dr inż. Anna Budny-Walczak*, dr inż. Martyna Wilk**
* Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
** BioDose, Poznań

Wpływ diety na mikrobiom psa

The impact of diet on the canine microbiome

Streszczenie

Mikrobiom jelitowy psów pełni kluczową rolę w trawieniu, metabolizmie, regulacji odporności oraz ochronie przed patogenami. Jego skład jest determinowany przez czynniki takie jak dieta, środowisko, stan zdrowia gospodarza i stosowanie farmakoterapii. Zdrowy mikrobiom cechuje się wysoką różnorodnością i przewagą korzystnych bakterii, takich jak *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Fusobacteria* czy *Proteobacteria*. Dysbioza, czyli zaburzenia mikrobiomu, może prowadzić do problemów trawiennych, alergii i spadku odporności, a także otyłości.

Słowa kluczowe

mikrobiom, mikrobiota, pies, dieta, karma sucha, karma mokra, BARF, dysbioza

Abstract

The canine gut microbiome plays a crucial role in digestion, metabolism, immune regulation, and protection against pathogens. Its composition is influenced by the following factors: diet, environment, health state of the host and applying pharmacotherapy. A healthy microbiome is characterised by high diversity and a predominance of beneficial bacteria, including *Firmicutes, Bacteroidetes, Fusobacteria* and *Proteobacteria*. Dysbiosis, or microbiome imbalance, may lead to digestion disorders, allergies, immunosuppression and even obesity.

Keywords

microbiome, microbiota, dog, diet, dry feed, wet feed, BARF, dysbiosis

Organizm kolonizują biliony mikroorganizmów, które tworzą mikrobiom skóry, przewodu pokarmowego, układu moczowo-płciowego i układu oddechowego. Skład mikrobiomu zależy od wielu czynników, m.in.: długoterminowej diety, warunków środowiskowych, sprawności układu immunologicznego i zażywanych leków (7). Mikrobiom to termin odnoszący się do wszystkich mikroorganizmów zasiedlających dane środowisko, natomiast mikrobiota to zbiór wszystkich mikroorganizmów obecnych w określonym ekosystemie, jak na przykład w jelitach psa. W ciągu ostatnich lat pojawiły się przekonujące dowody na związek między zmianami w składzie mikrobioty jelitowej a przewlekłymi enteropatiami. Obserwacje te odnotowano u ludzi, zwierząt hodowlanych oraz zwierząt towarzyszących. Ponadto zaburzenia pozajelitowe, takie jak atopia u niemowląt, zostały powiązane z dysbiozą przewodu pokarmowego. Fakt ten wynika z interakcji mikrobioty jelitowej z układem odpornościowym gospodarza. Te odkrycia podkreślają znaczenie utrzymania zrównoważonego ekosystemu jelitowego i wpłynęło na powstanie terminów: oś jelitowo-mózgowa, oś jelitowo-skórna i inne (14).

Mikrobiom jelitowy uważany jest za „organ" aktywny metabolicznie i składa się z bakterii, archeonów, wirusów i organizmów eukariotycznych zamieszkujących przewód pokarmowy (14). U psów (podobnie jak u ludzi) mikrobiom jelitowy znajduje się głównie w jelicie grubym, pełni szereg funkcji i odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia (7).

Do podstawowych funkcji mikrobiomu jelitowego należą:

1. ułatwienie trawienia i wpływ na metabolizm składników odżywczych:
   - wytwarzanie enzymów trawiennych;
   - produkcja krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), takich jak octowy, propionowy i masłowy, które dostarczają energii komórkom nabłonka jelitowego i wspierają integralność bariery jelitowej;
2. regulacja układu odpornościowego:
   - stymulacja odpowiedzi immunologicznej;
   - wsparcie bariery śluzowej jelit, ochrona m.in. przed toksynami i alergenami;
3. ochrona przed patogenami:
   - bariera biologiczna, konkuruje o przestrzeń i składniki odżywcze z bakteriami chorobotwórczymi;
   - synteza substancji przeciwdrobnoustrojowych, np. bakteriocyny, które hamują rozwój patogenów;
4. produkcja witamin i innych związków:

