



## CAŁA PRAWDA O WĘGLOWODANACH

Nic nie wzbudza ostatnio tak dużych kontrowersji, jak węglowodany – ograniczać je w diecie czy też zwiększać podaż, wykorzystywać po treningu czy raczej okno potreningowe uznać za mit? Czy powodują one insulinooporność i stany zapalne, czy może nie są temu winne, przyczyniają się do cukrzycy, demencji starczej, a może odwrotnie – są niezbędne dla mózgu? Ile ich powinno być w diecie, kiedy należy ograniczać, a kiedy zwiększać, jak je dzielimy i czy cukry są zawsze słodkie – o tym wszystkim w niniejszym artykule.



**mgr Iwona Wierzbicka**  
dietetyk kliniczny, trener personalny

## Czym są węglowodany

Węglowodany, czyli sacharydy, to związki potocznie zwane cukrami, chociaż faktycznie pod pojęciem „cukier” rozumiemy sacharozę, czyli biały cukier. Zbudowane są z węgla, wodoru i tlenu. Stosunek wodoru i tlenu jest taki sam jak w wodzie – 2:1. Zawierają kilka i więcej grup hydroksylowych –OH i co najmniej jedną grupę karbonylową: aldehydową –CHO lub ketonową =CO i w zależności od tej grupy nazywają się aldozami lub ketozami.

Węglowodany są najszybciej i najczęściej używanym przez organizm materiałem energetycznym. Dość szybko wchodzą w krwiobieg, a kiedy nie będą w danym momencie potrzebne, zostaną zmagazynowane w postaci tkanki tłuszczowej. Dzienniczki żywieniowe wielu pacjentów potwierdzają, że w ich diecie znajduje się sporo cukru w postaci chleba, płatków, mleka, słodczy, napojów, kasz, owoców, niektórych warzyw, kawy zbożowej, jogurtów, serków, deserów. Pacjenci zawsze się dziwią, że wspomina się o cukrze, kiedy oni praktycznie cukru – w ich mniemaniu – nie jedzą. Wiele węglowodanów nie jest słodkich w smaku, natomiast wiele produktów składa się w dużej części z białek i węglowodanów, czyniąc je produktem białkowo-węglowodanowym, przez co nie zdajemy sobie sprawy z ilości węglowodanów, jakie mamy w codziennej diecie. Są też takie węglowodany, które wprawdzie są słodkie w smaku, ale nie mają praktycznie żadnych kalorii lub po prostu nie są przez organizm trawione i wchłaniane. U niektórych osób tego typu węglowodany będą tzw. dobrą, dietetyczną alternatywą dla wysokoenergetycznego cukru w postaci sacharozy, a u innych zadziałają na receptory słodkiego smaku, przez co wywołany zostanie efekt jak podczas jedzenia węglowodanów, które mają

kalorie i/lub się wchłaniają. Część węglowodanów to błonnik, który nie jest przez człowieka trawiony, zatem nie zaliczamy go do puli węglowodanów przyswajalnych, a które w określonych sytuacjach muszą być dostarczone w odpowiedniej ilości, stąd też łatwo o błędy żywieniowe. Błonnik, w zależności od rodzaju i źródła pochodzenia, może tworzyć żele i wiązać toksyny, ale również działać drażniaco na jelita, nasilając dolegliwości ze strony układu pokarmowego. Niektóre węglowodany fermentują, tworząc gazy, które powodują dolegliwości bólowe, a u innych osób są niezbędne do wytworzenia się krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Trudno jest zatem powiedzieć jednoznacznie, że węglowodany są dobre lub złe. Wszystko zależy, jakie węglowodany rozpatrujemy i w jakiej konkretnej sytuacji oraz do jakiej konkretnej osoby, z określonymi dysfunkcjami.

Węglowodany przyswajalne są głównym materiałem energetycznym dla organizmu, to one szybko dostarczają energię, wpływają na poziom glukozy we krwi, a co za tym idzie – poziom insuliny. W drugiej kolejności są białka, których duża część jest glikolityczna, czyli w procesie glukoneogenezy dostarczają glukozę, co w praktyce oznacza, że nadmiar białek w diecie będzie wykorzystywany na potrzeby energetyczne organizmu. W dłuższej perspektywie (ok. 3–4 godzin) one również podnoszą poziom insuliny. Tłuszcze, czyli kwasy tłuszczowe, również są materiałem energetycznym, jednak nie są glikolityczne i niemal pozostają bez wpływu na insulinę. Węglowodany przyswajalne z powodu wpływu na poziom insuliny często są ograniczane w dietach osób z nadwagą, cukrzycą, chorobami autoimmunologicznymi, zaburzeniami hormonalnymi czy trądzikiem.

## Co złego w insulynie

Insulina to hormon wydzielany w trzustce, którego zadaniem jest przetransportowanie glukozy z krwi do komórek, zarówno mięśniowych, wątrobowych, jak i tłuszczowych. Te ostatnie mają nieograniczone możliwości odkładania

**Węglowodany nie są wymieniane jako niezbędne składniki, które należy dostarczyć z zewnątrz.**



i magazynowania. Stąd też niewykorzystana energia, jaką jest glukoza, nie będzie – żartobliwie mówiąc – krążyła we krwi i czekała na właściwy moment wykorzystania, tylko zostanie odtransportowana do komórek tłuszczowych i tam zmagazynowana. Komórki mięśniowe otrzymują pokarm w postaci glukozy podczas pracy czy zużycia glikogenu, co następuje zwykle podczas intensywniejszej aktywności fizycznej. W czasie gdy my siedzimy przed komputerem, kiedy jedziemy samochodem, kiedy leżymy przed telewizorem, zapotrzebowanie na węglowodany zmniejsza się, zatem gdy glukoza jest spożywana w nadmiarze, zostanie odłożona w postaci zapasowej tkanki tłuszczowej.

