

Probiotyki w żywieniu bydła

Barbara Niwińska¹ , Iwona Furgal-Dierżuk¹, Jarosław Wieczorek² 

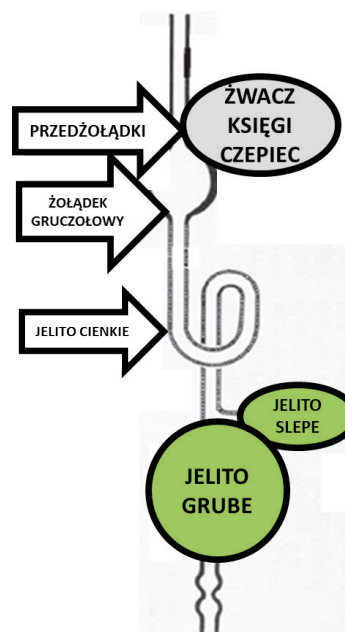
¹Institut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Fizjologii Żywienia, 32-083 Balice k. Krakowa

²Uniwersyteckie Centrum Medycyny Weterynaryjnej UJ-UR, Instytut Nauk Weterynaryjnych,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Probiotyki to żywe mikroorganizmy, które po podaniu w odpowiednich ilościach przynoszą korzyści zdrowotne gospodarzowi – tak brzmi aktualnie obowiązująca definicja probiotyków. Została przedstawiona w 2014 r. przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Naukowe Probiotyków i Prebiotyków (ang. International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics, skrót: ISAPP; Hill i in., 2014). W żywieniu bydła probiotyki są stosowane jako dodatki paszowe. Głównym miejscem ich aktywności jest przewód pokarmowy, a celem działania – stworzenie lub utrzymanie korzystnego składu mikroflory i konkurencyjne wykluczenie patogenów. U cieląt ekosystem komensalnych, symbiotycznych i chorobotwórczych drobnoustrojów przewodu pokarmowego (mikrobiom przewodu pokarmowego) zasiedla głównie jelito grube (z jelitem ślepym), u dorosłego bydła głównym siedliskiem jest żwacz, pierwsza część 4-komorowego żołądka, który w swojej złożonej strukturze anatomicznej i funkcjonalnej jest charakterystyczny dla zwierząt przeżuwających (Uyeno i in., 2015).

Mikrobiom przewodu pokarmowego w pierwszych tygodniach życia zdrowych cieląt podlega dynamicznym zmianom. U cieląt w wieku około 12 tygodni osiąga równowagę i funkcjonalność charakterystyczną dla zdrowego, dorosłego przeżuwacza. Przebieg tego procesu może być zakłócany przez czynniki środowiskowe, prowadzące do zaburzenia flory mikrobiologicznej przewodu pokarmowego, tzw. dysbiozy jelitowej. U dorosłego bydła najczęstszym czynnikiem zakłócającym równowagę i funkcjonalność złożonego ekosyste-

mu drobnoustrojów w żwaczu, prowadzącym do jego dysfunkcji jest nieprawidłowo zbilansowana dawka pokarmowa. Błędy żywieniowe ograniczają efektywność procesów trawienia mikrobiologicznego składników pokarmowych pasz i syntezę składników pokarmowych wykorzystywanych przez organizm gospodarza.



Rys. 1. W mikrobiomie przewodu pokarmowego cieląt najbardziej liczna mikroflora występuje w jelicie grubym (zaznaczono kolorem zielonym). Populacja mikroorganizmów w żwaczu jest uboga (zaznaczono kolorem szarym)

Fig. 1. In the calf gut microbiome, the most abundant microflora is found in the hind gut (marked in green). The population of microorganisms in the rumen is small (marked in grey)

Wyniki badań przeprowadzonych w ostatnim dziesięcioleciu sugerują, że jednym z czynników przydatnych w utrzymywaniu lub przywracaniu równowagi i prawidłowej aktywności mikroflory przewodu pokarmowego są probiotyki, jednak efekty ich stosowania nie są jednoznaczne. W przedstawionym artykule omówiono aktualną wiedzę na temat oddziaływania probiotyków na zdrowie i produktywność cieląt oraz dorosłego bydła.

Rola probiotyków w żywieniu cieląt

W chwili urodzenia cielęcia jego przewód pokarmowy jest sterylny, wraz z ekspozycją na otaczające środowisko podlega kolonizacji przez mikroorganizmy. Powstaje mikrobiom układu pokarmowego formułowany z jednej strony przez czynniki zewnętrzne, w tym mikroflorę matki, przebieg porodu, rodzaj podawanej paszy i stosowanych preparatów leczniczych, a z drugiej strony przez interakcję między organizmem cielęcia a drobnoustrojami. Proces kształtowania się mikrobiomu przewodu pokarmowego cieląt rozpoczyna się w pierwszych dniach życia, powstaje i stabilizuje się w obrębie jelita grubego (rys. 1). W skład ekosystemu jelita grubego 3-tygodniowego cielęcia wchodzi bakterie reprezentujące 83 rodzaje taksonomiczne mikroorganizmów (Malmuthuge i in., 2014). Choć znane są fakty wskazujące, że wczesna mikroflora jelitowa odgrywa istotną rolę w długoterminowym kształtowaniu stanu zdrowotnego, wpływa na rozwój, dojrzewanie oraz aktywizację tkanki limfatycznej przewodu pokarmowego, wzmacnia funkcje selektywnego transportu oraz ciągłość tkanki nabłonkowej ścian przewodu pokarmowego, to wiedza na temat funkcji mikroflory u cieląt w pierwszych dniach życia jest ograniczona (Conroy i in., 2009). W badaniach nad kolonizacją przewodu pokarmowego cieląt przez mikroorganizmy stwierdzono, że w pierwszym etapie zasiedlają go bakterie z rodzajów