– witamina K czy witaminy z grupy B;
– metabolizm kwasów żółciowych (w tym dekoniugacja kwasów żółciowych i powstawanie wtórnych kwasów żółciowych) oraz metabolizm cholesterolu (19);

5. wpływ na zachowanie i zdrowie psychiczne:
   – oś jelitowo-mózgowa (ang. *gut-brain axis*) wskazuje, że mikrobiom może wpływać na funkcje mózgu, regulację nastroju i zachowanie, oddziałując na syntezę neuroprzekaźników (np. serotoniny) i innych bioaktywnych substancji;
6. utrzymanie zdrowia metabolicznego:
   – regulacja metabolizmu glukozy i lipidów.

Zdrowy mikrobiom charakteryzuje się dużą różnorodnością i obecnością korzystnych bakterii. Dobrze zbilansowana mikrobiota jelitowa w dużym stopniu wpływa na homeostazę organizmu i szybko mobilizuje organizm do uruchomienia szeregu procesów naprawczych. W jelitach psów domowych (*Canis familiaris*) dominują następujące typy bakterii: *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Fusobacteria*, *Proteobacteria* i *Actinobacteria*. Na poziomie rodzaju i gatunku dominują: *Fusobacterium perfoetens*, *Mediterranea massiliensis*, *Prevotella copri* i *Romboutsia timonensis*. Co więcej, w jelitach zdrowych psów wykryto również obecność drożdży i pleśni. Metody molekularne wskazują na obecność grzybów w jelicie cienkim u 76% badanych psów, a w kale ich liczebność wynosiła < 0,1% całkowitej mikrobioty.

Rozróżniając różne sekcje układu pokarmowego, można zaobserwować różnorodność mikrobioty:
– żołądek – dominuje *Helicobacter* (~98% mikrobioty żołądkowej);
– jelito cienkie – występują *Firmicutes* (47,7%), *Proteobacteria* (23,3%), *Fusobacteria* (16,6%) i *Bacteroidetes* (16,6%), z różnicami w proporcjach w zależności od przedziału jelitowego;
– jelito grube – w mikrobiocie kałowej dominuje *Firmicutes* (> 90%), ale także *Bacteroidetes*/*Chlorobi* (~35%), *Proteobacteria* (~15%) i *Fusobacteria* (~8%).

Zaburzenia mikrobiomu, zwane dysbiozą, mogą prowadzić do problemów zdrowotnych takich jak: choroby jelit (np. zapalenie jelit, biegunki), alergie i nietolerancje pokarmowe, zaburzenia metaboliczne czy spadek odporności.

Jednym z głównych czynników wpływających na mikrobiom jest dieta. Zmiany mikrobiomu wywołane dietą u zdrowych psów są mniej wyraźne w porównaniu ze zmianami związanymi ze stanem chorobowym (14), jednakże stanowią ważny aspekt w dietoprofilaktyce.

Monitorowanie mikrobiomu psów może stanowić cenne narzędzie diagnostyczne oraz wspierać spersonalizowane podejście do żywienia i profilaktyki zdrowotnej. Monitorowanie

reklama



VET RESPONSE VETERINARY DIET

PUPIL INSTYTUT żywienia zwierząt od 2017 r.



Doradca klienta: partner@vetresponse.pl +48 539 032 032

dysbiozy może polegać na określeniu indeksu dysbiozy (DI, ang. *dysbiosis index*). Indeks dysbiozy kału u psów to badanie oparte na technice qPCR, które umożliwia ilościowe określenie siedmiu taksonów bakterii, które następnie są łączone w jedną wartość liczbową (1).

