



ผลของการเสริมผงกะเพราแดงและแห่นเป็ดใหญ่ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และโภชนะของไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย

Effects of Holy basil and Duckweed powder supplementation in the semi-free range laying hens diet on egg production performance, egg quality, antioxidant activity and nutritional value of eggs

โยษิตา นวลละออง^{1*}, บัวเรียม มณีวรรณ¹, ทองเลียน บัวจุม¹ และ พชรพร ตาดี¹

Yosita Nulla-ong^{1*}, Tonglian Buwjoom¹, Buaream Maneewan¹
and Phacharaporn Tadee¹

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹ Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการเสริมผงกะเพราแดงและแห่นเป็ดใหญ่ในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อยต่อสมรรถภาพการผลิตไข่
คุณภาพไข่ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในไข่แดง และโภชนะของไข่ไก่ทั้งฟอง ไข่ไก่ไข่พันธุ์ไฮ-ไลน์ บราวน์ อายุ 18 สัปดาห์
จำนวน 108 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized
Design; CRD) กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เสริมผงกะเพราแดง 0.50% และแห่นเป็ดใหญ่ 0.50% ในอาหารควบคุม
ตามลำดับ ระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า การทดลองไม่พบความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น
น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ และผลผลิตไข่ ($P>0.05$) ปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่เสริมผงแห่นเป็ดใหญ่สูงกว่ากลุ่มที่เสริมกะเพราแดงอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) สีของเปลือกไข่ ความแข็งและความหนาของเปลือกไข่ ดัชนีไข่
แดง และ Haugh unit ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) สีของไข่แดงและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของกลุ่มที่เสริมผงแห่นเป็ดใหญ่มี
ค่าสูงที่สุด ($P<0.05$) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดงมีเพียงกลุ่มที่เสริมผงแห่นเป็ดใหญ่ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม
($P<0.05$) ไข่ต้มของกลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดงมีปริมาณไขมันน้อยกว่าทุกกลุ่ม ($P<0.01$) นอกจากนี้ไข่ต้มของกลุ่มที่เสริมผงแห่นเป็ด
ใหญ่ยังมีปริมาณวิตามินอีสูงและเถ้ารวมต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ดังนั้น การเสริมผงกะเพราแดง 0.50% สามารถลดปริมาณไขมัน
ในไข่ต้ม และการเสริมผงแห่นเป็ดใหญ่ 0.50% สามารถเพิ่มสี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ
ของไข่แดง

คำสำคัญ: กะเพราแดง; แห่นเป็ดใหญ่; สีไข่แดง; สารต้านอนุมูลอิสระ; โภชนะของไข่ไก่

ABSTRACT: The study on the effects of holy basil (*Ocimum sanctum*) and duckweed (*Spirodela polyrhiza*) powder
supplementation in semi-free range system laying hens diet on egg production performance, egg quality, antioxidant
capacity and DPPH radical-scavenging activity of egg yolk and the whole boiled egg nutrition value were conducted
in the 108 eighteen weeks of age Hy-line brown laying hens. The laying hens were randomly divided into 3 groups
with 3 replicates of 12 laying hens each in a completely randomized design (CRD). Group 1; the control diet. Group
2 and 3, the supplementation of 0.50% holy basil and 0.50% duckweed in control diet, respectively. The
experimental period was 12 weeks. The results showed that feed conversion ratio (FCR), egg weight and egg
production had no significantly different ($P>0.05$). The feed intake of the duckweed powder group was significantly

* Corresponding author: yosita.nullaong@gmail.com

higher than that of holy basil group ($P < 0.05$) but had no different from the control group ($P > 0.05$). The eggshell color, strength and shell thickness, yolk index and haugh unit were not different ($P > 0.05$). The yolk color and the antioxidant capacity of the duckweed powder group were highest ($P < 0.05$). The DPPH radical-scavenging activity of duckweed powder group only was greater than the control group ($P < 0.05$). The crude fat in the boiled egg of the holy basil powder group was lowest ($P < 0.01$). Furthermore, the dry matter in the boiled egg of duckweed powder group was higher than that of the control group but the crude ash was lower ($P < 0.05$). In conclusion, Holy basil supplement 0.50% reduced fat content in boiled eggs, and supplementation of duckweed powder 0.50% increased the color, antioxidant capacity and DPPH radical-scavenging activity of yolk.

