

ผลกระทบเชิงลบของใยอาหารชนิดละลายน้ำในอาหารกึ่งบริสุทธิ์ต่อ สมรรถภาพการผลิต และจุลินทรีย์ในไส้ติ่งของไก่เนื้อระยะแรก

Negative effects of soluble dietary fiber in semi-purified diets on performance
and cecal microbe of young broiler chickens

ทศพร อินเจริญ^{1,2*}, ชัตติยา ล้านแปง¹, รongเดช ตั้งตระการพงษ์³
และ พรพรรณ รัตนะสัจจะ⁴

Tossaporn Incharoen^{1,2*}, Khattiya Lanpang¹, Rongdej Tungtrakanpoung³
and Pompan Ruttanasutja⁴

บทคัดย่อ: งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของระดับใยอาหารชนิดละลายน้ำในอาหารกึ่งบริสุทธิ์ต่อสมรรถภาพการผลิต และจุลินทรีย์ในไส้ติ่งของไก่เนื้อระยะแรก โดยใช้กัวกัม (Guar gum) เป็นแหล่งของใยอาหารชนิดละลายน้ำ ไก่เนื้อ สายพันธุ์ รอส 308 (Ross 308) เพศผู้ อายุ 10 วัน จำนวน 80 ตัว แบ่งถูกออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองเสริมกัวกัม ที่ระดับ 0 (T1), 3 (T2), 5 (T3) และ 7 (T4) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่ อายุ 24 วัน พบว่า น้ำหนักตัว (ที่อายุ 17 และ 24 วัน) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และอัตราการกินอาหาร มีค่าลดลง ($P<0.05$) ตามระดับใยอาหารชนิดละลายน้ำที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยลง ($P<0.05$) ในกลุ่ม T3 และ T4 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม T1 ด้านการประเมินทางจุลชีววิทยา ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างสิ่งเหลือของไส้ติ่งในไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ในขณะที่สามารถตรวจพบเชื้ออีโคไลในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นการศึกษานี้จึงสามารถสรุปได้ว่าอาหารไก่เนื้อระยะแรกที่มีใยอาหารชนิดละลายน้ำ ตั้งแต่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป มีผลทำให้อัตราการกินอาหาร และน้ำหนักตัวมีค่าลดลง รวมทั้งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยลงอย่างเห็นได้ชัด ($P<0.05$) เมื่อระดับใยอาหารชนิดละลายน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่ระดับ 5-7 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามระดับของใยอาหารชนิดละลายน้ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรเชื้อซัลโมเนลลาและอีโคไลในไส้ติ่ง

คำสำคัญ: ใยอาหาร, อาหารกึ่งบริสุทธิ์, สมรรถภาพการผลิต, ประชากรจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง, ไก่เนื้อ

¹ สาขาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
Division of Animal Science and Feed Technology, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University

² สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านนวัตกรรมเกษตรและปศุสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร

Center of Excellence for Agricultural and Livestock Innovations, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment
Naresuan University

³ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University

⁴ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
Division of Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* Corresponding author: tossaporni@nu.ac.th

ABSTRACT: The present research was to determine the effect of soluble dietary fiber in semi-purified diets on performance and cecal microbe of young broilers. Guar gum was used as source of soluble dietary fiber. Eighty 10-day-old Ross 308 chicks were used in the study. The birds were divided into 4 groups: each groups were provided with soluble dietary fiber at 0 (T1), 3 (T2), 5 (T3), and 7 (T4) % in semi-purified diets. At the end of experiment (24 d-old), body weight (17 and 24 d-old), weight gain and feed intake decreased ($P<0.05$) when increasing the level of soluble dietary fiber (3 to 7%). Compare to T1 group, poor feed conversion were found in T3 and T4 groups ($P<0.05$). For microbiological analysis, *Salmonella* spp. did not observed in all experimental groups, whereas similar amount of *E. Coli* were detected ($P>0.05$). In conclusion, since 3% level of soluble dietary fiber in grower diets (10 to 24 d-old) have a negative effects on feed intake and body weight. Moreover, poor feed conversion ratio was found when increasing 5-7% soluble dietary fiber in broiler diet. However, population of *Salmonella* spp. and *E. Coli* in cecal content was not affected by soluble dietary fiber.

