

EFEKTYWNOŚĆ BAKTERII PROBIOTYCZNYCH, KWASU FUMAROWEGO I PREBIOTYKU W ŻYWIENIU KURCZĄT RZEŻNYCH

Franciszek Brzóska¹, Bogdan Śliwiński¹, Krystyna Stecka²,
Marek Wawrzyński³

¹Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
32-083 Balice k. Krakowa

²Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, Warszawa

³Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki – PIB, Rossocha, Sp. z o.o.

Doświadczenie 1 wykonano na 700 kurczętach brojlerach ROSS 308 podzielonych na 4 grupy, po 4 powtórzenia, otrzymujących bakterie kwasu mlekowego Lactobacillus plantarum KKP 595 i Lactobacillus rhamnosus KKP 825 oraz Enterococcus faecium M-74. Grupy doświadczalne porównywano z grupą bez dodatku (CON) i grupą otrzymującą antybiotyk paszowy Flawomycynę (ANT). Podawanie kurczętom probiotyków istotnie zwiększyło masę ciała kurcząt w porównaniu do grupy kontrolnej. Śmiertelność kurcząt była istotnie niższa w grupach doświadczalnych jak w grupie kontrolnej. Wykorzystanie paszy było istotnie niższe w grupach doświadczalnych. Nie stwierdzono różnic w masie ubijanych kurcząt, masie tuszek ciepłych i zimnych, a także w wydajności rzeźnej. Kurczęta otrzymujące antybiotyki i preparaty probiotyczne posiadały istotnie wyższy udział mięśni piersiowych, przy braku różnic w udziale mięśni nóg w masie ciała. Podawanie kurczętom preparatów probiotycznych, w porównaniu z grupą kontrolną bez dodatków i grupą otrzymującą antybiotyk paszowy, nie różnicowało istotnie zawartości suchej masy, białka ogólnego i tłuszczu surowego w mięśni piersiowym. Stwierdzono istotnie niższą zawartość trójglicerydów w osoczu krwi ptaków w grupach otrzymujących oba preparaty probiotyczne. Doświadczenie 2 wykonano na 27 tys. kurcząt brojlerów odmiany ROSS 308 podzielonych na dwie grupy. Grupa kontrolna otrzymywała kwas fumarowy i prebiotyk (oligosacharyd mannanu), a grupa doświadczalna te same dodatki z preparatem PROBIOS-B zawierającym bakterie Lactobacillus plantarum szczep KKP 595 i Lactobacillus rhamnosus szczep KKP 825. Kurczęta grupy doświadczalnej uzyskały nieistotnie wyższą masę ciała 42 dnia życia (o 12 g/szt.). Śmiertelność w obu grupach była wyrównana i wynosiła odpowiednio 38 i 37 ptaków/1000. Spożycie paszy w czasie 42 dni chowu kurcząt w obu grupach wynosiło łącznie 67 810 i 69 070 kg i było istotnie wyższe w grupie doświadczalnej ($P < 0,01$). Masa kurcząt przekazanych do ubojni wynosiła w grupach odpowiednio 34 417 i 35 285 kg i była istotnie wyższa w grupie doświadczalnej ($P < 0,01$). W grupie doświadczalnej uzyskano o 868 kg żywca drobiowego więcej niż w grupie kontrolnej, przy wyższym spożyciu mieszanki paszowej (o 1260 kg). Masa tuszki zimnej była wyrównana w obu grupach i nieistotnie wyższa w grupie kontrolnej. Nie stwierdzono istotnych różnic w masie mięśnia piersiowego i masie mięśni nóg kurcząt, a także w otluszczeniu kurcząt. Reasumując można stwierdzić, że preparaty probiotyczne korzystnie wpływają na zdrowotność kurcząt brojlerów, ograniczając ich śmiertelność. W doświadczeniach wykonywanych na mniej licznych populacjach ptaków i w chowie masowym stosowanie preparatów probiotycznych wraz z kwasem fumarowym i oligosacharydem mannanu poprawia efektywność zootechniczną produkcji drobiu rzeźnego i może być substytutem zakazanych do stosowania antybiotyków paszowych.

Dodatkiem paszowym stymulującym tworzenie się odporności swoistej ptaków na chorobotwórcze bakterie są bakterie kwasu mlekowego (LAB) określane jako probiotyki. Wraz z wodą i paszą do przewodu pokarmowego przedostają się naturalne bakterie kwasu mlekowego, w tym endotoksyny bakteryjne pochodzenia roślinnego (Tymczyzna i Bartecki, 2007). W naturalnym środowisku, w tym w przewodzie pokarmowym zwierząt, występują bakterie mlekowe homo- i heterofermentacyjne, różniące się profilem syntetyzowanych niskocząsteczkowych kwasów tłuszczowych. Selekcjonowane w laboratoriach bakterie kwasu mlekowego mają charakter homofermentacyjny, ukierunkowany na syntezę wyłącznie kwasu mlekowego. Ich działanie w preparatach probiotycznych polega na wzmacnianiu endogennej flory bakteryjnej przewodu pokarmowego oraz zakwaszaniu treści przewodu pokarmowego (Grela i Semeniuk, 1999; Simon i in., 2001; Vitini i in., 2001; Koenen i in., 2004). Wykazano, że niektóre szczepy bakterii probiotycznych syntezują substancje o działaniu bakteriobójczym, określane jako bakteriocyny (Fuller, 1989; Lonkar i in., 2005). Kontakt nowo narodzonych i wyklutych zwierząt z probiotycznymi bakteriami podawanymi w pierwszych dniach życia pobudza układ immunologiczny do syntezy przeciwciał skierowanych przeciw mikroorganizmom chorobotwórczym, w tym bakteriom z rodzaju *Clostridium spp.* i *Escherichia coli*, co wzmacnia odporność zwierząt na zakażenia bakteryjne (Dalloul i in., 2005; Haghghi i in., 2005).

W Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie z kolekcji mikroorganizmów wyselekcjonowano szczepy bakterii i drożdży potencjalnie przydatnych w żywieniu kurcząt rzeźnych, prosiąt, a także w zakiszaniu pasz. Wyniki wcześniejszych badań pozwoliły na wskazanie najkorzystniejszych szczepów bakterii i drożdży stosowanych pojedynczo lub podwójnie w żywieniu ptaków w aspekcie zmniejszenia upadków powodowanych schorzeniami przewodu pokarmowego, zwiększenia tempa wzrostu i masy ciała (Brzóska i in., 1999 ab; Brzóska i in., 2007; Brzóska i Stecka, 2007).

Dalsze prace wykazały, że czynnikiem wzmacniającym oddziaływanie bakterii probiotycznych jest równoczesne podawanie ptakom w paszy niskocząsteczkowych kwasów organicznych, w tym kwasu fumarowego lub mrówkowego (Ricke, 2003; Brzóska, 2007). Dalszą poprawę wyników chowu kurcząt rzeźnych uzyskano stosując obok probiotyków i kwasów organicznych oligosacharyd mannanu. Substancja ta należąca do wielocukrów pełni funkcję ochronną dla jelita ślepego i grubego przed kolonizacją chorobotwórczych bakterii, a sama nie jest hydrolizowana i trawiona. Jej pozytywny wpływ na zwierzęta potwierdzono w badaniach naukowych (Collins i Gibson, 1999; Patterson i Burkholder, 2003; Jamroz i in., 2004).

Celem doświadczenia pierwszego było sprawdzenie efektywności dwóch wyselekcjonowanych szczepów bakterii probiotycznych, *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus rhamnosus* w żywieniu kurcząt rzeźnych, podczas którego porównywano je z preparatem komercyjnym dopuszczonym do obrotu na rynku dodatków paszowych, zawierającym bakterię z rodzaju *Enterococcus faecium*. Celem doświadczenia drugiego była weryfikacja wyników doświadczeń eksperymentalnych w skali produkcyjnej.

Jako hipotezę naukową przyjęto, że pomimo odrębności gatunkowej szczepy bakterii kwasu mlekowego użyte w badaniach powinny wykazywać podobną efektywność żywieniową w chowie kurcząt rzeźnych.

Material i metody

Doświadczenie 1

Badania wykonano na 700 kurczętach rzeźnych Ross 308, podzielonych na 4 grupy, każda w 4 powtórzeniach, utrzymywanych na ściółce z wiór drzew liściastych, ze swobodnym dostępem do mieszanki pełnoporcjowej i wody. Kurczęta otrzymywały paszę starter (1–21 dni) i grower (22–42 dni) bez dodatków bakterii (kontrola negatywna, CON), z antybiotykiem (kontrola pozytywna, ANT), z bakteriami probiotycznymi (grupa doświadczalna 3, Probiotyk 1) i z bakteriami probiotycznymi (grupa doświadczalna 4, Probiotyk 2). Probiotyk 1 zawierał bakterie z rodzaju *Lactobacillus plantarum* szczep KKP 595 i *Lactobacillus rhamnosus* szczep KKP 825, o koncentracji 1×10^9 j.k.t. i był preparatem niekomercyjnym na etapie badania efektywności produkcyjnej. Bakterie pochodziły z kolekcji Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. Probiotyk 2 zawierał bakterię *Enterococcus faecium* szczep M-74 o koncentracji 5×10^9 i był preparatem komercyjnym. Grupy doświadczalne 3 i 4 otrzymywały ponadto prebiotyk (oligosacharyd mannanu BIOMOS, ORFA Polska Sp. z o.o.) i krystaliczny kwas fumarowy. BIOMOS stosowano w ilości 1,5 g/kg, a kwas fumarowy w ilości 9,7 g/kg mieszanki paszowej. Bakterie kwasu mlekowego podawano w wodzie w ilości 4 mln komórek/ptaka/dzień w okresie 4–6 oraz 22–24 dnia życia. Gęstość obsady piskląt wynosiła 17 szt./m². 42. dnia życia obciążenie powierzchni kurnika wynosiło średnio 39 kg masy kurcząt/m². Jednodniowe kurczęta zakupiono w komercyjnej wylęgarni. Początkowa masa ciała kurcząt wynosiła średnio $43,9 \pm 0,4$ g. Mieszanki paszowe wykonano we własnej mieszalni pasz. Premiksy bez i z dodatkiem antybiotyku pochodziły z firmy BASF Kutno. Mieszanka paszowa grupy kontrolnej (ANT) zawierała 5 mg/kg antybiotyku Flawomycyny. Stosowanie antybiotyku zaniechano 5 dni przed ubojem kurcząt. W programie ochrony piskląt w fermie doświadczalnej Instytutu Zootechniki – PIB kurczęta w okresie 1–3 dnia życia otrzymywały preparat przeciw biegunce w formie 10% roztworu Sca-nofloxu w ilości 1 ml/1 litr wody. 7. dnia życia kurczęta szczepiono przeciw chorobie Gumboro, a 18. dnia życia przeciwko chorobie Newcastle. Szczepionki podawano w wodzie pitnej. W czasie pierwszych 14 dni kurczęta otrzymywały kompleks witamin Vitazol podawany w wodzie.

Codziennie określano pobranie paszy. Oznaczano je w 4 powtórzeniach dla każdej grupy ptaków. Wszystkie kurczęta ważono 21. i 42. dnia życia, oznaczając masę ciała. Wyliczano wykorzystanie paszy (kg/kg masy ciała) i śmiertelność ptaków. Ostatniego dnia doświadczenia z każdej grupy wybierano losowo 12 kurcząt (6 kogutków i 6 kurek), oznaczano masę ciała i ubijano. Oznaczano masę tuszki ciepłej i wyliczano wydajność rzeźną. Ważono żołądki, wątroby i nogi. Tuszki przechowywano 24 godziny w temp. 5°C, po czym ponownie ważono oznaczając masę schłodzoną i wyliczano wydajność rzeźną zimną. Tuszki poddawano dysekcji z oceną udziału partii mięśnia piersiowego i mięśnia uda w masie tuszki. Podział tuszek wykonano zgodnie z procedurą opisaną przez Zgłobicę i Różycką (1972), oznaczając masę mięśnia piersiowego, masę nogi, masę skóry, masę tłuszczu okołonerkowego i płatów tłuszczu. Do analiz chemicznych pobrano próbki mięśnia piersiowego, które na-

stępnie zmielono i zamrożono w szczelnie zamkniętych pojemnikach plastikowych w temperaturze -18°C . Analizy wykonano po 30 dniach.

