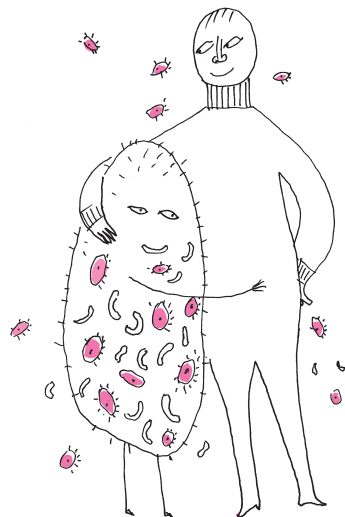


## Zajrzeć głębiej

Moje zainteresowanie badaniami mikrobiomu ( $\Delta_{12}^6$ ,  $\Delta_{16}^{12}$ ) nie maleje. W dodatku, gdy się już zwróci uwagę na jakiś temat, to zauważa się coraz więcej nowych danych z tej dziedziny.

Przypomnę: mikrobiom to zespół mikroorganizmów współistniejących z danym organizmem, np. z człowiekiem. Drastycznie oceniając: w „sterylnym” świecie pozbawionym mikroorganizmów życie wielu gatunków nie byłoby możliwe, życie ludzkie – bardzo ograniczone. Nic w tym dziwnego – powstające w toku ewolucji organizmy wielokomórkowe, tkankowe, zastały świat od 2,5 miliarda lat zasiedlony przez organizmy jednokomórkowe. One były u siebie, te nowe dopiero zdobywały własne nisze. Trzeba było nauczyć się żyć razem, często w symbiozie. Mikrobiomy napotykamy wszędzie, gdzie ich szukamy: mijające lato przypominało nam, na przykład, kleszcze z bogatym mikrobiomem, w którym jednak strasząca nas *Borrelia* nie czuje się komfortowo i chętnie przemieszcza się do ssaków.

Mikrobiotyczny ekosystem, który trwa i żyje w nas, jest niezwykle skomplikowany i bogaty w szczegóły. W ludzkim przewodzie pokarmowym wytworzyły się zasady współżycia z mikroorganizmami zarówno w sensie czasowym, jak i przestrzennym. Zaczynamy to współżycie, rodząc się (w stanie sterylnym), a potem stopniowo, w kontakcie z otoczeniem, tworzy się nasz mikrobiom, który reaguje na wszelkie perturbacje – stan zdrowotny, wiek, płeć. Właściwie każdy z nas stykał się z zakłóceniami trawiennymi, które są nierozdzielnie związane z mikrobiomem. Zatem niezwykle użyteczne byłyby badania nieinwazyjne pod tym kątem przewodu pokarmowego. Co więcej, istnieją już propozycje leczenia konkretnych chorób przez wprowadzenie do przewodu pokarmowego określonego gatunku bakterii – cóż z tego, skoro nie możemy śledzić tam ich obecności, ponieważ wszelkie dotychczas stosowane techniki obrazowania sięgają zaledwie na pojedyncze centymetry w głąb ciała.



Przydała się wyobraźnia. Naukowcy wykorzystali znany uprzednio gen („gen donosiciel”), który powoduje powstawanie wewnątrzkomórkowych lipidowych pęcherzyków wypełnionych gazem. W naturze, tworząc pęcherzyki, bakteria może regulować swoją gęstość, a zatem głębokość zanurzenia w cieczy. Następnie gen ten, metodami inżynierii genetycznej, wprowadzili do nieszkodliwych bakterii jelitowych (*E. coli* i *Salmonella enterica Typhimurium*) i przystąpili do doświadczeń z myszami (jak byśmy sobie dali radę, gdyby na świecie i w laboratoriach nie istniały standardowe szczepy myszy?)

Modyfikowane bakterie wykrywano następnie w mysich jelitach dzięki pomiarom ultradźwięków (sonda przyłożona do skóry) rozpraszanych przez pęcherzyki. Wystarczyło także ustalić natężenie ultradźwięków, które rozbijają pęcherzyki, aby „zobaczyć” lokalizację danych bakterii w jelicie. Zainteresowanie metodą i jej możliwościami zwiększa się, gdy przypomnimy

sobie, że wymieniony szczep *Salmonelli* jest zdolny do wybiórczego infekowania nowotworów jelit, co może umożliwiać, też wybiórcze, wprowadzanie do takich guzów potencjalnych leków. Obie bakterie, nawet w niewysokim stężeniu, zlokalizowano ultradźwiękami w jelitach myszy, w dodatku jednocześnie udało się różnicować dwa rodzaje bakterii za pomocą wielkości natężenia ultradźwięków rozbijających pęcherzyki.

Wystarczy użyć wyobraźni, aby móc przewidywać potencjalne stosowanie tej techniki obrazowania w przyszłej diagnostyce i terapii zarówno flory bakteryjnej, np. jelit, jak i głęboko w ciele położonych nowotworów. Ćwicząc nadal naszą wyobraźnię, możemy zaproponować np. badanie innych niż ciało zwierzęce zespołów bakterii – choćby w słabo poznanych głębokich warstwach gleby w warunkach naturalnych i różnie modyfikowanych.

Magdalena FIKUS

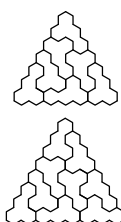


**Rozwiązanie zadania M 1575**. Odpowiedź:  
 $n = 8k - 1$  lub  $n = 8k$  dla  $k \geq 1$ .

Zauważmy, że jeżeli  $n$ -trójkąt można ułożyć z płytek, to jest on złożony z podzielnej przez 4 liczby sześciokątów foremnych o boku 1, co oznacza, że liczba

$$\frac{1+2+\dots+n}{4} = \frac{n(n+1)}{8}$$

jest całkowita, czyli  $n$  daje resztę 0 lub 7 przy dzieleniu przez 8.



Z drugiej strony 7-trójkąt oraz 8-trójkąt można ułożyć z płytek (rysunek z lewej). Ponadto dla każdego  $k \geq 1$  z  $\frac{1}{2}k(k+1)$  8-trójkątów oraz  $\frac{1}{2}k(k-1)$  7-trójkątów można ułożyć  $(8k)$ -trójkąt, a z  $\frac{1}{2}k(k+1)$  7-trójkątów oraz  $\frac{1}{2}k(k-1)$  8-trójkątów można ułożyć  $(8k-1)$ -trójkąt (rysunek z prawej;  $k = 4$ ).

