ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG MANNAN OLIGOSACCHARIDES ĐẾN TIÊU HÓA CÁC CHẤT DINH DƯỠNG TRONG KHẨU PHẦN CỦA GÀ RI LAI NUÔI THỊT TẠI THỪA THIÊN HUẾ

Thân Thị Thanh Trà[1*], Nguyễn Thanh Thủy[1] và Lê Thị Ánh Tuyết[1]

Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung Mannan oligosaccharide (MOS) vào khẩu phần đến tỷ lệ tiêu hóa và tích lũy nitơ của gà Ri lai nuôi thịt tại Thừa Thiên Huế. Thí nghiệm được tiến hành trên 24 gà trống Ri lai 16 tuần tuổi. Khẩu phần cơ sở được phối hợp nhằm đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của gà thí nghiệm và sử dụng để nuôi gà ở nghiệm thức đối chứng. Khẩu phần thí nghiệm được phối hợp bằng cách bổ sung chế phẩm có chứa 40,2% MOS vào khẩu phần cơ sở với tỷ lệ lần lượt là 0,5; 1,0 và 2,0‰, tương ứng với các nghiệm thức M0.5; M1.0 và M2.0. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng và tích lũy nitơ được xác định qua chất dinh dưỡng ăn vào và chất dinh dưỡng thải ra ở chất thải của động vật thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy không có sự ảnh hưởng của các mức MOS bổ sung đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của gà thí nghiệm.

Từ khóa: Gà Ri lai, Mannan oligosaccharide, tiêu hóa biểu kiến.

EFFECT OF MANNAN OLIGOSACCHARIDES INCLUSION LEVELS ON NUTRIENT DIGESTIBILITY OF BROILER RI AT THUA THIEN HUE

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of Mannan oligosaccharide (MOS) in diet of broiler Ri in Thua Thien Hue. The trial was conducted with 24 of 16-week-old crosbred Ri. Basal diet was formulated to meet the nutrient requirements of experimental broilers. Experimental diets were formulated based on basal diet with the supplement of 0.5; 1.0 and 2.0‰ of MOS, corresponding to treatment M0.5; M1.0 and M2.0. The digestibility of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber and level of nitrogen retention were determined based on the excreta of experimental birds. The results showed that there was no significant effect of different levels of MOS on apparent digestibility of nutrients in experimental diets.

Keywords: Apparent digestibility Crosbred Ri, Mannan oligosaccharide.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm vừa qua, do ảnh hưởng của dịch bệnh, tình hình chăn nuôi lợn bị giảm sút, chăn nuôi gia cầm trên thế giới và trong nước đã có sự tăng trưởng đáng kể. Theo số liệu thống kê cho thấy tổng đàn gia cầm Việt Nam năm 2019 đạt 481,1 triệu con (Tổng cục Thống kê, 2020). Trong năm 2020, mặc dù chưa có số liệu chính thức, tổng đàn gia cầm cũng tiếp tục tăng so với năm 2019.

Chăn nuôi hiện nay hướng đến tăng năng suất và đảm bảo chất lượng sản phẩm. Một trong những thách thức đối với chất lượng sản phẩm chăn nuôi là vấn đề sử dụng kháng sinh và hóa chất trong chăn nuôi. Ở Việt Nam, có đến 46 loại kháng sinh, hóa dược được sử dụng trong thức ăn chăn nuôi với mục đích kích thích sinh trưởng hoặc phòng trị bệnh (Bộ NN&PTNT, 2017). Cũng theo đó, trên

[1] *Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế;*
[*] *Tác giả liên hệ: Thân Thị Thanh Trà. Email: thanthithanhtra@huaf.edu.vn;* ĐT: *0937097111*

