

การเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ
จุลินทรีย์ในซีรัม จุลกายวิภาคของลำไส้เล็ก สมรรถภาพการผลิต
ลักษณะซาก คุณภาพและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ

Effects of Spent Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Substrates (SOMS)
Supplementation in Broiler Diets on Apparent Nutrient Digestibility, Cecal Microbiota,
Small Intestinal Histomorphology, Productive Performance, Carcass Characteristic,
Quality and Fatty Acid Composition of Meat

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี^{1*} วรางคณา กิจพิพิธ¹ พรพรรณ แสนภูมิ¹ ชนะชัย วงษ์เพชร¹

ชยาทิพย์ กฤตโยภาส¹ พิทยุตม์ ลีวนนิกขิก¹ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา² และ เสาวภา เขียนงาม¹

Manatsanun Nopparatmaitree^{1*}, Warangkana Kitpipit¹, Pornpan Seanpoom¹, Chanachai Wongphetch¹
Chayatid Kridtayopas¹, Pittayut Luewanidchakid¹, Sakda Prajukboonjatsada² and Saowapar Khiangnam¹

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

ตำบลสามพระยา อำเภอสทิงพระ จังหวัดเพชรบุรี 76120

¹ Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอสทิงพระ จังหวัดเพชรบุรี 76120

² Phetchaburi Animal Research and Development Center

*E-mail: Nopparatmaitree_m@su.ac.th or Nopparatmaitree_m@silpakorn.edu.

Received: Feb 16, 2018

Revised: Mar 14, 2018

Accepted: Apr 11, 2018

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มุ่งศึกษาผลการเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้ง (spent oyster mushroom substrate: SOMS) ในอาหารไก่เนื้อต่อการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ จุลินทรีย์ในซีรัม จุลกายวิภาคของลำไส้เล็ก สมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก คุณภาพและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ โดยใช้ไก่พันธุ์ Ross 308[®] จำนวน 480 ตัว (เพศผู้ 240 ตัว และ เพศเมีย 240 ตัว) ทำการเลี้ยงไก่เนื้อภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติและวางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มีทั้งหมด 6 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ 4 ซ้ำ รวมทั้งหมด 24 หน่วยทดลอง อาหารทดลองประกอบด้วยข้าวโพดและกากั่วเหลืองเป็น พื้นฐานและ ทำการเสริม SOMS ในอาหารระดับ 0 (ควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยไก่เนื้อจะได้รับน้ำและอาหารเต็มที่ ผลการทดลอง พบว่า การเสริม SOMS ส่งผลต่อการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้ง ไขมันรวม พลังงานรวม และโปรตีนรวมที่ลดลง แปรผกผันกับระดับ SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อ ($P<0.05$) แต่การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อมีผลช่วยเพิ่มและพัฒนาความ สูงของวิลไล ความลึกของครีพออฟไลเบอร์คูนของลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม ($P<0.05$) อีกทั้งยังส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ในกลุ่ม lactic acid และ *Enterococcus* sp. ($P<0.05$) และลดจำนวนของจุลินทรีย์ *Salmonella* sp. และ *Escherichia coli* ใน ลำไส้ต้นของไก่เนื้อ($P<0.05$) นอกจากนี้การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินอาหารตลอดการทดลองและ ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันเมื่อใช้ SOMS 3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพ การผลิตด้านอื่น ($P>0.05$) หากแต่การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อส่งผลต่อค่า pH ที่ 45 นาที และ pH ที่ 24 ชั่วโมง รวมถึง ค่า trawling loss ($P<0.05$) นอกจากนี้การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อสามารถผลิตเนื้อไก่ที่มีระดับคอเลสเทอรอลต่ำเป็นประโยชน์ ต่อผู้รักสุขภาพ($P<0.05$) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าสามารถเสริม SOMS ที่ระดับ 1-3 เปอร์เซ็นต์ มีศักยภาพในการเป็นแหล่งวัตถุดิบ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาจุลกายวิภาคและจุลินทรีย์ในลำไส้ของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ ก้อนเชื้อเห็ดนางรม ปริมาณโปรตีน สมรรถภาพการผลิต กรดไขมัน

Abstract

This experiment was carried out to investigate the effects of spent oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) substrate (SOMS) supplementation in broiler chicken diets on apparent nutrient digestibility, cecal microbiota, small intestinal morphology, productive performance, carcass quality and fatty acid composition in meat. Four hundred and eighty (240 male and 240 female), day-old, Ross 308[®]. Chicks were raised under ambient temperature and assigned to complete randomized design (CRD) with four dietary treatments and three replications per treatment. Dietary treatment were, corn-soy basal diet supplemented with 0 (control), 1, 2, 3, 4 และ 5 % of SOMS. Experiment diets and drinking water were offered *ad libitum* to the bird. Result show that the inclusion of the SOMS decrease apparent digestibility of dry matter, ether extract, gross energy and crud protein ($P<0.05$). Dietary SOMS supplementation decrease villous height, cryptal depth and villous height to crypt depth ratio in duodenum of broiler ($P>0.05$). In addition, Experiment diet increase Lactic acid and *Enterococcus* sp. ($P<0.05$) and decreased *Salmonella* sp. And *Escherichia coli* in cecum of broiler ($P<0.05$). Dietary supplementation of SOMS in broiler diets may be a feasible means of producing meat with lower cholesterol contents for health conscious consumers. In conclusion, the result of the present study showed that supplemented 1-3 % of SOMS can be used and has the potential as feedstuff enhanced intestinal histomorphology and microbiology of broilers.

Keywords: broilers, spent mushroom substrate, *Pleurotus ostreatus*, prebiotics, performance, and fatty acid

1.บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากมีต้นทุนต่ำและเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรศักยภาพสูงและยังไม่ถูกใช้ประโยชน์จำนวนมาก ทั้งนี้พื้นที่จังหวัดเพชรบุรีมีการเพาะเห็ดเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น เห็ดนางฟ้านางรม เห็ดหูหนู และเห็ดฟาง เป็นต้น โดยมีการประมาณการว่าการผลิตเห็ด 1 กิโลกรัมจะต้องใช้ปริมาณวัสดุก้อนเชื้อเห็ดประมาณ 5 กิโลกรัม [1] ดังนั้นภายหลังจากการเพาะเห็ด จึงเกิดปัญหามีเศษก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งในพื้นที่เป็นจำนวนมาก จากรายงานของ [2] กล่าวว่าวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการเพาะเห็ดจะมีคุณสมบัติเป็นวัสดุจำพวกลิกโนเซลลูโลสิก (linocellulosic material) มีคุณสมบัติในการเป็นเยื่อใยอาหาร (dietary fiber) ที่ไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบย่อยอาหาร หากแต่จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ อีกทั้งยังพบว่า มีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด และ ประกอบด้วย extra cellular enzymes [3] จากรายงานของ [4] พบกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส เซลลูเลส และ ไซแลนเนส รวมทั้งยังพบส่วนประกอบของไฮฟาและเศษเห็ดบางส่วนในก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้ง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าโครงสร้างเห็ดประกอบด้วย soluble fiber คือ non starch glycan ประมาณ 442-901 กรัม/กิโลกรัม และกลูแคนในรูปแบบอื่น เช่น โคติน และ กาแลคโตแมนแนน เป็นต้น [5] จากการรายงานของ [6] กล่าวว่า เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ประกอบด้วยเบต้ากลูแคนที่มีโครงสร้างเป็น β -1,3-D-glucopyranosyl ซึ่งโครงสร้างของเห็ดที่ได้กล่าวถึงจัดเป็นพรีไบโอติกส์ที่มีคุณสมบัติคือวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ไม่สามารถย่อยได้ (non digestible) [7] ในส่วนของลำไส้เล็กตอนบน (upper intestine) ซึ่งโอลิโกแซคคาไรด์หลายชนิด เช่น กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรด์ แมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ และไซโล

โอลิโกแซคคาไรด์ เป็นต้น ที่จะมีโครงสร้างที่จำเพาะที่เอนไซม์ในลำไส้เล็กไม่สามารถย่อยได้ [8] รวมทั้งสามารถใช้ประโยชน์ในการเลือกกระตุ้นการเจริญเติบโต [9] และ การทำงานของแบคทีเรียบางชนิดในท้องทางเดินอาหาร เช่น *bifidobacterium* ที่เรียกว่า bifidogenic effect (Gomes and Malcata, 1999) โดยไบโไฟโดแบคทีเรียและแบคทีเรียกรดแลคติกต่างๆ สามารถ competitive exclusion กับจุลินทรีย์ก่อโรค และสามารถต่อต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial) [10] [11] [12] ต่อด้านไวรัส (antiviral) ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และ ช่วยลดความเครียด [13] รวมถึงช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอล [14] อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นปริมาณการกินได้ นำสู่การส่งเสริมให้สัตว์มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้จากคุณสมบัติเด่นของก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการี (*Pleurotus ostreatus*) เหลือทิ้งที่กล่าวมา คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งมาทดลองประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารฟังก์ชัน (functional feedstuff) ที่มีคุณสมบัติเป็นเยื่อใยอาหารและสารโภชนเภสัชภัณฑ์ (nutriceutical) สำหรับไก่เนื้อ เพื่อพัฒนาระบบการเลี้ยงไก่เนื้อให้มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และ ต้นทุนต่ำ รวมถึงเพื่อแสวงหาแนวทางการใช้ประโยชน์และการจัดการเพื่อแก้ปัญหาก้อนเชื้อเห็ดเหลือทิ้งของพื้นที่อย่างเป็นรูปธรรม อันจะเป็นการลดปัญหาสุขภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน รวมถึงคาดหวังว่าผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ได้จะมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ต่อสุขภาพ (functional food) ของผู้บริโภค

