

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337243172>

# Glykemický index potravin 2019

Article · November 2019

CITATIONS

0

READS

215

4 authors, including:



**Rudolf Chlup**

Palacký University Olomouc

72 PUBLICATIONS 461 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Karolina Peterson**

11 PUBLICATIONS 202 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Pavla Kudlova**

Tomas Bata University in Zlín

32 PUBLICATIONS 74 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Léčba diabetu 2. typu [View project](#)



POST GRADUATE THERAPEUTIC EDUCATION IN DIABETOLOGY [View project](#)

# Glykemický index potravin 2019

Rudolf Chlup<sup>1,2,3</sup>, Karolina Peterson<sup>1</sup>, Pavla Kudlová<sup>1,4</sup>, Jiří Nečas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ústav fyziologie Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

<sup>2</sup>2. interní klinika Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc

<sup>3</sup>Odborný léčebný ústav Paseka, pracoviště Moravský Beroun

<sup>4</sup>Ústav zdravotnických věd Fakulty humanitních studií Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Tato přehledová práce pojednává (1) o základních ukazatelích hyperglykemizující síly potravin, (2) o faktorech, které hyperglykemizující sílu ovlivňují, (3) o metodách stanovení klasického a rozšířeného glykemického indexu, (4) o skupinách potravin s nízkým, středním a vysokým GI a (5) o významu glykemického indexu při léčbě různých chorob a při sportu. Jsou uvedeny poznatky z literatury i výsledky vlastních pozorování.

**Klíčová slova:** glykemický index potravin, rozšířený glykemický profil, glykemická nálož, kontinuální monitorování glykemie, software DEGIF XL.

## Glycaemic index od foods 2019

This review is dealing with (1) basic parameters of hyperglycaemic power of food products, (2) various factors influencing the hyperglycaemic power of food, (3) methods of measurement of classical and extended glycaemic indexes (4) food products with a low-, medium- and high glycaemic index and (5) input of the glycaemic index in treatment of various diseases and in physical training. Important references and results of authors' observations are included.

**Key words:** glycaemic index of foods, extended glycaemic profile, glycaemic load, continuous glucose monitoring, software DEGIF XL

## Úvod

Otázku hyperglykemizující síly potravin otevřel v roce 1973 Otto (1), který prováděl měření u osob se sníženou tolerancí glukózy a u osob s diabetem 2. typu. Pojem glykemický index potravin zavedl Jenkins (2) v roce 1981. Dnes lze o glykemickém indexu potravin a jeho přínosu pro racionální stravování nalézt v databázi Pubmed více než 1 000 publikací. Z toho je více než 200 prací za posledních 5 let včetně těch s negativním postojem (3).

## Ukazatele hyperglykemizující síly potravin

Mezi ukazatele hyperglykemizující síly potravin patří glykemický index (GI), glykemická nálož (GL), glykemický glukózový ekvivalent (GGE), relativní glykemický účinek (RG) a rozšířený (extendovaný) postprandiální

glykemický profil (rozšířený glykemický index GI 150, GI 180, a GI 210).

## Glykemický index (GI)

GI je ukazatelem hyperglykemizující síly určité potraviny ve srovnání s potravinou standardní. Vypočítá se jako procentuální podíl plochy pod glykemickou křivkou (IAUC – Incremental Area Under the Curve) po požití testované potraviny obsahující 50 g vstřebatelných sacharidů a plochy pod glykemickou křivkou po požití standardní potraviny stejnou osobou v jiném dni (Obr. 1a) (4). Jako standardní potravina se obvykle volí glukóza.

Inkrementální plocha pod křivkou zahrnuje pouze plochu nad výchozí hodnotou glykemie (doporučeno FAO/WHO (4)). Metodiku výpočtu uvádí Obr. 1b.

## Glykemická nálož (GL – Glycaemic Load)

Glykemická nálož je ukazatelem, který vyjadřuje, jak různé množství potravin se známým glykemickým indexem ovlivňuje průběh glykemie. Lze ji vypočítat dle vzorce:

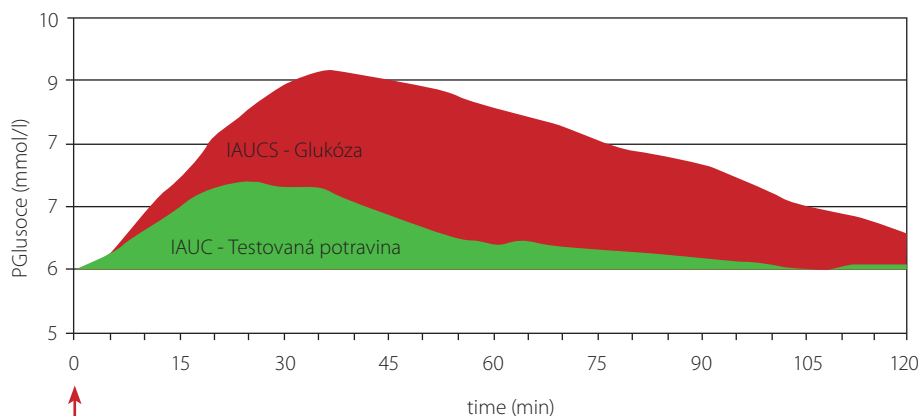
$$GL = \text{Obsah stravitelných sacharidů (g) v konzumované porci} \times \text{GI (\%)/100}$$

Glykemická nálož se v literatuře běžně uvádí bez jednotek (5).

