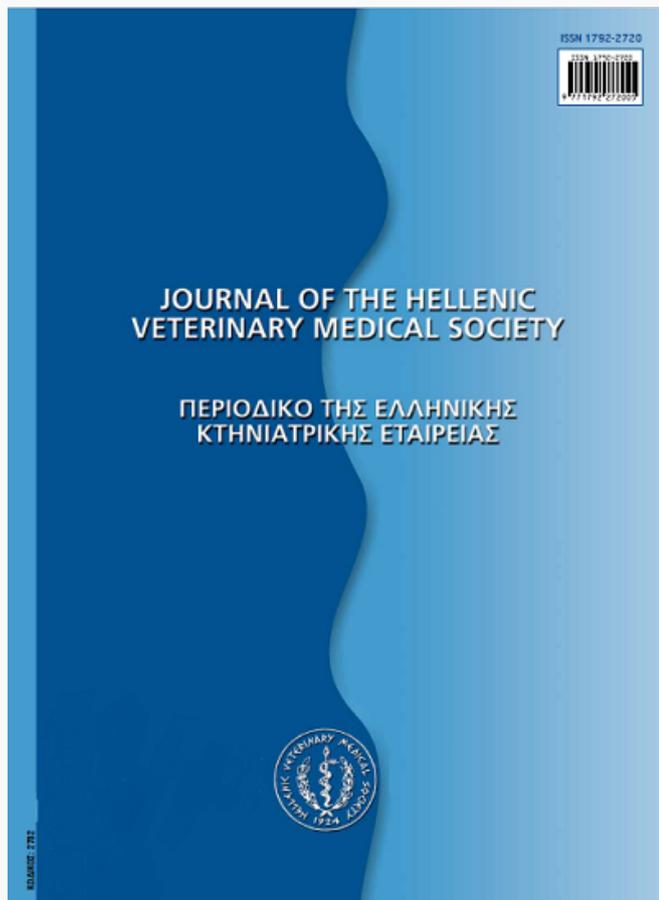


Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 54, No 2 (2003)



Effect of the feed supplement Bio-Mos, a mannan-oligosaccharide, on the performance of broiler chickens

A. B. SPAIS (Α.Β. ΣΠΑΗΣ), I. A. GIANNENAS (Ι.Α. ΓΙΑΝΝΕΝΑΣ), P. FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ-ΠΑΝΕΡΗ), E. CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ), N. A. BOTSOGLOU (Ν.Α. ΜΠΟΤΣΟΓΛΟΥ)

doi: [10.12681/jhvms.15246](https://doi.org/10.12681/jhvms.15246)

To cite this article:

SPAIS (Α.Β. ΣΠΑΗΣ) Α. Β., GIANNENAS (Ι.Α. ΓΙΑΝΝΕΝΑΣ) Ι. Α., FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ-ΠΑΝΕΡΗ) Ρ., CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ) Ε., & BOTSOGLOU (Ν.Α. ΜΠΟΤΣΟΓΛΟΥ) Ν. Α. (2018). Effect of the feed supplement Bio-Mos, a mannan-oligosaccharide, on the performance of broiler chickens. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 54(2), 111–118. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15246>

Επίδραση του μαννοζο-ολιγοσακχαρίτη Bio-Mos, μιας πρόσθετης ύλης ζωοτροφών, στις αποδόσεις κρεοπαραγωγών ορνιθίων

A.B. Σπαΐς, Η.Α. Γιάννης, Π. Φλώρου-Πανέρη, Ε. Χρηστάκη, Ν.Α. Μπίτσουλου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Σε αυτή την εργασία εξετάστηκε η επίδραση του Bio-Mos, μιας πρόσθετης ύλης ζωοτροφών που περιέχει άπεπτες ολιγοσακχαρίτες με βάση τη μαννόζη, στις αποδόσεις κρεοπαραγωγών ορνιθίων, όταν προστίθεται στην εναρκτήρια τροφή τους. Χρησιμοποιήθηκαν 53.040 ορνίθια τύπου Cobb, ηλικίας ημέρας, τα οποία κατανεμήθηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, οι οποίες χωρίστηκαν σε τέσσερις υποομάδες. Τα ορνίθια της μιας ομάδας (Μάρτυρας) διατρέφθηκαν μέχρι τη δέκατη ημέρα με συνήθη εναρκτήρια τροφή του εμπορίου, ενώ εκείνα της άλλης ομάδας (Ομάδα Bio-Mos) με την ίδια εναρκτήρια τροφή, στην οποία είχε προστεθεί Bio-Mos σε αναλογία 1,5 g/kg. Από την ηλικία των 11 ημερών και μέχρι τη λήξη του πειραματισμού που είχε διάρκεια 40 ημερών, στα ορνίθια και των δύο ομάδων χορηγήθηκε η ίδια τροφή ανάπτυξης και πάχυνσης, στην οποία δεν είχε προστεθεί Bio-Mos. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ορνίθια της ομάδας του Bio-Mos είχαν σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερο σωματικό βάρος σε σύγκριση με εκείνα της ομάδας του Μάρτυρα κατά τη δέκατη ημέρα της ηλικίας τους (295 έναντι 254 g) καθώς και κατά την τεσσαρακοστή ημέρα της ηλικίας τους (2108 έναντι 2017 g). Η κατανάλωση τροφής από τα ορνίθια της ομάδας του Bio-Mos, καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού, ήταν σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερη από ό,τι εκείνων της ομάδας του Μάρτυρα (3647 έναντι 3612 g) και συνοδεύτηκε με καλύτερο δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής (1,73 έναντι 1,79). Τέλος, η θνησιμότητα των ορνιθίων ήταν χαμηλότερη για τα πτηνά της ομάδας του Bio-Mos σε σχέση με αυτά της ομάδας των μαρτύρων (2,5 έναντι 2,9%), ωστόσο η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά ($P > 0,05$) σημαντική.