การทดลองครั้งนี้มุ่งการศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการี (*Pleurotus ostreatus*) เหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้แบบปรากฏของโภชนะ จุลกายวิภาคของลำไส้เล็ก ลักษณะซาก คุณภาพและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ อันเป็นการวิจัยที่ส่งเสริมศักยภาพและการใช้ทรัพยากรของพื้นที่เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ (Bio-economy)

2.วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ก่อนเชื่อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งจากศูนย์เรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดบ้านสามเรือน อำเภอนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี โดยมีคุณค่าทางโภชนาที่ไดจากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการดังแสดงใน Table 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ประกอบด้วย 6 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ รวมทั้งหมด 24 หน่วยทดลอง ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1 คือ อาหารควบคุม (control) ทรีทเมนต์ที่ 2, 3, 4, 5, และ 6 คือ อาหารเสริม SOMS 1, 2, 3, 4 และ 5 %, ตามลำดับ ทำการสุ่มลูกไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ Ross 308® อายุ 1 วัน จำนวน 480 ตัว (เพศผู้ 240 ตัว และ เพศเมีย 240 ตัว)

เข้าสู่หน่วยทดลอง โดยแต่ละหน่วยทดลองมีไก่เนื้อ 20 ตัวต่อหน่วยทดลอง ทั้งนี้ลูกไก่เนื้อทั้งหมดผ่านการทำวัคซีนควบคุมโรคมารีกซ์ กัมโบโร หลอดลมอักเสบ และ นิวคลาสเซลจากโรงฟักในวันที่ 0 จากนั้นทำวัคซีนรวมหลอดลมอักเสบและนิวคลาสเซลในวันที่ 7 รวมถึงทำวัคซีนกัมโบโรโรในวันที่ 14 ของการทดลองตามลำดับ การทดลองนี้ใช้ระยะเวลาเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนแบบเปิดทั้งหมด 35 วัน แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงระยะแรก (1-21 วัน) ใช้อาหารทดลองที่มีโปรตีนหยาบ (crude protein) 23 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy) 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม และช่วงระยะสอง (22-35 วัน) ใช้อาหารทดลองที่มีโปรตีนหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามคำแนะนำของ [15]

Table 1 Nutrient composition of spent oyster mushroom substrate (SOMS)

Nutrient content (% as fed basis)	SOMS
Dry matter	96.320
Organic matter	76.038
Crude protein	1.619
Ether extract	1.681
Crude fiber	22.954
Calcium	3.779
Total phosphorus	0.352
Gross energy (kcal/kg)	26646.512

2.2 การย่อยได้แบบปรากฏของโภชนาในอาหารไก่เนื้อ การวัดค่าการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนา (apparent nutrient digestibility) ในอาหารไก่เนื้อภายในตัวสัตว์ (*in vivo*) ใช้วิธีการทดสอบการย่อยได้โดยใช้สารบ่งชี้ (indicator marker method) ตามวิธีของ [16] โดยทำการให้อาหารผสมโครมิกซออกไซด์ (Cr_2O_3) 0.3 เปอร์เซ็นต์สำหรับไก่เนื้อในระหว่างวันที่ 14–21 ของการทดลอง ซึ่งในระหว่างนี้ทำการแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 คือ วันที่ 14–18 ของการทดลองเป็นช่วงปรับสัตว์ (adjustment period) ช่วงที่ 2 คือ วันที่ 19–21 ของการทดลองเป็นช่วงเก็บตัวอย่าง (sampling period) คือ ทำการสุ่มเก็บอาหารทดลองและสุ่มเก็บมูลของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซออกไซด์ โดยเก็บตัวอย่างมูลลงในถุงที่มี H_2SO_4 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ตามวิธีของ [17] [18] แล้วนำตัวอย่างอาหารและมูลที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสให้แห้งแล้วบดเพื่อรอวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ จากนั้นนำตัวอย่างอาหารทดลองและตัวอย่างมูลนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า และพลังงาน รวมถึงวิเคราะห์หาปริมาณโครมิกซออกไซด์ (Cr_2O_3) ตามวิธีของ [19] แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของสิ่งแห้งรวม (apparent dry matter digestibility) หาจาก $[(\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล} - \% \text{Cr}_2\text{O}_3$

ในอาหาร) $\times 100]/[\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล}]$ และ ค่าการย่อยได้ของโภชนา รวม (apparent nutrient digestibility) หาจาก $100 - [100 \times (\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในอาหาร} / \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ในมูล}) \times (\% \text{โภชนาในมูล} / \% \text{โภชนาในอาหาร})]$ ตามวิธีของ [20]

2.3 จุลกายวิภาคลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

การวัดจุลกายวิภาคลำไส้เล็กของไก่เนื้อใช้วิธีการวิเคราะห์จากภาพถ่าย (image analysis) โดยเมื่อไก่เนื้ออายุ 21 วัน โดยให้อาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ 4 ตัวต่อหน่วยทดลอง (เพศผู้และเพศเมีย) เพื่อฆ่าแช่และและการเก็บตัวอย่างลำไส้เล็ก 3 ส่วน คือ ดูโอดินัม เจจุนัม และ ไอลีอัม ตามวิธีของ [21] โดยการเก็บตัวอย่างลำไส้เล็กแต่ละส่วนยาวประมาณ 2 เซนติเมตร แล้วแช่ใน 4 % buffered formalin เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ [22] และเก็บรักษาดูอย่างใน 10 เปอร์เซ็นต์ formalin ตามวิธีของ [20] จากนั้นเตรียมสไลด์ตัวอย่าง 10 สไลด์ต่อตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ตามวิธีของ [23] การวัดความสูงของวิลไลความลึกของคริปต์ออฟไลเบอร์กู้น (crypt of lieberkuhn) โดยวิเคราะห์ทั้งหมด 10 วิลไลต่อสไลด์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่น Olympus BX 50, (20 $\times$ optical magnification) และ ใช้วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยโปรแกรม image pro plus version 3.1, media cybernetics โดยจะวัดความสูงของวิลไล

(villous height) ความลึกของคริปทอพอไลเบอร์คูน (cryptal depth) และคำนวณหาสัดส่วนของวิลลัสต่อคริปทอพอไลเบอร์คูน (villous height to crypt depth ratio) ตามวิธีของ [23] แล้วคำนวณพื้นที่ผิวของวิลลัส (villus surface area) ตามวิธีของ [24] จากสูตร พื้นที่ผิวของวิลลัส [(villus surface area)] = $\{(\pi) \times ((\text{ความกว้างของวิลลัส}) \times \text{ความสูงของวิลลัส})\}$

2.4 นิเวศวิทยาจุลินทรีย์ในซีกัมของไก่เนื้อ

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ในซีกัมของไก่เนื้อใช้วิธี conventional microbiology techniques โดยเมื่อไก่เนื้ออายุ 21 วัน โดยให้อาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ 4 ตัวต่อหน่วยทดลอง (เพศผู้และเพศเมีย) เพื่อฆ่าชำแหละและเก็บตัวอย่างของเหลวในลำไส้ส่วนซีกัม เพื่อนับจำนวนจุลินทรีย์ในซีกัม โดยใช้ selective agar media ตามวิธีของ Giannenas et al., 2010 โดย lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* spp.) ใช้ MRS agar + 0.02% NaH_3 + 0.05% L-Cystine hydrochloride monohydrate, *Enterococci* ใช้ m *Enterococci* agar, *E.coli* ใช้ EMB agar, และ *Salmonella* ใช้ *Salmonella shigella* agar จากนั้นจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในซีกัมที่ได้จากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการต้องทำการแปลงข้อมูล (transformed) ด้วย log argralithm ฐาน 10 ก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติตามวิธีการของ [25]

2.5 สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวัดสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อทำโดยเลี้ยงไก่เนื้อทั้งหมด 35 วัน แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 0-21 วัน และ 22-35 วัน โดยให้อาหารสะอาดอย่างเต็มที่ จดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักของไก่เนื้อ และจำนวนสัตว์ตายตลอดช่วงการทดลอง แล้วนำคำนวณหาค่าสมรรถภาพการผลิต คือ ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake: ADFI) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (average body weight gain: BWG) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio: FCR (feed : gain)) หาจาก $[\text{ADFI}/\text{ADG}]$ ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ 1 กิโลกรัม (feed cost per gain: FCG) หาจาก $[\text{FCR} \times \text{ราคาอาหาร 1 กิโลกรัม}]$ ตามวิธีของ [26] [27] รวมถึงคำนวณหาอัตราการเลี้ยงรอด (viability) และดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index: PI) ตามวิธีของ [27] นอกจากนี้คำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (economic benefit return) คือ ต้นทุนค่าอาหารต่อตัว (feed cost per gain) มูลค่าจากการขายต่อตัว (salable bird return) กำไรสุทธิต่อตัว (net profits return per bird) และอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (return of investment)