Keywords: holy basil; duckweed; yolk color; antioxidant; egg nutrients

บทนำ

สีของไข่แดงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการเลือกซื้อไข่ไก่ของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคในหลายประเทศให้ความนิยมบริโภคไข่ไก่ที่มีความเข้มข้นไข่แดงที่ระดับ 8-12 คะแนน (อัจฉราและมงคล, 2556) จึงมีการทดลองมากมายเพื่อค้นหาสารเสริมที่มาจากธรรมชาติแทนการใช้สารสังเคราะห์ในอาหารสัตว์ เพื่อลดต้นทุนด้านอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตสัตว์ อีกทั้งปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ปลอดภัยและคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์กันมากยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มาจากธรรมชาติมีพื้นที่เลี้ยงปล่อย ทำให้ไก่สามารถออกกำลังกาย แสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติ สัมผัสกับแดด ดินและหญ้าได้อย่างอิสระ ช่วยลดความเครียด และทำให้ไก่มีสุขภาพแข็งแรง จึงไม่จำเป็นต้องใช้ยาปฏิชีวนะ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) นอกจากนี้เป็นการลดสารตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์และสิ่งแวดล้อมทำให้มีการเลี้ยงไก่ทางเลือกซึ่งเป็นไข่ไก่ปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น เช่น การเลี้ยงไก่แบบปล่อย การเลี้ยงไก่แบบกึ่งขังกึ่งปล่อย การเลี้ยงไก่อินทรีย์ เป็นต้น อีกทั้งไข่ปลอดภัยยังสามารถขายได้ในราคาที่สูงกว่าไข่ไก่ที่เลี้ยงบนกรงตับ (กัญญาณัฐ และกรรณิกา, 2562)

กะเพราและแห้วเปิดเป็นพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเขตร้อนและเขตอบอุ่น กะเพรามีการกระจายพันธุ์ในเขตร้อนทั่วโลก พบได้ตามพื้นที่ราบต่ำ ไปจนถึงที่สูง 1,200 ม. ในประเทศไทยเป็นพืชปลูกทั่วไปทุกภาค (กระทรวงสาธารณสุข, 2562) และแห้วเปิดใหญ่ขึ้นกระจายเกือบทั่วโลกในแหล่งน้ำจืดทั่วไป เช่น หนอง บึง ตั้งแต่ระดับใกล้น้ำทะเลจนถึง 2,100 เมตร (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2554) ซึ่งเหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่จะสามารถหามาใช้เป็นแหล่งสารเสริมในอาหารสัตว์ โดยพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ มีรังควัตถุที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มสีของไข่แดง กะเพรามีสารออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ คือ สารประกอบกลุ่มฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ มีรังควัตถุ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน (Rahman et al., 2011) เป็นต้น แห้วเปิดใหญ่เป็นพืชน้ำที่หาได้ตามแหล่งน้ำนิ่งทั่วไปตามธรรมชาติ มีสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และอื่นๆ (Hsieh and Kinsella, 1989) และรังควัตถุที่สำคัญ คือ แคโรทีน และแซนโทฟิลล์ (O'Neil et al., 1996) ซึ่งรังควัตถุเหล่านี้สามารถช่วยเพิ่มความเข้มสีของไข่แดงได้ เนื่องจากแคโรทีนอยด์ในไข่แดงส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแซนโทฟิลล์ (อัจฉราและมงคล, 2556) ช่วยเพิ่มกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันทำให้ไก่มีสุขภาพแข็งแรง อีกทั้งสามารถช่วยยืดระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ไก่ และช่วยรักษาคุณภาพของไขมันในไข่แดงให้คงประโยชน์สูงสุดแก่ผู้บริโภค (ยูเวศ และสุธาสิณี, 2561) อีกทั้งสารประกอบฟีนอลิกจากพืชเป็นส่วนใหญ่เป็นสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (Chang et al., 1977) อีกทั้งมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยแล้วว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคความดัน โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น (จักรกฤษณ์, 2563)

จากการศึกษาเบื้องต้นที่ทดลองเสริมผงกะเพราแดง 0.50% และ 1.00% และแห้วเปิดใหญ่ 0.50 และ 1.00% ในสูตรอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบปิด (Evaporative Cooling System) พบว่า การเสริมผงกะเพราแดงและการเสริมแห้วเปิดใหญ่ 0.50% มีผลผลิตไข่ที่ดีกว่ากลุ่มที่เสริม 1.0% แต่สีของไข่แดงไม่มีความแตกต่างกัน การทดลองนี้จึงเลือกเสริมผงกะเพราแดงและแห้วเปิดใหญ่ที่ระดับ 0.50% ในสูตรอาหาร และศึกษาผลของการใช้ผงกะเพราแดงและแห้วเปิดใหญ่ในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการของไข่ต้มทั้งฟองของไข่ไก่ที่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตอาหารปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และช่วยเพิ่มมูลค่าของไข่ไก่ให้แก่เกษตรกร

