

NOVINKY V DIETNÍCH DOPORUČENÍCH PRO DIABETIKY

doc. MUDr. Zdeněk Rušavý, Ph.D., MUDr. Silvie Lacigová, Ph.D.

Diabetologické centrum, I. interní klinika, FN a LF UK Plzeň

Práce uvádí novinky v oblasti dietologie diabetu. Hluběji se zabývá třemi chorobnými jednotkami metabolického syndromu: obezitou, hyperlipoproteinémií a diabetem 2. typu, protože u těchto chorob má dietoterapie zásadní význam. V moderní dietologii je kladen důraz na „zdravou“ hmotnost, proto jsou krátce zmíněny i základy využití fyzické aktivity. Zásadní je změna životního stylu, redukční dieta při BMI nad 25 kg/m² + fyzická aktivita 3–5x týdně minimálně 30 minut. V dietě je třeba maximálně preferovat vlákninu, nejvýhodnější je rozpustná vláknina (zelenina, luštěniny, ovoce) pro pozitivní metabolické účinky. Důležitější než celkové množství tuku v potravě je jejich složení. Aterogenní a trombogenní a možná i kancerogenní jsou nasycené mastné kyseliny, výhodné jsou mono a polyenové mastné kyseliny. Využití fytoosterolů v dietě je významnou možností dietní hypolipidemické léčby. V práci jsou ukázány dietní možnosti při ovlivnění postprandiální glykemie u diabetiků i u zdravých jedinců. Využívání potravin s pomalým vstřebáváním cukru (s nízkým glykemickým indexem) vede nejen ke snížení postprandiální glykemie, ale i ke snížení inzulinové rezistence.

Klíčová slova: diabetes mellitus, metabolický syndrom, vláknina, mastné kyseliny, fytoosteroly, glykemický index.

UPDATE ON DIETARY GUIDELINES FOR DIABETIC PATIENTS

The article presents update in the area of dietology in diabetes mellitus. It discusses in detail 3 pathologic entities of metabolic syndrome: obesity, hyperlipoproteinemia and type II diabetes mellitus, because in this disease dietary therapy plays a key role. „A healthy weight“ is stressed in modern dietology that is why the basics of application of physical activity are briefly discussed. Life style change is essential, reduction diet at BMI over 25 kg/m² and physical activity 3–5x weakly at least for 30 minutes. Dietary fiber is necessary to prefer, the most advantageous is soluble fiber (vegetable, legume, fruit) thanks to positive metabolic effect. More important than the total amount of fat is its composition. Saturated fatty acids are atherogenic and thrombogenic and possibly carcinogenic, mono and polyunsaturated fatty acids are on the other hand beneficial. Use of phytoosterols in diet is an important option of dietary hypolipidemic therapy. The article shows dietary options for postprandial effect on blood glucose levels in diabetics and healthy individuals. Use of food with slow resorption of sugar low blood glucose index) leads not only to lowering postprandial blood sugar level, but also lowering of insulin resistance.

Key words: diabetes mellitus, metabolic syndrome, fiber, fatty acids, phytoosterols, blood glucose index.

Interní Med. 2007; 3: 110–113

Diabetes mellitus

Diabetes mellitus (DM) je název pro řadu odlišných chronických chorob charakterizovaných hyperglykemií. Vzniká v důsledku absolutního nebo relativního nedostatečného účinku inzulínu, který je charakterizován komplexní poruchou metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a dalších látek. V ČR se v r. 2005 léčilo 739 tisíc diabetiků, což představuje incidenci 7,2% v populaci. Choroba se chová velmi agresivně. Od r. 2000–2005 je sledován 3% meziroční přírůstek diabetiků v populaci ČR. Diabetes 1. typu (DM1) se vyskytuje v ČR v 6,8% a diabetes 2. typu (DM2) se vyskytuje téměř v 92%. V r. 2005 bylo léčeno v České republice 33% diabetiků dietou a pohybem, 42% užívalo perorální antidiabetika (PAD), 16% inzulín a kombinací PAD + inzulín bylo léčeno 7% pacientů. Epidemiologická data jsou podobná v celém světě a ukazují stále stoupající závažnost této choroby.

