

Wpływ wybranych dodatków paszowych na przebieg kokcydiozy u drobiu

SYLWESTER ŚWIĄTKIEWICZ, ANNA ARCZEWSKA, JERZY KORELESKI

Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Instytutu Zootechniki – Państwowego Instytutu Badawczego,
ul. Krakowska 1, 32-083 Balice

Świątkiewicz S., Arczewska A., Koreleski J.

Effect of chosen feed additives on coccidiosis in poultry

Summary

The aim of the article was to present results of experiments on the effect of feed additives on the consequences of coccidiosis in poultry. It was concluded, basing on literature data, that probiotics, mannan-oligosaccharides, betain and some herbal extracts may be effective in alleviating the severity of coccidiosis in poultry. The mode of action of these additives is, among others, connected with their beneficial effect on intestinal microflora and immunostimulation. Natural feed additives may also enhance the efficiency of vaccination against coccidiosis.

Keywords: poultry, coccidiosis, probiotics, mannan-oligosaccharides, betain, herbs

Dodatki paszowe można zdefiniować jako substancje, mikroorganizmy lub preparaty inne niż materiał paszowy lub premiksy, które są celowo wprowadzane do paszy lub wody w celu uzyskania korzystnego wpływu na właściwości paszy, właściwości środków spożywczych pochodzenia zwierzęcego, zaspokojenia potrzeb pokarmowych zwierząt, uzyskania poprawy wskaźników produkcyjnych, dobrostanu i zmniejszenia negatywnego wpływu produkcji zwierzęcej na środowisko. Niektóre z nich, szczególnie należące do kategorii zootechnicznych dodatków paszowych, wykazują pozytywne oddziaływanie na status zdrowotny organizmu zwierząt, między innymi poprzez modulację równowagi mikrobiologicznej w jelitach i stymulujący wpływ na procesy odpornościowe.

Ze względu na powszechne występowanie, często w postaci subklinicznej, kokcydioza powoduje poważne straty ekonomiczne w produkcji drobiarskiej. Biorąc pod uwagę planowany w Unii Europejskiej zakaz stosowania kokcydiostatyków paszowych, prowadzone są badania nad innymi sposobami kontroli kokcydiozy i w tym kierunku analizowana jest również efektywność czynników żywieniowych.

Celem niniejszego opracowania jest przegląd wyników badań nad skutecznością wybranych dodatków paszowych w kontroli kokcydiozy u drobiu.

Probiotyki

Probiotyki są to preparaty zawierające pożądaną mikroflorę jelitową, które stosowane w postaci żywych bakterii lub drożdży albo przetrwalników korzystnie wpływają na zdrowie gospodarza, między innymi po-

przez poprawę równowagi mikrobiologicznej jelit, działanie immunomodulacyjne i stymulujące rozwój nabłonka jelitowego. W ostatnich latach, w oparciu o wyniki badań naukowych rośnie zainteresowanie możliwością wykorzystania probiotyków w prewencji kokcydiozy.

Doświadczalnie wykazano, że bakterie *Lactobacillus*, wchodzące w skład wielu probiotyków paszowych, mogą zmniejszać podatność ptaków na kokcydiozę i poprawiać odpowiedź immunologiczną w czasie zachorowania, obniżając wydalanie oocyst w kale i zwiększając poziom limfocytów CD3, CD4 i CD8 oraz interleukiny IL-2 w jelitach kurcząt zarażonych *E. acervulina* (7, 8). Również preparat zawierający kultury *Pediacoccus acidilactici* i *Saccharomyces boulardi*, stosowany w ilości 1 lub 10 g/kg paszy, korzystnie oddziaływał na mechanizmy humoralne u ptaków zarażonych kokcydiozą. Wyrażało się to zwiększoną produkcją specyficznych przeciwciał skierowanych przeciw kokcydiom i mniejszą ilością wydalanych w kale oocyst *E. acervulina* i *E. tenella* (22). Pozytywne działanie bakterii *Pediacoccus acidilactici* zostało potwierdzone również poprzez poprawę przyrostów masy ciała u kurcząt zarażonych *E. acervulina*, natomiast w przypadku *E. tenella* nie odnotowano takiego efektu (21).

