

## تأثیر رژیم‌های غذایی فیبری در تولک‌بری اجباری بر فعالیت میکروبی و تخمیر دستگاه گوارش و عملکرد مرغان تخم‌گذار

احسان شهرامی\*

محقق بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۷)

### چکیده

هدف از این آزمایش بررسی تأثیر استفاده از رژیم‌های غذایی غیرفیبری و فیبری در مقایسه با روش رایج گرسنگی بر عملکرد و فعالیت میکروبی و تولید تخمیری دستگاه گوارش مرغان تخم‌گذار تولک برده شده بود. بدین منظور از ۱۸۰ قطعه مرغ تخم‌گذار تجاری (های‌لاین W36) در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار، شش تکرار و شش پرنده در هر تکرار به مدت دوازده روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- شاهد (تغذیه جیره تخم‌گذاری)، ۲- محروم از خوراک (در حالت گرسنه)، ۳- تغذیه جیره تخم‌گذاری حاوی اکسید روی، ۴- تغذیه جیره تخم‌گذاری در سطح ۱۰ درصد به همراه ۹۰ درصد پودر یونجه و ۵- تغذیه جیره تخم‌گذاری در سطح ۱۰ درصد به همراه ۹۰ درصد کنجاله پالم بودند. تولید پرندگان در دوره پس از تولک، به مدت ۱۲ هفته ثبت شد. نتایج نشان داد، در انتهای دوره تولک جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلی محتویات روده کور (سکوم) به ترتیب در پرنده‌های تغذیه شده با تیمار حاوی کنجاله پالم و تیمار محروم از خوراک به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بود ( $P < 0.05$ )؛ همچنین غلظت کل اسیدهای چرب فرار روده کور در تیمار حاوی پودر یونجه به طور معنی‌داری بیش از دیگر تیمارهای آزمایشی بود ( $P < 0.05$ ). میانگین توده تخم‌مرغ تولیدی نیز به طور معنی‌داری در تیمارهای تغذیه‌ای بالاتر از گروه شاهد و گرسنه بود ( $P < 0.05$ ). نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد، جیره‌های غذایی حاوی فیبر در مقایسه با رژیم غیر فیبری و رژیم گرسنگی سبب افزایش جمعیت باکتری‌های سودمند و تولیدهای تخمیری روده کور گشته و تأثیر مطلوبی بر تولید پس از تولک داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب فرار، اشریشیاکلی، تولک‌بری، لاکتوباسیلوس، مرغان تخم‌گذار.

## Effect of fiber-rich molting diets on performance, gastro intestinal fermentation and microbial activity of laying hens

Ehsan Shahrami\*

Researcher, Department of Animal Sciences, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Qazvin-Iran  
(Received: Jan. 28, 2016 - Accepted: Apr. 16, 2017)

### ABSTRACT

The objective of this experiment was to study the effects of fiber-rich molting diets as alternative to the conventional feed withdrawal method, on performance, gastro intestinal fermentation and microbial activity of laying hens. One hundred eighty Hy-line (W36) laying hens were used in a completely randomized design with 5 treatments and 6 replicates by 12 birds in each replication during 12 days. Treatments were: 1- control group (hens fed with a layer diet), 2- feed withdrawal group, 3- laying hen diet containing 20000 mg zinc oxide/kg, 4- laying hen diet diluted by adding 90% alfalfa meal, 5- laying hen diet diluted by adding 90% palm kernel meal. Egg production of hen was monitored for 12 weeks during post molting period. Results show that *Lactobacilli* and *Escherichia coli* bacteria population was significantly greater ( $P < 0.05$ ) in cecal contents of hens fed by palm kernel meal and withdrawal hens respectively than other treatments in the end of molting period. Also cecal total volatile fatty acids concentration was greater in hens fed by alfalfa than other treatments ( $P < 0.05$ ). The means of egg mass in fed treatments was generally higher than feed withdrawal and control treatments ( $P < 0.05$ ). The results suggest that fiber-rich diets compared to non-fiber diets and feed withdrawal lead to an increase in populations of useful bacteria and fermentation products and improvement of post molting production.

**Keywords:** *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, laying hens, molting, volatile fatty acids.

### مقدمه

در سال‌های اخیر، القای پرریزی به وسیله حذف خوراک پرنده، در راستای احترام به آسایش حیوان و ایمنی غذایی مورد انتقاد شدید قرار گرفته است. محرومیت درازمدت از غذا عمل بسیار ظالمانه‌ای به شمار آمده و سبب وارد شدن تنش شدید به عملکرد سامانه ایمنی پرنده و گسترش عفونت‌های *Salmonella enteritidis* در پرندگان تخم‌گذار می‌شود. عفونت *Salmonella enteritidis* به‌عنوان یک عامل مهم آلودگی در پوسته تخم‌مرغ تشخیص داده شده است و به لحاظ علمی به‌طور مستقیم با تولک‌بری اجباری در ارتباط است. در این راستا امروزه استفاده از جیره‌های حاوی فیبر بالا به‌عنوان رژیم‌های غذایی قابل استفاده در برنامه‌های تولک‌بری مورد توجه قرار گرفته‌اند. یک رژیم غذایی پر فیبر به‌طور معمول در مقایسه با رژیمی کم فیبر انرژی قابل سوخت‌وساز (متابولیسم) کمتری دارد (Wenk, 2001). جیره‌های دارای مقادیر زیاد فیبر سریع‌تر باعث سیری شده و پرندگانی که به‌صورت فیزیکی سیر می‌شوند متحمل تنش کمتری می‌شوند (Rijnen, 1999). از این رو جیره‌های با فیبر بالا برای القای پرریزی پیشنهاد شدند. جیره‌های با فیبر زیاد اغلب متشکل از دیواره‌های یاخته‌ای گیاهی، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و ترکیب‌های غیر کربوهیدراتی مانند لیگنین، پروتئین، اسیدهای چرب و موم (واکس) هستند. فیبر رژیم غذایی نمی‌تواند توسط فرآیندهای درونی حیوان میزبان هضم شود در عوض ریزجانداران (میکروارگانیزم‌های) موجود در دستگاه گوارش می‌توانند آن را سوخت‌ساز کنند. این خوراک‌ها می‌توانند کارایی دستگاه گوارش حیوان را از راه تغییر در فعالیت‌های میکروبی و نرخ عبور مواد و متابولیت‌ها دستخوش تغییر سازند (Bach Knudsen, 2001).

