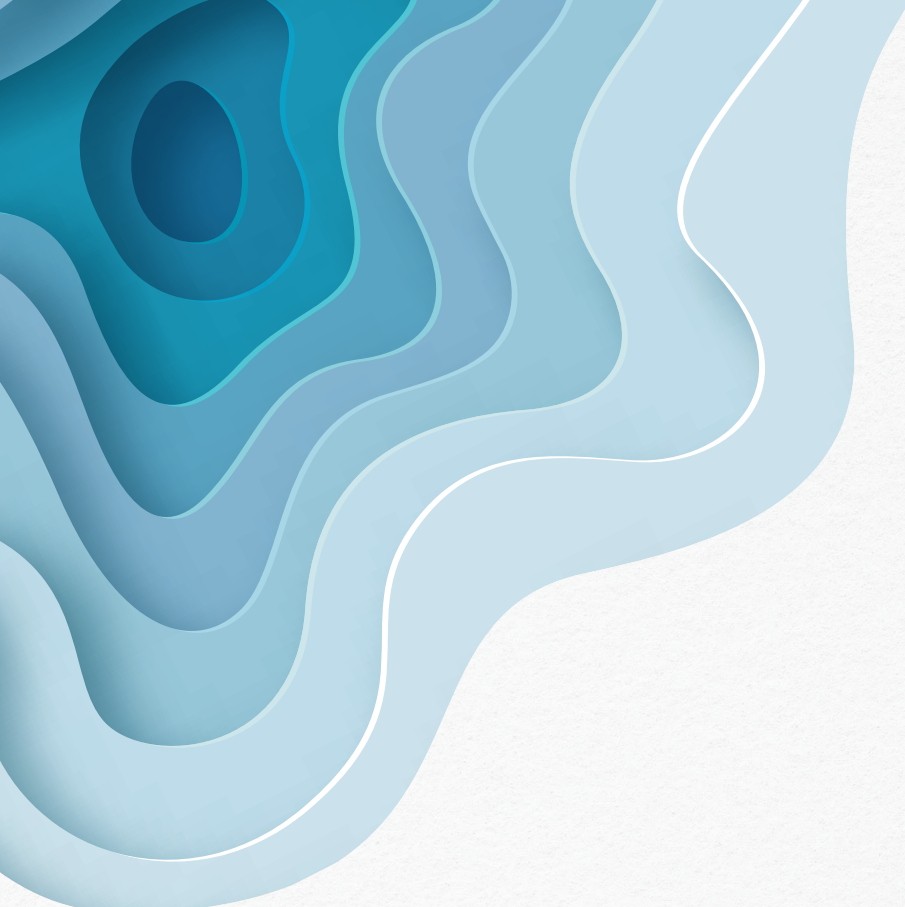




**APTEO<sup>®</sup>**



## pro • biotyki

*pro bios* (gr.) — dla życia

Nazywane także małymi wielkimi przyjaciółmi człowieka, bo zdrowe jelita to zdrowy organizm.

**synoptis<sup>®</sup>**  
pharma [Polski doświadczony producent farmaceutyczny]

[www.apteo.pl](http://www.apteo.pl)

## SPIS TREŚCI:

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Jak funkcjonują jelita człowieka?                         | 3  |
| Czym są probiotyki?                                       | 4  |
| Jak uzyskujemy szczepy probiotyczne? Gdzie występują?     |    |
| Rola mikroflory jelitowej                                 | 5  |
| Dlaczego dziś większość osób cierpi na dysbiozę lub sibo? | 7  |
| Oś mózgowo-jelitowa                                       |    |
| Dlaczego flora bakteryjna powinna być w równowadze?       | 8  |
| Rola probiotyków w dysbiozie jelitowej                    | 9  |
| Kiedy sięgnąć po probiotyk?                               |    |
| Jak wybrać dobry probiotyk będący suplementem diety?      | 11 |
| Kryteria dobrego probiotyku                               | 12 |
| Probiotyki i efektywna suplementacja                      | 15 |
| Mikrokapsułkowanie                                        | 16 |
| AFU czy CFU – czyli ile probiotyku jest w probiotyku?     | 17 |

## Wysłuchaj, zrozum i wspieraj – traktuj jelita jak najlepszego przyjaciela!

Jelita są jednym z najbardziej fascynujących organów naszego organizmu. Na długości nawet do około ośmiu metrów<sup>1</sup> odbywają się procesy, które decydują o naszym komforcie podczas trawienia i wydalania, a także mogą wpływać na naszą odporność oraz kondycję psychiczną<sup>2</sup>.

Im więcej wiemy o jelitach, tym wyraźniej widzimy, jak ogromny wpływ ma ich kondycja na ogólny stan organizmu.

Nie dziwi więc rosnąca popularność produktów z probiotykami – na rynku jest ich coraz więcej, z różnymi rodzajami szczepów, z różną liczbą kultur bakterii.

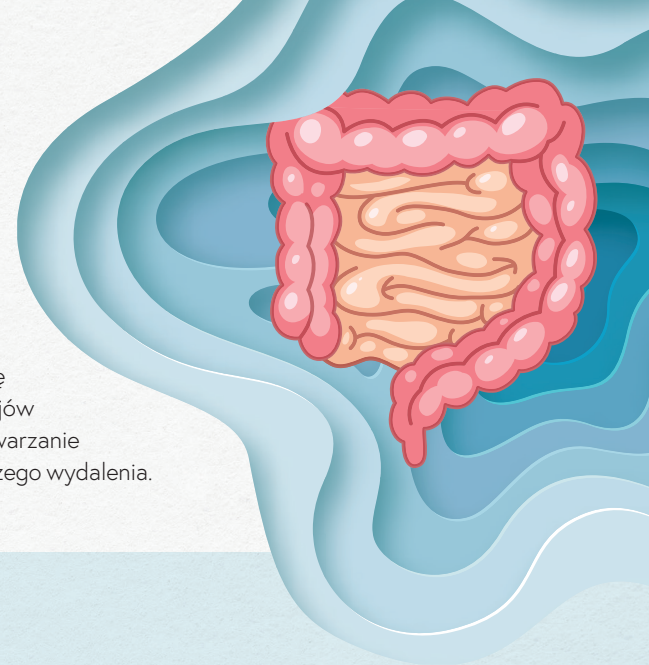
Czym się różnią? Jak dobrać właściwy szczep? Czy więcej znaczy lepiej? Aby pomóc Państwu znaleźć odpowiedzi na te i inne pytania związane z probiotykami, stworzyliśmy ten materiał. Mamy nadzieję, że wzbogaci i usystematyzuje Państwa wiedzę, abyście mogli jeszcze lepiej i bardziej świadomie wspierać swoje zdrowie.