Oligosacharyd mannanu

W prewencji kokcydiozy pewną rolę odegrać może zastosowanie niestrawnego mannan-oligosacharydu (MOS), uzyskiwanego ze ścian komórkowych drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. MOS wykazuje działanie prebiotyczne, stymulując wzrost bakterii kwasu mlekowego (9). Efektem stosowania MOS jest również

redukcja stopnia zasiedlenia jelit przez mikroorganizmy patogenne, poprzez zapobieganie adhezji bakterii do nabłonka jelitowego. Do bakterii, których wzrost jest ograniczony przez MOS, należą *E. coli* i *Salmonella*, posiadające fimbrie typu 1, umożliwiające im przyłączenie się do mannanozależnych receptorów jelitowych. Oligosacharyd mannanu ma również właściwości immunostymulujące, co jest związane z faktem, że jako fragment obcej dla organizmu struktury ściany komórkowej MOS może aktywować niektóre leukocyty, między innymi makrofagi.

Wyniki dotychczasowych badań mogą wskazywać na umiarkowaną skuteczność MOS w profilaktyce kokcydiozy. Odnotowano, że MOS (0,1% diety) zmniejsza wydalanie oocyst w kale i łagodzi uszkodzenia nabłonka jelit powodowane przez *E. acervulina* (10). W cyklu doświadczeń na kurczętach zarażonych oocystami *E. tenella* stwierdzono, że dodatek MOS do paszy w ilości 0,1% obniża ilość schizontów w blaszce właściwej jelit ślepych, ale nie ma wpływu na ilość wydalanych oocyst, stopień uszkodzenia jelit, strawność tłuszczu, masę ciała oraz pobranie i wykorzystanie paszy u chorych ptaków (9). Dodatek MOS nie zmniejszał negatywnego oddziaływania kokcydiozy na masę ciała i nabłonek jelitowy również u kurcząt zarażonych mieszaniną oocyst *E. acervulina*, *E. tenella* i *E. maxima* (24). Wykazano natomiast, że stosowanie MOS może zwiększać skuteczność szczepienia przeciw kokcydiozie, korzystnie wpływając na wykorzystanie paszy oraz w ograniczonym zakresie zmniejszając zmiany chorobowe jelit, powodowane przez *E. maxima* i *E. tenella* (26).

Interesujące rezultaty otrzymano również stosując preparat wyprodukowany na bazie kultury *Saccharomyse cerevisiae*, którego substancją aktywną są węglowodanowe składniki ściany komórkowej tych drożdży (31). Badany preparat wprowadzono w ilości 0,1% do paszy dla kurcząt brojlerów odchowywanych na ściółce infekowanej mieszaniną oocyst *E. tenella*, *E. maxima* i *E. acervulina*. Stwierdzono, że drożdże miały korzystny wpływ na przebieg odchowu, pozwalając na uzyskanie wyników produkcyjnych lepszych niż w grupie kontrolnej (bez dodatków), a jednocześnie nie różniących się od grup, w których stosowano dodatek kokcydiostatyku jonoforowego (lasalocid) lub antybiotyku paszowego (Zn-bacytracyna). W porównaniu z grupą kontrolną badany preparat zmniejszał również ilość bakterii *coli* w treści jelit i wydalanie oocyst w kale.

Zioła i ich ekstrakty

Spośród dodatków paszowych szczególnie dużym zainteresowaniem w profilaktyce kokcydiozy cieszą się ekstrakty ziołowe. Rośliny zawierają wiele aktywnych substancji o charakterze wtórnych metabolitów, które wykazują szereg korzystnych oddziaływań w organizmie zwierzęcym, w tym także działanie hamujące rozwój pasożytów z rodzaju *Eimeria*.

Jedną z pierwszych roślin, których działanie kokcydiostyczne zostało udowodnione doświadczalnie, jest bylica roczna (*Artemisia annua*). Podawana ptakom

w postaci suszu z liści (5% diety) zmniejszyła stopień uszkodzenia jelit u kurcząt zarażonych oocystami *E. tenella* (4). Skuteczniejsze okazały się jednak substancje czynne izolowane z bylicy, przede wszystkim artemizyna. Miały one silne działanie ochronne u ptaków infekowanych *E. tenella* i *E. acervulina*, co wyrażało się łagodzeniem zmian chorobowych nabłonka jelitowego i korzystnym wpływem na masę ciała (4). Mechanizm działania bylicy obejmuje, według autorów, wywołanie stresu oksydacyjnego przez zawarte w niej substancje czynne (artemizyna), co hamuje rozwój choroby.