فیبر موجود در کنجاله پالم حاوی مقادیر بالایی از مانان و گالاکتومانان به‌عنوان یک الیگوساکارید غیر نشاسته‌ای غیرقابل هضم است. گالاکتومانان موجود در کنجاله پالم حاوی پیوندهای بتا ۴-۱ گلایکوسیدی است که توسط انسان و یا پرنده نمی‌تواند هضم شود اما به‌خوبی توسط باکتری‌های دستگاه گوارش تخمیر

شده و می‌تواند مقادیر بالایی از اسیدهای چرب زنجیر کوتاه تولید کند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند، گالاکتومانان‌ها به‌عنوان پری‌بیوتیک می‌توانند جمعیت میکروبی انتهای دستگاه گوارش تک معده‌ای‌ها را در جهت افزایش جمعیت باکتری‌های سودمند دستگاه گوارش و نیز جلوگیری از چسبیدن بیمارگر (پاتوژن)‌ها به بافت پوششی (اپی‌تلیوم) دستگاه گوارش، تغییر دهند (Tungland & Meyer, 2002). باکتری‌های سودمند دستگاه گوارش پرندگان به‌طور عمده شامل *Bifidobacterium* و *Lactobacillus* هستند که به‌عنوان ریزاندامگان فراسودمند (پروبیوتیک) عمل می‌کنند. نتیجه تخمیر این باکتری‌ها در انتهای دستگاه گوارش تولید اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و اسیدلاکتیک است که pH مجرای روده‌ای را کاهش داده و اثر بازدارندگی روی رشد و افزایش بیمارگرها دارند. پری‌بیوتیک‌ها و فیبرهای خوراکی می‌توانند مانع چسبندگی بیمارگرها به دستگاه گوارش نه تنها از راه رقابت مستقیم با بیمارگرها برای کسب جایگاه‌های اتصال بلکه از راه باند شدن با بیمارگرها و غیرفعال کردن آن‌ها شوند.

یونجه توازن مناسبی از اسیدهای آمینه، غنی از ویتامین‌ها، کاروتنوئیدها و گزانتوفیل دارد که زردی مطلوبی را به تخم‌مرغ می‌بخشد. یونجه همچنین حاوی سطوح بالایی از عامل‌های ضدتغذیه‌ای زیست فعال مانند ساپونین است. ساپونین به‌طورمعمول استروئیدی یا تری‌ترپنوئیدی است که اثر کاهش‌دهنده کلسترول، ضدسرطان، ضد التهاب و خاصیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) دارد (Ponet et al., 2004). یونجه حاوی ترکیب‌های فروکتو الیگوساکاریدی است که خاصیت تخمیری ریزگیهان روده کور (میکروفلور سکوم) را افزایش داده (Donalson et al., 2004) و سرعت عبور کند آن از دستگاه گوارش جوجه‌ها اجازه هضم و تخمیر میکروبی بیشتر خوراک را فراهم می‌کند که این مسئله سبب توازن بیشتر ریزگیهان سودمند دستگاه گوارش و محدود ساختن رشد و افزونش ریزجانداران بیماریزا می‌شود (Sibbald, 1980).

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر استفاده از دو ماده خوراکی فیبری پودر یونجه و کنجاله پالم در

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره تخم‌گذاری  
Table 1. Ingredients and chemical composition of layer ration

Ingredients	Amount (%)
Corn	61.64
Soybean meal	25.57
Vegetable oil	2.09
Di calcium phosphate	1.92
Calcium carbonate	8.1
DL methionine	0.03
NaCl	0.35
Vitamin permix <sup>1</sup>	0.25
Mineral permix <sup>2</sup>	0.05
Chemical analysis	
ME (kcal/kg)	2828
CP (%)	16.5
Ca (%)	3.5
Available Phosphor (%)	0.48
Na (%)	0.18
Met (%)	0.33
Lys (%)	0.9
Linoleic acid (%)	1.69

۱. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی ۸/۵۰۰/۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲/۵۰۰/۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین K<sub>3</sub>، ۱۴۷۷ میلی‌گرم ویتامین B<sub>1</sub>، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>2</sub>، ۷۸۴۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>3</sub>، ۳۴۶۵۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>5</sub>، ۲۴۶۴ میلی‌گرم ویتامین B<sub>6</sub>، ۱۱۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>8</sub>، ۱۰ میلی‌گرم ویتامین B<sub>12</sub>، ۴۰۰/۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید دارد.

۲. هر کیلوگرم مکمل کانی ۷۴/۴۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۷۵/۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۶۴/۶۷۵ میلی‌گرم روی، ۶/۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۸۶۷ میلی‌گرم ید و ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیوم دارد.

1. Vitamin premix provided per kilograms of diet: vitamin A, 8500000 IU, vitamin D<sub>3</sub>, 2500000, vitamin E, 11000 mg, vitamin K<sub>3</sub>, 2200 mg, vitamin B<sub>1</sub>, 1477 mg, vitamin B<sub>2</sub>, 4000 mg, vitamin B<sub>3</sub>, 7840 mg, vitamin B<sub>5</sub>, 3650 mg, vitamin B<sub>6</sub>, 2464 mg, vitamin B<sub>8</sub>, 110 mg, vitamin B<sub>12</sub>, 10 mg, choline chloride 400000 mg.

2. Mineral premix provided per kilograms of diet: Mn, 7400 mg, Fe, 75000 mg, Zn, 64675 mg, Cu, 6000 mg, I, 867 mg, Se, 200 mg.

پس از کشتار در روز دوازدهم میزان ۱ گرم از محتویات روده کور برداشته شد و به لوله‌های حاوی ۹ میلی‌لیتر بافر PBS افزوده شد. پس از تهیه سری رقت (از ۱۰<sup>۴</sup> تا ۱۰<sup>۷</sup>) شمارش باکتری‌های زنده انجام شد. برای شمارش باکتری لاکتوباسیلوس از محیط کشت ام آر اس آگار و برای شمارش باکتری‌های اشریشیاکلی از محیط کشت مک کانکی استفاده شد (Baurhoo *et al.*, 2007).

اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار (اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتریک، اسید والریک و اسید ایزووالریک) در محتویات روده کور مرغ‌ها در تیمارهای مختلف آزمایشی، توسط دستگاه GC مدل PU4410-PHILIPS انجام شد. نوع ماده استاندارد به‌کاررفته ۴-متیل والریک اسید و ستون مورد استفاده 10PEG بود (Moore *et al.*, 2004).

