การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียวในอาหารไก่ไข่

Supplementation of crude extract product from *Camellia sinensis* L. in laying hen diet.

นวลจันทร์ พารักษา สุชาติ สงวนพันธุ์ และสุภาภรณ์ โลณานุรักษ์

Nuanchan Paraksa Suchart Saguanpan and Supaporn Lonanurak

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญด้านสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากกระแสความนิยมในการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัย ปราศจากสารตกค้าง ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตอาหารจากสัตว์จึงให้ความสำคัญกับการควบคุมการผลิตสัตว์ให้มีคุณภาพดีและมีความปลอดภัย ด้วยการลดการใช้ยาและสารปฏิชีวนะลง อย่างไรก็ตามเนื่องจากระบบการผลิตสัตว์ในปัจจุบันเป็นแบบหนาแน่น ก่อให้สัตว์เกิดความเครียดมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ ทำให้สัตว์อ่อนแอและเกิดความสูญเสียมากขึ้น จึงทำให้มีการนำผลิตภัณฑ์สารเสริมในอาหาร (Feed additives) ชนิดต่างๆ มาใช้เพื่อส่งเสริมสุขภาพของสัตว์กันอย่างกว้างขวาง **สมุนไพรและสารสกัดหยาบจากสมุนไพร** เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำมาใช้เพื่อช่วยให้สุขภาพของสัตว์ดียิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นสารจากธรรมชาติอีกทั้งประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีคุณสมบัติที่ดีต่างๆ อาทิ ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดผลกระทบจากความเครียด ช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ และช่วยในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโรคได้ เป็นต้น กากใบชาเขียว เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำชาเขียว ซึ่งยังคงมีสารสำคัญที่ดีหลายชนิดในปริมาณสูง อาทิ คาเฟอีน (caffeine) และสารกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenol) เช่น แทนนิน (tannin) และคาเทชิน (catechin) เป็นต้น (Chen and Ho, 1995) สารสำคัญเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง (Miyazawa and Nakagawa., 1999) โดยมีรายงานว่าสารคาเทชินในชามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าวิตามินซีและวิตามินอีถึง 100 เท่า (Varilek *et al.*, 2001) ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ โดยยับยั้งการแบ่งตัวของ keratinocyte และลดการหลั่ง vascular endothelial growth factor (VEGF) และยับยั้งการหลั่ง IL-8 (Trompezinski *et. al.*, 2003) ฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียโดยเฉพาะแบคทีเรียในช่อง

ปาก (Li and Liu., 1999) และฤทธิ์ในการลดระดับคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือด (Qi, *et.al.*, 2002) เป็นต้น

จากคุณสมบัติที่ดีหลายประการเหล่านี้จึงได้มีการนำกากใบชาเขียวมาสกัดด้วยน้ำ ได้เป็นสารสกัดหยาบจากกากชาใบเขียว และได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้เป็นสารเสริมในอาหารไก่ไข่ เนื่องจากไก่ไข่เป็นสัตว์ที่ถูกเลี้ยงในสภาวะแออัดในกรงเป็นเวลานานหลายเดือน จึงมักเกิดความเครียดได้ง่าย การวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียวในอาหารต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่น อีกทั้งการใช้สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวในการผลิตไข่ที่มีระดับคอเลสเตอรอลต่ำกว่าปกติ เพื่อเป็นอาหารที่มีคุณภาพโปรตีนที่ดีและเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมระดับคอเลสเตอรอลหรือผู้สูงอายุ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากสัตว์อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวในอาหารต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่ที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่น
2. เพื่อศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวในการลดอนุมูลอิสระในซีรั่มและไข่แดง
3. เพื่อศึกษาผลการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวต่อระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มและไข่แดง
4. เพื่อศึกษาผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียวต่อการยืดอายุการเก็บรักษาไข่ไก่
5. เพื่อศึกษาระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียวที่เหมาะสมสำหรับอาหารไก่ระยะไข่

ตรวจเอกสาร

ชา

ชาเป็นพืชที่มีการนำมาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* L. อยู่ในวงศ์ Theaceae เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 2-3 เมตร ลักษณะใบเดี่ยว ขอบใบมีลักษณะหยักคล้ายฟันเลื่อย ใบออกและเรียงตัวแบบสลับ มีขนาดกว้างประมาณ 6-12 เซนติเมตรและยาว 7-30 เซนติเมตร (ไพโรจน์, 2532) ในประเทศไทยมีการปลูกชากันมากทาง

ภาคเหนือของประเทศ อาทิในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน แพร่และตาก (สุรีย์, 2537) โดยสายพันธุ์ที่นิยมปลูกในทวีปเอเชียมี 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มพันธุ์ชาจีน (*Camellia sinensis* var. sinensis) นิยมปลูกในประเทศจีน เช่นสายพันธุ์ชิงชิงอูหลง ชิงชิงต้าพัง เตไกวอินฯลฯ ลักษณะลำต้นเป็นพุ่มเตี้ย สูงประมาณ 2-3 เมตร ใบมีขนาดเล็ก ลักษณะยาวและแคบ ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำและสภาพแวดล้อมที่ผันแปรได้ดี แต่ให้ผลผลิตต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มชาพันธุ์อัสสัม (พิทักษ์, 2538)
- กลุ่มพันธุ์ชาอัสสัม (*Camellia sinensis* var. assamica) ลักษณะเป็นไม้ขนาดใหญ่ ใบเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม ขอบใบมีลักษณะหยักเป็นฟันเลื่อยและมีขนาดใหญ่กว่าใบชาในกลุ่มชาจีนอย่างเด่นชัด เป็นสายพันธุ์ชาพื้นเมืองที่พบในประเทศไทย
- กลุ่มพันธุ์ชาเขมร (*Camellia sinensis* var. indo-china) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มลำต้นเดี่ยวขนาดใหญ่ สูงประมาณ 5 เมตร ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม ขนาดใบใกล้เคียงกับชาในกลุ่มชาจีน ผิวใบแข็งเป็นมัน ใบค่อนข้างยาว ยอดอ่อนมีรสชาติฝาดเพราะมีแทนนินสูง ทนแล้งได้ดี

ใบชาที่นำมาใช้เป็นเครื่องดื่มมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ ชาดำ ชาอูหลง และชาเขียว (พนม, 2550)

- ชาดำ (black tea) เป็นชาที่มีการหมักอย่างสมบูรณ์เป็นเวลานาน โดยมีขั้นตอนการผลิตคือการนำใบชามาทำให้แห้งด้วยการผึ่งเพื่อรีดน้ำที่หล่อเลี้ยงออก ทำให้ใบชาเหี่ยวและอ่อนลีบ จากนั้นทำการนวด เพื่อให้เอนไซม์ที่อยู่ในใบชาทำปฏิกิริยาจนเกิดกลิ่นที่จำเพาะแล้วนำมาอบแห้งและบรรจุต่อไป
- ชาอูหลง (Oolong) เป็นชากึ่งหมัก ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยการหมักระยะสั้น จึงทำให้มีรสชาติและคุณภาพดีปานกลางอยู่ระหว่างชาดำและชาเขียว กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากการนำใบชามาผึ่งแดดเพื่อทำให้แห้งลีบ จากนั้นนำไปฉีก หมักและนวดด้วยระยะเวลาสั้นๆ แล้วนำมาอบแห้งเพื่อบรรจุ
- ชาเขียว (Green tea) เป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักเลย โดยนำใบชามาทำให้แห้งอย่างรวดเร็ว ทำให้ใบชายังคงมีสีเขียว จากการที่ชาเขียวผ่านกระบวนการผลิตที่ง่ายและน้อยขั้นตอน จึงทำให้ชาเขียวยังคงมีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่มากกว่าชาชนิดอื่นๆ

องค์ประกอบทางเคมีในใบชา

1. สารประกอบอินทรีย์ (Organic substances) เป็นส่วนประกอบประมาณ 93-96 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ประกอบด้วยสารประกอบที่มีคุณค่าทางโภชนะและสุขภาพ เช่น คาร์โบไฮเดรท ไขมัน โปรตีน วิตามิน สารกลุ่มโพลีฟีนอล คาเฟอีน เป็นต้น

2. สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic substances) พบในปริมาณ 4-7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น โปตัสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง เป็นต้น

สารสำคัญที่พบในใบชาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

โพลีฟีนอล (Polyphenol) เป็นสารสำคัญกลุ่มใหญ่ในใบชา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Harbowy and Balentine, 1997) ป้องกันโรคหัวใจและโรคมะเร็ง ป้องกันการติดเชื้อจากแบคทีเรียและลดการอักเสบ (Miura *et al.*, 2001) โดยพบประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาแห้ง สารโพลีฟีนอลที่พบมากในใบชาเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอล (flavonols) ในปริมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์จากโพลีฟีนอลทั้งหมดในใบชาหรือคิดเป็น 18-32 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาสด สารหลักในกลุ่มนี้คือ คาเทชิน (catechin) และ แทนนิน (tannin)

1. สารคาเทชิน พบในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของใบชา โดยใบชาเขียวพบประมาณ 8-15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาแห้ง (Goto *et al.*, 1996) ในขณะที่ชาดำมีคาเทชินเพียง 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาแห้ง (Sanderson, 1972) มีรสขมฝาด สี กลิ่นและรสของชาขึ้นกับปริมาณคาเทชินในใบชา ใบชาอ่อนมีคาเทชินมากกว่าใบชาแก่ และพบมากตรงส่วนยอดของใบชา สารคาเทชินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมีความสามารถในการต้านอนุมูลได้มากกว่าไวตามินซีและอีถึง 100 เท่า (Varilek *et al.*, 2001) สารคาเทชินที่พบในใบชามีหลายชนิดโดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือสารที่พบในปริมาณมาก (major catechin) และสารที่พบในปริมาณน้อย (minor catechin) ดังแสดงในตารางที่ 1