Rośliną zawierającą substancje czynne o silnych właściwościach antibakteryjnych jest oregano. Podjęto próbę zastosowania ekstraktu z oregano, bogatego źródła takich składników antibakteryjnych, jak karwakrol i tymol, jako dodatku hamującego rozwój kokcydiozy (12). Ekstrakt wprowadzony do paszy w ilości 300 mg/kg miał korzystny wpływ na wskaźniki produkcyjne, a także zmniejszał stopień uszkodzenia jelit i wydalanie oocyst u kurcząt infekowanych *E. tenella*. Uzyskane wyniki były jednak nieco gorsze niż przy stosowaniu kokcydiostatyku paszowego (lasalocid). Ekstrakt z oregano, stosowany jako uzupełnienie szczepienia w prewencji kokcydiozy w ekologicznym odchowie kurcząt, miał pozytywny wpływ na przyrost masy ciała również u niezarażonych ptaków (32).

Biorąc pod uwagę nasilenie procesów utleniania lipidów błony śluzowej jelit występujące w przebiegu kokcydiozy, badaniami objęto ekstrakty z roślin o właściwościach antyoksydacyjnych. Spośród kilku gatunków, które stosowano w doświadczeniu na brojlerach zarażonych kokcydiozą, najbardziej obiecujące rezultaty otrzymano wprowadzając do diety ekstrakt z tulbagii fioletowej (*Tulbaghia violacea*), w ilości 35 mg/kg (25). W innych badaniach stwierdzono, że proantocjanidyny ekstraktu z pestek winogron, posiadające silne właściwości antyutleniające, hamują rozwój kokcydiozy (*E. tenella*), korzystnie wpływając na masę ciała kurcząt w czasie zachorowania, zmniejszając liczbę padnięć i stopień uszkodzenia nabłonka jelitowego u chorych kurcząt (34). Również dodatek ekstraktu z zielonej herbaty zmniejszał nasilenie zmian chorobowych błony śluzowej jelit, nie miał natomiast pozytywnego wpływu na masę ciała ptaków infekowanych *E. maxima* (17).

W profilaktyce kokcydiozy wykorzystywane mogą być również immunostymulujące właściwości niektórych roślin. Najlepiej poznane jest w tym zakresie działanie kilku gatunków jeżówek (*Echinacea*), będące wypadkową działania wielu substancji obecnych w tych roślinach (pochodne kwasu kawowego, polisacharydy nieskrobiowe, alkaloidy, olejki eteryczne i flawonoidy) i obejmujące różne rodzaje odporności. Wykazano, że dodatek do diety 0,1% lub 0,5% preparatu z korzenia jeżówki (*Echinacea purpurea*) wzmacnia efektywność szczepienia ochronnego, zwiększając masę ciała i zmniejszając zmiany chorobowe w jelitach kurcząt zarażonych mieszaniną oocyst kilku gatunków *Eimeria* (3). Korzystne wyniki dało również zastosowanie su-

szu ze śliwy japońskiej (*Prunus salicina*), zawierające składniki o działaniu immunostymulującym, który wprowadzano w ilości 0,5% lub 1,0% do mieszanek dla kurcząt zarażanych oocystami *E. acervulina*. Odnotowano, zwłaszcza przy wyższym poziomie dawkowania, ochronne działanie badanego suszu na organizm ptaków w czasie kokcydiozy, polegające na zwiększaniu masy ciała, zmniejszeniu ilości wydalanych oocyst i stymulowaniu namnażania splenocytów (20). Właściwości stymulujące procesy immunologiczne, zarówno komórkowe, jak i humoralne u kurcząt chorych na kokcydiozę wywołaną przez *E. tenella* miały również ekstrakty z grzybów (*Lentinus edodes*, *Tremella fuciformis*) i ziół (*Astragalus membranaceus*) stosowanych w tradycyjnej medycynie chińskiej (14).