Insulina ponadto jest hormonem antagonistycznym do glukagonu, hormonu angażującego do procesów energetycznych tkankę tłuszczową, zatem przy nadmiernej podaży węglowodanów, nieadekwatnej do wysiłku fizycznego, lub przy częstym podjadaniu produktów węglowodanowych czy węglowodanowo-białkowych dochodzi do nadmiernego wydzielania insuliny, a co za tym idzie – niemożliwości spalania tkanki tłuszczowej. Spalanie tkanki tłuszczowej zostanie zatrzymane przez wysoki poziom insuliny. Wiele osób cierpi na zaburzenia gospodarki węglowodanowo-insulinowej czy na insulinooporność. Ta z kolei może być wywołana nadużywaniem węglowodanów w diecie, ciągłym podjadaniem lub popijaniem czy

też stanami zapalnymi. Stany zapalne z kolei mogą być wywołane nadmiernym spożywaniem cukrów w diecie i częstym podwyższonym poziomem glukozy, który prowadzi do glikacji, przerostem flory bakteryjnej – wywołanym również nadmierną podażą węglowodanów lub też zaburzeniami trawienia, jak również dysfunkcjami w układzie pokarmowym, które są efektem wielu czynników, np. spożywania zbóż i oddziaływania lektyn, w tym glutenu, kwasu fitynowego związanego z błonnikiem, nietolerancji FODMAP lub niewłaściwymi wyborami żywieniowymi, np. sztuczne zamienniki cukru.

Z tych powodów węglowodany zostały w niektórych kręgach dietetycznych uznane za zło, którego trzeba maksymalnie unikać. Nie do końca jest to prawda, że tylko węglowodany mogą powodować tycie i dlatego bezwzględnie należy eliminować je z diety. Ważne, by wiedzieć, co jak działa i co, kiedy oraz w jakim celu trzeba wyłączyć. Jak wspomniano, węglowodany to ogromna grupa, dlatego nie można ich wszystkich uznawać za jeden składnik o takim samym oddziaływaniu na organizm. Podobnie z wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi. Wiadomo, że są niezbędne, określane często jako zdrowe kwasy tłuszczowe, a przecież są zarówno kwasy omega-3 o działaniu przeciwzapalnym, jak i omega-6, które w nadmiarze działają prozapalnie. Ponadto kwasy te mają różną postać i za pomocą enzymów muszą przejść pewne transformacje, a nie każdy człowiek ma odpowiednią ilość enzymów do transformacji. Zachęcam do lektury artykułu *Jestem na diecie, a nie chudnę* z poprzedniego numeru „Food Forum”, który przybliży temat złożoności problemu związanego z niemożliwością schudnięcia.

### Jakie jest zapotrzebowanie na węglowodany

Dobowe zużycie glukozy przez mózg i krwinki czerwone wynosi ok. 100–180 g (według Norm Żywienia Człowieka, dobowe rekomendowane spożycie węglo-

**Czy potrzebujemy tak dużo węglowodanów w codziennej diecie, jak dużo zwykle ich spożywamy, czy jak nam zaleca IZZ? Czy węglowodany muszą być w każdym posiłku, skoro właściwie cały dzień siedzimy?**



wodanów zgodnie z zapotrzebowaniem mózgu to 100 g), natomiast tworzenie glukozy w procesie glukoneogenezy (z aminokwasów) może dostarczyć ok. 130 g tego związku. Z tych obliczeń wynika, że minimalna ilość glukozy, jaką należy spożywać, wynosi 50–80 g, które są niezbędne przede wszystkim dla prawidłowej pracy układu nerwowego. Według IZZ minimalne zapotrzebowanie na węglowodany to 100 g na dobę (poziom EAR). Przedstawione wyliczenia i zalecenia IZZ nie uwzględniają oczywiście zużycia glukozy przez inne narządy, np. pracujące mięśnie podczas aktywności fizycznej. Trudno jest jednoznacznie dokonać wyliczeń, ponieważ zapotrzebowanie na węglowodany może być uzależnione od indywidualnych uwarunkowań, aktywności fizycznej i adaptacji do niej, jak również ewentualnej adaptacji do funkcjonowania na kwasach tłuszczowych i ciałach ketonowych.

Zgodnie z wytycznymi IZZ, który podaje określone wzory do wyliczenia zapotrzebowania na składniki pokarmowe, węglowodany powinny uzupełniać

tzw. resztę kalorii i powinny znaleźć się w diecie w ilości 55–65%, a zatem dla osoby, dla której przyjmie się kaloryczność na poziomie 2000 kcal, powinno to być 275–325 g węglowodanów dobowo.

Według Chrisa Kressera zapotrzebowanie na węglowodany jest uzależnione od stanu pacjenta i – na przykładzie osoby, dla której kaloryczność określa się na poziomie 2000 kcal (kobieta) – przedstawia się ono następująco:

- Mniej niż 50 g węglowodanów dla osób, które mają problemy neurologiczne, lekooporne padaczki, cukrzycę lub insulinooporność. W cukrzycy typu 1 ilość węglowodanów powinna być uzgodniona z diabetologiem i dopasowana do rodzaju insuliny.
- 50–75 g węglowodanów dla osób, które mają zaburzenia neurologiczne, depresję, problemy z układem pokarmowym, wzdęcia, SIBO, cukrzycę typu 2 lub insulinooporność. Ograniczenie węglowodanów wynika z konieczności regulacji glukozy we krwi, zmniejszenia wyrzutów insuliny, a w przypadku problemów gastrycznych jest wskazane ze względu na błonnik i łatwo fermentujące węglowodany powodujące wzdęcia.
- 75–150 g węglowodanów w codziennej diecie dla osób zdrowych, chcących utrzymać prawidłową masę ciała lub dla osób, które cierpią na niedoczynność tarczycy bądź syndrom zmęczonych nadnerczy, charakteryzujący się przewlekłym zmęczeniem, obniżonym lub podwyższonym poziomem ACTH oraz zwykle obniżonym poziomem kortyzolu oraz DHEA. Mocne restrykcje węglowodanowe mogą niekorzystnie wpłynąć na pracę tarczycy i nadnerczy, zmniejszając intensywność ich pracy, np. zmniejszając ilość T4 konwertowanego do T3. Osoby, które cierpią na insulinooporność, a jednocześnie problemy z tarczycą lub nadnerczami, powinny ustalić swoją właściwą podaż węglowodanów na poziomie 50–150 g. Najłatwiej to ustalić, wykonując badania hormonów tarczycy, w tym Ft4 i Ft3, mające wykazać prawidłowość konwersji przed dietą i w trakcie diety.

