

ผลการเสริมน้ำมันปลาคุณภาพดีและโปแตสเซียมไอโอไดด์ในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการให้ไข่ คุณภาพไข่ และปริมาณโอเมก้า-3 และไอโอดีนในฟองไข่

Effect of Crude Tuna Oil and Potassium Iodide Supplementation in Laying Hen Diets on Laying
Performance, Egg Quality, Omega-3 and Iodine Content in Egg

อรทัย ไตรวุฒานนท์^{1,2} และศรีน้อย ชุ่มคำ³

Oratai Triwutanon^{1,2} and Srinoy Chumkam³

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตไข่ไก่เสริมโอเมก้า-3 และไอโอดีน โดยใช้ไข่พันธุ์ช่าบราวน์ เพศเมีย อายุ 57 สัปดาห์ จำนวน 90 ตัว แบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารไก่ไข่ที่มีโภชนาการต่างๆ เท่ากัน โดยมีกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มเปรียบเทียบ (กลุ่มที่ 1) กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่ระดับไอโอดีน 4 ppm (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันปลาคุณภาพดี 3 เปอร์เซ็นต์และโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่ระดับไอโอดีน 4 ppm (กลุ่มที่ 3) ผลการทดลองตลอด 3 ช่วงการทดลอง ไก่ไข่ทุกกลุ่ม มีสมรรถภาพการให้ผลผลิต ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณภาพไข่ มีค่าฮอปฟ์ยูนิต ความหนาเปลือกไข่ และความถ่วงจำเพาะของฟองไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ค่าคะแนนสีไข่แดงในช่วงการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงการทดลองที่ 3 ไก่ไข่กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าคะแนนสีไข่แดงสูงขึ้น แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับไก่กลุ่มที่ 1 ส่วนการสะสมไอโอดีน และโอเมก้า-3 ในฟองไข่ ไข่ไก่กลุ่มที่ 2 มีปริมาณไอโอดีน 76.42 $\mu\text{g}/\text{ฟอง}$ ไข่ไก่กลุ่มที่ 3 มีปริมาณโอเมก้า-3 257.98 กรัม/ฟอง และปริมาณไอโอดีน 76.60 $\mu\text{g}/\text{ฟอง}$

คำสำคัญ : ไข่เสริมโอเมก้า-3 ไข่เสริมไอโอดีน สมรรถภาพการให้ไข่ คุณภาพไข่

ABSTRACT

An experiment was conducted to study the effect of supplementation of crude tuna oil and potassium iodide on laying performance, egg quality, iodine and omega-3 content in egg. Ninety 57-WOA Isa-Brown laying hens were divided into 3 dietary treatments and subjected with following diets, (i) control; (ii) diet supplemented with potassium iodide containing 4 ppm of iodine, and (iii) diet supplemented with 3% crude tuna oil and 4 ppm potassium iodide. Each treatment was consisted of 5 replicates with 6 hens per replicate. Laying hens fed experiment diets for three 28-d periods. The results have shown that there were no significant difference in laying performance, Haugh unit, egg shell thickness and egg specific gravity throughout the

^{1,2} ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sean, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

สถาบันสุวรรณวากกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Suwanvajokasikit Research and Development Institute, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

³ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ. ปทุมธานี 13180

Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, Pathumthani 13180

period of experiment ($P>0.05$). In the third period, egg yolk color of hens fed diet supplemented with only potassium iodide or diet supplemented with crude tuna oil and potassium iodide were higher than control ($P<0.05$). In a potassium iodide supplemented diet treatment, iodine level in egg was 76.42 $\mu\text{g}/\text{egg}$. Omega-3 level was 257.98 g/egg and iodine level was 76.60 $\mu\text{g}/\text{egg}$ in diet supplemented with crude tuna oil and potassium iodide treatment.

Keywords : omega-3 enriched egg, iodine-enriched egg, laying performance, egg quality