Streptococcus i *Enterococcus*, stwarzające korzystne warunki beztlenowe dla rozwoju bakterii z rodzajów *Bifidobacterium* i *Bacteroides*, poprawiające funkcjonowanie układu odpornościowego śluzówki (Malmuthuge i in., 2015). Stwierdzono, że niekorzystne warunki środowiskowe (niska higiena, błędy żywieniowe) zaburzają rozwój prawidłowej flory bakteryjnej, charakterystycznej dla zdrowego cielęcia. Dysbioza jelitowa stwarza warunki sprzyjające intensywnej kolonizacji przez szkodliwe wirusy, patogeniczne szczepy bakterii gatunku *Escherichii coli* lub rodzaju *Salmonella*, a w konsekwencji prowadzi do zakażenia skutkującego rozwojem biegunki. Chorobę tę u cieląt charakteryzuje ciężki przebieg, często prowadzący do śmierci zwierzęcia, a łagodnemu przebiegowi choroby towarzyszy pogorszenie uzyskiwanych przyrostów masy ciała i wykorzystania pasz. Oszacowano, że 57% upadków cieląt przed zakończeniem 2. miesiąca życia powodują biegunki (U.S. Dairy Cattle Industry, 2008). Dlatego, głównym celem badań nad stosowaniem probiotyków w żywieniu cieląt jest analiza możliwości zapobiegania i/lub zahamowania rozwoju tej choroby. Wyniki badań nad oceną efektywności stosowania probiotyków w żywieniu cieląt w pierwszych miesiącach życia nie są jednoznaczne. Frizzo i in. (2011) przeprowadzili meta-analizę wyników 35 badań opublikowanych w latach 1985–2010, oceniających skuteczność stosowania probiotyku jako jedno- lub wieloszczepowej mieszaniny bakterii *Lactobacillus ssp.* w poprawie zdrowotności, przyrostu masy ciała i zużycia paszy na ten przyrost. Autorzy stwierdzili, że podczas pierwszych 8 tygodni wychowu dodanie probiotyków okazało się korzystne u cieląt karmionych preparatami mlekozastępczymi, natomiast nie poprawiło ocenianych wskaźników u cieląt karmionych mlekiem. W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań nie ujętych w meta-analizie przedstawionej przez Frizzo i in. (2011).

Tabela 1. Wpływ stosowania probiotyków na wskaźniki wychowu cieląt
 Table 1. Effect of probiotic use on calf rearing indicators

Probiotyk <i>Probiotic</i>	Oceniane wskaźniki <i>Evaluated indicators</i>			Piśmiennictwo <i>References</i>
	zdrowotność <i>health</i>	przyrost masy ciała <i>body weight gain</i>	zużycie paszy <i>feed consumption</i>	
<i>Lactobacillus ssp.</i>	B ¹	+ ²	+	Frizzo i in./ <i>et al.</i> , 2011, meta-analiza wyników 35 doświadczeń – <i>analysis of the results of 35 experiments</i>
<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917	+	B	B	von Buenau i in./ <i>et al.</i> , 2005
<i>Propionibacterium jensenii</i> 702	+	+	+	Adams i in./ <i>et al.</i> , 2008
<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	Kowalski i in./ <i>et al.</i> , 2009
<i>Lactobacillus casei</i> ssp. <i>casei</i>	+	+	B	Hasunuma i in./ <i>et al.</i> , 2011
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> H57	+	+	+	Le i in./ <i>et al.</i> , 2016
<i>Lactobacillus plantarum</i>	+	+	+	Zhang i in./ <i>et al.</i> , 2016
<i>Bacillus subtilis</i>	NS ³			Galina i in./ <i>et al.</i> , 2009
<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus lactis</i> <i>Bacillus subtilis</i>				Galina i in./ <i>et al.</i> , 2009

¹B – nie oceniano wpływu probiotyku na wartość parametru – *effect of probiotic on parameter value was not determined.*

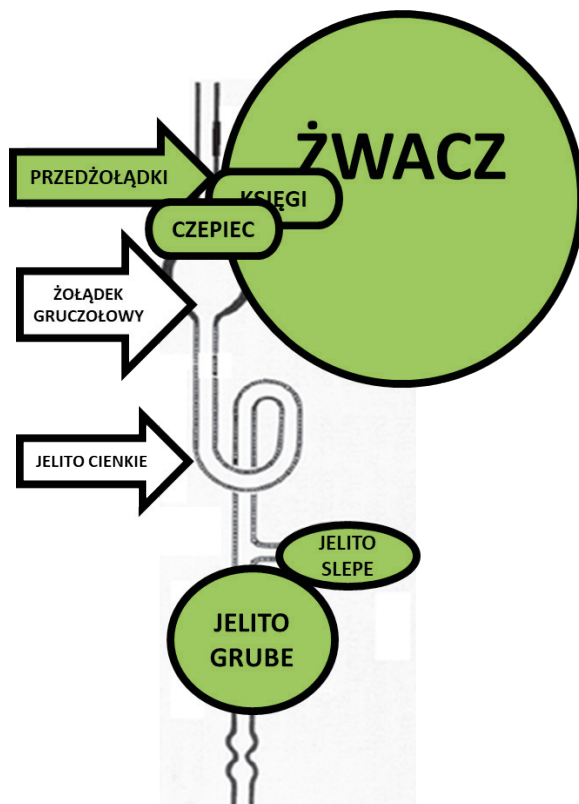
²+ – stwierdzono korzystną, statystycznie istotną różnicę wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *beneficial, statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