2. แทนนิน (tannin) เป็นสารประกอบจำพวกฟีนอลที่ละลายน้ำ มีสถานะเป็นกรดอ่อนๆ เป็นสารให้ความฝาด สามารถตกตะกอนกับโปรตีนต่างๆ อัลคาลอยด์รวมทั้งเซลลูโลสและ เพคติน ในใบชาพบสารแทนนินประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Scalbert, 1991) เป็นสารที่มีรสขมและฝาด มีฤทธิ์สมานใช้บรรเทาอาการท้องเสียซึ่งเกิดจากระคายเคืองจากเชื้อโรค สารเคมีหรืออาหารบางชนิด โดยสารแทนนินจะรวมตัวกับโปรตีนที่ผิวเนื้อเยื่อแล้วตกตะกอนเคลือบเนื้อเยื่อไว้ ทำให้ลดการระคายเคืองและการบีบตัวของลำไส้ นอกจากนี้สารแทนนินยังสามารถจับกับโปรตีนของ

ตารางที่ 1: ชนิดของสารคาเทชินที่มีในใบชา

Major catechins	
- EGCG	Epigallocatechin 3-gallate
- EGC	Epigallocatechin
- ECG	Epicatechin 3-gallate
- EC	Epicatechin
- GC	Gallocatechin
- C	Catechin
Minor catechins	
- CG	Catechin gallate
- GCG	Gallocatechin gallate

ที่มา: พนม (2550)

เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส หรือทำให้เชื้อโรคเหล่านี้ไม่สามารถทำอันตรายกับร่างกายได้ (Jean, 1995)

3. คาเฟอีน (caffeine) มีชื่ออื่นๆ เช่น โคเฟอีน (coffeine) หรือ เมททิวทีโอโบรมีน (methyltheobromine) มีลักษณะเป็นผงผลึกสะท้อนแสง สีขาว ละลายน้ำ ไม่มีกลิ่น มีรสขมเล็กน้อย คาเฟอีนมีฤทธิ์ในการกระตุ้นประสาท ช่วยเพิ่มการเผาผลาญอาหารโดยเพิ่มการใช้คาร์โบไฮเดรทในร่างกาย ลดน้ำตาลและกรดไขมันในเลือด เพิ่มการทำงานของหัวใจและไต ในใบชาจะพบคาเฟอีนในปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของสารอินทรีย์ทั้งหมด

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสำคัญในใบชา

- **การต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidation)** สารคาเทชินและอนุพันธ์ของคาเทชินจากใบชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร EGCG มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์ (Rababah *et al.*, 2004) โดยสามารถช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ อาทิ เอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเตส (superoxide dismutase) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) มีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นลดลง (Sabu *et al.*, 2002) นอกจากนี้สารคาเทชินที่สกัดจากน้ำชาสามารถต้านอนุมูลอิสระชนิด reactive oxygen species (ROS) ซึ่งเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิด oxidative stress และยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นได้ (Yun *et al.*, 2001)

- **การต้านเชื้อแบคทีเรีย (anti-bacterial property)** สารสกัดจากใบชามีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* (Toda *et al.*, 1989) *Salmonella typhimurium* (Ryu *et al.*, 1982) และ *Streptococcus mutan* (Kawamura and Takeo, 1989) รวมทั้งแบคทีเรียกลุ่ม *Salmonella shigella* และ *Vibrio cholerae* (Hamilton and Miller, 1995) โดยสารโพลีฟีนอลในใบชาทำให้โปรตีนของเชื้อแบคทีเรียแข็งตัว และเสียสภาพไม่สามารถทำงานได้และถูกเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำลายในที่สุด (Ryu *et al.*, 1982) อีกทั้งชายังช่วยลดอันตรายของเซลล์สัตว์จากสารพิษที่สร้างขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค โดยสารคาเทชินชนิด epigallocatechin gallate และ gallocatechin gallate จากชาเขียวสามารถยับยั้งการปลดปล่อยสารพิษออกมานอกเซลล์ของ *Escherichia coli* ได้ นอกจากนี้สารโพลีฟีนอลยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นประโยชน์เช่น จุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างกรดแลคติค (Lactic acid bacteria) อาทิ *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. (Ishihara and Chu , 2000) ซึ่งจะช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารด้วยการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคอีกทางหนึ่ง และผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นคือจะสามารถช่วยลดสารประกอบกลุ่มแอมโมเนีย (ammonia) ฟีนอล (phenol) และซัลไฟด์ (sulfide)ในมูลให้ลดลง และเพิ่มปริมาณกรดไขมันสายโซ่สั้นในระบบทางเดินอาหารส่วนปลายให้มากขึ้น

- **การต้านการอักเสบ (anti-inflammation)** สารโพลีฟีนอลจากชาสามารถช่วยลดการผลิตไซโตคายน์ (cytokine) ชนิด interleukin-8 และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรตีนไคเนส (proteinkinase) ที่มีผลต่อการสร้าง interleukin-8 (Matsuoka *et al.*, 2002) นอกจากนี้สาร epigallocatechin gallate ในใบชาสามารถลดการแสดงลักษณะยีนที่กระตุ้นการสร้าง interleukin-8 ซึ่งเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ และยับยั้ง TNF-α ได้ (Chen *et al.*, 2003) นอกจากนี้สาร epigallocatechin gallate ในสารสกัดจากชาเขียวช่วยลดการอักเสบของผิวหนังโดยยับยั้งการแบ่งตัวของ keratinocyte ปกติของคนที่ถูกกระตุ้นด้วย tumor necrosis factor-α (TNF-α) โดยไม่ทำให้เกิดการเสื่อมของเซลล์ ลดการหลั่ง vascular endothelial growth factor (VEGF) และยับยั้งการหลั่ง IL-8 ด้วย

- **การลดระดับคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือด** สารคาเทชินในชาโดยเฉพาะ epigallocatechin gallate มีฤทธิ์ในการสลายลิ่มเลือด ช่วยลดการสะสมของไขมันในเลือด และยับยั้งการแข็งตัวของเลือด Affiliation and Arid (2004) รายงานว่าการเสริมชาเขียวในระดับ 0.3 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ในอาหารมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวในอาหารต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่ของแม่ไก่ที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่น โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์ไฮแซคบราวน์จำนวน 272 ตัว เลี้ยงในกรงตับภายในโรงเรือนระบบปิด ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) ใช้พัดลมระบายอากาศติดอยู่ท้ายโรงเรือนซึ่งควบคุมด้วย thermostat ควบคุมการปิดเปิดพัดลมและปั๊มน้ำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.00±1.95 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 82.00±1.00 เปอร์เซ็นต์ แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยไก่ไข่จำนวน 8 ตัว (เลี้ยงกรงละ 2 ตัว) และกลุ่มทดลองที่ 2-6 ประกอบด้วยไก่ไข่กลุ่มละ 12 ตัว (เลี้ยงกรงละ 3 ตัว) สุ่มไก่ทดลองแต่ละซ้ำให้ได้รับอาหารทดลองเพียงสูตรใดสูตรหนึ่งดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1: สูตรอาหารควบคุม 1 (ไม่เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียว) เลี้ยงในสภาพปกติกรงละ 2 ตัว

กลุ่มที่2: สูตรอาหารควบคุม (ไม่เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียว) เลี้ยงในสภาพหนาแน่นกรงละ 3 ตัว

กลุ่มที่ 3: สูตรอาหารควบคุมเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกรงละ 3 ตัว เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวที่ระดับ 100 มก./กก.อาหาร

กลุ่มที่ 4: สูตรอาหารควบคุมเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกรงละ 3 ตัวเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวที่ระดับ 200 มก./กก.อาหาร

กลุ่มที่ 5: สูตรอาหารควบคุมเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกรงละ 3 ตัวเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวที่ระดับ 300 มก./กก.อาหาร

กลุ่มที่ 6: สูตรอาหารควบคุมเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกรงละ 3 ตัวเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชาเขียวที่ระดับ 400 มก./กก.อาหาร

ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาที่ใช้ในการทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ได้รับการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์จากนันทวันและประพิณศรา (2550) โดยมีความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากกากชา 30 เปอร์เซ็นต์ และมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (free radical scavenging activity) ในรูปของค่าความเข้มข้นในการยับยั้งได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Inhibition concentration at 50 percent) หรือค่า IC_{50} ดังนี้คือผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากใบชามีค่าเท่ากับ 22 μg/ml โดยค่า IC_{50} ของไวตามินอี (Trolox) มีค่าเท่ากับ 4.03 μg/ml (นันทวันและประพิณศรา, 2550) อาหารควบคุมที่ใช้ในการทดลองนี้จะคำนวณให้มีระดับสารอาหารต่างๆ เพียงพอสำหรับความ

ต้องการของไก่ไข่ระยะไข่ ตามที่แนะนำโดย NRC (1994) โดยมีส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารสัตว์และคุณค่าทางโภชนะจากการคำนวณได้แสดงในตารางที่ 1 และส่วนประกอบของวิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์แสดงในตารางที่ 2 ไก่ไข่ทุกกลุ่มได้รับอาหารทดลองอย่างเต็มที่ และมีน้ำสะอาดผ่านระบบน้ำหยดให้ไก่ตลอดเวลา การให้แสงเป็นไปตามโปรแกรมการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมงตลอดการทดลอง

ตารางที่ 1: ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารสัตว์และองค์ประกอบทางโภชนะของสูตรอาหารควบคุม

วัตถุดิบอาหารสัตว์	**ปริมาณที่ใช้ (เปอร์เซ็นต์)**
ข้าวโพด	58.63
ปลายข้าว	3.75
รำข้าวสาลี	1.00
กากถั่วเหลือง (47%โปรตีน)	21.92
ใบกระถิน	3.50
เปลือกหอย	8.67
โมโนไดแคลเซี่ยมฟอสเฟต (P21)	1.92
เกลือ	0.29
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.079
วิตามิน/แร่ธาตุพรีมิกซ์	0.25
รวม	**100.0**
องค์ประกอบทางโภชนะโดยการคำนวณ (%)	
โปรตีน	16.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กก. อาหาร	2,900.00
แคลเซี่ยม	4.00
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.81
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.40
เถ้า	12.75
เยื่อใย	5.83
ไขมัน	3.00

