



Stanowisko Doradczej Rady Naukowej FEDIAF Węglowodany

Wrzesień 2019

SPIS TREŚCI

Węglowodany w żywności dla psów i kotów.

Definicja	4
Podział węglowodanów	4
Cukry	5
Oligosacharydy	5
Polisacharydy	5
Klasyfikacja węglowodanów: analityczna, funkcjonalna i żywieniowa	6
Analiza węglowodanów: chemiczna vs. enzymatyczna	6
Klasyfikacja węglowodanów funkcjonalna i żywieniowa	6
Źródła węglowodanów	7
Etykietowanie węglowodanów w karmie dla zwierząt	8
Czy psy trawią gotowaną skrobię?	8
Czy koty trawią gotowaną skrobię?	8
Czym się charakteryzują diety niskoskrobiowe?	9
Piśmiennictwo	10

Oświadczenie:

Niniejszy dokument jest stanowiskiem eksperckim Rady naukowej FEDIAF. Powstał w języku angielskim i tylko wersja angielska jest oficjalnym dokumentem. Informacje zawarte w tym dokumencie mogą być tłumaczone na inne języki, ale ani doradca Rada naukowa ani FEDIAF, nie biorą odpowiedzialności za możliwe błędy lub niedociągnięcia zawarte w tłumaczeniu.

Tłumaczenia i redakcji w języku polskim dokonał Komisja Żywieniowa POLKARMA w składzi:

dr n. wet. Sybilla Berwid-Wójtowicz

lek. wet. Małgorzata Głowacka

mgr Maciej Przeździak

mgr inż. Patrycja Traczyńska

dr n. wet. Jacek Wilczak

mgr inż. Anna Maria Ziemińska

Photo credit:

Cover: iStock / yulka3ice

Węglowodany w żywności dla psów i kotów.