Λέξεις ευρετηρίασης: μαννοζο-ολιγοσακχαρίτης, Bio-Mos, πρόσθετη ύλη ζωοτροφών, κρεοπαραγωγή ορνιθία

Effect of the feed supplement Bio-Mos, a mannan-oligosaccharide, on the performance of broiler chickens

Spais A.B., Giannenas I.A., Florou-Paneri P., Christaki E., Botsoglou N.A.

ABSTRACT. The effect of the mannan-oligosaccharide Bio-Mos on broiler chicken performance, after its incorporation in the starter diet was evaluated. A total of 53,040 one day-old Cobb chicks, randomly divided into two groups with four replicates each, were used in a feeding trial that lasted 40 days. One of the groups (Control group) was fed on a basal commercial starter diet, while the other (Bio-Mos group) was given up to day 10 of age the same diet supplemented with the mannan-oligosaccharide Bio-Mos at the level of 1.5 g/kg of feed. From day 11 of age and thereafter, Bio-Mos administration was discontinued and both groups were given the same basal commercial grower and finisher diets. Results showed that chickens in the Bio-Mos fed group exhibited a significant ($P < 0.05$) improvement in body weight compared to control at day 10 (295 vs 254 g) and day 40 (2108 vs 2017 g) of age. Feed intake per bird from day-old to day 40 of age showed a significant ($P < 0.05$) increase in the Bio-Mos group compared to control (3647 vs 3612 g), whereas feed conversion ratios also demonstrated a significant ($P < 0.05$) improvement for the Bio-Mos group (1.73 vs 1.79). Mortality rate was lower in the Bio-Mos group compared to control (2.5 vs 2.9%), however, the difference was not statistically ($P > 0.05$) significant.

Keywords: Mannan-oligosaccharide, Bio-Mos, feed supplement, broiler chickens

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εντατική εκτροφή πτηνών κρεοπαραγωγικής κατεύθυνσης στην Ελλάδα και σε όλη την Ευρώπη, διατηρεί ένα σημαντικό μερίδιο στην αγορά του κρέατος εξαιτίας των επιθυμητών διατροφικών χαρακτηριστικών του κρέατος των πουλερικών, όπως είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος και η σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Igene and Pearson 1979) τα οποία μπορεί να αυξηθούν περαιτέρω με ειδικές στρατηγικές διατροφής (Hargis and Van Elswyk 1993, Botsoglou et al. 1998). Η εκτροφή αυτή δεν θα πετύχαινε τα υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας που αποτιμώνται ως ταχύς ρυθμός αύξησης κατά την πάχυνση, χαμηλός δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής και χαμηλά ποσοστά θνησιμότητας, χωρίς το υψηλό γενετικό δυναμικό των πτηνών, τη βελτιστοποίηση της σύνθεσης των τροφών και τη χρησιμοποίηση των αντιβιοτικών ή άλλων αντιμικροβιακών ουσιών ως πρόσθετων υλών των ζωοτροφών. Παρ' όλα αυτά, κάτω από την αυξανόμενη πίεση των καταναλωτών για περισσότερο υγιεινά τρόφιμα, αρκετά αντιβιοτικά και άλλες αντιμικροβιακές ουσίες έχουν ήδη απαγορευτεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση (European Commission Regulations, 1998). Σε περίπτωση απαγόρευσης της χρήσης των αντιβιοτικών ως αυξητικών παραγόντων, θα πρέπει ίσως να υιοθετηθούν αλλαγές στη σύνθεση των ζωοτροφών, καθώς και στη στρατηγική που ακολουθείται στη διατροφή, γενικά των παραγωγικών ζώων για την εξουδετέρωση τυχόν δυσμενών επιπτώσεων στην παραγωγή (Government Official Reports, 1997). Υπάρχει, επομένως, επιτακτική ανάγκη για εντατική έρευνα στην αναζήτηση φυσικών εναλλακτικών αυξητικών ουσιών, οι οποίες θα ικανοποιούσαν τις προσδοκίες των παραγωγών και των καταναλωτών για παραγωγικές διαδικασίες φιλικότερες προς το περιβάλλον.

Είναι πιθανόν να υπάρχουν φυσικά συστατικά των ζωοτροφών, τα οποία δεν έχουν ακόμη αναγνωριστεί πλήρως, αλλά θα μπορούσαν να έχουν ιδιότητες αυξητικών παραγόντων, οι οποίες θα επέτρεπαν στα πτηνά να εκδηλώσουν καλύτερα το γενετικό δυναμικό τους για σωματική αύξηση (Miles and Bootwalla, 1991). Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται διάφοροι άπεπτοι ολιγοσακχαρίτες, οι οποίοι, όπως βρέθηκε πρόσφατα, έχουν την ικανότητα να προάγουν εκλεκτικά την ανάπτυξη ενός ή περισσότερων ειδών ωφέλιμων βακτηρίων στο γαστρεντερικό σωλήνα των ζώων (Gibson and Roberfroid, 1995). Η χρήση τους βασίζεται σε αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών κατά τις οποίες εξετάστηκε η χρήση διάφορων απλών σακχάρων, όπως η λακτόζη και η μαλτόζη, προκειμένου να μειωθεί ο αποικισμός του εντέρου από παθογόνους μικροοργανισμούς (Oyofu et al., 1989a,b; Martin, 1994). Σε σχέση με άλλα απλά σάκχαρα, η μαλτόζη είναι το σάκχαρο που χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο για το σκοπό αυτό (Allen et al., 1997).