W próbkach mięśni piersiowych oznaczano suchą masę, białko ogólne, tłuszcz surowy i popiół surowy. Analizy mieszanek paszowych i mięśni kurcząt wykonano metodami analitycznymi, zgodnie z Rozporządzeniem MRiRW (2008), stosowanymi w akredytowanym Centralnym Laboratorium Instytutu Zootechniki – PIB w Aleksandrowicach. W czasie uboju pobierano próbki krwi kurcząt do probówek zawierających heparynę, wirowano, a osocze zamrażano. Glukozę oznaczano w świeżym osoczu, a białko całkowite, trójglicerydy, cholesterol całkowity i lipidy wysokiej gęstości (HDL) w osoczu po rozmrożeniu. Analizy wykonano metodami enzymatycznymi z użyciem zestawów laboratoryjnych firmy Cormay Diagnostyka Polska.

Doświadczenie 2

W badaniach użyto 27 tys. kurcząt Ross 308, podzielonych na dwie grupy po 13,5 tys. i umieszczonych w dwóch równolegle położonych obok siebie budynkach w Zakładzie Doświadczalnym Rossocha Sp. z o.o.. Kurczęta utrzymywano na ściółce ze słomy. Mieszanek paszową podawano automatycznymi ciągami transportowymi, a wodę z poidel kropelkowych. Na 1 m^2 powierzchni trzymano 26 piskląt. Obciążenie pod koniec tuczu wynosiło 48 kg masy kurcząt/ m^2 kurnika. Mieszanki paszowe przeznaczone na pierwszy i drugi okres chowu pochodziły z Wytwórni Pasz Babsk, oddział firmy PROVIMI i nie zawierały żadnych dodatków paszowych stymulujących wzrost ptaków. Wobec ryzyka padnięć, ptaki w grupie kontrolnej (CON) otrzymywały mieszanek pełnoporcjową wzbogaconą wyłącznie w prebiotyki (preparat BIOMOS) w ilości $1,5\text{ g/kg}$ paszy w pierwszym okresie (1–21 dni) i $1,0\text{ g/kg}$ paszy w drugim okresie (22–42 dni) oraz kwas fumarowy w ilości $9,7\text{ g/kg}$ paszy. Grupa doświadczalna (DOS) otrzymywała taką samą mieszanek paszową wzbogaconą w bakterie kwasu mlekowego. Preparat probiotyczny PROBIOMIX-B zawierał bakterie *Lactobacillus plantarum* szczep KKP 595 i *Lactobacillus rhamnosus* szczep KKP 825, produkcji Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. Mieszanka paszowa zawierała standardowy kokcydiostatyk. Preparat probiotyczny podawano po rozcieńczeniu w wodzie w ilości sugerowanej przez producenta $0,3\text{ g/szt./dobę}$. Masę ciała kurcząt określano na próbie 100 szt. wybieranych losowo z obu stad 21. i 42. dnia życia, z uwzględnieniem płci. Ostatniego dnia doświadczenia, po zważeniu kurcząt, z każdej grupy wybrano losowo po 8 ptaków, oznaczono ich masę ciała i dokonano uboju. Po schłodzeniu tuszek następnego dnia dokonano dyssekcji, oznaczając masę mięśnia piersiowego, masę mięśnia nogi oraz tłuszczu okołonerkowego i płatów tłuszczu. Wyliczono wydajność rzeźną kurcząt i otłuszczenie tuszek. Ponadto, skontrolowano zużycie paszy na pierwszy i drugi oraz łącznie na cały okres chowu kurcząt.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej analizą wariancji i nowym wielokrotnym testem rozstępu oraz testem studenta t z użyciem pakietu statystycznego Statgraphics 4.0 Plus.

Wyniki

Doświadczenie 1

Skład i wartość pokarmową mieszanek paszowych z doświadczenia 1 podano w tabeli 1. Podawanie kurczętom probiotyku 1 i probiotyku 2 (grupa bez dodatków vs grupa z antybiotykiem) zwiększyło istotnie masę ciała kurcząt o około 20–40 g w porównaniu do grupy kontrolnej. Śmiertelność kurcząt w grupach doświadczalnych była istotnie niższa niż w grupie kontrolnej. Nie różniła się od śmiertelności ptaków otrzymujących antybiotyki paszowy. Spożycie mieszanek paszowych było wyrównane, a wykorzystanie paszy istotnie niższe ($P < 0,05$) w grupach doświadczalnych, u ptaków otrzymujących preparaty probiotyczne (tab. 2). Nie stwierdzono różnic w masie ubijanych kurcząt, masie tuszek ciepłych i zimnych, a także w wydajności rzeźnej. Kurczęta otrzymujące antybiotyk i preparaty probiotyczne posiadały istotnie wyższy udział mięśni piersiowych ($P < 0,01$) w porównaniu z ptakami z grupy kontrolnej, przy braku różnic w udziale mięśni nóg w masie ciała. Nie stwierdzono istotnych różnic w masie żołądków, wątroby i tłuszczu zapasowego liczonego łącznie dla tłuszczu okołonerkowego i płatów tłuszczowych (tab. 3). Podawanie kurczętom preparatów probiotycznych w porównaniu z żywieniem w grupie kontrolnej (bez dodatków) i grupie, w której ptaki otrzymywały antybiotyk paszowy nie różnicowało istotnie zawartości suchej masy, białka ogólnego i tłuszczu surowego w mięśniu piersiowym. Podawanie kurczętom preparatu probiotycznego 1 zmniejszyło istotnie ($P < 0,01$), a preparatu probiotycznego 2 istotnie zwiększyło poziom glukozy w osoczu krwi ($P < 0,01$). Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości białka całkowitego, cholesterolu całkowitego i lipoprotein o wysokiej gęstości. Stwierdzono natomiast istotnie niższą ($P < 0,01$) zawartość trójglicerydów w osoczu krwi ptaków otrzymujących oba preparaty probiotyczne (tab. 4).

