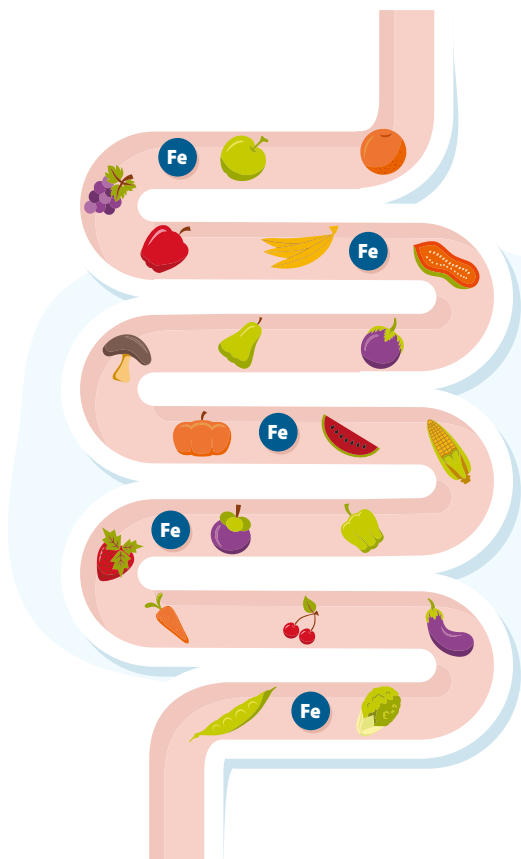


The background of the entire image is a dense field of green, rod-shaped bacteria, likely probiotics, shown in a microscopic view. The bacteria are oriented in various directions, some appearing in sharp focus while others are blurred in the background, creating a sense of depth. A white rectangular frame is centered on the image, containing the main text.

**Probiotyki
poprawiają
wchłanianie
żelaza**

Wchłanianie składników odżywczych

Niezliczone procesy biochemiczne, zachodzące co sekundę w naszym organizmie, są zależne od wielu składników odżywczych. Odpowiednia ilość tych związków musi być dostarczona z żywnością, a następnie wchłonięta w układzie pokarmowym. Zaburzenia wchłaniania prowadzą do niekorzystnych następstw zdrowotnych.



Niedobór składników odżywczych jest spowodowany przez wiele czynników, takich jak: niedostateczne spożycie substancji pokarmowych, zaburzony proces trawienia, uszkodzenie i dysfunkcja jelit.

Niniejsze opracowanie opisuje wpływ przyjmowania probiotyku *Lactobacillus plantarum* 299v (DSM 9843) na wchłanianie żelaza z przewodu pokarmowego.

Lactobacillus plantarum 299v jest jednym z najlepiej przebadanych probiotyków. W ponad 50 badaniach klinicznych wykazano korzystny wpływ tego szczepu na zdrowie.

Jakie korzyści możemy osiągnąć, przyjmując *Lactobacillus plantarum* 299v?

- ✓ Zwiększone wchłanianie żelaza w jelicie;
- ✓ Zmniejszone zapotrzebowanie na suplementację żelazem;
- ✓ Mniejsze działania niepożądane związane z suplementacją żelazem;
- ✓ Naturalny sposób na utrzymanie zawartości żelaza w organizmie.

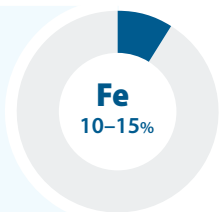
Problemy z żelazem...

Tylko 10–15% spożywanego z dietą żelaza ulega wchłanianiu. Stopień absorpcji jest zmienny i zależy od wielu czynników:

- 1 zawartości żelaza w organizmie;
- 2 obecności substancji zwiększających i zmniejszających wchłanianie żelaza;
- 3 formy spożywanego żelaza – hemowej (produkty pochodzenia zwierzęcego) lub niehemowej (produkty pochodzenia roślinnego). Żelazo hemowe jest lepiej przyswajalne niż żelazo niehemowe, gdyż absorpcja tego drugiego zazwyczaj nie przekracza 5%;
- 4 składu i funkcji mikrobioty jelitowej.