**APTEO**



### Jak funkcjonują jelita człowieka?

Jelita u ludzi dzieli się na dwie główne części: jelito cienkie i jelito grube. Jelito cienkie odpowiada głównie za trawienie oraz wchłanianie składników pokarmowych. Składa się z trzech części: dwunastnicy (łącznik między żołądkiem i jelitem cienkim), jelita czczego i jelita krętego<sup>3</sup>. Elementem oddzielającym jelito cienkie od grubego jest zastawka krętniczo-kątnicza, która zapobiega cofaniu się płynnej treści pokarmowej z jelita grubego i przedostawaniu się drobnoustrojów do jelita cienkiego. Jelito grube odpowiada za wchłanianie wody i elektrolitów, wytwarzanie i wchłanianie witamin oraz tworzenie i odprowadzanie kału do odbytnicy w celu dalszego wydalania.



### Podstawowe funkcje narządów układu trawiennego:



#### Żołądek

- rozdrabnianie pokarmu,
- niskie, kwaśne pH (ok. 2),
- wydzielanie soku trawiennego (enzymy trawienne),
- trawienie białek i wstępne trawienie tłuszczów.



#### Jelito cienkie

- dwunastnica: żółć + sok trzustkowy,
- wysokie, zasadowe pH,
- zasadnicza część trawienia,
- wchłanianie i transport substancji odżywczych do innych komórek organizmu.



#### Jelito grube

- wchłanianie wody, elektrolitów i soli mineralnych,
- przygotowanie resztek pokarmowych do wydalania,
- produkcja witamin, udział w regulacji procesów metabolicznych.



Za wchłanianie i wytwarzanie witamin odpowiedzialna jest jelitowa mikroflora bakteryjna. Należące do niej bakterie chronią nasze jelita, co wpływa korzystnie na proces trawienia, budowanie odporności, a w konsekwencji pozwala nam zachować dobrą kondycję organizmu.

Produkty metabolizmu tych drobnoustrojów mogą mieć zarówno korzystny, jak i niekorzystny wpływ na nasze zdrowie w zależności od tego, jakie mikroorganizmy znajdują się w jelicie. Do czynników mogących niszczyć naszą naturalną florę jelitową należą m.in. stres, niezdrowa dieta (bogata w przetworzone produkty), niezdrowy styl życia czy zbyt częste przyjmowanie antybiotyków<sup>8</sup>.



## Czym są probiotyki?

Probiotyki to wg definicji Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) żywe drobnoustroje, które podane w odpowiedniej ilości wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza<sup>6</sup>. Używając terminu probiotyk, mamy na myśli nie tylko bakterie, ale także grzyby (pleśnie), które mogą korzystnie wpływać na nasze zdrowie. Szczepy probiotyczne to głównie bakterie kwasu mlekowego *Lactobacillus* spp., *Bacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. czy *Streptococcus* spp. oraz szczepy drożdży (*Saccharomyces*) lub pleśni *Aspergillus* spp.<sup>8</sup>

## Kryteria szczepów probiotycznych<sup>5</sup>

### BEZPIECZEŃSTWO

- szczep pochodzi i został wyizolowany od zdrowego człowieka,
- ma historię bezpiecznego stosowania,
- nie wykazuje działań ubocznych.

### FUNKCJONALNOŚĆ

- odporność na działanie soku żołądkowego, żółci i enzymów trawiennych,
- konkurencyjność w odniesieniu do innych szczepów,
- zdolność do zwalczania drobnoustrojów chorobotwórczych,
- odporność na działanie kwasów i bakteriocyn wytwarzanych przez mikroflorę jelitową,
- zdolność do przeżycia, prawidłowego funkcjonowania i kolonizacji określonego miejsca.

### PRZYDATNOŚĆ TECHNOLOGICZNA

- stabilność i łatwość produkcji,
- wysoka przeżywalność i zachowanie pożądanych cech podczas przechowywania.



## Jak uzyskujemy szczepy probiotyczne? Gdzie występują?

Szczepy probiotyczne jelitowe (najczęściej stosowane doustnie) są izolowane z przewodu pokarmowego zdrowych noworodków. Natomiast szczepy probiotyczne stosowane dopochwowo powinny być izolowane z narządów układu moczowo-płciowego zdrowych młodych kobiet<sup>9</sup>. Naturalnie probiotyki występują głównie w fermentowanych produktach mlecznych, kiszonej owocach i warzywach, zakwasach, piwie i winie. Warto jednak pamiętać, że niskie pH (pH kwaśne) niekorzystnie wpływa na przeżywalność bakterii probiotycznych, dlatego samo spożywanie probiotyków nie wystarczy i należy wzbogacić dietę o prebiotyki, które wspomagają wzrost szczepów probiotycznych, co ułatwia im późniejszą kolonizację. Do żywności bogatej w prebiotyki możemy zaliczyć: cykorię, topinambur, czosnek, cebulę, por, szparagi, otręby i produkty pełnoziarniste oraz banany<sup>10, 11</sup>.



