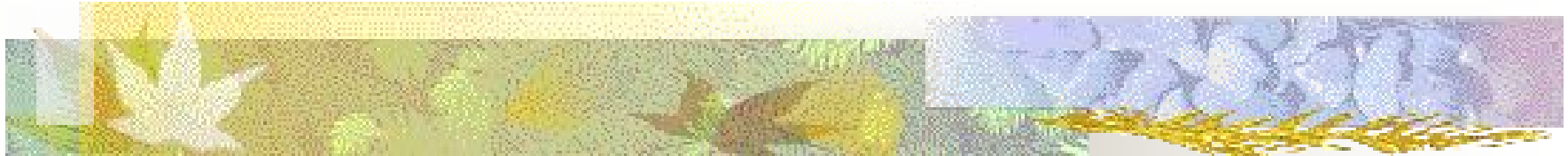
W 1981 David Jenkins wraz z współpracownikami przeprowadził na grupie ochotników badania wpływu 62 zwyczajowo spożywanych produktów i węglowodanów prostych na poziom glukozy we krwi

*(Jenkins i wsp., Am J Clin Nutr, 1981)*

Na tej podstawie powstał alternatywny system charakteryzujący żywność zawierającą węglowodany, opisujący jej wpływ na glikemię poposiłkową, który nazwano

**indeksem glikemicznym**

# INDEKS GLIKEMICZNY



jest to zdolność produktu, czy potraw do podwyższania stężenia glukozy we krwi w porównaniu z tego rodzaju wpływem równoważnych ilości glukozy lub chleba pszennego



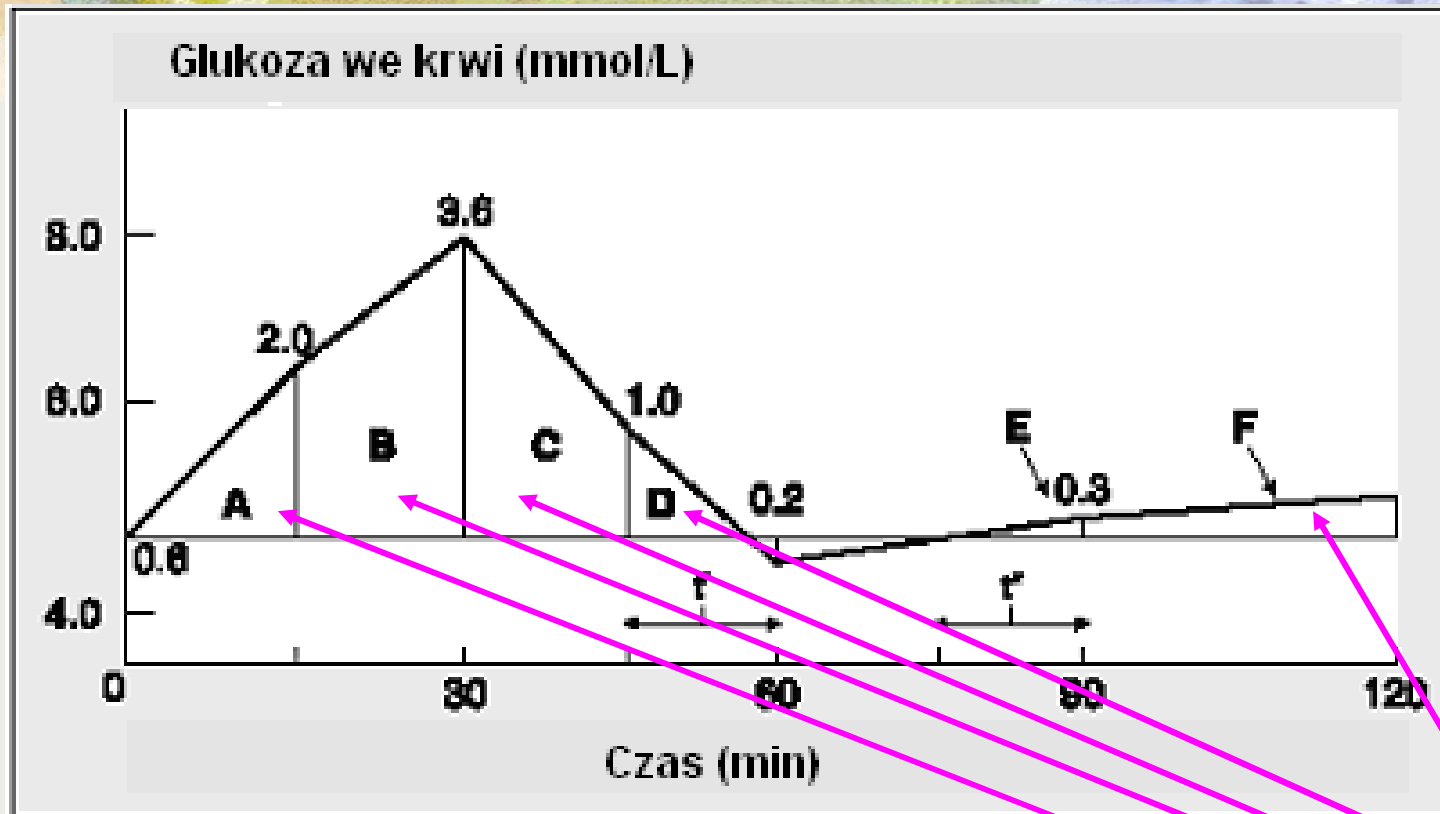
Indeks glikemiczny =

**pole powierzchni pod krzywą odpowiedzi glikemicznej mierzonej przez 2 godziny po spożyciu 50g przyswajalnych węglowodanów z badanego produktu spożywczego,**