Ολιγοσακχαρίτες που αποτελούνται από μόρια μαλτόζης (μαλτοζο-ολιγοσακχαρίτες) απαντούν συχνά στη φύση, όπως στα τοιχώματα των κυττάρων των ζυμών και στα κόμμεα. Πλούσια πηγή μαλτοζο-ολιγοσακχαριτών εί-

INTRODUCTION

Poultry industry in Greece and throughout Europe has a major merit in the meat market due to desirable nutritional characteristics of poultry meat, such as low lipid content and relatively high concentrations of polyunsaturated fatty acids (Igene and Pearson, 1979), that can be further increased by specific dietary strategies (Hargis and Van Elswyk, 1993; Botsoglou et al., 1998). Poultry industry would not achieve the high productivity levels, measured as rapid growth rate in the fattening period, high feed efficiency and low mortality, without the high genetic potential of broilers, the optimum diet specifications, and the use of antibiotics or other antimicrobial feed additives. However, under the increasing pressure of consumers for more healthy food, several antimicrobial feed additives have already been banned in the European Union (European Commission Regulations, 1998). If antibiotic feed additives were withdrawn from use, alternative feeding strategies should probably be introduced to offset any possible adverse effects on production (Government Official Reports, 1997). There is, therefore, a growing interest in the identification and evaluation of alternatives to traditional feed additives that would be closer to environmentally friendly farming practices and satisfy both producer and consumer perceptions.

There may still remain not fully identified natural growth promoting feed ingredients that could allow poultry to express better their genetic growth potential (Miles and Bootwalla, 1991). Included in this category are several non-digestible oligosaccharides, which, according to what has been recently shown, stimulate selectively the growth of one or more species of beneficial bacteria in the gastrointestinal tract of animals (Gibson and Roberfroid, 1995). Their use stems from results of previous studies examining the use of various simple sugars, such as lactose or mannose, in order to reduce intestinal colonization by pathogenic microorganisms (Oyofu et al. 1989a,b, Martin 1994). Mannose is by far the most commonly used simple sugar for this purpose (Allen et al., 1997).

Oligosaccharides, containing mannose units (mannan-oligosaccharides), occur naturally in many products, such as yeast cell walls and gums. A good source of mannan-oligosaccharide is the yeast *Saccharomyces cerevisiae* that is among the most commonly utilized microorganisms in animal diets (Bradley et al., 1994). A commercial product called Bio-Mos, which contains yeast cell wall fragments derived from *Saccharomyces cerevisiae* after the centrifugation of a lyzed yeast culture, is available as a GRAS (generally regarded as safe) supplement for poultry diets (Shane, 2001).

The benefits of mannan-oligosaccharides are based on specific properties that include modification of the intestinal flora, reduction in turnover rate of the intestinal mucosa and modulation of the immune system in the intestinal lumen (Fernandez et al. 2000, Spring et al. 2000).

ναι η ζύμη του είδους *Saccharomyces cerevisiae* που αποτελεί έναν από τους περισσότερο χρησιμοποιούμενους μικροοργανισμούς στη διατροφή των ζώων (Bradley et al. 1994). Ένα προϊόν με το όνομα Bio-Mos που περιέχει τα κλάσματα του κυτταρικού τοιχώματος που προκύπτουν μετά από φυγοκέντρηση ανενεργού καλλιέργειας ζυμών του είδους *Saccharomyces cerevisiae*, είναι διαθέσιμο στην αγορά ως GRAS (γενικά θεωρούμενο ως ασφαλές) διατροφικό συμπλήρωμα των πτηνών (Shane, 2001).

Τα οφέλη από τη χρήση των μαννοζο-ολιγοσακχαριτών βασίζονται στις ιδιότητες που έχουν να μεταβάλλουν τη σύνθεση της μικροβιακής χλωρίδας, να μειώνουν την ταχύτητα ανανέωσης των επιθηλιακών κυττάρων του εντερικού βλεννογόνου και να διεγείρουν το ανοσοποιητικό σύστημα στον εντερικό σωλήνα (Fernandez et al. 2000, Spring et al. 2000). Οι ιδιότητες αυτές έχουν θετική επίδραση στην αύξηση του σωματικού βάρους των ζώων, στη μετατρεψιμότητα της τροφής και στη θνησιμότητα των ορνιθίων. Τα βιβλιογραφικά, όμως, δεδομένα που τεκμηριώνουν αυτή την επίδραση στα κρεοπαραγωγά ορνίθια είναι μάλλον περιορισμένα (Kumprecht et al. 1997, Sims και Sefton 1999). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση, κάτω από εμπορικές συνθήκες, όπου ο κίνδυνος εμφάνισης ασθενειών είναι συχνά μεγάλος, της επίδρασης του Bio-Mos που ενσωματώνεται στην εναρκτήρια τροφή κρεοπαραγωγών ορνιθίων στην αύξηση του σωματικού βάρους, την αξιοποίηση της τροφής και τη θνησιμότητα, παράγοντες που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την οικονομικότητα μιας εντατικής εκτροφής κρεοπαραγωγών ορνιθίων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν 53.040 ορνίθια τύπου Cobb, αρσενικά και θηλυκά με την αναλογία που εκκολάπτονται, ηλικίας νεοσσού ημέρας. Τα ορνίθια κατανεμήθηκαν τυχαία σε δυο ομάδες, οι οποίες χωρίστηκαν σε 4 υποομάδες από 6.630 πτηνά η καθεμιά. Όλες οι ομάδες τοποθετήθηκαν σε θαλάμους με στρωμένη από ροκανίδια ξύλου σε πτηνοτροφείο της περιοχής του νομού Θεσσαλονίκης. Η πυκνότητα του πληθυσμού ήταν 18 πτηνά ανά m². Καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού, ο φυσικός φωτισμός συμπληρωνόταν με τεχνητό, έτσι ώστε η συνολική διάρκειά του να είναι 24 ώρες το 24ωρο. Η θερμοκρασία των θαλάμων που ρυθμίστηκε στους 32° C την πρώτη ημέρα, μειωνόταν βαθμιαία για να φθάσει τους 22° C την εικοστή πρώτη ημέρα και στη συνέχεια να παραμείνει γύρω στους 22° C. Η τροφή και το πόσιμο νερό προσφέρονταν στα πτηνά κατά βούληση, σε όλη τη διάρκεια του πειραματισμού. Τα πτηνά εμβολιάστηκαν κατά της νόσου Marek κατά την εκκόλαψη, καθώς και κατά των νοσημάτων ψευδοπανώλους, λοιμώδους βρογχίτιδας και Gumboro κατά τη διάρκεια της δεύτερης εβδομάδας της ζωής τους.