W niniejszym artykule skupiono się na wpływie różnych rodzajów diet na mikrobiom psa. Większość psów w Polsce żywionych jest karmami suchymi (dieta ekstrudowana) o wysokiej zawartości węglowodanów lub karmami typu premium charakteryzującymi się wysoką zawartością białka i tłuszczu. Te drugie, ze względu na wyższą cenę, stanowią niewielki odsetek produktowy. Na rynku zoologicznym można także wyróżnić karmy suche na bazie białka roślinnego (wegetariańskie) lub na bazie białka owadziego. Karmy mokre puszkowane to alternatywa komercyjna dla karm suchych, które charakteryzują się wysoką wilgotnością, a także dużym udziałem podrobów. Coraz większą popularnością cieszą się diety surowe BARF, diety domowe, gotowane, oparte na mięsie, o niskiej zawartości węglowodanów, a także cateringi dla psów zaliczane do diet niskoprzetworzonych.

Mikrobiom jelitowy jest wrażliwy na składniki odżywcze, a zmiany w taksonach bakteryjnych związane są ze zmianami w udziale makroskładników obecnych w diecie.

Możliwość modyfikowania mikrobiomu zarówno dietą, jak i suplementami diety (np. pro-, pre-, postbiotykami) może wpływać na ich kondycję, samopoczucie oraz zdolność do prawidłowego trawienia i wchłaniania składników odżywczych, co w dłuższej perspektywie może przekładać się na poprawę ogólnego stanu zdrowia. Co więcej, zmiany w metabolitach pochodzenia bakteryjnego, a co za tym idzie, w funkcjonowaniu mikrobioty, mogą nastąpić w wyniku dodatku mikroelementów (14). Te odkrycia podkreślają, jak istotna jest mikrobiota jelitowa w zdrowiu zwierząt, i wskazują na potencjał interwencji dietetycznych w zarządzaniu zdrowiem przewodu pokarmowego i ogólnym stanem zdrowia psów i kotów.

BARF

Diety domowe, BARF oraz cateringi bazują na świeżym mięsie, jednakże procentowy udział składników pokarmowych w tych dietach odbiega od siebie. Te różnice wynikają z możliwości i umiejętności osoby układającej dietę, kosztów składników (w przypadku cateringów), preferencji osobniczych oraz stanu zdrowia zwierzęcia. W związku z tym, w tym kontekście, trudno jest przedstawić ujednoliconą analizę mikrobiomu jelitowego. W poniższym artykule skupiono się na dostępnych doniesieniach naukowych.

Dotychczas wykazano, że diety BARF wpływają przede wszystkim na zmianę mikrobiomu, zwiększając względną liczebność bakterii związanych z wykorzystaniem białka i tłuszczu, w tym członków rodzajów *Fusobacterium* i *Clostridium* (6). Bermingham i in. (3) wykazali, że u psów karmionych dietą surową (typu BARF) zaobserwowano spadek liczebności *Bacteroides*, *Prevotella*, *Peptostreptococcus* i *Faecalibacterium* przy wzroście bakterii *Fusobacterium*, *Lactobacillus* i *Clostridium*. Psy żywione dietą BARF z kośćmi wykazały natomiast spadek *Firmicutes* oraz rodzajów bakterii związanych z trawieniem błonnika, takich jak *Peptostreptococcus* i *Faecalibacterium* przy wzroście liczby *Proteobacteria* i *Fusobacteria* (15).