W doświadczeniu na brojlerach badano możliwość zwiększenia odporności kurcząt brojlerów na kokcydiozę poprzez dodatek ksantohumolu, flawonoidu pozyskiwanego z szyszek chmielu. Stwierdzono, że w niewielkim zakresie zmniejsza on wydalanie oocyst u ptaków infekowanych *E. tenella* i *E. acervulina*, bez wpływu na wskaźniki produkcyjne i stopień uszkodzenia jelit (2).

U kurcząt niezarażanych pozytywne rezultaty uzyskano stosując ekstrakt z juki (*Yucca schidigera*), który miał korzystny wpływ na skuteczność szczepienia przeciw kokcydiozie. Wyrażało się to polepszeniem wskaźników produkcyjnych i zwiększeniem długości kosmków jelitowych u zaszczipionych ptaków (1).

W ostrym przebiegu kokcydiozy zachodzą drastyczne zmiany profilu mikroflory dwunastnicy, jelita czczego i jelit ślepych u ptaków. Wykazano, że niektóre komercyjne preparaty paszowe, zawierające mieszaninę odpowiednio dobranych ekstraktów roślinnych, mogą znacznie zredukować negatywny wpływ schorzenia na równowagę mikrobiologiczną w jelitach kurcząt infekowanych oocystami różnych gatunków kokcydii (16, 28). U ptaków nieszczepionych preparaty te polepszały wskaźniki produkcyjne po zarażeniu i zmniejszały stopień zmian chorobowych nabłonka jelitowego, jednak w przypadku zastosowania szczepienia ochronnego ich dodatek do pasz nie miał żadnego pozytywnego efektu (27).

Betaina

Naturalnie występującą w roślinach pochodną aminokwasów jest betaina, związek będący w organizmie dawcą grup metylowych (CH_3) podczas przekształcania homocysteiny w metioninę. Jednocześnie betaina bierze udział w utrzymaniu równowagi osmotycznej komórek, mogąc w ten sposób wpływać stabilizująco na komórki nabłonka jelitowego poddane działaniu stresu osmotycznego, wywołanego odwodnieniem występującym w przebiegu kokcydiozy. Dodatek 0,1% betainy zwiększył przyrosty masy ciała i pobranie paszy u kurcząt zarażonych oocystami *E. acervulina*, natomiast nie miał wpływu na takie wskaźniki charakteryzujące przebieg zachorowania, jak stopień uszkodzenia nabłonka jelitowego i obniżony poziom karotenoidów w surowicy krwi (23). W innych badaniach stwier-

dzono natomiast, że betaina istotnie łagodzi negatywny wpływ kokcydiozy wywołanej przez *E. maxima* na masę ciała ptaków, natomiast nie ma takiego działania po zarażeniu kurcząt oocystami *E. tenella* i *E. acervulina* (11). U brojlerów zarażonych oocystami *E. maxima* dodatek betainy zmniejszył stosunek głębokości krypt do długości kosmków w jelicie czczym, co sugeruje ochronny wpływ tego związku na błonę śluzową jelita cienkiego w czasie kokcydiozy (18). Wykazano również, że dodatek betainy korzystnie wpływa na aktywność komórek układu immunologicznego podczas zachorowania, zwiększając produkcję tlenu azotu przez makrofagi i heterofile oraz stymulując aktywność hemotaksyczną heterofilów (19).

Badania wskazują, że betaina może zwiększać skuteczność kokcydiostatyków jonoforowych. Jednocześnie dodatek betainy (0,15%) i salinomycyny (66 mg/kg) działał bowiem znacznie efektywniej w ograniczaniu negatywnego wpływu kokcydiozy na organizm ptaków niż stosowanie każdej z tych substancji pojedynczo (5). Wprowadzenie betainy do paszy zawierającej inny kokcydiostatyk jonoforowy – narazynę (33) nie miało jednak korzystnego wpływu na wskaźniki produkcyjne kurcząt zarażonych mieszaniną oocyst kilku gatunków kokcydii (*E. acervulina*, *E. praecox*, *E. maxima* i *E. tenella*).

