Praca oryginalna *Original paper*

Efektywność odchowu indyków żywionych paszą z dodatkiem ekstraktu drożdży Saccharomyces cerevisiae

DARIUSZ MIKULSKI, KRZYSZTOF KOZŁOWSKI, JAN JANKOWSKI, JOANNA BLOK, ZYGMUNT SOBOLEWSKI*

Katedra Drobiarstwa Wydziału Bioinżynierii Zwierząt UWM, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn
*Animal Trade Sp. z o.o., ul. Poleczki 47, 02-822 Warszawa

Mikulski D., Kozłowski K., Jankowski J., Blok J., Sobolewski Z.

Efficacy of yeast extract Saccharomyces cerevisiae in turkey feeding

Summary

The aim of this study was to examine the effect of dietary supplementation with the yeast extract Saccharomyces cerevisiae on the growth performance of turkeys. Big-6 male turkeys were fed a mixture without any feed additives (control group), with an addition of yeast extract Saccharomyces cerevisiae (0.5 kg/t) containing mannan-oligosaccharides and beta-glucans or a combination of yeast extract (0.5 kg/t) with Cygro coccidiostat (5 ppm). Turkeys were reared for 18 weeks to determine the effect of the yeast extract or coccidiostat on performance results, the content of the coccidia oocysts and dry mater in the feces, the moisture of the litter and foot pad of the birds. In comparison with the control group, after 4 weeks the addition of the yeast extract to the mixture increased ($P \leq 0.05$) the body weight gain by 6.8%. In the 18 weeks period the body weight gain was higher by 2.5% ($P > 0.05$). The body weight gain of birds fed the diet with a combination of the yeast extract and coccidiostat Cygro were higher after 4 weeks by 8.7% ($P \leq 0.05$), and after 18 weeks by 4.7% ($P \leq 0.01$), than in the control group. In both groups of turkeys fed a diet with yeast extract a clear improvement of the Rearing Efficiency Index for 11.0-13.8% ($P \leq 0.05$) and a decrease of bird mortality was affirmed. At the ages of 35 and 105 days the greatest amount ($P \leq 0.05$) of the dry matter were determined in the feces of turkeys fed the diet with a combination of the yeast extract and coccidiostat Cygro. There was no influence of the yeast extract or coccidiostat Cygro on the coccidia oocysts amount in the feces, litter moisture and the appearance of the birds' foot pad.

Keywords: turkeys, extract Saccharomyces cerevisiae, performance

W stymulowaniu odporności ptaków ważną rolę odgrywają biostymulatory prebiotyczne. Są to składniki nietrawione w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastrycznych, które stymulują selektywnie wzrost i/lub aktywność pożądanej mikroflory jelitowej u zwierząt, hamując przy tym rozwój enteropatogenów. W ostatnim czasie zwraca się uwagę na rolę oligosacharydów, których zastosowanie może być elementem strategii zwalczania infekcji jelitowych u zwierząt bez udziału antybiotyków. Niektóre oligosacharydy mają bowiem bezpośredni hamujący wpływ na rozwój bakterii patogennych, tj. *E. coli*, *Salmonella*, *Campylobacter* (7, 10, 21, 23).

Biologicznie aktywnymi są 1,3-1,6-β-glukany wyekstrahowane ze ścian komórkowych niektórych szczepów drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Są one też składnikami ścian komórkowych niektórych bakterii i grzybów, a także roślin zbożowych (owies, jęczmień, żyto). Beta-glukany wykazują silne właściwości immunostymulujące, których efektem jest wzrost aktywności lizozymu, makrofagów i neutrofili oraz zawartości gammaglobulin i białka całkowitego w surowicy (9, 15, 22). W badaniach na kurczętach stwierdzono, że beta-glukany stymulują fagocytozę i mają bezpośredni hamujący wpływ na rozwój bakterii patogennych pałeczek *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli, Clostridium* i *Campylobacter* (7, 10).