E-mail : ora2007@thaimail.com

คำนำ

โอเมก้า-3 เป็นกลุ่มของกรดไขมันชนิดหนึ่งซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย กรดไขมันในตระกูลนี้มีอยู่หลายตัวด้วยกัน เริ่มต้นด้วยกรดไลโนเลนิก (linolenic acid) ซึ่งพบในน้ำมันพืชและอาหารบนบกหลายชนิด ส่วนอนุพันธ์ของกรดไลโนเลนิกที่สำคัญคือ กรดไอโคซาเพนตะอีโนอิก และกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก (Eicosapentaenoic acid และ Docosahexaenoic acid) หรือนิยมเรียกสั้น ๆ ว่า EPA และ DHA ตามลำดับ EPA และ DHA มีอยู่มากในอาหารประเภทปลาและสัตว์ทะเล โดยเฉพาะในทะเลน้ำเย็นจะพบว่ามีปริมาณมาก ปลาและสัตว์ทะเลได้รับกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้จากการกินแพลงตอนและสาหร่ายทะเลเป็นอาหาร ในปัจจุบันกรดไขมันโอเมก้า-3 เป็นที่ยอมรับกันทางการแพทย์ว่าสามารถรักษาอาการของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และโรคหลอดเลือดแดงแข็งและตีบได้ นอกจากนี้แล้วยังพบว่า DHA เป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาระบบสมอง ระบบการมองเห็น และระบบการสืบพันธุ์ของทารกตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา โดยพบว่าทารกจะมีการสะสม DHA เพื่อพัฒนาระบบดังกล่าวสูงมากในช่วง 3 เดือนสุดท้ายในครรภ์มารดาไปจนถึงมีอายุ 2 ขวบ ถ้าขาดกรดไขมัน DHA จะมีผลให้การพัฒนาระบบดังกล่าวผิดปกติได้ ดังจะเห็นได้ว่ากรดไขมันโอเมก้า-3 นี้มีคุณสมบัติต่อร่างกายเป็นอย่างมาก (สมศักดิ์, 2551) แต่การได้รับเข้าสู่ร่างกายนั้นกลับมีข้อจำกัดคือ ต้องได้รับโดยตรงจากการบริโภคปลาทะเล การเพิ่มกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่ไก่ โดยใช้ไขมันปลาเสริมในอาหารไก่ไข่ (Leaf and Weber, 1988) เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มโอกาสการได้รับโอเมก้า-3 สำหรับผู้คนที่ห่างไกลทะเล คนที่แพ้อาหารทะเลหรือไม่นิยมบริโภคอาหารทะเล

ยูเรสและคณะ (2538) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 0, 1.5 และ 3% ในอาหารไก่ไข่ มีผลให้ปริมาณ **W-3** PUFA (EPA+DHA) โดยรวมในไข่แดงเท่ากับ 41.28, 148.22 และ 211.52 มิลลิกรัมต่อไข่ 1 ฟองตามลำดับ และการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 3% ในอาหารไก่ไข่ มีผลให้ปริมาณคอเรสเตอรอลในไข่แดงต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 1.5% ในอาหารไก่ไข่ มีปริมาณคอเรสเตอรอลในไข่แดงไม่แตกต่างกับอีกสองกลุ่ม ส่วนด้านสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่ ไม่มีผลกระทบกับปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวไก่ที่เปลี่ยนแปลง ขนาดไข่ และอัตราการตาย ($P>0.05$) กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 3% ในอาหารไก่ไข่ มีผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และมวลไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สีไข่แดงของไก่กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาซาร์ดีน 3% ในอาหารไก่ไข่ มีค่า 7.50 แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับสีไข่แดงของไก่อีกสองกลุ่มที่มีค่าเท่ากับ 7.90 และ 8.00 ตามลำดับ ค่าคุณภาพไข่อื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารที่เพิ่มขึ้นตามระดับน้ำมันปลาที่

เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้น้ำมันปลาขนาดิบเพื่อเพิ่มกรดไขมันโอเมก้า-3 ในไข่ไก่ สุณีย์ (2541) รายงานว่า การเสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 0, 1.5, 3.0 4.5 และ 6.0% ในอาหารไก่ไข่มีผลให้ปริมาณ ω -3 PUFA (EPA+DHA) ในไข่แดงเท่ากับ 4.94, 5.83, 8.21, 8.92 และ 9.32% ตามลำดับ โดยกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 3.0, 4.5 และ 6.0% ในอาหารไก่ไข่มีค่า ω -3 PUFA (EPA+DHA) ในไข่แดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 0 และ 1.5% และการเสริมน้ำมันปลาขนาดิบในอาหารไก่ไข่นาน 20 สัปดาห์ พบว่าปริมาณคอเรสเตอรอลในไข่แดงลดลงตามระดับน้ำมันปลาขนาดิบที่เพิ่มขึ้น ส่วนด้านสมรรถภาพการผลิตของแม่ไก่กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 6.0% ในอาหารไก่ไข่มีผลให้ผลผลิตไข่และมวลไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีกลิ่นคาวในไข่ ส่วนน้ำหนักไข่และน้ำหนักตัวไก่ที่เปลี่ยนแปลงของกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 3.0, 4.5 และ 6.0% ในอาหารไก่ไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 1.5% สีไข่แดงของไก่กลุ่มที่เสริมน้ำมันปลาขนาดิบ 3.0, 4.5 และ 6.0% ในอาหารไก่ไข่ มีค่าสีไข่แดงซีดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ไอโอดีน เป็นแร่ธาตุตามธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิต เป็นองค์ประกอบสำคัญของธัยรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งมีบทบาทในการควบคุมการใช้ออกซิเจน อัตราการเกิดออกซิเดชันของเซลล์ จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของสมองและร่างกาย ฯลฯ (Hetzel and Maberly, 1986) ส่วนภาวะโรคขาดไอโอดีน กองโภชนาการ (2539) รายงานว่า คนไทยได้รับปริมาณไอโอดีน 187 ไมโครกรัม/วัน จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการ (150 ไมโครกรัม/วัน) โดยผู้บริโภคนิภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ได้รับปริมาณไอโอดีน 273, 202, 200 ไมโครกรัม/วัน ตามลำดับ แต่ผู้บริโภคนิภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับปริมาณไอโอดีนเพียง 120 ไมโครกรัม/วัน ซึ่งต่ำกว่าความต้องการ ฉะนั้นการเสริมไอโอดีนในฟองไข่จึงเป็นอีกวิธีในการเพิ่มไอโอดีนให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