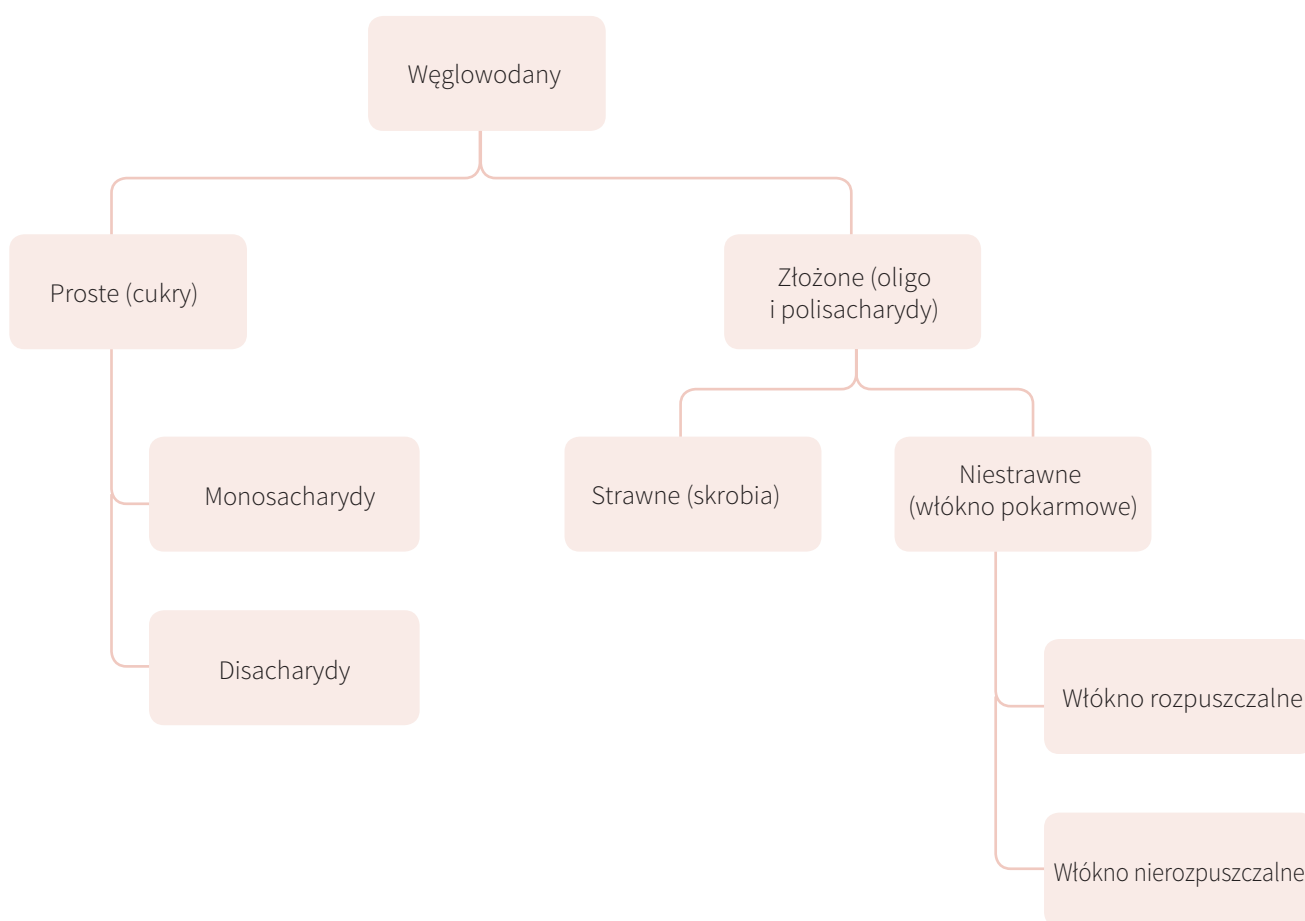
DEFINICJA

Węglowodany są jedną z trzech kategorii makroskładników (wraz z białkami i tłuszczami) w diecie zwierząt. Są to cząsteczki zbudowane z zaledwie trzech pierwiastków: węgla, wodoru i tlenu. Stanowią główne źródło energii i dostarczają włókno (błonnik), co może być korzystne dla zdrowia przewodu pokarmowego.

Podstawową formą węglowodanów jest monosacharyd. Węglowodany obejmują mono-, di-, oligo- i polisacharydy. Sposób łączenia monomerów za pomocą wiązań (typu α -lub typu β) ma istotny wpływ na ich rolę żywieniową lub funkcjonalną.

PODZIAŁ WĘGLOWODANÓW

Najmniejsze i najprostsze formy węglowodanów to cukry (monosacharydy i disacharydy). Większe cząsteczki węglowodanów obejmują oligosacharydy i polisacharydy.



Cukry

Monosacharydy

Podstawową i typową jednostką dla węglowodanów jest glukoza ($C_6H_{12}O_6$). Inne przykłady monosacharydów to fruktoza (znana również jako cukier owocowy) i galaktoza (składnik laktozy).

Oligosacharydy

Oligosacharydy to oligomery złożone z 3 do 9 monosacharydów, często połączone wiązaniami typu β . Przykładami są fruktooligosacharydy, które otrzymuje

Disacharydy

W naturze najbardziej rozpowszechnionymi cukrami są disacharydy, które składają się z dwóch monosacharydów połączonych ze sobą. Przykładowo są to: sacharoza (cukier stołowy, jedna cząsteczka glukozy połączonej z fruktozą), laktoza (cukier mleczny, glukoza-galaktoza) i maltoza (glukoza-glukoza).

Polisacharydy

Polisacharydy

Większość polisacharydów jest pochodzenia roślinnego, aczkolwiek tkanki zwierzęce zawierają niewielkie ilości glikogenu.

Skrobie

Skrobie są to długie polisacharydy, liniowe (amyloza) lub rozgałęzione (amylopektyna), w których łańcuchy cząsteczek glukozy połączone są wiązaniami glikozydowymi typu α . Skrobia jest wytwarzana w roślinach do wewnątrzkomórkowego magazynowania energii. W zależności od długości łańcucha i stopnia rozgałęzienia, istnieje duża różnorodność naturalnych skrobi, które są przechowywane jako półkrystaliczne granulki. Ich forma magazynowana przez roślinę różni się zarówno wielkością, jak i kształtem, zależy też od miejsca kumulacji w roślinie i jest charakterystyczna dla danego jej gatunku. Powszechnie często niewłaściwie używa się terminu „węglowodany” / „węgle”, przy odnoszeniu się wyłącznie do skrobi.

Inulina

Wiele roślin magazynuje energię raczej w postaci inuliny niż skrobi. Inuliny to liniowe polisacharydy składające się głównie z cząsteczek fruktozy (do kilku tysięcy), a na zakończeniu mają glukozę. W inulinach cząsteczki fruktozy są połączone wiązaniami glikozydowymi typu β .

się z hydrolizy inuliny i stachiozy (fruktoza [galaktoza]₂-glukoza), które są jednymi z oligosacharydów obecnych w wielu roślinach strączkowych.

Gumy i śluzy

Gumy, które łatwo rozpuszczają się w wodzie, oraz śluzy które mają właściwości żelujące, są dodatkowymi grupami polimerów roślinnych węglowodanów złożonych.