Keywords: dietary fiber, semi purified diets, performance, cecal microbial populations, broilers

บทนำ

ใยอาหาร (Dietary fiber) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ของพืช สามารถจำแนกออกได้ 2 ชนิด คือ ใยอาหารชนิดละลายน้ำ (Soluble dietary fiber) และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) มีความหนืดต่ำ ความพองตัวสูงช่วยเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ของอาหารในระบบทางเดินอาหารได้ดีขึ้น ช่วยกระตุ้นการพัฒนาโครงสร้างของกระเพาะอาหารและลำไส้ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Incharoen (2013) ที่พบว่า การเสริมใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ในอาหารไก่เนื้อมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาของ วิลไลและเซลล์ดูดซึมของลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมดีขึ้น รวมไปถึงสมรรถภาพการผลิตที่สูงขึ้น นอกจากนั้นแล้วยังส่งผลเชิงบวกต่อความสม่ำเสมอของไข่ไก่ (Incharoen and Maneechote, 2013) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Adibmoradi et al. (2016) ที่รายงานว่า การเสริมใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจาก แกลบข้าวและเปลือกข้าวบาร์เลย์ ที่ระดับ 12 เปอร์เซ็นต์ ช่วยเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโต และการย่อยได้ของโปรตีน รวมไปถึงช่วยกระตุ้นสัณฐานวิทยาของวิลไล

แต่ในทางกลับกันใยอาหารชนิดละลายน้ำ มีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้ดี ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น มีลักษณะเป็นเจล และไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอน

ไซม์ในระบบทางเดินอาหาร แต่แบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ ใยอาหารชนิดนี้ ได้แก่ แพนคติน (Pectin) กลูโคแมนแนน (Glucomannan) กัม (Gums) มิวซิเลจ (Mucilage) เป็นต้น Silva et al. (2013) พบว่าอาหารไก่เนื้อที่เสริมด้วยแพนคตินใน ที่ระดับ 3-5 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเพิ่มความหนืด และลดอัตราการเคลื่อนที่ของอาหารในระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์ของพลังงานในอาหารให้ดีขึ้นสำหรับไก่เนื้อระยะแรก แต่ไม่แสดงผลกระทบต่ออัตราการย่อยได้ของโภชนะที่ลดลงในไก่เนื้อระยะเจริญเติบโต Maisonnier et al. (2003) ทำการทดลองเสริมกัวกัม (Guar gum) ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ความเข้มข้นและประสิทธิภาพในการหลังกรดเกลือลดลง และส่งผลให้อัตราการย่อยได้ของไขมันลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่รายงานว่า ปริมาณใยอาหารชนิดละลายน้ำในอาหารไก่ที่เพิ่มสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการย่อยได้ที่ลดลง (Maisonnier et al., 2001; Carre et al., 2002) ด้วยเหตุนี้โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของใยอาหารชนิดละลายน้ำในอาหารไก่เนื้อที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและประชากรจุลินทรีย์ในไส้ติ่งของไก่เนื้อระยะแรก โดยใช้กัวกัม (Guar gum) เป็นแหล่งของใยอาหารชนิดละลายน้ำ

วิธีการศึกษา

การเตรียมสัตว์ทดลองและออกแบบการทดลอง

ซื้อลูกไก่เนื้อ สายพันธุ์ รอส 308 (Ross 308) เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 100 ตัว จาก บริษัท ซีพีเอฟ จำกัด (มหาชน) ลูกไก่ทุกตัวถูกเลี้ยงดูภายในโรงเรือนทดลองระบบปิด พื้นคอกปูรองด้วยแกลบมีความหนาประมาณ 3-4 นิ้ว ปรับอุณหภูมิในบริเวณพื้นที่กก 32 ± 1 องศาเซลเซียส ลูกไก่ทุกตัวได้รับน้ำสะอาดและอาหารระยะแรก (24% CP; 3,050 kcal/kg) ให้กินอย่างเต็มที่ เมื่ออายุครบ 10 วัน ลูกไก่จะถูกชั่งน้ำหนัก และคัดเลือกไก่ที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน จำนวน 80 ตัว มาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองเสริมแก้วม ที่ระดับ 0 (T1), 3 (T2), 5 (T3) และ 7 (T4) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) แก้วมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ซื้อมาจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอส พี กัม แอนด์เคมีคอล ตลอดระยะเวลาการทดลองไก่จะถูกเลี้ยงในคอกขนาด 0.72 ตารางเมตร ปูรองพื้นด้วยแกลบหนาประมาณ 2-3 นิ้ว ภายในโรงเรือนระบบระเหยไอน้ำ (Evaporative cooling system) ควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ย 27-29 องศาเซลเซียส มีถังให้อาหารและน้ำเปิดให้น้ำอัตโนมัติ ควบคุมโปรแกรมแสงสว่างวันละ 17 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาการทดลองไก่ได้รับอาหารและน้ำให้กินอย่างเต็มที่ (Ad libitum) ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน และชั่งน้ำหนักตัว ทุกๆ สัปดาห์ เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาสมรรถภาพการเจริญเติบโต เช่น น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เป็นต้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 24 วัน ทำการสุ่มไก่จำนวนกลุ่มละ 4 ตัว เพื่อกำหนดขนาด หลังจากนั้นทำการเก็บสิ่งเหลือในใส่ถุงใสในถุงพลาสติก และเก็บรักษาไว้ในถังน้ำแข็งระหว่างการเคลื่อนย้ายตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ การทดลองครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ เอกสารรับรองเลขที่ 60 01 011