W ostatnich latach wiele uwagi poświęca się badaniom wpływu oligosacharydów mannanu (MOS) na mikroflorę przewodu pokarmowego. Są one pozyskiwane również ze ściany komórkowej drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Mogą działać jak prebiotyki, stwarzając sprzyjające warunki dla rozwoju korzystnych bakterii jelitowych *Lactobacillus spp.* (4). Wykazują one podobne właściwości jak sacharydy ścian jelitowych, wykorzystywane przez wiele bakterii patogennych do zasiedlania jelita. Ich aktywność biologiczna polega na zjawisku preferencyjnego łączenia się drob-

noustrojów chorobotwórczych z cząsteczkami oligosacharydu zamiast ze specyficznymi cukrami komórek nabłonka jelitowego (12). Mannanoligosacharydy, dzięki zdolności wiązania i neutralizowania bakterii patogennych (24), wspomagają beta-glukany w stymulacji mechanizmów obronnych, aktywizują enzymy trawienne i zwiększają wchłanianie składników pokarmowych z paszy. Umożliwia to zwiększenie produkcyjności drobiu (2, 7, 26) oraz zmniejszenie śmiertelności ptaków i podatności ich na zakażenia układu pokarmowego i oddechowego. Koncicki i wsp. (8) stwierdzili, że dodatek 0,25-0,5% MOS do paszy spowodował łagodniejszy przebieg kolibakteriozy u indyków. Według Stanley i wsp. (21), włączenie 0,1% MOS do paszy może być także elementem profilaktyki kokcydiozy w odchowie kurcząt.

Celem badań było określenie wpływu ekstraktu z drożdży *Saccharomyces cerevisiae* w paszy na wyniki odchowu indyków rzeźnych.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w doświadczalnej fermie drobiu Katedry Drobiarstwa UWM w Olsztynie. Odchów prowadzono w kojcach (10 m^2 każdy) na ściółce, w budynku o kontrolowanych warunkach środowiska, zgodnych z zaleceniami firmy British United Turkeys Ltd. (1). Program świetlny obejmował w pierwszych 36 godzinach całodobowe oświetlenie o intensywności 100 lx, a następnie aż do końca odchowu 14 L : 10 D. W okresie od 3. do 7. dnia intensywność światła zmniejszono do 5 lx, a następnie od 5. tygodnia życia stopniowo zwiększano do 15 lx. Wymianę powietrza do 7. tygodnia odchowu utrzymywano na poziomie 0,4-0,5 m^3/h/kg masy ciała i 7-8 m^3/h/kg od 8. tygodnia do końca. W 1. dniu pisklęta zaszczepiono szczepionką Nobilis TRT. Ptaki miały stały dostęp do paszy i do świeżej wody pitnej. Każdy kojec wyposażono w karmidło napełniane automatycznie z odpowiedniego silosu przez komputer. Ptaki żywiono granulowanymi mieszankami pszenno-sojowymi według 4-stopniowego programu żywienia, w tym starter (1-28 dni), grower 1 (29-56 dni), grower 2 (57-84 dni) i finiszer (85-126 dni). Wartość pokarmowa mieszanek paszowym była zgodna z zaleceniami British United Turkeys Ltd. (1).

Do badań użyto 630 jednodniowych piskląt indorów Big-6, które rozmieszczono losowo w 3 grupach żywieniowych, w każdej grupie 7 powtórzeń (kojców) po 30 ptaków. Indyki z grupy kontrolnej (K) żywiono mieszankami bez żadnych dodatków paszowych. W pozostałych grupach indyki żywiono mieszankami z dodatkiem preparatu Alphamune™ w ilości 0,5 kg/t (grupa AL) lub z dodatkiem Alphamune™ (0,5 kg/t) i kokcydiostatyku Cygro w ilości 5 ppm (grupa AL+CY). Preparat Alphamune™ (Alpharma, Norwegia) jest ekstraktem uzyskiwanym ze ścian komórkowych drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, który w swoim składzie zawiera mannanoligosacharydy (28%) i 1,3-1,6-beta-glukany (26%).

Indyki odchowywano do wieku 126 dni. W każdym kojcu na bieżąco rejestrowano spożycie paszy, śmiertelność i brakowania ptaków wraz z ich przyczynami. W 28., 56., 84. i 126. dniu odchowu indyki ważono indywidualnie. W 35., 70. i 105. dniu odchowu w każdym kojcu przeprowadzono ocenę jakości ściółki metodą punktową w skali od 1 do 10 (1 – mokra ściółka, 10 – sucha ściółka). Z każdego kojca pobrano po 3 próby świeżego kałomoczu, w których oznaczono zawartość suchej masy i liczbę oocyst kokcydii (OPG) metodą McMaster. Po zakończeniu odchowu, w zakładzie ubojowym, u wszystkich indyków przeprowadzono ocenę wyglądu skóry stóp metodą punktową w skali od 0 do 2 (0 – brak uszkodzeń, 1 – łagodne uszkodzenia, 2 – duże uszkodzenia).