Τα ορνίθια της μιας ομάδας (ομάδα Μάρτυρας) διατράφηκαν μέχρι τη δέκατη ημέρα με συνήθη εναρκτήρια τροφή του εμπορίου, ενώ εκείνα της άλλης ομάδας (ομά-

These properties have the potential to enhance growth rate, feed conversion efficiency and livability in broiler chickens. However, the bibliographical data, which indicate these effects on broiler chickens are rather limited (Kumprecht et al. 1997, Sims and Sefton 1999). The present study was conducted to investigate under field conditions, where the risk of health challenge is often high, the effects of incorporation of Bio-Mos on broiler chicken starter diet, on body weight gain, feed conversion efficiency and livability that have major economic consequences for the poultry industry.

MATERIALS AND METHODS

A total of 53,040 day-old Cobb chicks, male and female with the proportion as hatched, were equally divided at random into two groups with 4 subgroups of 6,630 birds each. Birds were accommodated in a commercial broiler chicken farm, near Thessaloniki, in Greece. All groups were housed in wood shaving litter with a flock density of 18 chickens/m². During the trial that lasted 40 days, commercial breeding and management procedures were employed, whereas natural and artificial light was provided on a continuous basis throughout the experiment. Temperature was gradually decreased from 32° C on day 0 to 22° C on day 21 and was then kept constant. Feed and drinking water were offered to all birds *ad libitum* throughout the experiment. All birds were vaccinated against Marek disease after hatching and against Newcastle disease, infectious bronchitis and Gumboro disease during the second week of their life.

Until 10 days of age, one of the groups (Control group) was fed with a basal commercial starter diet (table 1), while the other (Bio-Mos group) was given the same diet supplemented with the mannan-oligosaccharide Bio-Mos (Alltech, Inc., Kentucky, USA) at the level of 1.5 g/kg of feed. From the 11 day of age and thereafter, Bio-Mos administration was discontinued and both groups were given the same basal commercial grower (11-28 days of age) and finisher (29-40 days of age) diets. The ingredients and the composition of the experimental diets are presented in table 1. Proximate analysis showed no considerable deviations from the calculated values.

All birds within each subgroup were weighed at the time of their placing into the poultry farm and at day 40 of age, whereas feed consumption within each subgroup was recorded during the experimental period. Mortality was also daily recorded. A sample (200 birds) from each subgroup within each group was also individually weighed at day-old and later on at day 10, 20, 30 and 40 of age in order to evaluate the increase in body weight gain (table 2). On the basis of these productivity data, feed conversion ratios and the productivity index according to Voeten and Jansen (1983) were calculated for each group (table 3).

All data were subjected to one-way analysis of variance, using the completely randomised block design. Homo-

Πίνακας 1. Σύνθεση και σύσταση των πειραματικών τροφών

| Συστατικά | Περιεκτικότητα, g/kg | | | |
|-------------------------------------|---|---|--------------------------------|-------------------------------|
| | Εναρκτήρια τροφή με Bio-Mos (1-10 ημέρες) | Εναρκτήρια τροφή (Μάρτυρας) (1-10 ημέρες) | Τροφή ανάπτυξης (11-28 ημέρες) | Τροφή πάχυνσης (29-40 ημέρες) |
| Σιτάρι (σπέρματα) | 600,0 | 600,0 | 620,0 | 634,0 |
| Σογιάλευρο εκχύλισης | 288,0 | 288,0 | 284,0 | 274,0 |
| Ρεγγάλευρο | 40,0 | 40,0 | 20,0 | 0,0 |
| Σογιέλαιο | 40,0 | 40,0 | 45,0 | 45,0 |
| Φυτικό λίπος | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 15,0 |
| Ανθρακικό ασβέστιο | 11,0 | 12,5 | 12,0 | 12,5 |
| Φωσφορικό διασβέστιο | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 7,0 |
| Χλωριούχο νάτριο | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,0 |
| Διπτανθρακικό νάτριο | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Βιολυσίνη | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| Μεθειονίνη | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| Πρόμιγμα βιταμινών ¹ | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Πρόμιγμα ιχνοστοιχείων ² | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Ένζυμα ³ | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Avatec (15% Lasalocid) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Bio-Mos | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ανάλυση τροφών | | | | |
| Ολικές πρωτεΐνες, % | 23,1 | 23,1 | 21,2 | 20,5 |
| Λιπαρές ουσίες, % | 5,2 | 5,2 | 6,1 | 7,1 |
| Κυτταρίνες, % | 3,3 | 3,3 | 3,6 | 3,5 |
| Τέφρα, % | 5,1 | 5,2 | 4,9 | 4,7 |
| Ασβέστιο, % | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| Φωσφόρος, % | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Λυσίνη, % | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| Μεθειονίνη+κυστίνη, % | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,9 |
| Μεταβολιστέα ενέργεια, MJ/kg | 12,8 | 12,8 | 13,1 | 13,4 |

¹Το πρόμιγμα βιταμινών προσέφερε ανά kg τροφής: 12.000 IU βιταμίνης Α, 5.000 IU βιταμίνης D₃, 80 mg βιταμίνης Ε, 7 mg βιταμίνης Κ, 5 mg θειαμίνης, 6 mg ριβοφλαβίνης, 6 mg πυριδοξίνης, 0,02 mg βιταμίνης Β₁₂, 60 mg νιασίνης, 15 mg παντοθενικού οξέος, 1,5 mg φολικού οξέος, 0,25 mg βιοτίνης, 10 mg βιταμίνης C, 500 mg γλωριούχας χολίνης.

²Το πρόμιγμα ιχνοστοιχείων προσέφερε ανά kg τροφής 100 mg Zn, 120 mg Mn, 20 mg Fe, 15 mg Cu, 0,2 mg Co, 1 mg I, 0,3 mg Se,

³φντάση+β-γλουκανάση+αραβοξυλανάση στις συνιστώμενες ποσότητες ανά kg τροφής.