การตรวจหา *Salmonella* spp และ *E. coli*

นำตัวอย่างที่ผ่านการเพิ่มจำนวนใน Lactose broth ไปทำการเพิ่มจำนวนเฉพาะชนิดแบคทีเรีย *Salmonella* spp. ในอาหารเหลว (Enrichment media) Tetrathionate (TT) broth ปั่นเชื้อที่อุณหภูมิ $35 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นทำการเพาะเลี้ยงเพื่อตรวจนับจำนวนบนอาหารจำเพาะด้วยวิธีการ Dilution spread plate method บนอาหาร *Salmonella* agar โดยการทดสอบความเจือจางละ 3 ซ้ำ ปั่นเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C นาน 24 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนีสำหรับการตรวจหา *E. coli* โดยการนำตัวอย่างที่ผ่านการเพิ่มจำนวนใน Lactose broth มาเพาะเลี้ยงเชื้อด้วยวิธีการเจือจางแบบลำดับส่วนและนำไปเกลี่ยบนจานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ (Dilution Spread plate method) ที่จำเพาะ คือ Eosin Methylene Blue (EMB) agar โดยการทดสอบความเจือจางละ 3 ซ้ำ ปั่นเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง จำนวนโคโลนีของเชื้อทั้ง 2 ชนิดจะถูกนำไปคำนวณค่าที่นับได้ในหน่วยของ CFU/g

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการวิเคราะห์จุลินทรีย์ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variances) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 2 แสดงอิทธิพลของใยอาหารชนิดละลายน้ำระดับต่างๆ ในอาหารกึ่งบริสุทธิ์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อระยะแรก จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักตัว (ที่อายุ 17 และ 24 วัน) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ที่อายุ 10-24 วัน) และอัตราการกินอาหาร มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ตามระดับใยอาหารชนิดละลาย

น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ 3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้โยอาหารชนิดละลายน้ำ ที่ระดับ 5-7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Rahmatnejad and Saki (2016) ที่ได้ทำการทดสอบผลของเซลลูโลสที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี และมีความหนืดสูง ที่เรียกว่า คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose) ในอาหารไก่เนื้อ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าผลดังกล่าวมีความสัมพันธ์ความหนืดในระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal system) ที่เพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้อัตราการไหลของอาหาร (Feed passage rate) ภายในท่อทางเดินอาหารช้าลง สัตว์จึงลดอัตราการกินอาหาร และส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงตามไปด้วย (Shakouri et al., 2006) สอดคล้องกับรายงานต่างๆ ที่กล่าวว่าปริมาณโยอาหารชนิดละลายน้ำในอาหารไก่ที่เพิ่มสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการเจริญเติบโตและอัตราการย่อยได้ที่ลดลง (Maisonnier et al., 2001; Carre et al., 2002) ยิ่งไปกว่านั้น Maisonnier et al. (2003) ได้บันทึกไว้ว่า การเสริมกากกัม (Guar gum) ในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้ความเข้มข้นและประสิทธิภาพในการหลังกรดเกลือลดลง และส่งผลทำให้อัตราการย่อยได้ของไขมันลดลงตามไปด้วย

นอกจากนั้นแล้วจากผลการศึกษารังนี้ คณะผู้วิจัยยังพบอีกว่า อาหารไก่เนื้อที่บริสุทธ์ที่ใช้ในการทดลองมีผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่ทุกกลุ่มมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานสายพันธุ์ รอส 308 อย่างเห็นได้ชัด ค่าน้ำหนักตัวและอัตราการกินอาหารของไก่กลุ่มควบคุม มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานถึง 40.0 และ 48.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าหากปริมาณการกินอาหารลดลง มักจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อน้ำหนักตัวที่เฉลี่ยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งว่าสัตว์อาจสามารถใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียในลำไส้ที่เป็นองค์ประกอบหลักในอาหารที่บริสุทธ์ได้ดีกว่าเมล็ดธัญพืชที่ใช้ประกอบสูตรอาหารพื้น