Doświadczenie 2

Kurczęta grupy doświadczalnej uzyskały wyższą masę ciała w 42. dniu życia (o 12 g/szt.). Różnice były nieistotne. Śmiertelność w obu grupach była wyrównana i wynosiła odpowiednio 3,8 i 3,7%. Spożycie paszy w czasie 42 dni chowu kurcząt w obu grupach wynosiło odpowiednio 67 810 i 69 070 kg i było istotnie wyższe w grupie ptaków otrzymujących bakterie probiotyczne ($P < 0,01$). Masa kurcząt przekazanych do ubojni wynosiła w grupach 34 417 i 35 285 kg i różniła się istotnie ($P < 0,01$). Masa tuszki zimnej była wyrównana w obu grupach, wyższa o 12 g/szt. w grupie kontrolnej, lecz nie różniła się istotnie. Nie stwierdzono istotnych różnic w masie mięśnia piersiowego i masie mięśni nóg kurcząt, a także w ich otluszczeniu (tab. 5).

Tabela 1. Materiały paszowe mieszanek i ich wartość pokarmowa ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) (doświadczenie 1)
 Table 1. Materials and feed additives of feed mixtures and their feeding value ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) (Experiment 1)

Wyszczególnienie Item	Dieta/Mieszanka paszowa Diet/Feed mixture	
	1–21 dni/days (starter)	22–42 dni/days (grower)
Materiały i dodatki paszowe: Materials and feed additives:		
śruta kukurydzy ground maize	28,88	32,88
śruta pszenicy ground wheat	30,60	30,10
śruta poekstrakcyjna sojowa soybean meal	32,00	28,50
śruta poekstrakcyjna rzepakowa rapeseed meal	4,00	4,00
dwufosforan wapnia dicalcium phosphat	1,70	1,70
kreda pastewna fodder chalk	0,60	0,60
NaCl	0,35	0,35
L-lizyna HCl (78%) L-lysine HCl (78%)	0,11	0,11
DL-metionina (99%) DL-methionine (99%)	0,14	0,14
premiks witaminowo-mineralny ¹ vitamin-mineral premix ¹	0,50	0,50
kwas fumarowy fumaric acid	0,97	0,97
oligosacharyd mannanu mannan oligosaccharide	0,15	0,15
Składniki pokarmowe w 1 kg s.m.: Nutrients in kg d.m.:		
białko ogólne/crude protein (g)	224,6	213,8
lizyna/lysine (g)	12,7	11,3
metionina + cysteina/methionine + cysteine (g)	4,9	4,3
wapń/calcium (g)	8,1	8,4
fosfor/phosphorus (g)	6,7	8,6
energia metaboliczna/metabolizable energy (MJ)	12,34	12,19

¹Premiks w 1 kg diety starterowej zawierał (IU): wit. A 13 5000; wit. D₃ 3600 oraz (mg): wit. E 45; wit. B₁ 3,25; wit. B₂ 7,5; wit. B₆ 5; wit. B₁₂ 0,0325; wit. K₃ 3; biotyna 0,15; kwas nikotynowy 45; pantotenuan wapnia 15 mg; kwas foliowy 1,5; chlorek choliny 100; Mn 100; Cu 1,75; Fe 76,5; Se 0,275; I 1; Zn 75; Co 0,4; Endox (przeciwutleniaacz) 125; Sincox (kokcydiostatyk) 1 g i Ca 0,679 g.

Premiks w kg diety growerowej zawierał (IU): wit. A 12 000; wit. D₃ 3250 oraz (mg): wit. E 40; wit. B₁ 2; wit. B₂ 7,25; wit. B₆ 4,25; wit. B₁₂ 0,03; wit. K₃ 2,25; biotyna 0,1; kwas nikotynowy 40; pantotenuan wapnia 12; kwas foliowy 1,0; chlorek choliny 450; Mn 100; Cu 1,75; Fe 76,5; Se 0,275; I 1; Zn 75; Co 0,4; Endox (przeciwutleniaacz) 125; Sincox (kokcydiostatyk) 1 g i Ca 0,79 g.

¹Premix in 1 kg starter diet contained (IU): vit. A 135000; vit. D₃ 3600 and (mg): vit. E 45; vit. B₁ 3.25; vit. B₂ 7.5; vit. B₆ 5; vit. B₁₂ 0.0325; vit. K₃ 3; biotin 0.15; nicotinic acid 45; calcium panthotenate 15 mg; folic acid 1.5; choline chloride 100; Mn 100; Cu 1.75; Fe 76.5; Se 0.275; I 1; Zn 75; Co 0.4; Endox (antioxidant) 125; Sincox (coccidiostat) 1 g and Ca 0.679 g.

Premix in 1 kg grower diet contained (IU): vit. A 12000; vit. D₃ 3250 and (mg): vit. E 40; vit. B₁ 2; vit. B₂ 7.25; vit. B₆ 4.25; vit. B₁₂ 0.03; vit. K₃ 2.25; biotin 0.1; nicotinic acid 40; calcium panthotenate 12; folic acid 1.0; choline chloride 450; Mn 100; Cu 1.75; Fe 76.5; Se 0.275; I 1; Zn 75; Co 0.4; Endox (antioxidant) 125; Sincox (coccidiostat) 1 g and Ca 0.79 g.