³NS – stwierdzono brak statystycznie istotnej różnicy wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *no statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

Wyniki badań przedstawione w tabeli 1 wskazują korzystny wpływ stosowania szczepów organizmów probiotycznych należących do rodzajów *Lactobacillus*, *Bacillus* i *Propionibacterium* w żywieniu cieląt do 12. tygodnia życia. Stwierdzono, że podawanie tych probiotyków wpływa korzystnie na wzrost odporności na zakażenia patogenami wywołującymi biegunki (von Buenau i in., 2005; Adams i in., 2008; Kowalski i in., 2009; Hasunuma i in., 2011; Le i in., 2016; Zhang

i in., 2016), wskaźniki efektywności wychowu, takie jak przyrosty masy ciała (Adams i in., 2008; Kowalski i in., 2009; Hasunuma i in., 2011; Le i in., 2016; Zhang i in., 2016) i bardziej efektywne wykorzystanie pasz (Adams i in., 2008; Kowalski i in., 2009; Le i in., 2016; Zhang i in., 2016). Uzyskano jednak również przeciwne wyniki, które stwierdzają brak wpływu na poprawę wskaźników wychowu cieląt zastosowanych mikroorganizmów należących do rodzajów *Lactobacillus* i *Bacillus*

(Galina i in., 2009). Należy podkreślić, że przedstawione wyniki stosowania probiotyków, zarówno korzystne jak i nie potwierdzające korzystnych efektów, za każdym razem odnoszą się wyłącznie do zastosowania konkretnego określonego szczepu, gatunku lub mieszaniny mikroorganizmów w ściśle określonych warunkach żywieniowych.



Rys. 2. W mikrobiomie przewodu pokarmowego dorosłego bydła najliczniejsza mikroflora występuje w żwaczu, mniej liczna w jelicie grubym (zaznaczono kolorem zielonym)

Fig. 1. In the gut microbiome of adult cattle, microflora is most abundant in the rumen, and less numerous in the hindgut (marked in green)

Rola probiotyków w żywieniu dorosłego bydła

Mikrobiom przewodu pokarmowego stabilizuje się u prawidłowo utrzymywanego cielęcia w wieku od 9. do 13. tygodnia życia, a jego skład jest podobny do mikrobiomu dorosłego bydła (Malmuthuge i Guan, 2017). Mikrobiom przewodu po-

karmowego dorosłego bydła obejmuje głównie mikroflorę żwacza oraz mikroflorę jelita grubego (rys. 2). Największą komorą jest żwacz, pierwszy z trzech przedżołądków (u bydła stanowi 16–23% masy ciała), który umożliwia trawienie mikrobiologiczne paszy, poprzedzające trawienie w żołądku gruczołowym i dalszych odcinkach przewodu pokarmowego. W tzw. dojrzałym żwaczu z trwałą mikroflorą stwierdzono obecność 155 gatunków drobnoustrojów reprezentujących trzy domeny: bakterie, archeony i eukarionty (podział taksonomiczny na podstawie porównania sekwencji rybosomalnego kwasu rybonukleinowego), a 1 g treści zawiera przeciętnie 10^4 – 10^6 pierwotniaków, 10^3 – 10^5 grzybów beztlenowych, 10^{10} – 10^{11} bakterii beztlenowych i 10^8 – 10^9 bezjądrowych organizmów jednokomórkowych (Wallace i in., 2017). Złożony, otwarty i dynamiczny ekosystem mikrobiologiczny żwacza tworzy środowisko, w którym pobrane w paszy składniki pokarmowe stanowią substrat reakcji metabolicznych mikroorganizmów żwaczowych. Głównymi produktami metabolizmu mikrobiologicznego w żwaczu są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe i białko drobnoustrojowe wykorzystywane przez organizm gospodarza jako źródła energii i białka dla własnych przemian metabolicznych. Dawka pokarmowa powinna zapewniać równowagę i synchronizację ilościową i jakościową dostępnych substratów reakcji metabolicznych mikroorganizmów żwaczowych, a niedobór lub nadmiar składników pokarmowych może prowadzić do dysfunkcji ekosystemu.

W ostatnim 30-leciu wykonano wiele badań analizujących skuteczność stosowania probiotyków w żywieniu dorosłego bydła. Badania prowadzone są głównie w 4 kierunkach: oceny możliwości zapobiegania dysfunkcji metabolicznej żwacza wywołanej składem dawki pokarmowej; oceny możliwości zwiększenia wydajności zwierząt poprzez poprawę strawności składników pokarmowych pasz; oceny możliwości obniżenia emisji metanu oraz podniesienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności pochodzenia bydłowego. Poniżej przedstawiono wyniki badań oceniających skuteczność stosowania probiotyków w wymienionych kierunkach działania.