90% trang trại chăn nuôi lợn và gà được điều tra có sử dụng kháng sinh và liều dùng kháng sinh cao hơn quy chuẩn. Tình hình sử dụng kháng sinh trong chăn nuôi ở nước ta không hợp lý và chưa được quản lý chặt chẽ (Dương Thị Toan và Nguyễn Văn Lưu, 2015), đồng thời, kháng sinh tồn dư trong sản phẩm thịt lợn và thịt gà ở mức cao (Chử Văn Tuất và cs., 2016). Việc lạm dụng kháng sinh có thể dẫn đến các tác hại như tạo ra các dòng vi khuẩn kháng thuốc; tồn dư kháng sinh trong sản phẩm chăn nuôi làm tăng nguy cơ nhiễm bệnh của người sử dụng; gây rối loạn hệ vi sinh vật đường tiêu hóa của vật nuôi và con người; và một số kháng sinh có thể gây ung thư cho con người (Bộ NN&PTNT, 2017). Chính vì vậy, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã lên kế hoạch dừng hoàn toàn việc sử dụng kháng sinh trong chăn nuôi và thủy sản. Tuy nhiên, việc dừng sử dụng kháng sinh sẽ có ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả chăn nuôi. Do vậy, để việc cấm sử dụng kháng sinh được thực hiện hiệu quả, việc phát triển các giải pháp thay thế kháng sinh là rất cần thiết.

Một hướng thay thế kháng sinh an toàn là bổ sung các prebiotics nhằm hỗ trợ sự phát triển của các vi sinh vật probiotics, tăng khả năng kiểm soát các vi sinh vật gây bệnh trong đường tiêu hóa. Mannan oligosaccharide (MOS) là một dạng prebiotic từ thành phần vách tế bào của *Saccharomyces cereviciae*, không bị tiêu hóa bởi enzyme được tiết ra trong đường tiêu hóa của vật chủ nhưng có thể lên men ở phần sau của đường tiêu hóa. Nhờ đó, nó cung cấp năng lượng, kích thích lên men có chọn lọc các vi khuẩn có lợi như *Lactobacillus* hay *Bifidobacteria*. MOS cũng ức chế khả năng liên kết giữa vi khuẩn gây bệnh với tế bào biểu mô ruột. Chính vì vậy, bổ sung MOS trong khẩu phần ăn của vật nuôi có khả năng cải thiện sức khỏe và năng suất của vật nuôi (Ohly, 2019). Trên thế giới, nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của MOS đã được triển khai và cho kết quả tốt (Hooge và cs., 2003; Biggs và cs., 2007; Yang và cs., 2008b; Yang và cs., 2009). Tuy nhiên, các nghiên cứu về ảnh hưởng của MOS trong thức ăn chăn nuôi tại Việt Nam còn hạn chế.

Chính vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm đánh giá ảnh hưởng của của các mức bổ sung Mannan oligosaccharide (MOS) đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng và tích luỹ Nitơ của gà Ri lai nuôi thịt tại Thừa Thiên Huế.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được tiến hành trên 24 con gà Ri lai giai đoạn từ 16 - 17 tuần tuổi tại Phòng thí nghiệm gia cầm, khoa Chăn nuôi - Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Tổng số 24 con gà có khối lượng đồng đều được bố trí ngẫu nhiên vào 12 cũi trao đổi chất (2 con/cũi). Các thông số cơ bản của bố trí thí nghiệm được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm

Nghiệm thức	ĐC	M0.5	M1.0	M2.0
Khẩu phần	KCS	KM0.5	KM1.0	KM2.0
Tỷ lệ MOS* (‰)	0	0,5	1,0	2,0
Số gà/chuồng	2	2	2	2
Số ô chuồng	3	3	3	3
Số lần lặp lại	3	3	3	3
Thời gian nuôi	1 tuần (gà 16 - 17 tuần tuổi)			
Chế độ cho ăn	Hạn chế			

** Chế phẩm Mannan-oligosaccharide 40,2%.*

Gà thí nghiệm được cho ăn một trong 4 khẩu phần gồm KCS, KM0.5, KM1.0, KM2.0 tương ứng với 4 nghiệm thức ĐC, M0.5; M1.0 và M2.0. Khẩu phần cơ sở (Bảng 2) được phối hợp từ các nguyên liệu như ngô, cám gạo, bột sắn, khô đậu tương và bột cá nhằm đáp ứng nhu cầu protein và năng lượng của gà thịt theo khuyến cáo của (NRC, 1994) và TCVN (1994). Các khẩu phần thí nghiệm (KM0.5, KM1.0, KM2.0) được phối hợp bằng cách bổ sung chế phẩm Mannan-oligosaccharide (tỷ lệ Mannan-oligosaccharide là 40,2 %) vào khẩu phần cơ sở với các tỷ lệ lần lượt là 0,5; 1,0 và 2,0‰.