Tabela 2. Masa ciała, śmiertelność i wykorzystanie paszy (doświadczenie 1)
Table 2. Body weight, mortality and feed utilization (Experiment 1)

Wyszczególnienie Item	CON	ANT	MOS + FUA		SD
			Probiotyk 1 Probiotic 1	Probiotyk 2 Probiotic 2	
Masa ciała, 21. dzień życia (g) Body weight, 21 days (g)	647	662	650	651	111
Masa ciała, 42. dzień życia (g) Body weight, 42 days (g)	2238 aA	2256 bB	2278 bB	2265 bB	309
Śmiertelność (%) Mortality (%)	3,3 bB	2,8 aA	3,0 aA	2,8 aA	0,4
Spożycie paszy (kg/ptaka) Feed intake (kg/bird)	3,93	3,96	3,92	3,97	0,51
Wykorzystanie paszy (kg/kg masy ciała) Feed utilization (kg/kg body weight)	1,77 b	1,77 b	1,74 a	1,74 a	0,23

a, b – wartości w wierszach z różnymi literami różnią się istotnie ($P < 0,05$).

A, B – wartości w wierszach z różnymi literami różnią się istotnie ($P < 0,01$).

CON – bez bakterii probiotycznych i antybiotyku,

ANT – antybiotyk,

MOS – oligosacharyd mannanu,

FUA – kwas fumarowy,

SD – odchylenie standardowe.

a, b – values in rows with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

A, B – values in rows with different letters differ significantly ($P < 0.01$).

CON – without probiotic bacteria and antibiotic,

ANT – antibiotic,

MOS – mannan oligosaccharide,

FUA – fumaric acid,

SD – standard deviation.

Tabela 3. Masa ubojowa, wydajność rzeźna, masa mięsna piersi i nogi (doświadczenie 1)
Table 3. Slaughter weight, dressing percentage, weight of breast and leg muscles (Experiment 1)

Wyszczególnienie Item	CON	ANT	MOS + FUA		SD
			Probiotyk 1 Probiotic 1	Probiotyk 2 Probiotic 2	
Ubojowa masa ciała (g) Slaughter weight (g)	2252	2270	2286	2227	182
Masa tuszki ciepłej (g) Warm carcass weight (g)	1698	1706	1736	1664	183
Masa tuszki schłodzonej (g) Cold carcass weight (g)	1657	1663	1692	1632	173
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage (%)	75,40	75,15	75,94	74,72	1,44
Mięśnie piersi (% masy ciała) Breast muscles (% body weight)	23,4 aA	24,6 bB	24,2 bB	26,0 bB	1,09
Mięśnie nóg (% masy ciała) Leg muscles (% body weight)	20,1	20,1	20,8	20,5	1,12
Żołądek (% masy ciała) Gizzard (% body weight)	1,6	1,6	1,8	1,8	0,17
Wątroba (% masy ciała) Liver (% body weight)	2,5	2,3	2,4	2,4	0,20
Thuszcz zapasowy (% masy ciała) Depot fat (% body weight)	2,7	2,3	2,2	2,2	0,25

Oznaczenia – jak w tabeli 2.

For explanations see Table 2.

Tabela 4. Skład chemiczny mięśni piersi i wskaźniki osocza krwi (doświadczenie 1)
Table 4. Chemical composition of breast muscles and blood plasma indicators (Experiment 1)

Wyszczególnienie Item	CON	ANT	MOS + FUA		SD
			Probiotyk 1 Probiotic 1	Probiotyk 2 Probiotic 2	
Skład chemiczny mięśni (% s.m.): Chemical composition of muscles (% d.m.):					
sucha masa dry matter	25,70	25,25	25,01	24,88	0,53
białko ogólne crude protein	23,64	23,84	23,91	23,70	0,11
ekstrakt eterowy ether extract	0,86	0,93	0,87	0,90	0,39
Wskaźniki osocza krwi (mg/dl): Blood plasma indicators (mg/dl):					
glukoza glucose	275,24 aA	277,77 aA	267,30 aA	318,10 bB	5,35
białko całkowite total protein	3,06	2,90	3,10	3,07	0,24
trójglicerydy triglycerides	35,41 bB	31,14 bB	27,37 aA	24,36 aA	4,55
cholesterol całkowity total cholesterol	129,5	120,3	127,0	119,2	11,96
HDL	96,25	93,99	96,89	88,57	8,61

Oznaczenia – jak w tabeli 2.
For explanations see Table 2.

Tabela 5. Wyniki produkcyjne (doświadczenie 2)
Table 5. Production results (Experiment 2)

Wyszczególnienie Item	CON	DOS	SD
Śmiertelność (%) Mortality (%)	3,8	3,7	0,3
Spożycie paszy w 42. dniu (kg/kurnik) Feed intake on day 42 (kg/hen house)	67 810 aA	69 070 bB	2111
Masa kurcząt w 42. dniu (kg) Body weight on day 42 (kg)	34 417 aA	35 285 bB	890
Wykorzystanie paszy (kg/kg masy ciała) Feed utilization (kg/kg body weight)	1,97	1,96	0,25
Masa ciała w 42. dniu (g) Body weight on day 42 (g)	2244	2256	209
Masa tuszki zimnej (g) Cold carcass weight (g)	1786	1774	189
Masa mięśnia piersiowego (g) Breast muscle weight (g)	429	431	25
Masa mięśnia nogi (g) Leg muscle weight (g)	162	160	14
Masa tłuszczu (g) Fat weight (g)	42	43	8
Otluszczenie (%) Fatness (%)	2,35	2,42	0,31

Oznaczenia – jak w tabeli 2.
For explanations see Table 2.