Zapobieganie dysfunkcjom metabolicznym żwacza

Wysokowydajne bydło charakteryzuje wysokie zapotrzebowanie na energię. Pokrycie potrzeb energetycznych wymusza włączanie do dawek pokarmowych dużych ilości pasz zawierających szybko rozkładane w żwaczu węglowodany (głównie wysokoskrobiowych nasion zbóż) w miejsce komponentów zawierających wolno rozkładane węglowodany (pasze objętościowe z wysoką zawartością celulozy). Taki skład dawki pokarmowej prowadzi do wzrostu kwasowości treści, trwałego zaburzenia równowagi fermentacyjnej oraz zmiany składu mikrobiologicznej populacji. Stan nadmiernej kwasowości treści żwacza, głównie wynikający z aku-

mulacji kwasu mlekowego – określane mianem kwasicy żwaczowej – występuje w pierwszym okresie laktacji u wysokowydajnych krów mlecznych o wydajności powyżej 10 000 kg mleka w laktacji i u intensywnie opasanego bydła mięsnego. Rozpoznaje się dwa rodzaje kwasicy: kliniczną, stanowiącą ogólnoustrojowy stan chorobowy, definiowany przez obniżenie pH krwi (poniżej 7,25) i pH treści żwacza (poniżej 5,2) oraz podkliniczną, w której występuje powtarzające się obniżenie pH treści żwacza w przedziale 5,2–5,6 bez naruszenia równowagi kwasowo-zasadowej krwi. W Polsce stwierdzono 25% udział krów o pH w żwaczu niższym niż 5,6 w stadach wysokowydajnych krów mlecznych (Stefańska i in., 2017).

Tabela 2. Wpływ stosowania probiotyków na zapobieganie kwasicy żwacza u bydła

Table 2. Effect of probiotic application in preventing rumen acidosis in cattle

Probiotyki <i>Probiotic</i>	Obniżenie – <i>Decrease in</i>		Wzrost strawności celulozy <i>Increased cellulose digestibility</i>	Piśmiennictwo <i>References</i>
	kwasowości treści <i>digesta acidity</i>	koncentracji kwasu mlekowego <i>lactic acid concentration</i>		
<i>Megasphaera elsdenii</i> YE34	+	NS	B	Klieve i in./ <i>et al.</i> , 2003
<i>Ruminococcus bromii</i>	+	NS	B	Klieve i in./ <i>et al.</i> , 2007
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	+	+	Marden i in./ <i>et al.</i> , 2008
<i>Enterococcus faecium</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	NS	NS	Chiquette, 2009
<i>Ruminococcus bromii</i> YE282 <i>Megasphaera elsdenii</i> YE34	NS	NS	+	Klieve i in./ <i>et al.</i> , 2012
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	NS	NS	Vyas i in./ <i>et al.</i> , 2014
<i>Bacillus pumilus</i> 8G-134	+	B	B	Luan i in./ <i>et al.</i> , 2015
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+	+	+	Malekkhahi i in./ <i>et al.</i> , 2016

¹ B – nie oceniano wpływu probiotyku na wartość parametru – *effect of probiotic on parameter value was not determined.*

² + – stwierdzono korzystną, statystycznie istotną różnicę wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *beneficial, statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

³ NS – stwierdzono brak statystycznie istotnej różnicy wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *no statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

W badaniach nad stosowaniem probiotyków postawiono hipotezę, że wprowadzenie mikroorganizmów zdolnych do modulacji przebiegu fermentacji w żwaczu utrzyma stabilność w pH w żwaczu powyżej 5,6. Oczekiwaną funkcją probiotyków jest zahamowanie aktywności bakterii wytwarzających kwas mlekowy i/lub zwiększenie aktywności bakterii hydrolizujących celulozę. W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań ostatnich 15 lat potwierdzających tę hipotezę.

Wyniki badań wykazują, że najbardziej skutecznym probiotykiem w modulacji przebiegu fermentacji w żwaczu u dorosłego bydła żywionego dawkami pokarmowymi z wysoką zawartością szybko-rozkładanych węglowodanów w żwaczu są drożdże gatunku *Saccharomyces cerevisiae*. Stwierdzono, że suplementacja dorosłego bydła wybranymi szczepami gatunku *Saccharomyces cerevisiae* prowadzi do stabilizacji pH żwacza w granicach wartości nie zagrażających rozwojem kwasicy (Marden i in., 2008; Vyas i in., 2014; Malekhhahi i in., 2016), skutecznie obniża koncentrację kwasu mlekowego (Marden i in., 2008; Malekhhahi i in., 2016) oraz stymuluje strawność celulozy (Marden i in., 2008; Malekhhahi i in., 2016). Mniej skuteczne w obniżeniu kwasowości żwacza okazało się zastosowanie kombinacji składającej się z drożdży *Saccharomyces cerevisiae* i bakterii *Enterococcus faecium* (Chiquette, 2009), a także bakterii autochtonicznych *Megasphaera elsdenii* i *Ruminococcus bromii* (Klieve i in., 2003, 2007, 2012). Przedstawione wyniki badań nad stosowaniem probiotyków w zapobieganiu dysfunkcjom metabolicznym żwacza odnoszą się wyłącznie do skuteczności konkretnego, określonego szczepu, gatunku i rodzaju mikroorganizmu lub konkretnej, określonej mieszanki mikroorganizmów oraz do ściśle określonych warunków żywieniowych.

Poprawa wydajności

Wyniki stosowania probiotyków w modulacji przebiegu fermentacji w żwaczu obniżającej prawdopodobieństwo wystąpienia dysfunkcji znajdują potwierdzenie w badaniach nad poprawą

wydajności bydła o mlecznym kierunku użytkowania. W tabeli 3 przedstawiono wyniki badań nad wpływem stosowania probiotyków na wskaźniki produkcyjne krów mlecznych i bydła mięsnego.