ฐานทางการค้าทั่วไป จึงส่งผลให้สัตว์ได้รับพลังงานอย่างเพียงพอและลดอัตราการกินอาหารในที่สุด ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Rahmatnejad and Saki (2016) ที่ใช้อาหารที่บริสุทธ์เลี้ยงไก่เนื้อสายพันธุ์ รอส 308 ที่อายุ 7-21 วัน แล้วพบว่า อัตราการกินอาหารมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน คิดเป็น 52.0 เปอร์เซ็นต์

ด้านการประเมินทางจุลชีววิทยา ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างสิ่งเหลือของไส้ติ่งในไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ในขณะที่สามารถตรวจพบเชื้ออีโคไลในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังข้อมูลที่แสดงใน Table 3 จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า โยอาหารชนิดละลายน้ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์ในไส้ติ่งของไก่เนื้อระยะแรก ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากไก่อายุน้อยมีโอกาสดังได้รับเชื้อในสิ่งแวดล้อมไม่มากนักเมื่อเทียบกับไก่โต หรือไก่ที่เลี้ยงภายใต้โรงเรือนระบบปิดจะมีโอกาสดังได้รับเชื้อตามธรรมชาติน้อยกว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติ จึงทำให้ผลการศึกษานี้ยังไม่มีคำตอบชัดเจนเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตาม บทบาทหน้าที่ของโยอาหารชนิดละลายน้ำเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับกระบวนการหมักในลำไส้ส่วนท้ายเพื่อผลิตกรดไขมันสายสั้น (Van der Wielen et al., 2001) ในขณะที่งานวิจัยในสุกร ได้รายงานมาถึงแม้การเพิ่มระดับของโยอาหารชนิดละลายน้ำจะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของกรดไขมันสายสั้นได้ แต่ยังมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้ออีโคไลได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน (Hopwood et al., 2004)

สรุป

อาหารไก่เนื้อระยะแรกที่มีโยอาหารชนิดละลายน้ำตั้งแต่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป มีผลทำให้อัตราการกินอาหาร และน้ำหนักตัวมีค่าลดลง รวมทั้งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมีค่าเฉลี่ยอย่างเห็นได้ชัด เมื่อระดับโยอาหารชนิดละลายน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่ระดับ 5-7 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามระดับของโยอาหารชนิดละลายน้ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรเชื้อซัลโมเนลลาและอีโคไลในไส้ติ่ง

Table 1 Ingredient and chemical composition of experimental semi-purified diets

Item	T1	T2	T3	T4
Ingredient				
Wheat starch	62.35	62.35	62.35	62.35
Vegetable oil	4.25	4.25	4.25	4.25
Animal protein	21.90	21.90	21.90	21.90
Dicalcium phosphate	2.00	2.00	2.00	2.00
Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00
L-Lysine	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamin and mineral premix ¹	0.50	0.50	0.50	0.50
Kaolin	7.00	4.00	2.00	0.00
Guar gum	0.00	3.00	5.00	7.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition				
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,150	3,150	3,150	3,150
Crude protein, %	22.00	22.00	22.00	22.00
Crude fat	6.14	6.14	6.14	6.14
Soluble dietary fiber	0.00	3.00	5.00	7.00
Lysine	1.30	1.30	1.30	1.30
Methionine	0.83	0.83	0.83	0.83
Calcium	2.28	2.28	2.28	2.28
Available phosphorous	0.86	0.86	0.86	0.86

¹Concentrate mixture provided the following per kilogram of complete diet: 14,000,000 IU of vitamin A; 3,000,000 IU of vitamin D3; 2,500 IU of vitamin E; 35 g of vitamin K; 2.5 g of vitamin B1; 6.5 g of vitamin B2; 275 g of vitamin B6; 25 mg of vitamin B12; 11.00 g of pantothenic acid; 35 g of nicotinic acid; 15 mg of biotin; 250 g of choline chloride; 1.5 g of copper; 60 g of manganese; 1.5 g of iron; 45 g of zinc; 400 mg of iodine; 150 mg of selenium.