Polisacharydy ściany komórkowej roślin

Inne polisacharydy roślinne, często nazywane polisacharydami nieskrobiowymi, są składnikami ściany komórkowej, to: celulozy, hemicelulozy, beta-glukany i pektyny. Podczas gdy celuloza jest liniowym polimerem zawierającym tylko jednostki glukozy, hemicelulozy są rozgałęzione i zawierają wiele różnych monosacharydów. Beta-glukany obejmują grupę polisacharydów glukozy (z hemicelulozami), występującą w ścianach komórkowych zbóż. Ligniny są również częścią ścian komórkowych, chociaż są to raczej polimery fenolowe niż polisacharydy. We wszystkich ścianach komórek monosacharydy składające się na polisacharydy (z wyjątkiem pektyn), są połączone wiązaniami glikozydowymi typu β .

Glikogen

Glikogen jest analogiem skrobi i służy w celu magazynowania energii w tkankach zwierzęcych, głównie w wątrobie i mięśniach. Glikogen składa się z jednostek glukozy i ma rozgałęzioną strukturę podobną do amylopektyny. Podobnie jak w skrobi, monomery glukozy są połączone wiązaniami glikozydowymi typu α .

KLASYFIKACJA WĘGLOWODANÓW:

ANALITYCZNA, FUNKCJONALNA I ŻYWIENIOWA.

Analiza węglowodanów: chemiczna vs. enzymatyczna

W latach 60. XIX wieku Henneberg i Stohmann opracowali system analizy podstawowej dla pasz.¹ Wprowadzili metodę chemiczno-grawimetryczną, z zastosowaniem trawienia słabymi kwasami i zasadami. Odkrycia dokonano w miejscowości Weende (Niemcy), a metoda miała służyć rozróżnieniu węglowodanów strawnych (wewnątrzkomórkowych) i niestrawnych (węglowodanów ściany komórkowej) w paszach dla zwierząt monogastrycznych. Frakcja z prawdopodobnie niestrawnymi węglowodanami została następnie nazwana „włóknom surowym”, a pozostała frakcja strawna, obliczana przez różnicę, jest znana jako „bezażotowe wyciągowe” (z ang. *NFE, nitrogen free extract*), co nie jest zbyt precyzyjnym określeniem. Co więcej, od dawna wiadomo, że „włókno surowe” nie doszacowuje zawartości polisacharydów ze ścian komórkowych roślin obecnych w paszy (nawet czterokrotnie). Ten brak dokładności jest bardziej oczywisty dla zwierząt monogastrycznych niż dla zwierząt roślinożernych, niż w paszach dla

roślinożerców. Przyczyną tej rozbieżności jest pewna niespójność polegająca na tym, że część hemicelulozy i ligniny rozpuszcza się podczas przeprowadzania analizy metodą weendeńską (tak nazwano powyższą analizę).

Z czasem pojawiło się wiele ulepszeń, ale nigdy nie zniósł początkowych ograniczeń metody weendeńskiej. W latach 60. XX wieku metody z użyciem detergentów doprowadziły do znacznej poprawy precyzyjnego określania zawartości włókna, a tym samym prognozowania wartości odżywczej pasz. Od końca lat siedemdziesiątych metody enzymatyczno-grawimetryczne, stały się złotym standardem pomiaru zawartości całkowitego włókna (błonnik) pokarmowego (*TDF, total dietary fiber*). Metody te oparte są na działaniu mieszanki enzymów, która naśladuje trawienie jelitowe przez enzymy trzustkowe. Ponadto, metoda ta pozwala na rozróżnienie frakcji włókna rozpuszczalnego od nierozpuszczalnego.

Klasyfikacja funkcjonalna i odżywcza węglowodanów

Węglowodany jako źródło energii

Glukoza jest najważniejszym źródłem energii dla komórki zwierzęcej, a także głównym źródłem energii dla niektórych tkanek (takich jak mózg). Organizm otrzymuje glukozę z cukrów lub polisacharydów (takich jak skrobia) z diety, z zapasów wewnętrznych (glikogen), lub poprzez syntezę wewnętrzną (zwłaszcza glukoneogenezę z niektórych aminokwasów).