Oprócz stosunkowo niewielkiej absorpcji żelaza z diety, istotne są również straty tego pierwiastka podczas krwawień (np. w trakcie miesiączki u kobiet). Połączenie tych dwóch czynników może powodować niedokrwistość z niedoboru żelaza, która jest powszechna u kobiet w wieku rozrodczym. Przykładem innych grup zagrożonych niedoborem żelaza są dzieci i młodzież (zwiększone zapotrzebowanie), wegetarianie (niska zawartość żelaza w diecie), sportowcy (zwiększone zapotrzebowanie) i osoby starsze (zmniejszone spożycie żywności).

Tylko około 10–15% żelaza dostarczonego z dietą ulega wchłanianiu!



Żelazo jest niezbędne do wytwarzania czerwonych krwinek, ponieważ stanowi kluczowy składnik hemoglobiny. Hemoglobina to białko, które wiąże tlen i ułatwia jego transport do każdej komórki naszego ciała. Niewystarczające zapasy żelaza są związane z niskim poziomem hemoglobiny (niedokrwistość z niedoboru żelaza), a to upośledza transport tlenu. Stan ten niesie ze sobą wiele konsekwencji, do których można zaliczyć upośledzenie funkcji poznawczych, przewlekłe zmęczenie, bóle i zawroty głowy, bladeść, drażliwość, osłabienie, wypadanie włosów, drżenie mięśni i zakłócenie funkcji obronnych układu odpornościowego.



Wchłanianie składników odżywczych

Po przejściu pokarmu przez jamę ustną enzymy trawienne obecne w przewodzie pokarmowym rozkładają pożywienie na małe, proste składniki, które mogą być wchłonięte w jelitach. Większość składników odżywczych jest wchłaniana w jelicie cienkim – odcinku przewodu pokarmowego, umiejscowionym za żołądkiem.

Niewielkie wchłanianie żelaza z przewodu pokarmowego

ogranicza skuteczność suplementacji żelazem i zwiększa ryzyko wystąpienia działań niepożądanych preparatów żelaza!

Działania niepożądane preparatów zawierających żelazo są spowodowane faktem, że tylko niewielka jego część jest wchłaniana, a reszta pozostaje w jelicie. Przewodność żelaza podawanego doustnie jest na poziomie 2–5%. Pozostała ilość, ponad 95%, pozostaje w przewodzie pokarmowym, gdzie może powodować działania niepożądane, takie jak: ból brzucha, nudności czy zaparcia. Jedną z przyczyn wystąpienia działań niepożądanych jest fakt, że żelazo działa jako składnik odżywczy dla niektórych bakterii jelitowych, co może zaburzać równowagę mikrobiomu jelitowego. Nadmierna ilość żelaza w jelitach może również prowadzić do poważnych i długotrwałych problemów zdrowotnych, zwiększyć stres oksydacyjny i inicjować stan zapalny.

Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) niedobór żelaza jest jednym z najczęstszych niedoborów żywieniowych na całym świecie, zarówno w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się. 20–30% kobiet w wieku rozrodczym cierpi na niedobór żelaza.

Kto jest zagrożony niedoborem żelaza?

- Kobiety w wieku rozrodczym
- Kobiety w ciąży
- Nastolatki
- Ludzie starsi
- Sportowcy
- Wegetarianie/weganie
- Osoby z nietolerancją glutenu
- Cierpiący na schorzenia przewodu pokarmowego

Objawy niedoboru żelaza:

- Zaburzenia funkcji poznawczych
- Zmęczenie
- Bóle głowy
- Zawroty głowy
- Drażliwość
- Stałe uczucie zmęczenia
- Wypadanie włosów
- Drżenie mięśni
- Zaburzenia układu odpornościowego

Ponad 95% żelaza z tradycyjnych suplementów pozostaje w przewodzie pokarmowym, gdzie może powodować zaburzenia mikrobioty i działania niepożądane!