Kim i in. (9) zwrócili uwagę na fakt, że u psów żywionych surowym mięsem przez więcej niż rok w przewodzie pokarmowym występują w zwiększonej ilości *Clostridium perfringens* i *Fusobacterium varium*, które w wyniku fermentacji mikrobiologicznej produkują maślan. Biorąc pod uwagę, że bakterie te są związane z chorobami przewodu pokarmowego, ich zwiększona obecność w mikrobiomie psów na diecie surowej może wskazywać na proces adaptacyjny, zwłaszcza w przypadku braku klinicznych objawów chorobowych u tych zwierząt. Bermingham i in. (3) wiążą obecność bakterii *Clostridiaceae* ze zwiększoną strawnością białka, a co za tym idzie, ze zmniejszoną zawartością tego składnika odżywczego w kale. W wielu przypadkach *Clostridiaceae*, jako część naturalnej mikrobioty, odgrywają istotną rolę w rozkładzie białek oraz w syntezie niektórych krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), w tym maślanu, octanu i propionianu. Ich funkcją jest odżywianie kolonocytów (komórki nabłonka jelita grubego) i działanie przeciwzapalne. W efekcie przyczyniają się to do regulacji pH w jelicie, co może ograniczać rozwój patogennych bakterii.

W przypadku wystąpienia dysbiozy nadmiar białka w diecie (powyżej 45% SM) i wynikająca z tego nadmierna proliferacja *Clostridiaceae* (15) mogą jednak prowadzić do produkcji szkodliwych metabolitów, takich jak amoniak, aminy biogenne czy siarkowodór. Może to być szkodliwe dla zdrowia jelit, jeśli mikrobiom nie jest w stanie zrównoważyć tych procesów (15).

Karma mokra

Karmy mokre stanowią istotną część rynku karm dla psów, jednak większość doniesień naukowych odnosi się do zastosowania tych karm w żywieniu kotów. Karmy te wyróżniają się wysoką wilgotnością, intensywnym aromatem oraz często wyższą smakowitością w porównaniu do karm suchych. Ich skład opiera się na źródłach białka zwierzęcego, tj. mięsa mięśniowego i podrobów, tłuszczach pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, a także węglowodanach.

Karmy mokre puszkowane nie są popularne wśród opiekunów psów ze względu na kilka aspektów:
- ekonomiczny – w porównaniu do karm suchych, przy przeliczeniu kosztu na dzień żywienia, karmy mokre są znacznie droższe.
- ekologiczny – aluminiowe puszki generują większą ilość odpadów w porównaniu do worków z suchą karmą.
- zdrowotny – psy przystosowane do karmy suchej często reagują

problemami trawiennymi, takimi jak biegunka lub luźniejsze stolce, co wynika z różnic w składzie, w tym wyższej zawartości wody oraz innego profilu błonnika, białka i tłuszczów, co może zaburzać równowagę mikrobioty jelitowej.

Podobnie jak w przypadku surowej diety, karma mokra w puszkach często posiada wyższą średnią zawartość białka i tłuszczu pochodzenia zwierzęcego, a niższą zawartość węglowodanów w porównaniu z ekstrudowaną karmą suchą w przeliczeniu na 100 g suchej masy produktu.

Będzie to miało podobny wpływ na mikrobiom jak dieta BARF lub domowa gotowana. Bermingham i in. (4) wykazali u dorosłych kotów wzrost *Fusobacteria*, *Proteobacteria*, *Clostridium*, *Blautia*, *Bacteroides* podobnie jak przy dietach o wysokiej zawartości białka zarówno suchej, jak i surowej. Wskazuje to na wpływ proporcji składników odżywczych na mikrobiom kota, co analogicznie można ekstrapolować na organizm psa.