δα Bio-Mos) με την ίδια εναρκτήρια τροφή, στην οποία είχε προστεθεί Bio-Mos (Alltech Inc., Kentucky, USA) σε αναλογία 1,5 g/kg. Από την ηλικία των 11 ημερών και μέχρι τη λήξη του πειραματισμού, στα ορνίθια και των 2 ομάδων χορηγήθηκε η ίδια τροφή ανάπτυξης (ηλικία 11-28 ημέρες) και πάχυνσης (ηλικία 29-40 ημέρες), στην οποία δεν είχε προστεθεί Bio-Mos. Η σύνθεση και η σύσταση των τροφών που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

Για την εκτίμηση των αποδόσεων των κρεοπαραγωγών ορνιθίων, τα σωματικά βάρη όλων των πτηνών και των δυο ομάδων μετρήθηκαν την πρώτη ημέρα του πειραματισμού καθώς και την τεσσαρακοστή ημέρα, ενώ καθ' όλη την πειραματική περίοδο γινόταν καταγραφή της κατανάλωσης της τροφής και της θνησιμότητας των πτηνών σε κάθε ομάδα. Για την εκτίμηση της αύξησης του σωματικού βάρους μετρήθηκαν επιπλέον τη δέκατη, εικοστή και τριακοστή ημέρα τα σωματικά βάρη σε 200 πτηνά από κάθε υποομάδα (πίνακας 2). Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, υ-

geneity of variances was checked with Bartlett's test (Anderson and McLean, 1974). Differences between treatment means were tested for significance at the level of $P < 0.05$ by Tukey's test, and computerized with the SPSS 10.05 statistical package (SPSS Ltd., Woking, Surrey, UK).

RESULTS AND DISCUSSION

Mean body weight of chickens at day-old to day 10, 20, 30 and 40 of age is summarized in table 2. Between day-old and day 10 of age, chickens in the Bio-Mos fed group exhibited a significant ($P < 0.05$) improvement in body weight, when compared to the chickens fed the control diet (295 vs 254 g). As the birds continued their growth, at 20 and 30 day of age they improved significantly ($P < 0.05$) their body weights, even though Bio-Mos was not contained in the grower and finisher diets. At 40 days of age, chickens in the Bio-Mos group presented a significantly ($P < 0.05$) better final body weight (2108 vs 2017 g), in

Table 1. Composition of experimental diets

| Ingredients | Composition, g/kg | | | |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------|----------------------------------|
| | Starter diet with Bio-Mos (day 1-10 of age) | Starter control diet (day 1-10 of age) | Grower diet (day 11-28 of age) | Finisher diet (day 29-40 of age) |
| Wheat | 600.0 | 600.0 | 620.0 | 634.0 |
| Soybean meal | 288.0 | 288.0 | 284.0 | 274.0 |
| Herring meal | 40.0 | 40.0 | 20.0 | 0.0 |
| Soybean oil | 40.0 | 40.0 | 45.0 | 45.0 |
| Vegetable fat | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 |
| Limestone | 11.0 | 12.5 | 12.0 | 12.5 |
| Dicalcium phosphate | 5.0 | 5.0 | 5.5 | 7.0 |
| Salt | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.0 |
| Sodium bicarbonate | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Biolysine | 2.5 | 2.5 | 2.0 | 1.5 |
| Methionine | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 |
| Vitamins premix ¹ | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Trace Mineral premix ² | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Enzymes ³ | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Avatec (15% Lasalocid) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Bio-Mos | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Calculated analysis | | | | |
| Crude protein, % | 23.1 | 23.1 | 21.2 | 20.5 |
| Fat, % | 5.2 | 5.2 | 6.1 | 7.1 |
| Fibre, % | 3.3 | 3.3 | 3.6 | 3.5 |
| Ash, % | 5.1 | 5.2 | 4.9 | 4.7 |
| Calcium, % | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |
| Phosphorus, % | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| Lysine, % | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.2 |
| Methionine+Cystine, % | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.9 |
| Metabolizable energy, MJ/kg | 12.8 | 12.8 | 13.1 | 13.4 |

¹ Supplying per kg feed: 12,000 IU vitamin A, 5,000 IU vitamin D₃, 80 mg vitamin E, 7 mg vitamin K, 5 mg thiamin, 6 mg riboflavin, 6 mg pyridoxine, 0.02 mg vitamin B₁₂, 60 mg niacin, 15 mg pantothenic acid, 1.5 mg folic acid, 0.25mg biotin, 10 mg vitamin C, 500 mg choline chloride,

² Supplying per kg feed: 100 mg Zn, 120 mg Mn, 20 mg Fe, 15 mg Cu, 0.2 mg Co, 1 mg I, 0.3 mg Se,

³ phytase, β-glucanase + araboxylanase in recommended quantities per kg of diet.

Πίνακας 2. Μέσο σωματικό βάρος των κρεοπαραγωγών ορνιθίων κατά τη διάρκεια του πειραματισμού

| Ηλικία, ημέρες | Μέσο σωματικό βάρος ορνιθίων ± τυπική απόκλιση, g | |
|----------------|---|------------------------|
| | Ομάδα Μάρτυρας | Ομάδα Bio-Mos |
| 1 | 46 ± 2 ^α | 46 ± 2 ^α |
| 10 | 254 ± 15 ^α | 295 ± 19 ^β |
| 20 | 725 ± 25 ^α | 783 ± 24 ^β |
| 30 | 1401 ± 48 ^α | 1476 ± 36 ^β |
| 40 | 2017 ± 43 ^α | 2108 ± 42 ^β |

^{α,β}: Μέσες τιμές στην ίδια σειρά με διαφορετικό γράμμα ως εκθέτη διαφέρουν σημαντικά (P<0,05)

πολογίστηκε ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής, καθώς και ο δείκτης παραγωγικότητας (Voeten και Jansen,

Table 2. Mean body weights of broiler chickens during the feeding trial

| Age of chickens, days | Mean body weight ± SD, g | |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| | Control group | Bio-Mos group |
| 1 | 46 ± 2 ^α | 46 ± 2 ^α |
| 10 | 254 ± 15 ^α | 295 ± 19 ^β |
| 20 | 725 ± 25 ^α | 783 ± 24 ^β |
| 30 | 1401 ± 48 ^α | 1476 ± 36 ^β |
| 40 | 2017 ± 43 ^α | 2108 ± 42 ^β |

^{α,β}: Mean values in the same row with a superscript in common do not differ significantly (P>0.05).

comparison to the chickens in the control group.