## Rola mikroflory jelitowej

Drobnoustroje bytujące w jelitach, poprzez swoją aktywność metaboliczną, mają wpływ nie tylko na funkcjonowanie przewodu pokarmowego, ale na cały organizm. Z perspektywy gospodarza wpływ ten może być zarówno korzystny, jak i niekorzystny – zależy to od rodzaju szczepów. Mikroflora jelitowa zaczyna się kształtować zaraz po narodzinach (przewód pokarmowy płodu jest jałowy). Na jej skład ma wpływ rodzaj porodu, ponieważ kolonizacja przewodu pokarmowego odbywa się natychmiast po nim.

U dzieci urodzonych naturalnie mikroflora jelitowa jest zbliżona do mikroflory pochwy (duży udział *Lactobacillus* spp.), podczas gdy u dzieci urodzonych przez cesarskie cięcie dominują gatunki bytujące na skórze (*Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp.)<sup>2</sup>.





Ze względu na mechanizmy działania probiotyków ich wpływ na organizm ludzki możemy podzielić na kilka kategorii<sup>1</sup>.

## mikroflora jelitowa

zdolność do  
wytwarzania  
witamin

wpływ na układ  
odpornościowy,  
pobudzanie  
i regulacja

wpływ na  
metabolizm

metabolizm  
kwasów  
tłuszczowych



## Dlaczego dziś większość osób cierpi na dysbiozę lub SIBO?

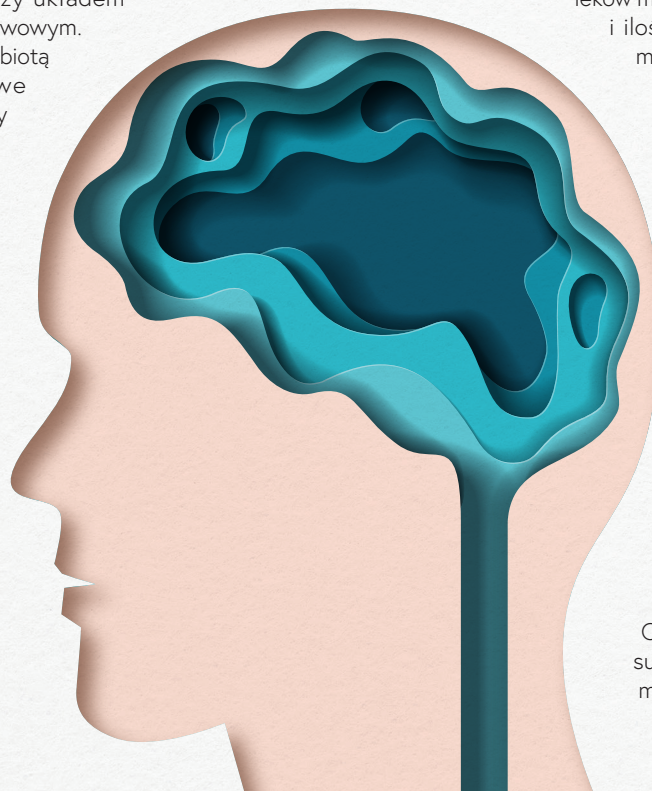
Przewód pokarmowy naturalnie zasiedlają określone bakterie jelitowe. Przebyta antybiotykoterapia (w szczególności często powtarzana, długotrwała terapia antybiotykami), stosowanie przeciwbólowych i przeciwgorączkowych leków z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ), leków hamujących wydzielanie kwasów żołądkowych (inhibitorów pompy protonowej, IPP), dieta bogata w wysokoprzetworzoną żywność, a także stres mogą modyfikować skład bakterii jelitowych<sup>12, 13, 14</sup>. Zaburzenia ilościowe i jakościowe naturalnie występującej w jelitach mikrobioty określane są jako dysbioza jelitowa. Szczególnym przypadkiem jest przerost bakteryjny SIBO (ang. small intestinal bacterial overgrowth), czyli nadmierne namnożenie komórek bakteryjnych w obrębie jelita cienkiego. SIBO charakteryzuje się niespecyficznymi objawami, które są mylone np. z tymi obserwowanymi w zespole jelita drażliwego, takimi jak: wzdęcia, biegunki, bóle brzucha, biegunki tłuszczowe<sup>13, 14, 15</sup>.





## Oś mózgowo – jelitowa

Intensywne badania prowadzone w ubiegłych latach wykazały, że istnieje zależność między układem pokarmowym a centralnym układem nerwowym. Nasz mózg pozostaje w kontakcie z mikrobiotą jelitową. Mikroorganizmy jelitowe wpływają na produkcję np. serotoniny (odpowiedzialnej m.in. za kontrolę nastroju i samopoczucie), histaminy (stanowi mediator procesu zapalnego), kwasu gamma-aminomasłowego (regulator neuroprzekątnictwa). Mózg odbiera sygnały o stanie środowiska przewodu pokarmowego, dzięki czemu może regulować ruchy perystaltyczne jelit (przesuwanie trawionej treści), ukrwienie, wydzielanie żółci. Ten dwukierunkowy szlak sygnalizacji określany jest mianem osi mózgowo-jelitowej. Zmiany ilościowe i jakościowe składu bakterii kolonizujących jelita mogą więc wpływać na ogólne samopoczucie. Układ nerwowy z kolei może doprowadzić do zmiany mikrobioty, np. pod wpływem ekspozycji na stres lub stanów zapalnych<sup>12, 16, 17</sup>.



## Dlaczego flora bakteryjna powinna być w równowadze?

Stres, nieodpowiednia dieta i nadużywanie leków mogą prowadzić do zaburzeń składu i ilości mikrobioty jelitowej. Efektem może być rozwój szeregu objawów ze strony przewodu pokarmowego. Ich wystąpienie nie wiąże się z groźnymi powikłaniami, ale może wpływać na obniżenie komfortu życia.