Uzyskane średnie wyniki dla każdego powtórzenia w grupie analizowano statystycznie jednoczynnikową analizą wariancji ANOVA, a istotność różnic miedzy grupami określono testem Duncana, przy poziomie $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i omówienie

Wyniki odchowu indyków przedstawiono w tabeli 1. Już po 28 dniach odchowu przyrosty masy ciała indyków z grupy AL były większe o 6,8% ($p \leq 0,05$) niż w grupie kontrolnej. W przeliczeniu za okres 56, 84 i 126 dni odchowu przyrosty indyków z grupy AL były większe, odpowiednio, o 3,2%, 2,7% i 2,5%, przy czym różnic nie potwierdzono statystycznie ($p > 0,05$).

Tab. 1. Wyniki odchowu indyków

Okres odchowu, dni	K	AL	AL+CY	SEM
Przyrosty masy ciała, kg/sztukę				
0-28	$1,03^{b}$	$1,10^{a}$	$1,12^{a}$	0,015
0-56	$4,04^{b}$	$4,17^{ab}$	$4,24^{a}$	0,034
0-84	$8,98^{b}$	$9,22^{ab}$	$9,42^{a}$	0,079
0-126	$16,27^{B}$	$16,68^{AB}$	$17,03^{A}$	0,107
Spożycie paszy, kg/sztukę				
0-28	$1,66^{B}$	$1,82^{A}$	$1,91^{A}$	0,032
0-56	$6,96^{B}$	$7,59^{A}$	$7,63^{A}$	0,107
0-84	$18,55^{B}$	$19,70^{A}$	$20,29^{A}$	0,224
0-126	$47,24^{B}$	$48,51^{AB}$	$50,12^{A}$	0,408
Zużycie paszy, kg/kg przyrostu masy ciała				
0-28	1,69	1,69	1,71	0,015
0-56	1,79	1,85	1,81	0,013
0-84	2,12	2,17	2,14	0,011
0-126	2,87	2,86	2,86	0,017
Śmiertelność indyków, %				
0-126	7,87	5,38	3,45	0,325
Indeks Efektywności Odchowu, pkt.				
0-28	202^{b}	231^{a}	235^{a}	6
0-126	362^{b}	402^{a}	412^{a}	9

Objaśnienia: K – grupa kontrolna (bez dodatków paszowych); AL – ekstrakt drożdży *Saccharomyces cerevisiae* (0,5 kg/t); AL+CY – ekstrakt drożdży (0,5 kg/t) z kokcydiostatykiem Cygro (5 ppm); średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie A, B – $p \leq 0,01$, a, b – $p \leq 0,05$

Największe przyrosty masy ciała, we wszystkich badanych okresach odchowu stwierdzono u indyków żywionych paszą z dodatkiem preparatu Alphamune™ i kocydiostatyku Cygro (AL+CY). Po 4 tygodniach odchowu przyrosty masy ciała indyków AL+CY były większe o 8,7% ($p \leq 0,05$) niż w grupie kontrolnej. Po 56 i 84 dniach odchowu przyrosty masy ciała indyków z grupy AL+CY były większe o ok. 5% ($p \leq 0,05$), natomiast po zakończeniu odchowu w 126. dniu o 4,7% ($p \leq 0,01$) niż w grupie kontrolnej.

Spożycie paszy za okres 28, 56 i 84 dni odchowu w obu grupach z Alphamune™ było istotnie ($p \leq 0,01$) większe niż w grupie kontrolnej. W przeliczeniu za cały okres 126 dni odchowu spożycie paszy w grupie AL i AL+CY było większe, odpowiednio, o 2,7% ($p > 0,05$) i 6,1% ($p \leq 0,01$) niż w grupie kontrolnej.

Wyniki zużycia paszy były we wszystkich grupach zbliżone, pomimo znacznych różnic pomiędzy grupami w przyrostach masy ciała i spożyciu paszy. W przeliczeniu za cały okres 126 dni odchowu zużycie paszy wynosiło 2,86-2,87 kg paszy/kg przyrostu masy ciała.

Największą śmiertelność (7,9%) odnotowano u indyków z grupy kontrolnej. Śmiertelność u indyków żywionych paszą z dodatkiem preparatu Alphamune™ (AL) lub Alphamune™ i Cygro (AL+CY) była, odpowiednio, o 2,5 lub 4,5 punktów procentowych mniejsza niż w grupie kontrolnej. Główną przyczyną śmiertelności indyków do 4. tygodnia życia były przypadki zaczopowania przewodu pokarmowego na skutek zjadania ściółki, a także charłactwo, niewydolność nerek i choroba okrągłego serca.