## Glykemický glukózový ekvivalent (GGE – Glycaemic Glucose Equivalent)

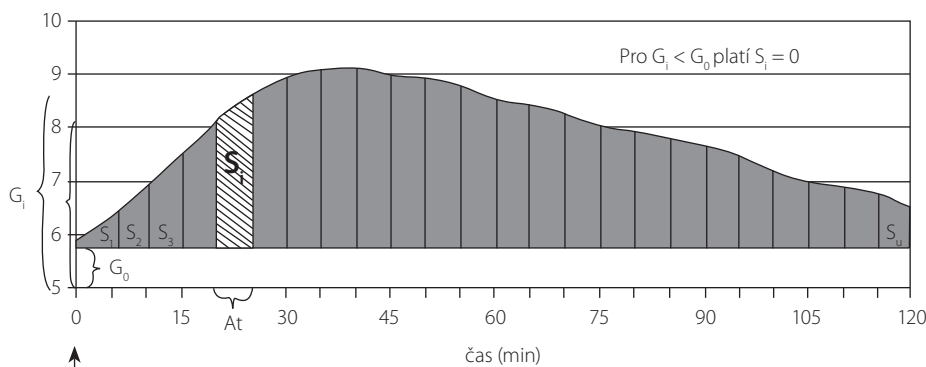
GGE odpovídá množství glukózy, jejíž hyperglykemizující účinek je ekvivalentní k hyperglykemizujícímu účinku určeného množství testované potraviny.

**Obr. 1a.** Hyperglykemizující účinek testované potraviny (zeleně) ve srovnání s hyperglykemizujícím účinkem glukózy (červeně). Při konvenční metodě se glykemie měří v patnáctiminutových intervalech a každá potravina je požitá nalačno v jiný den (4). Při kontinuálním monitorinku se hodnoty glykemie registrují v intervalech pětiminutových a během jednoho dne lze testovat několik potravin v různých časech (16)



50 g sacharidů v potravine

**Obr. 1b.** Výpočet inkrementální plochy pod křivkou (IAUC).  $IAUC = \sum_{i=1, \dots, 24} S_i$ ,  $G_i$  = koncentrace glukózy v čase  $i$ ;  $G_0$  = výchozí koncentrace glukózy;  $\Delta t = 5$  min.



Konzumace 50 g sacharidů

### Relativní glykemický účinek (RGI – Relative Glycaemic Impact)

Relativní glykemický účinek je ukazatel, který popisuje schopnost potraviny vyvolat postprandiální glykemickou odpověď vztahující se na množství sacharidů obsažených v aktuálně konzumované porci (5).

### Rozšířený postprandiální glykemický profil (GI 150, GI 180, GI 210)

Rozšířené glykemické indexy (profily) (6) se vypočítávají pro interval 150, 180 a 210 minut od začátku konzumace potraviny, obdobným způsobem jako klasický GI 120. Příklad uvádí Obr. 2 a Obr. 3. Hodnoty GI jsou vždy v pravém horním rohu. Je vidět, že zatímco po konzumaci rýžových chlebíčků glykemie stoupala podobně jako po čisté glukóze a za 210 minut se ještě nevrátila k výchozí hodnotě, byl po vypití sladkého Revitalu aloe vera vzestup glykemie poloviční a návrat nastal za stejnou dobu (165 minut) jako po glukóze.

### Faktory ovlivňující hodnotu glykemického indexu

#### Obsah a typ jednoduchých sacharidů

Čím vyšší je poměr fruktózy ke glukóze, tím nižší je glykemický index (7).

#### Obsah a typ komplexních sacharidů (škrobů)

Jsou známy dva základní druhy škrobu – amyulóza a amylopektin. Amyulóza, která je tvořena lineárním řetězcem molekul, se obtížně želatinižuje a tráví. Naopak amylopektin je složen z rozvětvených řetězců glukózových jednotek, takže je snadněji štěpen. Čím vyšší je poměr amyulózy k amylopektinu, tím pomalejší je trávení potraviny a nižší GI.

#### Obsah tuků

Tuky v potravine zpomalují evakuaci žaludku, což vede k pomalejší absorpci sacharidů

a tím k plošší glykemické křivce (8). Proto mají potraviny s vysokým obsahem tuků, např. čokoláda, nízký GI. Nízký GI luštěnin se vysvětluje vysokým obsahem amylózy a relativně vyšším obsahem tuku.

#### Obsah a typ bílkovin

Po jídle s hojným obsahem bílkovin dochází ke stimulaci sekrece inzulínu (9). Za tuto stimulaci jsou zodpovědny aminokyseliny. Síla stimulace je závislá nejen na typu a množství aminokyseliny v potravine, ale také na postprandiální glykemii.

#### Vláknina

Obsah vlákniny v potravine ovlivňuje GI v závislosti na typu a viskozitě vlákniny.