تولک‌بری اجباری مرغ‌ان تخم‌گذار تجاری در مقایسه با روش تغذیه‌ای استفاده از عنصر روی در جیره و روش مرسوم گرسنگی روی فرآیندهای میکروبی انتهای دستگاه گوارش و تأثیر آن روی عملکرد پرنده‌ها است.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۴۰۰ قطعه مرغ تخم‌گذار تجاری از سویه‌های-لاین (W36) در سن ۷۴ هفتگی با میانگین وزنی ۱۴۰۰±۵۰ گرم استفاده شد. رکورد تولید تخم‌مرغ پرنده‌ها پیش از آغاز آزمایش در یک دوره ۴ هفته‌ای در قفس‌های انفرادی و با استفاده از یک جیره تخم‌گذاری معمولی مورداندازه‌گیری قرار گرفت. پس از طی این مدت، ۱۸۰ قطعه پرنده سالم با تولید همسان و میانگین وزنی ۱۴۱۰±۴۰ گرم در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار و شش تکرار (هر تکرار شامل شش پرنده) برای ورود به فرآیند تولک‌بری، به قفس‌های آزمایش (دو پرنده در هر قفس) منتقل شدند.

تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل: گروه شاهد (دریافت‌کننده جیره تخم‌گذاری)، گروه محروم از غذا (گرسنه)، گروه دریافت‌کننده جیره تخم‌گذاری حاوی ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عنصر روی در شکل اکسید روی، گروه دریافت‌کننده ۹۰ درصد پودر یونجه افزون بر ۱۰ درصد جیره تخم‌گذاری و گروه دریافت‌کننده ۹۰ درصد کنجاله پالم افزون بر ۱۰ درصد جیره تخم‌گذاری بودند. جیره تخم‌گذاری مورد استفاده در این آزمایش یک جیره معمول تخم‌گذاری بر پایه توصیه دفترچه راهنما پرورش سویه‌های-رگه (لاین) W36 بود (جدول ۱). طول مدت تولک‌بری ۱۲ روز بود. همه گروه‌ها در خلال دوره تولک دسترسی آزاد به آب آشامیدنی داشتند. یک هفته پیش از آغاز تولک‌بری، برنامه نوری به ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی در شبانه‌روز تغییر داده شد.

در پایان روز دوازدهم تولک به‌منظور نمونه‌برداری از محتویات روده کور برای شمارش جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلی و اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار و توزین اندام‌های درونی دو پرنده از هر تکرار کشتار شدند.

آزمایش گرسنگی درازمدت در هنگام تولک بری به‌عنوان یک عامل تنش‌زا می‌تواند کاهش جمعیت لاکتوباسیل‌ها و افزایش اشریشیاکلی در این تیمار را توجیه کند. افزایش جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس (جدول ۲) در مرغ‌های تغذیه‌کننده از کنجاله پالم در این آزمایش تا حدود زیادی می‌تواند مربوط به اثرگذاری پری‌بیوتیکی مانان الگوساکاریدهای موجود در کنجاله پالم باشد. کاهش pH دستگاه گوارش نیز، سازوکار مهمی است که باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک (به‌طور عمده لاکتوباسیلوس‌ها، بیفیدوباکتریوم‌ها و استرپتوکوکوس‌ها) با استفاده از آن، رشد باکتری‌های بی‌هوازی و برخی دیگر از ریزجانداران را در شرایط درون حیوانی و برون حیوانی محدود می‌کند (Bach Knudsen, 2001). افت pH با فراهم ساختن محیط نامناسب برای رشد باکتری‌های بیمارگر می‌تواند دلیل اصلی کاهش جمعیت باکتری ایکولای در محتویات روده کور مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره‌های پرفیبر (تغذیه‌شده با کنجاله پالم و پودر یونجه) در مقایسه با مرغان گرسنه در این آزمایش باشد.

جدول ۲. جمعیت لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلی محتویات روده کور تیمارها در انتهای دوره تولک

Table 2. Cecal populations of Lactobacilli and Escherichia coli of dietary treatments at the end of molting period

Experimental diets	Lactobacilli (log <sub>10</sub> CFU/g)	Escherichia coli (log <sub>10</sub> CFU/g)
Control	7.2618 <sup>bc</sup>	6.0328 <sup>b</sup>
Feed withdrawal	6.985 <sup>c</sup>	6.9978 <sup>a</sup>
Zinc oxide	7.2435 <sup>bc</sup>	6.211 <sup>b</sup>
Alfalfa meal	7.7633 <sup>b</sup>	5.874 <sup>b</sup>
Palm kernel meal	8.7385 <sup>a</sup>	4.8888 <sup>c</sup>
SEM*	0.2	0.13
P-value	0.0001	0.0001

a-b: حرف‌های غیر همسان در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (P<0.05).

\*SEM: اشتباه معیار میانگین‌ها

a-b: Means within same columns with different superscripts differ (P<0.05).

\*SEM: Standard error for the means.

مانان الیگوساکاریدهای موجود در کنجاله پالم به دلیل غیرقابل هضم بودن، در روده کور پرنده تخمیر می‌شوند. یکی از نتایج تخمیر این ترکیب‌ها در روده کور، افزایش غلظت اسیدلاکتیک (Okumura et al.,

در پایان دوره تولک، تحریک نوری با استفاده از یک برنامه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در روز انجام شد و همه گروه‌ها با یک جیره تخم‌گذاری معمول آورده شده در جدول ۱ تغذیه شدند. تولید تخم‌مرغ پرنده‌ها در گروه‌های مختلف آزمایشی به مدت ۱۲ هفته پس از دوره تولک اندازه‌گیری و ثبت شد.

در پایان داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2008) تجزیه و میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. مدل آماری به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

که در آن:  $Y_{ij}$ : میزان عددی هر یک از مشاهده‌ها در آزمایش؛  $\mu$ : میانگین جمعیت؛  $T_i$ : اثر جیره غذایی و  $e_{ij}$ : اثر خطای آزمایش است.

## نتایج و بحث

### جمعیت میکروبی روده کور

نتایج مربوط به جمعیت لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلی در محتویات روده کور تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج این آزمایش نشان دادند، بیشترین جمعیت لاکتوباسیلوس در محتویات روده کور مربوط به تیمار حاوی کنجاله پالم بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر گروه‌ها داشت (P<0.05). همچنین کمترین جمعیت لاکتوباسیلوس مربوط به تیمار گرسنه بود که اختلاف آن با گروه حاوی پودر یونجه و گروه حاوی کنجاله پالم معنی‌دار بود (P<0.05). نتایج این آزمایش نشان دادند، تیمار گرسنه بیشترین جمعیت اشریشیاکلی در محتویات روده کور را داشتند که اختلاف آن با دیگر گروه‌ها معنی‌دار بود (P<0.05). کمترین جمعیت اشریشیاکلی نیز مربوط به گروه حاوی کنجاله پالم بود (P<0.05).