Lactobacillus plantarum 299v

Rodzaj *Lactobacillus* to grupa mikroorganizmów należących do bakterii kwasu mlekowego (zdefiniowana przez zdolność do produkcji kwasu mlekowego). Tworzą one ważną część prawidłowego mikrobiomu jelit. Nie wszystkie pałeczki kwasu mlekowego są jednak takie same. Różne szczepy wiążą się z różnymi receptorami w jelitach, co przekłada się na efekty związane z regulacją układu odpornościowego, pobieraniem składników odżywczych czy równowagą bakteryjną jelit.

Lactobacillus plantarum jest przedstawicielem rodzaju bakterii, które mają szczególnie interesujące właściwości. Antropolodzy uważają, że *Lactobacillus plantarum* był częścią naszej diety przez 1,5 miliona lat, ponieważ powszechnie występował na roślinach i warzywach. Wraz z rozwojem technik chłodzenia i zamrażania żywności spożycie *Lactobacillus plantarum* zmniejszyło się dość istotnie. W połowie lat osiemdziesiątych naukowcy z Uniwersytetu w Lund odkryli, że *Lactobacillus plantarum* jest powszechny w mikrobiomie osób zdrowych, a w mikrobiomie pacjentów z zaburzeniami jelitowymi jest go zdecydowanie mniej.

Ze względu na dużą różnorodność szczepów w obrębie tego samego gatunku kontynuowano badania nad *Lactobacillus plantarum*. Szczep 299 wydawał się szczególnie obiecujący pod względem właściwości prozdrowotnych. *Lactobacillus plantarum* 299 okazał się odporny na działanie enzymów żołądkowych oraz kwasów żółciowych, a także zdolny do przeżycia i kolonizacji przewodu pokarmowego – od jamy ustnej po jelito grube. Szczep ten został nazwany *Lactobacillus plantarum* 299v.

Naukowcy stwierdzili, że unikatowe właściwości szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v warto sprawdzić w badaniach klinicznych skupiających się na absorpcji składników odżywczych. Na następnych stronach opiszemy, jak to zostało zbadane i udokumentowane.

Tabela taksonomii

Królestwo	Bakterie
Typ	<i>Firmicutes</i>
Klasa	<i>Bacilli</i>
Rząd	<i>Lactobacillales</i>
Rodzina	<i>Lactobacillaceae</i>
Rodzaj	<i>Lactobacillus</i>
Gatunek	<i>Plantarum</i>
Szczep	299v

***Lactobacillus
plantarum 299v***

Przegląd badań klinicznych

dotyczących wpływu szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v na wchłanianie żelaza

Badanie nr 1

Tytuł: Kleik z owsa fermentowany przy pomocy bakterii kwasu mlekowego zwiększa wchłanianie niehemowego żelaza z posiłku bogatego w fityniany. Badanie z udziałem zdrowych kobiet w wieku rozrodczym

Tytuł oryginału: A Lactic Acid-Fermented Oat Gruel Increases Non-Haem Iron Absorption from a Phytate-Rich Meal in Healthy Women of Childbearing Age

Autorzy: Stine Bering¹, Seema Suchdev¹, Laila Sjøltov¹, Anna Berggen², Inge Tetens¹, Klaus Bukhave¹

Afiliacje:

¹ Wydział Żywności Człowieka, Centrum Zaawansowanych Studiów Żywnościowych, Królewski Uniwersytet Weterynaryjny i Rolniczy, Frederiksberg, Dania

² Probi AB, Lund, Szwecja

Czasopismo: British Journal of Nutrition, 2006 (Impact Factor = 3,657)

Materiał i metody

W badaniach wzięły udział 24 kobiety, u których stwierdzono niskie stężenie żelaza we krwi, ale nie zdiagnozowano anemii. Każda uczestniczka badania otrzymała 4 posiłki (100 g kleiku owsianego + 140 g pełnoziarnistej bułki) w dwóch turach (w przykładowej kolejności ABBA lub BAAB, a następnie CDDC lub DCCD):