**wyrażonej w stosunku do odpowiedzi glikemicznej na taką samą ilość węglowodanów pochodzącą ze standardowego produktu (glukozy lub białego pieczywa)**

**spożytego przez tę samą osobę**

***(FAO/WHO, 1998)***

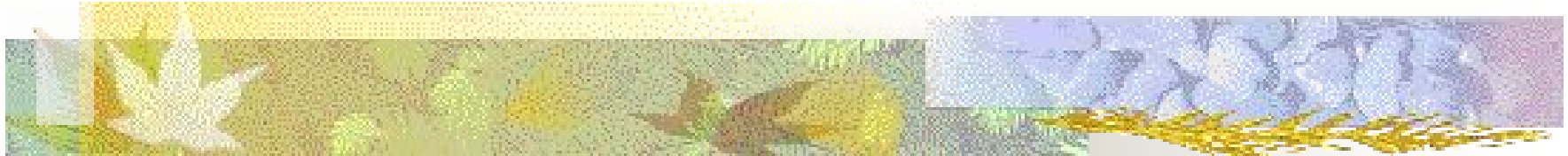


IAUC (incremental area under the curve) = A+B+C+D+F

$$\text{INDEKS GLIKEMICZNY} = \frac{\text{IAUC produktu testowanego}}{\text{IAUC produktu referencyjnego}} \times 100\%$$

(FAO/WHO, 1998; Wolever i wsp., Eur J Clin Nutr, 2003)

Np.: IG wynoszący 70 oznacza, że



po spożyciu 50g „dostępnych” węglowodanów w produkcie wzrost poziomu glukozy we krwi będzie o 30% mniejszy niż wzrostu poziomu glukozy we krwi po spożyciu 50g glukozy lub 50g „dostępnych” węglowodanów z białego pieczywa

Zjedzenie produktu o wysokim IG doprowadza do gwałtownego wzrostu stężenia glukozy we krwi wywołującego w odpowiedzi duży wyrzut insuliny



Poziom glukozy we krwi ulega wtedy obniżeniu często nie tylko do wartości wyjściowej lecz niższych prowadząc do tzw. reaktywnej hipoglikemii.

# Insulina

- Hormon odpowiedzialny za wykorzystanie glukozy przez komórki m.in. mięśni i tkanki tłuszczowej



- Aktywuje proces neolipogenezy, czyli tworzenia tłuszczu, który jest z łatwością odkładany w komórkach tkanki tłuszczowej




Objawem hipoglikemii jest  
uczucie głodu  
a chęć jego zaspokojenia jest  
powodem niekontrolowanego  
pojadania



Czynniki związane z produktem wpływające na wartość indeksu glikemicznego	
ZALEŻNE OD RODZAJU WĘGLOWODANÓW	NIE ZALEŻNE OD RODZAJU WĘGLOWODANÓW
Zawartość monosacharydów	Proces technologiczny
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Glukoza</i></li> <li>✓ <i>Galaktoza</i></li> <li>✓ <i>Fruktoza</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Stopień przetworzenia produktu (obróbka termiczna i mechaniczna)</i></li> <li>✓ <i>Stopień żelifikacji skrobi</i></li> <li>✓ <i>Struktura komórkowa</i></li> </ul>
Zawartość i charakter skrobi	Inne składniki pokarmowe zawarte w produktach
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Amyloza</i></li> <li>✓ <i>Amylopektyna</i></li> <li>✓ <i>Skrobia oporna</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Tłuszcz i białka</i></li> <li>✓ <i>Błonnik pokarmowy</i></li> <li>✓ <i>Substancje antyodżywcze</i></li> <li>✓ <i>Kwasy organiczne</i></li> </ul>


(Truswell, Eur J Clin Nutr, 1992; Frost, Dornhorst, Diabet. Med. 2000)



**Ładunek glikemiczny**  
obrazuje nie tylko profil węglowodanów,  
ale także ich ilość w spożywanej porcji,  
czyli indeks glikemiczny odniesiony do  
spożywanej porcji danego produktu spożywczego

$$\text{ŁG} = \frac{\text{IG} \times \text{zawartość węglowodanów w porcji (g)}}{100}$$

(Salmeron i wsp., *Diabetes Care*, 1997; Liu i wsp., 2000;  
**Brand-Miller i wsp., *J Nutr*, 2003**)



Niski ładunek glikemiczny mają produkty,  
które dostarczają standardową (50g) ilość węglowodanów w  
bardzo dużej porcji produktu,  
a w porcji zjadanej zwyczajowo jest ich niewiele

np.

- arbuz ma  $IG = 72\%$ , a ładunek glikemiczny porcji 120g (zawierającej jedynie 6g węglowodanów) wynosi 4
- frytki natomiast mają  $IG = 75\%$ , ale ładunek glikemiczny 150g porcji (zawierającej 29g węglowodanów) wynosi 22

- 
- Dieta o niskim indeksie glikemicznym,  $IG \leq 55\%$
  - Dieta o średnim indeksie glikemicznym,  $IG = 56-69\%$
  - Dieta o wysokim indeksie glikemicznym,  $IG \geq 70\%$

\* uwzględniając glukozę jako standard (dla białego pieczywa pszennego x 1,43)

- Produkty o niskim ładunku glikemicznym,  $LG \leq 10$
- Produkty o średnim ładunku glikemicznym,  $LG = 11-19$
- Produkty o wysokim ładunku glikemicznym,  $LG \geq 20$

\* dla standardowych porcji produktów spożywczych

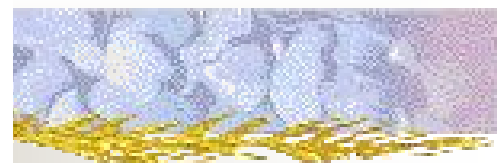
- Niski ładunek glikemiczny całodiennej diety  $< 80$
- Wysoki ładunek glikemiczny całodiennej diety  $> 120$

