

imię i nazwisko: **Anna Banach**
doktorantka Politechniki Śląskiej,
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Katedra Biotechnologii Środowiskowej

SUPERORGANIZM

Wyobraźmy sobie, że na Ziemię przylatuje przybysz z odległej planety - kosmita naukowiec. Rozpoczyna badania analizując liczebność istot ziemskich, odkrywając kolejno niesamowitą faunę i florę. Zaraz po przybyciu napotyka na ciekawą formę życia – człowieka. Naukowiec po wykonaniu szeregu analiz dochodzi do wniosku, że napotkana forma życia z biologicznego punktu widzenia składa się głównie z mikroorganizmów. Spotkany człowiek składa się z bilionów bakterii, grzybów, wirusów, kilku pasożytów i jednego *Homo sapiens*...

Zazwyczaj nie myślimy o swoim ciele w ten sposób, ale na co dzień mamy więcej towarzyszy niż mogłoby nam się wydawać. Nasze ciało to w rzeczywistości ogromna metropolia złożona z mieszkańców wielu gatunków.

Ogół tych mieszkańców nazywany jest MIKROBIOMEM. Powszechnie uważa się, że na każdą komórkę naszego ciała przypada aż 10 komórek bakteryjnych. Nasze jelita są miejscem zamieszkania około 100 bilionów bakterii ponad 4000 różnych gatunków. Nasza skóra roi się od drobnoustrojów, a na wierzchu naszej dłoni może ich być więcej niż mieszkańców całej Polski. Choć niedawne doniesienia zespołu naukowców z Izraela i Kanady sugerują, że proporcja między komórkami naszego ciała a komórkami bakteryjnymi jest kilkukrotnie mniejsza, nadal liczbowo „jesteśmy bardziej bakteriami niż sobą”. Grupa wspomnianych badaczy w swojej pracy podała 3,9 biliona jako liczbę bakterii przypadającą na dorosłego referencyjnego mężczyznę o wadze 70 kg, którego całkowita liczba komórek ciała wynosi 3 biliony [1].

Skoro ciało każdego z nas zamieszkiwane jest przez więcej bakterii niż mamy własnych komórek, to czy powinniśmy się obawiać?

Absolutnie nie!

2 kilogramy mieszkańców

Przez ostatnie dwie dekady liczne zespoły naukowe zapoczątkowały lawinę badań, które ujawniły wpływ mikrobiomu na fizjologię i metabolizm naszego (i nie tylko naszego)



organizmu. Posiadanie mikrobiomu to ważna cecha zarówno zwierząt, jak i roślin. Mikrobiom jest niezwykle istotny w prawidłowym funkcjonowaniu i rozwoju żywych organizmów. Badacze roślin zgodnie twierdzą, że kluczem do zdrowia rośliny jest zdrowy mikrobiom [2]. Dokładnie taka sama zasada odnosi się do organizmu człowieka. Niektórzy naukowcy nazywają mikrobiom kolejnym organem. Szacuje się, że masa naszego mikrobiomu to około 1-2% masy naszego ciała [3]. Warto jednak wspomnieć, że mikrobiom nie jest równomiernie rozłożony w naszym ciele. Najwięcej bakterii znajduje się w naszym układzie pokarmowym. Gdyby zebrać je wszystkie i zważyć to ich masa mogłaby sięgać 2 kg (!). Dla porównania serce waży średnio 340 g, a mózg około 1275 g. Wiemy od dawna, że za co odpowiedzialne są mózg, czy serce, ale co dokładnie dobrego przynosi nam posiadanie mikrobiomu? Korzyści jest wiele. Bakterie pełnią w naszym organizmie różne funkcje, w zależności od gatunku i miejsca zamieszkania: od ochronnych, przez obronne, po zdolność do rozkładu i produkcji całej gamy związków.

Czy od bakterii można zwariować?

Naukowcy z Amerykańskiego Narodowego Instytutu Zdrowia Psychicznego badali powiązania między mikrobiomem a mózgiem. Co ciekawe, niedawno przedstawiono naukowy dowód na to, że nasza mikroflora jelitowa ma związek z naszym zdrowiem psychicznym. Mikro skład naszych jelit może być powiązany z depresją a nawet autyzmem. Jak to możliwe, że bakterie w naszych jelitach mogą mieć wpływ na pracę naszego mózgu?

Kilka gatunków bakterii jelitowych jest zdolnych do produkcji cząsteczki kwasu gamma-aminomasłowego, który jest dla nas bardzo istotnym neuroprzekaźnikiem.

Bakterie jelitowe stanowią odrębną grupę środowiskową w naszym mikrobiomie. To właśnie ta grupa ewoluuje wraz ze swoim gospodarzem, a ściślej, jej skład zmienia się z naszym wiekiem [4]. Przewód pokarmowy noworodków jest jałowy i zostaje skolonizowany zaraz po narodzinach. Tutaj nie małą rolę (pozytywną rolę) odgrywa mikroflora dróg rodnych matki. Zespół pod przewodnictwem Johna Cryana z Uniwersytetu College Cork przeprowadził badania na myszach dotyczące związku między sposobem narodzin, mikrobiomem a zdrowiem psychicznym. Naukowcy dowiedli, że myszy, które zostały urodzone siłami natury były spokojniejsze i nie przejawiały objawów depresji, w przeciwieństwie do badanej grupy urodzonej poprzez cesarskie cięcie. Pierwsza grupa myszy w czasie przechodzenia przez drogi rodne miała szansę na „przejęcie” mikrobiomu od matki. Ich mikrobiom miał odmienny skład niż myszy urodzonych przez cesarskie cięcie, co mogło wywołać pewne zmiany w ich zdrowiu psychicznym [5]. Czy można powiedzieć, że zdrowy mikrobiom pozwala nie zwariować?