Bảng 2. Thành phần nguyên liệu của khẩu phần cơ sở

TT	Nguyên liệu	Tỷ lệ (%)
1	Ngô	55,0
2	Cám gạo	13,8
3	Bột sắn	8,0
4	Khô đậu tương	21,0
5	Bột cá	1,2
6	Premix khoáng	0,5
7	NaCl	0,5
Tổng		**100**

Gà thí nghiệm được nuôi trong các cũi trao đổi chất có kích thước dài × rộng × cao là 40 × 40 × 30 cm. Máng ăn được đặt phía trước mỗi ô chuồng; máng uống được đặt phía sau mỗi ô chuồng nhằm hạn chế thức ăn và nước uống rơi vào khay thu chất thải. Dưới mỗi ô chuồng đều có vị trí đặt khay bằng inox để thu chất thải. Hệ thống đèn chiếu sáng được lắp phía trên mỗi ô chuồng nhằm đảm bảo lượng nhiệt cần thiết cho gà sinh trưởng phát triển bình thường.

Giai đoạn chuẩn bị, gà được nuôi 4 tuần để làm quen với thức ăn thí nghiệm. Giai đoạn thí nghiệm được tiến hành trong 7 ngày, 4 ngày đầu là giai đoạn nuôi thích nghi với cũi trao đổi chất, 3 ngày sau tiến hành thu mẫu. Chế độ nuôi được sử dụng là cho ăn hạn chế, nước uống được cung cấp đầy đủ. Gà được cho ăn vào lúc 7 giờ và 17 giờ hàng ngày.

Trong giai đoạn thu mẫu (ngày thứ 5, 6, 7 của thí nghiệm), chất thải ở từng ô thí nghiệm được thu gom mỗi ngày, đựng trong các hộp riêng biệt, cân xác định khối lượng và bảo quản ở nhiệt độ -20°C. Sau khi kết thúc giai đoạn thu mẫu, mẫu chất thải của 3 ô thí nghiệm trong cùng 1 lần lặp lại đã thu trong 3 ngày được trộn chung lại, một phần được lưu ở dạng mẫu tươi, phần còn lại được sấy ở 60°C trong 24 giờ. Mẫu sau khi được sấy khô, cho hút ẩm trong không khí, nghiền qua sàng kích thước 0,5 mm và bảo quản trong các hộp nhựa cho đến khi phân tích.

2.2. Phân tích hóa học

Tất cả các phân tích hóa học được tiến hành tại Phòng thí nghiệm của Khoa Chăn nuôi - Thú y, Trường Đại học Nông Lâm Huế theo AOAC (1990). Mẫu thức ăn được phân tích vật chất khô (DM), nitơ (N), lipid tổng số (EE), xơ trung tính (NFE), khoáng tổng số (Ash). Mẫu chất thải dạng khô được phân tích DM, EE, NFE, Ash (AOAC, 1990). Hàm lượng nitơ trong chất thải được phân tích trên mẫu tươi sau khi mẫu đã được trộn đều.

2.3. Tính kết quả

- Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng được tính dựa vào lượng chất dinh dưỡng ăn vào và thải ra:

TLTH (%) = (Lượng ăn vào - Lượng thải ra) × 100/Lượng ăn vào

- Tích luỹ Nitơ được tính dựa vào lượng Nitơ ăn vào và lượng Nitơ thải ra:

$Nr (\%) = (Ni - Nt) \times 100 / N_i$

Trong đó: Nr: Tỷ lệ Nitơ tích lũy (%);

Ni: Lượng Nitơ ăn vào (g); Nt: Lượng Nitơ đào thải (g).

2.4. Xử lý thống kê

Số liệu thí nghiệm được xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Office Excel và phân tích thống kê theo phương pháp thống kê sinh vật học bằng phần mềm SPSS 20.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu được trình bày ở Bảng 3 và Bảng 4. Do vấn đề về sức khỏe, gà ở nghiệm thức M2.0 không ăn đủ lượng thức ăn theo yêu cầu và lượng thức ăn giữa các lần lặp lại cũng không đồng đều nên kết quả của nghiệm thức này không được đưa vào trong báo cáo.