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

ทำการศึกษาในไก่ไข่พันธุ์พันธุ์ ไฮ-ไลน์ บรรวณ อายุ 18 สัปดาห์ จำนวน 108 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ให้ปริมาณอาหารตามคำแนะนำของ NRC (1994) และให้น้ำแบบเต็มที ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยมีพื้นที่ปล่อยในแปลงหญ้ามาเลเซีย 1.25 ตร.ม./ตัว มีช่วงเวลาให้แม่ไก่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมโดยให้อาหารควบคุม เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นเริ่มทำการทดลองโดยให้อาหารตามกลุ่มทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในคอกมีคอนนอนและรังไข่ตามมาตรฐานการเลี้ยงไก่แบบปล่อย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) ทำการทดลองที่ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

อาหารทดลอง

อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (Table 1) กลุ่มที่ 2 เสริมผงกะเพราแดง 0.50% ในสูตรอาหารควบคุม และกลุ่มที่ 3 เสริมผงแหบเปิดใหญ่ 0.50% ในสูตรอาหารควบคุม เตรียมผงกะเพราแดงและแหบเปิดใหญ่ โดยใช้กะเพราแดงทั้งต้น (กิ่ง ก้าน ใบ และลำต้น) อายุประมาณ 30-45 วัน และแหบเปิดใหญ่ที่เก็บจากสระน้ำของฟาร์มโคนม-โคเนื้อ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มาล้างให้สะอาด นำมาตากแดด 1-2 วันจนแห้ง จากนั้นนำมาอบที่ 40-60 °C ในตู้อบลมร้อนจนแห้ง ก่อนนำมาบดผ่านตะแกรงที่มีรูเปิดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. สุ่มตัวอย่างละ 500 ก. เพื่อมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา ตามวิธีการของ AOAC (2000)

การวัดสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่กิน จำนวนไข่ไก่ และน้ำหนัก เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของแต่ละกลุ่มทุกสัปดาห์ และทุก 2 สัปดาห์ของการทดลอง ทำการสุ่มไข่ไก่ ซ้ำละ 5 ฟอง เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพไข่ ได้แก่ ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล วัดสีของเปลือกไข่ด้วยเครื่องวัดการสะท้อนสี (Technical Services and Supplies Ltd., England) วัดความหนาของเปลือกไข่ด้วยเครื่องดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo Co. Ltd., Japan) โดยวัด 3 จุด ได้แก่ บริเวณด้านข้าง ตรงกลาง และด้านแหลมของฟองไข่ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย วัดความแข็งของเปลือกไข่ บริเวณด้านข้างของฟองไข่ โดยใช้เครื่องวัดค่าความแข็งเปลือกไข่ (Robotmation Co., Ltd., Japan) วัดสีไข่แดงโดยใช้พัดเทียบสีของโรช (Roche yolk color fan) วัดความกว้างไข่แดง ความสูงไข่แดง และความสูงไข่ขาวโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ เพื่อนำมาคำนวณหาดัชนีไข่แดง (Yolk index) ตามวิธีของ Copur et al. (2018) และค่าฮอพยูนิต (Haugh unit) ตามวิธีของ Laudadio and Tufarelli (2011)

การวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดง

หลังจากสิ้นสุดการทดลองนำไข่มาจำนวน 5 ฟองต่อกลุ่มการทดลอง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างไข่แดง 1 ก. นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay ($\mu\text{mol eq/g}$) ดัดแปลงจากวิธีของ Kim et al. (2002) ใช้ trolox เป็นสารมาตรฐาน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm. โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer (Biochrome) จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน และวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวัดความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical-scavenging activity (%)) ดัดแปลงจากวิธีของ Shimada et al. (1992)

การวิเคราะห์หาค่าโภชนาของไข่ไก่ทั้งฟอง

หลังจากสิ้นสุดการทดลองนำไข่มาจำนวน 10 ฟองต่อกลุ่มการทดลอง นำมาต้มเป็นเวลา 7 นาที หลังจากนั้นนำเอาเปลือกไข่และเยื่อหุ้มเปลือกไข่ออก ทำการผสมไข่ขาวและไข่แดงคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาอบที่ 60 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วจึงนำมาบดให้ละเอียด ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาแบบประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2000) และวิเคราะห์พลังงานรวมโดยเครื่องวิเคราะห์พลังงาน (Leco Corporation, ST. Joseph, MI, U.S.A.)