2.6 เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ

การวัดเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ โดยเมื่อไก่เนื้อทดลองอายุ 35 วัน ทำการอดอาหารไก่เนื้ออย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ 4 ตัวต่อหน่วยทดลอง (ตัวผู้และตัวเมีย)

เพื่อฆ่าชำแหละและตัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อวัดค่าเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ โดยชั่งน้ำหนักซาก น้ำหนักชิ้นส่วน เพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) และค่าเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (chill carcass percentage) รวมทั้งคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (cutting percentage) ตามวิธีของ [28] จากนั้นเก็บตัวอย่างเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อเพื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ โดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อหน้าอกใน 45 นาที (pH 45 min.) และที่ 24 ชั่วโมง (pH 24h) โดยใช้ pH meter รุ่น pH 211, Hanna, Padua, Italy ตามวิธีของ [29] เก็บรักษาเนื้ออกไก่ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงเพื่อวัดค่าสีของเนื้อไก่ คือ ความสว่าง (lightness: L*), ความเป็นสีแดง (redness: a*) และความเป็นสีเหลือง (yellowness: b*) ตามวิธี [30] นอกจากนี้ยังทำการวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ประกอบด้วย การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (dip loss), การสูญเสียน้ำจากการต้ม (boiling loss), การสูญเสียน้ำจากการแช่แข็ง (trawling loss) และการสูญเสียน้ำจากการปิ้งย่าง (roasting loss) หาตามวิธีของ [30] [31] รวมทั้งเก็บรวบรวมและรักษาตัวอย่างเนื้อไก่ไว้ในอุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์คอเลสเทอรอลด้วยวิธี C45,994.10 [19] และการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Individual fatty acid content) ด้วย GLC ตามวิธีของ [32]

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized Design: CRD) โดยใช้แบบหุ่น $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ เมื่อ Y_{ij} แทน ค่าสังเกตจากกลุ่มการทดลองที่ $i =$ เมื่อ $i = 1, 2, 3, 4, 5$ และ 6 ซ้ำที่ j เมื่อ $j = 1, 2, 3$ และ 4 โดย μ คือ ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean) ส่วน τ_i คือ อิทธิพลของกลุ่มการทดลอง (treatment effect) ที่ i เมื่อ $i =$ การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 เปอร์เซ็นต์ และ ϵ_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วย Tukey's studentized range test (HSD) ตามวิธีของ [33] โดยใช้โปรแกรม R version 3.3.1 ตามวิธีของ [34] กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลของการเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อการย่อยได้แบบปรากฏของโภชนาปรากฏ

ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ พลังงานรวม และโปรตีนรวมสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P < 0.01$) อีกทั้งยัง พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 0 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของไขมันรวมสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P < 0.01$) ในส่วนการย่อยได้ของเยื่อใยหยาบไม่มีความแตกต่างกันทุกกลุ่มการทดลอง ($P > 0.05$) จากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่าระดับ

การเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อการย่อยได้ของวัตถุดิบที่ลดลงเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Cubic, $P<0.01$) และระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อปริมาณของการย่อยได้ของไขมันรวม พลังงานรวม โปรตีนรวมที่ลดลงเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Cubic, $P<0.05$) ดังแสดงใน Table 2

3.2 ผลของการเสริมก่อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อจุลินทรีย์ในซีกัม

ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 3 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน lactic acid bacteria ในซีกัมสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.01$) และ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS

ที่ระดับ 2 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. ในซีกัมต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.01$) จากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่าการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อจำนวน lactic acid bacteria ในซีกัมเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic, $P<0.01$) และระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อจำนวน *Enterococcus* sp. ในซีกัมที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง (Linear, $P<0.01$) แต่การเพิ่มระดับการเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อจำนวน *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. ในซีกัมที่ลดลงเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic, $P<0.05$) ดังแสดงใน Table 3

Table 2 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on apparent nutrient digestibility and nitrogen retention

Apparent nutrient digestibility (%)	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
Dry matter	80.75 ^A	71.54 ^B	73.18 ^B	70.75 ^B	71.39 ^B	60.74 ^C	0.82	<0.01	C
Crude fiber	86.15	74.18	71.22	71.09	73.39	63.11	3.73	0.22	NS
Ether extract	98.22 ^A	97.28 ^A	95.08 ^B	94.32 ^B	91.86 ^C	94.29 ^B	0.22	<0.01	C
Gross energy	90.75 ^A	82.93 ^B	84.15 ^B	82.34 ^B	83.80 ^B	78.54 ^C	0.47	<0.01	C
Nitrogen retention	86.15 ^A	74.18 ^B	74.59 ^B	71.09 ^B	73.39 ^B	63.11 ^C	0.76	<0.01	C

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$), L = Linear

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.05$)

^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.01$)

Table 3 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on cecal microbiota

Cecal microbiota (Log ₁₀ CFU/ml)	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
LAB*	11.63 ^{BC}	11.17 ^E	11.38 ^{DE}	11.56 ^{BC}	11.84 ^B	11.29 ^A	0.03	<0.01	Q2
<i>Enterococci</i>	6.26 ^C	6.60 ^C	7.29 ^B	7.38 ^{AB}	7.65 ^{AB}	8.06 ^A	0.13	<0.01	Q2
<i>E. Coli</i>	10.06 ^A	9.94 ^A	9.66 ^B	9.37 ^C	9.12 ^D	8.70 ^E	0.09	0.20	NS
<i>Samonella</i> spp.	2.30 ^A	2.40 ^A	0.60 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.00 ^B	0.08	<0.01	Q2

*LAB = Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* and *Bifidobacteria*)

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$), Q2 = Quadratic

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.05$)

^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.01$)

3.3 ผลของการเสริมก่อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อจุลินทรีย์ในลำไส้เล็ก

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อต่อจุลินทรีย์ในลำไส้เล็ก พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิมสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.01$) ส่วนค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ของลำไส้เล็กค่าอื่นไม่มีความแตกต่างกันทุกกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) จากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่าการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรรูปผัดต่อการเพิ่มความสูงของวิลลัสส่วนดูโอเดนิมเป็นแบบเส้นโค้ง

กำลังสามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Cubic, $P<0.01$) ดังแสดงใน Table 4

3.4 ผลของการเสริมก่อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต

ในช่วงอายุ 0-21 วัน ของการเลี้ยงไก่เนื้อ พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตด้านต่างๆทั้งการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการตาย และ ดัชนีประสิทธิภาพการผลิตไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทุกกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 5 ส่วนในช่วงอายุ 22-35 วัน ของการเลี้ยงไก่เนื้อ พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน สูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) จากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่า ระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรผันตรงต่อ ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดและปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันที่ เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง (Linear, $P<0.05$) ส่วนค่าสังเกตอื่น ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 5 และ ในช่วงอายุ 0-35 วัน ของการเลี้ยงไก่เนื้อ พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน สูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมก่อนเชื้อเห็ดนางรมยังการีเหลือทิ้ง ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) จากผลการ ทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่าระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นใน อาหารไก่เนื้อแปรผันตรงต่อปริมาณจำนวนอาหารที่กินทั้งหมด และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นตรง (Linear, $P<0.05$) ดังแสดงใน Table 5

Table 4 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on small intestinal histomorphology

Small intestinal histomorphology	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
Duodenum									
Villous height: (mm)	1.34 ^C	1.69 ^{AB}	1.79 ^A	1.65 ^{AB}	1.50 ^{BC}	1.65 ^{AB}	0.26	0.01	C
Villous wide: (mm)	0.20	0.19	0.20	0.16	0.17	0.21	0.01	0.51	NS
Surface area (mm ²)	0.86	0.92	1.14	0.83	0.81	1.08	0.05	0.48	NS
Cryptal depth: (mm)	0.19	0.27	0.27	0.23	0.20	0.13	0.01	0.19	NS
VH: CD	7.07	7.10	7.80	7.52	7.65	6.64	0.47	0.99	NS
Jejunum									
Villous height: (mm)	1.30	1.34	1.53	1.44	1.55	1.66	0.07	0.63	NS
Villous wide: (mm)	0.13	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.01	0.98	NS
Surface area (mm ²)	0.55	0.60	0.77	0.60	0.71	0.68	0.03	0.45	NS
Cryptal depth: (mm)	0.15	0.20	0.18	0.26	0.22	0.20	0.01	0.25	NS
VH: CD	7.43	6.55	8.49	5.96	7.05	7.03	0.33	0.52	NS
Ileum									
Villous height: (mm)	1.02	1.27	1.12	1.18	1.03	1.12	0.04	0.59	NS
Villous wide: (mm)	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.00	0.93	NS
Surface area (mm ²)	0.50	0.56	0.52	0.50	0.48	0.50	0.03	0.96	NS
Cryptal depth: (mm)	0.17	0.27	0.21	0.22	0.18	0.20	0.01	0.27	NS
VH: CD	5.80	4.72	5.39	6.50	5.72	4.96	0.16	0.18	NS