Je-li v potravine obsažena vysoce viskózní vláknina, je výsledný GI nižší. Je-li vláknina intaktní, plní funkci fyzikální bariéry, a tak zpomaluje trávení sacharidů. Je-li však struktura vlákniny poškozena při zpracování potraviny, např. při jemném mletí celozrnné mouky, nevede její přítomnost k nižšímu GI. Viskózní vláknina působí jako zahusťovač trávené potraviny, čímž zpomaluje průchod zažívacím traktem a vstřebávání sacharidů je pozvolnější.

#### Organické kyseliny

Podání octa nebo citrónové šťávy společně s testovanou potravinou vede ke snížení glykemické odpovědi prostřednictvím zpomalení evakuace žaludku. GI se snižuje v závislosti na typu a množství kyseliny obsažené v potravě.

#### Zpracování a skladování potraviny

Způsob skladování potraviny může mít vliv na GI. Například skladování vařených brambor za nízké teploty vede k nárstu resistentního škrobu, což vede k nižšímu GI (10).

### Metodika stanovení glykemického indexu

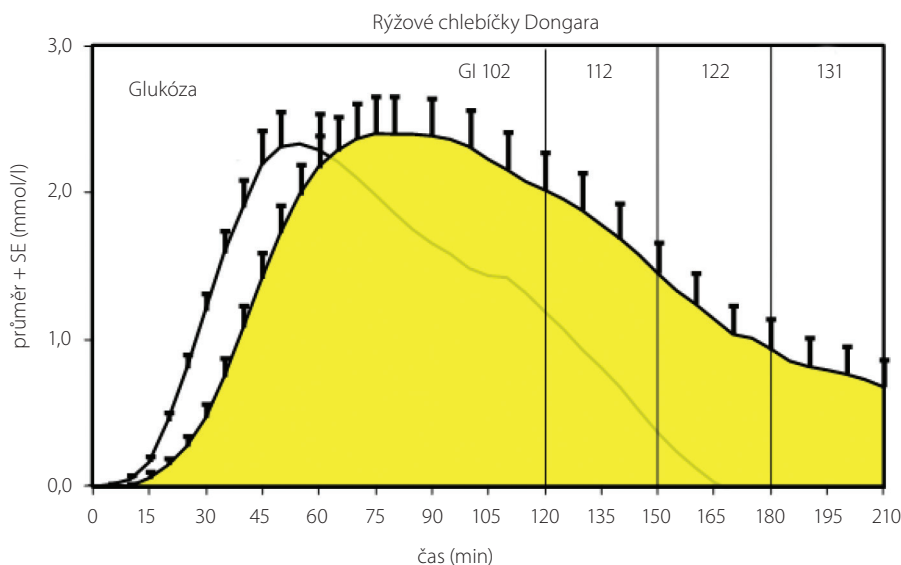
Z metodologického hlediska je třeba brát v úvahu následující faktory: testované osoby (počet, zdravotní stav, lačnění, kouření a konzumace alkoholu, fyzická aktivita), druh standardu, obsah sacharidů v testované potravine, počet testů, denní dobu provedení testu a vliv předchozích jídel a způsob výpočtu AUC.

■ Počet probandů se pohybuje od 3 do 52. Výsledky GI stanovené u 10 a více osob

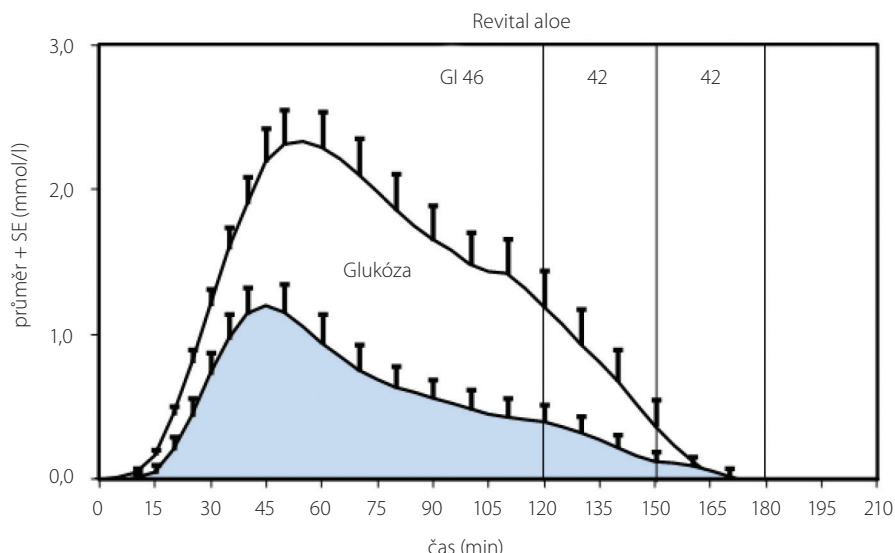
poskytují uspokojivou výpovědní hodnotu a přesnost (11).