Do głównych objawów należą bóle brzucha oraz zmiany w częstotliwości oddawania stolców i ich konsystencji. W związku z tak ścisłym powiązaniem mikrobioty z funkcjonowaniem układu nerwowego trwają badania nad korelacją zmian flory bakteryjnej jelit z występowaniem alergii, szczególnie tych pokarmowych. Coraz więcej doniesień naukowych sugeruje możliwy wpływ zaburzeń<sup>2</sup> mikrobioty jelitowej na nastrój<sup>16, 17</sup>.



## Rola probiotyków w dysbiozie jelitowej

Polskie Towarzystwo Gastroenterologii zaleca, by przy wyborze probiotyku wspierającego łagodzenie objawów zespołu jelita wrażliwego kierować się właściwościami poszczególnych szczepów. Liczne zagraniczne badania wskazują, że probiotyki mogą mieć dobroczynne działanie, ponieważ m.in.: wzmacniają ochronną funkcję jelit, zmniejszają odczuwanie bólu jelit, łagodzą wzdęcia. Probiotyki konkurują w przyleganiu do błony bariery jelitowej z potencjalnie patogennymi bakteriami, co pomaga utrzymać odpowiedni skład jakościowy mikrobioty<sup>18, 13-15</sup>.





## Jakie szczepy wykorzystuje się jako probiotyki?

Do najczęściej występujących drobnoustrojów, które znalazły zastosowanie jako probiotyki, należą szczepy z rodzaju *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* oraz czyste kultury drożdży *Saccharomyces boulardii*. Poniżej przedstawiono wybrane szczepy<sup>19</sup>.

### LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS (NP. LC1, NCFO)

- zapobieganie biegunkom po leczeniu antybiotykami, wpływ na równowagę mikroflory jelitowej

### LACTOBACILLUS RHAMNOSUS GG

- prewencja biegunek po zakażeniach rotawirusami, łagodzenie objawów biegunek spowodowanych przez *Clostridium difficile*, zapobieganie zapaleniom pochwy

### LACTOBACILLUS REUTERI

- kolonizacja przewodu pokarmowego

### LACTOBACILLUS CASEI (NP. DN)

- wspomaganie układu odpornościowego, zapobieganie infekcjom jelitowym, zmniejszenie częstości występowania ostrych biegunek u dzieci

### BIFIDOBACTERIUM SPP.

- zapobieganie biegunce rotawirusowej

### SACCHAROMYCES BOULARDII

- zapobieganie biegunkom podróżnych, łagodzenie objawów i prewencja biegunek spowodowanych przez *Clostridium difficile*



## Kiedy sięgnąć po probiotyk?

Probiotyki zabezpieczają organizm przed wystąpieniem biegunek polekowych. Włączenie odpowiedniego probiotyku w trakcie antybiotykoterapii może uchronić przed pojawieniem się działania niepożądanego w postaci częstszych, luźniejszych stolców (występują np. u ok. 5-40 proc. osób stosujących antybiotyki)<sup>20</sup>.

Badania wskazują również na możliwość zapobiegania biegunce podróżnych, która trapi turystów odwiedzających tropiki oraz kraje, gdzie panują złe warunki sanitarne. Wybrane szczepy wspomagają zwalczanie bakterii w przebiegu zakażenia *Helicobacter pylori*. Kombinacje probiotyków mogą łagodzić objawy zespołu jelita drażliwego<sup>17</sup>.



## Jak wybrać dobry probiotyk będący suplementem diety?

Na rynku aptecznym pojawia się coraz więcej probiotyków. Różnią się nie tylko składem, ale także statusem rejestracji preparatu. Wyróżniamy produkty lecznicze, suplementy diety i żywność funkcjonalną. Suplementy diety mają zadanie uzupełnienia naszego codziennego sposobu żywienia, są skoncentrowanym źródłem substancji o charakterze odżywczym lub fizjologicznym. W wielu przypadkach mimo braku wymogów prawnych prowadzi się szczegółowe badania produktów zarejestrowanych jako suplementy diety.

Warto również zaznaczyć, że producent, wprowadzając suplement diety na rynek, musi spełnić szereg wymagań. Etykieta suplementu powinna zawierać m.in. informację o statusie notyfikacji produktu, nazwy kategorii składników funkcjonalnych lub wskazanie ich właściwości, zalecaną porcję do spożycia w ciągu dnia. Dla składników innych niż witaminy i składniki mineralne ocenę ryzyka prowadzi EFSA – Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności. W Unii Europejskiej obowiązuje lista mikroorganizmów, które ze względu na pozytywną ocenę bezpieczeństwa stosowania są dopuszczone do stosowania.

Jak odróżnić preparaty wartościowe od produktów, które mają niewiele wspólnego z pozytywnym wpływem na mikrobiom<sup>20</sup>?





## Kryteria dobrego probiotyku

Właściwości preparatu probiotycznego zależą przede wszystkim od zawartego w nim szczepu bakterii. Prawidłowo opisana nazwa składa się z trzech elementów w kolejności: nazwa rodzajowa (np. *Lactobacillus*), nazwa gatunkowa (np. *rhamnosus*) oraz oznaczenie literowo-cyfrowe szczepu (np. LR06). Brak któregośkolwiek członu uniemożliwia prawidłową identyfikację, a jest to kluczowe w ocenie preparatu – nawet blisko spokrewnione szczepy mogą znacząco różnić się pod względem wpływu na organizm<sup>20</sup>.

### Dobry probiotyk

- trójczłonowa nazwa: (rodzajowa, gatunkowa literowo-cyfrowa),
- rodzaj szczepu i jego właściwości,
- zastosowanie odpowiedniej technologii produkcyjnej,
- obecność prebiotyku (synbiotyku),
- liczba szczepów określona jednostką CFU.