Czasami ograniczenia w ilości węglowodanów mogą zostać uzupełnione zwiększoną podażą tłuszczu i dla prawidłowej pracy tarczycy będzie to wystarczające, a ponadto korzystnie wpłynie na regulację gospodarki glukozowo-insulinowej.

- Powyżej 150 g węglowodanów dla osób o zwiększonej aktywności fizycznej, dla osób, które są wychudzone, np. z powodu celiakii, dla osób o szybkim metabolizmie, budujących masę mięśniową, w ciąży i laktacji. Górna granica nie została ustalona, gdyż jest to sprawa bardzo indywidualna i zależna od adaptacji organizmu, jak również od zawartości tłuszczu w diecie.

Zawartość glukozy w organizmie to ok. 20 g we krwi i ok. 300 g w glikogenie (mięśniowym i wątrobowym). Wielkości magazynów glikogenu mięśniowego zależne są od indywidualnych cech danej osoby, a także od wytrenowania. Glikogen wątrobowy może być wykorzystany przez wszystkie tkanki organizmu, natomiast ten znajdujący się w mięśniach jest tylko do ich użytku. Glikogen wątrobowy jest angażowany w przypadku hipoglikemii, w obecności hormonu glukagon. Osoby, które mają zwiększone wyrzuty insuliny i tzw. hipoglikemię reaktywną mogą mieć problem z pozyskaniem zapasów zgromadzonych w wątrobie. W praktyce wygląda to tak, że cierpią z powodu hipoglikemii, a organizm nie potrafi pozyskać zapasowego cukru, w efekcie tego zaczyna się wytwarzać kortyzol, hormon stresu, który może przyczynić się do katabolizmu białek ustrojowych i pozyskania glukozy w wyniku glukoneogenezy.

Prawdopodobnie gdyby nie było innego źródła glukozy, wątrobowy i mięśniowy glikogen zostałyby zużyte po 18 godzinach niedoboru, zatem trudno jest doprowadzić do niedoboru cukru, oczywiście jeśli nie ma rozregulowanej gospodarki insulina – glukagon. Mięśnie, serce i mózg potrafią pracować na ciałach ketonowych, zatem ludzki organizm jest przystosowany do głodu, dłuższych okresów bez pożywienia. Potrafi

**Błonnik, czyli niestrawna część rośliny, to prebiotyki, czyli pożywka dla tych najważniejszych, korzystnych bakterii w naszym przewodzie pokarmowym.**



magazynować tkankę tłuszczową jako zapasowy materiał energetyczny, a wolne kwasy tłuszczowe są najbardziej ekonomicznym paliwem. Ponadto organizm może przetwarzać białka na glukozę. Wiele pytań wciąż pozostaje otwartych: Czy potrzebujemy tak dużo węglowodanów w codziennej diecie, jak dużo zwykle spożywamy, czy jak zaleca IŻŻ? Czy węglowodany muszą być w każdym posiłku, skoro właściwie cały dzień siedzimy? Jeśli się ruszamy, jesteśmy aktywni fizycznie, to czy na tyle intensywnie, że zużywamy zapasy glikogenu? Czy jest to jedna godzina aktywności fizycznej w ciągu 12-godzinnego siedzącego dnia?

### Podział węglowodanów

Węglowodany można podzielić na proste i złożone oraz na przyswajalne i nieprzyswajalne, a także – na dobre i złe, przy czym podział na dobre i złe zależy od sytuacji. Wiele osób np. mówi, że biała mąka jest zła, bo to węglowodany proste. Prawda jest taka, że biała mąka to głównie węglowodany złożone (skrobia), a złe mogą być w określonej sytuacji, np. wtedy gdy ktoś cierpi na cukrzycę i musi kontrolować podaż węglowodanów, które szybko wchodzą w krwiobiegu. Niektóre

węglowodany, mimo że są węglowodanami złożonymi, mają zdolność do szybkiego podnoszenia poziomu cukru we krwi – przeważnie są to produkty oczyszczone z błonnika. Takie węglowodany zwykle niosą ze sobą niską wartość odżywczą z powodu oczyszczenia, jak również dość szybko podnoszą poziom glukozy we krwi, a co za tym idzie – szybko zostają zmagazynowane w postaci zapasowej tkanki tłuszczowej. W tej określonej sytuacji można te węglowodany nazwać złymi. Te same węglowodany potrafią być dobre i pożądane, np. wtedy gdy organizm potrzebuje szybkiej energii, np. po treningu, w trakcie długich wędrówek po górach lub gdy cierpimy na hipoglikemię. W niektórych ekstremalnych sytuacjach cola z cukrem może okazać się zbawienna, choć nikt nie nazwałby jej dobrym węglowodanem, a raczej źródłem pustych kalorii. Pamiętam, jak zjeżdżaliśmy z gór po długiej przeprawie rowerowej, kiedy w plecaku zabrakło suszonych owoców i bananów, cola w pierwszym napotkanym sklepie okazała się źródłem szybkiego cukru, który umożliwił dalszą jazdę, w momencie gdy magazyny glikogenu były puste i mięśnie odmawiały posłuszeństwa, a jedyne, do czego byliśmy w stanie się zmobilizować, to sen (efekt hipoglikemii).