ผลการเสริมไอโอดีนในรูปของโปแตสเซียมไอโอไดด์ ยูเรส และคณะ (2539) รายงานว่า การเสริมไอโอดีนในรูปของโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ระดับไอโอดีน 0, 1, 2, 3 และ 4 ppm ในอาหารไก่ไข่ พบว่า มีการสะสมไอโอดีนในฟองไข่เท่ากับ 40.15, 76.69, 89.60, 127.54 และ 131.35 ไมโครกรัม/ฟอง ตามลำดับ ไข่จากไก่กลุ่มที่ได้รับระดับไอโอดีน 0, 1, 2 ppm ในอาหารไก่ไข่ มีระดับไอโอดีนในฟองไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปริมาณไอโอดีนในฟองไข่ของไก่กลุ่มที่ได้รับระดับไอโอดีน 3 และ 4 ppm ในอาหารไก่ไข่ ส่วนไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไอโอดีน 3 และ 4 ppm ในอาหารไก่ไข่มีระดับไอโอดีนในฟองไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับผลการเสริมไอโอดีนในรูปโปแตสเซียมไอโอเดท (KIO_3) ฉัตรชัย (2542) รายงานว่า การเสริมไอโอดีนในรูปโปแตสเซียมไอโอเดท (KIO_3) ที่ระดับไอโอดีน 0, 1, 2, 3 และ 4 ppm ในอาหารไก่ไข่ พบว่า มีการสะสมไอโอดีนในฟองไข่เท่ากับ 13.75, 20.46, 30.95, 53.95 และ 69.56 ไมโครกรัม/ฟอง ตามลำดับ ปริมาณไอโอดีนในฟองไข่จากไก่ทุกกลุ่มแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับผลการเสริมธาตุไอโอดีนในอาหารไก่ไข่เพื่อการผลิตไข่ไก่เสริมไอโอดีนแบบเป็นอุตสาหกรรม อรประพันธ์ และคณะ (2549 ก) รายงานว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปจากโรงงานอาหารสัตว์ระดับอุตสาหกรรมที่มีระดับไอโอดีน 0.72 ppm ในอาหารไก่ไข่ และไก่กลุ่มที่เสริมไอโอดีนในรูปของโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ที่ระดับไอโอดีน 4 ppm ในอาหารไก่ไข่ที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรม พบว่า มีการสะสมไอโอดีนในฟองไข่เท่ากับ 18.42, และ 56.33 ไมโครกรัม/ฟอง ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ไก่ทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าคะแนนสีไข่แดง

เท่ากับ 10.46 และ 11.37 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีอีกการทดลองที่มีการเปรียบเทียบไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปจากโรงงานอาหารสัตว์ระดับอุตสาหกรรมที่มีระดับไอโอดีน 0.72 ppm ในอาหารไก่ไข่ กับไก่กลุ่มที่เสริมไอโอดีนในรูปของโปแตสเซียมไอโอเดท (KIO_3) ที่ระดับไอโอดีน 4 ppm ในอาหารไก่ไข่ที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรม พบว่า มีการสะสมไอโอดีนในฟองไข่เท่ากับ 16.14, และ 68.28 ไมโครกรัม/ฟอง ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ไก่ทั้งสองกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าคะแนนสีไข่แดงเท่ากับ 9.40 และ 11.61 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) สำหรับการสูญเสียไอโอดีนในไข่จากการปรุงอาหาร อรประพันธ์ และคณะ (2549 ข) รายงานว่า การสูญเสียไอโอดีนในไข่ของไขลวก ไข่ต้ม เปรียบเทียบกับไข่ดิบ มีปริมาณไอโอดีนในฟองไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