Omówienie wyników

Korzystne działanie probiotyków na organizm ptaków polega na zakwaszaniu treści jelitowej i produkcji antibakteryjnych bakteriocyn, zwiększaniu aktywności enzymów jelitowych, stymulowaniu odporności nabytej organizmu i odporności miejscowej w obrębie błony śluzowej przewodu pokarmowego. Zagadnienia te opisane zostały szczegółowo, m.in. w pracach Fullera (1989) i Lonkara i in. (2005). Stwierdzono również ujemny wpływ bakterii z rodzaju *Lactobacillus* na populacje pasożytniczych pierwotniaków z rodzaju *Eimeria acervulina* bytujących w przewodzie pokarmowych kurcząt (Dalloul i in., 2005). W innych badaniach uzyskano ujemny wpływ bakterii *Enterococcus faecium* na kurczęta zakażone chorobotwórczą bakterią *Salmonella pullorum* (Audisio i in., 2000). W bakteriach kwasu mlekowego o działaniu probiotycznym upatruje się czynnik ograniczający śmiertelność ptaków, powodowaną biegunkami wywoływanymi endotoksynami bakteryjnymi, szczególnie toksynami bakterii z rodzaju *Clostridium* spp. i *Escherichia coli*. Bakterie kwasu mlekowego stosowane jako probiotyki otrzymywane są z treści pokarmowej i odchodów zwierząt, a często z zakwaszonych produktów mleczarskich, stąd ich efektywność probiotyczna jest silnie zróżnicowana w obrębie poszczególnych gatunków. Bakterie kwasu mlekowego testowane są na wydajność metaboliczną syntezy kwasu mlekowego, zdolność syntezy bakteriocyn, a także odporność na zmienny odczynu przewodu pokarmowego zwierząt. Wyselekcjonowane laboratoryjnie szczepy bakterii poddawane są ocenie efektywności żywieniowej na zwierzętach. Potrzeba takich badań zrodziła współpracę Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego z Instytutem Zootechniki – PIB. Do chwili obecnej przetestowano około 16 szczepów bakterii kwasu mlekowego i drożdży z kolekcji IBPR-S, w tym m.in. takie bakterie, jak *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. salivarius*, *L. raffinolactis*, *L. amylovorus*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus cereus* var. *toyot*, *Pediococcus* spp., *Sacharomyces cerevisiae* i *Pichia guilliermondi*. Wybrane rodzaje szczepów bakteryjnych opatentowano i wdrożono do produkcji.

W doświadczeniu 1 użyto bakterii *L. plantarum* KKP 593 i *Lactobacillus rhamnosus* KKP 825, a także jeden z preparatów komercyjnych znajdujący się w obrocie towarowym, zawierający bakterię *Enterococcus faecium* M-74. Oba preparaty zawierające bakterie stosowano wraz z kwasem fumarowym jako zakwaszaczem i oligosacharydem mannanu jako prebiotykum. Wyniki badań wskazały, że oba preparaty nie różnicują istotnie masy ciała kurcząt w 21. i 42. dniu życia w porównaniu do ptaków grupy kontrolnej i grupy ptaków otrzymujących antybiotyk paszowy Flawomycynę. Śmiertelność ptaków była wyrównana, natomiast wykorzystanie paszy było lepsze w grupach ptaków otrzymujących preparaty probiotyczne. Lepsze wykorzystanie paszy przez ptaki otrzymujące bakterie probiotyczne skłania do wysunięcia hipotezy naukowej, że preparaty tego typu mogą zwiększać aktywność enzymów trawiennych, co może przekładać się na większą retencję aminokwasów lub energii, a tym samym lepsze wykorzystanie diety.

Wyniki badań odbiegają od rezultatów wcześniejszych prac, gdzie stwierdzono istotny spadek śmiertelności kurcząt otrzymujących bakterie probiotyczne, porównywalny ze stosowaniem antybiotyku paszowego, przy 2–3% wzroście masy ciała

kurcząt w czasie 42 dni życia (Simon i in., 2001; Jadamus i in., 2005; Brzóska i in., 1999 ab). Jakkolwiek spadek śmiertelności ptaków bywa regułą w tego typu badaniach, w tej pracy był on niewielki i wynosił średnio 4,5 ptaka/1000 szt. w porównaniu do grupy kurcząt nie otrzymujących badanych bakterii. Poglądy na temat redukcji śmiertelności kurcząt poprzez stosowanie w paszy bakterii probiotycznych są rozbieżne, bowiem badania prowadzone są w bardzo zróżnicowanych warunkach, przy użyciu mikroorganizmów o różnej sile oddziaływania na kurczęta (Timmerman i in., 2006), a także w zróżnicowanych warunkach zoohigienicznych i przy różniącej się obsadzie ptaków. W dyskusjach na temat śmiertelności kurcząt podkreśla się, że w warunkach prac naukowych prowadzonych na niewielkich liczbach ptaków, w na ogół bardzo dobrych warunkach zoohigienicznych, przy rozrzedzeniu obsady piskląt do 17 szt./m² niezwykle trudno jest uzyskać istotną poprawę ich przeżywalności. W warunkach produkcyjnych obsada ptaków i obciążenie powierzchni kurników są znacznie większe, co pogarsza warunki zoohigieniczne chowu ptaków i częściej pozwala uzyskać korzystny efekt stosowania preparatów probiotycznych. Taką reakcją kurcząt rzeźnych na zastosowane probiotyki obserwowano w doświadczeniu 2. Przepisy Unii Europejskiej zmierzają do wypracowania zaleceń, aby końcowe obciążenie powierzchni w kurnikach ze ściółowym utrzymaniem kurcząt rzeźnych nie przekraczało 33–35 kg żywca na 1 m² powierzchni. W doświadczeniu 2 wskaźnik ten był znacząco przekroczony.

Nie stwierdzono istotnego wpływu badanych czynników na jakość tuszek kurcząt w chowie masowym, wydajność rzeźną i udział w nich najcenniejszych partii mięsa. Potwierdza to wyniki wcześniejszych badań wskazujących, że preparaty probiotyczne, w tym stosowane z zakwaszczem i prebiotykiem, nie powodują istotnych zmian jakości tuszek kurcząt rzeźnych (Brzóska i in., 1999 ab, 2007; Ramasamy i in., 2006). Wyjątkiem jest uzyskanie w grupach doświadczalnych istotnego przyrostu masy mięśni piersiowych, co jest cechą pożądaną. Udział mięśni piersiowych w tuszkach kurcząt jest cechą silnie determinowaną genetycznie. Zależności takiej nie stwierdzono w innych badaniach i trudno ją uzasadnić procesami metabolicznymi zachodzącymi w organizmach rosnących kurcząt.