Cíle dietní léčby diabetu

Cílem dietní léčby je dlouhodobé zachování dobrého tělesného i duševního zdraví diabetika, snaha o glykémii blízkou normálním hodnotám (co nejmenší kolísání glykemií v průběhu 24 hodin, hodnota HbA_{1c} < 5,5 %, celková dávka inzulínu je < 1 IU/kg), zachování přiměřené (zdravé) tělesné hmot-

nosti a normálních hodnot krevního tlaku, který je nižší než 130/80 mmHg.

1. U osob s BMI > 25 kg/m² snížení příjmu potravy – energie s ohledem na možné karence (nedostatek vitaminů, bílkovin, vápníku).
2. Zabránit výkyvům glykemie v čase, prevence hypoglykemie:
 - a) znalost obsahu sacharidů v jednotlivých jídlech
 - b) znalost rychlosti vstřebávání sacharidů z potravy (rychlost vstřebání závisí nejen na typu potravy, ale i na skupenství a na způsobu přípravy stravy)
 - c) snížení inzulinové rezistence a normalizace glykemie po jídle
 - d) dosažení normálního složení krevních lipidů. Dieta s nízkým obsahem živočišných tuků, cholesterolu a zvýšeným obsahem vlákniny má velký význam.
3. Prevence a léčba pozdních komplikací diabetu, především aterosklerózy (racionální výživa), hypertenze (dieta s nízkým obsahem soli).

Příčiny selhání dietní léčby

I když dietní a pohybová léčba patří k neúčinnějším preventivním i léčebným opatřením v diabetolo-

gii, její praktická realizace pacientem selhává v průměru za 1 rok. Nejčastější příčinou je nedostatečná nebo nevhodná edukace. Pacient není přesvědčen o významu dietní léčby, nerozumí dietním doporučením nebo je pro něj dietní plán nerealizovatelný. Často chybí komplexní edukační materiál (kniha diet, tabulky výživových hodnot). Společně s edukací je velice významná neustálá motivace pacienta pomocí individuálního přístupu, stanovení reálných cílů s prováděním častých kontrol.

Redukční dieta

V roce 1988 popsal Reaven syndrom vedoucí k urychlené ateroskleróze – metabolický syndrom, který se stal okamžitě předmětem zájmu celé řady medicínských oborů (14). Za hlavní příčinu syndromu označil hyperinzulinémií, která je spojena s inzulinovou rezistencí. Reaven vyzoroval, že obezní jedinci se zvýšeným množstvím břišního tuku, hypertenzí, diabetem a hyperlipoproteinémií umírají v mladém věku na projevy aterosklerózy (5). Redukční dieta má u metabolického syndromu významný preventivní i léčebný efekt.

V posledním desetiletí došlo k opuštění totálních hladovek při léčbě obezity, protože vedly k výraznému úbytku svalové hmoty při vystupňovaném kata-

Tabulka 1. Orientace v dostupných potravinách s ohledem na redukční dietu

potraviny nevhodné	sladké pečivo, zákusky, oplatky, cukr, bonbóny, čokoláda, slazené nápoje, sladké jogurty, dia oplatky, dia čokolády, uzené a tučné sýry, šlehačka, zmrzlina, tučná a uzená masa, uzeniny, sádlo, špek, slanina, alkohol
potraviny doporučené	zelenina, zeleninové saláty, nepříliš sladké ovoce, netučný tvaroh, nízkotučné sýry, masa libová, ryby, pečivo celozrnné, rýže celozrnná, těstoviny celozrnné, nápoje neslazené

bolizmu a měly pouze krátkodobý efekt. Pacient se po ukončení hladovky vrátil na původní hmotnost, ale jeho tělesná skladba se změnila na úkor svaloviny.