ตารางที่ 2 : ส่วนประกอบของวิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์ (ใน 1 กิโลกรัมพรีมิกซ์)

วิตามิน	ปริมาณ	แร่ธาตุ	ปริมาณ (กรัม)
วิตามินเอ	4.00 IU (ล้านหน่วย)	แมงกานีส	24
วิตามินดี3	1.20 IU (ล้านหน่วย)	สังกะสี	20
วิตามินอี	4,000 มิลลิกรัม	เหล็ก	16
วิตามินเค3	600 มิลลิกรัม	ทองแดง	4
วิตามินบี 1	800 มิลลิกรัม	ไอโอดีน	0.80
วิตามินบี 2	2,000 มิลลิกรัม	โคบอลท์	0.08
วิตามินบี 6	1,200 มิลลิกรัม	ซีลีเนียม	0.04
วิตามินบี 12	2.5 มิลลิกรัม		
กรดนิโคตินิค	5,000 มิลลิกรัม		
ดี-แคลเซียมแพนโตธินิค	3,000 มิลลิกรัม		
กรดโฟลิค	200 มิลลิกรัม		
ไบโอติน	4 มิลลิกรัม		
โคลีนคลอไรด์	100,000 มิลลิกรัม		

ทำการเก็บตัวอย่างอาหารทดลองเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อาทิ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส ด้วยวิธีการตาม A.O.A.C. (1990) และวิเคราะห์ค่าพลังงานรวมในอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter

เก็บข้อมูลน้ำหนักตัวเริ่มต้นทดลองและสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กิน จำนวนไก่ตาย ผลผลิตไข่และน้ำหนักฟองไข่ของแม่ไก่ในแต่ละช่วงการทดลอง โดยทำการเก็บข้อมูล 4 ช่วงๆ ละ 28 วัน เพื่อคำนวณอัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (hen-day production) อัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (hen-house production) มวลไข่ต่อแม่ไก่ต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อน้ำหนักไข่ 1 กิโลกรัม และปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล

นอกจากนี้ทำการเก็บตัวอย่างไข่ไก่ 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลองเพื่อศึกษาคุณภาพและส่วนประกอบของฟองไข่คือ

- น้ำหนักฟองไข่ สัดส่วนของน้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักเปลือกไข่
- ความหนาเปลือกไข่

- ค่าความถ่วงจำเพาะของฟองไข่ ตามวิธีการของ Pesti *et al.* (2005)
- ความสูงของไข่ขาวข้น โดยใช้ชุดตรวจสอบคุณภาพไข่ขาวที่ประกอบด้วย Quantum Chromatodynamics (QCD) ชุดแสดงผลระบบดิจิตอลและ albumin height gauge
- ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit) ด้วยสมการของ Roush (1981)

$$HU = 100 * \log(H+7.57-1.7W^{0.37})$$

HU = ค่าฮอคยูนิค: H = ความสูงของไข่ขาว (มม.): W = น้ำหนักฟองไข่ (กรัม)

- ค่าสีไข่แดง ใช้พัดวัดสีไข่แดงของ Roche (คะแนนสีตั้งแต่ 1-15)
- ตรวจวัดปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง ตามวิธีการของฝ่ายเคมีอาหาร สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่อ้างอิงตามวิธีการของ Will and Greenfild (1984) และการเกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นในไข่แดงตามวิธีการของ Cherian *et al.* (1996) และ Botsoglou *et al.* (1994)

และทำการวัดคุณภาพไข่ที่เก็บรักษาไว้นาน 7, 14 และ 28 วัน นอกจากนี้ได้ทำการสุ่มเจาะเลือดแม่ไก่ในแต่ละช่วงการทดลองซ้ำละ 2 ตัว เพื่อเตรียมซีรั่มสำหรับการตรวจวัดระดับสารอนุมูลอิสระโดยการวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่น (lipid peroxidation) ในรูปของค่า TBARs (thiobarbituric acid reactive substances) ตามวิธีการของ Asakawa and Matsushita (1980) และ Uchiyama and Mihara (1978) และวัดปริมาณคอเลสเตอรอลในซีรั่มด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป cholesterol liquicolor (Human, Germany)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลระหว่างกลุ่มทดลอง (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2003)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลองโดยใช้วิธี proximate analysis พบว่าอาหารทดลองทุกสูตรมีองค์ประกอบทางโภชนะ ทั้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียมและฟอสฟอรัสทั้งหมดในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับตั้งแต่ 100-400 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหารแต่อย่างใด (ตารางที่ 3) และเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางโภชนะกับค่าที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นระดับเยื่อใยมีค่าต่ำกว่าที่คำนวณไว้ ทั้งนี้น่าจะเกิดขึ้นจากความแปรปรวนตามธรรมชาติของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 3: ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

องค์ประกอบ	อาหาร	อาหาร	ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (มก./กก.อาหาร)			
(เปอร์เซ็นต์)	ควบคุม 1	ควบคุม 2	100	200	300	400
ความชื้น	9.30	9.36	9.27	9.56	9.38	9.45
โปรตีน	16.02	16.00	15.86	15.82	15.80	15.79
ไขมัน	2.81	2.81	2.81	2.82	2.81	2.83
เยื่อใย	6.26	6.20	6.44	6.45	6.47	6.42
เถ้า	12.41	12.43	12.38	12.17	12.25	12.29
แคลเซียม	4.21	4.27	4.33	4.20	4.37	4.29
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.72	0.70	0.68	0.65	0.67	0.65
พลังงานรวม (แคลอรี/กรัม)	3967.7	3974.9	3976.7	3958.8	3959.7	3973.2

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่

การทดลองนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแม่ไก่และคุณภาพไข่ 4 ช่วงๆละ 28 วัน ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลิผลิตและคุณภาพไข่ในแต่ละช่วงการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-11

จากผลการทดลองในทุกช่วงการทดลองจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงแม่ไก่ในสภาพที่หนาแน่นกว่าปกติ (กลุ่มทดลองที่ 2-6) จะมีผลทำให้แม่ไก่กินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มที่มีการเลี้ยงในสภาพปกติ (กลุ่มควบคุม 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) ในทุกช่วงการทดลอง (ตารางที่ 4, 6, 8 และ 10) ส่งผลต่ออัตราการให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่ไข่ การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก. อาหารไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) ต่อปริมาณอาหารที่แม่ไก่กินเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริม แต่การเสริมในระดับไม่เกิน 200 มก./กก.อาหารสามารถช่วยให้อัตราการให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่ที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่นมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสภาพปกติได้ การเพิ่มระดับผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเป็น 300 และ 400 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลช่วยให้อัตราการให้ผลผลิตไข่ของแม่ไก่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามการตอบสนองของแม่ไก่ต่อระดับการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาที่ระดับ 300 มก./กก.อาหารมีแนวโน้มแย่ลงและการเพิ่มระดับการใช้เป็น 400 มก./กก.อาหาร ทำให้สมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ทั้งปริมาณอาหารที่ใช้ในการผลิตไข่และอัตราการให้ไข่ดีขึ้นแต่ยังมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับในระดับ 200 มก./กก.อาหาร

ตารางที่ 4 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่ในช่วงเดือนที่ 1

ลักษณะ	กลุ่ม ควบคุม1	กลุ่ม ควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./วัน)	124.78^{a}	119.42^{ab}	118.97^{ab}	120.02^{ab}	115.70^{b}	118.30^{ab}
ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักไข่ 1 กก.(กก.)	2.265	2.258	2.321	2.235	2.410	2.315
ปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	1.761	1.747	1.799	1.713	1.861	1.772
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (%)	85.27^{a}	82.14^{ab}	79.84^{ab}	84.30^{a}	74.85^{b}	80.21^{ab}
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (%)	85.27^{a}	82.14^{ab}	79.84^{ab}	84.30^{a}	74.85^{b}	80.21^{ab}

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ในด้านผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ในแต่ละช่วงการทดลองพบว่าน้ำหนักฟองไข่ เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบไข่ทั้งน้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดงและน้ำหนักเปลือกไข่ สีของไข่แดงและค่าความถ่วงจำเพาะมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(P> 0.05) ในระหว่างกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงแม่ไก่ในสภาพหนาแน่นกว่าปกติเป็นระยะเวลานานขึ้น (ช่วงที่ 2 -4) จะมีผลทำให้ค่าความสูงของไข่ขาวและค่าฮอคยูนิคของไข่ขาวที่ได้จากกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่นกว่าปกติ และไม่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชามีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในสภาพปกติ (กลุ่มควบคุม 1)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงแม่ไก่ไข่ในสภาพหนาแน่นทำให้แม่ไก่ไข่เกิดความเครียดมากขึ้น แม่ไก่จะมีการหลั่งสาร cortisol มากขึ้นทำให้เกิดการเร่งการเผาผลาญสารอาหารมากขึ้น ส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น อนุมูลอิสระส่วนเกินจากที่ร่างกายสามารถกำจัดได้เหล่านี้จะมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นของไข-มัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณผนังเซลล์เมมเบรน ส่งผลให้เซลล์เกิดความสูญเสียและเสียสภาพมากขึ้น การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาซึ่งมีสารคาเทชินที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถช่วยลดผลกระทบจากอนุมูลอิสระได้ โดยจะเห็นได้ว่าค่าฮอคยูนิคมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในสภาพปกติอีก (ตารางที่ 5, 7, 9 และ 11) ส่วนค่าคะแนนสีไข่แดงจากการวัดด้วยพัดสีและค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ทั้งฟองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05)

ตารางที่ 5 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ในช่วงเดือนที่ 1

ลักษณะ	กลุ่ม ควบคุม1	กลุ่ม ควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
น้ำหนักฟองไข่ (กรัม)	64.73	64.52	64.57	63.87	64.30	63.79
-น้ำหนักไข่ขาว (%)	61.12	61.11	60.69	63.09	61.66	61.26
-น้ำหนักไข่แดง (%)	25.47	25.21	24.79	24.72	25.93	25.08
-น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	10.20	9.77	10.08	9.35	9.77	9.68
ค่าฮอคยูนิค	83.34	78.19	81.92	79.85	79.98	82.53
สีไข่แดง(คะแนน)	12.86	12.81	12.81	13.08	12.86	13.11
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.072	1.017	1.088	1.087	1.087	1.087