- Počet testů u jednoho probanda: 3x standardní potravina, 1x testovaná potravina
- Zdravotní stav. Průměrný glykemický index stanovený u zdravých, u osob s diabetem 1. typu a u osob s diabetem 2. typu je bez signifikantních rozdílů, avšak variabilita hodnot GI je nejmenší u zdravých (12, 13).
- Fyzický trénink může vést ke zvýšenému vychytávání glukózy svaly následující den a zlepšuje citlivost na inzulín až po dobu 48 hodin. Brouns (11) doporučuje, aby se testovaná osoba den před testem vyvarovala těžké fyzické aktivitě.
- Obsah sacharidů. Testují se porce potraviny obsahující 50 g vstřebatelných sacharidů. U potravin, které mají velmi nízký obsah sacharidů, je možné testovat porce s 25 g vstřebatelných sacharidů.
- Průběh klasického stanovení GI (4). Test začíná ráno po 10 až 12 hodinách lačnění, odebrat vzorky kapilární krve v průběhu první hodiny (tj. do 60. minuty od počátku konzumace testované potraviny) v patnáctiminutových intervalech (0, 15, 30, 45, 60 min) a ve druhé hodině ve třicetiminutových intervalech (tj. za 90 a 120 min od začátku).
- Rozšířené glykemické indexy (profily) jsme vyšetřovali pomocí kontinuálního monitorinku glykémie (CGMS, Minimed Medtronic, Northridge, CA, USA) (14). Za tím účelem byl každé testované osobě zaveden do podkoží senzor, který každých 5 minut předával bezdrátově hodnotu koncentrace glukózy v mezibuněčné tekutině do malého kapsního monitoru. Každá potravina byla testována podle předem definovaného asi týdenního jídelníčku opakovaně. Na závěr byla data z monitoru převedena do počítače. Přitom jsme využili vlastní softwarový program DEGI XL (15–18) (Obr. 4). Potraviny byly testovány v několika stanovených časech v průběhu dne. Nebyly brány v úvahu testy, které nesplňovaly všechna evaluační kritéria: konzumace celé porce jídla maximálně během 30 minut, předchozí interval lačnění minimálně 210 min, interval lačnění po skončení konzumace minimálně 210 min. Ze statistického zpracování byly vyřazeny také všechny testy, u nichž z technických důvodů došlo k přerušení kontinuální mo-

Obr. 2. Postprandiální vývoj glykémie po rýžových chlebičkách a po glukóze



Obr. 3. Postprandiální vývoj glykémie po nápoji Revital aloe vera a po glukóze



nitorence na dobu delší než 20 minut. GI byl u každého jednotlivce vypočten pro každou potravinu jako průměr indexů ze všech jeho zdařilých testů příslušné potraviny. Výsledný skupinový glykemický index potraviny byl vyjádřen jako medián příslušných indexů od každé testované osoby.

### Skupiny potravin podle velikosti glykemického indexu

Podle velikosti glykemického indexu rozděluje Foster-Powelová a Brandová-Millerová potraviny do tří skupin (19):

- Potraviny s vysokým glykemickým indexem (GI ≥ 70 %)
- Potraviny se středním glykemickým indexem (GI 56–69 %)

- Potraviny s nízkým glykemickým indexem (GI 0–55 %)

Toto rámcové rozdělení je všeobecně přijímáno. S ohledem na praktické využití se vzhledem k variabilitě GI jeví jako velmi účelné. Stanovené hodnoty GI platí pouze pro potraviny stejného původu, která je uchovávána a zpracovávána za stejných podmínek jako potravina, u které byl GI vyšetřen (Tab. 1 a Tab. 2).

Význam GI lze vidět z Tab. 1: GI (tedy i vývoj glykémie) se liší po konzumaci stejného množství sacharidů (30 g) v žitném chlebu (GI 58 %) a v rohlících (GI 70 %).

Nicméně nutriční tabulky potravin v České republice v současné době uvádějí hodnotu glykemického indexu jen fakultativně.

## Význam glykemického indexu u různých onemocnění a při fyzické zátěži

### Glykemický index a diabetes mellitus

Potraviny s vysokým GI vedou k rychlému nárůstu postprandiální glykemie s následkem vyšší inzulinemie. Dlouhodobá konzumace těchto potravin by tedy logicky mohla přispívat k rozvoji diabetu, případně ke zhoršení jeho kompenzace.

Některé studie podporují hypotézu, že strava bohatá na potraviny s vysokým GI, respektive vysokou glykemickou náloží, podporuje rozvoj diabetu, a naopak, že dieta s hojným množstvím potravin s nízkým GI jeho kompenzaci zlepšuje. V randomizované studii na 20 osobách s DM2 Järviová sledovala příznivý efekt diety s nízkým GI na kompenzaci diabetu, LDLcholesterol a fibrinolytickou aktivitu (26). Z metaanalýzy 14 randomizovaných kontrolovaných studií u osob s DM1 nebo DM2, kterou provedla Brandová-Millerová v roce 2003, vyplývá, že dieta založená na nízkém GI přispívá k redukcí HbA1c (27).

Z Tab.1 i z Tab. 2 vyplývá, že znalost obsahu sacharidů i GI může upřesnit dávkování prandiálních bolusů inzulínu u osob s diabetem 1. a 2. typu.