(Leeds i wsp., 2002)

PRODUKTY	IG ≤ 55%	IG 55- 70%	IG ≥ 70%
OWOCE	Świeże i suszone: jabłka, pomarańcze, grejpfruty, gruszki, morele, czereśnie, wiśnie, truskawki, poziomki, maliny, brzoskwinie, śliwki, żurawiny... Sok z jabłek	Banany świeże, ananasy, mango, kiwi, arbuzy, winogrona, rodzynki, figi, daktyle ...Owoce z puszki w syropie Inne soki owocowe	Banany suszone, owoce smażone w cukrze, suszone daktyle,
WARZYWA	Wszystkie sałaty i kapusty, szpinak, ogórki, świeża kukurydza, fasolka szliska, fasolowa, brokuły, kalafior, marchewka świeża, pomidory, papryka, zielony ogórek, rzodkiewki, rzepa, szparagi, grzyby...	Ziemniaki gotowane lub pieczone w mundurkach (nie rozgotowane), buraki, marchewka gotowana, kukurydza konserwowa i popcorn	Ziemniaki smażone, chipsy, frytki, puree z ziemniaków instant
PRODUKTY MLECZNE	Chude mleko, maślanka, jogurty, niesłodzone, kwaśne mleko, chude sery		
P'IECZYWO	Razowy chleb jęczmienny, chleb gryczany, pumpernikiel, pełnoziarnisty	Większość pieczywa i wyrobów cukierniczych z mąki białej i razowej, chleb chrupki	Bagietki, rogaliki francuskie, gofry, bułki z mąki rafinowanej, chrupki kukurydziane i inne przegrzki słodzone lub solone.
MAKARONY	Pełnoziarniste, razowe, produkowane z mąki nie rafinowanej i makarony „białe” nie rozgotowane „al. dente”	Wszystkie makarony „białe” z maki oczyszczonej	
PRZETWORY ZBOŻOWE	Otręby pszenne i owsiane, kasza jęczmienna perłowa, gryczana, całe ziarna żyta i pszenicy	Musli i płatki zbożowe naturalne, owsianka, kuskus	Wszystkie produkty śniadaniowe (tzw. płatki) słodzone ze zbóż oczyszczonych, płatki kukurydziane, kasza jęczmienna
RYŻ	ryż dziki, ryż biały parboiled (preparowany termicznie)	Ryż Basmati brązowy i biały, ryż jaśminowy, ryż biały długoziarnisty	Ryż instant, ryż "dmuchany"
WARZYWA STRĄCZKOWE	Soczewica, ciecierzycza, fasola groch, soja		Bób
NASIONA I ORZECHY	Orzechy arachidowe, pekan, tureckie, migdały, nasiona słonecznika, ..	Orzechy kokosowe, ziarno sezamu	
INNE		Miód, cukier stołowy, Napoje gazowane	napoje gazowane na bazie maltodekstryny

Warzywa	IG	Owoce	IG
Buraki	65	Sok ananasowy	46
Kiełki fasoli Mung	25	Ananas	59
Fasola czarna	30	Arbuz	75
Fasola biała ugotowana	33	Banan	59
Fasola biała	40	Banany dojrzałe	72
Fasola płaskostrąkowa	46	Brzoskwinie	29
Fasola szparagowa	71	Brzoskwinie z puszki w syropie	52
Groch gotowany	22	Czereśnie	23
Groszek zielony	45	Daktyle suszone	103
Groszek zielony z puszki	61	Grejpfrut	25
Kukurydza słodka	53	Sok grejpfrutowy	48
Kukurydza z puszki	55	Gruszki	42
Marchewka świeża	16	Jabłka suszone	29
Sok z marchwi świeży	43	Jabłka	38
Marchewka gotowana	47	Sok jabłkowy	40
Pomidory	15	Kiwi	52
Sok pomidorowy bez cukru	38	Mango	55
Soczewica zielona gotowana	30	Melon	65
Soczewica z puszki	44	Morele świeże	15
Soja	14	Morele suszone	30
Soja z puszki	18	Orzeszki ziemne, solone, prażone	14
Pasternak	95	Orzechy	22
Rzepa	72	Nutella	33
Knedle ziemniaczane	52	Pomarańcza	44
Ziemniaki młode gotowane	57	Sok pomarańczowy	52
Ziemniaki pieczone	85	Śliwki	30
Ziemniaki puree	90	Truskawki	40
Chipsy	90	Winogrona	46
Ziemniaki gotowane	95	Rodzynki	64
Frytki	95	Wiśnie	25

## Wartość IG warzyw i owoców



## Wartość IG produktów zbożowych, mlecznych oraz słodczy

Produkty zbożowe	IG
Chleb pumpernikiel	40
Chleb żytni na zakwasie	55
Chleb pełnoziarnisty żytni	58
Chleb pszenny	85
Chleb biały	95
Chleb- pieczywo francuskie	95
Chrupki kukurydziane	63
Chrupki pszenne	70
Popcorn	72
Ciasto francuskie	59
Kasza gryczana ugotowana	54
Kasza manna	58
Kus kus gotowany	65
Kasza jaglana, ugotowana	71
Makaron	65
<b>M</b> ąka kukurydziana	70
Otręby owsiane	55
<b>P</b> łatki kukurydziane	84
<b>P</b> łatki owsiane błyskawiczne	85
Ryż brązowy ( naturalny)	55
Ryż długoziarnisty gotowany	56
Ryż Basmati	60
Ryż biały gotowany	64
<b>P</b> łatki ryżowe	80
Kleik ryżowy	90
<b>J</b> ęczmień ziarno	45
Proso	70
Ziarno jęczmienia	25
Ziarna całe żyta	34
Ziarna całe pszenicy	41
Ziarna kukurydzy	69