Indeks Efektywności Odchowu indyków z grupy AL i z grupy AL+CY w porównaniu do grupy kontrolnej był większy o 14,4-16,3% ($p \leq 0,05$) w wieku 28 dni i 11,0-13,8% ($p \leq 0,05$) za cały okres odchowu.

Wyniki badania kałomoczu na zawartość suchej masy i obecność oocyst kokcydii oraz oceny wilgotności ściółki i skóry stóp indyków przedstawiono w tab. 2. Zawartość suchej masy odchodów wykazywała duże zróżnicowanie między grupami. W wieku 35 i 105 dni największą ($p \leq 0,05$) zawartość suchej masy odnotowano w odchodach indyków żywionych paszą z dodatkiem Alphamune™ i kokcydiostatyku Cygro. Z kolei w wieku 70 dni statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) więcej suchej masy stwierdzono w kałomoczu indyków z grupy kontrolnej, w porównaniu do pozostałych grup z dodatkiem Alphamune™. W pierwszym badaniu (35 dni) oocysty kokcydii stwierdzono tylko w kale indyków z grupy AL (1100 oocyst/g). W drugim badaniu (70 dni) oocysty kokcydii identyfikowano w kale indyków z grupy kontrolnej (OPG = 98) i z grupy AL (OPG = 7). Z kolei w trzecim badaniu (105 dni) nie stwierdzono obecności oocyst kokcydii w żadnej z badanych próbek kałomoczu. Dodatek preparatu Alphamune™ lub kokcydiostatyku Cygro do paszy dla indyków nie wpłynął istotnie na jakość ściółki w kojcach ani też na wygląd skóry stóp u ptaków.

Tab. 2. Wyniki badania kałomoczu na zawartość suchej masy i obecność oocyst kokcydii oraz oceny wilgotności ściółki i skóry stóp indyków

Wiek, dni	K	AL	AL+CY	SEM
Sucha masa kałomoczu, %				
35	$20,99^{b}$	$20,72^{Bb}$	$21,69^{Aa}$	0,188
70	$19,60^{A}$	$18,20^{B}$	$18,29^{B}$	0,293
105	$18,33^{B}$	$18,13^{B}$	$18,76^{A}$	0,133
Liczba oocyst kokcydii/g kałomoczu (OPG)				
35	0	1100	0	–
70	98	7	0	–
105	0	0	0	–
Wilgotność ściółki, pkt.				
35	7,14	7,64	7,43	0,164
70	6,29	6,14	6,14	0,214
105	5,29	6,00	5,57	0,271
Ocena skóry stóp, pkt.				
126	1,60	1,69	1,68	0,058

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Uzyskane w niniejszych badaniach zwiększenie przyrostów masy ciała indyków żywionych paszą z dodatkiem mannanoligosacharydów i beta-glukanu potwierdzają także inni autorzy w badaniach na indykach (3, 5, 6, 19, 24) i kurczętach (7, 13, 14, 16, 26). Według zgodnej opinii, poprawa wyników odchowu ma związek z korzystnym wpływem składników ściany komórkowej drożdży *Saccharomyces cerevisiae* na rozwój, morfologię i wskaźniki metabolizmu przewodu pokarmowego indyków (2) i kurcząt (16, 20, 26). W jelicie cienkim kurcząt stwierdzono zwiększenie wielkości i powierzchni kosmków (16, 26). Z kolei Santos i wsp. (17) stwierdzili korzystny wpływ MOS i beta-glukanów zawartych w preparacie Alphamune™ na wysokość kosmków, grubość grudek chłonnych, głębokość krypt i liczbę komórek kubkowych jelita cienkiego indyków już po 7 dniach odchowu. W grudkach chłonnych znajdują się komórki dendryczne, które odpowiadają za stymulowanie odpowiedzi immunologicznej, zwiększając ruchliwość jelita, produkcję śluzu i syntezę immunoglobulin IgA (11). W treści jelit ślepych indyków dodatek 0,5% MOS zwiększył zawartość LKT (szczególnie octanów i maślanów) i obniżył koncentrację amoniaku (25). Wynikiem tych zmian w morfologii jelit i wskaźnikach metabolizmu jest lepsze trawienie, absorpcja składników pokarmowych w jelicie cienkim i poprawa odporności swoistej oraz zwiększenie przyrostów masy ciała nawet po 7-14 dniach odchowu (3).