Karmy suche

Wegetariańskie

Suche karmy wegetariańskie zyskują popularność wśród opiekunów, którzy sami stosują dietę roślinną. W przypadku niektórych psów z licznymi alergiami pokarmowymi białko roślinne staje się jedyną alternatywą, która eliminuje potencjalne reakcje alergiczne. W produkcji ekstrudowanej karmy wegetariańskiej nie są wykorzystywane składniki pochodzenia zwierzęcego, zastępuje się je wysokiej jakości białkiem roślinnym. Głównymi źródłami białka w takich karmach są: soja, groch, ziemniaki, soczewica oraz ryż. Jedno z badań wykazało, że ekstrudowana karma, oparta wyłącznie na roślinnych źródłach białka, nie wpłynęła w sposób istotny na mikrobiom psów w porównaniu do tradycyjnej ekstrudowanej diety, która zawierała mieszankę białka zwierzęcego i roślinnego, przy podobnej zawartości makroskładników (5). Liversidge i in. (10) doszli do odmiennych wniosków, wykazując, że na koniec doświadczenia względna liczebność *Fusobacterium*, *Bacteroides* i *Campylobacter* była niższa w grupie otrzymującej dietę ekstrudowaną roślinną w porównaniu z dietą ekstrudowaną mięsną. Ponadto zaobserwowano, że względna liczebność *Fusobacterium* zmniejszała się z czasem w grupie otrzymującej dietę roślinną, podczas gdy w grupie na diecie mięsnej nie wystąpiły żadne istotne zmiany (10).

Karmy na bazie owadów mogą być zaliczane do diet wegetariańskich ze względów ideologicznych, ponieważ owady należą do bezkręgowców.

Niewiele jest doniesień opisujących wpływ diety na bazie larw owadów ja- ▶

reklama



OVER GLAND SUPPORT
Profilaktyka przy schorzeniach gruczołów okołoodbytowych

- *Reguluje proces trawienia i konsystencję kału*
- *Posiada działanie detoksykujące organizm*
- *Eliminuje dyskomfort związany ze świądem*

Szczegóły OFERTY SPECJALNEJ pod numerem
tel. 660 491 950
lub w hurtowniach weterynaryjnych.

dalnych. Areerat i in. (2) badali diety z dodatkiem świerszcza domowego (łac. *Acheta domesticus*) oraz poczwarkami jedwabnika morwowego (łac. *Bombyx mori pupae*) w różnych proporcjach. Wyniki sugerują nieistotne zmiany na poziomie typu i rodzaju mikrobioty, jednak stwierdzono kilka istotnych zmian we względnej liczebności rodzajów bakterii, tj. niższy poziom *Allobaculum* i *Turicibacter* u psów karmionych poczwarkami jedwabnika morwowego na poziomie 14% oraz niższy poziom *Turicibacter* przy diecie z dodatkiem świerszcza domowego (2). Natomiast poziom *Corynebacterium* i *Lactobacillus* u psów karmionych 14% poczwarkami jedwabnika morwowego były znacząco podwyższone (2). Autorzy tłumaczą to faktem obecności chityny, dokładnie chitooligosacharydów, które zwiększają wzrost pożytecznych bakterii (*Lactobacillus rhamnosus*) i hamują wzrost szkodliwych bakterii, takich jak *Escherichia coli* (16). Również Jarett i in. (8) wskazują na chitynowe pancerze stawonogów jako nowe potencjalne źródło błonnika dla psów w postaci strukturalnego polisacharydu. W badaniu żywieniowym wykorzystującym świerszcze bananowe (łac. *Gryllodes sigillatus*) zaobserwowano wzrost *Catenibacterium*, *Lachnospiraceae* (*Ruminococcus*) i *Faecalitalea*, podczas gdy *Bacteroides*, *Faecalibacterium*, grupa *Lachnospiraceae* NK4A136 zmniejszyły się pod względem liczebności (8). Autorzy interpretują zmiany w liczebności *Catenibacterium* i *Bacteroides* jako korzystne dla zdrowia jelit. Bakterie *Catenibacterium* produkują krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA), w tym octan, mleczan i maślan wspierające funkcjonowanie jelit, podczas gdy *Bacteroides* mogą sprzyjać zakażeniom oportunistycznym i zwiększać ryzyko rozwoju raka jelita grubego pomimo ich dobroczynnego wpływu ogólnego (8).