ตารางที่ 6 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่ในช่วงเดือนที่ 2

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม1	กลุ่มควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./วัน)	115.18[a]	112.35[ab]	111.45[ab]	111.01[ab]	109.82[b]	110.42[ab]
ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักไข่ 1 กก.(กก.)	2.21	2.28	2.23	2.17	2.34	2.24
ปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	1.71	1.74	1.71	1.67	1.80	1.71
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (%)	81.03	77.53	78.42	79.76	77.38	77.75
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (%)	81.03	77.53	76.94	79.76	77.38	77.75

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

ตารางที่ 7 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ในช่วงเดือนที่ 2

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม1	กลุ่มควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
น้ำหนักฟองไข่ (กรัม)	65.09	63.56	63.93	64.07	63.83	63.58
-น้ำหนักไข่ขาว (%)	60.24	60.69	60.48	61.03	61.07	61.99
-น้ำหนักไข่แดง (%)	25.70	24.99	25.95	25.28	25.28	24.81
-น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	9.77	9.63	9.65	9.52	9.45	9.11
ค่าฮอคยูนิค	82.09[ab]	79.03[b]	87.42[a]	84.01[ab]	81.68[ab]	86.37[a]
สีไข่แดง(คะแนน)	12.39	12.75	12.56	12.64	12.67	12.78
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.087	1.088	1.089	1.088	1.088	1.087

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

ตารางที่ 8 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่ในช่วงเดือนที่ 3

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม1	กลุ่มควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./วัน)	116.85^{ab}	109.67^{b}	119.87^{a}	119.78^{a}	114.96^{ab}	119.20^{a}
ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักไข่ 1 กก.(กก.)	2.25	2.08	2.38	2.35	2.40	2.40
ปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	1.75	1.57	1.82	1.80	1.83	1.75
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (%)	80.58	77.90	77.27	80.15	72.10	82.07
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (%)	80.58	77.90	75.74	78.57	72.10	82.07

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 9 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ในช่วงเดือนที่ 3

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม1	กลุ่มควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
น้ำหนักฟองไข่ (กรัม)	63.70	62.35	62.08	63.77	62.81	62.20
-น้ำหนักไข่ขาว (%)	60.50	60.64	60.90	61.32	60.78	60.46
-น้ำหนักไข่แดง (%)	25.46	25.54	24.99	25.36	25.22	26.66
-น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	9.98	9.67	10.35	9.57	9.60	9.51
ค่าฮอคยูนิค	81.86	81.30	81.23	81.28	82.55	82.87
สีไข่แดง(คะแนน)	12.64	12.69	12.78	12.58	12.78	12.50
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.087	1.088	1.089	1.088	1.087	1.088

ตารางที่ 10 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่ในช่วงเดือนที่ 4

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม 1	กลุ่มควบคุม 2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./วัน)	117.19	115.92	117.60	113.51	112.54	112.58
ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักไข่ 1 กก.(กก.)	2.256	2.263	2.321	2.238	2.230	2.296
ปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	1.769	1.744	1.772	1.733	1.710	1.693
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (%)	79.78	79.76	80.15	78.99	79.24	80.95
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (%)	79.78	79.76	76.94	77.53	76.98	80.95

ตารางที่ 11 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ในช่วงเดือนที่ 4

ลักษณะ	กลุ่ม ควบคุม1	กลุ่ม ควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
น้ำหนักฟองไข่ (กรัม)	62.29	63.08	61.15	65.68	63.09	63.67
- น้ำหนักไข่ขาว (%)	9.55	9.57	9.60	9.49	9.63	9.69
- น้ำหนักไข่แดง (%)	25.07	25.16	26.13	24.75	24.99	25.18
-น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	61.63	61.25	60.57	61.84	61.82	61.68
ค่าฮอคยูนิค	79.91^{ab}	73.72^{b}	82.62^{a}	83.60^{a}	81.77^{a}	79.70^{ab}
สีไข่แดง(คะแนน)	12.50	12.69	12.58	12.56	12.78	12.72
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.073	1.086	1.088	1.086	1.086	1.087

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลที่ได้จากการทดลองในช่วงต่างๆ พบว่าไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (interaction) ระหว่างกลุ่มทดลองและช่วงเวลาที่ทำการทดลอง ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลของแต่ละช่วงเวลามาแปรเป็นค่าเฉลี่ยตลอดการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงแม่ไก่ไข่ในสภาพหนาแน่น (กลุ่มที่ 2-6) มีแนวโน้มที่มีค่า

ปริมาณอาหารที่กินต่อวันเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่นปกติ (กลุ่มที่ 1) เล็กน้อย อย่างไรก็ตามความแตกต่างที่เกิดขึ้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) สำหรับอัตราการให้ผลผลิตของแม่ไก่ทั้งในรูปของค่าอัตราการให้ผลผลิตต่อแม่ไก่ไข่มีชีวิต และอัตราการให้ผลผลิตต่อแม่ไก่ไข่เมื่อเริ่มต้นทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะสังเกตุเห็นได้ว่าอัตราการให้ไข่ของแม่ไก่ที่ถูกเลี้ยงในสภาพที่หนาแน่นกว่าปกติมีแนวโน้มต่ำกว่า เนื่องจากแม่ไก่มีความเครียดเพิ่มขึ้นอีกทั้งปริมาณอาหารที่ได้รับน้อยกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในสภาพปกติ และการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก.อาหารสามารถช่วยลดผลกระทบดังกล่าวได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสริมในระดับไม่เกิน 200 มก./กก.อาหาร อย่างไรก็ตามการที่ผลการตอบสนองต่อการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในการทดลองนี้ไม่เด่นชัดนักเนื่องจากแม่ไก่ถูกเลี้ยงในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ ตลอดจนการจัดการเลี้ยงดูอยู่ในสภาพที่ดีมาก จึงทำให้การเลี้ยงในสภาพหนาแน่นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อตัวแม่ไก่มากนัก

ตารางที่ 12 : ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่เฉลี่ยตลอดการทดลอง

ลักษณะ	กลุ่มควบคุม1	กลุ่มควบคุม2	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
			100	200	300	400
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	100.00	100.00	95.8±4.2	97.9±2.1	97.9±2.1	100.00
น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง(ก.)	9.57±2.5	-1.77±1.1	6.19±3.9	-0.42±8.4	-0.31±5.8	1.32±6.1
ปริมาณอาหารที่กิน(ก./วัน)	118.5±1.2	114.3±1.6	116.9±2.0	116.0±1.2	113.5±1.0	115.1±1.1
ปริมาณอาหารต่อน้ำหนักไข่ 1 กก.(กก.)	2.23±0.03	2.26±0.03	2.31±0.05	2.24±0.03	2.28±0.05	2.29±0.02
ปริมาณอาหารต่อผลผลิตไข่ 1 โหล (กก.)	1.74±0.02	1.73±0.02	1.77±0.04	1.72±0.03	1.77±0.03	1.73±0.03
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (%)	81.7±1.4	79.3±0.9	80.7±1.2	81.9±2.0	78.3±1.2	80.2±1.7
อัตราผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้นทดลอง (%)	81.7±1.4	79.3±0.9	77.4±2.1	80.0±1.7	76.6±1.1	80.2±1.7

ผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ ต่อคุณภาพไข่ไก่เฉลี่ยตลอดการทดลองได้แสดงในตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักฟองไข่ มวลไข่เฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ไข่แดงและเปลือกไข่ ตลอดจนคะแนนสีของไข่แดงกับค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยของฟองไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05)ในระหว่างกลุ่มทดลอง ทั้งนี้น้ำหนักฟองไข่จะมีความสัมพันธ์

โดยตรงกับระดับโปรตีน ไขมัน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร (Tan *et al.*, 1988) ตลอดจนขึ้นกับอายุ และน้ำหนักตัวของไก่ (Etches, 1996) ซึ่งในการทดลองนี้แม่ไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองได้รับอาหารควบคุมที่มีความสมดุลของสารอาหารต่างๆ ทั้งโปรตีน กรดอะมิโน พลังงาน ไขมัน ตามความต้องการของร่างกาย จึงทำให้น้ำหนักฟองไข่ตลอดจนองค์ประกอบของฟองไข่ไม่แตกต่างกัน ส่งผลให้มวลไข่เฉลี่ยซึ่งเป็นค่าที่ได้จากผลคูณของน้ำหนักไข่เฉลี่ยกับอัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (North and Bell, 1990) ไม่แตกต่างกัน อีกทั้งค่าคะแนนสีของไข่แดงจะได้รับอิทธิพลจากสารให้สีในอาหารอาทิ สารกลุ่มแคโรทินอยด์ (carotenoid) ที่ได้รับจากวัตถุดิบอาหารสัตว์หรือจากสารให้สีสังเคราะห์ที่นำมาผสมในอาหารสัตว์ ซึ่งทุกกลุ่มทดลองได้รับอาหารควบคุมสูตรเดียวกันจึงทำให้ได้รับปริมาณสารให้สีจากอาหารไม่แตกต่างกัน อีกทั้งผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชามีสารให้สีน้อยมากไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ในรูปน้ำหนักแห้ง (Willson and Clifford, 1992) การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก.อาหารจึงไม่มีผลในการเพิ่มการสะสมสารให้สีในไข่แดง

ตารางที่ 13: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อคุณภาพของไข่ไก่ตลอดการทดลอง