วัตถุประสงค์งานวิจัย มุ่งเน้นการผลิตไข่ไก่เพิ่มไอโอดีนและไอเมก้า-3 ในฟองไข่ ซึ่งในธรรมชาติไอโอดีนและไอเมก้า-3 มีมากในอาหารทะเล การบริโภคไข่เสริมไอโอดีน ไข่เสริมไอเมก้า-3 จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการได้รับสารอาหารทั้งสองชนิดนี้ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาการของร่างกายและสมอง สำหรับเด็ก เยาวชน ผู้บริโภคทั่วไป ผู้บริโภคในพื้นที่ห่างไกลทะเล ผู้บริโภคที่แพ้อาหารทะเลหรือไม่นิยมบริโภคอาหารทะเล ในราคาถูกและหาซื้อได้ในท้องถิ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ไก่ไข่พันธุ์ชบาขาวหัว เพศเมีย อายุ 57 สัปดาห์ จำนวน 90 ตัว แบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารไก่ไข่ที่มีโภชนาการต่างๆ เท่ากัน คือ โปรตีนร้อยละ 17.70, พลังงานใช้ประโยชน์ 2,750 กิโลแคลอรี/กก. แคลเซียม 4.00 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ฯลฯ โดยไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารไก่ไข่เสริมน้ำมันปลาทูนาดิบ /โปแตสเซียมไอโอไดด์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มเปรียบเทียบ (ไม่เสริมน้ำมันปลาทูนาดิบและโปแตสเซียมไอโอไดด์)

กลุ่มที่ 2 อาหารไก่ไข่เสริมโปแตสเซียมไอโอไดด์ 5.25 กรัม /ตัน

กลุ่มที่ 3 อาหารไก่ไข่เสริมน้ำมันปลาทูนาดิบ 30 กก./ตัน และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 5.25 กรัม/ตัน

เลี้ยงไก่ขังบนกรงตับในโรงเรือนเปิด ให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (ad-lib) โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา เลี้ยงไก่ที่ฟาร์มคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ แบ่งเป็น 3 ช่วงการทดลอง ช่วงการทดลองละ 28 วัน รวมระยะเวลา 84 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วย Duncan's new multiple range test

การเก็บข้อมูล

1. ด้านสมรรถภาพการผลิต

- อัตราการให้ไข่ (Hen-day production) บันทึกจำนวนไข่ของไก่แต่ละซ้ำทุกวัน ตลอดช่วงการทดลอง แล้วหาค่าอัตราการให้ไข่ของไก่แต่ละซ้ำในแต่ละช่วงการทดลอง และตลอดการทดลอง

- น้ำหนักไข่เฉลี่ย ซึ่งน้ำหนักไข่ทุกฟองของแต่ละซ้ำ ใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง แล้วหาค่าน้ำหนักไข่เฉลี่ยของแต่ละซ้ำในแต่ละช่วงการทดลอง และตลอดการทดลอง

- ปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน โดยชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ทุกครั้ง และอาหารเหลือเมื่อวันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลองของไก่แต่ละซ้ำ แล้วหาค่าปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน ของแต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง

- ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 โหล โดยซึ่งน้ำหนักอาหารที่ให้ทุกครั้ง และอาหารเหลือเมื่อวันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลองของแต่ละซ้ำ และบันทึกจำนวนไข่ทั้งหมดในช่วงการทดลองนั้นของแต่ละซ้ำแล้วหาค่าปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 โหล ของแต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง
- อัตราการรอดชีวิต บันทึกการตายของไก่แต่ละซ้ำในแต่ละช่วงการทดลอง แล้วหาค่าอัตราการรอดชีวิตของแต่ละซ้ำในแต่ละช่วงการทดลอง และตลอดการทดลอง
- น้ำหนักตัวไก่ที่เพิ่มขึ้น โดยซึ่งน้ำหนักตัวไก่ทุกตัว เมื่อเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง แล้วหาค่าน้ำหนักตัวไก่ที่เพิ่มขึ้นของแต่ละซ้ำ
- ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล คำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของแต่ละกลุ่มทดลอง แล้วคูณด้วยปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 โหล ได้ค่าต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล ของแต่ละกลุ่มทดลอง