Kolejnym krokiem w ocenie preparatu probiotycznego jest określenie liczebności szczepu. Po podaniu doustnym część bakterii ulega trawieniu w górnych odcinkach przewodu pokarmowego. Zgodnie ze źródłami naukowymi przyjmuje się, że minimalna liczba bakterii w probiotyku musi wynieść co najmniej  $10^9$  CFU (jednostek tworzących kolonię). Według niektórych autorów, w większości sytuacji klinicznych skuteczna porcja dla drożdży *Saccharomyces boulardi* to 250-500 mg<sup>7</sup>.

W suplementie diety wysokiej jakości deklarowana przez producenta liczebność szczepu utrzymana jest na odpowiednim poziomie przez cały czas przydatności do spożycia. Wprowadzane też są modyfikacje (jak np. mikrokapsułkowanie), które chronią szczep bakterii przed strawieniem. Wiele suplementów diety zawiera także prebiotyki – składniki żywności, które pobudzają wzrost lub aktywność probiotyku (np. inulina, fruktooligosacharydy, pochodne galaktozy i glukanów). Połączenie prebiotyku i probiotyku to synbiotyki<sup>8</sup>.



## Jak dobrać szczep?

Działanie probiotyku jest ściśle uzależnione od szczepu bakterii występującego w preparacie. Znając potrzeby pacjenta, farmaceuta może pomóc w doborze probiotyku, którego składniki<sup>23</sup> będą wspomagać łagodzenie objawów lub działać prewencyjnie. Często spotykamy produkty, które są połączeniem kilku szczepów bakterii – mowa o preparatach wieloszczepowych. Ich działanie wynika z sumy działania poszczególnych mikrobiot<sup>20</sup>.

## Kryteria dobrego probiotyku

### WSPIERANIE SYSTEMU IMMUNOLOGICZNEGO<sup>8</sup>

- *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus rhamnosus*

### STABILIZACJA MIKROBIOTY<sup>8</sup>

- *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*

### ZMNIEJSZENIE RYZYKA WYSTĄPIENIA BIEGUNKI POANTYBIOTYKOWEJ<sup>7</sup>

- *Saccharomyces boulardii*, *Lactobacillus rhamnosus*

### ŁAGODZENIE OBJAWÓW OSTREJ BIEGUNKI INFEKCYJNEJ<sup>7</sup>

- *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Saccharomyces boulardii*

### PRZECIWDZIAŁANIE BIEGUNKOM PODRÓŻNYCH<sup>8</sup>

- połączenie szczepów *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*,
- *Saccharomyces boulardii*

### WSPOMAGANIE ERADYKACJI *HELICOBACTER PYLORI*<sup>8</sup>

- *Lactobacillus casei* i *Lactobacillus acidophilus*

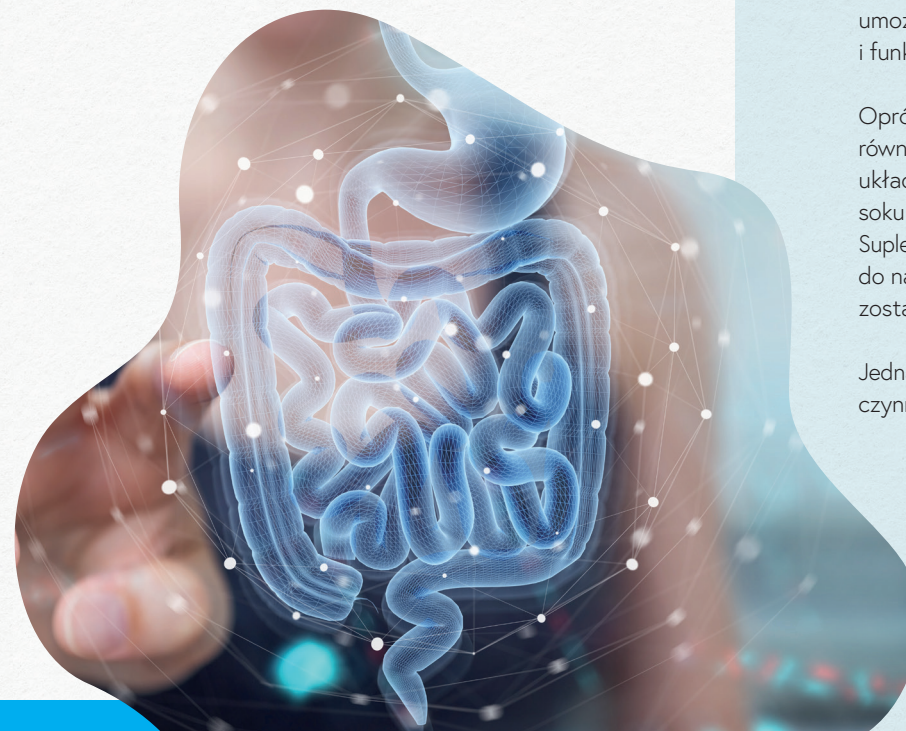


## Probiotyki i efektywna suplementacja

Probiotyki ze względu na swoje cechy (są to organizmy żywe) oraz wielkość wymagają odpowiednich warunków przechowywania i przetwarzania. Do wytwarzania i odpowiedniego zabezpieczenia szczepów probiotycznych potrzebne są technologie, które umożliwiają zachowanie właściwości, zdolności do namnażania i funkcji metabolicznych tych drobnoustrojów.

Oprócz trudności związanych z obróbką probiotyków należy również brać pod uwagę przeszkody związane z funkcjonowaniem układu pokarmowego, np. enzymy trawienne, bardzo niskie pH soku żołądkowego czy działanie soli żółciowych w jelicie cienkim. Suplementowane szczepy probiotyczne powinny zachować zdolność do namnażania i kolonizacji w jelicie grubym, w przeciwnym razie zostaną szybko wydalone i nie wywołają pożądanego efektu<sup>21</sup>.

Jedną z metod ochrony probiotyków przed niekorzystnym wpływem czynników zewnętrznych jest mikrokapsułkowanie<sup>25</sup>.