ลักษณะ	กลุ่ม	กลุ่ม	ระดับสารสกัดหยาบจากกากชา(มก./กก.อาหาร)			
	ควบคุม1	ควบคุม2	100	200	300	400
น้ำหนักฟองไข่ (ก.)	65.04±0.60	63.84±0.32	64.03±0.16	64.08±0.38	64.89±1.06	62.81±1.01
-น้ำหนักไข่ขาว (%)	60.87±0.36	60.92±0.29	60.66±0.36	61.82±0.39	61.33±0.25	61.42±0.26
-น้ำหนักไข่แดง (%)	25.42±0.18	25.23±0.13	25.46±0.32	25.03±0.15	25.35±0.18	25.12±0.17
-น้ำหนักเปลือกไข่ (%)	9.63±0.06	9.66±0.08	9.77±0.08	9.54±0.06	9.63±0.07	9.67±0.07
มวลไข่เฉลี่ย (ก.)	53.06±0.82	50.63±0.68	51.66±0.84	52.44±1.20	50.85±1.18	50.16±0.46
ค่าความสูงไข่ขาว (มม.)	7.0^{a}±0.14	6.54^{b}±0.18	7.20^{a}±0.14	7.04^{a}±0.12	7.09^{a}±0.10	7.19^{a}±0.15
ค่าฮอคยูนิค	81.8^{a}±0.98	78.1^{b}±1.41	83.3^{a}±0.89	82.1^{a}±0.82	82.4^{a}±0.55	82.9^{a}±1.03
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.41±0.002	0.41±0.002	0.42±0.001	0.41±0.002	0.41±0.005	0.41±0.004
สีไข่แดง(คะแนน)	12.59±0.07	12.75±0.06	12.68±0.06	12.72±0.07	12.77±0.04	12.78±0.08
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.08±0.01	1.07±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01

หมายเหตุ: **a,b** ตัวอักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(P< 0.05)**

อย่างไรก็ตามค่าความสูงของไข่ขาวและค่าฮอคยูนิคซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ถึงความสดของไข่พบว่าไข่ที่ได้จากแม่ไก่ที่ถูกเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกว่าปกติ (กลุ่มควบคุม 2) จะมีค่าความสูงของไข่ขาวต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) ส่งผลให้ค่าฮอคยูนิคต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($P< 0.05$) เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงในสภาพหนาแน่นจะมีผลทำให้แม่ไก่เกิดความเครียดมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น สารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นแบบลูกโซ่ ส่งผลให้โปรตีนของไข่ขาวถูกทำลายได้ง่ายขึ้น ทำให้ความสูงของไข่ขาวลดลงและส่งผลต่อค่าฮอคยูนิคในที่สุด การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก. อาหารจะสามารถช่วยให้ความสูงของไข่ขาว และค่าค่าฮอคยูนิคสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) แม้ว่าแม่ไก่จะถูกเลี้ยงในสภาพที่หนาแน่นกว่าปกติก็ตาม ซึ่งจะทำให้คุณภาพของไข่ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของสารคาเทชินชนิดต่างๆ จากผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียวที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร epigallocatechin gallate ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระลดลง การเพิ่มระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาจาก 100 มก./กก.อาหาร เป็น 400 มก./กก.อาหาร ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่าความสูงของไข่ขาวและค่าฮอคยูนิค (ตารางที่ 13)

ผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นในซีรั่มของไก่ไข่

อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลหรืออะตอมที่มีอิเลคตรอนเดี่ยวอยู่อย่างน้อย 1 ตัว โคจรรอบวงนอกสุด อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้เมื่อพันธะระหว่างอะตอมแตกออกทำให้มีความเสถียรต่ำและไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลที่อยู่รอบๆ โดยดึงหรือให้อิเลคตรอนโมเลกุลข้างเคียงเพื่อให้ตัวเองมีความเสถียร โมเลกุลข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเลคตรอนจะกลายเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ที่ไม่เสถียร และเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (วัลลภและประณีต, 2547) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะมีผลในการทำลายเซลล์ ทำให้ร่างกายอ่อนแอ การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันโรคลดลง โดยปกติแล้วร่างกายจะเกิดอนุมูลอิสระอยู่แล้วจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย แต่ร่างกายจะมีวิธีการในการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นด้วยการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ และการทำงานของเอนไซม์บางชนิดเช่น superoxide dismutase, glutathione peroxidase และ catalase เป็นต้น จึงเป็นเหตุให้อนุมูลอิสระไม่ส่งผลเสียต่อเซลล์ในร่างกาย อย่างไรก็ตามในภาวะที่สัตว์เกิดความเครียดมากขึ้น จะมีการหลั่งคอร์ติโคสเตอร์โรน (corticosterone) ทำให้เกิดการเร่งการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายเพื่อใช้เป็นพลังงาน ส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น สารอนุมูลอิสระที่มากเกินกว่าที่กลไกในร่างกายสัตว์จะกำจัดได้จะสามารถทำให้เกิดการทำลายกลุ่มโมเลกุลที่มีพันธะ S-H และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์ต่างๆ เกิดความเสียหายเกิดขึ้น (Govindarajan, 1987)

การเลี้ยงไก่ไข่ในระบบอุตสาหกรรมนั้นเป็นการเลี้ยงในสภาพหนาแน่นเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ อีกทั้งการเลี้ยงไก่ไข่ในกรงที่มีพื้นที่จำกัดเป็นระยะเวลานานมากกว่า 6-8 เดือน ส่งผลให้แม่ไก่ไข่เกิดความเครียดได้ง่าย ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระได้มากขึ้นและสามารถส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของแม่ไก่ตลอดจนคุณภาพของไข่ไก่อีกด้วย และจากคุณสมบัติที่เด่นชัดในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารคาเทชินในผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเขียว จึงน่าจะใช้เพื่อช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายของไก่ไข่ได้ ซึ่งนอกจากจะทำให้ไก่ไข่มีสุขภาพดีขึ้นแล้วยังส่งผลต่อการให้ผลผลิตของแม่ไก่และไข่ไก่มีคุณภาพดีขึ้น สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากเกิดการทำลายเซลล์ของอนุมูลอิสระลดลง

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 0, 100, 200, 300 และ 400 มก./กก.อาหารต่อการเกิดสารอนุมูลอิสระในซีรั่มจากการวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นในรูปของการวัดค่า TBARs (thiobarbituric acid reactive substances) ในซีรั่มดังแสดงในตารางที่ 14 จากการทดลองได้ทำการวัดค่า TBARs ในซีรั่มของไก่ไข่ 3 ครั้งคือเมื่อเริ่มต้นทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองในช่วงที่ 2 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในช่วงที่ 4 จะเห็นได้ว่าก่อนเริ่มการทดลองนั้นค่า TBARs ในซีรั่มจะมีค่าระหว่าง 1.82-2.35 nmol/ml โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) แต่ภายหลังจากการทดลอง 2 เดือน ไก่ไข่แต่ละกลุ่มจะมีระดับ TBARs เพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างกลุ่มทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 4 เดือนจะเห็นได้ว่าค่า TBARs ในซีรั่มของไก่ไข่มีค่าลดลงอาจเนื่องมาจากไก่ไข่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในกรงทดลองได้ดีขึ้น การเลี้ยงไก่ในสภาพหนาแน่นกว่าปกติ (3 ตัวต่อกรง) โดยไม่เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชามีแนวโน้มทำให้ค่า TBARs มีค่าสูงกว่ากรณีที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่นปกติ (2 ตัวต่อกรง) และการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับไม่เกิน 200 มก./กก.อาหารมีผลช่วยให้ค่า TBARs ในซีรั่มของไก่ไข่ลดลงแม้ว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารคาเทชินในผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่น (Ishikawa *et al.*, 1997) โดยจะไปจับกับอนุมูลอิสระหรือสารที่เป็นไอออน หรือออกซิเจนที่ไม่เสถียร (Brown *et al.*, 1998) นอกจากนี้จะสามารถกำจัด NO และ peroxynitrite ที่เป็นผลผลิตจากการทำปฏิกิริยาของ superoxide radical และ NO (Pannala *et al.*, 1997)

ตารางที่ 14: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อระดับ TBARs ในซีรั่มของไก่ไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง

ระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (มก./กก.อาหาร)	ค่า TBARs ในซีรั่ม (nmpl/ml)		
	เริ่มต้นทดลอง	สิ้นสุดช่วงที่ 2	สิ้นสุดช่วงที่ 4
กลุ่มควบคุม 1 (ไม่เสริม)	2.35 ±0.08	4.31 ±0.15	2.94 ±0.17
กลุ่มควบคุม 2 (ไม่เสริม)	2.01± 0.13	4.22± 0.44	3.35 ±0.22
กลุ่มควบคุม 2+100 มก./กก.อาหาร	2.29 ±0.05	3.98± 0.35	3.09± 0.45
กลุ่มควบคุม 2+200 มก./กก.อาหาร	1.87 ±0.18	3.88± 0.45	2.63 ±0.32
กลุ่มควบคุม 2+300 มก./กก.อาหาร	1.82 ±0.16	4.22 ±0.34	2.99±0.20
กลุ่มควบคุม 2+400 มก./กก.อาหาร	2.04 ±0.19	4.45± 0.38	3.30 ±0.20

ผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นในไข่แดง

การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นในไข่แดงของแม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ จะทำการวัดในรูปของค่า TBA (thiobarbituric acid) ซึ่งเป็นการวัดค่าสารมาโลนิลดีไฮด์ (malonaldehyde) ที่เป็นผลิตผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกซิเดชั่นในอาหารประเภทไขมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวพันธะคู่ตั้งแต่ 3 ตำแหน่งขึ้นไปที่พบในไข่แดง โดยทำปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid (TBA) เกิดสารที่มีสีแดงซึ่งสามารถวัดความเข้มข้นของสีที่เกิดขึ้นด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร ซึ่งระดับสารอนุมูลอิสระในไข่แดงจะมีผลต่อเนื่องต่อคุณภาพของไข่โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสูงของไข่ขาวซึ่งจะบ่งบอกถึงความสดของไข่

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารแม่ไก่ไข่ในระดับ 0, 100, 200, 300 และ 400 มก./กก.อาหารมีผลต่อระดับของ TBARs ที่เกิดขึ้นแม้ว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (P> 0.05) โดยจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาทั้งในกรณีที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นปกติ (กลุ่มควบคุม 1) และกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพหนาแน่นมากกว่าปกติ (กลุ่มควบคุมที่ 2) จะมีค่า TBARs ในไข่แดงสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับต่างๆ และการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเพิ่มขึ้นจาก 100 มก./กก.อาหารเป็น 400 มก./กก.อาหารมีผลต่อค่า TBARs ในไข่แดงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) ทั้งนี้ผลในการลดสารอนุมูลอิสระในไข่แดงของผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาจะเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ใน-