Skrobie są głównymi węglowodanami znajdującymi się w karmie dla zwierząt. Koty i psy mają enzymy jelitowe (sacharazę itp.) oraz trzustkowe (amylazę), które rozszczepiając odpowiednio disacharydy i wiązania glikozydowe typu α , pozwalają na ich strawienie. Dorosłe psy i koty mają bardzo niską aktywność laktazy, dlatego nie mogą prawidłowo trawić laktozy (tzw. cukru mlecznego). Ogólnie psy i koty, są w stanie wykorzystywać cukry i α -polisacharydy z jedzenia, takie jak glikogen i skrobia, pod warunkiem że zostały ugotowane. Monosacharydy są wchłaniane i z pewnymi różnicami między psami i kotami (patrz dalej „Czy koty trawią gotowaną skrobię?”), są dostępne dla metabolizmu i magazynowania energii. Węglowodany przyswajalne w diecie dostarczają organizmowi około 3,5 do 4 kcal energii metabolizowanej (ME) na gram.

Zarówno u kota, jak i u psa aktywność amylazy w ślinie jest nieobecna. Aktywność amylazy trzustkowej w jelicie cienkim u kota jest niższa niż u psa.² Gotowana skrobia jest wysoce strawna w całym przewodzie pokarmowym, zarówno u psów (skrobia strawność $\approx 100\%$)^{3,4} jak i kotów (strawność skrobi $\geq 94\%$ przy spożyciu $\approx 6\text{ g} \cdot \text{kg masy ciała}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$).⁵

Jednak stosunek procentowy procesu trawienia enzymatycznego do procesu fermentacji w jelicie grubym może się istotnie różnić w zależności od źródła skrobi i sposobu przetwarzania. Rzeczywiście, trawienie i wchłanianie może następować szybko, chociaż z przyczyn strukturalnych, nie wszystkie skrobie lub jej frakcje są trawione równie szybko. Gdy skrobia nie jest trawiona, nazywa się ją „skrobią oporną”. Skrobia oporna docierając do okrężnicy, może być fermentowana przez mikrobiotę. Dla różnych rodzajów pokarmów obecność frakcji skrobi opornej może mieć różne znaczenie dla poszczególnych gatunków zwierząt, w zależności od długości jelit i czasu pasaży. Zwykle gotowanie skrobi (szczególnie w procesie ekstruzji czyli przemysłowej obróbki pod ciśnieniem), znacznie zwiększa frakcję skrobi szybko strawnej i obniża poziom skrobi opornej. Wykazano to w szczególności u kotów, u których gotowana skrobia kukurydziana była niemal całkowicie trawiona.

Przedkątnicza strawność w jelicie cienkim była na poziomie prawie 70%, a około 30 % skrobi fermentowało w okrężnicy.⁶ W tym samym eksperymencie sprawdzono strawność surowej skrobi kukurydzianej, która w jelicie u kota domowego była na poziomie 45%, a ogólnie wyniosła około 70%.⁶

N.B. Jeśli strawność i dostępność odnoszą się tylko do tego, co się dzieje w jelicie cienkim, określenia „węglowodany strawne”, „węglowodany dostępne” i „węglowodany glikemiczne” to równoważne określenia, którymi nazywamy węglowodany stanowiące źródło glukozy i energii dla organizmu.

Włókno pokarmowe

Niestrawne („niedostępne”, „nieglikemiczne”) węglowodany są często określane jako „włókno pokarmowe” (błonnik). Jest to zróżnicowana grupa substancji zaliczanych do polisacharydów (10 lub więcej jednostek monomerycznych), które nie są hydrolizowane przez enzymy wewnętrzne w jelicie cienkim zwierząt monogastrycznych. Zwykle włókno pokarmowe obejmuje jadalne polimery węglowodanowe, naturalnie występujące w żywności, w tym polisacharydy ścian komórkowych roślin, ligniny, inuliny, gumy i śluzy. Oligosacharydy odporne na trawienie, są również uważane za włókno pokarmowe.

Włókno pokarmowe jest zwykle klasyfikowane według jego zdolności fermentacyjnej (jako: szybko fermentujące, powoli fermentujące lub nie ulegające fermentacji) lub jego rozpuszczalności (frakcja rozpuszczalna vs. nierozpuszczalna). Te atrybuty niekoniecznie są ze sobą powiązane, chociaż włókno rozpuszczalne jest bardziej podatne na fermentację. Inne ważne cechy włókna obejmują zatrzymywanie wody, pęcznienie i lepkość. Wszystkie te cechy wpływają na to, jak działa włókno pokarmowe u psów i kotów.