Cukry, słodczy i napoje	IG
Baton Twix	44
Baton Mars	65
Biskopt	46
Czekolada gorzka	22
Czekolada biała	44
Czekolada mleczna	49
Fruktoza	20
Laktoza	46
Cukier rafinowany	68
Miód	87
Glukoza	100
Maltoza	110
Herbatniki	57
Coca- cola	63
Fanta	68

Mleko i jego przetwory	IG
<b>B</b> udyń	43
Jogurt czysty bez cukru	15
Jogurt 0% tłuszczu	27
Jogurt naturalny	36
Jogurt owocowy	36
Mleko pełne 3% tłuszczu	27
Mleko odtłuszczone	32
Mleko zsiadłe	32
Mleko słodzone, zagęszczone	61
Lody z pełnego mleka	61



## Wartości indeksu glikemicznego (IG) i ładunku glikemicznego (ŁG)

	Niski IG $\leq 55$	Średni IG 56-69	Wysoki IG $\geq 70$
Niski ŁG $\leq 10$	Soki warzywne Pieczywo jęczmienne Pieczywo gryczane Pieczywo żytnie razowe Płatki zbożowe naturalne Jabłka Mleko i jego przetwory Banany niedojrzałe Winogron Kiwi Pomarańcze Brzoskwinie Gruszki Śliwki Truskawki Warzywa strączkowe Orzechy Marchew	Lody Morele Mango Ananasy Kukurydza	Pieczywo ryżowe Popcorn Arbuz
Średni ŁG 11-19	Soki owocowe Kasza jęczmienna Kasza gryczana	Ziemniaki Banany dojrzałe	Płatki Cheerios
Wysoki ŁG $\geq 20$	Makaron	Biały ryż Batony czekoladowe	Napoje gazowane Płatki kukurydziane Pieczone ziemniaki Białe pieczywo Frytki

## Zastępowanie produktów o wysokim indeksie glikemicznym produktami o niskim indeksie glikemicznym

Wysoki indeks glikemiczny	Niski indeks glikemiczny
Ciasta	Ciasta z owocami, ciasta z mąki razowej lub ciastka z płatkami owsianymi, owsem, pełnymi ziarnami zbóż
Herbatniki i krakersy zwykłe	Herbatniki z suszonymi owocami lub z pełnych ziaren np.: owsa
Owoce tropikalne np. banany	Owoce rosnące w klimacie umiarkowanym, a więc jabłka, owoce pestkowe
Pieczywo białe lub razowe	Pieczywo na bazie maki pełnoziarnistej i zawierające ziarna i nasiona oraz na zakwasie np. pumpernikiel
Płatki śniadaniowe wysoko przetworzone	Płatki nieprzetworzone, np. jęczmienne, owsiane, otręby
Ziemniaki	Makaron, grube kasze (nierozgotowane) lub rośliny strączkowe, ryż brązowy lub parboiled

## Przykład:

Śniadanie: sok pomarańczowy, płatki owsiane z mlekiem, pieczywo pszenne z małą ilością masła

Posiłek	Węglowodany [g]	% całkowitej ilości węglowodanów w posiłku	Indeks glikemiczny	Udział w wartości indeksu glikemicznego całego posiłku
Sok pomarańczowy 150 ml	12,5	23	52	$23\% \times 52 = 12$
Płatki owsiane 30 g	21	39	55	$39\% \times 55 = 21,5$
Mleko 150 ml	7	13	27	$13\% \times 27 = 4$
1 kromka pieczywa z masłem	13	25	85	$25\% \times 85 = 21$
Ogółem	53,5	100	Indeks glikemiczny całego posiłku = 58,5	



Piramida diety o niskim indeksie glikemicznym

Dieta bogata w produkty o wysokim indeksie i ładunku glikemicznym

Hiperglikemia

Gromadzenie się tłuszczu

Wzrost zapotrzebowania na insulinę

Wzrost oporności tkanek na insulinę

otyłość

geny


brak ruchu

Hiperinsulinemia

Dysfunkcja komórek β trzustki

Nietolerancja glukozy

Cukrzyca typu 2



**U osób z cukrzycą typu 1 i 2 zmniejszenie indeksu glikemicznego diety średnio o 10%,  
odpowiada redukcji stężenia hemoglobiny glikowanej,  
w ciągu średnio 7 tygodni,  
o 7,2-8%,  
co zmniejsza o około 10% ryzyko wystąpienia powikłań cukrzycy**

*(Willett i wsp., Am J Clin Nutr, 2002, Brand-Miller, Diabetes Care, 2003)*

**Wysoki IG diety może zwiększać ryzyko występowania chorób dietozależnych, w tym szczególnie**

- **Cukrzyca typu 2**
- **Niedokrwiennej choroby serca**
- **Kamicy żółciowej**

***Meta – analiza 37 badań obserwacyjnych***

U os  
o wy  
więk  
spo:

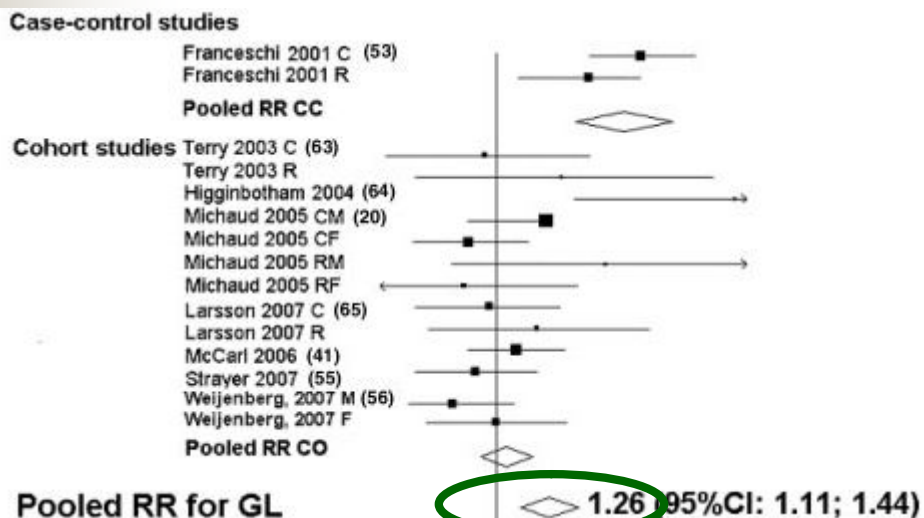
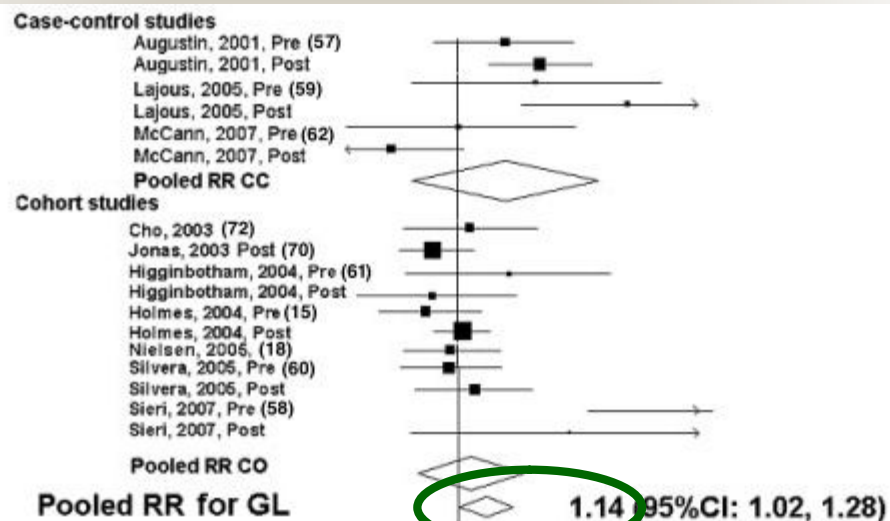
U osób spożywających dietę o wysokim IG ryzyko było o 25% większe niż u tych spożywających dietę o niskim IG

U osób spożywających dietę o wysokim IG ryzyko było o 26% większe niż u tych spożywających dietę o niskim IG

*(Barclay i wsp. , Am J Clin Nutr 2008)*

Meta – analiza 39  
badań oceniających  
powiązanie ŁG diety i  
występowania choroby  
nowotworowej

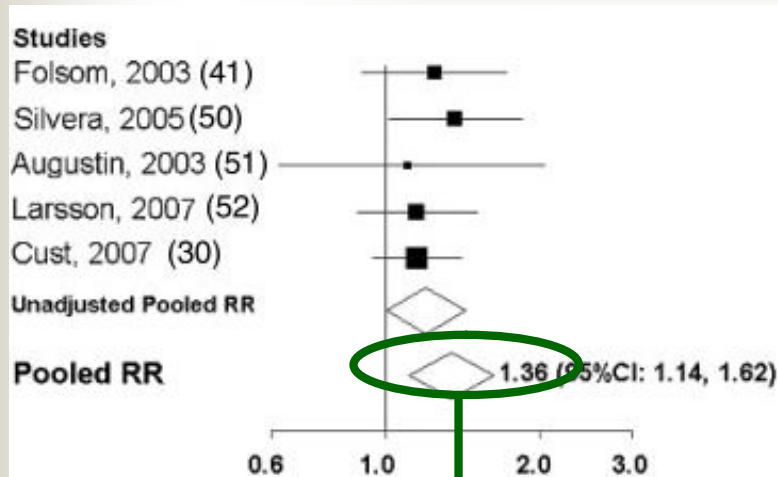
(Gnagnarella i wsp.,  
*Am J Clin Nutr* 2008)



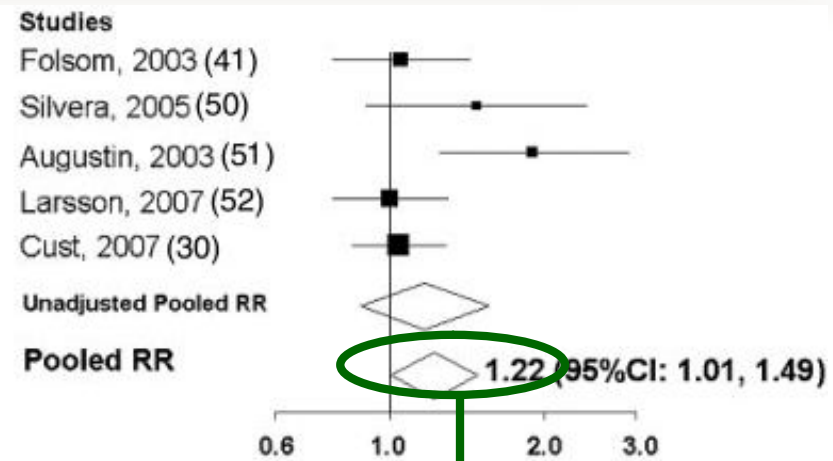
Ryzyko wystąpienia  
nowotworu piersi jest o 14%  
większe dla osób  
spożywających dietę o  
wysokim ŁG

Ryzyko wystąpienia nowotworu  
jelita grubego jest o 26% większe  
dla osób spożywających dietę o  
wysokim ŁG