W 2012 r. przedstawiono wyniki meta-analizy badań prowadzonych od lat 80. ubiegłego wieku, oceniających wpływ podawania probiotyków zawierających przynajmniej jeden szczep drożdży gatunku *Saccharomyces cerevisiae* na wskaźniki produkcyjne krów mlecznych (Poppy i in., 2012). Meta-analizą objęto 36 doświadczeń wykonanych na wysokoprodukcyjnych krowach mlecznych. Stwierdzono, że dodatki drożdży poprawiają pobranie suchej masy, zwiększają produkcję mleka oraz poprawiają jego skład, zwiększając koncentrację białka i tłuszczu. Zależności te zostały potwierdzone również w późniejszych badaniach, w których dodatkowo na podstawie składu biochemicznego surowicy krwi wykazano korzystny wpływ probiotyku na lepsze wchłanianie składników pokarmowych w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego krów (Leicester i in., 2016). Wydaje się, że obiecującym probiotykiem jest również szczep *Propionibacterium* P169, którego stosowanie poprawiło produkcję mleka (Stein i in., 2006; Weiss i in., 2008), zmniejszyło liczbę przypadków wystąpienia chorób i przyczyniło się do szybszego odzysku masy ciała u krów w pierwszym okresie laktacji (Stein i in., 2006). Jednak, w późniejszych badaniach nad zastosowaniem szczepów *Propionibacterium* P5, P54 nie potwierdzono tych zależności (Vyas i in., 2014). Pozytywne wyniki potwierdzające poprawę produkcji mleka i jego składu uzyskano również dodając do paszy *Lactobacillus acidophilus* NP51 lub/i *Propionibacterium freudenreichii* NP24 albo *Baccillus subtilis natto* (Boyd i in., 2011; Sun i in., 2013). Wyniki cytowanych badań wskazują, że najbardziej sprawdzonym i skutecznym probiotykiem w poprawie wskaźników produkcyjnych krów mlecznych są szczepy gatunku *Saccharomyces cerevisiae*.

Mniej obiecujące wyniki uzyskano w ocenie skuteczności podawania *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium* i *Lactobacillus*

Tabela 3. Wpływ stosowania probiotyków na wskaźniki produkcyjne krów mlecznych i bydła mięsnego
 Table 3. Effect of using probiotics on production parameters of dairy cows and beef cattle

Probiotyki <i>Probiotic</i>	Oceniane wskaźniki – <i>Evaluated parameters</i>				Piśmiennictwo <i>References</i>
	produkcja mleka <i>milk production</i>	skład mleka <i>milk composition</i>	Pobranie suchej masy <i>dry matter intake</i>	zużycie paszy <i>feed consumption</i>	
Krowy mleczne – Dairy cows					
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	+ ¹	+	+	B ²	Poppy i in./ <i>et al.</i> , 2012 meta-analiza wyników 36 doświadczeń <i>meta-analysis of the results of 36 experiments</i>
<i>Propionibacterium</i> P169	+	+	B	B	Stein i in./ <i>et al.</i> , 2006
<i>Propionibacterium</i> P169	+	B	B	+	Weiss i in./ <i>et al.</i> , 2008
<i>Propionibacterium</i> P5, P54	B	B	NS ³	B	Vyas i in./ <i>et al.</i> , 2014
<i>Lactobacillus acidophilus</i> P51; <i>Propionibacterium freudenreichii</i> P24	+	+	+	B	Boyd i in./ <i>et al.</i> , 2011
<i>Bacillus subtilis natto</i>	+	+	B	B	Sun i in./ <i>et al.</i> , 2013
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ;	+	+	NS	+	Leicester i in./ <i>et al.</i> , 2016
<i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> P-8	+	+	B	B	Xu i in./ <i>et al.</i> , 2017
<i>Bacillus pumilus</i> 8G-134	+	+	B	+	Luan i in./ <i>et al.</i> , 2015
Bydło mięsne Beef cattle	Przyrost masy ciała – Body weight gain				
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Enterococcus faecium</i> EF212	NS	NS	NS	NS	Beauchemin i in./ <i>et al.</i> , 2003
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	NS	NS	NS	NS	Monnerat i in./ <i>et al.</i> , 2013
<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Propionibacterium</i>	NS	NS	NS	NS	Kenney i in./ <i>et al.</i> , 2015

¹ + – stwierdzono korzystną, statystycznie istotną różnicę wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *beneficial, statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

² B – nie oceniano wpływu probiotyku na wartość parametru – *effect of probiotic on parameter value was not determined.*

³ NS – stwierdzono brak statystycznie istotnej różnicy wartości parametru w porównaniu do charakteryzującej grupę kontrolną – *no statistically significant difference in the value of the parameter in relation to the control group value was found.*

acidophilus w żywieniu intensywnie opasanego bydła mięsnego. Mimo stwierdzonego korzystnego wpływu na przebieg fermentacji w żwaczu (wzrost syntezy białka, mniejsze wydalanie azotu do środowiska) nie obserwowano poprawy przyrostów masy ciała, pobrania i zużycia pasz na uzyskany przyrost (Beauchemin i in., 2003; Monnerat i in., 2013; Kenney i in., 2015). Wyniki wskazują, że zastosowane probiotyki poprawiają stabilność i funkcjonalność przewodu pokarmowego, ale nie poprawiają wydajności tych zwierząt.