Většinou je nyní doporučována nízkotučná, vysokoproteinová dieta s obsahem 20–30 g vlákniny (2). Tuto dietu je nutno stanovit individuálně ve spolupráci s dietní sestrou, protože může být deficitní a může vyvolat karetní stavy (Ca, Fe, vitaminy, bílkoviny). V tabulce 1 jsou uvedeny vhodné a nevhodné potraviny z hlediska redukce hmotnosti. Nové poznatky přinesl výzkum účinků vlákniny. Bylo zjištěno, že nerozpustná vláknina má pouze malý metabolický efekt, zpomaluje vyprazdňování žaludku, snižuje chuť k jídlu a upravuje pasáž. Rozpustná vláknina (hemicelulóza, pektin, lignin, gely) zvyšuje viskozitu potravy, snižuje celkový i LDL-cholesterol, neovlivňuje hladinu HDL-cholesterolu, snižuje hladinu triglyceridů, zpomaluje vyprazdňování žaludku a snižuje podíl vstřebaných živin v tenkém střevě. V tlustém střevě dochází k fermentaci polysacharidů za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem – Short Chain Fatty Acids (SCFA). Tyto kyseliny slouží jako zdroj energie pro tlusté střevo, ale mají rovněž účinek na celý organismus zasahující do metabolismu glukózy a cholesterolu (11, 17). SCFA zvyšují proliferaci bakterií v tlustém střevě, snižují uvolňování amoniaku, a tím produkci urey. Metabolický účinek SCFA není jednoznačně probádán vzhledem k jejich vzájemným interakcím. Problémem naší populace je malá obliba vlákniny (ovoce, zeleniny, luštěnin) především ve vyšších věkových skupinách. Dieta s vysokým obsahem vlákniny je pro tuto část populace obtížně realizovatelná z hlediska kulinářské dovednosti, nezvyklé chuti potravy a v neposlední řadě pro nesnášenlivost. Zažívací problémy při rychlém zvýšení množství vlákniny mohou způsobit okamžité zavržení této diety pacientem.

Základním problémem všech redukčních diet je jejich přechodný účinek. Dlouhodobá compliance pacientů nepřesahuje 10%. Redukce hmotnosti je však vysoce efektivní při léčbě všech symptomů metabolického syndromu.

Dieta u hyperlipoproteinémie

Tato „antisklerotická“ dieta využívá prvků redukční diety. Je nízkotučná, nízkocholesterolová a obsahuje rozpustnou vlákninu. Tuk představuje přibližně 32% přijímané energie. Ohledně kvality a druhu doporučovaných tuků probíhala a stále po-

bíhá řada diskuzí a výzkumů. Ukazuje se, že daleko důležitější je v dietologii diabetu složení mastných kyselin než objem celkového tuku. Přibližně 90% přijatého tuku je ve formě triglyceridů, ze kterých jsou uvolňovány mastné kyseliny. Dle množství dvojných vazeb lze dělit mastné kyseliny (MK) na nasycené, satureované MK (SFA), jednonenasycené, monoenevé MK (MUFA) a vícenenasycené, polyenové MK (PUFA) (3).

A. Nasycené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids (SFA)) – hlavní představitelé jsou:

1. kyselina stearová – silně trombogenní
2. kyselina palmitová – aterogenní i trombogenní
3. kyselina myristová – aterogenní i trombogenní.

SFA jsou obsaženy ve zvířecím tuku, v másle a mléce. Jejich příjem by neměl přesahovat 30 % všech přijatých tuků. Příjem SFA je v naší populaci vysoký díky konzumaci vepřového masa, smažených pokrmů, smetanových omáček, uzenin, tvrdých sýrů. Nenasycené mastné kyseliny mají podstatně výhodnější účinky.

B. Monoenové mastné kyseliny (Mono Unsaturated Fatty Acids (MUFA)) se ukazují jako výhodné z hlediska inzulinové rezistence a metabolismu endogenních lipidů. Jsou obsaženy v olivovém, podzemnicovém a řepkovém oleji. Mají antiaterogenní i antitrombogenní efekt i antioxidační účinky. Jejich příjem by měl převyšovat 1/3 celkového příjmu tuků. Vzhledem k jejich pozitivním účinkům je snaha zvyšovat jejich příjem na úkor SFA. Jsou pravděpodobně jedním z hlavních příčin antiaterogenního účinku „středomořské“ diety (8).

C. Polyenové mastné kyseliny (PUFA) jsou obsaženy v rostlinných olejích a v rybím tuku.

1. Kyselina linolová je antiaterogenní, snižuje celkový cholesterol, snižuje HDL-cholesterol, zvyšuje peroxidaci LDL-cholesterolu. Vzhledem ke svému trombogennímu účinku (zvyšuje agregaci trombocytů) může být dokonce škodlivá (např. u pacienta po infarktu myokardu). Je zástupcem denních omega 3 mastných kyselin.
2. Výhodnější je kyselina alfa linolenová, která má antiaterogenní i antitrombogenní účinky. Patří mezi trienové omega 3 mastné kyseliny a je vysoce protektivní. Obě kyseliny jsou obsaženy v rostlinných olejích (slunečnicový olej).