- A – sfermentowany kleik owsiany (fermentacja przy udziale *Lactobacillus plantarum* 299v);
- B – pasteryzowany, sfermentowany kleik owsiany (pasteryzacja produktu A inaktywuje szczep probiotyczny), kontrola 1;
- C – niesfermentowany kleik owsiany (pH obniżone kwasem mlekowym), kontrola 2;
- D – niesfermentowany kleik owsiany

z dodatkiem kwasów organicznych (kwasu mlekowego i kwasu octowego), kontrola 3.

Wszystkie posiłki były standaryzowane pod względem zawartości pierwiastków i związków roślinnych. Absorpcję żelaza określono za pomocą pomiaru promieniowania izotopów żelaza dodanych do posiłków. Metoda ta pozwalała na pomiar absorpcji żelaza z dwóch testowanych posiłków jednocześnie, w każdym z dwóch okresów. Posiłki były oznakowane odpowiednio ⁵⁵Fe i ⁵⁹Fe.

Badania były randomizowane, z zastosowaniem podwójnie ślepej próby (pacjentki i badacze nie wiedzieli, kto otrzymuje placebo, a kto probiotyk).

Najważniejsze wyniki

- Spożycie kleiku z aktywnym probiotykiem *Lactobacillus plantarum* 299v (posiłek A) spowodowało znaczny wzrost absorpcji żelaza w porównaniu do reszty posiłków: do posiłku B o 80% i o 120% do posiłków C i D.
- Stężenie kwasu mlekowego w sfermentowanym kleiku było o 19% wyższe niż w kleiku sfermentowanym i pasteryzowanym. Z kolei w kleiku pasteryzowanym było o 48% wyższe niż w kleiku z kwasami organicznymi.

Wnioski

Obecność aktywnego szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v (dostępnego w Polsce w produkcji Sanprobi® IBS) wpłynęła na wzrost absorpcji żelaza podanego z produktem pochodzenia roślinnego.

Badanie nr 2

Tytuł: Szczep probiotyczny *Lactobacillus plantarum* 299v zwiększa wchłanianie żelaza z napojów owocowych u kobiet w wieku rozrodczym

Badanie krzyżowe z zastosowaniem pojedynczo ślepej próby, z wykorzystaniem dwóch izotopów żelaza

Tytuł oryginału: Probiotic Strain *Lactobacillus plantarum* 299v Increases Iron Absorption from an Iron-Supplemented Fruit Drink: a Double-Isotope Cross-Over Single-Blind Study in Women of Reproductive Age

Autorzy: Michael Hoppe^{1,2}, Gunilla Onning^{3,4}, Anna Berggren⁴, Lena Hulthen²

Afiliacje:

- ¹ Katedra Gastroenterologii i Hepatologii, Sekcja Żywienia Klinicznego, Klinika Uniwersytetu, Göteborg, Szwecja
- ² Katedra Medycyny Wewnętrznej i Żywienia Klinicznego, Sahlgrenska, Akademia na Uniwersytecie w Göteborgu, Szwecja
- ³ Żywienie Biomedyczne, Biochemia Podstawowa i Stosowana, Pure and Applied, Centrum Stosowanych Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet w Lund, Szwecja
- ⁴ Probi AB, Lund, Szwecja

Czasopismo: British Journal of Nutrition, 2015 (Impact Factor = 3,657)

Materiał i metody

W badaniu wzięło udział 21 młodych (średni wiek 24,3 lata) i prawidłowo miesiączkujących kobiet. Przez kolejne 4 dni uczestniczkom badania podawano na czczo 200 ml napoju owocowego przygotowanego na bazie owsianej z dodatkiem 4,2 mg żelaza oraz z placebo lub probiotykiem, w schemacie AABB:

- A – oznacza podanie placebo;
- B – oznacza podanie szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v.