Table 1 Ingredients and analyzed nutrient composition of control

Item	Amount (%)
Corn	68.31
Soybean meal (44%)	17.90
Fish meal (61%)	3.74
Rice Bran Oil	0.35
Limestone	3.82
Limestone Flour	3.82
Dicalcium phosphate	1.31
Salt	0.25
Premix	0.50
Total	100.00
Nutrient value (analyzed)	
Crude Protein	16.14
Ether extract	4.67
Crude Fiber	2.78
Ash	10.39
Calcium	1.85
Phosphorus	0.61
Methionine	0.41
Lysine	0.83
Metabolizable energy (cal/g) (calculated)	2,850

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Steel et al., 1997)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณค่าทางโภชนาการของผงกะเพราแดงและแหนเป็ดใหญ่

จากการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการของผงกะเพราแดงและแหนเป็ดใหญ่ พบว่า มีโปรตีน 7.84 และ 30.16 ไขมัน 1.64 และ 4.73 เยื่อใย 41.65 และ 12.96 เถ้า 6.99 และ 21.01% ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่การศึกษาของ Moawad et al. (2015) รายงานว่า กะเพราทั้งต้นมีโปรตีน 9.04 ไขมัน 5.50 เยื่อใย 14.71 เถ้า 17.39% และ Fasakin et al. (2001) รายงานว่า แหนเป็ดใหญ่ มีโปรตีน 25.62 ไขมัน 4.02 เยื่อใย 8.73 และ เถ้า 15.24% อย่างไรก็ตามความแตกต่างของโภชนาการอาจแตกต่างกันตามสภาพอากาศ พื้นที่เพาะปลูก และการดูแลรักษา

Table 2 Chemical composition of experimental diets (% Air dry)

Item	Holy basil	Duckweed
Dry matter (%)	90.37	91.25
Crude Protein (%)	7.08	27.53
Ether extract (%)	1.48	4.32
Crude Fiber (%)	37.64	11.83
Crude Ash (%)	6.99	21.01
Calcium (%)	0.39	0.92
Phosphorus (%)	0.20	0.93
Gross energy (kcal/g)	4.01	3.55

สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

กลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดงและแห่นเป็ดใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ และผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มในที่เสริมผงแห่นเป็ดใหญ่มากกว่ากลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (Table 3) ด้านของคุณภาพไข่ พบว่า ตลอดระยะเวลาทดลองไม่พบความแตกต่างกันของน้ำหนักไข่ สีของเปลือกไข่ ความแข็งและความหนาของเปลือกไข่ ดัชนีไข่แดง และ Haugh unit อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้มีเพียงสีของไข่แดงในกลุ่มที่เสริมผงแห่นเป็ดใหญ่ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมผงกะเพราแดงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 4) สอดคล้องกับ Hossain (1988) ที่ทดลองเสริมแห่นเป็ด 24% แห่นรำข้าวและน้ำมันพืชในสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณอาหารที่กิน แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ น้ำหนักไข่ และผลผลิตไข่ ในด้านของคุณภาพไข่มีเพียงสีของไข่แดงมีคะแนนสีมากกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากแห่นเป็ดมีรังควัตถุ ได้แก่ แคโรทีน และแซนโทฟิล เป็นต้น (O'Neil et al., 1996) ซึ่งแคโรทีนในไข่แดงส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแซนโทฟิลล์ (อัจฉราและมณฑล, 2556) โดยแซนโทฟิลล์ที่ไก่ได้รับจากอาหารจะถูกส่งไปยังเปลือก และนำไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมันได้ผิวหนังและไข่แดง (Belyavin and Marangos, 1987) รังควัตถุที่มีในแห่นเป็ดจึงเหมาะกับการใช้เป็นสารเสริมในการเพิ่มสีไข่แดง อีกทั้งโปรตีนในแห่นเป็ดมีกรดอะมิโนที่จำเป็นสูง เช่น ไลซีน เมไทโอนีน และแอสตาซิน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับถั่วเหลืองและโปรตีนจากสัตว์ จึงนิยมนำใช้เพื่อทดแทนแหล่งโปรตีนในสูตรอาหาร (Haustet et al., 1990) มีงานทดลองของ Akter et al. (2011) ที่ทำการเสริมแห่นเป็ดที่ระดับ 0, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15% แห่นรำละเอียดและปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่า คุณภาพภายนอกและภายในของไข่ไก่ที่เสริมแห่นเป็ดไม่มีแตกต่างกัน ยกเว้น คะแนนสีไข่แดงที่เพิ่มขึ้นตามระดับของแห่นเป็ดที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร และมีการทดลองของ Anderson et al. (2011) ที่ทดลองใช้แห่นเป็ดเป็นวัตถุดิบ 12.6% ในสูตรอาหารไก่ไข่ ซึ่งอาหารทดลองมีโปรตีนรวมและพลังงานเท่ากับกลุ่มควบคุม พบว่า ปริมาณอาหารที่กินและผลผลิตไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ส่วนด้านคุณภาพไข่พบเพียงความแตกต่างของสีไข่แดงที่เข้มกว่ากลุ่มควบคุม ถึงแม้ว่าผลผลิตและน้ำหนักไข่จะไม่มีแตกต่างกันแต่ก็ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์มาก เนื่องจากการทดลองนี้ได้ทำในช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว ซึ่งมีอากาศแปรปรวน ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างวันค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดของสัปดาห์ที่ 1-4, 5-8 และ 9-12 ได้แก่ 20-37, 19-34 และ 14-35 °C อีกทั้งในวันที่มีพายุเข้าส่งผลให้ไฟฟ้าในคอกดับในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งความผันผวนของฤดูกาลและสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และช่วงแสง มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของไข่ไก่ (Bhadauria et al., 2014) เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่า 26.67 °C ทำให้ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะในอาหารลดลง (Bonnet et al., 1997) และหากอุณหภูมิสูงกว่า 29.44 °C ไก่จะเริ่มมีอาการหอบเพื่อระบายความร้อนส่วนเกินออกจากร่างกาย (Adesiji et al., 2013) ความเครียดจากความร้อนนี้จะทำให้ไก่จะทำให้ผลผลิตไข่ลดลง (Okonkwo and Ahaotu, 2019) รวมไปถึงน้ำหนักไข่ลดลงตามไปด้วย (Onyekwere et al., 2016) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตและน้ำหนักไข่ทดลองต่ำกว่ามาตรฐานสายพันธุ์