3. Kyselina eicosapentaenová a kyselina dokosa-hexaenová jsou obsaženy v rybím tuku, nejsou antiaterogenní, ale jsou vysoce antitrombogen-ní. Tyto kyseliny jsou dle polohy dvojných vazeb označovány jako omega 6 mastné kyseliny.

Polyenové mastné kyseliny by měly představovat rovněž třetinu celkového denního příjmu lipidů. Velice vhodné jsou rovněž za studena lisované rostlinné oleje (panenské oleje). Jsou doporučovány sladkovodní i mořské ryby jako náhrada za vepřové a hovězí maso. Přesto je v současné době konzumace rybího masa v ČR ve srovnání s kulturními státy v Evropě mizivá.

Dalším klinicky použitelným přístupem v dietní léčbě hypercholesterolemie je využití fytochemikálií, konkrétně fytosterolů. Za normální situace se vstřebávají fytosteroly pouze v minimálním množství, ale významně snižují resorpci cholesterolu z potravy soutěžením s cholesterolem ve formujících se micelách ve střevě. Denní dávka 3 g fytosterolů vede ke snížení LDL-cholesterolu o 10–15% (4). Přidání fytosterolů neovlivňuje biologickou dostupnost v tuku rozpustných složek (např. vitaminů). Na našem trhu se již objevil první margarín (Flora pro-active), jogurty a mléčné nápoje, které obsahují fytosteroly a prokazatelně snižují hladinu cholesterolu (16).

Dieta u diabetu 2. typu

Dietní léčba diabetu 2. typu má společné rysy se všemi výše uvedenými dietními postupy, které ovlivňují inzulinovou rezistenci, ale i v této oblasti se objevují nové možnosti. Diagnostika diabetes mellitus je dle WHO založena na hodnocení postprandiální glykemie za 2 hodiny po podání 75 g glukózy per os. Pokud je tato hodnota vyšší než 11,1 mmol/l, jedná se o diabetes mellitus. Je však známo, že postprandiální glykemie podstatně nižší než 11,1 může vést ke vzniku pozdních komplikací diabetu. Postprandiální hyperglykemie je považována v současné době za nezávislý rizikový faktor kardiovaskulární mortality u diabetiků II. typu (15), proto je jí věnována velká pozornost. V léčbě jsou využívány inhibitory α -glukosidázy (Akarbóza), krátce působící antidiabetika (Repaglinid, Nateglinid), inzulinová analoga nebo krátkodobě působící inzulin. V nejbližší době očekáváme v ČR novou lékovou skupinu enterohormonů – inkretinů, která bude postprandiální glykemií snižovat.

Postprandiální glykemie závisí na dvou hlavních faktorech:

1. **Individualitě nemocného** (inzulinová senzitivita, funkce beta buněk, gastrointestinální motilita, fyzická aktivita, trávení, vstřebávání, utilizace a oxidace přijaté potravy, denní variace uvedených faktorů)

Tabulka 2. Vliv složení potravy na glykemický index. Složení polysacharidů (PS) – původ

amylóza	pevnější vazba mezi molekulami glukózy	luštěniny
amyleptin	větvené vazby	méně váže vodík
interakce PS a proteinu	bezglutenový chléb má ↑ GI, dodání glutenu	to nezmění (podobné u tuku)
antinutrienty	(lektiny, fytáty, taniny)	inhibují působení amylázy a dalších enzymů
forma	velikost povrchu potravy (částic)	chléb vs. špagety
příprava	↑ gelatinizace PS, zničení antinutrientů	vaření
zrání ovoce a zeleniny	zráním klesá obsah polysacharidů, ale výrazně stoupá GI	banány

2. Přijaté potravě (množství, skupenství, biologickém zdroji a rychlosti trávení polysacharidů, na množství cukrů, tuků, proteinů, vlákniny, na aciditě potravy, na způsobu přípravy potravy a na přítomnosti antinutrientů). Vliv složení potravy je ukázán v tabulce 2.