Badanie przeprowadzono w dwóch turach liczących odpowiednio po 10 i 11 osób. W pierwszej turze badania podawano probiotyk w dawce 10^9 CFU, a w drugiej 10^{10} CFU. W ciągu 3 godzin od wypicia napoju badane kobiety pozostawały na czczo.

Pomiar promieniowania izotopów żelaza we krwi nastąpił ok. 2 tygodnie po wykonaniu próby. Stopień wchłaniania żelaza został oceniony za pomocą dodania do posiłku dwóch izotopów żelaza (Fe^{55} dla posiłku towarzyszącego podawaniu placebo i Fe^{59} dla posiłku towarzyszącego podawaniu probiotyku). Po zakończeniu badania pacjentkom podano także dawkę referencyjną izotopu żelaza, aby mieć punkt odniesienia do wykonania obliczeń wchłaniania tego pierwiastka. Badanie polegało na krzyżowym podaniu probiotyku/placebo. Pacjentki nie wiedziały, czy dostają probiotyk czy placebo.

Najważniejsze wyniki

- W pierwszej turze badania wchłanianie żelaza z napoju bez probiotyku wynosiło $18,5\% \pm 5,8\%$, natomiast wchłanianie żelaza z napoju zawierającego *Lactobacillus plantarum* 299v w dawce 10^9 CFU wynosiło $28,6\% \pm 12,5\%$. Średnia różnica w absorpcji żelaza między tymi dwoma grupami była istotna statystycznie.
- W drugiej turze wchłanianie żelaza z napoju bez probiotyku wynosiło $20,1\% \pm 6,4\%$. Absorpcja żelaza z napoju zawierającego *Lactobacillus plantarum* 299v w dawce 10^{10} CFU wynosiła $29,1\% \pm 17,0\%$. Średnia różnica nie była istotna statystycznie (zauważono trend do istotności $p < 0,08$).
- Połączenie wyników tych dwóch badań pokazało, że *Lactobacillus plantarum* 299v istotnie zwiększył wchłanianie żelaza (średnio z $19,3\% \pm 6\%$ do $28,8\% \pm 14,7\%$).
- Dawka probiotyku nie wpłynęła na wchłanianie żelaza.

Wnioski

Przyjmowanie szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v (dostępnego w Polsce w produkcie Sanprobi® IBS) zwiększa wchłanianie żelaza dostarczonego w diecie.



Badanie nr 3

Tytuł: Liofilizat bakterii *Lactobacillus plantarum* 299v zwiększa wchłanianie żelaza u młodych, miesiączkujących kobiet

Badanie z zastosowaniem pojedynczo ślepej próby, z wykorzystaniem dwóch izotopów żelaza



Tytuł oryginału: Freeze-Dried *Lactobacillus plantarum* 299v Increases Iron Absorption in Young Females – Double Isotope Sequential Single-Blind Studies in Menstruating Women

Autorzy: Michael Hoppe^{1,4}, Gunilla Onning^{2,3}, Lena Hulthen⁴

Afilacje:

- 1 Katedra Gastroenterologii i Hepatologii, Sekcja Żywienia Klinicznego, Klinika Uniwersytetu, Göteborg, Szwecja
- 2 Probi AB, Lund, Szwecja
- 3 Żywienie Biomedyczne, Biochemia Podstawowa i Stosowana, Pure and Applied, Centrum Stosowanych Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet w Lund, Szwecja
- 4 Katedra Medycyny Wewnętrznej i Żywienia Klinicznego, Sahlgrenska, Akademia na Uniwersytecie w Göteborgu, Szwecja

Czasopismo: PLOS ONE, 2017 (Impact Factor = 3,54)

Materiał i metody

W badaniu wzięły udział 42 prawidłowo miesiączkujące kobiety, w wieku 19-51 lat. Badanie przeprowadzono na dwóch szwedzkich uniwersytetach (14 osób na pierwszym i 28 osób na drugim). Przez kolejne 4 dni uczestniczkom badania podawano w trakcie śniadania probiotyk lub placebo z dodatkiem 30 µg kwasu foliowego, 12 mg kwasu askorbinowego i 4,2 mg żelaza znakowanego izotopem, w schemacie AABB:

- A – oznacza podanie 2 kapsułek placebo;
- B – oznacza podanie 2 kapsułek ze szczepem *Lactobacillus plantarum* 299v w dawce 1×10^{10} CFU.