Ryzyko wystąpienia nowotworu endometrium jest o 36% większe dla osób spożywających dietę o wysokim IG



Ryzyko wystąpienia nowotworu endometrium jest o 22% większe dla osób spożywających dietę o wysokim ŁG

w porównaniu do osób spożywających dietę o niskim IG i ŁG

*(Gnagnarella i wsp., Am J Clin Nutr 2008)*

Posiłek o wysokim indeksie glikemicznym powodował


u otyłych nastolatków

nie tylko krótsze utrzymywanie się uczucia sytości  
i większe spożycie energii z następnym posiłkiem,  
w porównaniu do posiłku o takiej samej wartości odżywczej,  
ale o niższym indeksie glikemicznym

*(Ludwig i wsp., Pediatrics, 1999; Ludwig i wsp., Pediatrics, 1999;  
Ball i wsp. oraz Warren i wsp., Pediatrics, 2003)*

**Krótkotrwałe stosowanie diety o niskim indeksie  
glikemicznym u nieotyłych młodych osób, mimo braku  
wpływu na glikemię i insulinemię poposiłkową,  
zmieniało dobowy profil stężenia leptyny we krwi, powodując  
znaczne jego zwiększenie w godzinach popołudniowych i  
wieczornych**

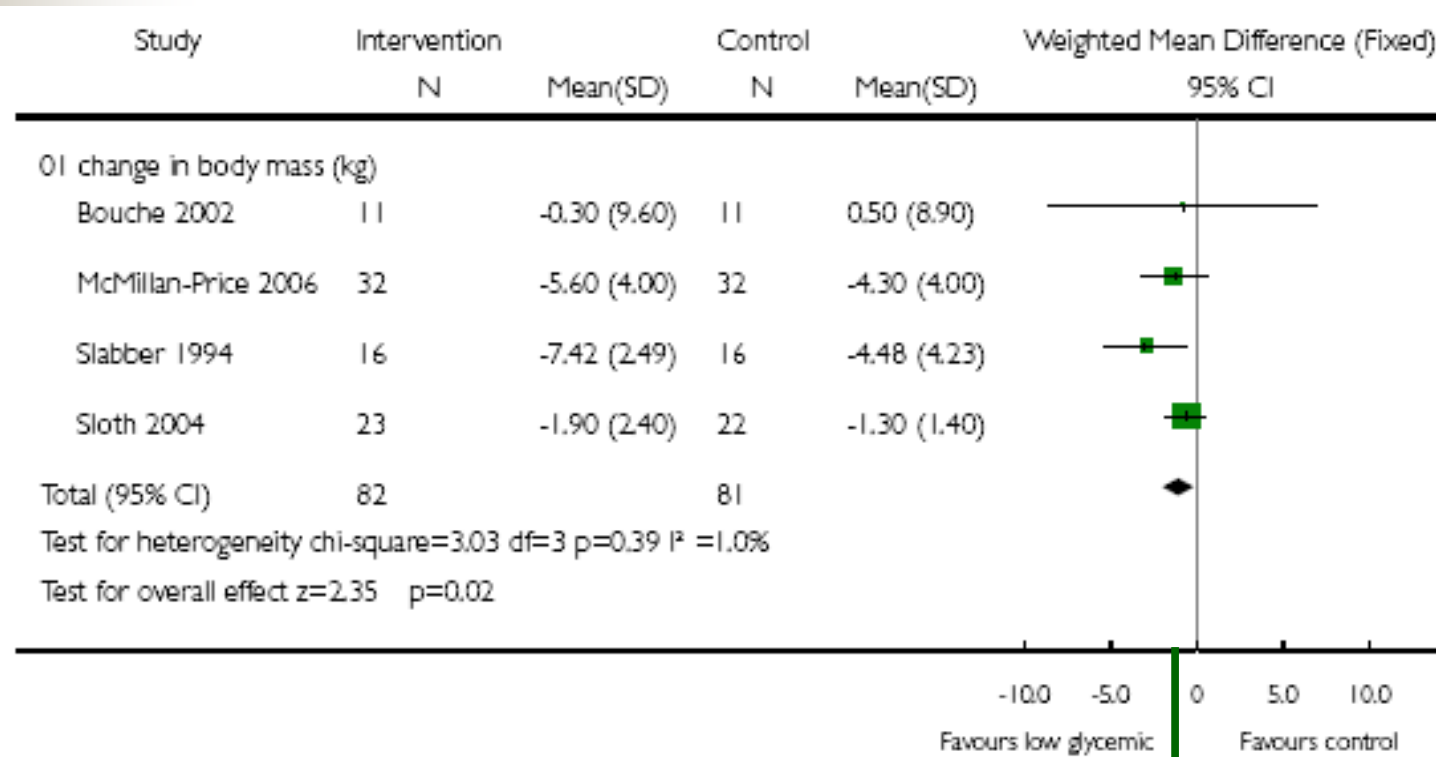
*(Herrmann i wsp., Exp Biol Med. 2001)*



Wartość BMI, masa tkanki tłuszczowej i obwód brzucha jest wprost proporcjonalna do IG diety i / lub ŁG, szczególnie u mniej aktywnych kobiet

*(Ma i wsp., Am J Epidemiol, 2005; the Inter99 study: Lau i wsp., Am J Clin Nutr 2006; Hare-Bruun i wsp., Am J Clin Nutr 2006; Mendez i wsp., Am J Clin Nutr 2009)*