V roce 1977 popsal Jenkins snížení postprandiální glykemie po obohacení potravy viskózní vlákninou nebo snížením tepelným zpracováním potravy. Toto snížení bylo vysvětlováno zvýšením viskozity potravy, fermentací ve střevě, ale i fyzikálním složením potravy (12). V roce 1982 však stejný autor popsal, že potraviny bohaté na sacharidy ve formě škrobu s nízkým obsahem vlákniny mají rozdílný vliv na postprandiální glykemii u diabetiků, ale i u zdravých jedinců. Tyto rozdíly vysvětloval Jenkins různou rychlostí trávení přijaté stravy. V dalších studiích, které se zabývaly vstřebáváním glukózy při bolusovém nebo kontinuálním podání (sippingu) potravy nebo při různé frekvenci příjmu potravy, se ukázalo, že odchylky jsou pravděpodobně způsobeny rozdílnou resorpcí glukózy danou vlastnostmi polysacharidů (10).

Glykemický index (GI)

Glykemický index potravy je definován jako poměr plochy pod vzestupnou částí křivky postprandiální glykemie testované potravy, která obsahuje 50 g sacharidů a standardní potravy. Standardní potravou bylo zpočátku 50 g glukózy, později byla glukóza nahrazena bílým chlebem s obsahem 50 g sacharidů, protože chléb méně ovlivňoval motilitu žaludku. V současnosti je stále více propagována opět glukóza.

Hodnoty GI jsou relativně shodné u skupin jedinců s různou inzulinovou senzitivitou a nezávisí

Tabulka 3. Potraviny vhodné k přípravě pokrmů s nízkým glykemickým indexem

čerstvá zelenina, syrová nebo vařená, celozrnné výrobky, luštěniny, tmavý chléb, kukuřičné tortilly, chléb s dýňovým semínkem, čerstvé ovoce, celozrnné obiloviny (rýže), normální těstoviny, nízkotučné mléko a mléčné výrobky se sníženým obsahem tuku, jogurty s živou kulturou, oříchový olej, avokádo, olivy, sušené ovoce

ani na typu standardní potravy (bílý chléb, glukóza). GI nekoreluje vždy s obsahem vlákniny (např. celozrnné pečivo s vysokým obsahem vlákniny má výrazně vyšší GI ve srovnání s těstovinami, u kterých je obsah vlákniny nízký). Značné metodické obtíže nastávají při snaze vyhodnotit GI u smíšené potravy. Dochází k výrazným změnám při přidání tuků (např. je zpomalené vyprazdňování žaludku), při přidání proteinů (zvýšení inzulinové sekrece) nebo při změně jejich vzájemného poměru. V tabulce 3 jsou uvedeny potraviny vhodné k přípravě pokrmů s nízkým glykemickým indexem. Za optimální považujeme luštěniny (i pro jejich obsah vlákniny), mléčné výrobky a těstoviny.

Přes řadu kritických připomínek se stává GI součástí dietních doporučení v léčbě diabetiků. V oblasti obezitologie se objevují práce, které upozorňují na lepší adaptaci organismu na nízkokalorickou dietu, která obsahuje potraviny s nižším GI a nižším GN. Tyto diety jsou lépe tolerovány. Některé studie ukazují větší pokles hmotnosti při konzumaci potravy s nízkým GI (13).

V roce 1997 schválila WHO oficiálně GI jako metodu kategorizace sacharidů, která upřesňuje jejich metabolický efekt (6). Strava s nízkým GI není efektivní pouze u diabetiků, ale je výhodná i u nediatetiků. Snižuje hladinu inzulinu, glukózy, triglyceridů a volných mastných kyselin nalačno i postprandiálně. Zvyšuje HDL-cholesterol (7). Svým pozitivním

vlivem na inzulinovou rezistenci je GI důležitým nástrojem léčby diabetu. Podobným mechanismem se potraviny s nízkým GI uplatňují v prevenci vzniku diabetu, hypertenze, hyperlipoproteinémie a pravděpodobně i ICHS (6, 9).

Závěr

Dietologie je význačným pilířem kauzální, ale i symptomatické léčby diabetu 2. typu. Její dodržování nejen zlepšuje glykemii, ale snižuje inzulinovou rezistenci a ovlivňuje aterosklerózu. V tabulce 4 uvádím přehled posledních doporučení v oblasti dietoterapie diabetu. Racionální použití diety v diabetologii je uvedeno ve standardech České diabetologické společnosti na stránkách společnosti (www.diab.cz). Je možno čerpat z doporučených postupů Americké diabetologické asociace (ADA) (1). I když je i v této oblasti mnoho nového, patří dietní léčba stále k nejvíce opomíjeným léčebným postupům ze strany pacienta, ale často i ze strany lékaře. Nízký počet dietologů, edukátorů, ale i nutričních terapeutů znesnadňuje plné využití možností moderní dietoterapie.