2. คุณภาพไข่ทางกายภาพ

- ความถ่วงจำเพาะของฟองไข่ นำไข่ไก่ทุกฟองใน 3 วันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลอง ลอยในน้ำเกลือที่มีความถ่วงจำเพาะ ตั้งแต่ 1.060, 1.064, 1.068, 1.072, 1.076, 1.080, 1.084, 1.088, 1.092, 1.096, 1.100 และ 1.104 นำไข่ใส่ในน้ำเกลือเริ่มจากความถ่วงจำเพาะน้อยไปหาความถ่วงจำเพาะมาก ไข่ที่มีส่วนของเปลือกลอยพ้นน้ำเกลือที่ความถ่วงจำเพาะใด ถือว่าไข่ฟองนั้นมีความถ่วงจำเพาะฟองไข่เท่ากับความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือนั้นๆ หาค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะของฟองไข่แต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง
- ฮอฟฟิยูนิต สุ่มไข่ซ้าละ 2 ฟอง ใน 3 วันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลอง รวม 6 ฟอง/ซ้ำ ซึ่งน้ำหนักไข่แต่ละฟองและวัดค่าความสูงไข่ขาวของไข่ฟองนั้นๆ แล้วคำนวณค่าฮอฟฟิยูนิตของไข่แต่ละฟอง หาค่าเฉลี่ยฮอฟฟิยูนิต ของแต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง สูตรคำนวณค่าฮอฟฟิยูนิต คือ

$$\text{Haught unit} = 100 \log [H+7.57-1.7W^{0.37}]$$

H เป็นค่าความสูงไข่ขาว มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

W เป็นค่าน้ำหนักไข่ไก่ มีหน่วยเป็นกรัม

- ความหนาเปลือกไข่ วัดจากไข่ที่ต้อยออกวัดความสูงไข่ขาว ซ้าละ 2 ฟอง ใน 3 วันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลอง รวม 6 ฟอง/ซ้ำ โดยสุ่มเปลือกไข่ (ไม่รวมเยื่อหุ้มเปลือก) จากแนวกึ่งกลางของฟองไข่ วัดความหนาของเปลือกไข่แต่ละฟอง แล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาเปลือกไข่แต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง
- คะแนนสีไข่แดง วัดจากไข่ที่ต้อยออกวัดความสูงไข่ขาว ซ้าละ 2 ฟอง ใน 3 วันสุดท้ายของทุกช่วงการทดลอง รวม 6 ฟอง/ซ้ำ ด้วย Egg Yolk Color Fan ของบริษัท Roche ที่มีคะแนนระดับสีตั้งแต่ 1-15 คะแนน โดยสีจางที่สุด (สีเหลืองอ่อน) มีคะแนนสีไข่แดงเท่ากับ 1 คะแนนและสีเข้มที่สุด (สีแดง) มีคะแนนสีไข่แดงเท่ากับ 15 คะแนน หาค่าคะแนนสีไข่แดงเฉลี่ยแต่ละซ้ำ และตลอดการทดลอง

3. วัดปริมาณไอโอดีนและโอเมก้า-3 ที่สะสมในฟองไข่ไก่ โดยสุ่มไข่กลุ่มทดลองละ 10 ฟองในวันสุดท้ายของการทดลอง วัดปริมาณไอโอดีนที่สะสมในฟองไข่ไก่ โดยวิธีของ Moxon and Dixon. (1980), Kamler et al. (1995) และวัดปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่สะสมในฟองไข่ไก่ โดยวิธีของ คณิต (2537)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาทูนาดิบ/ไปแตสเซียมไอโอดีน ตามกลุ่มที่กำหนดทั้งสามกลุ่ม มีสมรรถภาพการผลิตไข่ ได้แก่ อัตราการให้ไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณอาหารต่อการผลิตไข่ 1

โหล อัตราการรอดชีวิต น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ในแต่ละช่วงการทดลองทั้งสามช่วงการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ด้านคุณภาพไข่จากไข่แต่ละกลุ่มทดลอง มีค่าฮอปฟิยูนิต ความหนาเปลือกไข่ และความถ่วงจำเพาะฟองไข่ ในแต่ละช่วงการทดลองทั้งสามช่วงการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าคะแนนสีไข่แดงในช่วงการทดลองที่ 1 ช่วงการทดลองที่ 2 และค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าคะแนนสีไข่แดงในช่วงการทดลองที่ 3 แตกต่างกันทางสถิติ ไก่ทดลองทั้งสามกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่และปริมาณไอโอดีนและโอเมก้า-3 ในฟองไข่ ดังนี้