گزارش شده که بروز تنش و ناهنجاری می‌تواند از راه کاهش تراکم لاکتوباسیلوس‌ها و افزایش تراکم کلی‌فرم‌ها، تأثیر منفی بر ترکیب جمعیت میکروبی روده ایجاد کند و در چنین شرایطی مصرف پری‌بیوتیک‌ها می‌تواند به استقرار جمعیت میکروبی طبیعی پرنده کمک کند (Cumings, 2002). در این

روده کور پرنده تخمیر شود (Donalson *et al.*, 2005). گزارش شده که افزوده شدن فروکتوالیگوساکاریدها به جیره نیز یک راهکار عملی برای کنترل سالمونلا است (Filikinger & Fahey, 2002).

#### تولید تخمیری روده کور

نتایج مربوط به غلظت اسیدهای چرب فرار محتویات روده کور تیمارهای آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند، بالاترین غلظت اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتریک، اسید والریک و اسید والریک در محتویات روده کور مربوط به تیمار حاوی پودر یونجه بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر گروه‌ها داشت ( $P < 0.05$ ). پایین‌ترین غلظت اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتریک و اسید والریک نیز مربوط به گروه گرسنه بود ( $P < 0.05$ ). نتایج همسانی توسط Ricke *et al.* (2004)، Corrier *et al.* (1997) و Moore *et al.* (2004) در مورد کاهش معنی‌دار میزان اسیدهای چرب یادشده در روده کور مرغ‌های محروم از غذا در مقایسه با رژیم‌های غذایی تولک گزارش شده است.

(1994) و جلوگیری از پرگنه (کلونیزه) شدن باکتری‌های بیماریزا مانند سالمونلا است (Fernandez *et al.*, 2002). قابلیت کنجاله پالم در کاهش جمعیت باکتری‌های بیماریزا در دستگاه گوارش جوجه‌ها در سن ۴ هفته‌گی گزارش شده است (Fernandez *et al.*, 2000). در آزمایش دیگری روی مرغ‌های تخم‌گذار، گزارش شد که مانان الیگوساکاریدهای افزوده شده به جیره، از راه افزایش جمعیت بیفیدوباکتریوم‌ها، لاکتوباسیوس‌ها و کاهش پرگنه سالمونلا انتریتیدیس، روی جمعیت میکروبی روده تأثیر داشت (Fernandez *et al.*, 2002). در آزمایشی روی جوجه‌های گوشتی افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با مانان الیگو ساکارید تجاری (MOS) در سنین ۲۸ و ۳۸ روزگی و همچنین کاهش آلودگی به اشریشیاکلی پس از گذشت ۹ روز از آلوده کردن جوجه‌ها از راه دهان با اشریشیاکلی (در سن ۳۰ روزگی) گزارش شد (Baurhoo *et al.*, 2007). پودر یونجه حاوی مقادیر قابل توجهی فروکتو الیگو ساکارید است که می‌تواند به‌عنوان پری‌بیوتیک در

جدول ۳. غلظت اسیدهای چرب فرار محتویات روده کور تیمارهای آزمایشی در انتهای دوره تولک

Table 3. Cecal volatile fatty acids of the experimental treatments at the end of molting period

Experimental treatments	Acetate (mmol/g)	Propionate (mmol/g)	Butyrate (mmol/g)	Valerate (mmol/g)	Iso valerate (mmol/g)	Total VFA (mmol/g)
Control	101.23 <sup>bc</sup>	44.17 <sup>b</sup>	12.35 <sup>a</sup>	2.73 <sup>b</sup>	1.23 <sup>c</sup>	162.98 <sup>b</sup>
Feed withdrawal	48.38 <sup>d</sup>	18.62 <sup>c</sup>	2.7 <sup>b</sup>	1.75 <sup>c</sup>	2.2 <sup>b</sup>	75.38 <sup>c</sup>
Zinc oxide	83.75 <sup>cd</sup>	39.47 <sup>b</sup>	10.15 <sup>a</sup>	2.73 <sup>b</sup>	1.95 <sup>bc</sup>	137.7 <sup>bc</sup>
Alfalfa	232 <sup>a</sup>	101.82 <sup>a</sup>	11.62 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	3.32 <sup>a</sup>	351.68 <sup>a</sup>
Palm kernel meal	146.8 <sup>b</sup>	49.75 <sup>b</sup>	3.78 <sup>b</sup>	1.85 <sup>bc</sup>	1.78 <sup>bc</sup>	206.18 <sup>b</sup>
SEM <sup>*</sup>	15.57	5.9	1.16	0.28	0.34	21.44
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.01	0.0001

a-b: حرف‌های غیر همسان در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM<sup>\*</sup>: اشتباه معیار میانگین‌ها

a-b: Means within same columns with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

<sup>\*</sup>SEM: Standard error for the means.

طبیعی این ناحیه هستند و غلظت اسیدهای چرب فرار می‌تواند بیانگر درجه فعالیت تخمیری باکتری‌های روده کور باشد (Barnes *et al.*, 1980). اهمیت اسیدهای چرب فرار و pH در جلوگیری از پرگنه شدن سالمونلا در روده کور شناخته شده است و نشان داده شده که این جلوگیری به‌طور مثبتی با افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار و کاهش pH همبستگی دارد (Corrier *et al.*, 1995).

بالاترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار محتویات روده کور مربوط به گروه حاوی پودر یونجه بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر گروه‌ها داشت ( $P < 0.05$ ). همچنین پایین‌ترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار مربوط به گروه گرسنه بود که اختلاف آن با همه گروه‌ها به‌جز گروه حاوی اکسید روی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). محتوای اسیدهای چرب فرار در روده کور مرغ‌ها، محصول تخمیر باکتری‌های بی‌هوازی بومی و

ریزجانداران بیماریزا می‌شود (Sibbald, 1980). از سوی دیگر فروکتو الیگوساکاریدهای موجود در یونجه سبب تقویت بیفیدوباکتریوم‌های سودمند و افزایش تولید اسیدهای چرب توسط این گروه از باکتری‌ها شده است (Donalson *et al.*, 2008). همچنین مانان الیگوساکاریدهای موجود در کنجاله پالم نیز می‌توانند سبب تقویت جمعیت باکتری‌های سودمند روده و افزایش تولید اسیدهای چرب فرار گردند (Sundu *et al.*, 2005). غیر معنی‌دار بودن اختلاف میزان کل اسیدهای چرب فرار بین دو گروه گرسنه و اکسید روی در این آزمایش نیز می‌تواند مربوط به میزان پایین‌تر مصرف خوراک در گروه اکسید روی در خلال دوره تولک در مقایسه با دیگر گروه‌ها باشد که این مسئله می‌تواند عامل تأثیرگذاری روی سطح تخمیر در روده کور باشد.