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$), L = Linear

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.05$)

^{AB} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.01$)

3.5 ผลของการเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมยังการีเหลือทิ้ง ในอาหารไก่เนื้อต่อลักษณะซากและคุณภาพเนื้อ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของ ไก่เนื้อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทุกกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 6 ส่วนการศึกษาการเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ต่อคุณภาพเนื้อของ ไก่เนื้อ พบว่า เนื้อไก่ของไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม SOMS ที่ระดับ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดต่างที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงสูงกว่าเนื้อไก่ของไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) อีกทั้งเนื้อไก่ของ ไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม SOMS ที่ระดับ 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า trawling loss ต่ำกว่าเนื้อไก่ของไก่เนื้อที่ได้รับการเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) ส่วนค่า

สังเกตการณ์ค่าอื่นไม่มีความแตกต่างกันทุกกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) จากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นได้ว่าระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อแปรผันตรงต่อค่าความเป็นกรด ต่างของเนื้อไก่ที่ 45 นาทีที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสี่ (Quartic, $P<0.01$) และระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นใน อาหารไก่เนื้อแปรผันตรงต่อค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อไก่ที่ 24 ชั่วโมงที่เพิ่มขึ้นเป็นแบบเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic, $P<0.01$) แต่ระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อ แปรผกผันต่อค่า trawling Loss ของเนื้อไก่ที่ลดลงเป็นแบบ เส้นตรง (Linear, $P<0.05$) ดังแสดงใน Table 7

3.6 ผลของการเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมยังการีเหลือทิ้ง ในอาหารไก่เนื้อต่อองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ส่งผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่ที่ลดลงเป็น

แบบเส้นตรง (Linear, $P < 0.01$) แปรผกผันตามระดับการเสริม SOMS ที่เพิ่มขึ้นในอาหารไก่เนื้อ อีกทั้งยังส่งผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันโอเมก้า 6 และ กรดไขมันโอเมก้า 9 ที่แตกต่างกันในระหว่างกลุ่มการทดลอง ดังแสดงใน Table 8

3.7 ผลของการเสริมก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการีเหลือทิ้งในอาหารของไก่เนื้อต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การเสริม SOMS ในอาหารทุกระดับไม่มีผลต่อค่าต้นทุนค่าอาหารต่อตัว มูลค่าจากการขายต่อตัว กำไรสุทธิต่อตัว และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Table 9

Table 5 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on productive performance

Productive performance	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
0-21 day									
BWG (kg/bird)	0.74	0.74	0.73	0.75	0.73	0.72	0.04	0.59	NS
FI (kg/bird)	1.07	1.69	1.11	1.12	1.13	1.13	0.14	0.09	NS
ADFI (g/bird/day)	51.13	50.92	53.05	53.64	53.76	53.68	0.34	0.09	NS
ADG (g/bird/day)	35.02	35.33	35.04	35.71	34.58	34.41	0.25	0.69	NS
FCR (Feed:Gain)	1.46	1.44	1.51	1.50	1.55	1.56	0.01	0.07	NS
Viability (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	-	NS
Productive index	239.85	245.55	231.68	237.80	22.48	220.68	2.77	0.13	NS
22-35 day									
BWG (kg/bird)	0.87	1.05	0.96	1.04	0.99	1.03	0.02	0.18	NS
FI (kg/bird)	1.64	1.80	1.80	1.93	1.84	1.90	0.02	0.02	Q2
ADFI (g/bird/day)	116.86 ^b	128.89 ^a	128.24 ^a	136.30 ^a	130.01 ^a	134.43 ^a	1.41	0.03	Q2
ADG (g/bird/day)	62.01	74.89	68.47	74.00	70.55	73.36	1.41	0.16	NS
FCR (Feed:Gain)	1.89	1.72	1.91	1.84	1.84	1.83	0.04	0.80	NS
Viability (%)	91.11	100.00	100.00	98.04	94.12	96.08	0.99	0.14	NS
Productive index	300.42	435.87	372.33	393.80	360.33	385.34	13.73	0.20	NS
0-35 day									
BWG (kg/bird)	1.60	1.79	1.69	1.78	1.71	1.75	0.02	0.19	NS
FI (kg/bird)	2.71 ^b	2.87 ^{ab}	2.91 ^{ab}	3.03 ^a	2.30 ^a	3.01 ^a	0.03	0.04	L
ADFI (g/bird/day)	77.42 ^b	82.11 ^{ab}	83.13 ^{ab}	86.70 ^a	84.26 ^a	85.98 ^a	0.74	0.04	L
ADG (g/bird/day)	45.82	51.16	48.39	51.03	48.97	50.00	0.62	0.19	NS
FCR (Feed:Gain)	1.69	1.61	1.73	1.70	1.72	1.72	0.02	0.48	NS
Viability (%)	91.11	100	100	98.04	94.12	96.08	1.00	0.14	NS
Productive index	246.93	318.87	283.35	293.30	267.79	279.67	11.94	0.10	NS

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P > 0.05$), L = Linear, Q2 = Quadratic

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P < 0.05$)

^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P < 0.01$)

4. วิจัย

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อชี้ให้เห็นว่ามีการย่อยได้ของโภชนะต่ำลงและมีการย่อยได้ของเยื่อใยในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงถึงการที่ SOMS มีปริมาณของเยื่อใยเนื่องจากประกอบด้วย cellulose, hemicellulose และ lignin จากวัสดุที่ใช้ในการทำก้อนเชื้อเห็ดคือ ขี้เลื่อย เป็นต้น ซึ่งการเพิ่ม SOMS ในอาหารไก่เนื้อส่งผลทำให้ไก่เนื้อไม่สามารถย่อยเยื่อใยในต่อทางเดินอาหาร จึงทำให้เยื่อใยในส่วนนี้กลายเป็นสารต้านโภชนะ (anti nutritive factors :ANFs) และส่งผลโดยตรงต่อการย่อยได้ของโภชนะอื่นที่ลดลง หากแต่ SOMS ประกอบด้วยวัสดุจำพวกลินโนเซลลูโลส (linocellulosic material) มีคุณสมบัติเยื่อใยอาหาร อีกทั้งในก้อนเชื้อเห็ดนางรมฮังการียังประกอบด้วยไฮฟาและเศษของเห็ด

บางส่วน ซึ่งโครงสร้างของเห็ดนั้นจัดเป็น soluble fiber คือ non starch glycan ประมาณ 442-901 กรัม/กิโลกรัม และกลูแคนในรูปแบบอื่น เช่น ไคติน และ กาแลคโตแมนแนน เป็นต้น [5] โดยโครงสร้างดังกล่าวจะไม่สามารถย่อยได้ในต่อทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว จึงส่งผลโดยตรงต่อการย่อยได้ของสิ่งแห้งที่ลดลง ส่วนผลการทดลองเสริม SOMS แสดงผลต่อการย่อยได้แบบปรากฏของเยื่อใยที่มีค่าใกล้เคียงกันทุกกลุ่มการทดลองนั้นแสดงว่าแม้เยื่อใยจากการเพิ่ม SOMS ที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร หากแต่ SOMS ยังมีข้อดีในการเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อยได้ของเยื่อใย ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับ [35] รายงานว่าเนื่องจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยเยื่อใยได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมเอนไซม์จากแหล่งต่างๆ ลงในอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยให้สัตว์ใช้

ประโยชน์ได้จากโภชนะเพิ่มมากขึ้น โดยวัตถุประสงค์เห็นเป็นอีกแหล่งของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ คือ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ และเพื่อกำจัดสารขัดขวางโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทั้งนี้จากรายงานของ [37] ศึกษาลักษณะทางกายภาพของรำหยาบที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยเอนไซม์หยาบจากก้อนเห็ดเก่า รายงานว่าก้อนเชื้อเห็ดนางรมยังการีบเอนไซม์เซลลูเลส เบต้าแมนนาเนส และไซแลนเนสหลังเหลืออยู่และมีประสิทธิภาพในการย่อยเยื่อใยในรำหยาบสูงที่สุดจึงคาดว่าจะสามารถประยุกต์ใช้เอนไซม์ในการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูงได้ นอกจากนี้จากรายงาน [36] ได้ศึกษาการเสริมวัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ในอาหารต่อการย่อยได้ของโภชนะในหลอดทดลอง รายงานว่า อาหารเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ด ทั้ง 3 ระดับ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีนรวม เยื่อใยรวม เถ้า และพลังงานสูงกว่าอาหารเสริมเอนไซม์เชิงการค้าและกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ได้แก่ lactic acid bacteria (*Bifidobacterium* sp. และ *Lactobacillus* sp.) และ *Enterococcus* sp. ได้รับสารพรีไบโอติกส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของกลุ่มโปรไบโอติกส์ในท่อนำทางเดินอาหารซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการสืบพันธุ์ภายในท่อนำทางเดินอาหารซึ่งทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนภายในลดลงส่งผลต่อกระบวนการออกซิเดชันและรีดักชันในลำไส้ที่ลดลงซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและส่งเสริมกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ *Bifidobacteria* sp. ที่เรียกว่า bifidogenic effect ส่งผลโดยตรงต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ที่มีประโยชน์ เช่น *Bifidobacteria* sp. และ *Lactobacillus* sp. เป็นต้น โดยกระบวนการหมักดังกล่าวทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกและผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) คือ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก

และแก๊ส (gases) ส่งผลต่อการสร้างสภาพความเป็นกรดในท่อนำทางเดินอาหาร [38] ทั้งนี้สภาพดังกล่าวไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตและการแบ่งตัวของแบคทีเรียที่ให้โทษ ส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ให้โทษ ได้แก่ *Escherichia coli*. และ *Salmonella* spp. ลดลง [39] นอกจากนี้ *Lactobacillus* sp. ยังสามารถผลิต Bacteriocin ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค [39] ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ [40] ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพการเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่า แบคทีเรียที่มีประโยชน์ในกลุ่ม *Pediococcus* และ *Enterococcus faeci* เจริญเติบโตได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อเสริมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ [12] ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างของลำไส้และจำนวนแบคทีเรียในไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีเห็ด *Agaricus bisporus* ที่ระดับ 0, 10 และ 20 กรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่า มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* sp. มีจำนวนสูงขึ้นในกลุ่มของไก่ที่เริ่มด้วยการเสริมเห็ดที่ระดับ 20 กรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และจากรายงานของ [11] ศึกษาสัณฐานภาพของเห็ดและสปอร์จากพืชจำพวกคาร์โบไฮเดรต (prebiotic) รายงานว่า การใช้สารสกัดช่วยกระตุ้นจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (*Bifidobacterium* sp. and *Lactobacillus* sp.) และต้านทานการเกิดจุลินทรีย์ที่มีโทษ (*Bacteroides* spp. และ *Escherichia coli*) โดย [41] กล่าวว่าปศุสัตว์ที่ได้รับ non digestible oligosaccharide จะมีส่วนช่วยส่งเสริมและพัฒนาสมรรถภาพการผลิตและลดการเกิดท้องเสีย จากการทดลองที่ผ่านมา รายงานว่า เห็ดประกอบด้วย soluble fiber คือ non starch glycan ประมาณ 442-901 กรัมต่อกิโลกรัม และกลูแคนในรูปแบบอื่น เช่น ไคติน และ กาแลคโตแมนแนน เป็นต้น [5] ซึ่งเห็ดจัดเป็นพรีไบโอติกส์มีคุณสมบัติเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ทำให้เกิดกระบวนการหมัก (bifidogenic effect) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) แก๊ส (gases) ในการต่อต้านจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ (antimicrobial) [12] ต่อด้านไวรัส (antiviral) ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และลดความเครียด [13]

Table 6 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on carcass and cutting percentage

Carcass and cutting percentage (%)	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
Carcass percentage	75.82	73.52	73.79	73.88	73.30	73.14	0.36	0.27	NS
Chill carcass percentage	73.61	71.31	71.58	71.66	71.10	70.94	0.34	0.24	NS
Breast	19.85	19.84	20.17	20.13	19.08	18.97	0.19	0.33	NS
Fillets	3.83	3.73	3.87	3.98	3.74	3.77	0.05	0.71	NS
Wing	9.13	9.14	8.69	8.79	9.03	8.71	0.09	0.52	NS
Thigh	13.20	13.33	14.54	13.17	13.71	13.57	0.21	0.47	NS
Drum strict	9.23	9.61	9.70	9.38	9.95	9.61	0.08	0.20	NS
Head	2.28	2.07	2.08	2.15	2.15	2.14	0.02	0.21	NS
Shank	3.45	3.66	3.50	3.56	3.58	3.52	0.03	0.58	NS
Skeletal	16.81	15.82	15.36	15.30	15.36	16.10	0.12	0.07	NS

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$)

Table 7 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on meat quality

Meat quality	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
pH 45 min.	5.93 ^B	6.33 ^A	6.43 ^A	6.19 ^A	6.34 ^A	6.36 ^A	0.03	<0.01	Q2
pH 24 h	5.77 ^B	5.90 ^A	5.97 ^A	5.97 ^A	5.97 ^A	5.98 ^A	0.04	<0.01	Q2
Color at 24 hour after chill storage at 4 °C									
L* (lightness)	54.83	53.05	56.32	54.70	53.24	55.18	0.35	0.26	NS
a* (redness)	0.67	1.03	1.00	0.62	0.77	0.65	0.10	0.44	NS
b* (yellowness)	13.34	12.43	13.75	13.34	11.77	13.96	0.19	0.06	NS
Water holding capacity (%)									
Drip loss	5.52	4.24	4.09	4.22	4.51	4.72	0.22	0.49	NS
Boiling loss	23.82	18.31	17.33	18.81	15.96	15.83	0.73	0.07	NS
Trawling loss	8.58 ^a	5.00 ^b	5.51 ^b	5.71 ^b	4.38 ^b	5.01 ^b	0.33	0.04	L
Roasting loss	23.24	28.18	30.68	28.01	27.44	28.93	0.97	0.10	NS

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$), L = Linear, Q2 = Quadratic

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.05$)

^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.01$)

Table 8 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on fatty acid composition in meat

Fatty acid composition in meat (g/100 g total fat)	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
Cholesterol	68.67 ^{AB}	69.87 ^A	66.33 ^{AB}	65.30 ^B	61.00 ^C	69.49 ^C	0.48	<0.01	L
Monounsaturated fatty acid	0.97 ^C	1.32 ^A	1.22 ^B	1.28 ^{AB}	1.28 ^{AB}	1.33 ^A	0.09	<0.01	Q2
Palmitoleic acid	0.10 ^D	0.17 ^A	0.14 ^C	0.15 ^B	0.15 ^B	0.17 ^A	0.01	<0.01	Q2
Veccenic acid	0.05 ^C	0.07 ^A	0.06 ^B	0.03 ^E	0.03 ^E	0.04 ^D	0.04	<0.01	Q2
Oleic acid	0.82 ^C	1.09 ^A	1.03 ^B	1.10 ^A	1.11 ^A	1.12 ^A	0.08	<0.01	Q2
Polyunsaturated fatty acid	0.49 ^B	0.56 ^A	0.53 ^A	0.56 ^A	0.54 ^A	0.56 ^A	0.04	<0.01	Q2
Linoleic acid	0.43 ^C	0.50 ^A	0.47 ^B	0.51 ^A	0.51 ^A	0.51 ^A	0.04	<0.01	Q2
Eleostearic acid	0.02 ^A	0.02 ^A	0.02 ^A	0.01 ^B	0.01 ^B	0.01 ^B	0.01	<0.01	Q2
Eicosatrienoic acid	0.04 ^B	0.04 ^B	0.05 ^A	0.05 ^A	0.03 ^C	0.04 ^B	0.03	<0.01	Q2
Saturated Fatty Acid	0.78 ^A	0.70 ^{BC}	0.65 ^C	0.58 ^D	0.58 ^D	0.71 ^B	0.05	<0.01	NS
Myristic acid	0.02 ^A	0.02 ^A	0.02 ^A	0.01 ^B	0.01 ^B	0.01 ^B	0.01	<0.01	Q2
Palmitic acid	0.56 ^A	0.45 ^B	0.40 ^C	0.28 ^D	0.28 ^D	0.38 ^C	0.03	<0.01	Q2
Stearic acid	0.18 ^E	0.20 ^D	0.22 ^C	0.28 ^B	0.28 ^B	0.31 ^A	0.02	<0.01	Q2
Heneicosanoic acid	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	<0.01	NS
Omega 3 fatty acid	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	<0.01	Q2
Omega 6 fatty acid	0.47 ^C	0.54 ^{AB}	0.51 ^B	0.56 ^A	0.53 ^{AB}	0.55 ^A	0.04	<0.01	Q2
Omega 9 fatty acid	0.82 ^C	1.09 ^A	1.02 ^B	1.10 ^A	1.11 ^A	1.12 ^A	0.48	<0.01	L

SEM= Standard error of mean, NS= Not significantly ($P>0.05$), L = Linear, Q2 = Quadratic

^{a,b} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.05$)

^{A,B} Mean with symbol with in same row differ significantly ($P<0.01$)

Table 9 Effect of SOMS supplementation in broiler diets on economic benefit return of broilers chicken production

Economic benefit return (THB/Bird)	Level of SOMS supplementation in broiler diets (%)						SEM	P-value	Trend analysis
	0	1	2	3	4	5			
FCG ¹	75.82	73.52	73.79	73.88	73.30	73.14	0.36	0.42	NS
SBR ²	73.61	71.31	71.58	71.66	71.10	70.94	0.34	0.60	NS
NPR ³	19.85	19.84	20.17	20.13	19.08	18.97	0.19	0.22	NS
ROI (%) ⁴	3.83	3.73	3.87	3.98	3.74	3.77	0.05	0.31	NS