Normoenergetyczne i wysokotłuszczowe

Karmy normoenergetyczne, czyli o równomiernym rozkładzie energii z podstawowych składników odżywczych, w założeniu naukowym stanowią fundament zdrowej diety. Większość badań, porównując diety psów i ich wpływ na mikrobiom, odnosi się do tego rodzaju karm, więc opisana w poprzednim rozdziale różnorodność mikrobioty będzie się odnosić właśnie do tej grupy psów. Zawartość błonnika i białka to główne czynniki wpływające na skład mikrobiomu psów. Należy jednak pamiętać, że nadmiar tłuszczu, zwłaszcza nasyconych kwasów tłuszczowych, może prowadzić do zmniejszenia różnorodności mikrobiomu, co może sprzyjać dysbiozie jelitowej. Moinard i in. (12) badali wpływ diety wysokotłuszczowej na psach rasy beagle. Po 8 tygodniach dieta wpłynęła na mikrobiotę jelitową, a różnorodność bakterii jelitowych zmniejszyła się w grupie żywionych dawką pokrywającą 150% zapotrzebowania energetycznego. Zauważono również wyższy współczynnik *Firmicutes/Bacteroidetes* w tej grupie. Zmniejszona różnorodność mikrobioty jelitowej oraz wyższy stosunek *Firmicutes/Bacteroidetes* zaobserwowany przez Moinarda i in. (12) mogą wskazywać stan sprzyjający rozwojowi otyłości u psów, co potwierdzają Stojanov i in. (17). Mikrobiota może zwiększać pozyskiwanie energii ze składników odżywczych poprzez intensyfikację wychwytu monosacharydów w jelicie cienkim oraz produkcję krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA) w wyniku fermentacji w jelicie grubym. Ponadto dieta wysokotłuszczowa sprzyja rozwojowi bakterii zawierających lipopolisacharydy (LPS, ang. *LPS-containing bacteria*), co może prowadzić do zmniejszonej integralności ściany przewodu pokarmowego, wywołując endotoksemię i przewlekły stan zapalny, który może przyczyniać się do przyrostu masy ciała (12).

Karmy dietetyczne (*light*)

Karmy dietetyczne typu „*light*" są specjalistycznymi produktami przeznaczonymi dla psów z tendencją do nadwagi, o kondycji powyżej 6 w skali 9-stopniowej lub o obniżonym zapotrzebowaniu energetycznym. Ich skład analityczny charakteryzuje się przede wszystkim obniżoną zawartością tłuszczu, zwykle na poziomie 10% w suchej masie, co redukuje pobór energii z tego składnika. Jednocześnie karmy te zawierają zwiększoną ilość węglowodanów i błonnika pokarmowego (nawet powyżej 5%), co sprzyja uczuciu sytości.

Mori i in. (13) uważają, że dieta typu „*light*", bogata w węglowodany i białko, a uboga w tłuszcze, spowodowała znaczny wzrost *Fusobacteria*, który jest związany ze zwiększoną zawartością białka. Zaobserwowano także istotny wzrost liczebności producentów SCFA, takich jak *Bacteroides*, *Prevotella* i *Faecalibacterium*, z jednoczesnym wzrostem *Faecalibacterium* w diecie niskotłuszczowej. Diety odchudzające (28,1% błonnika) i niskotłuszczowe (8,6% błonnika) zawierały zarówno rozpuszczalny, jak i nierozpuszczalny błonnik (pulpa buraczana, fruktooligosacharydy oraz babka płesznik), a wzrost tych rodzajów błonnika najprawdopodobniej związany jest ze zwiększoną zawartością błonnika i obecnością różnych jego typów.

Wpływ różnego źródła włókna

Badania pokazują, że spożywanie diety opartej na produktach zwierzęcych z niemal zerową dawką błonnika powoduje wzrost liczebności mikroorganizmów tolerujących żółć i zmniejszyły poziom *Firmicutes*, do których należą gatunki znane z metabolizowania polisacharydów roślinnych w diecie (14).