#### خوراک مصرفی، کاهش وزن بدن و تحلیل تخمدان در خلال دوره تولک

نتایج مربوط به میزان مصرف خوراک، میزان کاهش وزن بدن و درصد وزنی تخمدان در پایان دوره تولک در جدول ۴ نشان داده شده است. بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، میزان مصرف خوراک در خلال دوره تولک بین گروه‌های مختلف آزمایشی (به‌جز گروه محروم از غذا)، تفاوت معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). کمترین میزان مصرف خوراک در تیمار اکسید روی و بیشترین میزان مصرف خوراک در گروه شاهد (دریافت‌کننده جیره کامل) مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

تفاوت در میزان مصرف خوراک در تیمارهای تغذیه‌ای به‌رغم دسترسی آزاد آن‌ها به خوراک‌هایشان در این آزمایش به نظر می‌رسد تا حدود زیادی تحت تأثیر وجود عامل‌های مختلف محدودکننده اشتها در هر یک از این گروه‌ها باشد. برخی از این عامل‌ها برای همه تیمارها به‌طور یکسان تأثیرگذار باشد، مانند تأثیر فیزیولوژیک فرآیند تولک در سرکوب اشتها در تولک‌روی طبیعی، و یا تحریک افت مصرف خوراک در نتیجه کاهش طول روشنایی روزانه (Mrosovsky & Sherry, 1980). گزارش‌هایی در زمینه تأثیر سرکوب‌کنندگی اشتها توسط سطوح بالای عنصر روی در جیره غذایی (Brink *et al.*, 1950) و یا

تفاوت معنی‌دار میزان کل اسیدهای چرب فرار میان تیمار گرسنه و دیگر تیمارها (به‌جز تیمار اکسید روی) در این آزمایش می‌تواند مربوط به تفاوت دریافت خوراک باشد. میزان پایین‌تر کل اسیدهای چرب فرار روده کور در مرغ‌های محروم از غذا در مقایسه با مرغ‌های تولک برده شده با جیره حاوی استات روی و پروپیونات روی و همچنین مرغ‌های غیر تولک گزارش شده است (Moore *et al.*, 2004). نتیجه همسانی در مورد پایین‌تر بودن میزان کل اسیدهای چرب فرار در روده کور مرغ‌های محروم از غذا در مقایسه با مرغ‌های تولک برده شده با جیره کم کلسیم، جیره حاوی عنصر روی و همچنین مرغ‌های غیر تولک گزارش شده است (Ricke *et al.*, 2004).

تفاوت معنی‌دار میزان کل اسیدهای چرب فرار بین گروه‌های آزمایشی تولک برده شده با روش‌های مختلف تغذیه‌ای (یعنی گروه‌های تغذیه‌شده با پودر یونجه، کنجاله پالم و اکسید روی) در این آزمایش می‌تواند تا حدودی بیانگر تفاوت در میزان توانایی هر یک از این روش‌ها در تقویت جمعیت میکروبی روده کور و تولید محصولات تخمیری باشد. بنابر نتایج به‌دست‌آمده تولید کل اسیدهای چرب فرار در گروه تغذیه‌شده با پودر یونجه به‌طور معنی‌داری بالاتر از دیگر گروه‌ها بود. پس از یونجه گروه تغذیه‌شده با کنجاله پالم بیشترین تولید اسیدهای چرب فرار در روده کور را داشت. این مسئله می‌تواند با نوع فیبر موجود در این مواد خوراکی و توانایی آن‌ها در تقویت تخمیر باکتریایی روده کور و در پی آن امکان جلوگیری از آلودگی سالمونلایی روده کور مرتبط باشد. پیش‌ازین نیز تأثیر مثبت استفاده از یونجه در رژیم غذایی تولک در مرغان تخم‌گذار در کاهش آلودگی سالمونلا انتریتیدیس گزارش شده بود (Dunkley *et al.*, 2007). یونجه می‌تواند خاصیت تخمیری ریزگیهان روده کور را افزایش داده و در شرایط *In vitro* رشد *Salmonella Typhimurium* را محدود سازد (Donalson *et al.*, 2004). سرعت عبور کند یونجه از دستگاه گوارش اجازه هضم و تخمیر میکروبی بیشتر خوراک را می‌دهد و سبب توازن بیشتر ریزگیهان دستگاه گوارش و محدود ساختن رشد و افزونش

نتایج این آزمایش نشان دادند، وزن بدن در خلال دوره تولک در همه گروه‌های آزمایشی کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش وزن بدن در خلال دوره تولک مربوط به گروه گرسنه بود که اختلاف آن تنها با گروه دریافت‌کننده پودر یونجه و گروه شاهد معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). کمترین میزان کاهش وزن بدن نیز مربوط به گروه‌ها داشت ( $P < 0.05$ ). حتی در گروه شاهد که در خلال دوره تولک خوراک کامل دریافت کرده بودند، افت وزن وجود داشت. این مسئله می‌تواند به وسیله کاهش تأثیر دوره نوردی توجیه شود (Berry, 2003). میزان افت وزن بیشتر در مرغ‌های ۱۲ روز گرسنه در مقایسه با گروه تغذیه‌شده با پودر یونجه در دوره تولک گزارش شده است (Landers *et al.*, 2005). تفاوت معنی‌دار افت وزن بدن در مرغ‌های ۹ روز گرسنه و مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی استات و پروپیونات روی گزارش شده است (Park *et al.*, 2004). تفاوت مشاهده‌شده در افت وزن گروه‌های مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت در میزان مواد مغذی دریافتی از این جیره‌ها باشد.

تحلیل تخمدان در خلال دوره تولک در نتیجه کاهش هورمون‌های جنسی به‌ویژه استروژن رخ می‌دهد (Berry, 2003). نتایج این آزمایش نشان دادند، میزان تحلیل تخمدان در خلال دوره تولک در بین گروه‌های تولک برده شده، ضمن داشتن اختلاف معنی‌دار با گروه شاهد (مرغ‌های غیر تولک) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از آنجایی که یکی از فراسنجه‌های اصلی در تعیین موفقیت در تولک روی کامل پرندگان، تحلیل تخمدان است لذا با مقایسه میزان تحلیل تخمدان در گروه ۱۲ روز گرسنه با دیگر گروه‌های تولک برده شده به این نتیجه می‌رسیم که روش‌های تولک‌بری تغذیه‌ای مورد استفاده در این آزمایش به همان خوبی روش مرسوم گرسنگی توانستند سبب تحلیل تخمدان شوند. در آزمایشی، تفاوت معنی‌دار در وزن نسبی تخمدان و اویداکت بین مرغ‌های تولک برده شده با ۱۰۰ درصد پودر یونجه در جیره و مرغ‌های گرسنه به مدت ۹ روز مشاهده نشد (Landers *et al.*, 2007).