Podobnie jak u innych zwierząt monogastrycznych, u kotów i psów brakuje enzymów zdolnych trawić wiązania β -glikozydowe. Tylko niektóre mikroorganizmy wytwarzają β -glikozydazy, które pozwalają w okrężnicy na hydrolizę polisacharydów typu β . To pierwszy etap procesu fermentacji, który jest sposobem, w jaki mikroorganizmy pozyskują energię z dostępnych

resztek pokarmu. Końcowym produktem fermentacji są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA, *short chain fatty acids*), nazywane też lotnymi kwasami tłuszczowymi (LKT). Mogą zostać one wchłonięte w okrężnicy i zapewnić psom lub kotom nieco dodatkowej energii, ale ze stosunkowo niską wydajnością w porównaniu do glukozy. Fermentacja w okrężnicy jest procesem wolniejszym niż trawienie w jelicie cienkim, a zatem nie wszystkie potencjalnie ulegające fermentacji składniki, są w pełni wykorzystane ze względu na stosunkowo krótki czas przebywania w okrężnicy. Węglowodany łatwo fermentujące (polisacharydy typu β , oligosacharydy lub skrobia oporna) zapewniają między 1 a 2 kcal/g (kcal ME)⁷; co u psów i kotów jest uważane za nieistotny udział w pozyskaniu energii z diety.

W zależności od rozpuszczalności i zdolności do fermentacji, włókno pokarmowe może przynosić korzyści zdrowotne psom i kotom związane ze zdrowiem jelit i uczuciem sytości. Włókno rozpuszczalne, które rozpuszcza się w wodzie, może w niektórych przypadkach zwiększyć lepkość w przewodzie pokarmowym. To opóźnia opróżnianie żołądka i modyfikuje poposiłkową odpowiedź glikemiczną. Niektóre źródła włókna mogą być fermentowane w okrężnicy, co wpływa na zwiększenie produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Niektóre oligosacharydy z frakcji włókna rozpuszczalnego mają działanie prebiotyczne, ponieważ indukują wzrost i aktywność pożytecznych mikroorganizmów (w szczególności takich jak *Bifidobacteria*).

Włókno nierozpuszczalne, które nie rozpuszcza się w wodzie, może być metabolicznie obojętne, chociaż niewielka jego część może być powoli fermentowana w jelicie grubym. Jego niska gęstość i wysoka porowatość w połączeniu ze zdolnością do zatrzymywania wody, wpływa na zwiększenie objętości kału. Może to wpływać na ułatwienie wypróżniania i poprawienie konsystencji kału. Włókno nierozpuszczalne zazwyczaj nie jest źródłem energii dla kotów i psów, a zatem nie przyczynia się do przyrostu masy ciała. Dlatego jest wykorzystywane w specjalnie opracowanych dietach odchudzających, stanowiąc balast i poprawiając uczucie sytości..

Źródła węglowodanów

Głównymi źródłami skrobi są zboża, a także warzywa korzeniowe i rośliny strączkowe. Te surowce również dostarczają włókno. Włókno rozpuszczalne można znaleźć w różnych ilościach w zbożach, owocach i warzywach,

podczas gdy frakcja nierozpuszczalna może znajdować się w większej ilości w pełnym ziarnie i skórce owocowej. Włókno może być również dostarczane z oczyszczonych źródeł, takich jak celuloza lub łuski psyllium (babki płesznik).

Etykietowanie węglowodanów w karmie dla zwierząt

Zgodnie z prawem UE na etykiecie karmy dla psów w sekcji „składniki analityczne” musi być zadeklarowana zawartość następujących składników pokarmowych, podawana jako wartość procentowa (w g na 100g karmy):

- Białko (lub surowe białko)
- Tłuszcze (lub oleje i tłuszcze surowe)
- Włókno surowe
- Popiół surowy (lub pozostałość po spopieleniu lub substancja nieorganiczna)
- Wilgotność (nieobowiązkowe w przypadku karm suchych; gdzie standardowo wilgotność wynosi poniżej 14%)

Na etykiecie nie podaje się mierzalnych wartości węglowodanów strawnych (cukrów i skrobi). Szacunkową ilość węglowodanów strawnych (głównie skrobi) w karmie dla zwierząt domowych można obliczyć wg poniższego wzoru. Jest to szacowanie zawartości tzw. bezazotowych substancji wyciągowych (NFE).

- $\% \text{ NFE} = 100 - (\text{białko surowe} + \text{tłuszcz surowy} + \text{włókno surowe} + \text{popiół} + \text{wilgotność})$

Analiza włókna surowego w dużej mierze niedoszacowuje rzeczywistej zawartości włókna pokarmowego i nie dostarcza żadnych informacji dotyczących jego właściwości fizykochemicznych lub biologicznych. W rezultacie NFE zwykle zawyża zawartość węglowodanów strawnych.