Zarówno proste, jak i złożone węglowodany, mogą być przyswajalne i nieprzyswajalne. W naturze występuje ponad 100 sacharydów, oligosacharydów i polisacharydów i wciąż są odkrywane nowe. Nie wszystkie funkcje sacharydów zostały poznane, w szczególności te z tkanek drobnoustrojów i roślin morskich. Wiele nowych polisacharydów powstaje również podczas działania enzymów w przebiegu różnych procesów.

### Węglowodany proste – monosacharydy

Zawierają od 3 do 10 atomów węgla i w zależności od liczby mają nazwy: triozy, tetrazy, pentozy, heksozy, heptozy. Ze względu na grupę aldehydową lub ketonową dzielą się na: aldozy i ketozy. Obok aldehydów i ketonów w żywno-

ści występują alkohole polihydroksylowe (inaczej: alkohole cukrowe, poliole, cukrole), w których grupa aldehydowa lub ketonowa została zredukowana do grupy alkoholowej. Poliole występują w przemyśle spożywczym dzięki redukcji monosacharydów, natomiast w przyrodzie naturalnie występują np. w owocach.

Do monosacharydów zaliczamy również aminocukry (heksozy): glukozamina z chityny, galaktozamina – pochodna galaktozy oraz kwasy: neuraminowy, glukuronowy, galakturonowy (składnik pektyn), kwas askorbinowy (witamina C), który zwierzęta i rośliny syntetyzują w tkankach z glukozy, chondrozamina z chrząstek.

- Do monosacharydów – heksoz zaliczamy: glukozę, fruktozę, galaktozę, mannozę, ramnozę.
- Do monosacharydów – pentoz zaliczamy: rybozę, arabinozę, ksylozę, liksozę.
- Do najbardziej znanych polioli należą: sorbitol, syrop sorbitolowy (E 420), mannitol (E 421), izomalt (E 953), maltitol, syrop maltitolowy (E 965), laktitol (E 966), ksylitol (E 967), erytrytol (E 968), glikol, glicerol, erytrytol.

## Węglowodany złożone

Są to cukry, które w wyniku hydrolizy zdolne są do odtworzenia monosacharydów. Ta definicja jest kluczowa w zrozumieniu, że nie tylko to, co słodkie, jest cukrem i może mieć wpływ na poziom insuliny. Węglowodany złożone rozkładane są w żołądku do węglowodanów prostych.

Węglowodany złożone zawierają w cząsteczce od kilku do kilkudziesięciu tysięcy cząsteczek cukrów prostych, połączonych między sobą wiązaniem glikozydowym. Dzielimy je na oligosacharydy i polisacharydy. Do oligosacharydów zaliczamy dwucukry, które właściwości mają zbliżone do jednocukrów, stąd WHO (według FAO/WHO 1998) klasyfikuje je do monosacharydów.

Do disacharydów zaliczamy m.in. sacharozę, laktozę, maltozę, trehalozę, celobiozę, nigerozę.

**Warzywa i owoce składają się głównie z monosacharydów i disacharydów, stąd też muszą być ograniczane przy nietolerancji FODMAP. Należy uważać, gdyż czasami decydująca jest właśnie ilość.**



Pomiędzy oligosacharydami a polisacharydami mamy jeszcze: trisacharydy, tetrasacharydy, pentasacharydy, wyższe oligosacharydy i ich pochodne, w tym fruktooligosacharydy FOS.

Węglowodany złożone – polisacharydy – zawierają wiele setek, a nawet tysięcy cząstek cukru prostego. Są to połączone w długie łańcuchy cukry proste, skrobia, błonnik, celuloza, glikogen. W smaku nie są słodkie.

Do polisacharydów zaliczamy m.in. agar, alginiany, celulozę, chitynę, chondroityny siarczan, glikogen, gumę arabską, gumę chleba świętojańskiego, hemicelulozę, heparynę, inulinę, kwas hialuronowy, pektyny, skrobię.

## Charakterystyka najpopularniejszych węglowodanów – monosacharydów

### 1. Glukoza – zwana cukrem gronowym

**Źródła:** głównie soki owocowe, jest składnikiem cukru buraczanego i trzcinowego, laktozy (cukru mlecznego), celulozy, skrobi, glikogenu. Występuje

w miodzie, owocach, a nawet warzywach. Nazwa potoczna – cukier gronowy – słusznie kojarzy się z winogronami i powinna przestrzegać przed sokami bez cukru słodzonymi zagęszczonym sokiem winogronowym – to prawie jak czysta glukoza. Największą zawartość glukozy, bo ok. 7 g/100 g, według niemieckiej bazy BLS mają owoce: winogrona, figi, granaty, kaki, wiśnie.

**Znaczenie fizjologiczne:** jest najważniejszym cukrem, ponieważ większość węglowodanów zawartych w produktach wchłania się do krwiobiegu jako glukoza lub jest przekształcana w nią w wątrobie.

### 2. Fruktოza

**Źródła:** występuje w miodzie, owocach (jest dwukrotnie słodsza od glukozy). Jest składnikiem sacharozy – cukru buraczanego. Ciekawostka: inulina podczas hydrolizy daje fruktozę.

**Znaczenie fizjologiczne:** w wątrobie i jelitach przekształca się w glukozę i dopiero wtedy jest wykorzystywana, przez co obciąża wątrobę, w szczególności gdy jest w zbyt dużej koncentracji.

Ma niski indeks glikemiczny (20), dzięki czemu często jest polecana jako lepszy zamiennik białego cukru i dobre źródło słodczy dla cukrzyków, choć już Polskie Towarzystwo Diabetologiczne jej nie rekomenduje.