خوش‌خوراکی کم در جیره‌های حاوی سطوح بالای عنصر روی (Fox, 1989) به ثبت رسیده است. همچنین گزارش شده، این کاهش مصرف خوراک می‌تواند به واسطه توانایی کاتیون روی ( $Zn^{2+}$ ) در تحریک پس‌روی فولیکولی تخمدان (آترزیا) و توقف تخم‌گذاری باشد (Johnson & Brake, 1992). کاهش مصرف خوراک در تیمار یونجه می‌تواند ناشی از خوش‌خوراکی پایین یونجه برای مرغ‌ها (Sen *et al.*, 1998) و وجود ساپونین به‌عنوان یک ماده مؤثر در کاهش مصرف خوراک (Matsushima, 1972) باشد. همچنین نرخ عبور آهسته یونجه از دستگاه گوارش می‌تواند با ایجاد احساس سیری سبب کاهش مصرف خوراک شود (Sibbald, 1980). تأخیر تخلیه چینه‌دان در نتیجه مصرف یونجه توسط پرندگزارش شده است (Ueda *et al.*, 2002). گزارش شده که سطوح مختلف کنجاله پالم در جیره می‌تواند مصرف خوراک را به‌واسطه حضور مقادیر بالای فیبر و مواد ضد تغذیه‌ای مانند بتامانان کاهش دهد (Sundu *et al.*, 2005). البته در ظاهر میزان خوش‌خوراکی کنجاله پالم در مقایسه با یونجه بالاتر و نرخ عبور آن اندکی سریع‌تر از یونجه است (Onifade & Babatunde, 1998). این مسئله می‌تواند دلیل میزان بالاتر مصرف خوراک در این گروه نسبت به گروه‌های تغذیه‌کننده از یونجه یا جیره حاوی عنصر روی زیاد باشد.

جدول ۴. میانگین مصرف خوراک، میانگین درصد کاهش وزن بدن و درصد وزنی تخمدان تیمارهای آزمایشی طی دوره تولک  
Table 4. The average of daily feed intake, percentage of weight lost and ovary weight (as % of body weight) as affected by the experimental treatments during the molting period

Treatments	Daily feed intake (g)	Weight lost (%)	Ovary (%)
Control	72.53 <sup>a</sup>	8.99 <sup>c</sup>	2.1 <sup>a</sup>
Feed withdrawal	-	23.96 <sup>a</sup>	0.36 <sup>b</sup>
Zinc oxide	13.86 <sup>d</sup>	23.33 <sup>ab</sup>	0.38 <sup>b</sup>
Alfalfa meal	23.62 <sup>c</sup>	20.95 <sup>b</sup>	0.35 <sup>b</sup>
Palm kernel meal	30.92 <sup>b</sup>	22.02 <sup>ab</sup>	0.37 <sup>b</sup>
SEM <sup>*</sup>	1.23	0.97	0.97
P-value	0.0001	0.0001	0.0001

a-b: حرف‌های غیر همسان در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

SEM<sup>\*</sup>: اشتباه معیار میانگین‌ها

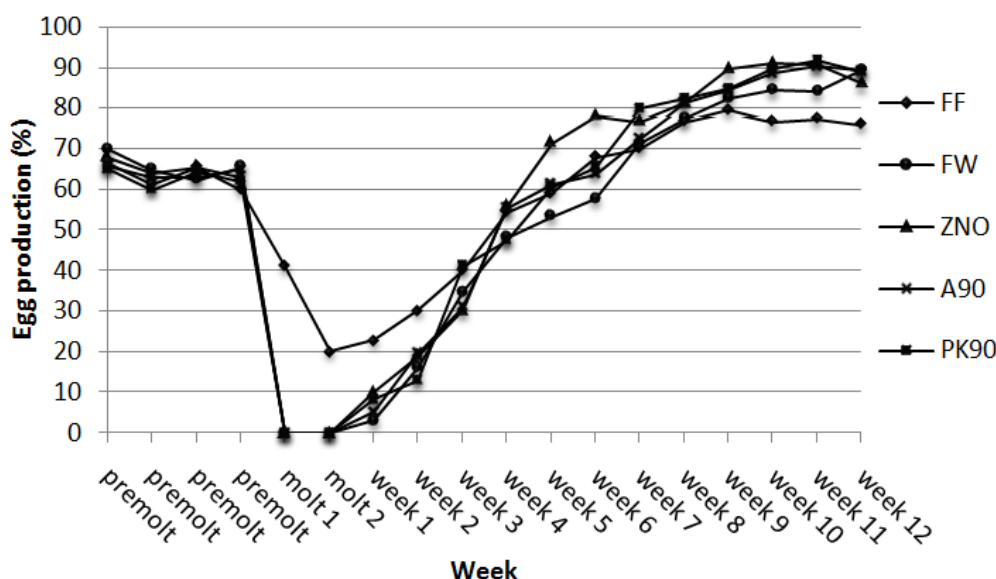
a-b: Means within same columns with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

\*SEM: Standard error for the means.

## تولید پس از تولک

نتایج مربوط به میانگین درصد تولید تخم‌مرغ و توده تخم‌مرغ تولیدی در دوره پس از تولک (۱۲ هفته) تیمارهای آزمایشی در جدول ۵ و درصدهای تولید هفتگی تخم‌مرغ در نمودار ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود تیمارهای تغذیه‌ای در مقایسه با تیمار گرسنه تولید را با شیب تندتری افزایش دادند. در آزمایشی شتاب کندتر افزایش تولید تخم‌مرغ در چهار هفته ابتدایی آغاز تخم‌گذاری در

دوره پس از تولک در مرغ‌های گرسنه نسبت به مرغ‌های تغذیه‌شده با جیره تولک حاوی پودر یونجه پلت‌شده گزارش شده است (Landers *et al.*, 2005). به نظر می‌رسد میزان افت وزن بدن در خلال دوره تولک عامل مهمی در آغاز و افزایش شتاب تولید تخم‌مرغ در دوره پس از تولک باشد و در این آزمایش با توجه به افت وزن بیشتر مرغ‌های گرسنه در خلال دوره تولک، زمان بیشتری صرف جبران ذخایر بدنی از دست‌رفته و افزایش شیب تولید در مقایسه با گروه‌های تغذیه‌ای شده است.



نمودار ۱. درصد تخم‌گذاری هفتگی تیمارهای آزمایشی در فرآیند و پس از تولک‌روی

FF: تیمار شاهد (جیره کامل)، FW: تیمار گرسنه، ZnO: تیمار حاوی اکسید روی، A90: تیمار حاوی ۹۰ درصد پودر یونجه، PK90: تیمار حاوی ۹۰ درصد کنجاله پالم

Figure 1. Hen-day egg production (%) of the experimental treatments on a weekly basis during molting and post molting period

FF: Full fed group with laying hen diet, FW: Feed withdrawal, ZnO: Laying hen diet containing 20000 mg zinc oxide/kg, A90: Laying hen diet diluted by adding 90% alfalfa meal, PK90: Laying hen diet diluted by adding 90% palm kernel meal.