1. **สมรรถภาพการผลิต** (Table 1) ตลอดสามช่วงการทดลอง พบว่า ค่าอัตราการให้ไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 โหล อัตราการเลี้ยงรอด และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับ อรประพันธ์และคณะ (2549 ก) ที่รายงานว่ ไก่ที่รับอาหารสำเร็จรูป และอาหารสำเร็จรูปเสริมโปแตสเซียมไอโอดีนที่มีระดับไอโอดีน 4 ppm มีสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ Nemezc and Mennear (1995) ที่พบว่าการเสริมไอโอดีนในอาหารแม่ไก่ที่ระดับ 5, 4 และ 4.9 ppm ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิต เนื่องจากระดับไอโอดีนที่ใช้ไม่เกิดความเป็นพิษต่อไก่ หากใช้ไอโอดีนถึงระดับ 12 และ 24 ppm มีผลให้น้ำหนักไข่ ดัชนีไข่ขาว และค่าฮอปฟิยูนิตลดลง (Yalcin et al. 2004) และหากใช้ไอโอดีนถึงระดับ 300 ppm การให้ผลผลิตไข่จะลดลงภายใน 1 สัปดาห์ (Leeson and Summers, 2001) แต่ Huang et al. (1990); ยุเรศ และคณะ (2538) และ สุณีย์ (2541) รายงานว่าการเสริมน้ำมันปลาที่มีผลให้อัตราการให้ไข่ มวลไข่และคะแนนสีไข่แดงลดต่ำลง ส่วนค่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ไข่กลุ่มเปรียบเทียบ (กลุ่มที่ 1) มีค่าเท่ากับ 241.33 กรัม สูงกว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาขนาดิบและโปแตสเซียมไอโอดีน (กลุ่มที่ 3) ที่มีค่า 206.00 กรัม และไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารผสมโปแตสเซียมไอโอดีน (กลุ่มที่ 2) ที่มีค่า 84.67 กรัม น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ไข่กลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มว่าแตกต่างกับมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่ไข่กลุ่มอื่นๆ ($P=0.0803$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหลของไก่ไข่กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเท่ากับ 20.74, 21.09 และ 25.82 บาทตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของไก่ไข่กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 20.74, 21.09 และ 25.81 บาทตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของไก่ไข่กลุ่มที่ 3 มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากต้นทุนค่าน้ำมันปลาขนาดิบที่สูงถึงกิโลกรัมละ 90.00 บาท (เป็นราคาเมื่อเดือนธันวาคม 2551) และใช้ในปริมาณ 30 กก./ต้นอาหาร

Table 1 Laying hen performances throughout the 3 28-d periods of experiment

	Treatment			P-value
	1	2	3	
Hen-day production (%)	76.09±3.46	76.51±4.43	68.21±7.19	0.4780
Egg weight (g.)	65.25±1.03	63.76±1.67	62.24±1.21	0.3125
Feed intake/day/bird (g.)	118.43±1.74	121.80±5.37	110.29±4.31	0.1675
Feed/dozen eggs (kg.)	1.89±0.12	1.92±0.06	2.02±0.19	0.7830
Livability (%)	96.67±3.33	89.90±4.08	96.67±3.33	0.3513
Body weight gain (g.)	241.33±41.47	84.67±34.44	206.00±59.65	0.0803
Cost of feed/dozen eggs (baht)	20.74	21.09	25.82	

2. **คุณภาพไข่** (Table 2) ตลอดสามช่วงการทดลอง พบว่า ค่าฮอพูยูนิต (Haugh unit) ความหนาเปลือกไข่ ความถ่วงจำเพาะของไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าคะแนนสีไข่แดง (Table 3) พบว่าในช่วงการทดลองที่ 1, ช่วงการทดลองที่ 2 และค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง มีค่าคะแนนสีไข่แดงแต่ละช่วงการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงการทดลองที่ 3 ค่าคะแนนสีไข่แดงกลุ่มที่ 1, 2, 3 มีค่าเท่ากับ 9.27, 10.00 และ 10.13 ตามลำดับ โดยค่าคะแนนสีไข่แดงของกลุ่มที่ 1 แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับค่าคะแนนสีไข่แดงของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 แต่ค่าคะแนนสีไข่แดงของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีสีไข่แดงเข้มกว่าสีไข่แดงของกลุ่มที่ 1 สอดคล้องกับรายงานของอรประพันธ์และคณะ (2549 ก) ที่มีคะแนนสีไข่แดงของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่ระดับไอโอดีน 4 ppm มีคะแนนสีไข่แดงสูงกว่าคะแนนสีไข่แดงของไก่ที่รับอาหารสำเร็จรูป (ระดับไอโอดีน 0.72 ppm) แต่ Huang et al. (1990); ยิวเรศ และคณะ (2538) และสุนีย์ (2541) รายงานว่าการเสริมน้ำมันปลามีผลให้คะแนนสีไข่แดงลดต่ำลง ไข่แดงมีสีซีดกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารไม่ได้เสริมน้ำมันปลา ฉะนั้นการเสริมน้ำมันปลาขนาด 3 เปอร์เซ็นต์และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 5.25 กรัม/ตัน ในอาหารไก่ไข่ มีผลให้ค่าคะแนนสีไข่แดงสูงขึ้น สามารถแก้ปัญหาไข่แดงซีดในการผลิตไข่ไก่โอเมก้า-3 ได้ระดับหนึ่ง