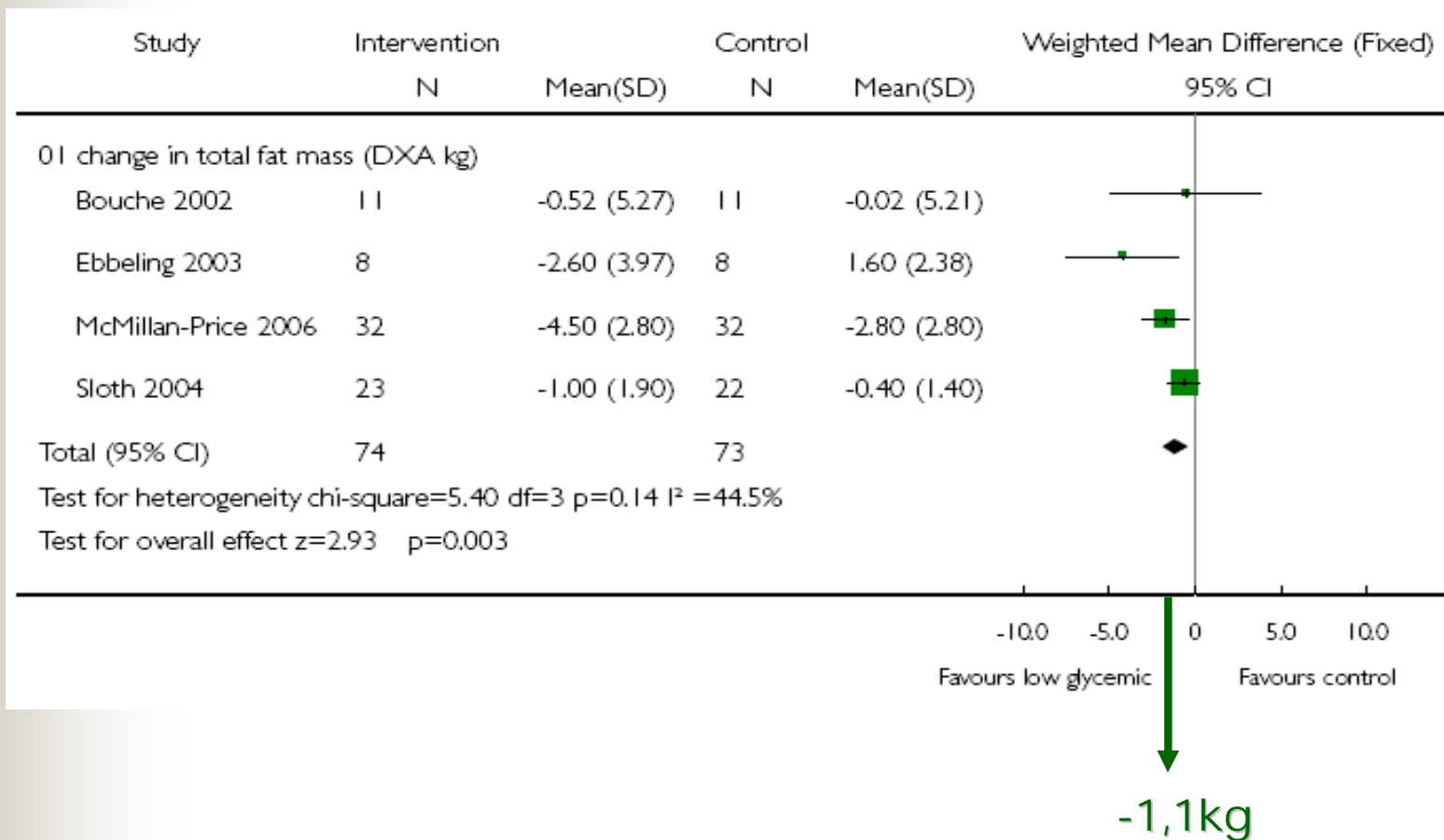
## Meta-analiza wpływu diety o niskim indeksie glikemicznym na redukcję masy ciała



-1,1kg

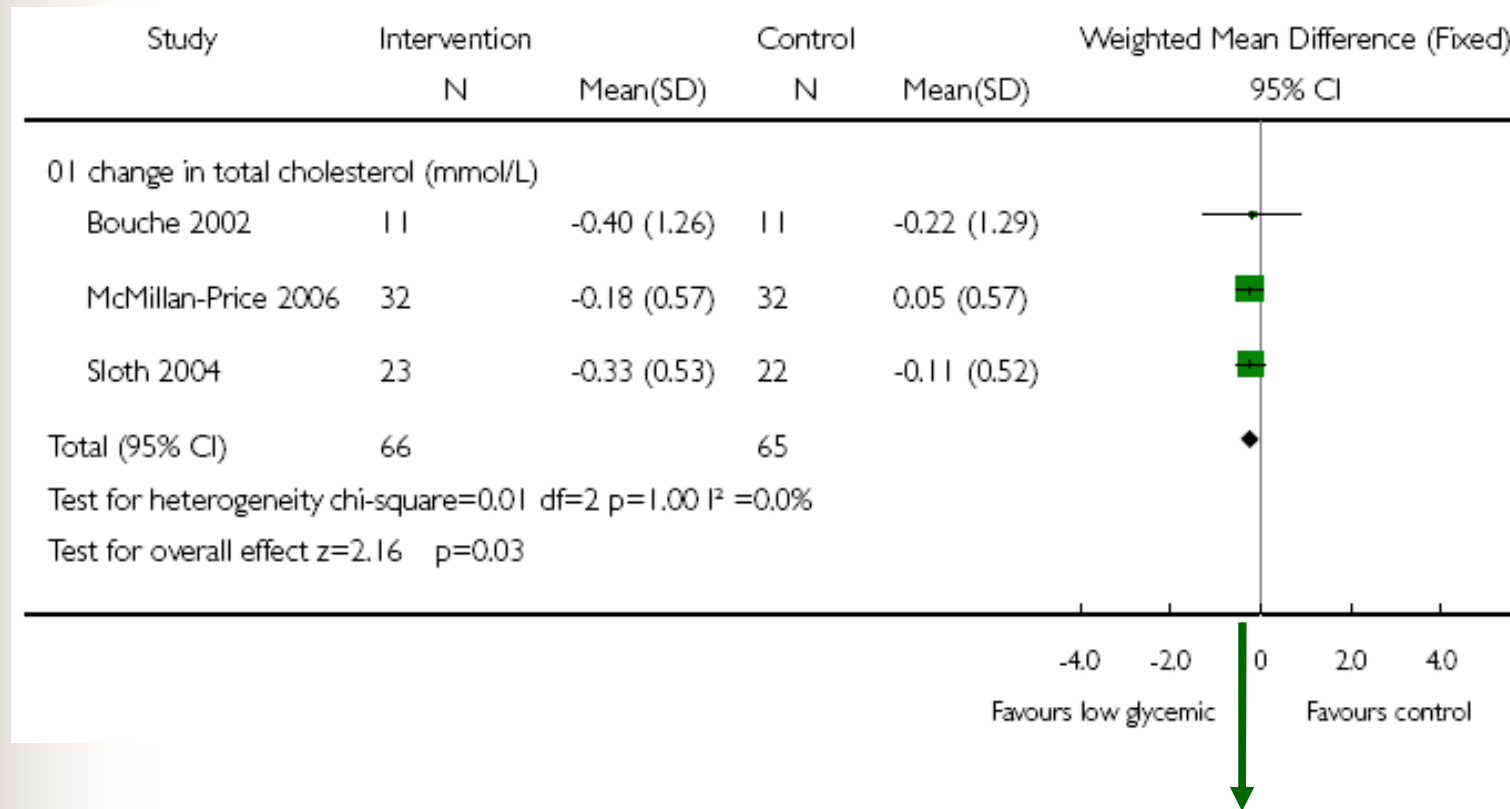
(Thomas i wsp., Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007)