Kết quả tại Bảng 3 cho thấy việc bổ sung MOS vào khẩu phần của gà Ri lai 16 tuần tuổi đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng trong khẩu phần (P > 0,05). Mặc dù về cơ chế, bổ sung MOS vào khẩu phần có thể cải thiện độ dài và chu vi lông nhung ruột, đồng nghĩa với việc tăng diện tích tiếp xúc để hấp thu các chất dinh dưỡng (Iji và cs., 2001; Baurhoo và cs., 2007; Oliveira và cs., 2008). Bên cạnh đó, bổ sung MOS cũng có thể làm giảm tốc độ thay mới niêm mạc biểu mô ruột, làm tăng độ trưởng thành tế bào ruột và tăng hiệu quả sản xuất enzyme để tiêu hóa các chất dinh dưỡng (Iji và cs., 2001; Yang và cs., 2009). Đồng thời, thông qua việc bổ sung MOS, hệ vi sinh vật trong đường tiêu hóa cũng được ổn định và được cho là có khả năng tiết các enzyme tiêu hóa, bổ sung cho các enzyme nội sinh của gà. Ngoài ra, MOS còn kích thích tiết enzyme tiêu hóa từ dạ dày, tuyến tụy và niêm mạc ruột (Iji và cs., 2001; Afrouziyeh và cs., 2014).

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với công bố của các tác giả: Oliveira và cs. (2008); Yang và cs. (2008a). Trong nghiên cứu của chúng tôi, chuồng trại chăn nuôi đã được tiêu độc, vệ sinh trước và định kỳ trong quá trình thí nghiệm nên có thể đã ngăn ngừa được ảnh hưởng của các vi sinh vật có hại. Điều này có thể làm cho ảnh hưởng của MOS không được thể hiện rõ. Theo Oliveira và cs. (2008), MOS và enzyme (protease và carbohydrase) có khả năng hỗ trợ khả năng tiêu hóa các chất dinh dưỡng và do vậy có thể cải thiện năng suất của gà thịt, tuy nhiên kết quả nghiên cứu không thể hiện điều này có thể là do điều kiện môi trường chăn nuôi trong thí nghiệm rất tốt. Kết quả nghiên cứu của Yang và cs. (2008b) cũng chỉ ra rằng MOS không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa toàn phần biểu kiến các chất dinh dưỡng.

Tuy nhiên, theo Afrouziyeh và cs.(2014), tỷ lệ tiêu hóa protein thô (CP) không bị ảnh hưởng bởi yếu tố thí nghiệm, trong khi đó, tỷ lệ tiêu hóa các chất hữu cơ (OM) được cải thiện khi MOS được bổ sung với mức 2 g/kg thức ăn. Biggs và cs. (2007) cũng đã nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung các oligosaccharide (inulin, oligofructose, mannano-ligosaccharide, fructo-oligosaccharide mạch ngắn và transgalacto-oligosaccharide) và kết luận rằng ảnh hưởng của oligosaccharide này đến tỷ lệ tiêu hóa các amino acid là nhỏ và không nhất quán. Trong nghiên cứu của chúng tôi, đối tượng thí nghiệm là giống gà lông màu nội địa, có khả năng sinh trưởng chậm hơn so với các đối thượng thí nghiệm được sử dụng trong nghiên cứu khác. Do vậy, điều này có thể ảnh hưởng đến khả năng tác động của MOS đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng trong khẩu phần.

Bảng 3. Tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng trong khẩu phần của gà thí nghiệm

Tỷ lệ tiêu hóa (%)	Nghiệm thức			SEM	P
	ĐC	M0.5	M1.0		
DM	69,8	67,7	67,6	1,8	0,435
OM	72,9	70,6	71,4	1,8	0,458
NDF	39,7	37,6	32,0	3,5	0,157

DM: Vật chất khô, OM: Chất hữu cơ; NDF: Chất xơ không tan trong dung môi trung tính.

Tỷ lệ tiêu hóa vật chất khô (DM) của các khẩu phần trong thí nghiệm này thấp hơn so với công bố của Jørgensen và cs. (1996) khi nghiên cứu trên khẩu phần cho gà thịt Ross 208 từ 3 - 6 tuần tuổi được phối hợp cơ bản từ lúa mỳ và lúa mạch là từ 85 - 86%. Nghiên cứu trên khẩu phần cơ bản từ ngô và khô đậu nành, Mountzouris và cs. (2010) báo cáo rằng tỷ lệ tiêu hóa DM của khẩu phần cho gà thịt Cobb 4 tuần tuổi là 70,3, cao hơn kết quả của nghiên cứu này.