Posiłek w trakcie podania placebo/probiotyku był standaryzowany dla wszystkich pacjentek (dwie bułki pszenne z margaryną i dżemem pomarańczowym, 200 ml wody). Kapsułki były przyjmowane po zjedzeniu jednej bułki, czyli

w połowie posiłku. W ciągu 3 godzin od posiłku badane pozostawały na czczo.

Stopień wchłaniania żelaza został oszacowany za pomocą dodania do posiłku dwóch izotopów żelaza (Fe^{55} dla posiłku towarzyszącego podawaniu placebo i Fe^{59} dla probiotyku). Pomiar promieniowania izotopów był mierzony przez kolejne 10-14 dni. Po zakończeniu badania podano również pacjentkom na czczo dawkę referencyjną izotopu żelaza, aby mieć punkt odniesienia do obliczeń.

Badanie polegało na podaniu probiotyku lub placebo w ramach tzw. pojedynczej ślepej próby (uczestniczki nie wiedziały, czy dostają probiotyk czy placebo).

Najważniejsze wyniki

- W badaniu przeprowadzonym na pierwszym uniwersytecie (14 uczestniczek) wchłanianie żelaza z posiłków z podaniem placebo wynosiło $17,4\% \pm 13,4\%$, natomiast absorpcja żelaza z posiłków zawierających szczep *Lactobacillus plantarum* 299v wynosiła $22,4\% \pm 17,3\%$. Średnia różnica w absorpcji żelaza między tymi dwoma grupami była istotna statystycznie.
- W badaniu wykonanym na drugim uniwersytecie (28 uczestniczek) wchłanianie żelaza z posiłków z podaniem placebo wynosiło $20,9\% \pm 13,1\%$. Absorpcja żelaza z posiłków zawierających szczep *Lactobacillus plantarum* 299v wynosiła $24,5\% \pm 12,0\%$. Średnia różnica wchłaniania była istotna statystycznie.
- Nie było istotnych różnic między wchłanianiem żelaza z posiłków z podaniem probiotyku między dwoma częściami badania.

Wnioski

Podawanie liofilizatu *Lactobacillus plantarum* 299v (szczep dostępny w Polsce w produkcji Sanprobi® IBS) w kapsułkach, w dawce 2×10^{10} CFU/dobę, zwiększa wchłanianie żelaza.