Obniżenie emisji metanu

W 2006 r. Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (ang. Food and Agriculture Organisation of the United Nations; skrót: FAO) przedstawiła raport, który zawierał ocenę wpływu produkcji zwierzęcej na środowisko naturalne (FAO, 2006). Raport zawierał informację, że sektor hodowli zwierząt gospodarskich odpowiada za 37% emisji metanu antropogenicznego. Główną rolę odgrywają zwierzęta przeżuwające, których żwacze emitują około 90% tej ilości. Wykazano, że skuteczne w obniżaniu metanogenezy są żywe kultury drożdżowe *Saccharomyces cerevisiae*, jednak te korzystne wyniki uzyskano w badaniach realizowanych w warunkach *in vitro* (Jeyanathan i in., 2014). Wyniki badań *in vivo* u krów mlecznych nie są jednoznaczne. Z jednej strony zastosowanie *Saccharomyces cerevisiae* CNCM 1-1096 i CNCM 1-1077 (opracowanych przez Instytut Pasteura, Francja) nie przyniosło oczekiwanych efektów (Doreau i Jouany, 1998), natomiast zastosowanie szczepów CNCM i I-1079 *Saccharomyces cerevisiae*, *sp. Boulardii* zawartych w komercyjnym preparacie Levucell SC (Lallemand Animal Nutrition, Montréal, QC, Kanada) lub/i wyselekcjonowanych nowych szczepów *Saccharomyces cerevisiae* (o potwierdzonym w badaniach *in vitro* wpływie na wzrost rozkładu włókna) obniżyło o 7% emisję metanu w przeliczeniu na kg pobranej suchej masy, jednak przy równoczesnym wzroście kwasowości treści żwacza (Chung i in., 2011). *Propionibacterium P63*, *Lactobacillus plantarum 115*

i *Lactobacillus rhamnosus 32* osobno i w kombinacji nie obniżyły emisji metanu (Philippeau i in., 2017). Wydaje się, że praktyczne wykorzystanie probiotyków w obniżaniu emisji metanu przez wysokoprodukcyjne bydło oczekuje na rozwiązanie.

Podniesienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności pochodzenia bydłowego

Celem produkcji zwierzęcej jest dostarczenie konsumentom bezpiecznej żywności, uzyskanej w warunkach zapewniających zwierzętom dobrostan i ograniczających niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Liczne patogeny, takie jak *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. oraz *Listeria monocytogenes* mogą być przekazywane w łańcuchu pokarmowym i stanowić źródło chorób odzwierzęcych u ludzi (Didkowska i in., 2017). Wyniki aktualnych badań potwierdzają możliwość wykorzystania probiotyków w walce o redukcję zagrożenia zoonozami człowieka. Największe zagrożenie jest związane z obecnością bakterii szczepu O157 gatunku *Escherichia coli*, które produkują silne toksyny powodujące krwotoczną biegunkę i ostrą niewydolność nerek u dzieci. Wykazano, że zarówno kombinacja szczepów *Streptococcus bovis* LCB6 i *Lactobacillus gallinarum* LCB 12, wyizolowanych od dorosłego bydła, jak i kombinacja probiotyków *Lactobacillus acidophilus* NP51 i *Propionibacterium freudenreichii* NP24 redukują liczebność patogenów u cieląt i u dorosłego bydła mięsnego, a zatem są skuteczne w obniżaniu ryzyka zakażenia ludzi (Ohya i in., 2000; Wisener i in., 2014). Powyższe wyniki wskazują, że probiotyki mogą być stosowane w podniesieniu bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności pochodzenia bydłowego.

Podsumowanie

Wyniki badań ostatnich 30 lat potwierdzają skuteczność stosowania probiotyków w żywieniu bydła. Na podstawie przedstawionych wyników można potwierdzić korzystny efekt stosowania probiotyków na poprawę odporności na zakażenia patogenami wywołujący-

mi biegunki oraz na poprawę przyrostów masy ciała i wykorzystania pasz u cieląt. Najbardziej obiecującą grupę probiotyków dla cieląt stanowią wyselekcjonowane szczepy bakterii z rodzajów *Lactobacillus*, *Bacillus* i *Propionibacterium*. W żywieniu dorosłego bydła probiotyki są skuteczne w zapobieganiu dysfunkcjom metabolicznym żwacza oraz w poprawie zdrowotności i wydajności wysokoprodukcyjnych krów mlecznych. Najbardziej efektywną grupę probiotyków o tym kierunku oddziaływania stanowią wyselekcjonowane szczepy gatunku *Saccharomyces cerevisiae*, mniej skuteczne są szczepy gatunków bakterii należących do rodzajów *Lactobacillus* i *Propionibacterium*.

Wyselekcjonowane szczepy gatunku *Saccharomyces cerevisiae* okazały się skuteczne w obniżaniu emisji metanu, sięgającym 7%. Tę funkcję drożdży odkryto i potwierdzono w badaniach *in vitro*, jednak wyniki badań *in vivo* nie są jednoznaczne. Ta rozbieżność potwierdza potrzebę dalszych badań nad efektywnym wykorzystaniem probiotyków w ograniczeniu emisji metanu przez bydło.

Skuteczność stosowania probiotyków odnosi się wyłącznie do konkretnego, określonego szczepu, gatunku i rodzaju mikroorganizmu lub konkretnej, określonej mieszaniny mikroorganizmów oraz do ściśle określonych warunków żywieniowych.