Dlatego „włókno surowe” nie dostarcza dokładnej informacji dotyczących funkcjonalnych i odżywczych właściwości węglowodanów. Ponieważ zwykle karmy dla zwierząt domowych zawierają bardzo niewiele (jeśli w ogóle) cukrów, lepszym rozwiązaniem byłoby mierzenie zawartości skrobi (co nie przysparza trudności technicznych), oraz obliczanie zawartości włókna pokarmowego (polisacharydów nieskrobiowych) przez różnicę.

Możliwe jest również określenie zawartości włókna dietetycznego i obliczenie skrobi na podstawie różnicy. Niemniej jednak deklarowana zawartość włókna może się różnić w zależności od definicji i / lub metodyki badań zastosowanej do jego kwantyfikacji.⁸

Czy psy trawia gotowaną skrobię?

Pomimo tego, że może się wydawać, iż psy powinny jeść takie samo jedzenie jak wilki, badania wykazały, że pies ma zdolność trawienia gotowanej skrobi. Badanie genomu psów i wilków wykazało, że psy mają większą liczbę kopii genów umożliwiających im trawienie gotowanej skrobi.⁹ Badanie dotyczyło genomów 14 różnych ras psów, które porównano z genomem wilków i wykazano, że psy mają zwiększoną zdolność do trawienia skrobi i rozbijania jej na dostępne źródła energii (w postaci cukrów). Te zmiany ewolucyjne nastąpiły na przestrzeni ostatnich 10 000 lat, gdy w procesie udomowienia i rewolucji rolniczej nastąpiło zwiększenie spożycia skrobi zarówno u ludzi¹⁰ jak i psów. Niemniej jednak, wykazano różnice u psów w odpowiedzi na skrobię oporną (którą oceniono

in vitro, mierząc „oporność” na trawienie przez α -amylazę trzustkową i amyloglukozydazę).¹¹ To może odzwierciedlać różnice w zdolności do trawienia węglowodanów, które wynikły z odmiennego przebiegu procesów ewolucyjnych z powodu rozbieżności w zakresie ekspozycji na składniki w diecie. Rzeczywiście wykazano, że liczba kopii genu kodującego amylazę trzustkową jest niższa u psów ras pierwotnych (arktycznych i australijskich), które ewoluowały w obszarach, gdzie rolnictwo rozwinęło się później.¹² Prawie 70 procent zmienności w liczbie kopii genu jest zależne od rasy, ale pozostałe jest zależne osobniczo. W rzeczy samej, w obrębie jednej rasy zaobserwowano, że liczba kopii genu może wynosić od 2 do 10, a w innym przypadku między 12 a 21 kopii.^{12,13}

Czy koty trawia gotowaną skrobię?

Koty wolnożyjące są bezwzględными mięsożercami, polującymi samotnie na zazwyczaj niewielkie ofiary. Koty są ewolucyjnie przystosowane do diety bogatej w białko, o umiarkowanej ilości tłuszczu i niskiej zawartości węglowodanów..

Ani koty, ani psy nie mają bezwzględnego zapotrzebowania na węglowodany; ale potrzebują glukozy, którą jako mięsożercy są zdolni syntetyzować *de novo* z niektórych aminokwasów. Mimo to koty są w stanie

wykorzystywać węglowodany jako źródło energii, o ile zostały one wcześniej poddane obróbce termicznej.⁵ Mają amylazę trzustkową i chociaż jeśli jej aktywność jest raczej umiarkowana w porównaniu do innych gatunków, mogą zaadaptować się do diet zawierających węglowodany, w tym skrobi (przy czym zmierzona strawność pozorna skrobi w całym przewodzie pokarmowym powinna wynosić 94 – 100%, dla diet zawierających 35% składników skrobiowych)^{5,14}. Koty są mięsożerne, a ich

naturalna dieta składa się głównie z białka i tłuszczu jako źródeł energii. Endogenna synteza *de novo* glukozy (glukoneogeneza) z aminokwasów jest bardzo aktywna. Aktywność dawkozależnych enzymów ograniczających glukoneogenezę jest wyższa u kotów niż u psów.¹⁵ Koty nie mają glukokinazy wątrobowej, enzymu który jest odpowiedzialny za wychwyt glukozy w przypadku wzrostu stężenia glukozy we krwi. Niemniej jednak koty wykorzystują glukozę, ponieważ mają heksokinazę.

Pomimo tego że koty, podobnie jak psy, nie mają zapotrzebowania na skrobię i węglowodany, to są w stanie je wykorzystać jako źródło energii, o ile węglowodany te poddane są odpowiedniej obróbce i podane w umiarkowanych ilościach.