Pośrednio poprawa wyników odchowu drobiu wynika też z immunostymulującego działania beta-glukanów. Mechanizm ten polega na wiązaniu glukanów z receptorami komórek efektorowych, tj. makrofagów, monocytów, neutrofilów, limfocytów T i B. Komórki

te poprzez swoiste receptory rozpoznają strukturę prebiotyku i za jego pośrednictwem uruchamiają procesy odpowiedzi immunologicznej. Pobudzone komórki efektorowe wyzwalają sygnał sekrecyjny, tj. produkcję odpowiednich cytokin, które aktywują makrofagi i limfocyty. Gdy w organizmie pojawi się drobnoustrój chorobotwórczy, pobudzone tą drogą makrofagi atakują go, stymulując jednocześnie poprzez limfocyty układ immunologiczny do produkcji swoistych przeciwciał (18, 23). Z kolei mannoza oligosacharydów treści pokarmowej wiąże bakterie patogenne i ogranicza kolonizację śluzówki ścian jelita przez te bakterie. Jest to możliwe w przypadku bakterii, u których występują receptory (wypustki), tj. fimbrie typu I reagujące z D mannozą. Ich główną funkcją jest ułatwianie przylegania bakterii do powierzchni komórek nabłonka u zwierząt (np. w celu zakażenia lub kolonizacji). Przyjmuje się, że dotyczy to ok. 70-80% szczepów *E. coli* oraz *S. enteritidis* i *S. typhimurium* (12, 20).

W niniejszym doświadczeniu dodatek preparatu Alphamune™ lub kokcydiostatyku do paszy dla indyków nie wpłynął na liczebność oocyst kokcydii w kałomoczu. W badaniach Stanley i wsp. (21) włączenie 0,1% MOS do paszy dla kurcząt spowodowało podobną tendencję ograniczenia liczby oocyst kokcydii w ściółce.

Podsumowując, mannanoligosacharydy i beta-glukany będące składnikami preparatu Alphamune™ mogą być nie tylko przyjazną dla środowiska i konsumentów alternatywą zwalczania i ochrony przed infekcjami jelitowymi u indyków bez udziału antybiotyków, ale także elementem strategii stymulowania wzrostu w odchowie tych ptaków.