Fruktοza ma jeszcze swoją ciemną stronę, a mianowicie – jest bardziej od glukozy podatna na wytwarzanie końcowych produktów zaawansowanej glikacji, tzw. AGE's, który jest m.in. odpowiedzialny za starzenie się organizmu i uszkodzenie białek ustrojowych.

Fruktοza:

- Nie blokuje wydzielania greliny – hormonu głodu, czyli nasila apetyt, bo po zjedzeniu nie czuje się sytości, zresztą trudno się najeść sokiem owocowym.
- Nie stymuluje wydzielania insuliny, ale przyczynia się do insulinooporności przez nadmierne obciążenie wątroby i upośledzenie jej funkcjonowania. Metabolizm fruktozy jest podobny do etanolu, a zatem toksyczny dla wątroby. Nadmiar fruktozy powoduje

podniesienie poziomu trójglicerydów we krwi, może nasilać dnę moczanową.

- Blokuje wydzielanie leptyny – hormonu odpowiedzialnego za sytość i spalanie tkanki tłuszczowej.

Oczywiście nie należy demonizować owoców, ale na pewno soki owocowe nie są tak korzystne dla nas, jak może się wydawać, a podkreślanie, że jedzenie dużej ilości warzyw i owoców jest korzystne dla zdrowia, okazuje się błędem. Owoce są dużo zasobniejsze w cukry od warzyw, zatem nie powinno się stawiać znaku równości między warzywami i owocami. Jeśli ktoś walczy z otyłością, cukrzycą, insulinoopornością, stłuszczeniem wątroby, miażdżycą czy dną moczanową, powinien całkowicie zrezygnować z soków owocowych, również tych samodzielnie wyciskanych, a spożycie owoców ograniczyć, a nawet w niektórych sytuacjach zrezygnować z nich całkowicie.

### Glikacja – AGE's – fruktoza

Glikacja to proces przyłączania się cząstek cukru do białek ustrojowych, co powoduje ich upośledzenie. Przyspiesza starzenie się organizmu, a w szczególności poszczególnych organów i tkanek. Nasila się w stanach podwyższonego poziomu glukozy we krwi. Dobrymi markerami są: hemoglobina glikowana oraz fruktozamina, choć nie są markerami idealnymi. Cukier we krwi może być w normie, ale częste ekspozycje na wysokie dawki cukru, czyli węglowodanów, będą nasilały glikację w poszczególnych tkankach.

Glikacja może być odwracalna i nieodwracalna. Odwracalna jest wtedy, gdy dotyczy białek krótko żyjących u osób młodych, które jeszcze wymieniają swoje białka ustrojowe. Proces odwracalny w szczególności dotyczy krwi, gdyż czerwone krwinki żyją ok. 120 dni (badanie HbA1c), nieodwracalny natomiast może dotyczyć:

- kolagenu – pod wpływem glikacji zwiększa się liczba wiązań krzyżowych między cząsteczkami kolagenu, co sprawia, że zwiększa się sztywność włókien kolagenowych, jak również

## Skrobia jest niezbędna do produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które są pożywką dla kolonocytów.



zmniejsza się podatność na działanie enzymów ułatwiających regenerację, skóra traci jędrność, dłużej widać poduszkę odbitą po nocy na twarzy, pojawiają się zmarszczki mimiczne;

- białek błony erytrocytów – zmniejszają się ich właściwości sprężyste, co zwiększa ryzyko zakrzepów i zatorów oraz zmniejsza przepływ krwi w drobnych naczyniach włosowatych;
- kwasów nukleinowych (DNA), co skutkuje zmianami w kodzie genetycznym;
- nerek – odkładanie się kompleksów glikozylowanych białek w kłębuszkach nerkowych może prowadzić do tworzenia się złogów i ich twardnienia; osoby chore na cukrzycę często cierpią na nefropatię cukrzycową; u osób nadużywających węglowodanów może dochodzić do sytuacji osłabienia filtracji kłębuszkowej, co często prowadzi do podniesienia poziomu mocznika oraz kreatyniny, a co zwykle przypisujemy nadmiernej podaży białka, natomiast pierwotnym problemem mogły być węglowodany;
- siatkówki oka – pogorszenie ostrości widzenia, wylewy krwi do oka z powodu kruchości naczyń krwionośnych; cukrzyca często cierpią na retinopatię cukrzycową;
- układu nerwowego – nadmiar cukru w diecie może osłabiać przewodnictwo nerwowe, nasilać demencję starczą. Cukrzyca cierpią na neuropatię cukrzycową oraz stopę cukrzycową.

Wiele osób sądzi, że skoro cukier we krwi jest w normie, to żaden z powyższych problemów ich nie dotyczy. Cukrzyca latami rozwija się w sposób bezobjawowy, nadmiar glukozy we krwi niszczy naczynia krwionośne, układ nerwowy i wiele tkanek, które ulegają glikacji. Mechanizmem obronnym organizmu jest wyrzut insuliny i zebranie cukru oraz odtransportowanie go do komórek tłuszczowych. Dodatkowe kilogramy są lepszym rozwiązaniem niż utrata życia. Zapewne z tego powodu wielu otyłych wciąż ma w badaniach właściwy poziom glukozy, jednak nie zdaje sobie sprawy, jakim wysokim poziomem insuliny jest on stabilizowany. Wysoki poziom insuliny powoduje tycie, niemożliwość spalania tkanki tłuszczowej, ale również oporność tkanek, co może skutkować wielomięśniowym zapaleniem, stanami zapalnymi, stwardnieniami tętnic, a nawet nowotworami, ponieważ insulina jest świetnym transporterem energii.

Jak się pozbyć produktów glikacji?

Oczywiście lepiej zapobiegać, niż leczyć, dlatego warto nie stosować nadmiaru węglowodanów, a przynajmniej zrezygnować z cukru, słodzików, soków owocowych, innych płynów niż woda oraz słodczy.