پس از تولک‌روی در تیمار حاوی کنجاله پالم بیشترین میزان بود که اختلاف آن تنها با گروه گرسنگی و گروه شاهد معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). پایین‌تر بودن میانگین توده تخم‌مرغ تولیدی در گروه شاهد را می‌توان با بدون تولک‌روی کامل در این گروه از پرندگان مرتبط دانست. همچنین بالاتر بودن میانگین توده تخم‌مرغ تولیدی در گروه‌های تغذیه‌ای را می‌توان مربوط به عملکرد جذبی مناسب‌تر در این گروه‌ها در مقایسه با گروه گرسنگی دانست. این مشاهدات با یافته‌های Landers *et al.* (2005) همخوانی دارد.

بالاترین میانگین تولید تخم‌مرغ در طی ۱۲ هفته پس از دوره تولک مربوط به گروه اکسید روی بود که اختلاف آن تنها با گروه گرسنگی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). به عبارت دیگر روش‌های تغذیه‌ای مورد استفاده در این آزمایش به خوبی توانستند عملکرد مناسب تولید را در مدت دوازده هفته پس از آغاز تولید دوباره در مقایسه با روش گرسنگی از خود بروز دهند. نتایج این آزمایش با نتایج Landers *et al.* (2005) و Donalson *et al.* (2005) همخوانی داشت. میانگین توده تخم‌مرغ تولیدی در ۱۲ هفته تولید



دورهٔ پس از تولک در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند، تولک‌بری سبب بهبود فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ شد. نتایج همسانی در زمینهٔ بهبود فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ در مرغان تولک برده شده گزارش شده است (Donalson *et al.*, 2005; Landers *et al.*, 2005). افزایش کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تولک برده شده در مقایسه با مرغ‌های غیر تولک در این آزمایش نشان‌دهندهٔ تولک روی کامل و مؤثر در این گروه‌ها و نبود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تغذیه‌ای با روش گرسنگی نشان‌دهندهٔ عملکرد کیفی مناسب گروه‌های تغذیه‌ای است، چرا که به‌طور معمول روش گرسنگی طولانی‌مدت، به دلیل تحلیل کامل دستگاه تناسلی، باعث ایجاد بهترین کیفیت تخم‌مرغ تولیدی در دورهٔ پس از تولک می‌شود.

جدول ۵. میانگین تولید تخم‌مرغ و تودهٔ تخم‌مرغ تولیدی تیمارهای آزمایشی در خلال ۱۲ هفته پس از تولک  
Table 5. Effect of the dietary treatments on egg production and egg mass of hens between 1 to 12 weeks after molting

Treatments	Average egg production (%)	Average egg mass (gr)
Control	60.77 <sup>ab</sup>	38.89 <sup>b</sup>
Feed withdrawal	57.37 <sup>b</sup>	38.91 <sup>b</sup>
Zinc oxide	63.69 <sup>a</sup>	42.43 <sup>a</sup>
Alfalfa	61.96 <sup>ab</sup>	41.61 <sup>a</sup>
Palm kernel meal	63.41 <sup>ab</sup>	42.88 <sup>a</sup>
SEM*	1.97	0.49
P-value	0.16	0.0001

a-b: حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار است (P<0/05).

SEM\*: اشتباه معیار میانگین‌ها

a-b: Means within same columns with different superscripts differ (P<0.05).

\*SEM: Standard error for the means.

### فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ

نتایج مربوط به میانگین فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ در

جدول ۶. میانگین فراسنجه‌های کیفی تخم‌مرغ تیمارهای آزمایشی در طی ۱۲ هفته پس از تولک

Table 6. Effect of dietary treatments on some quality parameters of eggs between 1 to 12 weeks after molting

Treatments	Egg weight (g)	Hugh unit	Shell thickness (mm)	Breaking strength (kg f/m <sup>2</sup> )
Control	64.08 <sup>b</sup>	90.11 <sup>b</sup>	0.277 <sup>c</sup>	2.804 <sup>c</sup>
Feed withdrawal	67.74 <sup>a</sup>	95.02 <sup>a</sup>	0.295 <sup>b</sup>	3.158 <sup>a</sup>
Zinc oxide	66.26 <sup>a</sup>	94.18 <sup>a</sup>	0.293 <sup>b</sup>	2.91 <sup>b</sup>
Alfalfa	67.26 <sup>a</sup>	93.8 <sup>a</sup>	0.292 <sup>b</sup>	3.105 <sup>b</sup>
Palm kernel meal	66.88 <sup>a</sup>	94.7 <sup>a</sup>	0.303 <sup>a</sup>	94.7 <sup>a</sup>
SEM*	0.44	0.67	0.002	0.03
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

a-b: حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار است (P<0/05).

SEM\*: اشتباه معیار میانگین‌ها

a-b: Means within same columns with different superscripts differ (P<0.05).

\*SEM: Standard error for the means.

رایج گرسنگی و روش تغذیه با اکسید روی توانستند سبب تقویت جمعیت میکروب‌های سودمند، افزایش تولیدهای تخمیری در قسمت انتهایی دستگاه گوارش، اجرای موفقیت‌آمیز تولک‌بری کامل و افزایش توان کمی و کیفی تولید در دورهٔ پس از تولک شوند.

### نتیجه‌گیری کلی

بنابر نتایج به‌دست‌آمده، رژیم‌های غذایی فیبری مورد استفاده در این آزمایش (جیرهٔ حاوی ۹۰ درصد پودر یونجه و جیرهٔ حاوی ۹۰ درصد کنجالهٔ پالم) برای تولک‌بری مرغان تخم‌گذار تجاری در مقایسه با روش

## REFERENCES

- Bach Knudsen, K.E. (2001). The nutritional significance of dietary fiber analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 90, 3-20.
- Baurhoo, B., Letellier, A., Zhao, X. & Ruiz-Feria, A. (2007). Cecal populations of lactobacilli and bifidobacteria and eacherichia coli populations after in vivo Escherichia coli challenge in birds fed diets with purified lignin on mannanoligosaccharides. *Poultry Science*, 86, 2509-2516.
- Barnes, E.M., Impey, C.S & Cooper, D.M. (1980). Manipulation of the crop and intestinal flora of the newly hatched chick. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33, 2426-2433.
- Berry, W.D. (2003). The physiology of induced molting. *Poultry Science*, 82, 971-980.
- Brink, M.F., Becker, D.E., Terrill, S.W. & Jensen, A.H. (1950). Zinc toxicity in the weanling pig. *Journal of Animal Science*, 18, 836-842.
- Cummings, J.H. & Macfarlane, G.T. (2002). Gastrointestinal effects of prebiotics. *British Journal of Nutrition*, 87, 145-151.