Table 2 Different levels of soluble dietary fiber in semi-purified diets on growth performance of young broiler chickens during 10 to 24 day of age (Mean $\pm$ SD)

Item	T1	T2	T3	T4
Initial body weight, g/b	199 $\pm$ 0.8	199 $\pm$ 1.9	199 $\pm$ 1.4	199 $\pm$ 1.3
Body weight, g/b				
At 17 day of age	315 $\pm$ 12.8 ^a	248 $\pm$ 19.5 ^b	219 $\pm$ 16.3 ^c	217 $\pm$ 8.3 ^c
At 24 day of age	465 $\pm$ 10.8 ^a	320 $\pm$ 49.0 ^b	274 $\pm$ 15.1 ^c	263 $\pm$ 9.1 ^c
Weight gain, g/b	266 $\pm$ 10.7 ^a	121 $\pm$ 47.5 ^b	75 $\pm$ 14.8 ^c	64 $\pm$ 9.5 ^c
Feed consumption, g/b	604 $\pm$ 46.9 ^a	432 $\pm$ 57.7 ^b	299 $\pm$ 41.8 ^c	288 $\pm$ 68.7 ^c
FCR	2.3 $\pm$ 0.2 ^a	3.8 $\pm$ 0.9 ^{ab}	4.1 $\pm$ 0.6 ^b	4.7 $\pm$ 1.7 ^b

^{a-c} Different superscripts within rows indicate significant differences ($P < 0.05$)

Table 3 Different levels of soluble dietary fiber in semi-purified diets on cecal microbial populations of young broiler chickens at 24 day of age (Mean $\pm$ SD)

Item (cfu/g)	T1	T2	T3	T4
<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND	ND	ND
<i>E. Coli</i>	6.5 $\pm$ 0.6	6.2 $\pm$ 0.4	6.2 $\pm$ 0.6	6.3 $\pm$ 1.0

ND = not detected

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กองการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ภายใต้งบประมาณอุดหนุนการวิจัยสัญญาเลขที่ R2561B057 จากงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

Adibmoradi, M., B. Navidshad, and M.F. Jahromi. 2016. The effect of moderate levels of finely ground insoluble fibre on small intestine morphology, nutrient digestibility and performance of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 15:310–317.

Carre, B., A. Idi, S. Maisonnier, J. P. Melcion, F. X. Oury, J. Gomez, and P. Pluchard. 2002. Relationships between digestibilities of food components and characteristics of wheats (*Triticum aestivum*) introduced as the only cereal source in a broiler chicken diet. *Br. Poult. Sci.* 43:404–415.

Hopwood, D.E., D.W. Pethick, J.R. Pluske, and D.J. Hampson. 2004. Addition of pearl barley to a rice-based diet for newly weaned piglets increases the viscosity of the intestinal contents, reduces starch digestibility and exacerbates post-weaning colibacillosis. *Br. J. Nutr.* 92:419–427.

Incharoen, T. 2013. Histological adaptations of the gastrointestinal tract of broilers fed diets containing insoluble fiber from rice hull meal. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 8:79–88.

Incharoen, T., and P. Maneechote. 2013. The effects of dietary whole rice hull as

insoluble fiber on the flock uniformity of pullets and on the egg performance and intestinal mucosa of laying hens. *Am. J. Agri. Biol. Sci.* 8:323–329.

Maisonnier, S., J. Gomez, A. Bree, C. Berri, E. Baeza, and B. Carre. 2003. Effects of microflora status, dietary bile salts and guar gum on lipid digestibility, intestinal bile salts, and histomorphology in broiler chickens. *Poult. Sci.* 82:805–814.

Maisonnier, S., J. Gomez, and B. Carre. 2001. Nutrient digestibility and intestinal viscosities in broiler chickens fed on wheat diets, as compared to maize diets with added guar gum. *Br. Poult. Sci.* 42:102–110.

Rahmatnejad, E., and A.A. Saki. 2016. Effect of dietary fibres on small intestine histomorphology and lipid metabolism in young broiler chickens. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 100:665–672.

Silva, V.K., V. de Souza Morita, and I.C. Boleli. 2013. Effect of pectin extracted from citrus pulp on digesta characteristics and nutrient digestibility in broilers chickens. *R. Bras. Zootec.* 42:575–583.

Shakouri, M., H. Kermanshahi, and M. Mohsenzadeh. 2006. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 5:557–561.

Van der Wielen, P.W.J.J., S. Biesterveld, L.J.A. Lipman, and F. van Knapen. 2001. Inhibition of a glucose-limited sequencing fed-batch culture of *Salmonella enterica* serovar enteritidis by volatile fatty acids representative of the ceca of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:1979–1982.