Cumulative data on feed intake per bird from day old

1983) για κάθε ομάδα (πίνακας 3).

Όλα τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση διακύμανσης μιας κατεύθυνσης χρησιμοποιώντας το εντελώς τυχαίο μοντέλο με υποομάδες. Η ομοιογένεια των διακυμάνσεων εξετάστηκε με τη δοκιμή Bartlett (Anderson and McLean, 1974). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών ελέγχθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$ με τη δοκιμασία Tukey, χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS (SPSS 10.05, SPSS Ltd., Surrey, UK).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα σωματικά βάρη των ορνιθίων στις ηλικίες του νεοσσού ημέρας, καθώς και των 10, 20, 30 και 40 ημερών σημειώνονται στον πίνακα 2. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ορνίθια της ομάδας, στην οποία χορηγήθηκε εναρκτήρια τροφή με Bio-Mos, είχαν σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερο σωματικό βάρος από τα ορνίθια της ομάδας του Μάρτυρα κατά τη δέκατη ημέρα της ηλικίας τους (295 έναντι 254 g). Με την πρόοδο της ηλικίας, τα ορνίθια της ομάδας Bio-Mos εξακολούθησαν να παρουσιάζουν σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερα σωματικά βάρη στις ηλικίες των 20 και 30 ημερών σε σχέση με εκείνα της ομάδας του Μάρτυρα. Επίσης, τα ορνίθια της ομάδας του Bio-Mos είχαν σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερο σωματικό βάρος σε σύγκριση με αυτό του Μάρτυρα (2108 έναντι 2017 g) και κατά την τεσσαρακοστή ημέρα της ηλικίας τους.

Από τα στοιχεία του πίνακα 3 προκύπτει ότι η κατανάλωση της τροφής από τα ορνίθια της ομάδας Bio-Mos κατά την όλη διάρκεια του πειραματισμού, παρουσίασε μια σημαντική ($P < 0,05$) αύξηση σε σχέση με εκείνη των ορνιθίων του Μάρτυρα (3647 έναντι 3612 g). Παρά τη σημαντική αυτή αύξηση, ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής εμφάνισε σημαντικά ($P < 0,05$) καλύτερη τιμή στα ορνίθια της ομάδας Bio-Mos από ό,τι σε εκείνα της ομάδας του Μάρτυρα (1,73 έναντι 1,79).

Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με εκείνα που προέκυψαν από ανάλογους πειραματισμούς (Sims and Sefton, 1999), στους οποίους μελετήθηκε η αύξηση του σωματικού βάρους κρεοπαραγωγών ορνιθίων μετά από χορήγηση εναρκτήριας τροφής που περιείχε Bio-Mos σε ποσότητα 1 g/kg και, στη συνέχεια, τροφής ανάπτυξης και πάχυνσης που περιείχε Bio-Mos σε ποσότητα 0,5 g/kg.

Τα αποτελέσματα, εξάλλου, που προέκυψαν, δεν έρχονται σε αντίθεση με εκείνα που παρατηρήθηκαν σε αντίστοιχους πειραματισμούς με εκτροφή κρεοπαραγωγών ορνιθίων σε κλουβιά (Kumprecht et al., 1997). Στους πειραματισμούς αυτούς, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση του σωματικού βάρους των ορνιθίων όλων των ομάδων, τα οποία κατανάλωναν Bio-Mos σε ποσότητες 0,5-3 g/kg τροφής μέχρι την εικοστή πρώτη ημέρα της ηλικίας τους. Επίσης, στα ορνίθια όλων των ομάδων με Bio-Mos παρατηρήθηκε βελτίωση του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής τους με τη λήξη του πειραματισμού που είχε διάρκεια 42 ημερών.

Πίνακας 3. Επίδραση του Bio-Mos στις αποδόσεις των κρεοπαραγωγών ορνιθίων

| Παράμετροι αποδόσεων | Ομάδα Μάρτυρας* | Ομάδα Bio Mos* |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Τελικό σωματικό βάρος, g | 2017 ± 43 ^α | 2108 ± 42 ^β |
| Κατανάλωση τροφής ανά πτηνό, g | 3612 ± 28 ^α | 3647 ± 33 ^β |
| Δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής | 1.79 ± 0.04 ^α | 1.73 ± 0.02 ^β |
| Θνησιμότητα, % | 2.9 ± 0.4 ^α | 2.5 ± 0.1 ^α |
| Δείκτης παραγωγικότητας | 142 ± 2 ^α | 154 ± 3 ^β |

* Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση.

^{α,β} Τιμές στην ίδια σειρά με διαφορετικό γράμμα ως εκθέτη διαφέρουν σημαντικά ($P < 0,05$).

Table 3. Effect of Bio-Mos on performance parameters of broiler chickens

| Performance parameters | Control group* | Bio-Mos group* |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Final body weight, g | 2017 ± 43 ^α | 2108 ± 42 ^β |
| Feed intake per bird, g | 3612 ± 28 ^α | 3647 ± 33 ^β |
| Feed conversion ratio | 1.79 ± 0.04 ^α | 1.73 ± 0.02 ^β |
| Mortality, % | 2.9 ± 0.4 ^α | 2.5 ± 0.1 ^α |
| Productivity index | 142 ± 2 | 154 ± 3 ^β |

* Mean value ± standard deviation.