Inne

Biorąc pod uwagę upośledzenie czynności trawien-nych i obniżenie przyswajalności składników pokarmowych, w niektórych badaniach podjęto próbę zmniejszenia negatywnych efektów kokcydiozy poprzez dodatek enzymów paszowych. Wprowadzenie do kukurydziano-sojowej mieszanki paszowej złożonego preparatu enzymatycznego (o aktywności ksylanazy, amylazy i proteazy) zwiększyło, ale w ograniczonym zakresie, skuteczność szczepienia u kurcząt zarażanych mieszaniną oocyst kilku gatunków kokcydii. Wyrażało się to zmniejszeniem stopnia zmian chorobowych w nabłonku jelitowym i stabilizującym działaniem na mikroflorę jelit ślepych. Nie odnotowano jednak korzystnego wpływu enzymów na wskaźniki produkcyjne, liczbę wydalanych oocyst i poziom przeciwciał IgA w treści jelit (29). W doświadczeniu na brojlerach zarażanych oocystami *E. acervulina*, *E. maxima* i *E. tenella* dodatek proteazy do mieszanki paszowej ograniczył negatywne oddziaływanie schorzenia na masę ciała, jednak bez wpływu na stopień uszkodzenia jelit i liczbę wydalanych oocyst (30).

W przebiegu kokcydiozy następuje istotne obniżenie pH w dwunastnicy do poziomu, który jest optymalny do działania innego enzymu paszowego – fitazy. Z tego powodu sformułowano hipotezę, że dodatek fitazy będzie znacznie bardziej efektywny u kurcząt chorych na kokcydiozę niż u ptaków zdrowych. Wyniki doświadczenia wykonanego na brojlerach infekowanych *E. acervulina*, którym zadawano diety niedoborowe lub zasobne w wapń i fosfor oraz wprowadzono dodatek 600 jednostek aktywności fitazy/kg paszy, nie potwierdziły jednak tej hipotezy (35).

Putrescyna jest związkiem organicznym należącym do poliamin biogennych. Wykazano, że jej dodatek do diety (0,3%) dla indyczek zarażonych oocystami kilku gatunków kokcydii ma korzystny wpływ na masę ciała i przyspiesza odbudowę nabłonka jelitowego po przebytej chorobie. Wyrażało się to, między innymi, większą długością kosmków jelitowych w dwunastnicy i jelicie biodrowym. Nie stwierdzono natomiast oddziaływania putrescyny na ilość oocyst wydalanych w kale (13).

Wykazano, że guma guarowa o wysokiej zawartości saponin, wprowadzona do mieszanki paszowej w ilości 5% obniża koncentrację oocyst w odchodach brojlerów i zapobiega występowaniu krwi w kale, natomiast nie ma wpływu na masę ciała i wykorzystanie paszy u brojlerów zarażonych *E. tenella* (15). Korzystny wpływ na odporność kurcząt na kokcydiozę miała również glutamina (stosowana w ilości 1% diety), prekursor w syntezie aminokwasów i innych związków organicznych, odgrywający ważną rolę w metabolizmie wielu komórek, między innymi enterocytów i limfocytów (36). Podobny efekt uzyskano stosując lektyny wyizolowane z grzybów *Fomitella fraxinea* (6).

Odpowiednio dobrane dodatki paszowe mogą korzystnie wpływać na odporność ptaków na kokcydiozę. Wyniki doświadczeń na drobiu wskazują, że efektywnym sposobem ograniczania negatywnych skutków kokcydiozy może być stosowanie probiotyków, oligosacharydu mannanu, ziół i ich ekstraktów oraz betainy. Interesującym obszarem badawczym jest również możliwość zwiększenia skuteczności szczepień ochronnych przeciw kokcydiozie poprzez użycie wybranych dodatków paszowych. Rola naturalnych dodatków w prewencji kokcydiozy wzrosnie po wprowadzeniu zakazu stosowania kokcydiostatyków paszowych.