AGE's usuwane są przez nerki, więc z czasem zdolności do filtracji są coraz mniejsze. Warto zwrócić uwagę na ilość wypijanych płynów. Im ciemniejszy mocz, tym bardziej skoncentrowany. Najlepiej jeśli mocz będzie koloru słomkowego.

AGE's zjadane są przez makrofagi – komórki żerne, niestety system immunologiczny czasami nie działa prawidłowo, dlatego tak dużo osób cierpi na choroby autoimmunologiczne.

Wraz z wiekiem zdolności wydalinicze i regeneracyjne spowalniają, dlatego warto pamiętać o profilaktyce.

### 3. Syrop glukozowo-fruktozowy, czyli glukoza i fruktoza w jednym

Syrop glukozowo-fruktozowy jest jeszcze gorszy niż glukoza czy fruktoza

## Nadmiar cukru w diecie:

- upośledza białka organów i krwi,
- postarza,
- degeneruje,
- jest pożywką dla bakterii, wirusów i grzybów,
- jest pożywieniem dla nowotworów,
- powoduje miażdżycę,
- upośledza gospodarkę hormonalną,
- zakłóca pracę wątroby.

spożywane w swojej pierwotnej postaci, gdyż jest wytworem przemysłu biotechnologicznego, pozyskuje się go przede wszystkim z pszenicy i kukurydzy. Spożywanie syropu prowadzi do insulinooporności, nasilenia głodu po spożyciu produktu, leptynooporności. Lepiej jest spożyć produkt z normalnym cukrem niż syropem glukozowo-fruktozowym, który zamyka w pułapce nadmiernej konsumpcji.

### 4. Galaktoza

**Źródła:** występuje w mleku w postaci laktozy, jest składnikiem glikolipidów i glikoprotein, znajduje się również w glonach morskich – agar.

## Zboża i pseudozboża

- Skrobia jest niezbędna do produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które są pożywką dla kolonocytów.
- Błonnik ze zbóż może być zbyt agresywny dla jelit. Osoby cierpiące na wzdęcia, jelita wrażliwe, IBS, chorobę Leśniowskiego-Crohna powinny z niego zrezygnować.
- Zboża zawierają prebiotyki, które są pożywką dla korzystnej flory bakteryjnej w jelitach.
- Zboża zawierają kwas fitynowy, który powoduje, że to, co jest cenne w produkcie pełnoziarnistym, nie zostanie z niego wchłonięte – wtedy lepiej je moczyć.

## Charakterystyka najpopularniejszych węglowodanów – disacharydów

### 1. Sacharozą: glukoza + fruktoza

Nazywana także cukrem trzcinowym lub buraczanym, a potocznie cukrem.

**Źródła:** trzcina cukrowa, buraki cukrowe, daktyle, dojrzałe banany.

### 2. Laktoza: glukoza + galaktoza

Nazywana także cukrem mlecznym. **Źródło:** mleko.

### 3. Maltoza: glukoza + glukoza

Czyli cukier słodowy. Piwo ma wyższy indeks glikemiczny od samej glukozy.

**Źródła:** skielkowanie ziarna zbóż, zwłaszcza jęczmień, piwo, skrobia, buraki cukrowe.

### 4. Trehalozą: glukoza + glukoza

**Źródła:** grzyby i drożdże.

### 5. Celobioza: glukoza + glukoza

**Źródło:** celuloza. Człowiek nie trawi celulozy.

## Charakterystyka najpopularniejszych węglowodanów – polisacharydów

### Skrobia

Kojarzy się głównie z ziemniakami, ale występuje również w ziarnach zbóż i kukurydzy. Ziarna zbóż zawierają jej 75%, ziemniaki 20%, a kukurydza 80%. Niewielka jej ilość występuje również w warzywach i orzechach. Skrobia w postaci surowej jest ciężkostrawna, dlatego przed spożyciem należy produkt poddać obróbce termicznej. Skrobia składa się z amylozy i amylopektyny, zewnętrznej warstwy żelującej, a te składają się

z glukozy. Obróbka termiczna skrobi powoduje rozkład na łatwiej strawne dekstryny, które również zawierają glukozę. Skrobia w przewodzie pokarmowym hydrolizowana jest do: dekstryn, izomaltozy, maltozy i glukozy. To, jak szybko amylaza (enzym rozkładający w przewodzie pokarmowym skrobię) będzie hydrolizować skrobię, zależy od struktury skrobi, stopnia jej krystalizacji lub hydratacji i jej dostępności. W nienaruszonych strukturach ziaren skrobia nie zostanie strawiona, np. chleby z całych ziaren nie są dobrze przyswajalne przez człowieka. Człowiek nie potrafi trawić celulozy, zatem jego amylaza nie może dostać się do wnętrza.

Skrobia uszkodzona przez ogrzewanie w niewystarczającej ilości wody ulega uszkodzeniu i staje się oporna na trawienie, raczej nie posiada wtedy właściwości odżywczych, lecz pełni funkcję błonnika, nadmiar może być obciążający dla przewodu pokarmowego (płatki crunch, popcorn, wafle zbożowe). Skrobia ze zbóż nawet po ugotowaniu jest częściowo oporna na trawienie, co jest jej zaletą, gdyż służy wtedy do produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które są pożywką dla kolonocytów.

Z powodu różnej budowy skrobi oraz zawartości błonnika, który utrudnia trawienie, powstała teoria indeksu glikemicznego, który jest odpowiedzią w postaci wzrostu poziomu glukozy we krwi po zjedzeniu produktu o zawartości 50 g węglowodanów w porównaniu do produktu kontrolnego, jakim jest czysta glukoza.