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ tiêu hóa OM được tính thông qua phần chênh lệch giữa DM và khoáng (Ash) trong thức ăn và trong chất thải (chưa xét đến phần khoáng nội sinh thải qua phân và phần chất hữu cơ thải qua nước tiểu). Khác với kết quả của nghiên cứu này, theo Afrouziyeh và cs. (2014), bổ sung 0,2% MOS vào khẩu phần đã cải thiện tỷ lệ tiêu hóa hồi tràng biểu kiến chất hữu cơ (88,43% so với 70,69%). Kết quả tỷ lệ tiêu hóa chất hữu cơ trong khẩu phần nghiên cứu này thấp hơn kết quả của Jørgensen và cs. (1996) với 87 - 88%, bằng với kết quả của Mountzouris và cs (2010) với 71,9 %.

Tỷ lệ xơ không tan trong dung môi trung tính (NDF) trong khẩu phần thí nghiệm này là 15,5%, nằm trong khoảng 11 - 18% đã được nghiên cứu bởi Cerrate và cs (2019). Tuy nhiên, theo tác giả này, tỷ lệ tiêu hóa NDF trung bình của các khẩu phần được nghiên cứu là 49,3%, cao hơn kết quả nghiên cứu của chúng tôi. Điều này có thể được giải thích thông qua sự khác biệt về loại và tỷ lệ xơ giữa các khẩu phần. Cerrate và cs. (2019) cũng đã tổng hợp một số kết quả nghiên cứu và thấy rằng khẩu phần chứa 15% NDF từ bã rượu khô (DDGS) không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa; khẩu phần chứa 6 - 16% NDF nhờ thêm cellulose vào khẩu phần không chứa xơ không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa; nhưng khẩu phần chứa đến 19,5% NDF từ cám mỳ và trấu yến mạch làm giảm tỷ lệ tiêu hóa NDF. Ngoài ra, nghiên cứu của các tác giả này cũng cho thấy rằng tỷ lệ tiêu hóa NDF cũng tương quan thuận với tỷ lệ CP và lipid (EE) trong khẩu phần.

Bảng 4. Nitơ (N) tích lũy từ khẩu phần ăn của gà thí nghiệm

		Nghiệm thức			SEM	P
		ĐC	M0.5	M1.0		
Lượng N tích lũy	g/kg DM ăn vào	11,5 ± 0,5	9,9 ± 2,6	11,2 ± 1,0	1,3	0,523
Tỷ lệ N tích lũy	%	37,4 ± 1,7	32,9 ± 8,8	36,1 ± 5,1	4,5	0,609

Kết quả về lượng và tỷ lệ nitơ (N) tích lũy được khi gà thí nghiệm ăn các khẩu phần có mức MOS khác nhau được thể hiện ở Bảng 4. Việc bổ sung MOS vào khẩu phần đã không có sự ảnh hưởng đến lượng N tích lũy của gà thí nghiệm (P > 0,05). Lượng N tích lũy đối tượng gà Ri 16 tuần tuổi sử dụng trong thí nghiệm này là từ 9,9 - 11,5 g/kg DM ăn vào, nằm trong khoảng biến động đã được báo cáo bởi Hồ Trung Thông và cs. (2012). Các tác giả này đã kết luận lượng N tích lũy của gà thịt Lương Phượng 5 - 6 tuần tuổi khi ăn các khẩu phần được phối hợp từ các mẻ ngô khác nhau biến động từ 9,3 - 13,2 g/kg DM ăn vào. Tỷ lệ N tích lũy của gà Ri lai 16 tuần tuổi trong thí nghiệm này biến động từ 32,9 - 37,4 %. Tỷ lệ này là tương đối thấp, nguyên nhân là do gà Ri lai là giống gà sinh trưởng chậm so với các giống gà thịt khác. Thêm vào đó, trong giai đoạn sinh trưởng này hiệu quả sử dụng N trong khẩu phần cũng không còn cao.

3. KẾT LUẬN

Bổ sung MOS với mức 0,5 và 1,0‰ vào trong khẩu phần của gà Ri lai nuôi thịt đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng và tích lũy N trong khẩu phần của gà Ri lai thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ NN&PTNT (2017). Lộ trình quản lý thức ăn chứa kháng sinh trong chăn nuôi và thủy sản. Thông tấn xã Việt Nam.