Piśmiennictwo

- Alfaro D. M., Silva A. V. F., Borges S. A., Maiorka F. A., Vargas S., Santin E.: Use of *Yucca schidigera* extract in broiler diets and its effects on performance results obtained with different coccidiosis control methods. *J. Appl. Poultry Res.* 2007, 16, 248-254.
- Allen P. C.: Anticoccidial effects of xanthohumol. *Avian Dis.* 2007, 51, 21-26.
- Allen P. C.: Dietary supplementation with Echinacea and development of immunity to challenge infection with coccidia. *Parasitol. Res.* 2003, 91, 74-78.
- Allen P. C., Lydon J., Danforth H. D.: Effect of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. *Poultry Sci.* 1997, 76, 1156-1163.
- Augustine P. C., McNaughton J. L., Virtanen E., Rosi L.: Effect of betaine on the growth performance of the chicks inoculated with mixed cultures of avian *Eimeria* species and on invasion and development of *Eimeria tenella* and *Eimeria acervulina* in vitro and in vivo. *Poultry Sci.* 1997, 76, 802-809.
- Dalloul R. A., Lillehoj H. S., Lee J. S., Lee S. H., Chung K. S.: Immunopotentiating effect of *Fomitella fraxinea*-derived lectins on chicken immunity and resistance to coccidiosis. *Poultry Sci.* 2006, 86, 446-451.
- Dalloul R. A., Lillehoj H. S., Shellem T. A., Doerr J. A.: Enhanced mucosal immunity against *Eimeria acervulina* in broilers fed a *Lactobacillus*-based probiotic. *Poultry Sci.* 2003, 82, 62-66.
- Dalloul R. A., Lillehoj H. S., Shellem T. A., Doerr J. A.: Intestinal immunomodulation by vitamin A deficiency and *Lactobacillus*-based probiotic in *Eimeria acervulina* - infected broiler chickens. *Avian Dis.* 2003, 47, 1313-1320.
- Elmusharaf M. A., Bautista V., Nollet L., Beynen A. C.: Effect of a mannanoligosaccharide preparation on *Eimeria tenella* infection in broiler chickens. *Internat. J. Poultry Sci.* 2006, 5, 583-588.
- Elmusharaf M. A., Peek H., Nollet L., Beynen A. C.: The effect of an in-feed mannanoligosaccharide preparation (MOS) on a coccidial infection in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2003, 134, 347-354.
- Fetterer R. H., Augustine P. C., Allen P. C., Barfield R. C.: The effect of dietary betaine on intestinal and plasma levels of betaine in uninfected and coccidia-infected broiler chicks. *Parasitol. Res.* 2003, 90, 343-348.
- Giannenas I., Florou-Paneri P., Papazahariadou M., Christaki E., Botsoglou N. A., Spais A. B.: Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Arch. Anim. Nutr.* 2003, 57, 99-106.
- Girdhar S. R., Barta J. R., Santoyo F. A., Smith T. K.: Dietary putrescine (1,4-diaminobutane) influences recovery of turkey poults challenged with a mixed coccidial infection. *J. Nutr.* 2006, 136, 2319-2324.
- Guo F. C., Kwakkel R. P., Williams B. A., Parmentier H. K., Li W. K., Yang Z. Q., Verstege M. W. A.: Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral responses of *Eimeria*-infected chickens. *Poultry Sci.* 2004, 83, 1124-1132.
- Hassan S. M., El-Gayar A. K., Cadwell D. J., Balley C. A., Cartwright A. L.: Guar meal ameliorates *Eimeria tenella* infection in broiler chicks. *Vet. Parasitol.* 2008, 157, 133-138.
- Hume M. E., Clemente-Hernandez S., Oviedo-Rondon O.: Effects of feed additives and mixed *Eimeria* species infection on intestinal microbial ecology of broilers. *Poultry Sci.* 2006, 85, 2106-2111.
- Jang S. I., Jn M. H., Lillehoj H. S., Daloul R. A., Kong I. K., Kim S., Min W.: Anticoccidial effect of green tea-based diets against *Eimeria maxima*. *Vet. Parasitol.* 2007, 144, 172-175.
- Kettunen H., Tihonen K., Pearanen S., Saarinen S. T., Remus J. C.: Dietary betaine accumulates in the liver and intestinal tissue and stabilizes the intestinal epithelial structure in healthy and coccidia-infected broiler chicks. *Comparat. Biochem. Physiol.* 2001, 130, 759-769.