Różne frakcje włókna pokarmowego wykazują właściwości prebiotyczne, wpływając na specyficzne zmiany w mikrobiomie.

Większość z nich działa poprzez wzbogacanie populacji fermentujących włókna bakterii *Firmicutes*, produkujących SCFA oraz zmniejszenie populacji *Fusobacteria* i *Prevotella*. Fruktany typu inuliny mogą zwiększać stężenie SCFA (octanu, maślanu i propionianu), wpływać na poziom kwasów żółciowych w kale oraz redukować liczebność *Enterobacteriaceae*. Ściany komórkowe drożdży natomiast zwiększają liczebność *Bifidobacterium* (14).

Podsumowanie

Mikrobiom jelitowy odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia psów, wpływając na procesy trawienne, metabolizm, funkcjonowanie układu odpornościowego oraz interakcje z innymi układami organizmu. Jego skład jest dynamiczny i zależy od wielu czynników, w tym diety. Dieta BARF, oparta na surowym mięsie, zwiększa udział bakterii związanych z trawieniem białek i tłuszczów, takich jak *Fusobacterium* i *Clostridium*, a jednocześnie obniża liczebność bakterii fermentujących błonnik, np. *Bacteroides* i *Faecalibacterium*. Podobne zmiany obserwuje się przy żywieniu karmą mokrą, choć dane dotyczące jej wpływu na mikrobiom psów są ograniczone. Ekstrudowane karmy wegetariańskie wpływają na skład mikrobioty w sposób zróżnicowany – obserwuje się spadek *Fusobacterium* i *Bacteroides* oraz wzrost *Lactobacillus*. Natomiast karmy oparte na białku owadzim mogą sprzyjać rozwojowi pożytecznych bakterii poprzez obecność chityny jako potencjalnego źródła strukturalnych polisacharydów.

Dalsze badania nad wpływem diety na mikrobiom psów mogą dostarczyć cennych informacji na temat optymalizacji i roli żywienia w zachowaniu równowagi mikrobiomu psa. Zrozumienie zależności między składem diety a mikrobiotą pozwoli na lepsze dopasowanie żywienia do indywidualnych potrzeb psów oraz rozwój nowych, funkcjonalnych produktów żywieniowych.