Niestety teoria indeksu glikemicznego nie sprawdza się z kilku powodów:

- Kiedy zleca się pacjentom badanie krzywej cukrowej po obciążeniu 75 g glukozy, nie ma dwóch takich samych odpowiedzi glikemicznych – u niektórych pacjentów krzywa wzrasta, u innych jest płaska, a u jeszcze innych opada. Dzieje się tak dlatego, że za stabilizację cukru odpowiada insulina, a jej sekrecja jest zależna od wrażliwości komórek na insulinę, sygnałów płynących z mózgu i zapewne jeszcze wielu innych czynników. Skoro każdy

inaczej reaguje na 75 g czystej glukozy, to na pewno każdy inaczej zareaguje na płatki owsiane czy jabłko.

- Indeks glikemiczny został określony w laboratorium, na określonej partii produktów, a wiadomo, że produkty różnią się składem w zależności od metody uprawy, miejsca uprawy, regionu i modyfikacji, jakim została roślina w międzyczasie poddana.
- Na indeks glikemiczny ma wpływ obróbka termiczna i choćby to, czy skrobia nie została uszkodzona w procesie pieczenia lub homogenizacji.

### Oporna skrobia a kolonocyty

Oporna skrobia jest niezbędna do produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), które są produktem beztlenowej fermentacji bakteryjnej włókna pokarmowego i odpornej skrobi. Na SCFA składają się: octan, propionian i maślan. Ich rolą jest: regulacja pH jelita, zwiększanie wchłaniania wapnia, żelaza oraz magnezu, regulacja metabolizmu glukozy i białek w wątrobie. Są podstawowym źródłem energii dla kolonocytów (głównie maślan). Poprawiają florę jelitową, regenerują nabłonek wyściełający jelita, stymulują biosyntezę śluzu błony śluzowej nabłonka jelitowego. SCFA, a w szczególności maślan, poprawia wzrost kosmków jelitowych, a także liczbę komórek w kryptach. Maślan blokuje reakcje zapalne w jelitach. Ma zastosowanie w IBS – zespole jelita drażliwego, chorobie Leśniowskiego-Crohna. Wykazano antynowotworowe działanie maślanu. Z jednej strony zwiększa

się liczba komórek nabłonka jelitowego, z drugiej strony apoptozie ulegają komórki nowotworowe.

SCFA produkuje się m.in. ze: skrobi odpornej, nieskrobiowych polisacharydów, oligosacharydów – inuliny, oligofruktozy, laktozy, alkoholi (sorbitol, mannitol).

Szczególnie pomocne w produkcji SCFA mogą być: produkty pełnoziarniste, otręby, nieprzetworzone płatki zbożowe, orzechy, pieczywo razowe, brązowy ryż, grube kasze, rośliny strączkowe, marchew, kapusta, buraki, szpinak, sałata, pomidor, ziemniaki, owoce. Kasze mogą być oczywiście ugotowane, bo nawet w ugotowanych kaszach część skrobi pozostanie oporna na trawienie.

Znając tę właściwość węglowodanów skrobiowych, należy się zastanowić, czy powinny być całkowicie wyeliminowane z diety, gdyż ich eliminacja może prowadzić do wtórnej dysfunkcji kosmków jelitowych. Niestety pomimo znajomości roli

tych polisacharydów, nie każdy może je pozostawić w diecie. Osoby z wrażliwymi jelitami, SIBO, wzdęciami, bólami brzucha często odczuwają ustąpienie dolegliwości po wykluczeniu zbóż i pseudozbóż, jak również produktów nabiałowych, co może być związane z redukcją celulozy oraz FODMAP. W takiej sytuacji należy rozważyć suplementację maślanem.

### Węglowodany nieprzyswajalne – błonnik – polisacharydy – prebiotyki

Błonnik, czyli niestrawna część rośliny, to prebiotyk, czyli pożywka dla tych najważniejszych, korzystnych bakterii w przewodzie pokarmowym (*Bifidobacterium* i *Lactobacillus*). Do błonnika pokarmowego zalicza się polisacharydy nieskrobiowe: celulozę, hemicelulozę, pektyny, gumy, ligniny, inulinę. Każdy z nich ma swoje określone funkcje.

Prebiotykami są również wielocukry pochodzenia roślinnego: fruktooligosacharydy, galaktooligosacharydy, ksylooligosacharydy, izomaltooligosacharydy, laktuloza, oligosacharydy sojowe, skrobie odporne.

Błonnik nie jest trawiony, dlatego nie powinien być zaliczany do całkowitej puli węglowodanów. Jeśli w diecie powinno się znaleźć np. 150 g węglowodanów, to tyle należy przyjąć samych przyswajalnych, czyli z całości trzeba odjąć błonnik. Błonnik ze zbóż może za bardzo drażnić jelita, co w przypadku osób z dolegliwościami takimi jak: wzdęcia, bóle brzucha, IBS, SIBO (ang. Small Intestine Bacterial Overgrowth,

### Źródła błonnika:

- błonnik nierozpuszczalny: pełne ziarna zbóż, otręby, brązowy ryż, owoce, a w szczególności owoce jagodowe, jabłka, owoce cytrusowe,
- hemicelulozy: pełne ziarna zbóż, orzechy, nasiona, owoce i warzywa,
- błonnik rozpuszczalny w wodzie: ziarna zbóż, nasiona, warzywa, owoce (stąd dżemy), guma guar, rośliny strączkowe.