### Glykemický index, obezita a redukční diety

Redukční diety založené na principu glykemického indexu mají několik různých mechanismů působení. Potraviny s nízkým GI se na redukcii hmotnosti podílejí zvětšením pocitu sytosti a podporou metabolizace lipidů na úkor metabolického využití sacharidů.

Naopak potraviny s vysokým GI vedou k rychlému vzestupu a následnému poklesu postprandiální glykemie. Mohou tak prohlubovat pocit hladu a tím stimulovat chuť k jídlu, urychlovat uvolnění adrenalinu a kortisolu. Potraviny s nízkým GI mají často nižší energetickou hodnotu než potraviny s vysokým GI.

Clapp (28) náhodně rozdělil 12 zdravých gravidních žen v 8. týdnu těhotenství do 2 skupin: první skupina po zbytek gravidity konzumovala stravu založenou na nízkém GI a druhá na vysokém GI. Na konci těhotenství byl nárůst hmotnosti ve skupině se stravou s vysokým GI signifikantně větší než ve skupině s nízkým GI (19,7 kg vs. 11,8 kg).

Pereira (29), který sledoval skupinu 39 dospělých s obezitou léčených buď nízkotučnou dietou nebo dietou s nízkou glykemickou náloží, pozoroval

**Tab. 1.** Glykemické indexy (GI) vybraných potravin mezinárodní tabulky hodnot glykemického indexu a glykemické nálože (GL) (19)

Potravina	GI (průměr ± SE) (%)	Velikost porce	Množství stravitelných sacharidů v porci (g)	Glykemická nálož
Mléko plnotučné	27 ± 4	250 ml	12	3
Čočka	29 ± 1	150 g	18	5
Jogurt nízkotučný ovocný	33 ± 7	200 g	31	10
Jablko	38 ± 2	120 g	15	6
Špagety bílé	38 ± 2	180 g	48	18
Pomeranč	42 ± 3	120 g	11	5
Čokoláda mléčná	43 ± 3	50 g	31	13
Džus jablečný neslazený čirý	44 ± 2	250 ml	30	13
Tyčinka Twix	44 ± 6	60 g	39	17
Hrášek zelený	48 ± 5	80 g	7	4
Brambory bílé vařené	50 ± 9	150 g	28	14
Banán	52 ± 4	120 g	24	12
Rýže hnědá	55 ± 5	150 g	33	18
Rýže bílá dlouhozrnná	56 ± 7	150 g	43	24
Bebe sušenky Dobré ráno čokoládové	57 ± 9	50 g	33	19
Žitný chléb	58 ± 6	30 g	14	8
Bílý chléb (rohlíky, veka)	70 ± 0	30 g	14	10

Poznámka:  $GL = GI \times \text{obsah stravitelných sacharidů v konzumované porci (g)} : 100$ .

**Tab. 2.** Glykemické indexy potravin vyšetřené na Ústavu fyziologie LF UP v Olomouci a na 2. interní klinice FNOL u zdravých osob v letech 2004–2014

Č	Potravina	GI (%) Medián	GI (%) Průměr	Denní doby testů	Počet osob	Publikace
1.	Veka (bílý chléb) Penam	66		R, V	11	(20)
2.	Cereální štavnaté tyčinky FIT	87		R, V	11	(20)
3.	Hořká čokoláda Studentská pečeť	39	44	R, V	20	(15)
4.	Jablečná přesnídávka Hami	40	46	R, V	20	(15)
5.	Rýžové chlebičky celozrnné Racio	77	77	R, V	20	(15)
6.	Jogurt Revital jahoda Olma	32	38	R, V	20	(15)
7.	Ravioly se sýrem		43	P	20	(21)
8.	Pšeničné chlebičky s čoko polevou		64	O	20	(21)
9.	Hořká čokoláda (70 % kakaá)		35	R, V	20	(21)
10.	Bramborová kaše, rybí prsty, máslo		95	P	20	(21)
11.	Oplatky Kolonáda		79	O	20	(21)
12.	Rýžové chlebičky s čoko polevou Racio		105	R, V	20	(21)
13.	Rohlíky Penam 2 ks (100 g)		93	R, V	20	(21)
14.	Meruňkové knedlíky s máslem		75	P	20	(21)
15.	Rajská polévka		40	O	20	(21)
16.	Med lipový		77	R, V	20	(21)
17.	Žitný chléb s rostlinným tukem Olivia		46	R,P,O,V	20	(22)
18.	Rýžové chlebičky (Dongara) Racio		95	R,P,O,V	20	(22)
19.	Jogurt Florian jahoda Olma		26	R,P,O,V	20	(22)
20.	Rohlíky Penam (90 g) se šunkou (120g)		60	R,P,O,V	20	(22)
21.	Pšeničné chlebičky Racio		51	R,P,O,V	20	(22)
22.	Nápoj Revital active aloe vera 500 ml		43	R,P,O,V	02	(22)
23.	Raciolky pšeničné sýrové 90 g	75		R,P,O,V	19	(23)
24.	Pravé hořké trubičky čoko 5+1/2 ks	66		R,P,O,V	19	(23)
25.	Bezlepkové sušenky s vlákninou 12 ks	63		R,P,O,V	19	(23)

Pokračování Tab. 2. na str. 176



val nižší výskyt pocitu hladu, zlepšenou senzitivitu na inzulín, nižší koncentraci triacylglycerolů a nižší krevní tlak a CRP u osob léčených dietou s nízkou glykemickou náloží po úbytku 10 % hmotnosti.