ช่วงการทดลองที่ 2 หรือภายหลังจากการได้รับผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาติดต่อกันอย่างน้อย 2 เดือน (ตารางที่ 15) และจะเห็นได้ว่าค่า TBARs ในไข่แดงจะมีความสอดคล้องกับค่าความสูงของไข่ขาวและค่าฮอกยูนิค ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสดของไข่ขาว (ในตารางที่ 13) ทั้งนี้เนื่องจากสาร epigallocatechin gallate (EGCG) ซึ่งเป็นสารสำคัญในกลุ่มคาเทชินที่พบในกากชา (Vinson, 1995) มีฤทธิ์ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ทำหน้าที่ป้องกันและลดอัตราเร่งของการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่นที่เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ โดยสารคาเทชินจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าวิตามินซีและอี ถึง 100 เท่า (Varilek *et al.*, 2001) ทำหน้าที่เป็นแหล่งให้ไฮโดรเจนเพื่อรวมตัวกับอนุมูลอิสระ ส่งผลให้สารอนุมูลอิสระไม่เกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่กับองค์ประกอบของโปรตีนและไขมันในไข่แดง (Heim *et al.*, 2002) ดังนั้นค่า TBARs ที่เกิดขึ้นในไข่แดงจากแม่ไก่ที่ได้รับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารจึงมีค่าลดลง สอดคล้องกับ Panagiota *et al.* (2006) ซึ่งรายงานว่าการเสริมวิตามินอี และโรสแมรี่ที่ระดับ 5 และ 10 กรัมต่อกิโลกรัมอาหารมีผลในการลดค่า TBARs ในไข่แดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 15: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อระดับ TBARs ในไข่แดงของไก่ไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง

ระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (มก./กก.อาหาร)	ค่า TBARs ในไข่แดง (มก/กรัมไข่แดง)			
	ช่วงทดลองที่ 1 (อายุ 36-39 สป.)	ช่วงทดลองที่ 2 (อายุ 40-43 สป.)	ช่วงทดลองที่ 3 (อายุ 44-47 สป.)	ช่วงทดลองที่ 4 (อายุ 48-51 สป.)
กลุ่มควบคุม 1 (ไม่เสริม)	0.25± 0.04	0.24 ±0.01	0.23± 0.05	0.24±0.08
กลุ่มควบคุม 2 (ไม่เสริม)	0.25± 0.03	0.27 ±0.01	0.23± 0.02	0.24±0.02
กลุ่มควบคุม 2+100 มก./กก.อาหาร	0.19 ±0.06	0.19 ±0.03	0.13±0.07	0.12±0.01
กลุ่มควบคุม 2+200 มก./กก.อาหาร	0.20± 0.02	0.16 ±0.06	0.15 ±0.08	0.17±0.03
กลุ่มควบคุม 2+300 มก./กก.อาหาร	0.25± 0.02	0.18± 0.06	0.15±0.07	0.15±0.02
กลุ่มควบคุม 2+400 มก./กก.อาหาร	0.25± 0.04	0.18± 0.06	0.14±0.05	0.14±0.04

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มและในไข่แดง

คอเลสเตอรอลเป็นสารชีวภาพที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นในสัตว์ เนื่องจากร่างกายสัตว์ใช้เป็นสารตั้งต้นของสารชีวภาพต่างๆ ที่มีความจำเป็นในเมแทบอลิซึมของร่างกาย เช่นวิตามินดี ฮอร์โมน

เพศ ฮอร์โมนจากต่อมน้ำดีและกรดน้ำดี เป็นต้น คอเลสเตอรอลที่พบในร่างกายสัตว์พบได้ตามเนื้อเยื่อต่างๆ และในเลือด ซึ่งพบในรูปของคอเลสเตอรอลอิสระ (free cholesterol) หรืออยู่ในรูปเอสเทอร์ (cholesteryl ester) (บุญล้อม, 2546) ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดจะขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์และการขับคอเลสเตอรอลที่ตับแล้ว ยังขึ้นกับปริมาณและชนิดของไขมันในอาหารที่แม่ไก่ได้รับ (Beyer and Jensen, 1991) โดยปกติการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลจะเกิดขึ้นที่ตับประมาณ 50 เปอร์เซนต์ ที่ลำไส้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ และที่เหลือส่วนใหญ่สังเคราะห์ที่ผิวหนัง (Mayer, 1993) สำหรับในไก่ไข่นั้น แม่ไก่จะขนส่งคอเลสเตอรอลทางเลือดไปสะสมในไข่แดง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ตัวอ่อนใช้ในการเจริญเติบโต (Murata *et al.*, 2003) ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์ที่ตับของไก่ บางส่วนได้จากการสังเคราะห์ที่รังไข่ จากการทำงานของเอนไซม์ 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase (HMG-CoA reductase) (Hargis, 1988) จากนั้นจะถูกขนย้ายไปในกระแสเลือดในรูปของไลโปโปรตีนและไปสะสมที่ไข่แดง (Bartov *et al.*, 1971)

ผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่ม

ผลของการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก.อาหารต่อระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มของแม่ไก่ไข่ในช่วงอายุต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่า ระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มของแม่ไก่เมื่อเริ่มต้นทดลอง (ที่อายุ 35 สัปดาห์) และภายหลังจากการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเป็นระยะเวลา 2 และ 4 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากร่างกายของสัตว์จะมีการรักษาระดับไตรกลีเซอร์ไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือดให้คงที่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะไขมันในเลือดสูงจนก่อให้เกิดความผิดปกติ เช่น ภาวะ hypercholesterolemia (Nobel, 1985) โดยปกติแม่ไก่สามารถควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มโดยการขับออกไปไว้ที่ไข่แดง หรือการขับคอเลสเตอรอลออกทางน้ำดี (Sutton *et al.*, 1984)

ผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดง

การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100-400 มก./กก.อาหารต่อระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงของแม่ไก่ที่อายุต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 17 จะเห็นได้ว่าระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงเมื่อเริ่มต้นทดลอง และในช่วงเดือนแรกหลังจากการได้รับผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100 มก./กก.อาหารมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 16: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับคอเลสเตอรอลในซีรั่มของแม่ไก่ไข่ในแต่ละช่วงการทดลอง (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)

กลุ่มทดลอง	อายุของแม่ไก่ไข่ (สัปดาห์)		
	35	43	51
กลุ่มควบคุม 1	118.3±2.1	109.3±2.6	115.3±5.4
กลุ่มควบคุม 2	109.8±3.5	110.0±2.6	114.8±5.3
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 100 มก./กก.อาหาร	115.1±4.0	110.0±1.7	112.2±2.4
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 200 มก./กก.อาหาร	106.6±3.2	108.6±3.9	108.0±4.2
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 300 มก./กก.อาหาร	107.9±2.2	104.9±1.8	112.9±2.9
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 400 มก./กก.อาหาร	105.3±3.5	108.3±3.9	114.9±5.9
P-value	0.0581	0.8204	0.8689

($P< 0.05$) เมื่อสิ้นสุดเดือนที่ 2 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$) ในเดือนที่ 4 ของการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ แต่การเพิ่มระดับการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารจากระดับ 100 มก./กก.อาหารกลับมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงมีค่าสูงขึ้น และมีความแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$) ทั้งนี้มีรายงานว่าสารกลุ่มโพลีฟีนอลในชาสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร epigallocatechin gallate (EGCG) สามารถช่วยลดการสร้างคอเลสเตอรอลในรูปของไลโปโปรตีนชนิด LDL (low density lipoprotein) ที่ตับ ในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่ส่งเสริมให้มีการสร้างไลโปโปรตีนชนิด HDL (high density lipoprotein) มากขึ้น ซึ่ง HDL เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของไลโปโปรตีนไลเปส (lipoprotein lipase) ทำหน้าที่เปลี่ยนคอเลสเตอรอลอิสระเปลี่ยนไปอยู่ในรูปเอสเทอร์ ทำให้การสะสมของคอเลสเตอรอลลดลง (Ishikawa *et al.*, 1997) อย่างไรก็ตามการเพิ่มระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาเป็น 200-400 มก./กก.อาหารกลับไม่ช่วยให้ระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงลดลงมากขึ้น ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการเพิ่มระดับผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหาร จะมีผลทำให้สัตว์ได้รับสารแทนนินเพิ่มขึ้น ซึ่งสารแทนนินจะมีผลในการขัดขวางการดูดซึมสารอาหารต่างๆ อาทิ ไขมันในอาหาร จึงทำให้ผลในการลดระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงไม่ชัดเจน

ตารางที่ 17: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาต่อระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงจากแต่ละช่วงการทดลอง(มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง)

กลุ่มทดลอง	ช่วงอายุของแม่ไก่ไข่ (สัปดาห์)			
	36-39	40-43	44-47	48-51
กลุ่มควบคุม 1	11.72±0.79	10.58±0.50	11.39^{a}±0.56	11.43^{c}±0.77
กลุ่มควบคุม 2	11.99±0.66	12.26±0.82	10.94^{a}±0.56	11.66^{c}±0.48
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 100 มก./กก.อาหาร	10.30±1.08	11.18±0.29	9.29^{b}±0.13	8.52^{d}±0.93
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 200 มก./กก.อาหาร	11.43±0.87	11.03±0.59	10.63^{a}±0.22	10.88^{c}±0.31
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 300 มก./กก.อาหาร	9.91±1.13	12.22±0.52	11.14^{a}±0.33	11.58^{c}±0.50
กลุ่มควบคุม 2 + สารสกัดหยาบจากกากชา 400 มก./กก.อาหาร	11.10±0.75	10.97±0.59	11.12^{a}±0.36	11.83^{c}±0.67
P-value	0.5477	0.2440	0.0171	0.0159

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

c,d ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.01)