## Mikrokapsułkowanie

Mikrokapsułkowanie to metoda wykorzystywana w celu zapewnienia odpowiedniej stabilności szczepów probiotycznych. Polega na zamknięciu drobnoustroju w mikrokapsułce zapewniającej ochronę przed czynnikami zewnętrznymi, a także zachowującej optymalne parametry dla przetrwania i późniejszej prawidłowej aktywności metabolicznej<sup>9</sup>.

Metoda tworzenia mikrokapsułek z probiotykami polega na zamknięciu bakterii w kulce zbudowanej z odpowiedniego nośnika. W idealnych warunkach taka kulka jednocześnie chroni mikroorganizm przed ekstremalnymi warunkami panującymi w układzie pokarmowym człowieka i zapewnia jak najlepsze warunki dla przetrwania. Dlatego taka mikrokapsułka może składać się z dwóch warstw – jednej „odżywczej”, a drugiej „ochronnej”. Wielkość otrzymanych mikrokapsułek powinna być zoptymalizowana, ponieważ zbyt cienka warstwa ochronna lub zbyt duża porowatość polimeru może nie zapewniać odpowiedniej ochrony (przedostawanie się do wnętrza mikrokapsułki tlenu lub soków żołądkowych). Gdy mamy do czynienia ze zbyt grubą warstwą pokrywającą i nieprzepuszczalną otoczką, możemy spowodować, że szczep zostanie wydalony bez uzyskania oczekiwanego efektu. Ponadto duża wielkość cząstek niekorzystnie wpływa na konsystencję otrzymanego produktu, co ma duże znaczenie w przypadku suplementów diety w postaci płynnej (np. krople probiotyczne, ampułki, liofilizaty do rozpuszczania)<sup>24, 25</sup>.



W przypadku suplementacji probiotykami w postaci kapsułek doustnych duże znaczenie ma również zastosowana otoczka chroniąca szczepy przed działaniem soku żołądkowego o niskim pH. Mikrokapsułkowanie umożliwia bezpieczny transport drobnoustrojów przez układ pokarmowy do miejsca docelowego – jelita. Dla poprawy żywotności probiotyków ważny jest dobór odpowiedniej metody mikroenkapsulacji (odpowiedni nośnik i grubość warstwy), która zapewni najlepsze warunki dla probiotyków.

Bardzo często do gotowego produktu dodawane są prebiotyki stanowiące pożywkę dla drobnoustrojów. Najczęściej stosowane prebiotyki to inulina, laktuloza, GOS, FOS i inne oligosacharydy (węglowodanowe i niewęglowodanowe)<sup>26</sup>. Połączenie probiotyku (drobnoustrój) i prebiotyku (pożywka) jest nazywane synbiotykiem.



## AFU czy CFU – czyli ile jest probiotyku w probiotyku?

Skład jakościowy (jakie szczepy bakterii znajdują się w probiotyku) oraz ilościowy (jaka jest liczba komórek poszczególnych szczepów bakterii w produkcie) to dwie najważniejsze informacje pozwalające nam scharakteryzować jakość probiotyku, a więc także jego potencjalne działanie w naszym organizmie oraz bezpieczeństwo jego stosowania. Stąd niezwykle istotnym etapem w procesie produkcji probiotyku jest kontrola jego jakości przy pomocy metod analitycznych, które umożliwiają jakościową i ilościową charakterystykę jego składu.

Standardową, i najbardziej klasyczną, metodą analityczną służącą do opisu zawartości szczepów bakterii probiotycznych oraz oceny liczby ich komórek w produkcie jest metoda płytkowa. W technice tej wykorzystuje się zdolność bakterii do tworzenia kolonii na podłożu o odpowiednim składzie. Podłoże stanowi pożywkę umożliwiającą posiew bakterii, czyli hodowlę kolonii bakteryjnych powstających z komórek bakteryjnych obecnych w badanej próbce.



W metodzie płytkowej nie określa się zatem bezpośrednio liczby komórek bakteryjnych w analizowanym produkcie, liczy się natomiast ich populacje (czyli kolonie) wyhodowane na odpowiednich podłożach i w odpowiednich warunkach. Uzyskane w ten sposób wartości określa się mianem jednostek tworzących kolonie (jtk, ang. CFU – colony forming units) w 1 g lub 1 cm<sup>3</sup> produktu<sup>28, 29, 3</sup>. Określenie liczby komórek bakteryjnych w produkcie dokonywane jest w sposób pośredni i jest możliwe dzięki założeniu, że liczba powstających na podłożu kolonii odpowiada liczbie żywych komórek w badanej próbce (czyli że jedna komórka zapoczątkowuje jedną kolonię stając się tym samym jednostką tworzącą kolonię)<sup>30</sup>. Aby założenie te było maksymalnie bliskie rzeczywistości a liczba kolonii wyhodowanych na podłożu odzwierciedlała liczbę komórek bakteryjnych w próbce, konieczne jest odseparowanie poszczególnych komórek bakteryjnych od siebie, tak aby kolonia powstająca z jednej komórki pozostawała z dala od innych kolonii z innych komórek<sup>28</sup>. Wymaga to wykonania szeregu rozcieńczeń badanej próbki, które następnie stanowią materiał wyjściowy do posiewów<sup>28</sup>. Jest to metoda stosunkowo tania, lecz czasochłonna i pracochłonna. Inkubacja płytek trwa zwykle od 24 do 48 godzin i dopiero po tym czasie możliwe jest policzenie wszystkich powstałych kolonii bakteryjnych<sup>31</sup>. Ponadto wymaga ona dużej dokładności personelu przy przenoszeniu próbek, tworzeniu rozcieńczeń oraz posiewów, co generuje duże ryzyko błędów. Dodatkowo otrzymane wyniki są praktycznie zawsze inne niż rzeczywista liczba komórek, ponieważ nie wszystkie komórki bakteryjne obecne faktycznie w próbce wytworzą w danych warunkach swoje kolonie a ponadto może się zdarzyć, że pojedyncze kolonie powstaną z większej liczby komórek niż jedna.