### Glykemický index a onemocnění kardiovaskulárního systému

V souvislosti s vlivem glykemického indexu stravy na choroby kardiovaskulárního systému se pozornost zaměřuje na sledování BMI, lipidového spektra, inzulinorezistence a fibrinolytické aktivity.

Järviöová (26) v randomizované cross-over studii na 20 osobách s DM2 sledovala po dobu 24 dní vliv dvou diet s různým GI. Diety se nelišily v obsahu makronutrientů a vlákniny, přičemž cílem bylo zachovat hmotnost probandů. V této studii za 24 dní došlo u obou diet k snížení glykemie nalačno a ke zlepšení senzitivity na inzulín. Při dietě s nízkým GI byla plocha pod glykemickou a inzulinemickou křivkou o 30 % menší a pokles koncentrace LDL cholesterolu větší. Došlo k normalizaci aktivity inhibitoru aktivátoru plazminogenu PAI. U diety s vysokým GI zůstala aktivita PAI nezměněna.

### Glykemický index a nádorová onemocnění

Pozornost se zaměřuje na případnou souvislost GI a glykemické nálože s řadou neoplazmat. K dispozici jsou výsledky studií zabývajících se vztahem GI a novotvarů zažívacího traktu (30), ledvin, dělohy, vaječníků, prsu, štítné žlázy. Podle některých autorů strava bohatá na potraviny s vysokým GI zvyšuje incidenci nádorových onemocnění.

### Glykemický index a fyzická zátěž

V roce 1991 popsal Thomas (31) zlepšenou fyzickou výdrž po požití čočky (nízký GI) 1 hodinu před tréninkem ve srovnání s brambory (vysoký GI), glukózou a vodou. DeMarco (32) rovněž popsal kladný efekt potraviny s nízkým GI požití 30 minut před maximální zátěží. Febbraio (33) zjistil, že konzumace jídla s vysokým GI vedla k většímu poklesu glykemie po zahájení tréninku a k nižší koncentraci volných mastných kyselin ve srovnání s jídlem s nízkým GI a placebem.

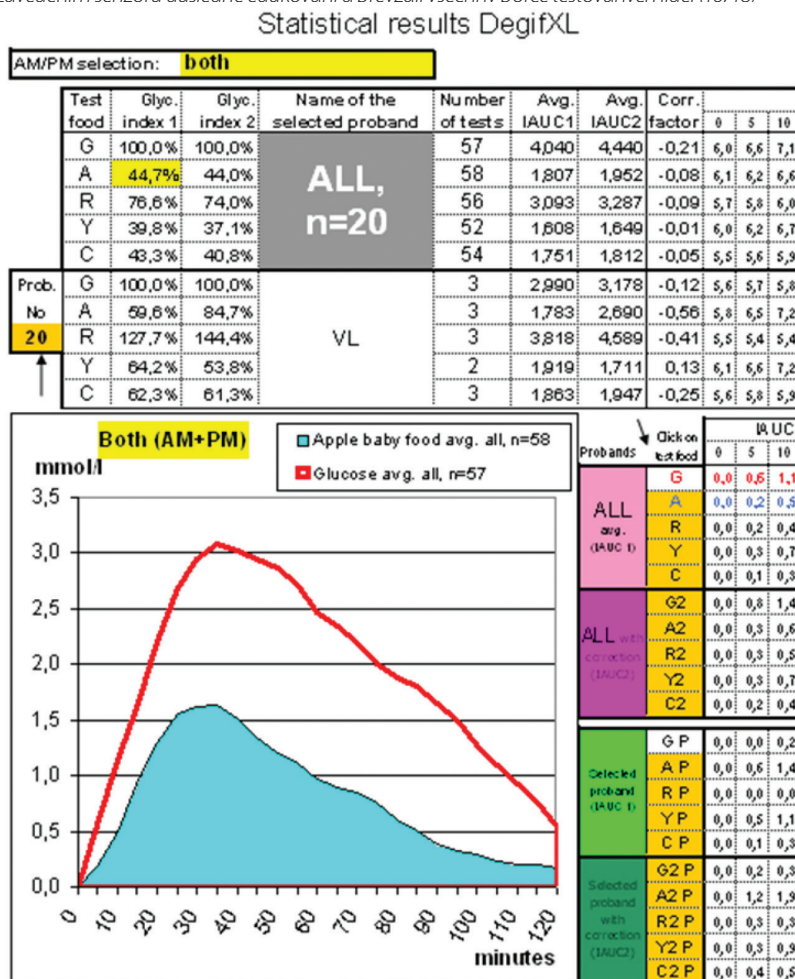
Studován byl také příjem sacharidů ve formě jídel s různým GI po fyzické zátěži za účelem rychlé obnovy zásob svalového glykogenu. Příjem potravin s vysokým GI vedl k většímu množství svalového glykogenu a vyšší inzulinemii 6 hodin po tréninku, ale 20,