Literatura

- Adams M., Luo J., Rayward D., King S., Gibson R., Moghaddam G. (2008). Selection of a novel direct-fed microbial to enhance weight gain in intensively reared calves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 145, 1: 41–52.
- Beauchemin K.A., Yang W.Z., Morgavi D.P., Ghorbani G.R., Kautz W., Leedle J.A.Z. (2003). Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 81: 1628–1640.
- Boyd J., West J.W., Bernard J.K. (2011). Effects of the addition of direct-fed microbials and glycerol to the diet of lactating dairy cows on milk yield and apparent efficiency of yield. *J. Dairy Sci.*, 94, 9: 4616–4622.
- Buenau R. von, Jaeckel L., Schubotz E., Schwarz S., Stroff T., Krueger M. (2005). *Escherichia coli* strain Nissle 1917: significant reduction of neonatal calf diarrhea. *J. Dairy Sci.*, 88, 1: 317–323.
- Chiquette J. (2009). Evaluation of the protective effect of probiotics fed to dairy cows during a subacute ruminal acidosis challenge. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 153, 3–4: 278–291.
- Chung Y.H., Walker N.D., McGinn S.M., Beauchemin K.A. (2011). Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in non-lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 94: 2431–2439.
- Conroy M.E., Shi H.N., Walker W.A. (2009). The long-term health effects of neonatal microbial flora. *Curr. Opin. Allergy. Clin. Immunol.*, 9: 197–201.
- Didkowska A., Orłowska B., Anusz K. (2017). Porównanie zagrożeń mikrobiologicznych i chemicznych w żywności ekologicznej i konwencjonalnej pochodzenia zwierzęcego. *Życie Wet.*, 92, 2: 125–127.
- Doreau M., Jouany J.P. (1998). Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 3214–3221.
- FAO (2006). Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome: Report FAO.
- Frizzo L., Zbrun M., Soto L., Signorini M. (2011). Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 169, 3: 147–156.
- Galina M., Ortiz-Rubio M., Delgado-Pertiñez M., Pineda L. (2009). Goat kid's growth improvement with a lactic probiotic fed on a standard base diet. *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens*, 85: 315–322.

- Hasunuma T., Kawashima K., Nakayama H., Murakami T., Kanagawa H., Ishii T., Akiyama K., Yasuda K., Terada F., Kushibiki S. (2011). Effect of cellooligosaccharide or synbiotic feeding on growth performance, fecal condition and hormone concentrations in holstein calves. *Anim. Sci. J.*, 82: 543–548.
- Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B., Morelli L., Canani R.B., Flint H.J., Salminen S. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.*, 11, 8: 506–514.
- Jeyanathan J., Martin C., Morgavi D.P. (2014). The use of direct-fed microbials for mitigation of ruminant methane emissions: a review. *Animal*, 8, 2: 250–261.
- Kenney N.M., Vanzant E.S., Harmon D.L., McLeod K.R. (2015). Direct-fed microbials containing lactate-producing bacteria influence ruminal fermentation but not lactate utilization in steers fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.*, 93, 5: 2336–2348.
- Klieve A.V., Hennessey D., Ouwerkerk D., Forster R.J., Mackie R.I., Attwood G.T. (2003). Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. *J. Appl. Microbiol.*, 95: 621–630.
- Klieve A.V., O’Leary M.N., McMillen L., Ouwerkerk D. (2007). *Ruminococcus bromii*, identification and isolation as a dominant community member in the rumen of cattle fed a barley diet. *J. Appl. Microbiol.*, 103: 2065–2073.
- Klieve A.V., McLennan S.R., Ouwerkerk D. (2012). Persistence of orally administered *Megasphaera elsdenii* and *Ruminococcus bromii* in the rumen of beef cattle fed a high grain (barley) diet. *Anim. Prod. Sci.*, 52, 5: 297–304.
- Kowalski Z.M., Górka P., Schlagheck A., Jagusiak W., Micek P., Strzetelski J. (2009). Performance of Holstein calves fed milk-replacer and starter mixture supplemented with probiotic feed additive. *J. Anim. Feed Sci.*, 18: 399–411.
- Le O., Dart P., Harper K., Zhang D., Schofield B., Callaghan M., Lisle A., Klieve A., McNeill D. (2016). Effect of probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* strain H57 on productivity and the incidence of diarrhoea in dairy calves. *Anim. Prod. Sci.*, 57, 5: 912–919.
- Leicester H.C.vdW., Robinson P.H., Erasmus L.J. (2016). Effects of two yeast based direct fed microbials on performance of high producing dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 215: 58–72.
- Luan S., Duersteler M., Galbraith E.A., Cardoso F.C. (2015). Effects of direct-fed *Bacillus pumilus* 8G-134 on feed intake, milk yield, milk composition, feed conversion, and health condition of pre- and postpartum Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 98, 9: 6423–6432.
- Malekkhahi M., Tahmasbi A.M., Naseriana A.A., Danesh-Mesgarana M., Kleenb J.L., AlZahal O., Ghaffari M.H. (2016). Effects of supplementation of active dried yeast and malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 213: 29–43.
- Malmuthuge N., Guan L.L. (2017). Understanding the gut microbiome of dairy calves: opportunities to improve early-life gut health. *J. Dairy Sci.*, 100, 7: 5996–6005.
- Malmuthuge N., Griebel P.J., Guan L.L. (2014). Taxonomic identification of commensal bacteria associated with the mucosa and digesta throughout the gastrointestinal tracts of preweaned calves. *Appl. Environ. Microbiol.*, 80 (6): 2021–2028.
- Malmuthuge N., Griebel P.J., Guan L.L. (2015). The gut microbiome and its potential role in the development and function of newborn calf gastrointestinal tract. *Front. Vet. Sci.*, 2, 36: 1–10.
- Marden J.P., Julien C., Monteils V., Auclair E., Moncoulon R., Bayourthe C. (2008). How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in high-yielding dairy cows? *J. Dairy Sci.*, 91, 9:

3528–3535.