- Klasing K. C., Adler K. L., Remus J. C., Calvert C. C.: Dietary betaine increased intraepithelial lymphocytes in the duodenal of coccidia-infected chicks and increases functional properties of phagocytes. *J. Nutr.* 2002, 132, 2274-2282.
- Lee S., Lillehoj H. S., Lillehoj E. P., Cho S. M., Park D. W., Hong Y. H., Chun H. K., Park H. J.: Immunomodulatory properties of dietary plum on coccidiosis. *Comparat. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2008, 31, 389-402.
- Lee S., Lillehoj H. S., Park D. W., Dalloul R. A., Hong Y. H., Lin J. J.: Influence of *Pediococcus*-based probiotic on coccidiosis in broiler chickens. *Poultry Sci.* 2007, 86, 63-66.
- Lee S., Lillehoj H. S., Park D. W., Hong Y. H., Lin J. J.: Effects of *Pediococcus*- and *Saccharomyces*-based probiotic (MitoMax) on coccidiosis in broiler chickens. *Comparat. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2007, 30, 261-268.
- Mathews J. O., Ward T. L., Southern L. L.: Interactive effects of betaine and monensin in uninfected and *Eimeria acervulina* - infected chicks. *Poultry Sci.* 1997, 76, 1014-1019.
- McCann M. E. E., Newell E., Preston C., Forbes K.: The use of mannan-oligosaccharides and/or tannin in broiler diets. *Internat. J. Poultry Sci.* 2006, 5, 873-879.
- Naidoo V., McGaw L. J., Bisschop S. P. R., Duncan N., Eloff J. N.: The value of plant extracts with antioxidant activity in attenuating coccidiosis in broiler chickens. *Vet. Parasitol.* 2008, 153, 214-219.
- Nollet L., Huyghebaert G., Spring P.: Effect of dietary mannan oligosaccharide (Bio-Mos) on life performance of broiler chickens given an anticoccidial vaccine (Paracox) followed by a mild coccidial challenge. *J. Appl. Poultry Res.* 2007, 16, 397-403.
- Oviedo-Rondon E. O., Clemente-Hernandez S., Salvador F., Williams P., Losa R.: Essential oils on mixed coccidia vaccination and infection in broilers. *Internat. Poultry Sci.* 2006, 5, 723-730.
- Oviedo-Rondon E. O., Hume M. E., Hernandez C., Clemente-Hernandez S.: Intestinal microbial ecology of broilers vaccinated with mixed *Eimeria* species, and supplemented with essential oil blends. *Poultry Sci.* 2006, 85, 854-860.
- Parker J., Oviedo-Rondon E. O., Clack B. A., Clemente-Hernandez S., Osborne J., Remus J. C., Kettunen H., Makivuokko H., Pierson E. M.: Enzymes as feed additive to aid in responses against *Eimeria* species in coccidia-vaccinated broilers fed corn-soybean meal diets with different protein levels. *Poultry Sci.* 2007, 86, 643-653.
- Peek H. W., van der Klis J. D., Vermeulen B., Landman W. J. M.: Dietary protease can alleviate negative effects of a coccidiosis infection on production performance in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2009 (w druku).
- 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 *Eimeria* spp. - infected litter. *Poultry Sci.* 2004, 83, 39-44.
- Waldenstedt L.: Effect of vaccination against coccidiosis in combination with an antibacterial oregano (*Origanum vulgare*) compound in organic broiler production. *Acta Agricult. Scandinavia, Anim. Sci.* 2003, 53, 101-109.
- Waldenstedt L., Elwinger K., Thebo P., Ugglå A.: Effect of betaine supplement on broiler performance during an experimental coccidial infection. *Poultry Sci.* 1999, 78, 182-189.
- Wang M. L., Suo X., Gu J. H., Zhang W. W., Fang Q., Wang X.: Influence of grape seed proanthocyanidin extract in broiler chickens: effect on chicken coccidiosis and antioxidant status. *Poultry Sci.* 2008, 87, 2273-2280.
- Watson B. C., Mathews J. O., Southern L. L., Shelton J. L.: The interactive effects of *Eimeria acervulina* infection and phytase for broiler chickens. *Poultry Sci.* 84, 910-913.
- Yi G. F., Allee G. L., Knight C. D., Dibner J. J.: Impact of glutamine and oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. *Poultry Sci.* 2005, 84, 283-293.