W grupie doświadczalnej stwierdzono istotne zwiększenie poziomu glukozy w surowicy krwi kurcząt otrzymujących dodatek bakterii *Enterococcus faecium* M-74, co sugerowałoby wyższe pobranie paszy, jakkolwiek istotnych różnic w spożyciu paszy nie stwierdzono. Powyższy fakt nie znajduje uzasadnienia fizjologicznego.

W doświadczeniu 2 wykonanym w warunkach produkcyjnych na dwóch grupach kurcząt rzeźnych, zasiedlających dwa równolegle położone budynki, po 13,5 tys. ptaków w każdym, stwierdzono, że podawanie kurczętom preparatu probiotycznego PROBIOMIX-B zawierającego bakterie *L. plantarum* KKP 593 i *Lactobacillus rhamnosus* KKP 825, w porównaniu do ptaków grupy kontrolnej, otrzymujących wyłącznie prebiotyk oligosacharyd mannanu i kwas fumarowy, nie różnicowało istotnie śmiertelności ptaków. Wyrównana była również masa kurcząt. Nie udało się doświadczenia tego wykonać na ptakach grupy kontrolnej, pozbawionych oligosacharydu mannanu i kwasu fumarowego, wobec obawy o możliwe masowe upadki i stratę ekonomiczną. Mimo wyrównanych wyników uzyskanych na próbach losowych ptaków w zakresie masy ciała, wydajności rzeźnej i masy mięśni piersiowych, zastosowanie trzech ba-

danych czynników, w tym bakterii kwasu mlekowego wraz z kwasem fumarowym i prebiotykiem, dało wyższą produkcję żywca drobiowego w porównaniu do stosowania samego prebiotyku o około 868 kg, przy wyższym spożyciu mieszanki paszowej o 1260 kg. Wobec braku wyników badań prowadzonych w podobnej skali, danych tych nie można zweryfikować, jakkolwiek dają one pogląd na produkcyjną efektywność stosowania w żywieniu kurcząt rzeźnych bakterii kwasu mlekowego, zakwaszaczy i prebiotyków, jako substytutów antybiotyków paszowych. Pomimo dużej obsady piskląt i obciążenia powierzchni dorosłymi kurczętami preparat probiotyczny okazał się mniej skuteczny aniżeli się spodziewano, jakkolwiek wyższa produkcja kurcząt do uboju była faktem. Obserwacje tego rodzaju należałoby zdecydowanie powtórzyć.

Reasumując można stwierdzić, że stosowanie w żywieniu kurcząt rzeźnych bakterii probiotycznych z rodzaju *Lactobacillus plantarum* szczep KKP 595 i *Lactobacillus rhamnosus* szczep KKP 825 oraz *Enterococcus faecium* szczep M-74, użytych wraz z kwasem fumarowym i oligosacharydem mannanu, jest porównywalna do stosowania antybiotyku Flawomycyny, a wyższa niż kurcząt rzeźnych utrzymywanych bez stosowania tych dodatków paszowych. Efektywność paszowa bakterii z rodzaju *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus rhamnosus* nie różniła się istotnie od efektywności bakterii *Enterococcus faecium*.

W warunkach masowej produkcji, przy wysokiej obsadzie kurcząt na jednostkę powierzchni, stosowanie bakterii probiotycznych, kwasu fumarowego i oligosacharydu mannanu pozwala utrzymać śmiertelność ptaków poniżej 4%, co przyjęto jako poziom maksymalny, dopuszczalny w masowym chowie kurcząt rzeźnych. Badane czynniki zwiększają produkcję żywca drobiowego z budynków zasiedlonych kurczętami rzeźnymi, przy wyższym spożyciu paszy i jej wykorzystaniu na poziomie 1,96 kg/kg masy ciała. Badane bakterie kwasu mlekowego o działaniu probiotycznym korzystnie wpływają na zdrowotność kurcząt brojlerów, ograniczając ich śmiertelność. W doświadczeniach wykonywanych na mniej licznych populacjach ptaków i w chowie masowym stosowanie preparatów probiotycznych wraz z kwasem fumarowym i oligosacharydem mannanu poprawia efektywność zootechniczną produkcji drobiu rzeźnego i może być substytutem zakazanych do stosowania antybiotyków paszowych.

Piśmiennictwo

- Audisio C.M., Oliver G., Apella M.C. (2000). Protective effect of *Enterococcus faecium* J 96, a potential strain, on chicken infected with *Salmonella pullorum*. J. Food Protec., 10: 1333–1337.
- Brzóśka F. (2007). Efektywność kwasów organicznych i synbiotyku w żywieniu kurcząt rzeźnych. Med. Wet., 63 (7): 831–835.
- Brzóśka F., Stecka K. (2007). Effect of probiotic, prebiotic and acidifier on the body weight of broiler chickens, feed conversion, and carcass and meat composition. Ann. Anim. Sci., 7 (2): 279–288.
- Brzóśka F., Grzybowski R., Stecka K., Pieszka M. (1999 a). Nutritive efficiency of selected probiotic microorganisms in chicken broilers. Ann. Anim. Sci. – Roczn. Nauk. Zoot., 26 (4): 291–301.
- Brzóśka F., Grzybowski R., Stecka K., Pieszka M. (1999 b). Effect of probiotic microorganisms vs. antibiotics on chicken broiler body weight, carcass yield and carcass quality. Ann. Anim. Sci. – Roczn. Nauk. Zoot., 26 (4): 303–315.