¹Feed cost per gain (FCG) = ((FCR x feed cost) x 100) / (Survival x BWG), ²Salable bird return (SBR) = (Price of live chicken (40 Baht) x BWG), ³Net profits return per bird (NPR) = (SBR - FCG), ⁴Return of investment (ROI) = (NPR / FCG) x 100, NS= Not significantly ($P>0.05$)

นอกจากนี้การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อยังชี้ให้เห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นของความสูงวิลลัสส่วนดูโอตินัมเนื่องจาก SOMS จะมีประกอบด้วยลิกโนเซลลูโลสที่มีคุณสมบัติในการเป็นเยื่อใยอาหาร (dietary fiber) รวมถึงองค์ประกอบของไฮฟาและเศษของเห็ดบางส่วนที่จัดเป็น soluble fiber คือ non starch glycan และกลูแคนในรูปแบบอื่น [5] ที่สามารถส่งเสริมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการต่อต้านกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีโทษ และการผลิตกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้น (short-chain fatty acid) โดยเซลล์บุผิวของลำไส้เล็กถูกระตุ้นให้เจริญเติบโตด้วยกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นที่ได้จากกระบวนการหมักย่อยด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ซึ่งจะถูกดูดซึมและนำกลับมาใช้เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์เยื่อใยลำไส้ อีกทั้งการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ยังช่วยลดจำนวนของจุลินทรีย์ที่ก่อโทษ ซึ่งจุลินทรีย์ที่ก่อโทษนั้นส่งผลเสียโดยตรงกับวิลลัส เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ก่อโทษบางชนิดจะปล่อยสารพิษออกมาทำลายเซลล์วิลลัส เช่น สารพิษ botulinum จาก *Clostridium botulinum* นอกจากนี้มีรายงานก่อนหน้านี้ได้แสดงผลการเสริมอาหารที่มีเยื่อใยอาหารที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาต่อทางเดินอาหารในไก่เนื้อและอาหารที่มีเยื่อใยต่ำสามารถเพิ่ม incidence of enteric disorders จากรายงานของ [12] รายงานว่า การเสริมเห็ดแชมปิญองทั้ง 3 ระดับในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อค่าความยาววิลลัสของลำไส้เล็กคือ ความสูงของวิลลัส ความลึกของครีพที่ออฟไลเบอร์คูน และสัดส่วนของวิลลัสต่อครีพของลำไส้เล็กทั้งสามส่วน คือ ดูโอตินัม เจจูนัม และ ไอลีแยม ($P>0.05$) นอกจากนี้ [42] รายงานว่า การเพิ่มความสูงของวิลลัสแปรผันตรงต่อระดับการเสริมเห็ดแชมปิญองที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) หากแต่การเสริมเห็ดแชมปิญองทั้ง 3 ระดับในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อความลึกของครีพที่ออฟไลเบอร์คูน และสัดส่วนของวิลลัสต่อครีพของลำไส้เล็กทั้งสามส่วน ($P>0.05$) ส่วน [43] รายงานว่า การเสริมเศษทะลายปาล์มเหลือทิ้งจากกระบวนการเพาะเห็ดฟางในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อการพัฒนาและเพิ่มความสูงของวิลลัส ความลึกของครีพที่ออฟไลเบอร์คูนของลำไส้เล็กทั้งสามส่วนของไก่เนื้อ ($P>0.05$)

ทั้งนี้ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS มีค่าปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่งผลทำให้มีปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันเพิ่มสูงขึ้น แต่ในทางกลับกัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลองแสดงให้เห็นว่าไก่เนื้อสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนาของ SOMS ได้น้อย จึงทำให้ไก่เนื้อต้องกินอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยให้ได้ปริมาณโภชนาที่เพียงพอที่ร่างกายจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต หากแต่การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อช่วยลดอัตราการตายอันเนื่องมาจากความเครียดในตัวสัตว์ที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้น กล่าวคือในโรงเรือนเปิด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ในช่วงกลางวันค่อนข้างสูงกว่าระบบโรงเรือนแบบปิด ส่งผลให้มิตซ์ความเครียดเนื่องจากความร้อน (heat stress index: HSI) สูง ที่เป็นสิ่งเร้าต่อตัวสัตว์ข้างต้นส่งผลให้อัตราส่วนระหว่าง heterophil ต่อ lymphocyte (H/L ration) เพิ่มสูงขึ้น ซึ่ง H/L ration เป็นดัชนีชี้วัดความเครียดในไก่ [44] ซึ่งการจะลดความเครียดในไก่ได้นั้นจะต้องเพิ่มอัตราส่วนของ lymphocyte ให้สูงขึ้น [45] ซึ่งก่อนเชื่อเห็ดนางรมยังการเหลือทิ้งสามารถช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านแบคทีเรียก่อโรค เมื่อสัตว์ได้รับ SOMS จะทำให้มีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สูงขึ้นมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันที่ดีขึ้น มีผลให้อวัยวะน้ำเหลือง (lymphoid organ) เจริญเติบโตและทำหน้าที่สร้าง lymphocyte มากขึ้นทำให้มีอัตราส่วนของ lymphocyte ต่อ heterophil เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ไก่มีความเครียดน้อยลงและลดอัตราการตายในไก่เนื้อลง [46] ผลการทดลองดังกล่าวมีความสอดคล้องกับรายงานของ [29] [46] แต่ขัดแย้งกับรายงานของ [47] นอกจากนี้มีหลายรายงานกล่าวถึงผลดีของการใช้เห็ดและเศษเหลือจากกระบวนการเพาะเห็ด เช่น เห็ดนางรม [48] [42] เห็ดกระดุม [21] วัสดุเพาะเห็ดถึงเชื้อสีทอง [49] เศษทะลายปาล์มเหลือทิ้งจากกระบวนการเพาะเห็ดฟาง [43] ในการพัฒนาสมรรถภาพผลิตของไก่เนื้อ

การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อชี้ให้เห็นว่าการลดลงของค่าความเป็นกรดต่างอย่างช้าๆ อันเป็นผลเนื่องมาจาก SOMS สามารถลดความเครียดของไก่เนื้อในขณะฆ่าลงได้ [50] หากการลดลงของค่าความเป็นกรดต่างอย่างรวดเร็วทำให้เนื้อมีลักษณะเป็นแบบ PSE (pale soft exudative) ซึ่งอาจเกิดจากการฆ่าไก่เนื้อก่อให้เกิดความเครียดในตัวไก่เนื้อจากการดิ้นรนและเคลื่อนไหวของไก่ขณะตอนฆ่า [51] มีผลไปกระตุ้นการทำงานของให้เซลล์กล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการสลายไกลโคเจนของตับและกล้ามเนื้อในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic glycolysis) เป็นพลังงานและกรดแลกติก (lactic acid) ปริมาณมากและรวดเร็ว มีผลทำให้เนื้อไก่สภาพเป็นกรด ($\text{pH}<5.7$) ไก่มีสภาพเป็นกรดจะทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อเกิดการเสียสภาพ (denaturation) ส่งผลต่อการลดลงของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ [53] หลังจากสัตว์ถูกฆ่า ค่า pH ของเนื้อลงอย่างรวดเร็วจากประมาณ 7.4 เหลือ ประมาณ 5.4-5.6 ใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง เป็นค่า pH ที่อยู่ในช่วง isoelectric point มีประจุบวกและประจุลบพอๆกัน เกิดการดึงดูดกันของโปรตีนกับโปรตีน (protein-protein interaction) มากกว่าโปรตีนกับน้ำทำให้เนื้อสัตว์อุ้มน้ำได้น้อยลง ส่งผลให้เนื้อสูญเสีย น้ำที่อยู่ภายในเนื้อ ทำให้เนื้อมีคุณภาพต่ำ กลิ่น รส เนื้อสัมผัสไม่ดี และมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ที่นำไปแช่เยือกแข็ง จะเกิดการสูญเสียน้ำมากภายหลังการหั่นหั่นละลาย เมื่อกดลงบนเนื้อจะอ่อนยุบลงตามแรงกด และบริเวณผิวหน้าของเนื้อที่ถูกตัดจะมีน้ำเยิ้มไหลออกมา [54] ซึ่งผลการทดลองนี้

มีให้ผลด้านการเพิ่มคุณภาพเนื้อความสอดคล้องกับงานทดลองของ [55] [56] [57] แต่มีความขัดแย้งกับรายงานของ [58] [43] ส่วนผลต่อคุณภาพซากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ [59] รายงานว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมกากเห็ดหอมไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน เนื้ออก น่อง และสะโพก รวมถึงน้ำหนักอวัยวะภายในคือ หัวใจ และลำไส้ ($P>0.05$)

จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของ SOMS ในอาหารไก่เนื้อต่อการลดระดับของคอเลสเตอรอลและการเปลี่ยนแปลงการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน โดยมีรายงานว่าคอเลสเตอรอลชนิดนำสู่ความเสี่ยงที่โรคหลอดเลือดหัวใจมีการพัฒนา [60] โดยการเปลี่ยนแปลงในระดับคอเลสเตอรอลในพลาสมาขึ้นอยู่กับคอเลสเตอรอลในอาหาร [61] จากรายงานของ [62] พบว่าการเสริมอาหารของ prebiotics สามารถลดความเข้มข้นของไตรกรีเซอไรด์และไขมันในช่องท้องในลูกไก่เนื้อ การลดลงของไตรกรีเซอไรด์ในซีรัมและการเพิ่มขึ้นไปด้วยกันของคอเลสเตอรอลชนิด HDL ในซีรัมอาจจะจะเป็นปัจจัยที่สำคัญทางสรีรวิทยาเพราะระดับสูงของไตรกรีเซอไรด์ในซีรัมและ คอเลสเตอรอลชนิด LDL มีความเกี่ยวข้องกับโรคภัยไข้เจ็บของการเผาผลาญอาหาร เช่น ไขมัน และการสะสมไขมันในช่องท้อง [63] โดยการลดลงของระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอาจเป็นเพราะการดูดซึมจากกลไกการทำงานของแลคโตบาซิลลัสภายในลำไส้โดย prebiotics สามารถเพิ่มโปรไบโอติกส์ในลำไส้ ซึ่งหนึ่งในกลไกที่อ้างถึงในการลดระดับคอเลสเตอรอล คือ การที่โปรไบโอติกส์อาจส่งผลต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำ (hypocolosterolemic action) ผ่านกรดน้ำดี [64] กล่าวคือ กรดน้ำดีโคลิค (cholic) และ ดีออกซีโคลิค (deoxycholic) จะถูกผลิตขึ้นจากคอเลสเตอรอลในเซลล์ตับโดยจับกับไกลซีน (glycine) และ ทายูรีน (taurine) กรดน้ำดีที่ผลิตได้จะถูกปล่อยเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร หลังจากนั้นจะมีกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดไขมันกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งส่งผลทำให้คอเลสเตอรอลในซีรัมลดลง เนื่องจากคอเลสเตอรอลถูกนำไปใช้สังเคราะห์เป็นกรดน้ำดี [65] หรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำอาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์สุขภาพเจริญจำนวนมากขึ้นสามารถช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอลและยับยั้งการดูดซึมผ่านผนังลำไส้รวมถึงอาจเนื่องจากผลจากกระบวนการหมักที่ได้กรดไขมันสายสั้นบางชนิดโดยเฉพาะกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) ซึ่งสามารถไปยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันรวมทั้งคอเลสเตอรอล ส่วนการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 ที่สะสมในเนื้อไก่จากการทดลอง ในครั้งนี้ได้แสดงผลที่สอดคล้องกับหลายรายงานที่ผ่านมา [66] ได้รายงานถึงผลของการเสริมยีสต์ *Saccharomyces cereviceae* ต่อการลดกรดไขมันอิ่มตัวและการเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ส่วน [67] รายงานว่า การเสริม *Lactobacillus* จะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อ

การปรับปรุงองค์ประกอบกรดไขมันในไข่แดง [68] รายงานว่าการเสริมอาหารโพลีแซคคาไรด์จากการหมักเห็ด *Hericiu caputmedusa* ทำให้เนื้อไก่มีคอเลสเตอรอลต่ำและเหมาะสมกับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ โดยสามารถเพิ่มปริมาณแบคทีเรียและการผลิตกรดไขมันสายสั้นในลำไส้ใหญ่และการเพิ่มอัตราเร่งของการสังเคราะห์ของคอเลสเตอรอลของกรดน้ำดี

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS ที่ระดับ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการย่อยได้ปรากฏของวัตถุดิบ ไขมันรวม พลังงานรวม และโปรตีนรวมที่ลดลง แต่ส่งผลต่อการพัฒนาความสูงของวิลลัสในลำไส้เล็กส่วนดูดีด้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในกลุ่ม lactic acid และ *Enterococcus* sp. และลดจำนวนของ *Salmonella* sp. และ *Escherichia coli* ต่ำกว่ากลุ่มการทดลองอื่น โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม SOMS 1-3 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น แต่ไม่ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อมีผลต่อค่า pH ที่ 45 นาที และ pH ที่ 24 ชั่วโมง รวมถึงค่า trawling loss นอกจากนี้การเสริม SOMS ในอาหารไก่เนื้อยังสามารถลดคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่

จากผลการทดลองข้างต้นมีข้อเสนอแนะว่าระดับของการใช้ SOMS ในอาหารไก่เนื้อ คือ 1 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ นำสู่การแก้ไขปัญหาเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่ อันเป็นการส่งเสริมศักยภาพการใช้ทรัพยากรของพื้นที่เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจและมีมูลค่า นอกจากนี้ในการทดลองครั้งต่อไป ควรประยุกต์และทดลองใช้ SOMS ในอาหารสัตว์ปีกที่มีความสามารถในการย่อยเยื่อใยสูง เช่น เป็ด ห่าน หรือ ไก่พื้นเมือง ซึ่งน่าจะแสดงผลการทดลองที่เด่นชัดยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและสร้างสรรค์จากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2557 และขอขอบพระคุณศูนย์เรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดบ้านสามเรือน อำเภอนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรีที่อนุเคราะห์ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ห้องปฏิบัติการกายวิภาคและสรีรวิทยาทางสัตว์ ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิเคราะห์ตัวอย่างในการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Willis W.L., Isikhuemhen, O.S. and Ibrahim, S.A. 2007. "Performance assessment of broiler chickens given mushroom extract alone or in combination with probiotics". **Poultry Science**. 86:1856-1860.
- [2] Fazaeli, H. and Masoodi, A.R.T. 2006. "Spent wheat straw compost of *Agaricus bisporus* mushroom as ruminant feed". **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 19 (6):845-851.
- [3] Ball, A.S. and Jackson. A.M. 1995. "The recovery of lignocellulose-degrading enzymes from spent mushroom compost". **Bioresource Technology**. 54:311-314.
- [4] Ko, H.G. "and et al." 2005. "Detection and recovery of hydrolytic enzymes from spent compost of four mushroom species". **Folia Microbiology**. 50 (2):103-106.
- [5] Synytsya, A. "and et al." 2009. "Glucans from cultivate mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: structure and potential prebiotic activity". **Carbohydrate Polymers**. 76:548-556.
- [6] Lam, K. and Cheung, P.C. 2013. "Non-digestible long chain beta-glucans as novel prebiotics. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre". 2 (1): 45-64.
- [7] Ghasemi P.A. "and et al." 2014. "Chemical composition and bioactivity of essential oils of *Hypericum helianthemoides*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum scabrum*". **Pharmaceutical Biology**. 52: 175-181.
- [8] Jung, S.J. "and et al." 2008. "Effects of galacto-oligosaccharides and a *Bifidobacteria lactis*-based probiotic strain on the growth performance and fecal microflora of broiler chickens". **Poultry Science**. 87: 1694-1699.
- [9] Gibson, G.R. and Roberfroid, B. 1995. "Dietary modulation of the human colonic microbiota: introduction the concept of prebiotics". **Journal of Nutrition**. 125 (1):1401-1402.
- [10] Wang, R.J., Li, D.F. and Bourne, S. 1998. "Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in the year 2000 In: Biotechnology in the Feed Industry". **Proc. Alltech's 14th Annu. Symp.** Univ. Press, Nottingham, UK. 273-291.
- [11] Geo, F.C. "and et al." 2004. "Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers". **British Poultry Science**. 45:684-689.
- [12] Giannenas I. "and et al." 2010. "Influence of dietary mushroom *Agaricus bisporus* on intestinal morphology, microbiota in broiler chicken". **Animal Feed Science and Technology**. 89:78-84.
- [13] Geo, F.C. "and et al." 2003. "Immunoactive, medicinal properties of mushroom polysaccharides and their potential use in chicken diets". **World's Poultry Science Journal**. 59:427-440.
- [14] Bobek, P. and Galbavy, S. 1999. "Hypocholesterolemic and antiatherogenic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rabbits". **Nahrung**. 43:339-342.
- [15] NRC. 1994. **Nutrient Requirement of Poultry**. (9th Ed.). Washington, D.C.
- [16] Fenton, T.W. and Fenton, M. 1979. "An improved method for chromic oxide determination in feed and feces". **Canadian Journal of Animal Science**. 59:631-634.
- [17] Mountzouris, K.C. "and et al." 2010. "Effect of probiotic inclusion level in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulin, and cecal microflora composition". **Poultry Science**. 89:588-593.
- [18] Li, L.L. "and et al." 2008 "Effects of dietary probiotic supplementation on ileal digestibility of nutrients and growth performance in 1 to 42 day old broilers". **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 88:35-42.
- [19] AOAC. 1995. **Official method of analysis**. 16th ed. association of official analytical chemist, Washington, DC.
- [20] Sharifi, S.D. "and et al." 2012. "Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens". **Poultry Science**. 91:918-927.