^{α,β} Values in the same row with a superscript in common do not differ significantly ($P > 0.05$).

to 40 days of age (table 3) showed a significant ($P < 0.05$) increase in the Bio-Mos group compared to the control (3647 g ± 33 vs 3612 g ± 28). Despite this significant increase, feed conversion ratios also demonstrated a significant ($P < 0.05$) improvement for the Bio-Mos group compared to the control group (1.73 ± 0.02 vs 1.79 ± 0.04).

These findings are in agreement with those of analogous trials (Sims and Sefton, 1999), where the body weight increase of broiler chickens was studied after administration of a starter diet containing 1g Bio-Mos/kg and grower and finisher diets both containing 0.5 g Bio-Mos/kg. In addition, the results of our study are not in contrast to those observed in pertinent trials with cage-housed broiler chickens (Kumprecht et al., 1997). In these trials, a statistically significant increase in live weight was noted in all treatments receiving dietary Bio-Mos at levels of 0.5-3 g/kg by 21 days of age, whereas feed conversion efficiency was improved at the end of the experimental period that lasted 42 days.

The estimated productivity index was higher (table 3) in the Bio-Mos group compared to control. Table 3 also shows that the mortality rate was lower in the Bio-Mos group compared to control (2.5% vs 2.9%), however, the difference was not statistically ($P > 0,05$) significant. This is in agreement with previous findings (Sims and Sefton,

Ο δείκτης παραγωγικότητας παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη τιμή για τα ορνίθια της ομάδας Bio-Mos σε σχέση με εκείνα της ομάδας του Μάρτυρα (πίνακας 3). Από τον πίνακα 3 διαπιστώνεται, ακόμη, ότι η θνησιμότητα των ορνιθίων ήταν χαμηλότερη στην ομάδα Bio-Mos σε σχέση με εκείνη των μαρτύρων (2,5 έναντι 2,9 %), ωστόσο η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($P > 0,05$). Η διαπίστωση αυτή συμφωνεί με ευρήματα άλλων ερευνητών (Sims and Sefton, 1999), που έδειξαν ότι το ποσοστό θνησιμότητας των κρεοπαραγωγών ορνιθίων δεν επηρεάζεται, όταν στην τροφή τους προστίθεται Bio-Mos σε διάφορες ποσότητες. Ωστόσο, έχει αναφερθεί (Newman, 1994) ελάττωση του αριθμού των ακατάλληλων προς σφαγή ορνιθίων μετά από χορήγηση Bio-Mos.

Η εργασία αυτή έδειξε ότι το Bio-Mos έχει θετική επίδραση στις αποδόσεις και παράλληλα βελτιώνει το δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής ακόμη και όταν χορηγείται σε κρεοπαραγωγά ορνίθια στη σχετικά χαμηλή ποσότητα 1,5 g/kg και μόνο για 10 ημέρες. Το ευεργετικό αυτό αποτέλεσμα της δράσης του Bio-Mos σε εντατικές εκτροφές κρεοπαραγωγών ορνιθίων αποδίδεται στις ιδιότητες των μαννοζο-ολιγοσακχαριτών που συνδέονται με την τροποποίηση της σύνθεσης της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου (Spring et al., 2000), τη μεταβολή της μορφολογίας και της λειτουργικής δομής του εντερικού βλεννογόνου (Savage et al., 1997), και τη διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος τόσο σε επίπεδο του όλου συστήματος όσο και σε κυτταρικό επίπεδο (Ewing and Cole 1994, Newman 1994, Mac Donald 1995, Savage et al. 1996, Lilburn et al. 2000). Το Bio-Mos, ένας πλούσιος σε μαννόζη ολιγοσακχαρίτης, μπορεί εκλεκτικά να δεσμεύει και να παρεμποδίζει τα βακτήρια να αποικίσουν το γαστρεντερικό σωλήνα μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες εκδήλωσης νόσου (Newman, 1994). Επειδή το Bio-Mos δεν διασπάται από τα πεπτικά ένζυμα, μπορεί να εξέρχεται από τον εντερικό σωλήνα μαζί με τα προσκολλημένα παθογόνα βακτήρια, παρεμποδίζοντας έτσι τον αποικισμό του εντέρου και δημιουργώντας ένα περισσότερο ευνοϊκό περιβάλλον για τη χρησιμοποίηση των θρεπτικών ουσιών (Newman, 1994).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής υποδεικνύουν ότι το Bio-Mos προσφέρει ένα ακόμη μέσο βελτίωσης των αποδόσεων των κρεοπαραγωγών ορνιθίων με χρήση φυσικών προϊόντων. Ωστόσο, εκτιμάται ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να τεκμηριωθούν καλύτερα τα συμπεράσματα αυτά, να γίνει περισσότερο κατανοητός ο τρόπος δράσης των μαννοζο-ολιγοσακχαριτών και να βελτιστοποιηθούν τα οφέλη από τη χρήση τους. Οι απαγορευτικές ρυθμίσεις στη χρήση των αντιμικροβιακών πρόσθετων υλών αναμένεται ότι θα εντατικοποιηθούν εξαιτίας της ενημέρωσης των καταναλωτών αλλά και της ανησυχίας της επιστημονικής κοινότητας για ενδεχόμενους κινδύνους από την αύξηση της ανθεκτικότητας των μικροοργανισμών στις αντιμικροβιακές φαρμακευτικές ουσίες. Έτσι, συνάγεται ότι οι φυσικές εναλλακτικές ουσίες θα αποκτήσουν μεγάλη σπουδαιότητα. □

1999), showing that mortality was not affected by dietary supplementation with Bio-Mos at various levels, although a decrease in condemnation rate has been also reported after administration of Bio-Mos (Newman, 1994).