Table 3 Effects of Holy Basil and Duckweed powder supplementation in laying hens diet on egg performance

Items	Control	Holy Basil	Duckweed	SEM	P-value
Feed intake (g/b/d)					
1-4 wk	81.56	80.73	83.20	0.850	0.546
5-8 wk	96.30	89.42	98.28	2.316	0.292
9-12 wk	109.53	109.11	118.50	1.969	0.062
1-12 wk	95.80 ^{ab}	93.09 ^b	100.00 ^a	1.206	0.029
Feed conversion ratio					
1-4 wk	4.80	4.67	4.43	0.135	0.596
5-8 wk	5.30	4.97	3.83	0.371	0.262
9-12 wk	4.04	5.21	4.38	0.286	0.256
1-12 wk	4.66	4.95	4.22	0.175	0.232
Egg weight (g)					
1-4 wk	44.06	44.20	45.57	0.396	0.251
5-8 wk	48.97	48.43	49.71	0.370	0.415
9-12 wk	52.30	50.98	52.16	0.295	0.124
1-12 wk	48.44	47.87	49.14	0.293	0.22
Egg production (%)					
1-4 wk	38.84	40.67	44.25	1.233	0.201
5-8 wk	39.66	41.37	52.38	3.293	0.255
9-12 wk	53.36	43.85	55.05	2.511	0.139
1-12 wk	43.95	41.97	50.56	1.820	0.118

^{a, b} Means within the same row with different letters are significantly different (P<0.05)

Table 4 Effects of Holy Basil and Duckweed powder supplementation in laying hens diet on egg quality

Items	Control	Holy Basil	Duckweed	SEM	P-value
Egg weight (g)					
2-6 wk	48.29	48.15	49.62	0.382	0.246
8-12 wk	53.00	51.95	52.91	0.340	0.433
1-12 wk	50.65	50.05	51.26	0.286	0.243
Shell color (%Light)					
2-6 wk	25.50 ^b	27.55 ^a	27.65 ^a	0.423	0.031
8-12 wk	28.54	29.12	29.23	0.323	0.708
1-12 wk	27.02	28.33	28.44	0.277	0.133
Shell strength (kg/cm ²)					
2-6 wk	4.72	4.68	4.82	0.047	0.528
8-12 wk	4.84	4.60	4.73	0.056	0.232
1-12 wk	4.78	4.64	4.78	0.039	0.279
Shell thickness (mm)					
2-6 wk	0.33	0.33	0.33	0.003	0.661
8-12 wk	0.34	0.34	0.34	0.003	0.296
1-12 wk	0.33	0.33	0.34	0.002	0.178
Yolk color (score)					
2-6 wk	8.38 ^a	8.02 ^b	8.67 ^a	0.105	0.009
8-12 wk	8.18 ^b	8.49 ^a	8.75 ^a	0.092	0.007
1-12 wk	8.30 ^b	8.23 ^b	8.70 ^a	0.081	0.006
Yolk index					
2-6 wk	0.53	0.53	0.53	0.003	0.702
8-12 wk	0.49	0.51	0.51	0.006	0.681
1-12 wk	0.51	0.51	0.52	0.003	0.709
Haugh unit					
2-6 wk	102.28 ^a	98.72 ^b	97.77 ^b	0.711	<0.001
8-12 wk	95.27	92.73	94.38	0.717	0.389
1-12 wk	98.77	95.72	96.07	0.615	0.058