Sugeruje się, że wysoki poziom węglowodanów w diecie może zmieniać metabolizm energetyczny i obniżać wrażliwość na insulinę¹⁶, ale nie zostało to potwierdzone. Wiele badań zostało przeprowadzonych w odniesieniu do wpływu węglowodanów z diety na biomarkery dla ryzyka choroby, jednak nie wykazały one jednoznacznej zależności spożycia węglowodanów z ryzykiem wystąpienia cukrzycy u kotów. Dieta może zwiększyć

ryzyko tej choroby głównie ze względu na jej związek z otyłością, a nie w związku ze składem odżywczym.^{17,18}

Badania epidemiologiczne wykazały, że sucha karma (która w porównaniu z karmą moką zawiera więcej węglowodanów oraz ma wyższą gęstość energetyczną) nie wpływa na zwiększenie ryzyka cukrzycy¹⁹ lub wiąże się ze zmniejszonym ryzykiem²⁰; mimo to jedno badanie wykazało, że suche diety były związane z wyższym ryzykiem cukrzycy u kotów szczupłych, ale nie otyłych.²¹ Te wyniki uzasadniają dalsze badania, szczególnie w odniesieniu do konkretnego wpływu zawartości węglowodanów, która jest bardzo zróżnicowana w karmach suchych (od 10% do ponad 40% energii, tj. od 20 do 50% suchej masy). Zarówno ilość, jak i źródło składnika, może wpływać na reakcje metaboliczne.²²

Na podstawie obecnie opublikowanych dowodów wynika, że mało aktywny styl życia, brak możliwości wychodzenia na zewnątrz, kastracja i sterylizacja czy spożywanie żywności o wysokiej zawartości tłuszczu i energii, to główne zidentyfikowane czynniki ryzyka otyłości u kotów, a nie zawartość węglowodanów w ich diecie.

Czym się charakteryzują diety niskoskrobiowe?

Zawartość skrobi jest ogólnie wyższa w suchej karmie w porównaniu do karm mokrych, ze względu na jej znaczenie w procesie ekstruzji. Aczkolwiek niektóre karmy mokre mogą zawierać skrobię na poziomie porównywalnym z karmą moką. Dlaczego więc skrobia jest stosowana, skoro nie jest niezbędnym składnikiem pokarmowym? Głównym powodem jest dostarczanie przez skrobię łatwodostępnej energii, skrobia może stanowić źródło 40-50% energii w suchej karmie dla psów i 15-40% w diecie dla kotów.

Obniżenie zawartości skrobi w diecie wymaga zwiększenia poziomu białka lub tłuszczu (lub obu) w celu zapewnienia energii. Karmy wysokobiałkowe i / lub wysokotłuszczowe

mogą być pełnoporcjowe i zbilansowane. Mogą być dobrze tolerowane przez niektóre zwierzęta, ale ich powszechne stosowanie jako karm bytowych u zwierząt zdrowych budzi wątpliwości. W rzeczywistości, karmy wysokotłuszczowe są znane ze zwiększania ryzyka wystąpienia nadwagi, przynajmniej u zwierząt sterylizowanych, jak to wykazano u kotów.^{23, 24} Diety wysokotłuszczowe w mniejszym stopniu zapewniają uczucie sytości. Stosowanie diet wysokobiałkowych stwarza wątpliwości etyczne, ekonomiczne i środowiskowe, biorąc pod uwagę, że szczególnie białko zwierzęce jest zasobem rzadkim (w rozumieniu ekonomicznym i ekologicznym), a wysokie spożycie białka powoduje wzrost wydalania azotu.

Więcej informacji na temat karmy i żywienia zwierząt domowych można znaleźć na stronie www.fediaf.org