Tab. 2. Pokračování ze s. 175

Č	Potravina	GI (%) Medián	GI (%) Průměr	Denní doby testů	Počet osob	Publikace
26.	Jogurt Revital vanilka Olma 400 ml	43		R,P,O,V	19	(23)
27.	Nízkoglykemické trubičky čoko 6 ks	44		R,P,O,V	19	(23)
28.	Nízkoglykemické sušenky s vlákninou 11 ks	58		R,P,O,V	19	(23)
29.	Cornies kukuřičné s hořkou čokoládou (85g)		60	R,P,O,V,V2	19	(24)
30.	2 rohlíky Penam se šunkou a hořčicí (240g)		81	R,P,O,V,V2	19	(24)
31.	Jogurt Florian Active Meruňka (300 g)		41	R,P,O,V,V2	19	(24)
32.	Diabetické mýslí s 1 dcl mléka Olma		57	R,P,O,V,V2	19	(24)
33.	Chlebičky multigrain Racio (65g)		57	R,P,O,V,V2	19	(24)
34.	Mýslí do ruky se zahradním ovocem (75g)		57	R,P,O,V,V2	19	(24)
35.	Jogurtový nápoj 500g Olma		33	R,P,O,V,V2	19	(24)
36.	2 rohlíky Penam (100g) a šunka (100g)		45	R,P,O,V,V2	9	(25)
37.	Rohlík Penam (25g) a jogurt (300g)		34	R,P,O,V,V2	9	(25)
38.	Kulaté oplatky s jogurtovou náplní		48	R,P,O,V,V2	9	(25)
39.	Kulaté oplatky s ořechovou náplní		24	R,P,O,V,V2	9	(25)
40.	Sušenky polité čokoládou		41	R,P,O,V,V2	9	(25)

R – ráno (7 h), P – poledne (11 h), O – odpoledne (15 h), V – večer (19 h), V2 – večer (23 h)

**Obř. 4.** Ukázka funkce Spread sheet programu DEGIF XL; výpočet GI u jablečné přesnídávky. Probandi byli před zavedením senzoru důsledně edukováni a převzali všechnu dorce testovaných jídel (16, 18)



32 a 44 hodin po tréninku se tyto hodnoty nelišily. Jozsi (34), stejně jako Burkeová (35) při zkoumání cyklistů zjistil, že konzumace potravin s vysokým GI vede k většímu vytváření svalového glykogenu a k jeho nárůstu během 24 hodin po tréninku.

Z uvedených důvodů lze před tréninkem doporučit konzumaci potravin s nízkým GI. Naproti tomu během tréninku a po jeho skončení jsou žádoucí potraviny s vysokým GI (36).