- Monnerat J.P., Paulino P.V., Detmann E., Valadares Filho S.C., Valadares R.D., Duarte M.S. (2013). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and monensin on digestion, ruminal parameters, and balance of nitrogenous compounds of beef cattle fed diets with different starch concentrations. *Trop. Anim. Health Prod.*, 45, 5: 1251–1257.
- Ohya T., Marubashi T., Ito H. (2000). Significance of fecal volatile fatty acids in shedding of *Escherichia coli* O157 from calves: experimental infection and preliminary use of a probiotic – product. *J. Vet. Med. Sci.*, 62, 11: 1151–1155.
- Philippeau C., Lettat A., Martin C., Silberberg M., Morgavi D.P., Ferlay A., Berger C., Nozière P. (2017). Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal characteristics, methane emission, and milk fatty acid composition in cows fed high- or low-starch diets. *J. Dairy Sci.*, 100, 4: 2637–2650.
- Poppy G.D., Rabiee A.R., Lean I.J., Sanchez W.K., Dorton K.L., Morley P.S. (2012). A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 95, 10: 6027–6041.
- Stefańska B., Nowak W., Komisarek J., Taciak M., Barszcz M., Skomial J. (2017). Prevalence and consequence of subacute ruminal acidosis in Polish dairy herds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 101: 694–702.
- Stein D.R., Allen D.T., Perry E.B., Bruner J.C., Gates K.W., Rehberger T.G., Mertz K., Jones D., Spicer L.J. (2006). Effects of feeding propionibacteria to dairy cows on milk yield, milk components, and reproduction. *J. Dairy Sci.*, 89: 111–125.
- Sun P., Wang J.Q., Deng L.F. (2013). Effects of *Bacillus subtilis natto* on milk production, rumen fermentation and ruminal microbiome of dairy cows. *Animal*, 7: 2: 216–222.
- U.S. Dairy Cattle Industry (2008). United States Department of Agriculture, Dairy 2007. Part II: Changes in the U.S. Dairy Cattle industry, 1991–2007. Info Sheets of Center for Epidemiology and Animal Health, pp. 57–61.
- Uyeno Y., Shigemori S., Shimosato T. (2015). Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes Environ.*, 30, 2: 126–132.
- Vyas D., Uwizye A., Mohammed R., Yang W.Z., Walker N.D., Beauchemin K.A. (2014). The effects of active dried and killed dried yeast on subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 92, 2: 724–732.
- Wallace R.J., Snelling T.J., McCartney C.A., Tapio I., Strozzi F. (2017). Application of meta-omics techniques to understand greenhouse gas emissions originating from ruminal metabolism. *Genet. Sel. Evol.* 49: 1–11.
- Weiss W.P., Wyatt D.J., McKelvey T.R. (2008). Effect of feeding propionibacteria on milk production by early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91, 2: 646–652.
- Wisener L., Sargeant J., O'Connor A., Faires M., Glass-Kaaster S. (2014). The use of direct-fed microbials to reduce shedding of *Escherichia coli* O157 in beef cattle: a systematic review and meta-analysis. *Zoonoses Public Health*, 62, 62: 75–89.
- Xu H., Huang W., Hou Q., Kwok L., Sun Z., Ma H., Zhao F., Lee Y.K., Zhang H. (2017). The effects of probiotics administration on the milk production, milk components and fecal bacteria microbiota of dairy cows. *Sci. Bull.*, 62, 11: 767–774.
- Zhang R., Zhou M., Tu Y., Zhang N.F., Deng K.D., Ma T., Diao Q.Y. (2016). Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 100: 33–38.

PROBIOTICS IN CATTLE NUTRITION

Summary

The main activity site of probiotics used as feed additives in cattle nutrition is the gastrointestinal tract, and their purpose is to create or maintain beneficial composition of microflora as well as competitive exclusion of pathogens.

The colonization of a sterile gut by microbes in newborn calves gives rise to the gut microbiome, which is formed depending on external factors, including the mother's microflora, the parturition process, the type of feed, and the interaction between the calf's body and the microorganisms. Unfavourable environmental conditions (poor hygiene, improper feeding) disturb this process and result in the intestinal dysbiosis, which is conducive to the colonization by pathogens. The results of studies that have been performed since the 1980s showed the effectiveness of using probiotics in calves in the first weeks of life. They improve resistance to pathogenic infections, improve body weight gains and feed conversion. The most promising group of probiotics for calves are selected strains of *Lactobacillus*, *Bacillus* and *Propionibacterium* bacteria.

The gut microbiome in adult cattle is a complex, open and dynamic ruminal microbial ecosystem, which forms a sustainable environment, in which nutrients from feed are a substrate for the metabolic reactions of rumen microorganisms, and the main products of these reactions are used by the host's organism as a source of energy and protein. High-producing cattle have a high energy requirement, which must be met by rations that provide energy mainly from metabolism of carbohydrates quickly degraded in the rumen. Such diet composition increases digesta acidity, permanently disturbs fermentation balance, and alters composition of the microbial population, leading to dysfunction of the ruminal metabolic ecosystem. In the last 30 years, many studies evaluated the efficiency of probiotics in preventing ruminal metabolic dysfunctions and in improving the health and yields of high-producing dairy cows. It was found that the most effective probiotics in preventing rumen acidosis are selected strains of *Saccharomyces cerevisiae*, whereas combinations of yeast with *Enterococcus faecium*, *Megasphaera elsdeni* and *Ruminococcus bromii* bacteria are less effective. Selected strains of *Saccharomyces cerevisiae* are also efficient in improving health, performance, dry matter intake, milk composition and nutrient absorption in the hindgut of cows. Lower efficiency is shown by selected strains of *Lactobacillus* and *Propionibacterium* bacteria.

The presented research results concerning the application of probiotics cannot be used to make generalizations. They refer only to the efficiency of specific strains, species and types of microorganisms, specific mixtures of these, and strictly defined feeding conditions.

Key words: probiotics, bovine gut microbiome, intestinal dysbiosis in calves, dysfunction of the ruminal microbial ecosystem



Fot. D. Dobrowolska