Ze względu na wady metody płytkowej oraz towarzyszące jej ryzyko uzyskania wyniku odbiegającego od stanu faktycznego niektórzy producenci stosują bardziej nowoczesne, dokładne i precyzyjne techniki w procesie kontroli jakości swoich produktów. Jedną z takich analiz jest cytometria przepływowa. W metodzie tej wykorzystuje się strumień cieczy, w którym umieszcza się badaną próbkę. Prowadzi to do powstania zawiesiny, która przepływa następnie przez urządzenie pomiarowe zwane cytometrem przepływowym.

Cytometr emituje strumień światła laserowego, które ulega rozproszeniu w charakterystyczny sposób w zależności od liczby, wielkości oraz kształtu komórek bakteryjnych zawieszonych w powstałej z badanej próbki zawieszynie. Pomiar poziomu rozproszenia światła umożliwia detekcję pojedynczych komórek bakteryjnych i dostarcza informacji nie tylko o ich liczbie, ale także o morfologii (kształt oraz rozmiar). W przypadku tej techniki liczebność komórek bakteryjnych wyraża się nie przy pomocy jednostek tworzących kolonię (CFU), jak miało to miejsce w metodzie płytkowej, a jednostek aktywnych fluorescencyjnie (ang. AFU – active fluorescent unite)<sup>31, 32</sup>.

W przeciwieństwie do metody płytkowej cytometria przepływowa, bazując na bezpośrednim pomiarze komórek bakteryjnych obecnych w badanej próbce a nie na pośrednim zliczaniu kolonii wyhodowanych z tych komórek w ściśle określonych warunkach, jest techniką szybszą i dokładniejszą.

Ponadto, oprócz dostarczania większej ilości informacji o analizowanych komórkach (nie tylko liczba, ale także ich morfologia), cytometria przepływowa umożliwia badanie próbek zawierających komórki różnych szczepów bakterii. W przypadku metody płytkowej wymagałoby to zastosowania kilku różnych podłoży zawierających selektywne pożywki o składach przystosowanych do poszczególnych szczepów<sup>31, 32</sup>.



<sup>1</sup> Wrona G., „Jelita-narząd o niezwykłych możliwościach”, Śląska Wyższa Szkoła Medyczna w Katowicach, 2019; <https://www.akademiedietetyki.pl/dietetyka/jelita-narzad-o-niezwyklych-mozliwosciach/2/>

<sup>2</sup> Szewczyk A., Witecka A., Kiersztan A., Rola mikrobioty jelitowej w patogenezie chorób neuropsychiatrycznych i neurodegeneracyjnych, 2019, str. 872, 878.

<sup>3</sup> Collins J.T., Nguyen A., Badireddy M., „Anatomy, Abdomen and Pelvis, Small Intestine”, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29083773/>

<sup>4</sup> Azzouz L.L., Sharma S., „Physiology, Large Intestine”, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2021 Jan.; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507857/>

<sup>5</sup> Zhang Y.J., Li S., Gan R.Y., Zhou T., Xu D.P., Li H.B., „Impacts of Gut Bacteria on Human Health and Diseases”, *Int J Mol Sci.* 2015 Apr; 16(4): 7493-7519; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4425030/>

<sup>6</sup> Pandey K.R., Naik S.R., Vakil B.V., „Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review”, *J Food Sci Technol.* 2015, Dec; 52(12): 7577-7587; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4648921/>

<sup>7</sup> Czerwionka-Szaflarska M., Romańczuk B., „Kiedy powinno stosować się probiotyki?” *Przew. Lek.*, 2009, 1: 142-147; <https://www.termedia.pl/Kiedy-powinno-stosowac-sie-probiotyki-,8,11974,0,0.html>

<sup>8</sup> Mojka K., „Probiotics, prebiotics and synbiotics – characteristics and functions”, *Probl Hig Epidemiol* 2014, 95(3): 541-549; <http://www.phie.pl/pdf/phe-2014/phe-2014-3-541.pdf>

<sup>9</sup> Jach M., Łoś R., Maj M., Malm A., „Probiotyki – aspekty funkcjonalne i technologiczne”, *Post. Mikrobiol.*, 2013, 52(2), 161-170; <http://www.pm.microbiology.pl/web/archiwum/vol5222013161.pdf>

<sup>10</sup> Carlson J.L., Erickson J.M., Lloyd B.B., Slavin J.L., „Health Effects and Sources of Prebiotic Dietary Fiber”, *Curr Dev Nutr.* 2018 Mar, 2(3): nzy005; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6041804/>

<sup>11</sup> Moshfegh A.J., Friday J.E., Goldman J.P., Chug Ahuja J.K., „Presence of Inulin and Oligofructose in the Diets of Americans”, *The Journal of Nutrition*, 1999, 129(7): 1407S-1411S; <https://academic.oup.com/jn/article/129/7/1407S/4722578>

<sup>12</sup> Staniak N., „Psychobiotyki w rekomendacji farmaceuty”, *Aptekarz Polski* 2018, 146(124e): 10-21.

<sup>13</sup> Bures J., Cyrany J., Kohoutova D. et al., „Small intestinal bacterial overgrowth syndrome”, *World J Gastroenterol*, 2010, 16(24): 2978-2990.

<sup>14</sup> Gasbarrini A., Lauritano E.C., Gabrielli M., Scarpellini E., Lupascu A., Ojetti V., Gasbarrini G., „Small intestinal bacterial overgrowth: diagnosis and treatment”, *Dig Dis*, 2007, 25(3), 237-40.