Piśmiennictwo

1. *Anon.*: B.U.T. Big 6 Commercial Performance Goals. British United Turkeys Ltd. Warren Hall, Broughton, Chester CH4 0EW, England.
2. *Bradley G. L., Savage T. F., Timm K. I.*: The effects of supplementing diets with Saccharomyces cerevisiae var. boulardii on male poult performance and ileal morphology. Poult. Sci. 1994, 73, 1766-1770.
3. *Fairchild A. S., Grimes J. L., Jones F. T., Wineland M. J., Edens F. W., Sefton A. E.*: Effects of hen age, Bio-Mos, and Flavomycin on poult susceptibility to oral Escherichia coli challenge. Poult. Sci. 2001, 80, 562-571.
4. *Flickinger E. A., Fahey G. C.*: Pet food and feed applications of inulin, oligofructose, and other oligosaccharides. Brit. J. Nut. 2002, 87, 5297-5300.
5. *Fritts C. A., Waldroup P. W.*: Evaluation of Bio-Mos mannan oligosaccharide as a replacement for growth promoting antibiotics in diets for turkeys. Int. J. Poult. Sci. 2003, 2, 19-22.
6. *Huff G. R., Huff W. E., Rath N. C., Solis F. de los Santos, Farnell M. B., Donoghue A. M.*: Influence of hen age on the response of turkey poults to cold stress, Escherichia coli challenge, and treatment with a yeast extract antibiotic alternative. Poult. Sci. 2007, 86, 636-642.
7. *Huff G. R., Huff W. E., Rath N. C., Tellez G.*: Limited treatment with β-1,3/1,6-glucan improves production values of broiler chickens challenged with Escherichia coli. Poult. Sci. 2006, 85, 613-618.
8. *Koncicki A., Jankowski J., Zduńczyk Z., Mazur-Gonkowska B., Krasnodębska-Depta A.*: Effect of mannan-oligosaccharide on the course of turkey infection with HEV and E. coli. Medycyna Wet. 2004, 60, 968-971.
9. *Li J., Xing J., Li D., Wang X., Zahao L., Lu S., Huang D.*: Effects of β-glucan extracted from Saccharomyces cerevisae on humoral and cellular immunity in weaned pig. Arch. Anim. Nutr. 2005, 59, 303-312.
10. *Lowry V. K., Farnell M. B., Ferro P. J., Swaggerty C. L., Bahl A., Kogut M. H.*: Purified 1/3-β-glucan as an abiotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against Salmonella enterica serovar Enteritidis. Int. J. Food Microbiol. 2005, 98, 309-318.
11. *Macpherson A. J., Harris N. L.*: Interactions between commensal intestinal bacteria and the immune system. Nat. Rev. Immunol. 2004, 4, 478-485.
12. *Newman K. E.*: Mannan-oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. Biotechnology in the feed industry. Proc. Alltech 10th Annual Symp., Nottingham University Press, Loughborough, Leics, UK 1994, s. 167-174.
13. *Onifade A. A., Babatunde G. M., Afonja S. A., Ademola S. G., Adesina E. A.*: The effect of a yeast culture addition to a low-protein diet on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. Poult. Sci. 1998, 77 (Suppl. 1), 44 (Abstr.).
14. *Onifade A. A., Odunsi A. A., Babatunde G. M., Olorede B. R., Muma E.*: Comparison of the supplemental effects of Saccharomyces cerevisiae and antibiotics in low-protein and high-fiber diets fed to broiler chicken. Arch. Anim. Nutr. 1999, 52, 29-39.
15. *Pelizon A. C., Kaneno R., Soares A. M. V. C., Meira D. A., Sartori A.*: Immunomodulatory activities associated with β-glucan drived from Saccharomyces cerevisae. Physiol. Res. 2005, 54, 557-564.
16. *Santin E., Maiorka A., Macari M., Greece M., Sancheez J. C., Okada T. M., Myasaka A. M.*: Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing Saccharomyces cerevisiae cell wall. J. Appl. Poult. Res. 2001, 10, 236-244.
17. *Santos F., Donoghue A. M., Farnell M. B., Huff G. R., Huff W. E., Donoghue D. J.*: Gastrointestinal maturation is accelerated in turkey poults supplemented with a mannan-oligosaccharide yeast extract (Alphamune). Poult. Sci. 2007, 86, 921-930.
18. *Scott H., DiLuzio N. R.*: Glucan-induced enhancement of host resistance to selected infectious diseases. Infect. Immun. 1980, 30, 51-57.
19. *Sims M. D., Dawson K. A., Newman K. E., Srping P., Hooge D. M.*: Effects of dietary mannan oligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on the live performance and intestinal microbiology of turkeys. Poult. Sci. 2004, 83, 1148-1154.
20. *Spring P., Wenk C., Dawson K. A., Newman K. E.*: The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentration of enteric bacteria in the ceca of Sfl/mond/n-challenged broiler chicks. Poult. Sci. 2000, 79, 205-211.
21. *Stanley V. G., Gray C., Daley M., Krueger W. F., Sefton A. E.*: An alternative to antibiotic-based drugs in feed for enhancing performance of broilers grown on Eitiwrin-spp.-infected litter. Poult. Sci. 2004, 83, 39-44.
22. *Tzianabos A. O.*: Polysaccharide immunomodulators as therapeutic agents: Structural aspects and biologic function. Clin. Microbiol. Rev. 2000, 13, 523--533.
23. *Van Immerseel F., De Buck J., Pasmans F., Bohez L., Martel A., Boyen F., De Gussem K., Haesebrouck F., Ducatelle R.*: Mannan-oligosaccharides (Alphamune) in chicken feed decrease colonization of Salmonella in chickens early after infection. Ghent University, Merelbeke, Belgium, and Alpharma, Berchem, Belgium 2000.
24. *Zduńczyk Z., Juskiewicz J., Jankowski J., Biedrzycka E., Koncicki A.*: Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkey to diets with different levels of mannan-oligosaccha-ride. Poult. Sci. 2005, 84, 903-909.
25. *Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Jankowski J., Koncicki A.*: Performance and caecal adaptation of turkeys to diets without or with antibiotic and with different levels of mannan-oligosaccharide. Arch. Anim. Nutr. 2004, 53, 367--378.
26. *Zhang A. W., Lee B. D., Lee S. K., Lee K. W., An G. H., Song K. B., Lee C. H.*: Effects of yeast (Saccharomyces cerevisiae) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. Poult. Sci. 2005, 84, 1015-1021.

Adres autora: dr hab. Dariusz Mikulski, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; e-mail: dariusz.mikulski@uwm.edu.pl