## Meta-analiza wpływu diety o niskim indeksie glikemicznym na redukcję tłuszczowej masy ciała




(Thomas i wsp., Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007)


## Meta-analiza wpływu diety o niskim indeksie glikemicznym na redukcję stężenia cholesterolu we krwi



-8,8mg/dl (C-LDL -9,6mg /dl)

(Thomas i wsp., Cochrane Database of Systematic Reviews, 2007)

- 
- + Zastosowanie *ad libitum* zaleceń diety o niskim IG zwykle powoduje ograniczenie spożycia energii i jest dobrze akceptowana przez pacjentów
  - + Dieta oparta o wybór produktów o niskim indeksie glikemicznym jest równie skuteczna w redukcji masy ciała u osób z nadwagą i otyłością, co porównywana tradycyjna dieta niskoenergetyczna
  - + Dieta o niskim IG przy podobnej utracie masy może w większym stopniu zmniejszać zawartość tłuszczu w ciele, szczególnie u kobiet w wieku około menopauzalnym, nie powodując jednocześnie zmniejszenia spoczynkowych wydatków energetycznych



Zalecenia diety bogatej w produkty o niskim indeksie glikemicznym, mogą być alternatywą dla standardowych zaleceń diety niskoenergetycznej, szczególnie u dzieci i młodzieży, czy osób z cukrzycą typu 2, zaburzoną tolerancją glukozy, hipertriglicerydemią, czy hiperlipidemią mieszaną



IG posiłków może wpływać także na wytrzymałość i zdolność do wysiłku

Posiłki o niskim IG sprzyjają oszczędniejszemu wykorzystaniu glikogenu podczas ćwiczeń

Posiłki o wysokim IG zwiększają odkładanie glikogenu w mięśniach w okresie odpoczynku


*(Wee i wsp., J Appl Physiol, 2005)*

Zaleca się spożycie:

przed wysiłkiem – produktów o niskim IG  
*(1g węglowodanów/ kg masy ciała)*

w trakcie wysiłku – produkty o wysokim IG,  
*najlepiej w postaci płynnej*

po wysiłku – produkty o wysokim IG




Na śniadanie  
wybierz zestawy o niskim i średnim indeksie glikemicznym,  
w skład których wejdą  
produkty mleczne, owoce,  
tradycyjne płatki, otręby lub makaron,  
co utrzyma przez pewien czas  
odpowiedni, nie za wysoki poziom glikemii  
i nie spowoduje znacznego jej podwyższenia  
przy następnym posiłku

Unikaj natomiast  
przetworzonych, zbożowych produktów śniadaniowych  
i dużej ilości, szczególnie jasnego pieczywa



## I śniadanie

- płatki zbożowe
  - mleko niskotłuszczowe lub jogurt naturalny
  - pieczywo pełnoziarniste ( 1 kromka)
  - ser, owoce
- lub
- jajko gotowane w dowolny sposób
  - grzanka pełnoziarnista, warzywa



Na II śniadanie, podwieczorek i kolację  
wybieraj zestawy  
o bardzo niskim indeksie glikemicznym

## II śniadanie

- pieczywo pełnoziarniste
- cienki plasterek szynki lub innego chudego mięsa
- sałatka warzywna
- owoc lub sałatka owocowa

## Przekąski

- nabiał, owoce, warzywa, orzechy, nasiona



Zestawy o nieco większym indeksie glikemicznym  
wybierz

na obiad lub lunch

ale

- jedz tyle warzyw ile tylko możesz  
z niewielką ilością chudego mięsa, kurczaka lub ryby

- jeśli nie jesz mięsa, to zjedz dwie czubate łyżki  
grochu, fasoli, soi lub soczewicy

pamiętaj wybieraj jednocześnie tylko te zestawy,  
które nie są bogate w tłuszcz