^{a, b} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในไข่แดง

กลุ่มที่เสริมแทนเบ็ดใหญ่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในไข่แดงมากกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับค่าของสีไข่แดงที่มากกว่ากลุ่มอื่นๆ และมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในไข่แดงที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดง ส่วนกลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดง พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในไข่แดงไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) (Table 5) โดย Gulcin et al. (2010) ได้ให้ข้อมูลว่า สารสกัดจากแทนเบ็ดเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีสำหรับอาหาร ยา และเวชภัณฑ์ สามารถใช้สำหรับลด

หรือป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ โดยแทนเป็ดเป็นพืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และ สารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Hsieh and Kinsella, 1989) กะเพราก็มีสารออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะสารฟลาโวนอยด์ที่มีการเรโซแนนซ์ของอิเล็กตรอนตลอดเวลา สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้โดยการให้อิโตรีเจนหรือ อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ เกิดเป็นอนุมูลอิสระชนิดใหม่ที่มีความเสถียรเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างสามารถเกิดการเรโซแนนซ์ของ อิเล็กตรอนได้ ซึ่งสารลักษณะนี้จะมียุทธในการต้านอนุมูลอิสระสูง (โอภา และคณะ, 2550) ถึงแม้ว่าในกะเพราจะพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกหลายชนิด แต่เนื่องจากการทดลองนี้ใช้กะเพราแดงทั้งต้น (กิ่ง ก้าน ใบ และลำต้น) อาจมีสารออกฤทธิ์ไม่เพียงพอ ซึ่งจากงานวิจัยของ Hakkim et al. (2007) ที่ทดสอบปริมาณฟีนอลิกโดยเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในแต่ละส่วนของต้น กะเพราแดง โดยใช้วิธี DPPH ซึ่งได้จัดลำดับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากมากไปน้อย ได้แก่ ใบ ดอก ลำต้น และช่อดอก ตามลำดับ และถึงแม้ว่า Narahari et al. (2005) ได้ทำการทดลองเสริมผงใบกะเพราแดง 0.50% ในอาหารไก่ไข่ที่มีส่วนผสมของเมล็ดแฟลกซ์ น้ำมันปลา วิตามินอี ซีลีเนียม และแคโรทีนอยด์ ก็พบว่า ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่เสริมผงใบ กะเพราแดง

Table 5 Effect of supplementation of Holy basil and Duckweed powder in laying hens diet on antioxidant activity of egg yolk

Items	Control	Holy Basil	Duckweed	SEM	P-value
Antioxidant (µmol eqi./g)	0.21 ^b	0.23 ^b	0.26 ^a	0.008	0.030
DPPH radical-scavenging activity (%)	27.59 ^b	28.96 ^{ab}	32.11 ^a	0.834	0.046

^{a, b} Means within the same row with different letters are significantly different (P<0.05)

องค์ประกอบทางเคมีของไข่ต้มทั้งฟอง

ไข่ต้มของกลุ่มที่เสริมผงแทนเป็ดใหญ่มีปริมาณของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มควบคุมและถ้ารวมต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งการที่ไข่ไก่ต้มกลุ่มที่เสริมผงแทนเป็ดใหญ่มีปริมาณเยื่อใยรวมและไขมันรวมมากกว่ากลุ่มควบคุม อาจส่งผลให้มีปริมาณของวัตถุแห้งที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (Nitrogen free extract; NFE) ของกลุ่มที่เสริมผงกะเพราแดงในสูตรอาหารมีแนวโน้มมากกว่าทุกกลุ่ม (P=0.057) ทำให้ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้เพิ่มมากขึ้น และมีปริมาณไขมันน้อยกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณโปรตีน เยื่อใย ไขมันและพลังงานพลังงานรวม (P>0.05) (Table 6) สอดคล้องกับ Narahari et al. (2005) ที่ได้ทดลองเสริมผงใบกะเพราแดง 0.50% ในอาหารไก่ไข่พบว่า สามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่ได้ และมีการทดลองของ Kirubakaran et al. (2011) ที่ได้ทดลองเสริมผงใบกะเพราแดงในสูตรอาหารปกติและอาหารบดละเอียด 1 และ 2 ก./กก. อาหาร พบว่า ช่วยลดกรดไขมัน n-6 และเพิ่มกรดไขมัน n-3 ในไข่แดง อาจเนื่องมาจากส่วนใบของกะเพรานั้นอุดมไปด้วยน้ำมันหอมระเหย Eugenol ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งสามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด และชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ (Singh, 2007) อีกทั้งยังมีสารฟลาโวนอยด์และแทนนินที่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล โดยการเพิ่มการเผาผลาญคอเลสเตอรอลและการขับคอเลสเตอรอลออกทางมูล (Grassi et al., 2009)