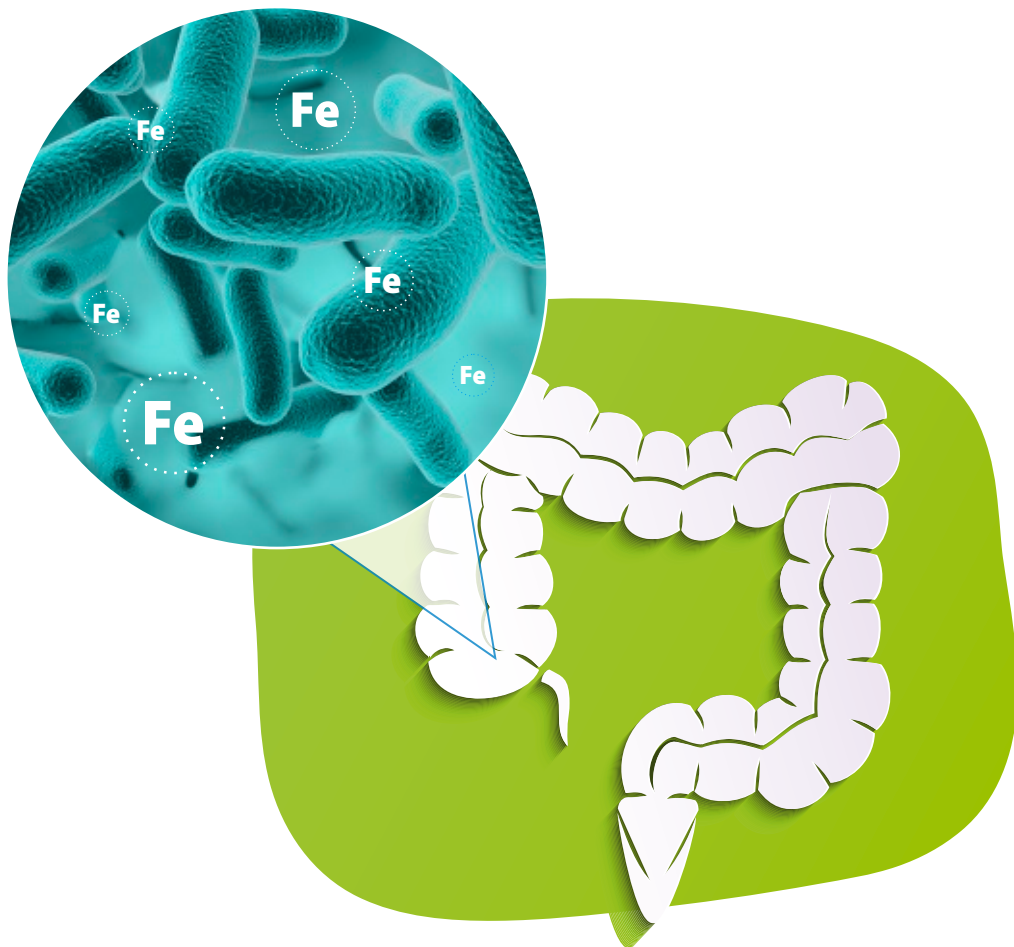
***Lactobacillus plantarum* 299v**

wspomaga uzupełnianie niedoborów żelaza w zupełnie nowy sposób

***Lactobacillus plantarum* 299v** zwiększa absorpcję tego pierwiastka. Oznacza to, że można zmniejszyć ilość suplementowanego żelaza i w konsekwencji zmniejszyć ryzyko działań niepożądanych. Stosowanie *Lactobacillus plantarum* 299v zapewnia zrównoważony wychwyt żelaza, bez dodatkowych dolegliwości żołądkowych i zmiany środowiska jelit.

***Lactobacillus plantarum* 299v** ma kilka ważnych cech, które są związane z jego właściwościami probiotycznymi:

- Potrafi przetrwać warunki panujące w żołądku i całym układzie pokarmowym.
- Kolonizuje cały układ pokarmowy – od jamy ustnej do jelita grubego.
- Wypiera agresywne, patogenne bakterie.
- Wzmacnia prawidłowy ekosystem bakteryjny i zwiększa różnorodność mikrobiomu jelit.
- Zwiększa dostępność składników odżywczych dla nabłonka jelit i innych bakterii komensalnych.



Bibliografia

Bengmark et al. (1996), *Nutritional Support to Prevent and Treat Multiple Organ Failure*, „World J. Surg”, 20, 474–481.

Bering et al. (2006), *A lactic acid-fermented oat gruel increases non-haem iron absorption from a phytate-rich meal in healthy women of childbearing age*, „Br. J. Nutr.”, 96:80–85.

Hoppe et al. (2015) *Probiotic strain Lactobacillus plantarum 299v increases iron absorption from an iron-supplemented fruit drink: a double isotope cross over single-blind study in women of reproductive age*, „Br.J.Nutr.”, 114, 1195–1202.

Hoppe et al. (2017), *Freeze-Dried Lactobacillus plantarum 299v Increases Iron Absorption in Young Females – Double Isotope Sequential Single-Blind Studies in Menstruating Women*, „PLOS ONE”, 12(12):e0189141.