Práce je podporována výzkumným záměrem
3. LF Univerzity Karlovy, MSM 0021620814

doc. MUDr. Zdeněk Rušavý, Ph.D.

Diabetologické centrum, 1. interní klinika FN
Alej svobody 80, 323 15 Plzeň
e-mail: rusavy@fnplzen.cz

Literatura

- ADA: Nutrition Principles and Recommendations in Diabetes. Diab Care 2004; 27 (Suppl. 1): 36–46.
- Astrup A, Ryan L, Grunwald GK, Storgaard M, Saris W, Melanson E, Hill JO. The role of dietary fat in body fatness: evidence from a preliminary meta-analysis of ad libitum low-fat dietary intervention studies. Brit J Nutr 2000; 83 (Suppl. 1): S25–S32.
- Bartůňková V, Bartůňek L. Omega-3 a omega-6 mastné kyseliny v dietě. DMEV 2001; 4 (Suppl 2): 17–18.
- Beveridge JMR, Connell WF, Mayer GA, Haust HL. Plant sterols, degree of unsaturation and hypocholesterolaemic action of certain fats. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 1958; 36: 895–911.
- DeFronzo RA, et al. Insulin resistance: a multifacet syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia and atherosclerotic cardiovascular disease. Diabetes Care 1991; 14: 173–194.
- FAO/WHO. Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO report. Rome 14 – 18 4.97. Paper 66. 1998. FAO Food and Nutrition.
- Frost G, Leeds AA, Dore CJ, Madeiros S, Brading S, Dornhorst A. Glycemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration. Lancet 1999; 353: 1045–1048.
- Hu FA. The Mediterranean diet and mortality – olive oil and betone. N Engl J Med 2003; 348: 2595–2596.
- Jarvi AE, Karlstrom BE, Granfeldt YE, Bjorck N, 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: 8–10.
- Jenkins DJ, Leeds AR, Gassull MA, Cochet B, Alberti GM. Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. Ann. Int. Med. 1997; 86: 20–23.

Tabulka 4. Moderní diabetická dieta

zdravá výživa: přiměřeně kalorická, SFA do 10 % energie, cholesterol 300 mg/den, celozrnné obiloviny, luštěniny, ryby
dostatek pohybu: minimálně 3–4x týdně 30 minut, pozitivní vliv na viscerální tuk
vláknina: 40 g/den nebo 20 g/1000 kcal, 1/2 rozpustná (zelenina, ovoce, luštěniny, celozrnné pečivo)
sacharidy: volnější přísun cukrů (45–60 % energie, mono a disacharidy do 50 g/den – 10 % energie)
větší flexibilita poměru MUFA: sacharidy
MUFA: tuk volby 10–20 % příjmu
nízký GI sacharidové potraviny: nízký GI < 55 %, střední 55–75 %, vysoký 75–100 %
SFA – satureované mastné kyseliny, MUFA – jednonenasycené mastné kyseliny, GI – glykemický index

11. Jenkins DJ, Wolever TM, Ocana AM, et al. Metabolic effect of reducing rate of glucose ingestion by single bolus versus continuous sipping. *Diabetes* 1990; 39: 775–781.
12. Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins A, Brighenti F, Vuksan V, et al. Specific types of colonic fermentation may raise low-density-lipoprotein-cholesterol concentrations. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 141–147.
13. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. *J Nutr* 2000; 130: 280S–283S.
14. Reaven GM. Banting Lecture 1988: Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 1988; 37: 1595–1607.
15. The DECODE study group. Glucose tolerance and mortality: comparison of WHO and American Diabetes Association diagnostic criteria. *Lancet* 1999; 354: 617–621.
16. Weststrate JA, Meijer GW. Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total- and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. *European Journal of Clinical Nutrition* 1998; 52: 334–343.
17. Wolever TMS, Spadafora P, Eshuis H. Interaction between colonic acetate and propionate in humans. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 681–687.