Table 6 Chemical composition of boiled eggs (% Air dry)

Items	Control	Holy Basil	Duckweed	SEM	P-value
Dry matter (%)	95.92 ^b	96.03 ^{ab}	96.31 ^a	0.066	0.012
Nitrogen free extract (%) ^{1/}	0.62	3.15	1.63	0.614	0.057
Crude protein (%)	54.03	53.50	53.22	0.192	0.244
Crude fiber (%)	0.33	0.39	0.42	0.026	0.425
Crude fat (%)	37.51 ^a	34.45 ^b	38.10 ^a	0.577	<0.001
Crude Ash (%)	5.68 ^a	4.54 ^{ab}	4.17 ^b	0.280	0.041
Gross energy (kcal/g)	6.63	6.63	6.65	8.052	0.373

^{1/} Nitrogen free extract (%) = 100 - (%Moisture + %Crude protein + %Crude fat + %Crude fiber + %Ash)

สรุป

การเสริมผงกะเพราแดง 0.50% ไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพไข่ แต่สามารถลดปริมาณไขมันในไข่ไก่ต้มทั้งฟองได้ ส่วนการเสริมผงแหนเป็ดใหญ่ 0.50% ไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต แต่ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของสี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของไข่แดง ดังนั้นอาหารเสริมผงกะเพราแดงและแหนเป็ดใหญ่อาจเป็นทางเลือกในการผลิตไข่ไก่เพื่อสุขภาพที่จะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร อีกทั้งการบริโภคไข่ไก่ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเป็นประจำอาจช่วยในลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนการศึกษา (ศิษย์ก้นกุฏิ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีการศึกษา 2562 และขอขอบคุณฟาร์มสัตว์ปีกและห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการสนับสนุนสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. เกษตรอินทรีย์ เล่ม 2 ปศุสัตว์อินทรีย์, (มกษ. 9000 2-2561). สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2562. สมุนไพรในตำรับยาแผนไทยที่ประกาศกำหนดให้เป็นตำรับยาเสพติด ให้โทษประเภท ๕ ที่มีกัญชาปรุงผสมอยู่ที่อนุญาตให้เสพเพื่อรักษาโรค หรือ การศึกษาวิจัยได้ตามแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- กัญญาณัฐ กิตติวงศ์ และกรรณิกา แซ่ลิว. 2562. การผลิตและการตลาดไข่ไก่ในประเทศไทย. แก่นเกษตร. 47: 889-894.
- จักรกฤษณ์ ทองคำ, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร, รัชณี คงกาญจนฉาย และวิญญู เจริญศิริ. 2563. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมผงใบหม่อน. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 14: 57-71.
- ยุวเรศ เรืองพานิช และสุชาสินี อุดชาชน. 2561. ไข่ไก่ที่ออกแบบให้อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant-enriched egg). เกษตรอภิรมย์. 24: 14-16.
- องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2554. แหนเป็ดใหญ่. แหล่งข้อมูล: http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=1637. ค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2563.
- อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. 2556. เมทาบอลิซึมและคุณสมบัติของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มข้นสีไข่แดง. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 5: 112-121.