The present feeding trial showed that Bio-Mos exhibits growth promoting properties with a concomitant improvement in feed utilization efficiency, even though it was administered to broilers at the relatively low dietary level of 1.5 g/kg for as short as 10 days. This beneficial response in field performance has been attributed by previous workers to the diverse properties of the mannan-oligosaccharides, which are associated with modifying the composition of the intestinal microflora (Spring et al., 2000), changing the morphology and structure of the intestinal mucosa (Savage et al., 1997) and modulating the immune system at both the systemic and cellular levels (Ewing and Cole 1994, Newman 1994, Mac Donald 1995, Savage et al. 1996, Lilburn et al. 2000). Bio-Mos, a mannose-rich oligosaccharide, can selectively bind bacteria that colonize the digestive tract and can cause disease (Newman, 1994). Since digestive enzymes cannot degrade Bio-Mos, it can pass through the tract, carrying the bound pathogen bacteria, preventing colonization and providing a more favorable environment for the utilization of the nutritional substances (Newman, 1994).

In conclusion, the results of the present study suggest that Bio-Mos offers another mean of improving the chickens' performance, by using natural products. However, additional research is needed to establish better this suggestion, to achieve a more detailed understanding of how the mannan-oligosaccharides elicit their biological response and to further optimize the benefits of their use. Legislative bans on the use of antimicrobial feed supplements will be probably intensified, due to the awareness among consumers and the scientific community of possible dangers of emerging drug resistance, so natural substitutes for antimicrobial growth promoters will become highly important. □

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- Allen VM, Fernandez F, Hinton MH (1997) Evaluation of the influence of supplementing the diet with mannose or palm kernel meal on *Salmonella* colonization in poultry. *Brit Poultry Sci*, 38: 485-488
- Anderson VL, McLean RA (1974) Review of Some Basic Statistical Concepts. In *Design of Experiments. A Realistic Approach*. DB Owne, P Lewis, PD Minton, eds, Marcel Dekker, New York, vol. V, 1:20-21
- Botsoglou NA, Yannakopoulos AL, Fletouris DJ, Tserveni-Goussi AS, Psomas IE (1998) Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. *J Agric Food Chem*, 46: 4652-4656
- Bradley GL, Savage TF, Timm KI (1994) The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. bouldarii on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Sci*, 73: 1766-1770
- European Commission Regulations, (EC) No 2821/98 of 17 December 1998 amending withdrawal of the authorization of certain antibiotics. Council Directive 70/524/EC concerning additives in feedingstuffs, OJ L 351/4: 1-5
- Ewing WN, Cole DJA (1994) *The living Gut, An introduction to Micro-organisms in Nutrition*. Context Publications, Leicestershire, United Kingdom
- Fernandez F, Hinton M, Van Gils B (2000) Evaluation of the effect of mannan-oligosaccharides on the competitive exclusion of *Salmonella* enteritidis colonization in broiler chicks. *Avian Pathology*, 29: 575-581
- Gibson GR, Roberfroid BM (1995) Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr*, 125: 1401-1412
- Government Official Reports, (1997) *Antimicrobial Feed Additives*, Report from the Commission on Antimicrobial Feed Additives, Ministry of Agriculture, Stockholm, Sweden, 132: 165-185
- Hargis PS, Van Elswyk ME (1993) Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poultry Sci J*, 49: 251-264
- Igene JO, Pearson AM (1979) Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. *J Food Sci*, 44: 1285-1290
- Kumprecht I, Zobac P, Siske V, Sefton AE, Spring P (1997) Effects of dietary mannanoligosaccharide level on performance and nutrient utilization of broilers. *Poultry Sci*, 76 (Suppl. 1): 132
- Lilburn M, Dixon J, Cotter P, Paluch B, Malzone A, Sefton T, Connolly A (2000) Modulation of humoral immunity in commercial laying hens by a dietary probiotic. *Poultry Sci*, 79 (Suppl.1): 38
- Mac Donald F (1995) Use of immunostimulants in agricultural applications In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 11th Annual Symposium. TP Lyons, KA Jacques, eds, Nottingham University Press, Nottingham, UK: 97-103
- Martin SA (1994) Potential for manipulating the gastrointestinal microflora: a review of recent progress In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. TP Lyons, KA Jacques, eds, Nottingham University Press, Nottingham, UK: 155-166
- Miles RD, Bootwalla SM (1991) Direct-fed microbials in animal production, Avian. In: *Direct-fed microbials in animal production: A review of the literature*. National Feed Ingredients Association, West Des Moines, Iowa, 117
- Newman K (1994) Mannan-oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. TP Lyons, KA Jacques, eds, Nottingham University Press, Nottingham, UK: 167-174
- Oyofa BA, Droleskey RE, Norman JO, Mollenhauer HH, Ziprin RL, Corrier DE, DeLoach JR (1989a) Inhibition by mannose of in vitro colonization of chicken small intestine by *Salmonella typhimurium*. *Poultry Sci*, 68: 1351-1356
- Oyofa BA, DeLoach JR, Corrier DE, Norman JO, Ziprin RL, Mollenhauer HH (1989b) Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization of broiler chickens with D- mannose. *Poultry Sci*, 68: 1357-1360
- Savage TF, Cotter PF, Zakrzewska EI (1996) The effect of feeding a mannan oligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgA of Wrolstad MW male turkeys. *Poultry Sci*, 75 (Suppl.1): 143
- Savage TF, Zakrzewska EI, Andreasen JR (1997) The effects of feeding manna-oligosaccharide supplemented diets to poults on performance and the morphology of the small intestine. *Poultry Sci*, 76 (Suppl.1): 139
- Shane SM (2001) Mannan oligosaccharides in poultry nutrition: mechanisms and benefits. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. TP Lyons, KA Jacques, eds, Nottingham University Press, Nottingham, UK: 65-77
- Sims MD, Sefton AE (1999) Comparative effects of a mannan-oligosaccharide and an antibiotic growth promoter on performance of commercial broilers. Proceedings of the 50th North Central Avian Disease Conference
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE (2000) The effects of dietary mannan-oligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. *Poultry Sci*, 79: 205-211
- Voeten AC, Jansen BAP (1983) The monitoring and evaluation of coccidiostats in broilers. *Archiv Fuer Geflugelk*, 47: 181-185