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่ออายุการเก็บรักษาของไข่ไก่

โดยปกติการเก็บไข่ไว้เป็นเวลานานจะมีผลทำให้ค่าฮอกยูนิคซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสดของไข่มีค่าลดลง เนื่องจากค่าความสูงของไข่ขาวลดลงโดยเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่ขาวเกิดการเสียสภาพ (Pietta, 2000) โดยเมื่อโครงสร้างของโปรตีนถูกออกซิไดซ์ที่บริเวณ active site จะเปลี่ยนสภาพไป เช่นเกิดหมู่คาร์บอนิลใหม่ที่กรดอะมิโนของโปรตีน เช่นฮิสติดีนเปลี่ยนเป็นออกโซฮิสติดีนหรือเมทไธโอนีนเปลี่ยนเป็นเมทไทโอนีนซัลฟอกไซด์และเกิดการเชื่อมต่อระหว่างหมู่-SH เกิดเป็นไดซัลไฟด์ (S-S) เป็นต้น ซึ่งทำให้สารต่างๆ ในโปรตีนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และส่งผลให้เกิดการเพิ่มการเผาผลาญโปรตีนมากขึ้น (โอภาและคณะ, 2549) ด้วยเหตุนี้หากมีสารต้านอนุมูลอิสระที่จะช่วยลดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในระหว่างการเก็บรักษา ก็จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บได้นานขึ้นโดยไข่ยังมีคุณภาพดี

ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาระดับต่างๆในอาหารแม่ไก่ต่อคุณภาพไข่ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วันที่อุณหภูมิห้อง โดยการวัดค่าความสูงของไข่ขาวเพื่อคำนวณเป็นค่าฮอคยูนิคได้แสดงในตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่าค่าความสูงของไข่ขาวจากแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บ 7 วันมีค่าใกล้เคียงกัน การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาไม่เห็นผลชัดเจนในสัปดาห์แรกของการเก็บ (อายุการเก็บ 7 วัน) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเก็บรักษาไข่นานขึ้น จะพบว่าไข่ไก่จากกลุ่มที่แม่ไก่ถูกเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกว่าปกติและไม่เสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (กลุ่มควบคุม 2) จะมีค่าความสูงไข่ขาวต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บ (อายุ 21 วัน) จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 200-400 มก./กก.อาหารมีผลทำให้ค่าความสูงของไข่ขาวแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพปกติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งที่แม่ไก่ถูกเลี้ยงในสภาพที่หนาแน่น และเมื่อคำนวณค่าฮอคยูนิคพบว่าผลการทดลองเป็นไปในลักษณะเดียวกับค่าความสูงไข่ขาว (ตารางที่ 19) โดยไข่ไก่จากแม่ไก่ที่ถูกเลี้ยงในสภาพหนาแน่นกว่าปกติ และไม่มีการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (กลุ่มควบคุม 2) จะมีค่าฮอคยูนิคต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) แต่เมื่อเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับตั้งแต่ 100 ถึง 400 มก./กก.อาหารจะสามารถช่วยให้ค่าฮอคยูนิคของไข่ไก่มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่เลี้ยงในสภาพปกติและมีแนวโน้มดีกว่าแม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P> 0.05$)

ตารางที่ 18: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อความสูงไข่ขาว (มม.) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (มก./กก.อาหาร)	ระยะเวลาการเก็บรักษา			
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม 1 (ไม่เสริม)	2.37±0.11	2.01±0.09	1.74^{a}±0.08	1.62±0.07
กลุ่มควบคุม 2 (ไม่เสริม)	2.46±0.14	1.81±0.05	1.49^{b}±0.05	1.51±0.04
กลุ่มควบคุม 2+100 มก./กก.อาหาร	2.44±0.09	1.92±0.05	1.62^{ab}±0.06	1.61±0.05
กลุ่มควบคุม 2+200 มก./กก.อาหาร	2.42±0.09	1.94±0.06	1.72^{a}±0.05	1.65±0.04
กลุ่มควบคุม 2+300 มก./กก.อาหาร	2.36±0.09	1.94±0.05	1.72^{a}±0.05	1.57±0.04
กลุ่มควบคุม 2+400 มก./กก.อาหาร	2.33±0.10	1.98±0.05	1.74^{a}±0.05	1.69±0.06

หมายเหตุ: a,b ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 19: ผลการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารต่อค่าฮอกยูนิคที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระดับการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา (มก./กก.อาหาร)	ระยะเวลาการเก็บรักษา			
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
กลุ่มควบคุม 1 (ไม่เสริม)	30.79± 2.52	24.43^{a}± 1.83	19.38^{c}±1.99	17.93^{ab}±1.87
กลุ่มควบคุม 2 (ไม่เสริม)	31.92 ±2.69	19.28^{b}±1.11	12.61^{d}±1.67	14.47^{b}±1.08
กลุ่มควบคุม 2+100 มก./กก.อาหาร	33.14 ±1.78	25.42^{a}±1.01	17.19^{cd}±1.99	19.07^{a}±0.75
กลุ่มควบคุม 2+200 มก./กก.อาหาร	31.61 ±1.85	22.14^{ab}±1.76	20.03^{c}±1.58	18.95^{a}±1.30
กลุ่มควบคุม 2+300 มก./กก.อาหาร	31.34 ±1.82	25.85^{a} ±1.37	21.09^{c}±1.48	17.95^{ab}±1.21
กลุ่มควบคุม 2+400 มก./กก.อาหาร	31.42 ±1.72	25.48^{a}±1.27	21.35^{c}±1.69	21.34^{a}±1.72

หมายเหตุ: **a,b** ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

c,d ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.01)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเก็บไข่ไว้นานขึ้น จะเห็นได้ว่าการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาจะสามารถช่วยให้ ค่าฮอคยูนิคของไข่ที่เก็บไว้ 21 และ 28 วัน มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของสารกลุ่มโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชา อาทิ สารคาเทชิน ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี (Chen and Ho, 1995) โดยสามารถยับยั้งและขจัดอนุมูลอิสระชนิด lipid alkoxyl และ peroxyl radical เป็นต้น จากการให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระเหล่านี้ และเกิดสารฟลาโวนอยด์ฟีนอกซิลที่เป็นผลิตผลที่ไม่เป็นพิษต่อโปรตีน ทำให้คุณภาพของไข่ขาวคงสภาพได้นานขึ้น (โอภาและคณะ, 2549) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Biswas and Wakita (2001) ซึ่งทำการเสริมสารสกัดหยาบจากกากชาในรูปผงในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้ค่าฮอคยูนิคและความสูงของไข่ขาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริม เช่นเดียวกับ Affiliation และ Arid (2004) ที่รายงานว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากชาเขียวที่ระดับ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่อายุ 40 สัปดาห์ ทำให้ค่าความสูงของไข่ขาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

สรุปผลการทดลอง

การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในอาหารไก่ไข่ในระดับ 100-400 มก./กก.อาหาร ไม่ส่งผลกระทบต่อระดับสารอาหารต่างๆ ในสูตรอาหาร อีกทั้งสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และคุณภาพไข่ ยกเว้นค่าความสูงของไข่ขาว และค่าฮอคยูนิค โดยการเสริมผลิตภัณฑ์สาร

สกัดหยาบจากกากชามีผลช่วยให้ค่าความสูงของไข่ขาวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าฮอคยูนิคเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการเก็บรักษาไข่ไก่นานขึ้น นอกจากนี้การเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชามีแนวโน้มช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่นทั้งในซีรั่มและในไข่แดง และการเสริมในระดับ 100 มก./กก.อาหารจะสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการเสริมผลิตภัณฑ์สารสกัดหยาบจากกากชาในระดับ 100 มก./กก.อาหาร เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับอาหารไก่ไข่ ทั้งในด้านการช่วยลดผลกระทบจากความเครียดในสภาพการเลี้ยงที่แออัด และการช่วยในด้านคุณภาพของไข่ไก่ ตลอดจนการยืดอายุการเก็บรักษาไข่ไก่ให้นานขึ้น

เอกสารอ้างอิง

นันทวัน บุญยะประภัศร และ ประพิณ สอนเล็ก. 2550. **การเตรียมสารสกัดน้ำจากกากชาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสัตว์**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์**. ธณบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 202 น

พนม วิญญายอง. 2550. **ชาเชียงราย: รูปแบบการผลิต สู่ประโยชน์ทางด้านสุขภาพและการป้องกันโรค.** สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, จังหวัดเชียงใหม่

พิทักษ์ อาภาศิริผล. 2538. **การปลูกชา.** สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ พงศ์ศุภสมิทร์. 2532. **เทคโนโลยีการผลิตชา.** ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์ช้างเผือกคอมพิวกราฟฟิค, จังหวัดเชียงใหม่.

วัลลภ วีชะรังสรรค์ และประณีต โอปณะโสภิต. 2547. ภาพรวมของอนุมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง. **วารสารทางวิชาการของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.** 9(1): 73-80

สุรีย์ ภูมิภมร. 2537. ชา: เครื่องดื่มที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในโลก. **วารสารศิลปวัฒนธรรม.** 15(11): 58-62.

โอภา วัชระคุปต์ ปรีชา บุญจูง จันทนา บุยรัตน์ และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. **สารต้านอนุมูลอิสระ**. พี.เอส. พริ้นท์, กรุงเทพฯ

Affiliation, E. and L.A. Arid. 2004. Responses of laying hens to different levels of amoxicillin, hot pepper or green tea and their effects on productive performance, egg quality and chemical composition of yolk and blood plasma constituents. **J. Egypt. Poult. Sci.** 24(4): 845-868

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.** 15th ed. Washington, D.C.