Table 2 Egg quality throughout the 3 28-d periods of experiment

	Treatment			P-value
	1	2	3	
Haugh unit	71.80±3.11	63.97±3.66	60.43±4.17	0.1204
Egg shell thickness (mm.)	0.386±0.01	0.371±0.01	0.376±0.01	0.4895
Egg specific gravity	1.091±0.00	1.090±0.00	1.091±0.00	0.8900

Table 3 Yolk color score throughout the 3 28-d periods of experiment

Period of experiment	Treatment			P-value
	1	2	3	
1	8.67±0.41	8.46±0.34	9.40±0.19	0.1478
2	7.80±0.25	8.40±0.19	7.80±0.25	0.1502
3	9.27±0.13 ^a	10.00±0.28 ^b	10.13±0.27 ^b	0.0491
Average	8.58±0.18	9.00±0.09	9.11±0.17	0.0679

^{a, b} Means in same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

3. **ปริมาณไอโอดีนและโอเมก้า-3 ในฟองไข่** (Table 4) ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนและกรดไขมันโอเมก้า-3 ในฟองไข่เฉพาะส่วนเนื้อไข่ที่รับประทานได้ (ไข่ขาวรวมกับไข่แดง) ของไข่ไก่จากแม่ไก่ที่ได้รับอาหารต่างๆ ตามกลุ่มทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ไข่จากไก่กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณไอโอดีน 7.39, 76.42 และ 76.60 ไมโครกรัม/ฟอง ตามลำดับ ไก่กลุ่มที่ 1 ได้รับไอโอดีนจากวัตถุดิบและพรีมิกซ์ไวยาตามิน-แร่ธาตุที่ใช้ผสมอาหาร แต่ไก่กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 ได้รับไอโอดีนจากวัตถุดิบ พรีมิกซ์ไวยาตามิน-แร่ธาตุที่ใช้ผสมอาหาร และเสริมด้วยโปแต

สเตียมไอโอดีน 5.25 กรัม/ตันอาหาร จึงมีปริมาณไอโอดีนในฟองไข่มากกว่าไข่จากไก่กลุ่มที่ 1 ไข่จากไก่กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่เสริมด้วยน้ำมันปลาคุณภาพดี มีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 (EPA+DHA) สะสมในฟองไข่ 257.98 กรัม/ฟอง สอดคล้องกับรายงานของ Huang et al. (1990) ที่พบว่าการเสริมน้ำมันปลาเมนฮาร์เดนระดับ 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ มีผลให้ปริมาณ DHA เพิ่มขึ้นเป็น 2.75, 4.41 และ 3.82 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วน EPA เพิ่มขึ้นเป็น 0.25, 0.40 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ไก่ไม่ได้เสริมน้ำมันปลามี DHA และ EPA เป็น 0.75 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 4 Iodine and omega-3 content in egg throughout the 3 28-d periods of experiment

	Treatment		
	1	2	3
Iodine (µg/egg)	7.39	76.42	76.60
Omega-3 (g/egg)	-	-	257.98

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ไก่ไข่กลุ่มเปรียบเทียบ (กลุ่มที่ 1) กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโปแตสเซียมไอโอดีน 5.25 กรัม/ตันอาหาร (กลุ่มที่ 2), และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันปลาคุณภาพดี 3 เปอร์เซ็นต์และโปแตสเซียมไอโอดีน 5.25 กรัม/ตันอาหาร (กลุ่มที่ 3) มีสมรรถภาพการให้ผลผลิตได้แก่ อัตราการให้ไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 1 ไข่ อัตราการรอดชีวิต และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณภาพไข่ ได้แก่ ค่าฮอปยูนิท ความหนาเปลือกไข่ และความถ่วงจำเพาะของฟองไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน ค่าคะแนนสีไข่แดงในช่วงการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงการทดลองที่ 3 ไข่ไก่จากไก่กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าคะแนนสีไข่แดงสูงขึ้น แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) กับไข่ไก่จากไก่กลุ่มที่ 1 ส่วนปริมาณไอโอดีนและโอเมก้า-3 ที่สะสมในฟองไข่ ไข่ไก่กลุ่มที่ 2 มีปริมาณไอโอดีน 76.42 µg/ฟอง ไข่ไก่กลุ่มที่ 3 มีปริมาณโอเมก้า-3 257.98 กรัม/ฟองและปริมาณไอโอดีน 76.60 µg/ฟอง ฉะนั้นไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำมันปลาคุณภาพดี 3 เปอร์เซ็นต์และโปแตสเซียมไอโอดีน 5.25 กรัม/ตันอาหาร (ระดับไอโอดีน 4 ppm) มีการสะสมธาตุไอโอดีนและโอเมก้า-3 ในฟองไข่ และสามารถแก้ปัญหาไข่แดงสีซีดในไข่ไก่โอเมก้า-3 ได้ระดับหนึ่งอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เครือข่ายวิจัยภาคกลางตอนบน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ. 2539. รายงานภาวะโรคขาดสารไอโอดีนปี 2539. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวง

สาธารณสุข. กรุงเทพฯ. 52 น.