<sup>15</sup> Gąsiorowska J., Czerwionka-Szaflarska M., „Zespół przerostu flory bakteryjnej jelita cienkiego a zespół jelita nadwrażliwego”, *Prz Gastroenterol*, 2013, 8(3): 165-171.

<sup>16</sup> Gulas E., Wysiadecki G., Strzelecki D., Gawlik-Kotelnicka O., Polguj M., „Jak mikrobiologia może wpływać na psychiatrię? Powiązania między florą bakteryjną jelit a zaburzeniami psychicznymi”, *Psychiatr. Pol.*, 2018; 52(6), 1023-1039.

<sup>17</sup> Dworzański T., Fornal R., Koźba Ł., Celiński K., Dworzańska E., „The role of intestinal microbiota in irritable bowel syndrome”, *Postępy Hig. Med. Dośw.* (online), 2018, 72: 215-226.

<sup>18</sup> Pietrzak A., Lipiński M., Rydzewska G., Rekomendacje diagnostyczno-terapeutyczne w zespole jelita nadwrażliwego, 2018.

<sup>19</sup> Mojka K., „Probiotyki, prebiotyki i synbiotyki – charakterystyka i funkcje”, *Probl. Hig. Epidemiol.* 2014, 95(3): 541-549.

<sup>20</sup> Szajewska H., „Probiotyki w Polsce – kiedy, jakie i dlaczego?”, *Gastroenterologia Kliniczna*, 2010, 2(1), 1-9.

<sup>21</sup> Hamilton-Miller J.M.T., Shah S., Winkler J.T. et al., „Public health issues arising from microbiological and labeling quality of foods and supplements containing probiotic microorganisms”, *Public Health Nutr.* 1999, 2: 223-9.

<sup>22</sup> Billoo A.G., Memon M.A., Khaskheli S.A. et al., „Role of a probiotic (*Saccharomyces boulardii*) in management and prevention of diarrhoea”, *World J Gastroenterol.*, 2006, 12(28): 4557-4560.

<sup>23</sup> Sionek B., Kołożyn-Krajewska D., „Bezpieczeństwo stosowania probiotyków przez ludzi”, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2019, 26, 3(120): 5-21.

<sup>24</sup> Iravani S., Korbekandi H., Mirmohammadi S.V., „Technology and potential applications of probiotic encapsulation in fermented milk products”, *J Food Sci Technol.* 2015 Aug, 52(8): 4679–4696; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4519473/>

<sup>25</sup> Yao M., Xie J., Du H., McClements D.J., Xiao H., Li L., „Progress in microencapsulation of probiotics: A review”, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12532>

<sup>26</sup> Davani-Davari D., Negahdaripour M., Karimzadeh I., Seifan M., Mohkam M., Masoumi S.J., Berenjian A., Ghasemi Y., „Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications”, *Foods.*, 2019 Mar, 8(3): 92; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6463098/>

<sup>27</sup> Kechagia M., Basoulis D., Konstantopoulou S., Dimitriadi D., Gyftopoulou K., Skarmoutsou N., Fakiri E.M., Health Benefits of Probiotics: A Review, *ISRN Nutr.* 2013; 2013: 481651; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4045285/>

<sup>28</sup> Wybrane metody hodowli drobnoustrojów w mikrobiologii. <http://laboratoria.net/artukul/24044.html&p=3> [dostęp: 13.03.2023].



<sup>28</sup> Wybrane metody hodowli drobnoustrojów w mikrobiologii. <http://laboratoria.net/artukul/24044.html&pn=3> [dostęp: 13.03.2023].

<sup>29</sup> Mikrobiologia Przemysłowa. Protokoły do ćwiczeń. Ćwiczenie 1. Pomiar ilości drobnoustrojów. Zakład Medycyny Laboratoryjnej. Katedra Mikrobiologii, Immunologii i Medycyny Laboratoryjnej. Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie. [https://old.pum.edu.pl/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/165443/Protokoly.pdf](https://old.pum.edu.pl/__data/assets/pdf_file/0005/165443/Protokoly.pdf) [dostęp: 13.03.2023].

<sup>30</sup> Mikrobiologia Żywności. Skrypt do ćwiczeń. Ćwiczenie 7,8: Metody ilościowe w mikrobiologicznych badaniach żywności. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie; Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności. [http://uwm.edu.pl/wnz/sitefiles/file/mikrobiologia/%C4%87wiczenie\\_7,8-M%C5%BB-Mikrobiologia.pdf](http://uwm.edu.pl/wnz/sitefiles/file/mikrobiologia/%C4%87wiczenie_7,8-M%C5%BB-Mikrobiologia.pdf) [dostęp: 13.03.2023].

<sup>31</sup> Pijacki J., Olejnik P., Juzwa W. Kontrola zanieczyszczeń bakteryjnych w procesie fermentacji etanolowej; w: Bezpieczeństwo żywności w łańcuchu żywnościowym [s. 65-72]. Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; Wydanie I, 2016. ISBN 978-83-7160-833-9.

<sup>32</sup> Ziętał M. Preparaty probiotyczne – wyzwaniem dla laboratoriów mikrobiologicznych. Świat Przemysłu Farmaceutycznego 1/2021. <https://przemyslfarmaceutyczny.pl/artukul/preparaty-probiotyczne-wyzwaniem-dla-laboratoriow-mikrobiologicznych> [dostęp: 13.03.2023].

*Pragniemy nadmienić, że w trosce o najwyższe dobro Konsumenta i poprawność docierających do Niego informacji, w powyższym materiale zostały użyte fragmenty wskazanych publikacji, które odnoszą się wyłącznie do kwestii suplementacji oraz prawidłowego żywienia.*

## drugi · mózg

*systema digestorium* (łac.) — układ pokarmowy

wielowymiarowe połączenie nerwowe między jelitami a mózgiem, zwane osią jelitowo-mózgową; funkcjonujące powszechnie jako slogan "jelita to Twój drugi mózg".





pro•biotyki



A/09/2022/72