- [21] Daneshmand, A. "and et al." 2011. "Effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with and without prebiotic on growth performance and some blood parameter of male broilers". **Animal Feed Science and Technology**. 170:91-96.
- [22] Awad, W.A. "and et al." 2006. "Effects of addition of a probiotic microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological of intestinal villi of broiler chicken". **Poultry Science**. 85:974-979.
- [23] Tsirtsikos, P. "and et al." 2012. "Dietary probiotic inclusion level modulates intestinal mucin composition and mucosal morphology on broilers". **Poultry Science**. 91:1860-1868.
- [24] Sakamoto, K. "and et al." 2000. "Quantitative study of change in intestinal morphology and mucous jel on total parenteral nutrition in rats". **Journal of Surgical Research**. 94:99-106.
- [25] Abdelqader A. "and et al." 2013. "Effects of dietary *Bacillus subtilis* and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production". **Animal Feed Science and Technology**. 179 (1-4):103-111.
- [26] Zhao L. "and et al." 2003. "Effects of dietary supplementation with fermented Ginkgo-leaves on performance, egg quality, lipid metabolism, and egg-yolk fatty acid composition in laying hens". **Livestock Science**. 155:77-85.
- [27] Khaksefidi, A. and Rahimi, Sh. 2005. "Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chicken on performance, feed efficiency and carcass quality". **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 18 (8):1153-1156.
- [28] Hossain, M.E. "and et al." 2012. "Growth performance, meat yield, oxidative stability, and fatty acid composition of meat from broiler fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics". **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 25 (8):1159-1168.
- [29] Zhou, X. "and et al." 2010. "Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken". **Poultry Science**. 89:588-593.
- [30] Ao, X.J. "and et al." 2011. "Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood profile and breast meat quality in broilers". **Livestock Science**. 141:85-89.
- [31] Liu, X. "and et al." 2012. "Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water". **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 25 (5):682-689.
- [32] Lepage G., and Roy, C.C. 1986. "Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction". **Journal of Lipid Research**. 27:114-120
- [33] Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1992, **Principles and Procedure Statistic**. 2nd Edn., McGraw-Hill Book.
- [34] R Core Team. 2016. **R. A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria. URL<http://www.R-project.org/>
- [35] Kurt, S. and Buyukalaca, S. 2010. "Yield performance and changes in enzyme activities of *Pleurotus* spp. (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural waste". **Bioresource Technology**. 101:3164-3169.
- [36] Tapingkea W., Thuekeaw, S. and Yachai, M. 2557. "Effects of Crude Fibrolytic Enzymes from *Pleurotus ostreatus* Spent Mushroom substrate on the in vitro digestibility and nutrient utilization of broiler diets". **Journal of agriculture**. 30 (2):171-180 (Thai version)
- [37] Saruasiri S. "and et al." 2015. "Physical characteristic of Rice bran modified with crude enzyme from mushroom cube". **Thai Journal of Animal Science**. 2 (Supp.1):235-240. (Thai version)
- [38] Cumming, J.H., Macfarlane, G.T. and Englyst, H.N. 2001. "Prebiotic digestion and fermentation". **The American Journal of Clinical Nutrition**. 73 (1):415-420.
- [39] Xu, Z.R. "and et al." 2003. "Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers". **Poultry Science**, 82 (6): 1030-1036.
- [40] Conner, D.E. and Blevins, W.T. 1995. "Fructo oligosaccharide utilization by *Salmonellae* and potential direct-fed-microbial bacteria for poultry". **Journal of Food Protection**. 58:1192-1196.

- [41] Sping, P. "and et al." 2001. "The effects of dietary mannaoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks.". **Poultry Science**. 79:205-211.
- [42] Giannenas, I. "and et al." 2011. "Consumption of *Agaricus bisporus* mushroom affects the performance, intestinal microbiota composition and morphology, and antioxidant status of turkey poults". **Animal Feed Science and Technology**. 165:218-229.
- [43] Nopparatmaitree, M. "and et al." 2015. "Effect of spent oil palm bunch substrate from straw mushroom (*Volvariella volvacea*) cultivation supplementation in broiler chicken diets on productive performance, apparent nutrient digestibility, intestinal morphology, carcass traits and meat quality. **Khon Kean journal of agriculture**. 43 (2): 215-228. (Thai version)
- [44] Heckert, R.A. "and et al." 2002. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. **Poultry Science**. 81 (4):451-457.
- [45] Stevenson, J.R. and Taylor, R. 1988. "Effects of glucocorticoid and antiglycorticoid hormones on leukocyte numbers and function". **International Journal of Immunopharmacology**. 10:1-6.
- [46] Houshmand, M. "and et al." 2012. "Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers". **Poultry Science**. 91: 393-401
- [47] Emami, J. "and et al." 2012. Formulation of LDL targeted nanostructured lipid carriers loaded with paclitaxel: A detailed study of preparation, freeze drying condition, and in vitro cytotoxicity. **Journal of Nanomaterials**. 2012:1-11.
- [48] Toghyani, M. "and et al." 2012. "Evaluation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as a biological growth promoter on performance, humoral immunity, and blood characteristics of broiler chicks". **Journal of Poultry Science**. 49 (3): 183-190.
- [49] Yachai M. "and et al." 2015. "Effects of dietary spent mushroom (*Cordyceps militaris*) substrate supplementation on productive performance and cecal microflora of laying hens. **Thai Journal of Animal Science**. 2 (supp.1):137-142. (Thai version)
- [50] Shang, H.M. "and et al." 2014. "Effects of dietary polysaccharides from the submerged fermentation concentrate of *Hericium caput-medusae* (Bull.Fr.) Pers. on performance, gut microflora, and cholesterol metabolism in broiler chickens". **Livestock Science**. 167:276-285.
- [51] Mitlöhner, F M. "and et al." 2001. "Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle". **Journal of Animal Science**. 79 (9):2327-2335.
- [52] Lawrie, R.A. 1998. **Lawrie' s meat science**. 6th ed., Cambridge, England: Woodhead, Ltd.
- [53] Cao, B.H. Karasawa, Y. and Guo, Y.M. 2005. "Effects of green tea polyphenols and fructo-oligosaccharides in semi-purified diets on broilers' performance and caecal microflora and their metabolites". **Asian Australasian Journal of Animal Science**. 18:85-89.
- [54] Van Laack, R.L.. "and et al." 2005. "Characteristics of Pale, Soft, Exudative Broiler Breast Meat". **Poultry Science**. 79 (7):1057-1061.
- [55] Pelicano E.R.L. "and et al." 2005. "Morfometriae ultra-estrutura da mucosa intestinalde frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos". **Revista Portuguesa de Ciencias Veterinarias**. 98 (547):124 – 134.
- [56] Chu, G.M. "and et al." 2012. "Effects of a dietary fermentation mushroom (*Flammulina velutipes*) by product diet on pork meat quality in growing-fattening Berkshire pigs". **Journal of Animal Science and technology**. 54 (3): 199-207.
- [57] Song, Y.M. "and et al." 2007. "Effects of fermented oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by product supplementation on growth performance, blood parameter and meat quality in finishing Berkshire pigs". **Animal Science**. 1:301-307.
- [58] Zhou T.X. "and et al." 2010. "Effects of chitooligosaccharide supplementation on performance, blood characteristics, relative organ weight, and meat quality in broiler chickens". **Poultry Science**, 88 (3):593-600.

- [59] Buwjoom T. and Yamauchi, K. 2005. "Effects of of shiitake mushroom stalk meal on growth performance, carcass yield and blood composition in broiler". **Journal of Poultry Science**.42:283-290.
- [60] Shang H.M. "and et al." 2010. "Effects of inulin on performance, egg quality, gut microflora and serum and yolk cholesterol in laying hens". **British Poultry Science**. 51 (6):791-796.
- [61] Komprda, T. "and et al." 2003. "Cholesterol content in meat of some poultry and fish species as influenced by live weight and total lipid content". **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 51: 7692–7697.
- [62] Kannan, M. "and et al." 2005. "Influence of prebiotics supplementation on lipid profile of broilers". **International Journal Poultry Science**. 4:994–997.
- [63] Leeson, S., Diaz, G. and Summers, J.D. 1995. **Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins**. University Books Publishing, Guelph, Ontario, Canada.
- [64] Mikulski D. "and et al." 2012. "Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens" **Poultry Science**. 91:2691-2700.
- [65] St-Onge M.P., Farnworth, E. and Jones, P.JH. 2000. "Consumption of fermented and nonfermented dairy products: effects on cholesterol concentrations and metabolism" **The American Journal of Clinical Nutrition**. 71:674-681.
- [66] Yalcin S. "and et al." 2010. "Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cereviceae*) on performance, egg trait, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humeral immune response of laying hens". **Journal of Science and Food Agricultural**. 90:1695-1701.
- [67] Kalavath, R. "and et al." 2003. "Effects of *Lactobacillu* cultures on growth performance, abdominal fat deposition, serum lipids and weight of organs of broiler chickens". **British Poultry Science**. 44: 139–144.
- [68] Shang, H.M. "and et al." 2014. "Effects of dietary polysaccharides from the submerged fermentation concentrate of *Heridium caput-medusae* (Bull.:Fr.) Pers. on performance, gut microflora, and cholesterol metabolism in broiler chickens". **Livestock Science**. 167:276-285.