- Brzóska F., Bulucheckij S., Stecka K., Śliwiński R. (2007). The effect of lactic acid bacteria and mannan oligosaccharide, with or without fumaric acid, on chicken performance, slaughter yield and digestive tract microflora. *J. Anim. Feed Sci.*, 16: 241–251.
- Collins M.D., Gibson G.R. (1999). Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69 (Suppl. 1): 1042S–1057S.
- Dalloul R.A., Lillehoj H.S., Tamim N.M., Shellem T.A., Doerr J.A. (2005). Induction of local protective immunity to *Eimeria acervulina* by a Lactobacillus-based probiotic. *Comparative Immunol., Microbiol. Infect. Dis.*, 28 (5/6): 352–361.
- Fuller R. (1989). Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66: 365–378.
- Grela E., Semeniuk W. (1999). Probiotyki w produkcji zwierzęcej. *Med. Wet.*, 55: 222–228.
- Haghighi H.R., Gong Jian Hua, Gyles C.L., Hades M.A., Sanel B., Parvizi P., Gisavi H., Chambers J.R., Sharif S. (2005). Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. *Clinic. Diagnost. Lab. Immunol.*, 12 (12): 1387–1392.
- Jadamus A., Vahjen W., Simon O. (2005). Studies on the mode of action of probiotics: effect of the spore-specific dipicolinic acid on selected intestinal bacteria. *J. Agric. Sci.*, 143 (6): 529–535.
- Jamroz D., Wiliczekiewicz A., Orda J., Wiertelcki T., Skorupińska J. (2004). Response of broiler chickens to the diets supplemented with feeding antibiotic or mannoooligosaccharides. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, 7, 2.
- Koenen M.E., Kramer J., Hulst R. van der, Heres L., Jeurissen S.H.M., Biersma W.J.A. (2004). Immunomodulation by probiotic lactobacilli in layer- and meat-type chicken. *Brit. Poultry Sci.*, 45: 355–366.
- Lonkar P., Harne S.D., Kalorey D.R., Kurkure N.V. (2005). Isolation, *In vitro* antibacterial activity, bacterial sensitivity and plasmid profile of Lactobacilli. *Asian-Australian J. Anim. Sci.*, 18 (9): 1336–1342.
- Patterson J.A., Burkholder K.M. (2003). Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Sci.*, 82: 627–631.
- Ramasamy K., Norhani A., Syed J., Wong M.C.V.L., Ho Yin Wan (2006). Effects of Lactobacillus feed supplementation on cholesterol, fat content and fatty acid composition of the liver, muscle and carcass of broiler chickens. *Anim. Res.*, 55 (1): 77–82.
- Ricke S.C. (2003). Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry Sci.*, 82: 632–639.
- Rozporządzenie MRiRW (2008). Rozporządzenie z dnia 6 marca 2006 r. w sprawie metodyki postępowania analitycznego w zakresie określania zawartości składników pokarmowych i dodatków paszowych w materiałach paszowych, premiksach, mieszankach paszowych i paszach leczniczych. *Dz. U. RP Nr 54, poz. 389*.
- Simon O., Jadamus A., Vahjen W. (2001). Probiotic feed additives – effectiveness and expected modes of action. *J. Anim. Sci.*, 10, Suppl. 1: 51–67.
- Timmerman H.M., Veldman A., Elsen E., Rombouts F.M. van der, Beynen A.C. (2006). Mortality and growth performance of broilers given drinking water supplemented with chicken-specific probiotics. *Poultry Sci.*, 85 (8): 1383–1388.
- Tymczyna L., Barteccki P. (2007). Bioaerozole i endotoksyny bakteryjne jako czynnik zagrożeń w rolnictwie. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 34 (1): 3–12.
- Vitini E., Alvarez S., Medina M., Medici M., Budeguer M.V. de, Perdigon G. (2001). Gut mucosal immunostimulation by lactic acid bacteria. *Biocell*, 24: 223–232.
- Zglobica A., Różycka B. (1972). *Metodyka analizy rzeźnej tuszki kurcząt*. PWRiL, Warszawa, ss. 72–85.

FRANCISZEK BRZÓSKA, BOGDAN ŚLIWIŃSKI, KRYSZYNA STECKA,
MAREK WAWRZYŃSKI

Efficiency of probiotic bacteria, fumaric acid and prebiotic in broiler chicken production

SUMMARY

Experiment 1 was performed with 700 Ross 308 broiler chickens divided into 4 groups with 4 replications, which received lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum* KKP 595 and *Lactobacillus rhamnosus* KKP 825) and *Enterococcus faecium* M-74. The experimental groups were compared with the untreated group (CON) and the group receiving feed antibiotic Flavomycin (ANT). Giving probiotics to broilers significantly increased the body weight of chickens compared to the control group. Mortality was significantly lower in the experimental groups compared to the control group. Feed utilization was significantly lower in the experimental groups. No differences were found in the weight of slaughtered chickens, warm and cold carcass weight or dressing percentage. Chickens receiving the antibiotic and probiotics had a significantly higher proportion of breast muscles, with no differences in the proportion of leg muscles in body weight. Compared to the untreated control group and the group receiving the feed antibiotic, giving probiotics to chickens did not cause significant differences in the dry matter, crude protein and crude fat content of breast muscle. Plasma triglycerides were significantly lower in the blood of birds from the groups receiving both probiotics.

Experiment 2 was performed with 27 000 Ross 308 broilers assigned to two groups. The control group received fumaric acid and prebiotic (mannan oligosaccharide), and the experimental group received the same supplements with PROBIOS-B preparation containing *Lactobacillus plantarum* strain KKP 595 and *Lactobacillus rhamnosus* strain KKP 825. The experimental chickens had non-significantly higher body weight (by 12 g/bird) at 42 days of age. Mortality was similar in both groups (38 and 37 birds/1000, respectively). Feed intake during 42 days of rearing in both groups totalled 67 810 and 69 070 kg, being significantly higher in the experimental group ($P < 0.01$). The body weight of chickens transported to a slaughterhouse was 34 417 and 35 285 kg, respectively, being significantly higher in the experimental group ($P < 0.01$). In the experimental group, 868 kg more live chickens were obtained than in the control group, with 1260 kg higher feed intake. Cold carcass weight was similar in both groups and non-significantly higher in the control group. No significant differences were found in the weight of breast muscle, weight of leg muscles or chicken fatness.

It is concluded that probiotics have a beneficial effect on broiler health as they reduce mortality. In the experiments with smaller populations of birds and in mass breeding, the use of probiotics with fumaric acid and mannan oligosaccharide improves the efficiency of broiler production and can replace banned feed antibiotics.

Key words: broiler chickens, probiotics, production efficiency, performance, slaughter yield, feed utilization