Błonnik nierozpuszczalny	Błonnik rozpuszczalny
<ul style="list-style-type: none"> <li>● celuloza,</li> <li>● niektóre hemicelulozy,</li> <li>● ligniny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● pektyny,</li> <li>● gumy,</li> <li>● śluzu roślinne,</li> <li>● niektóre hemicelulozy,</li> <li>● inulina</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ma właściwości drażniące błonę śluzową przewodu pokarmowego,</li> <li>● przyspiesza perystaltykę jelit,</li> <li>● wiąże wodę w przewodzie pokarmowym, zwiększając objętość mas kałowych,</li> <li>● często związany z kwasem fitynowym, który chelatuje pierwiastki, co ma swoje dobre i złe strony</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ulega degradacji bakteryjnej, stając się pożywką dla naturalnej flory bakteryjnej jelit,</li> <li>● tworzy żelowatą strukturę, wychwytyjąc toksyczne związki,</li> <li>● nie drażni ścian układu pokarmowego,</li> <li>● spowalnia wchłanianie glukozy</li> </ul>



## Do FODMAP zaliczają się:

- **fruktoza i cukry**, w skład których wchodzi sacharoza, inulina. Znajdują się w takich produktach, jak: miód, melasa, owoce, soki owocowe, syrop glukozowo-fruktozowy, bataty. Wśród owoców najwięcej ich zawierają: jabłko, mango, winogrono, gruszka, czereśnia, arbuz,
- **FOS – fruktooligosacharydy**: cebula, cykorja, szparagi,
- **GOS – galaktooligosacharydy**: mleko, niektóre owoce i warzywa, rośliny strączkowe, laktuloza,
- **fruktany**: pszenica, jęczmień, cebula, czosnek, por, cykorja, topinambur, porzeczka, mniszek lekarski, karczoch, agawa,
- **poliole**: słodziki, morela, jabłko, nektarynka, brzoskwinia, śliwka, arbuz, awokado, bataty, porzeczka, produkty z dodatkiem słodzików (gumy do żucia, napoje dietetyczne, napoje dla sportowców).

pol. zespół rozrostu bakteryjnego jelita cienkiego) nie jest wskazane. Ziarna są również źródłem kwasu fitynowego, o którym wspomniano w innym artykule (*Dietetyczny ring: Kwas fitynowy*), zatem mogą mieć działanie zarówno korzystne, jak i niekorzystne, w zależności od sytuacji i obróbki ziarna.

## FODMAP a problemy z jelitami

FODMAP, czyli *fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols* – łatwo fermentujące wielocukry, dwucukry, cukry proste i alkohole wielowodorotlenowe.

Tylko cukry proste mogą być transportowane przez nabłonek jelitowy, dwucukry i wielocukry muszą być najpierw „rozłożone” do cukrów prostych za pomocą odpowiednich enzymów. Gdy ich nie ma, nie mogą być właściwie rozkładane. Nierozłożone

węglowodany o krótkich łańcuchach wywierają silne działanie osmotyczne na jelita, co może skutkować biegunkami, a ponadto szybko fermentują pod wpływem bakterii jelitowych, co może skutkować wzdęciami. Podczas fermentacji wytwarza się sporo gazów: metan, wodór, siarczki, stąd badaniem diagnostycznym pod kątem nietolerancji FODMAP czy SIBO jest badanie z laktozą, fruktozą i laktulozą z oznaczeniem wydalania gazów po ich spożyciu.

Objawy nietolerancji FODMAP mogą być podobne do zespołu jelita drażliwego: bóle brzucha, biegunki, gazy, co można łatwo pomylić z nietolerancją glutenu.

## Bibliografia:

1. Gertig H., Przysławski J., *Bromatologia, zarys nauki o żywności i żywieniu*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2007.
2. Ciborowska H., Rudnicka A., *Dietyka – żywienie zdrowego i chorego człowieka*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2012.
3. Murray R.K., Granner D.K., Rodwell V.W., *Biochemia Harpera*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.
4. Jaročka-Cyrta E., *Nietolerancje pokarmowe – FODMAP*, „Magazyn Bez Glutenu” nr 6 (grudzień 2014), 11–13.
5. Adamczak M., Bednarski W., *Enzymatyczna synteza galaktooligosa-*

*charydów i laktulozy w permeacie po ultrafiltracji serwatki*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, 6 (61), 105–117.

6. Vinik A.I., Park T.S., Stansberry K.B., Pittenger G.L., *Diabetic neuropathies*, Diabetologia, 2000; 43: 957-973. <http://www.mp.pl/artykuly/11833> (data dostępu: 10.01.2016).
7. Lim M.Y., Roach J.O'Neale, *Metabolizm i żywienie*. Seria Crash Course. Edra Urban & Partner 2012.
8. Moss M., *Cukier, sól, tłuszcz. Jak uzależniają nas koncerny spożywcze*. Galaktyka, 2014.
9. Nazimek K., Bryniarski K., *Aktywność biologiczna makrofagów w zdrowiu i chorobie*. Postępy Hig. Med. Dosw. (online), 2012; 66: 507–520; <http://www.phmd.pl/fulltxthtml.php?ICID=1004080> (data dostępu 10.01.2016).
10. Hyman M., *Koniec z cukrzycą i otyłością*, Wydawnictwo Nowa Proza, 2013.
11. Sikorski Z. (red.), *Chemia żywności. Sacharydy, lipidy, białka*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 2007.
12. Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B., *Normy Żywienia Człowieka*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.
13. Kuczyńska B., Wasilewska A., Biczysko M., Banasiewicz T., Drews M., *Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe – mechanizmy działania, potencjalne zastosowania kliniczne oraz zalecenia dietetyczne*. Nowiny Lekarskie 2011, 80, 4, 299–304.
14. Śliżewska K., Nowak A., Barczyńska R., Libudzisz Z., *Prebiotyki – definicja, właściwości i zastosowanie w przemyśle*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2013, 1 (86), 5–20.
15. <http://chriskresser.com/are-you-lower-carb-than-you-think> (data dostępu: 10.01.2016)
16. BLS – niemiecka baza danych produktów spożywczych (BLS-Version 3.02), wersja excel.
17. IŻŻ – polska baza danych produktów spożywczych. Dietetyk 1 i 2, wersja excel.

## Ciekawostka

Warzywa i owoce składają się głównie z monosacharydów i disacharydów, dlatego muszą być ograniczane przy nietolerancji FODMAP. Należy uważać, gdyż czasami decydująca jest właśnie ilość.