คณิต กฤษณังกูร. 2537. การสกัดและการแยกลิปิด, น. 33-35. ใน ลิปิด : ชีวเคมีเทคโนโลยีชีวภาพ. ภาควิชาเคมี ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อมาตรฐานและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.

- จักรชัย เจนการวณิช. 2542. การศึกษาผลของไอโอดีนที่ระดับต่างๆ ในอาหารไก่ไข่ต่อปริมาณไอโอดีนในฟองไข่ และสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุวเรศ สัจจวารภรณ์ เสกสม อาตมางกูร และอังคณา หาญบรรจง. 2538. ผลการเสริมน้ำมันปลาซาร์ดีนในอาหารไก่ไข่ต่อองค์ประกอบของไขมันในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่, น.106 -112. ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยุวเรศ สัจจวารภรณ์ เสกสม อาตมางกูร อรประพันธ์ พุ่มอินทร์ และสุกัญญา รัตนทัชทิมาทอง. 2539. ผลการเสริมไอโอดีนในอาหารไก่ไข่ต่อปริมาณไอโอดีนในไข่แดง และสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนวิจัยปี 2539 โครงการวิจัยรหัส KPI 55.39. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 14 น.
- สมศักดิ์ วรคามิน. 2551. มหัทศจรยน์น้ำมันปลา. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 442 น.
- สุนีย์ ตริมณี. 2541. ผลการเสริมน้ำมันปลาทูน่าดิบต่อองค์ประกอบของไขมันในไข่แดงและสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรประพันธ์ ส่งเสริม สุเจตน์ ชื่นชม สุชาติ สงวนพันธุ์ อรทัย ไตรวุฒานนท์ และอรรณฤศมิ พลายนบุญ 2549ก. การเสริมธาตุไอโอดีนในอาหารไก่ไข่เพื่อการผลิตไข่ไก่เสริมไอโอดีนแบบเป็นอุตสาหกรรม 1. ผลต่อปริมาณไอโอดีนในฟองไข่และสมรรถภาพการผลิตไข่ของแม่ไก่, ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรประพันธ์ ส่งเสริม วรณีย์ ชิวปรีชา แสงโสม สีนะวัฒน์ สายพิน โชติวิเชียร และพิมพ์ประกาย เสือคำ. 2549ข. การเสริมธาตุไอโอดีนในอาหารไก่ไข่เพื่อการผลิตไข่ไก่เสริมไอโอดีนแบบเป็นอุตสาหกรรม 2. ปริมาณไอโอดีนในไข่เสริมไอโอดีนหลังผ่านการปรุงอาหารโดยวิธีการต้ม, ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Hetzel, B.S. and G.F. Maberly. 1986. Iodine, pp. 139-208. *In* W. mertz (ed.) Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 5th ed., Academic Press Inc. London, U.K.
- Huang, Z., H. Leibovit, C.H. Lee and R. Millar. 1990. Effect of dietary oil on ω -3 fatty acid levels in chicken eggs and thigh flesh. *J. Agric. Food Chem.* 38: 734-747.
- Kamlert, W., Y. Uetrongchit. and R. Sawangkapat. 1995. The spectrophotometric determination of iodine in seaweed added snack food. *Bull. Dept. Med. Sci.* 37(1): 41-46.
- Leaf, A. and P. Weber. 1988. Cardiovascular effects of n-6 fatty acid. *New England J. Med.* 318: 549-555.
- Leeson, S. and J.D. Summers. 2001. Nutrition of the Chicken. 4th ed. University Books, Ontario.
- Moxon, R.E.D. and E.J. Dixon. 1980. Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. *Analyst.* 105: 344-352.
- Nemecz, G. and J.H. Mennear. 1995. Phospholipid degradation is induced by heat in alpha-tocopherol-enriched eggs. *Poultry Sci.* 74: 1520-1526
- Yalcin, S., Z. Kahraman, S. Yalcin, S.S. Yalcin and H.E. Dedeoglu. 2004. Effects of supplementary iodine on the performance and egg traits of laying hens. *Br. Poult. Sci.* 45 (4): 499-503.