Piśmiennictwo

1. Al Shawaqfeh M.K., Wajid B., Minamoto Y., Markel M., Lidbury J.A., Steiner J.M., Serpedin E., Suchodolski J.S.: *A dysbiosis index to assess microbial changes in fecal samples of dogs with chronic inflammatory enteropathy*. „FEMS Microbiol Ecol", 2017, 93 (11), 136.
2. Areerat S., Chundang P., Lekcharoensuk C., Patumcharoenpol P., Kovitvadhi A.: *Insect-based diets (house crickets and mulberry silkworm pupae): A comparison of their effects on canine gut microbiota*. „Veterinary World", 2023, 16 (8), 1627-1635.
3. Bermingham E.N., Maclean P., Thomas D.G., Cave N.J., Young W.: *Key bacterial families (Clostridiaceae, Erysipelotrichaceae and Bacteroidaceae) are related to the digestion of protein and energy in dogs*. „Peer J", 2017, 5, 3019.
4. Bermingham E.N., Young W., Kittelmann S., Kerr K.R., Swanson K.S., Roy N.C., Thomas D.G.: *Dietary format alters fecal bacterial populations in the domestic cat (Felis catus)*. „Microbiologyopen", 2013, 2 (1), 173-181.
5. Bresciani F., Minamoto Y., Suchodolski J.S., Galiazzo G., Vecchiato C.G., Pinna C., Biagi G., Pietra M.: *Effect of an extruded animal protein-free diet on fecal microbiota of dogs with food-responsive enteropathy*. „J Vet Intern Med", 2018, 32 (6), 1903-1910.
6. Butowski C.F., Moon C.D., Thomas D.G., Young W., Bermingham E.N.: *The effects of raw-meat diets on the gastrointestinal microbiota of the cat and dog: a review*. „N Z Vet J", 2022, 70 (1), 1-9.
7. Gliński Z., Żmuda A.: *Rola mikrobiomu psów w zdrowiu i chorobach*. „Życie Weterynaryjne", 2024, 99 (2).
8. Jarett J.K., Carlson A., Serao M.R., Strickland J., Serfilippi L., Ganz H.H.: *Diets with and without edible cricket support a similar level of diversity in the gut microbiome of dogs*. „Peer J", 2019, 7, 7661.
9. Kim J., An J.U., Kim W., Lee S., Cho S.: *Differences in the gut microbiota of dogs (Canis lupus familiaris) fed a natural diet or a commercial feed revealed by the Illumina MiSeq platform*. „Gut Pathog", 2017, 21, 9-68.
10. Liversidge B.D., Gomez D.E., Dodd S.A.S., MacNicol J.L., Adolphe J.L., Blois S.L., Verbrugghe A.: *Comparison of the fecal microbiota of adult healthy dogs fed a plant-based (vegan) or an animal-based diet*. „Front Microbiol", 2024, 15, 1367493.
11. MacNicol J.L., Adolphe J.L., Blois S.L., Verbrugghe A.: *Comparison of the fecal microbiota of adult healthy dogs fed a plant-based (vegan) or an animal-based diet*. „Front Microbiol", 2024, 15, 1367493.
12. Moinard A., Payen C., Ouguerram K., André A., Hernandez J., Drut A., Biourge V.C., Suchodolski J.S., Flanagan J., Nguyen P., Leray V.: *Effects of High-Fat Diet at Two Energetic Levels on Fecal Microbiota, Colonic Barrier, and Metabolic Parameters in Dogs*. „Frontiers in Veterinary Science", 2020, 7.
13. Mori A., Goto A., Kibe R., Oda H., Kataoka Y., Sako T.: *Comparison of the effects of four commercially available prescription diet regimens on 4 the fecal microbiome in healthy dogs*. „J Vet Med Sci", 2019, 81, 1783-1790.
14. Pilla R., Suchodolski J.S.: *The Gut Microbiome of Dogs and Cats, and the Influence of Diet*. „Vet Clin North Am Small Anim Pract", 2021, 51 (3), 605-621.
15. Schmidt M., Unterer S., Suchodolski J.S., Honneffer J.B., Guard B.C., Lidbury J.A., Steiner J.M., Fritz J., Kölle P.: *The fecal microbiome and metabolome differs between dogs fed Bones and Raw Food (BARF) diets and dogs fed commercial diets*. „PLoS One", 2018, 13 (8).
16. Selenius O., Korpela J., Salminen S., Gallego C.G.: *Effect of chitin and chitooligosaccharide on in vitro growth of Lactobacillus rhamnosus GG and Escherichia coli TG*. „Appl Food Biotechnol", 2018, 5 (3), 163-172.
17. Stojanov S., Berlec A., Štrukelj B.: *The Influence of Probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in the Treatment of Obesity and Inflammatory Bowel disease*. „Microorganisms", 2020, 8 (11), 1715.
18. Wernimont S.M., Radosevich J., Jackson M.I., Ephraim E., Badri D.V., MacLeay J.M., Jewell D.E., Suchodolski J.S.: *The Effects of Nutrition on the Gastrointestinal Microbiome of Cats and Dogs: Impact on Health and Disease*. „Front Microbiol", 2020, 11, 1266.
19. Deng C., Pan J., Zhu H., Chen Z.Y.: *Effect of Gut Microbiota on Blood Cholesterol: A Review on Mechanisms*. „Foods", 2023, 12, 4308.

dr inż. Anna Budny-Walczak
Katedra Higieny Środowiska
i Dobrostanu Zwierząt
Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt
Uniwersytet Przyrodniczy
we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 38c
51-630 Wrocław