7. Corrier, D.E., Nisbet, D.J., Scanlan, C.M., Hollister, A.G. & DeLoach, J.R. (1995). Control of *Salmonella typhimurium* colonization in broiler chicks with a continuous-flow characterized mixed culture of cecal bacteria. *Poultry Science*, 74, 916-924.
8. Corrier, D.E., Nisbet, D.J., Hargis, B.M., Holt, P.S. & DeLoach, J.R. (1997). Provision of lactose to molting hens enhances resistance to *Salmonella* Enteritidis colonization. *Journal of Food Protection*, 60, 10-15.
9. Donalson, L.M., Kim, W.K., Herrera, P., Woodward, C.L., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. & Ricke, C.S. (2004). Combining a prebiotic with an alfalfa molting diets to increase *in vitro* fermentation by laying hen cecal bacteria. *Poultry Science*, 83(suppl. 1), 1797.
10. Donalson, L.M., Kim, W. K., Herrera, P., Woodward, C. L., Kubena, L. F., Nisbet, D. J. & Ricke, S. C. (2005). Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Science*, 84, 362-369.
11. Donalson, L.M., McReynolds, J.L., Kim, W.K., Herrera, P., Chalova, V.I., Woodward, C.L., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. & Ricke, S.C. (2008). The influence of a fructooligosaccharide prebiotic combined with alfalfa molt diets on the gastrointestinal tract fermentation, salmonella enteritidis and intestinal shedding in laying hens. *Poultry Science*, 87, 1253-1262.
12. Dunkley, C.S., McReynolds, J.L., Dunkley, K.D., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. & Ricke S.C. (2007). Molting in salmonella enteritidis-challenged laying hens fed alfalfa crumbles. III. Blood plasma metabolite response. *Poultry Science*, 86, 2492-2501.
13. Fernandez, F., Hintaoon, 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.
14. Fernandez, F., Hintaoon, M. & Van Gils, B. (2002). Dietary mannan oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to salmonella enteritidis colonization. *Avian Pathology*, 31, 49-58.
15. Flickinger, E.A & Fahey, G.C. (2002). Pet food and feed applications of inulin, oligofructose and other oligosaccharides. *British Journal of Nutrition*, 87, 297-300.
16. Fox, M.R.S. (1989). Zinc excess. In: C.F. Mills, (Ed), *Zinc excess in human biology*. (pp.365-234.) Spring-Verlag, New York.
17. Johnson, A.L & Brake, J. (1992). Zinc-induced molt: evidence for a direct inhibitory effect on granulosa cell steroidogenesis. *Poultry Science*, 71, 161-167.
18. Landers, K.L., Woodward, C.L., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. & Ricke, S.C. (2005). Alfalfa as a single dietary source for molt induction in laying hens. *Bioresource Technology*, 96, 565-570.
19. Landers, K. L., Moore, R.W., Dunkley, C.S., Herrera, P., Kim, W.K., Landers, D.A., Howard, Z.R., McReynolds, J.L., Byrd, J.A., Kubena, L.F., Nisbet, D. J. & Ricke, S.C. (2007). Immunological cell and serum metabolite response of 60-week-old commercial laying hens to an alfalfa meal molt diet. *Bioresource Technology*, 99, 604-608.
20. Matsushima, J.K. (1972). Feedlot Feeding. *Alfalfa Science and Technology*. (pp.632-640). C. H. Hanson, ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.
21. Moore, R.W., Park, S.Y., Kubena, L.F., Byrd, J.A., McReynolds, J.L., Burnham, M.R., Hume, M.E., Birkhold, S.G., Nisbet, D.J. & Rickett, S.C. (2004). Comparison of zinc acetate and propionate addition on gastrointestinal tract fermentation and susceptibility of laying hens to salmonella enteritidis during forced molt. *Poultry Science*, 83, 1276-1286.
22. Mrosovsky, N & Sherry, D.F. (1980). Animal anorexias. *Science*, 207, 837-842.
23. Okumura, J., Furuse, M., Kawamura, T., Toyoshima, K. Sugawara, M., Suzuki, T., Seo, G. & Soga. H. (1994). Effects of glucoooligosaccharides and bacteria on egg production rate and caecal bacteria population in the chicken. *Japanese Poultry Science*, 31, 189-194.
24. Onifade, A.A. & Babatunde, G.M. (1998). Comparison of the utilisation of palm kernel meal, brewers dried grains and maize offal by broiler chicks. *British Poultry Science*, 39, 245-250.
25. Park, S.Y., Birkhold, S.G., Kubena, L.F., Nisbet, D.J. & Ricke, S.C. (2004). Effects of high zinc diets using zinc propionate on molt induction, organs, and post molt egg production and quality in laying hens. *Poultry Science*, 83, 24-33.
26. Ponte, P.I.P., Mendes, I., Quaresma, M., Aguiar, M.N.M., Lemos, J.P.C., Ferreira, L.M.A., Soares, M.A.C., Alfaia, C.M., Prates, J.A.M & Fontes, C.M.G.A. (2004). Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. *Poultry Science*, 83, 810-814.
27. Ricke, S. (2003). The gastrointestinal tract ecology of *Salmonella enteritidis* colonization in molting hens. *Poultry Science*, 82, 1003-1007.
28. Rijnen, M. M. J. A., Heetkamp, J. W., Verstegen, M. W. A. & Schrama, J. W. (1999). Effects of dietary fermentable carbohydrates on physical activity and energy metabolism in group-housed sows. *Proceedings of the ASAS Meetings*, (pp.182).

29. SAS, Institute INC. (2008). SAS User's Guide. Version 9.2. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
30. Sen, S., Makkar, H. P. S. & Becher, K. (1998). Alfalfa saponin and their implications in animal nutrition. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 131-140.
31. Sundu, B., Kumar, A. & Dingle, J. (2005). Comparison of feeding values of palm kernel meal and copra meal for broilers. *Recent Advances in Animal Nutrition Australia*, 15, 16A.
32. Tunland, B. C & Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): Their physiology and role in human health and food. *Comprehensive. Reviews Food Science and Food Safety*, 1, 73-92.
33. Ueda, H., Takagi, A., Katou, K. & Matsumoto, S. (2002). Feeding behavior in chicks fed tea saponin and quinine sulfate. *Poultry Science*, 39, 34-41.
34. Wenk, C. (2001). The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90, 21-33.