- โสภา วีระคุปต์, ปรีชา บุญจง, จันทนา บุญยรัตน์ และมาลีรักษ์ อัดต์สินทอง. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. นิเวศมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- Adesiji, G. B., I. S. Tyabo, O. Bolarin, M. Ibrahim, and S. T. Baba. 2013. Effects of Climate Change on Poultry Production in Ondo State, Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*. 6: 242-248.
- Akter, M., S. D. Chowdhury, Y. Akter, and M. A. Khatun. 2011. Effect of duckweed (*Lemna minor*) meal in the diet of laying hen and their performance. *Bangladesh Research Publication Journal*. 5: 252-261.
- Anderson, K. E., Z. Lowman, A. M. Stomp, and J. Chang. 2011. Duckweed as a feed ingredient in laying hen diets and its effect on egg production and composition. *International Journal of Poultry Science*. 10: 4-7.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Belyavin, C. G., and A. G. Marangos. 1987. Natural products for egg yolk pigmentation. *Recent Advances in Animal Nutrition*. 7: 239-260.
- Bhadoria, P., J. M. Kataria, S. Majumdar, and S. K. Bhanja. 2014. Impact of hot climate on poultry production system- a review. *Journal of Poultry Science and Technology*. 2: 56-63.
- Bonnet, S., P. A. Geraert, M. Lessire, B. Carre, and S. Guillaumin. 1997. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*. 76: 857-863.
- Chang, S. S., B. Ostric-Matijasevic, O. A. L. Heish, and C. L. Haung. 1977. Natural antioxidant from rosemary and sage. *Journal of Food Science*. 42: 1106-1102.
- Copur, G., O. Camci, N. Sahinler, and A. Gul. 2008. The effect of propolis egg shell coatings on interior egg quality. *European Poultry Science Journal*. 72: 35-40.
- Fasakin, E. A., A. M. Balogun, and O. A. Fagbenro. 2001. Evaluation of Sun-dried water fern, *Azolla africana* and duckweed, *Spirodela polyrrhiza* in practical diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Applied Aquaculture*. 11: 83-92.
- Grassi, D., G. Desideri, G. Croce, S. Tiberti, A. Aggio, and C. Ferri. 2009. Flavonoids, vascular function and cardiovascular protection. *Current Pharmaceutical Design Journal*. 15: 1072-1084.
- Gulcin, I., E. Kirecci., E. Akkemik, F. Topal, and O. Hisar. 2010. Antioxidant, antibacterial, and anticandidal activities of an aquatic plant: duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae). *Turkish Journal of Biology*. 34: 175-188.
- Hakkim, F. L., C. G. Shankar, and S. Girija. 2007. Chemical composition and antioxidant property of holy basil (*Ocimum sanctum* L.) leaves, stems, and inflorescence and their in vitro callus cultures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 9117-9109.
- Haustetn, A. T., R. H. Gilman, P. W. Skillicorn, V. Vergara, V. Guevara, and A. Gastanaduy. 1990. Duckweed a useful strategy for feeding chickens: performance of layers fed with sewage-grown Lemnaceae species. *Journal of Poultry Science*. 69: 1835-1844.
- Hossain, M. J. 1998. Duckweed Production by Using Integrated Farm Waste and Its Utilization as Animal Feed. Ministry of Fisheries and Livestock and BLRI, Bangladesh.
- Hsieh, R. J., and J. E. Kinsella. 1989. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: Mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish. *Journal of Advances in Food and Nutrition Research*. 33: 233-341.

- Kim, D. O., K. W. Lee, H. J. Lee, and C. H. Lee. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Journal of Agricultural and food chemistry*. 50: 3713-3717.
- Kirubakaran, A., D. Narahari, T. E. Valavan, and A. S. Kumar. 2011. Effects of flaxseed, sardines, pearl millet, and holy basil leaves on production traits of layers and fatty acid composition of egg yolks. *Poultry Science*. 90: 147-156.
- Laudadio, V., and V. Tufarelli. 2011. Influence of substituting dietary soybean meal for dehulled-micronized lupin (*Lupinus albus* cv. Multitalia) on early phase laying hens production and egg quality. *Journal of Livestock Science*. 140: 184-188.
- Moawad, S. A., A. H. El-Ghorab, M. Hassan, H. Nour-Eldin, and M. M. El-Gharabli. 2015. Chemical and microbiological characterization of Egyptian cultivars for some spices and herbs commonly exported abroad. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 6: 643-659.
- Narahari, D., P. Michealraj, A. Kirubakaran, and T. Sujatha. 2005. Antioxidant, cholesterol reducing, immunomodulating and other health promoting properties of herbal enriched designer eggs, pp.194-201. In *Proceedings of the 11th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*. Doorwerth, Netherlands.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Edition. National Academy Press, Washington, D. C.
- O'Neill, P. J., J. V. Nolan, and E. Thomson. 1996. Duckweed as an alternative to soybean meal in diets for high-producing layers, pp. 123-127. In *Proceeding of Australian Poultry Science Symposium*. Sydney, Australian.
- Okonkwo, S. and E. O. Ahaotu. 2019. Management of Laying Birds in Deep Litter and Battery Cage Systems In Orlu Local Government Area of Imo State, Nigeria: A Comparative Study. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Sciences*. 6: 20-27.
- Onyekwere, M. U., S. O. Okechukwu, P. C. Jiwuba, E. B. Onwujiariri, E. O. Ahaotu, and K. U. Anukam. 2016. Effect of dried cocoyam tubers (*Colocasia esculenta*) meal on growth performance and blood serum mineral profile fed broiler starter, pp. 184-189. In *Proceeding of the 21st Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria*. Porthacourt, Rivers State, Nigeria.
- Rahman, S., R. Islam, M. Kamruzzaman, K. Alam, and A. M. Jamal. 2011. *Ocimum sanctum* L. A review of phytochemical and pharmacological profile. *American Journal of Drug Discovery and Development*. 1: 1-15.
- Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara, and T. Nakarura. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 945-948.
- Singh, S., M. Taneja, and D. K. Majumdar. 2007. Biological activities of *Ocimum sanctum* L. fixed oil – An overview. *Indian Journal of Experimental Biology*. 45: 403-412.
- Steel, R. G., J. H. Torrie, and D. A. Dickey. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biological Approach*. McGraw-Hill book Co. Inc., New York.