W pierwszym roku życia człowieka mikrobiom jest jeszcze małoliczny i ulega ciągłym zmianom. Podczas dorastania wzrasta razem z nami, a jego skład staje się bardziej stabilny. Na skład naszego mikrobiomu ma wpływ wiele czynników takich jak uwarunkowania genetyczne, środowisko czy dieta. Nasze dobre mikroby uwielbiają węglowodany, ale tylko te nietrawione przez ludzki przewód pokarmowy. Gdy zjemy np. fasolę, ziemniaki, czy pełnoziarniste pieczywo nasze mikroby tylko czekają w jelitach aby móc się posilić. Nie potrafimy sami trawić niektórych związków np. błonnika pokarmowego lub niektórych aminokwasów. Bakterie robią to za nas, odwalając przy tym kawał dobrej roboty. Bardzo ważne jest dbanie o naszych długoterminowych gości. Właśnie dlatego po kuracji antybiotykowej powinniśmy zażywać

probiotyki. Antybiotyki oprócz uśmiercania tych bakterii, które powinny, działają również na rdzennych mieszkańców naszych jelit. W probiotykach znajdują się bakterie, które zasila naszą florę jelitową przetrzebioną przez antybiotyki.

Dozgonna współpraca

Kiedyś sądziliśmy, że żyjące w nas mikroby nie mają znaczenia, ale nauka ujawniła, że nasze losy są splecione z losem naszych mikroskopijnych gości. Czy wobec nieocenionego wpływu mikroflory na nasze życie można ustalić dokładny skład ludzkiego mikrobiomu? Podstawowe techniki mikrobiologiczne opierają się na hodowaniu drobnoustrojów *in vitro* - na szalkach Petriego. Z mikrobiomem jest jednak pewien problem. Większość żyjących w nas mikrobów przystosowana jest do beztlenowej egzystencji w naszych wnętrzościach. Nie przeżywają one kontaktu z tlenem i warunkami laboratoryjnymi. Z pomocą jednak przychodzą narzędzia biologii molekularnej. W dzisiejszych czasach jesteśmy w stanie szybko i tanio zsekwencjonować ogromne ilości DNA i na podstawie sekwencjonowania rozpoznać poszczególne geny. Kod genetyczny wszystkich istot na ziemi składa się z czterech nukleotydów oznaczanych literami A, T, C oraz G. Ich kolejność ułożenia w łańcuchu DNA jest różna w przypadku różnych genów. Sekwencjonowanie pozwala na odczytanie sekwencji nukleotydowej w cząsteczce DNA, dzięki temu dokładnie możemy rozpoznać konkretny gen. Obecnie za pomocą sekwencjonowania możliwa jest identyfikacja nawet martwych mikrobów, które opuściły nasz organizm. W 2003 roku zakończył się program poznania ludzkiego genomu (Human Genome Project), w którym wykorzystywano właśnie sekwencjonowanie DNA. Ujawnił on, że ludzki genom składa się z 21 tysięcy genów. Była to liczba zaskakująca, a dokładniej zaskakująco niska. Genom myszy, wydawałoby się, że mniej skomplikowanego organizmu liczy 23 tysiące genów. W przypadku pszenicy, która nie ma zdolności kreatywnego myślenia, działania, a nawet poruszania się, liczba genów to 26 tysięcy (o 4 tysiące więcej od nas!)[6]. Biorąc jednak pod uwagę to, że nie jesteśmy sami w naszym ciele, 21 tysięcy to niekompletna liczba genów sterujących naszym organizmem. Od zarania dziejów gościmy pokłady mikrobów wykonujących za nas różnorodne procesy i chroniących nas przed różnymi czynnikami. Odczytując geny naszego mikrobiomu możemy dokładnie określić jakie gatunki bakterii posiadamy i jak bardzo zróżnicowana jest nasza mikroflora. Ogół mikroorganizmów zamieszkujących nasz organizm zawiera około 4,4 miliona genów (to ponad 200 razy więcej genów niż w ludzkim genomie!) [7]. Wszystkie geny mikrobiomu współpracują w sterowaniu naszym organizmem wraz z ludzkimi genami. Wspomniany na początku kosmita mógłby odebrać nas jako jeden SUPERORGANIZM, który tworzymy wraz z mikrobiomem. Ludzie nie mogą żyć bez drobnoustrojów, a drobnoustrojom źle wiodłoby się bez ludzi.



LITERATURA

[1] Sender, Ron, Shai Fuchs, and Ron Milo. "Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body." *PLoS biology* 14.8 (2016): e1002533.

- [2] Bulgarelli, Davide, et al. "Structure and function of the bacterial root microbiota in wild and domesticated barley." *Cell host & microbe* 17.3 (2015): 392-403.
- [3] Wołkowicz, Tomasz, Aleksandra Januszkiewicz, and Jolanta Szych. "Mikrobiom przewodu pokarmowego i jego dysbiozy jako istotny czynnik wpływający na kondycję zdrowotną organizmu człowieka." *Med Dośw Mikrobiol* 66 (2014): 223-35.
- [4] Binek, Marian. "Mikrobiom człowieka—zdrowie i choroba." *Post. Mikrobiol* 51 (2012): 27-36.
- [5] Cryan, John F., and S. M. O'mahony. "The microbiome-gut-brain axis: from bowel to behavior." *Neurogastroenterology & Motility* 23.3 (2011): 187-192.
- [6] Guénet, Jean Louis. "The mouse genome." *Genome Research* 15.12 (2005): 1729-1740.
- [7] Allana Collen "10% Human. How your body's microbes hold the key to health and happiness" (2015): 10-22.