1. Henneberg W, Stohmann F. Über das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehs. *J. Landwirtsch.* 1859;3:485-551.
2. Kienzle E. Carbohydrate metabolism of the cat 1. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the cat 1. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 1993 Jan 8;69(1-5):92-101.
3. Murray SM, Fahey Jr GC, Merchen NR, Sunvold GD, Reinhart GA. Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. *Journal of animal science.* 1999 Aug 1;77(8):2180-6.
4. Carciofi AC, Takakura FS, De-Oliveira LD, Teshima E, Jeremias JT, Brunetto MA, Prada F. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and postprandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 2008 Jun;92(3):326-36.
5. De-Oliveira LD, Carciofi AC, Oliveira MC, Vasconcellos RS, Bazolli RS, Pereira GT, Prada F. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. *Journal of Animal Science.* 2008 Sep 1;86(9):2237-46.
6. Kienzle E. Carbohydrate metabolism of the cat 2. Digestion of starch 1. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 1993 Jan 8;69(1-5):102-14.
7. Livesey G. The energy values of dietary fibre and sugar alcohols for man. *Nutrition Research Reviews.* 1992 Jan;5(1):61-84.
8. Dietary Fibre. https://ec.europa.eu/jrc/en/health-knowledge-gateway/promotion-prevention/nutrition/fibre#_Tocch2 2018.
9. Axelsson E, Ratnakumar A, Arendt ML, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnemo JM, Hedhammar Å, Lindblad-Toh K. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature.* 2013 Mar;495(7441):360.
10. Perry GH, Dominy NJ, Claw KG, Lee AS, Fiegler H, Redon R, Werner J, Villanea FA, Mountain JL, Misra R, Carter NP. Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nature genetics.* 2007 Oct;39(10):1256.
11. Goudez R, Weber M, Biourge V, Nguyen P. Influence of different levels and sources of resistant starch on faecal quality of dogs of various body sizes. *British Journal of Nutrition.* 2011 Oct;106(S1):S211-5.
12. Arendt M, Cairns KM, Ballard JW, Savolainen P, Axelsson E. Diet adaptation in dog reflects spread of prehistoric agriculture. *Heredity.* 2016 Nov;117(5):301.
13. Arendt M, Fall T, Lindblad-Toh K, Axelsson E. Amylase activity is associated with AMY 2B copy numbers in dog: implications for dog domestication, diet and diabetes. *Animal genetics.* 2014 Oct;45(5):716-22.
14. Morris JG, Trudell J, Pencovic T. Carbohydrate digestion by the domestic cat (*Felis catus*). *British journal of nutrition.* 1977 May;37(3):365-73.
15. Washizu T, Tanaka A, Sako T, Washizu M, Arai T. Comparison of the activities of enzymes related to glycolysis and gluconeogenesis in the liver of dogs and cats. *Research in veterinary science.* 1999 Oct 1;67(2):205-6.
16. Farrow HA, Rand JS, Morton JM, O'Leary CA, Sunvold GD. Effect of dietary carbohydrate, fat, and protein on postprandial glycemia and energy intake in cats. *Journal of veterinary internal medicine.* 2013 Sep;27(5):1121-35.
17. Hoenig M. Carbohydrate metabolism and pathogenesis of diabetes mellitus in dogs and cats. *Progress in molecular biology and translational science* 2014 Jan; 121(1):377-412. Academic Press.
18. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and carbohydrates: the carnivore fantasy?. *Veterinary sciences.* 2017 Dec;4(4):55.
19. Slingerland LI, Fazilova VV, Plantinga EA, Kooistra HS, Beynen AC. Indoor confinement and physical inactivity rather than the proportion of dry food are risk factors in the development of feline type 2 diabetes mellitus. *The Veterinary Journal.* 2009 Feb 1;179(2):247-53.
20. Sallander M, Eliasson J, Hedhammar Å. Prevalence and risk factors for the development of diabetes mellitus in Swedish cats. *Acta Veterinaria Scandinavica.* 2012 Dec;54(1):61.
21. Öhlund M, Egenvall A, Fall T, Hansson-Hamlin H, Röcklinsberg H, Holst BS. Environmental risk factors for diabetes mellitus in cats. *Journal of veterinary internal medicine.* 2017 Jan;31(1):29-35.
22. Hewson-Hughes AK, Gilham MS, Upton S, Colyer A, Butterwick R, Miller AT. The effect of dietary starch level on postprandial glucose and insulin concentrations in cats and dogs. *British Journal of Nutrition.* 2011 Oct;106(S1):S105-9.
23. Nguyen PG, Dumon HJ, Siliart BS, Martin LJ, Sergheraert R, Biourge VC. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. *American journal of veterinary research.* 2004 Dec 1;65(12):1708-13.
24. Backus RC, Cave NJ, Keisler DH. Gonadectomy and high dietary fat but not high dietary carbohydrate induce gains in body weight and fat of domestic cats. *British Journal of Nutrition.* 2007 Sep;98(3):641-50.



The European
Pet Food Industry



FEDIAF

Avenue Louise 89
B-1050 Bruxelles
+32 (2) 536 05 20
fediaf@fediaf.org
www.fediaf.org

Polkarma
Polskie Stowarzyszenie Producentów
Karmy dla Zwierząt Domowych

ul. J.P. Woronicza 31 / 152,
02-640 Warszawa
+48 (22) 881 01 45
www.polkarma.pl