Podporováno IGA NR 7825, Ministerstvo zdravotnictví ČR

## LITERATURA

1. Otto H, Bleyer G, Pennartz M, Sabin G, Schauburger G and Spaethe R. Kohlenhydrataustausch nach biologischen Äquivalenten. Diätetik bei Diabetes mellitus, Ed. R Spaethe. 41–50. Bern Stuttgart Wien: Verlag Hans Huber; 1973.
2. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman AC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34(3): 362–366.
3. Franz MJ. Is there a role for the glycemic index in coronary heart disease prevention or treatment? *Curr Atheroscler Rep.* 2008; 10(6): 497–502.
4. Food and Agriculture Organization/World Health Organization: Carbohydrates in human nutrition: report of a Joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper. 1998; 66: 1–140.
5. Monro JA, Shaw M. Glycemic impact, glycemic glucose equivalents, glycemic index and glycemic load: definitions, distinctions, and implications. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87(suppl): 237S–243S.
6. Chlup R, Peterson K, Zapletalová J, Kudlová P, Sečkař P (2010) Extended prandial glycemic profiles of foods as assessed using continuous glucose monitoring enhance the power of the 120 -minute glycemic index. *J Diab Sci Tech* 4(3): 615–624. 68.
7. Arvidsson-Lenner R, Asp NG, Axelsen M, Bryngelsson S, Haapa E, Jarvi A, Karlstrom B, Raben A, Sohlstrom A, Thorsdottir I, Vessby B. Glycemic index. *Scandinavian Journal of Nutrition.* 2004; 48: 84–89.
8. Collier G, McLean A, O'Dea K. Effect of co-ingestion of fat on metabolic responses to slowly and rapidly absorbed carbohydrates. *Diabetologia.* 1984; 26: 50–54.
9. Nuttall FQ, Mooradian AD, Gannon MC, Billington C, Krezowski P. Effect of protein ingestion on the glucose and insulin response to a standardized oral glucose load. *Diabetes Care.* 1984; 7: 465–470.
10. Leeman M, Ostman E, Björck I. Vinegar dressing and cold storage of potatoes lowers postprandial glycaemic and insulinaemic responses in healthy subjects. *Eur J Clin Nutr.* 2005; 59: 1266–1271.
11. Brouns F, Björck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever TM. Glycaemic index methodology. *Nutr Research Rev.* 2005; 18: 145–171.
12. Jenkins DJ, Wolever TM, Jenkins AL, Thorne MJ, Lee R, Kalmusky J, Reichert R, Wong GS. The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: a new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia.* 1983; 24: 257–264.
13. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Nutr.* 1991; 54(5): 846–854.
14. Peterson K. Kontinuální monitorování koncentrace glukózy. *Diabetes a obezita.* 2008; 8(16): 40–54.
15. Chlup R, Jelenová D, Kudlová P, Chlupová K, Bartek J, Zapletalová J, Langová K, Chlupová L (2006) Continuous glucose monitoring – novel approach to the determination of the glycaemic index of foods (DEGIF 1); *Exp Clin Endocr Diab* 144(12): 68–74.
16. Chlup R, Sečkař P, Zapletalová J, Langová K, Kudlová P, Chlupová K, Bartek J, Jelenová D (2008) Automated computation of glycemic index for foodstuffs using continuous glucose monitoring. *J Diab Sci Tech* 2(1): 67–75.
17. Příbylova H, Pallyova M, Hucikova J, Luza J. Evaluation of the new software program DEGIFXL4 in the determination of the glycaemic indices of foodstuffs. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2008, 152(1): 65–71.
18. Kudlová P, Chlup R. Educational background for determination of Glycaemic Index of foods. In Pospíšilová A, Juřenková P, Straková J. (Eds.) Conference proceedings IV. International Conference of General Nurses and Workers Educating, p. 104–111. Brno: Tribun EU, 2011. 181 s.
19. Foster-Powell K, Holt S HA, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and load values: 2002. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76: 5–56.
20. Chlup R, Bartek J, Řezníčková M, Zapletalová J, Doubrovová B, Chlupová L, Sečkař P, Dvořáčková S, Šimánek V. Determination of the glycaemic index of selected foods (white bread and cereal bars) in healthy persons. *Biomed Papers,* 2004; 148(1): 17–25.
21. Chlup R, Peterson K, Zapletalová J, Kudlová P, Sečkař P. Extended Prandial Glycemic Profiles of Foods as Assessed Using Continuous Glucose Monitoring Enhance the Power of the 120-Minute Glycemic Index. *J Diabetes Sci Technol,* 2010. 4(3): 615–624.
22. Chlup R, Peterson K, Kudlová P, Zapletalová J, Langová K, Sečkař P, Milata V (2011) Determination of glycemic indexes of foods at different times of day in healthy persons using continuous glucose monitoring. *Diabetes* 60(Suppl 1): 212-213 (Abstract).
23. Chlup R, Peterson K, Kudlová P, Zapletalová J, Langová K, Příbylová H (2011) CGMS enables determination of glycaemic indexes of foods at different times of day. *Diab Tech Ther* 13(2): 214 (Abstract).
24. Chlup R, Zapletalová J, Kudlová P, Milata V, Sečkař P, Peterson K, Matoušková J, Tomčalová J, Bartek J. Determination of glycaemic index of cornies, white bread & ham, yogurt, muesli cake, fruit muesli and multigrain cake at different times of day using continuous glucose monitor. *Diabetologia* 2012, 55(Suppl 1): 362 (Abstract).
25. Chlup R, Zapletalová J, Kudlová P, Milata V, Sečkař P, Rybáriková M, Peterson K (2012) Effective Determination of Glycaemic Indexes of foods at five different times of day using continuous glucose monitoring. *Diabetes* 61(Suppl 1): 192 (Abstract)
26. Järvi AE, Karlström BE, Granfeldt YE, Björck IE, Asp NG, Vessby BO. Improved glycemic control and lipid profile and normalized fibrinolytic activity on a low-glycemic index diet in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 1999; 22(1): 10–18.
27. Brand JC, Colagiuri S, Crossman S, Allen A, Roberts DC, Truswell AS. Low-glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM. *Diabetes Care.* 1991; 14(2): 95-101.
28. Clapp JR. Diet, exercise and fetoplacental growth. *Arch Gynecol Obstet* 1997; 1261: 101–107.
29. Pereira MA, Swain J, Goldfine A, Rifai N, Ludwig DS. Effects of a low-glycemic load diet on resting energy expenditure and heart disease risk factors during weight loss. *JAMA.* 2004; 292: 2482–2490.
30. Jiao L, Flood A, Subar AF, Hollenbeck AR, Schatzkin A, Stolzenberg-Solomon R. Glycemic index, carbohydrates, glycemic load, and the risk of pancreatic cancer in a prospective cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2009; 18(4): 1144–1151.
31. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise: effect of glycemic index. *Int J Sports Med.* 1991; 12:180–186.
32. DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Preexercise carbohydrate meals: Application of glycemic index. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31: 164–170.
33. Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ, Campbell SE, Garnham AP. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J Appl Physiol.* 2000; 89: 1845–1851.
34. Jozsi AC, Trappe TA, Starling RD, Goodpaster B, Trappe SW, Fink WJ, Costill DL. The influence of starch structure on glycogen resynthesis and subsequent cycling performance. *Int J Sports Med.* 1996; 17: 373–378.
35. Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J Appl Physiol.* 1993; 75: 1019–1023.
36. Donaldson CM, Perry TL, Rose MC. Glycemic index and endurance performance. *Int J Sport Nutr Exercise Metab.* 2010; 20: 154–165.