Asakawa, T. and S. Matsushita. 1980. Coloring condition of thiobarbituric acid test for detecting lipid hydroxide. **Lipid.** 15: 137-140

Bartov, I., S. Bornstein and P. Budowski. 1971. Variability of cholesterol concentration in plasma and egg yolk of hen and evaluation of the effects of some dietary oil. **Poultry Sci.** 50: 1357-1364

Basu, S. and P. Srivastava. 2005. Immunological role of neuronal receptor vanilloid receptor1 expressed on dendritic cells. **PNAS.** 102: 5120-5125

Beyer, R.S. and L.O. Jensen. 1991. Cholesterol concentration of egg yolk and blood plasma and performance of laying hens as influenced by dietary α-ketoisocaproic acid. **Poult. Sci.** 71: 120-127

Biswa, A.H. and M. Wakita. 2001. Comparison of two dietary factors: Green tea powder feeding and feed restriction influencing laying performance and egg quality in hens. **Jpn.Sci. Technol.** 26: 55-61

Botsoglou, N.A., D.J. Fletouris., G.E. Papageorgiou., V.N. Vassilopoulos., A.J. Mantis and A.G. Trakatellis 1994. Rapid sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and feedstuff samples **J. Agric.Food Chem.** 42: 1931-1937

Brown, J.E., H. Khodr., R.C. Hider and E. Rice. 1998. Structural dependence of flavonoid interaction with Cu^{2+} ions: Implication for their antioxidant properties. **Biochem. J.** 330(3): 1173-1178

Chen, C.N., C.M. Liang., J.R. Lai., Y.J. Tsai., J.S. Tsay and J.K. Lin. 2003. Capillary electrophoretic determination of theanine, caein and catechins in fresh tea leaves and oolong tea and their effects on rat neurophere adhesion and migration. **J. Agr. Food Chem.** 51: 7495-7503

Chen, C. W. and C.T. Ho. 1995. Antioxidant properties of polyphenols extracted from green and black teas. **J. Food. Lipids.** 2: 35-46.

Cherian, G., F.W. Wolfe and J.S.Sim. 1996. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. **Poult Sci.** 75: 423-431

Etches, R.J. 1996. **Reproduction in Poultry**. University Press, Cambridge, United Kingdom

Goto, T., Y. Yoshida., I. Amano and H. Horie. 1996. Chemical composition of commercially available Japanese greentea. **Food Ingred. J. Jpn.** 170: 46-51

Govindarajan, V.S. 1987. Capsaicin-production, technology, chemistry and quality. Part 4: Evaluation of quality. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 25 (3): 185-282.

Hamilton, J. M. and J.M. Miller. 1995. Antimicrobial properties of tea (*Camellia sinensis* L.). **Antimicrob. Agents Chem.** 39(11): 2375-2377

Harbowy, M.E. and D.A. Balentine. 1997. **Tea Chemistry**. Crit. Rev. Plant Sci. 16: 415-480

Hargis, P.S. 1988. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl. A review. **World's Poult. Sci.** 44: 17-29

Heim, K.E., A.R. Tagliaferro and D.J. Bobiya. 2002. Flavonoid antioxidation: Chemistry, metabolism and structure activity relationships. **J. Nutr. Biochem**. 13: 572-584

Ishihara, N. and C. Chu. 2001. Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts. **Livest. Prod.Sci.** 68(3): 217-229

Ishikawa, T., M. Suzukawa., T. Ito., H. Yoshida., M. Ayaori and M. Nishwaki. 1997. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. **Am. J. Clin. Nutr.** 656: 261-266

Jean, B. 1995. **Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants**. Intercept Ltd., Hampshire, England

Kawamura, J. and T. Takeo. 1989. Antibacterial activity of tea catechin to *Streptococcus mutans*. **J. Jpn. Soc. Food Sci. Tech.** 36: 463-467

Li, M. and Z. Liu. 1999. Efects of tea polyphenol on pathogenic bacteria in oral and pharynx *in vitro*. **Shanghai Dier Yike Daxue Xuebao.** 19(1): 41-55.

Matsuoka, K., N. Isowa., T. Yoshimura., M. Liu and H. Wada. 2002. Green tea polyphenol blocks H_2O_2-induced interleukin-8 production from human alveolar epithelial cells. **Cytokine.** 18(5): 266-273

Mayer, P.A. 1993. Cholesterol synthesis, transport and excretion, pp. 266-278. *In* R.K. Murray, D.K. Granner., P.A. Mayers and V.W. Rodwell, eds. **Harper's Biochemistry**. 23rd ed. Prentice-Hall Inc, NewYork

Miura, Y., T. Chiba., I. Tomita., H. Koizumi., S. Miura., K. Umegaki., Y. Hara., M. Ikeda and T. Tomita. 2001. Tea catechins prevent the development of atherosclerosis in apoprotein-E deficient mice. **J. Nutr.** 131: 27-32

Miyazawa, T. and K. Nakagawa. 1999. Absorption metabolism and antioxidant effects of tea catechin in humans. *In*: **Food for Health in the Pacific Rim. Int. Conf. Food Sci. Technol.**, 3rd edition. Food and Nutrition Press, Trumbull. UK.

Murata, L.S., J. Ariki., C.R. Machado., L.G. Silva and M.J. Rezende. 2003. Effect of oils sources on blood lipid parameters of commercial laying hens. **Brit. J. Poult. Sci.** 5(3): 203-206

National Research Council. 1994. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9th edition. National Academy Press, Washington DC.

Nobel, R.C. 1985. Egg Lipid, pp. 159-177. *In* R.G. Well and C.G. Belyavin, eds. **Egg Quality – Current Problems and Recent Advances.** Carfax Publishing Company , London.

North, M.O. and D.D. Bell. 1990. **Commercial Chicken Production Manual**. 4th edition. Van Nostrand Reinhold Inc., New York.

Panagiota, F.P., D. Dimitrios., M. Ioannis., D. Vassilios., B. Evropi., N. Ioannis and B. Nikolaos. 2006. Effect of feeding Rosemary and a tocopheryl acetate on hen performance and egg quality. **J. Poult. Sci.** 43: 143-149

Pannala, C.A., B. Halliwell and S. Singh. 1997. Inhibition of peroxynitrite-mediated tyrosine by catechin polyphenols. **Biochem. Biophys. Res. Commun**. 232: 164-168

Pesti, G.M., R.I. Bakalli., J.P. Driver., A. Atencio and E.H. Foster. 2005. **Poultry Nutrition and Feeding.** The University of Georgia , Althens Inc., Georgia. USA.

Pietta, P.G. 2000. Flavonoids as antioxidants. **J. Natural Products**. 63: 1035-1042

Qi, G., J. Zheng., J. Yin., S. Wu., Q. Diao and P. Zhang. 2002. Effects of flavonoid on antioxidative status and lipid metabolism of laying hen. **Yingyang Xuebao**. 24(2): 153-157.

Rababah, T.M., N.S. Hettiarachchy and R. Horax. 2004. Total phenolics and antioxidant activities of Fenugreek, green tea, blacktea, grapeseed, ginger, rosemary, gotukola, ginkgo extracts, vitamin E and 3-butylhydroquinone. **J. Agric. Food Chem**. 52: 5183-5186

Roush, W. B. 1981. T159 calculator program for Haugh unit calculator. **Poult. Sci**. 60: 1086-1088

Ryu, E., D.C. Blenden and D. Wendall. 1982. The inhibition of growth of selected bacteria by incorporating powdered tea in the medium. **Int. J. Zoonos**. 9: 73-76

Sabu, M.C., K. Smitha and K. Ramadasan. 2002. Anti-diabatic activity of green tea polyphenol and their role in reducing oxidative stress in experimental diabetes. **J. Eth. Pharm**. 83: 109-116

Sanderson, G.W. 1972. The chemistry of tea and tea manufacturing, pp. 247-316. In V.C. Runeckles, ed. **Structural and Functional Aspects of Phytochemistry**. Academic Press, NewYork

SAS. 2003. **SAS/STAT User' Guide**. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina

Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**. 30: 3875-3883

Sutton, C.C., W.H. Muir and G.E. Mitchell. 1984. Cholesterol metabolism in laying hen as influenced by dietary cholesterol, caroric intake and genotype. **Poult. Sci.** 63: 972-980

Tan, J.Z., H.I. Chen and A.Q. Zeng. 1988. Energy and protein requirement of putain laying duck. **Chinese J. Anim. Sci**. 6: 3-8

Tekittipong, S. 1995. **Effect of capsaicin on lipid peroxidation in cardiac and skeletal muscles induced by exercise in rats.** M.S. Thesis. Mahidol University.

Toda, M., S. Okubo., R. Hiyoshi. and T. Shimamura. 1989. The bacterial activity of tea and coffee. **Lett. Appl. Microbiol.** 8: 123-125

Trompezinski, S., A. Denis., D. Schmitt and J. Viae. 2003. Comparative effects of polyphenols from green tea (EGCG) and soybean (genistein) on VEGF and IL-8 release from normal human keratinocytes stimulated with the proinflammatory cytokine TNF-α. **Arch. Dermatol. Res.** 295(3): 112-116.

Uchiyama, M. and M. Mihara. 1978. Determination of malonaldehyde precursor in tissue by thiobarbituric acid test. **Anal. Biochem**. 86: 271-278

Varilek, G.W., F. Yang., E.Y. Lee., W.J.S. Villiers., J. Zhong., H.S. Oz., K.F. Westberry and C.J. McClain. 2001. Green tea polyphenol extract attenuates inflammation in interleukin-2-deficiency mice a model of autoimmunity. **J. Nutr**. 131: 2034-2039

Vinson, J.A., Y.A. Dabbagh., M.M. Serry and J. Jang. 1995. Plant flavonoids, especially tea flavonoids, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. **J. Agric Food Chem.** 43 (11): 200-280

Will, R.B.H. and H. Greenfild. 1984. **Laboratory Instruction Manual for Composition Studies.** Department of Feed Science and Technology. The University of New South Wales. Kensington Inc., Australia.

Willson, K.C. and M.N. Clifford. 1992. **Tea: Cultivation to Consumption.** Chapman and Hill Press, London., England

Yu, R., J.W. Park., T. Kurata and K.L. Erickson. 1998. Modulation of select immune responses by dietary capsaicin. **Int. J. Vitam. Nutr. Res.** 68(2): 114-119

Yun, Y.P., J.B. Park. and M.Y. Heo. 2001. Protective effects of green tea catechins and epigallocatechin gallate on reactive oxygen species-induced oxidative stress. **Yakhak Hoechi.** 45(1): 101-107