Tổng cục Thống kê (2020). Niên giám Thống kê Việt Nam năm 2019. Nhà xuất bản Thống kê.

Hồ Trung Thông, Thái Thị Thúy, Hồ Lê Quỳnh Châu, Thân Thị Thanh Trà và Vũ Chí Cương (2012). Sự biến động giá trị năng lượng trao đổi có hiệu chỉnh nitơ và tỷ lệ tiêu hóa các chất dinh dưỡng trong ngô khi sử dụng làm thức ăn nuôi gà. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn 3/2012.

Dương Thị Toan và Nguyễn Văn Lưu (2015). Tình hình sử dụng kháng sinh trong chăn nuôi lợn thịt, gà thịt ở một số trại chăn nuôi trên địa bàn tỉnh Bắc Giang. Tạp chí Khoa học và Phát triển. 13: 717-722.

Chử Văn Tuất, Trần Thị Mai Thảo, Vũ Dũng Minh, Phạm Thị Trang, Khúc Thị San, Trần Thị Hà, Nguyễn Trường Linh, Nguyễn Thị Kim Chung, Đỗ Văn Tĩnh và Nguyễn Thị Thu Hằng (2016). Nghiên cứu tồn dư một số kháng sinh và β-agonist trong thịt tươi (lợn, gà) và nước tiểu lợn tại lò mổ ở một số tỉnh miền Bắc, Việt Nam. Khoa học kỹ thuật Thú y. 23: 76-84.

Afrouziyeh, M., S.H. Hanifian and M. Taghinejad (2014). Effects of mannan oligosaccharides on ileal digestibility of nutrients and microbial populations in the ceca of broiler chickens.

Baurhoo, B., L. Phillip and C. Ruiz-Feria (2007). Effects of Purified Lignin and Mannan Oligosaccharides on Intestinal Integrity and Microbial Populations in the Ceca and Litter of Broiler Chickens. Poultry science 86: 1070-1078.

Biggs, P., C. Parsons, Fahey and G.C. (2007). The effects of several oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. Poultry science 86: 2327-2336.

Cerrate, S., R. Ekmay, J.A. England and C. Coon (2019). Predicting nutrient digestibility and energy value for broilers. Poultry science. 98: 3994-4007.

Hooge, D.M., M.D. Sims, A.E. Sefton, P. Spring, and A. Connolly (2003). Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide, With or Without Bacitracin or Virginiamycin, on Live Performance of Broiler Chickens at Relatively High Stocking Density on New Litter1. Journal of Applied Poultry Research. 12: 461-467.

Iji, P., A.A. Saki and D. Tivey (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on diet supplemented with a mannanoligosaccharide. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81: 1186-1192.

Jørgensen, H., X.Q. Zhao, K.E.B. Knudsen and B.O. Eggum (1996). The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. British Journal of Nutrition. 75: 379-395.

Mountzouris, K.C., Tsitrsikos, P., Palamidi, I., Arvaniti, A., Mohnl, M., Schatzmayr, G., Fegeros, K. (2010). Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition1. Poultry science. 89: 58-67.

NRC (1994). Nutrient requirements of poultry. National Academies.

Ohly (2019). Benefits of Application of Yeast Cell Walls in Animal Husbandry Ohly Application Note, Hamburg, Germany.

Oliveira, M., Rodrigues, EA, Marques, RH, Gravena, RA, Guandolini, GC, Moraes, VMB. (2008). Performance and morphology of intestinal mucosa of broilers fed mannan-oligosaccharides and enzymes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 60: 442-448.

Yang, Y., P. Iji and M. Choct (2009). Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: A review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. World's Poultry Science Journal. 65: 97-114.

Yang, Y., Iji, P. A., Kocher, A., Thomson, E., Mikkelsen, L. L., Choct, M. (2008a).

Effects of mannanoligosaccharide in broiler chicken diets on growth performance, energy utilisation, nutrient digestibility and intestinal microflora. British Poultry Science. 49: 186-194.

Yang, Y., P. A. Iji, A. Kocher, L. L. Mikkelsen, and M. Choct (2008b). Effects of dietary mannanoligosaccharide on growth performance, nutrient digestibility and gut development of broilers given different cereal-based diets. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 92: 650-659.