การพอกไข่เค็มไชยาด้วยกากชา เพื่อทดแทนดินจอมปลวกบางส่วน

Coating Chaiya salted eggs with tea waste to partially replace soil from termite mound

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

2559

การพอกไข่เค็มไชยาด้วยกากชา
เพื่อทดแทนดินจอมปลวกบางส่วน

Coating Chaiya salted eggs with tea waste to partially replace soil from termite mound

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ 2558 ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ด้วยดีเสมอ และขอขอบคุณคณาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือช่วยงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์

สิงหาคม 2559

หัวข้อวิจัย การพอกไข่เค็มไชยาด้วยกากชาเพื่อทดแทนดินจอมปลวกบางส่วน
ผู้ดำเนินการวิจัย สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์
หน่วยงาน สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ประจำปี 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของไข่เค็มไชยาที่พอกโดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกบางส่วน กากชาที่ใช้ผสมดินพอกไข่เป็นกากชาที่ผ่านการอบแห้งมีความชื้นร้อยละ 14.9 พบว่าการใช้กากชาร้อยละ 10 มีความเหมาะสมในการพอกไข่เป็ด ในระหว่างการพอกไข่ปริมาณของเกลือในไข่แดงและไข่ขาวเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้น ไข่เป็ดที่พอกด้วยกากชาร้อยละ 10 เป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่าไข่แดงมีปริมาณเกลือร้อยละ 0.83 ความชื้นร้อยละ 17.04 มีน้ำหนัก 19.19 กรัม มีค่า pH 6.43 และมีความแข็งของไข่ 93.67 กรัม มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 21.35, 9.91 และ 5.37 ตามลำดับ ส่วนไข่ขาวมีปริมาณเกลือร้อยละ 5.27 ความชื้นร้อยละ 81.61 มีน้ำหนัก 31.02 กรัม มีค่า pH 7.60 และมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 65.75, -1.63 และ 7.99 ตามลำดับ ผู้ทดสอบชิมยอมรับไข่เค็มต้มสุกที่พอกด้วยกากชาร้อยละ 10 ที่ใช้ระยะเวลาพอก 21 วัน โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (8.67) ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (กากชา 0%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ไข่เค็มต้มสุกมีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือพบจุลินทรีย์ทั้งหมด 22 CFU/g ไม่พบราที่ปรากฏชัด ไม่พบ *Samonella* spp. *Clostridium perfringen* และ *Staphylococcus aureus* ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ไข่เค็มพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 โดยให้ความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (8.00)

การใช้กากชาทดแทนปริมาณดินจอมปลวกที่เพิ่มมากขึ้น (10, 20 และ 30%) มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเกลือในไข่แดงและไข่ขาวลดลง ปริมาณกากชาทั้ง 3 ระดับ ไม่มีผลต่อค่าสี L*, a* และ b* ของไข่แดง และไม่มีผลต่อค่าสี L* ของไข่ขาวแต่มีผลต่อค่าสี a* และค่าสี b* และไม่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์

คำสำคัญ : ไข่เค็มไชยา กากชา ดินจอมปลวก

Research Title	Coating Chaiya salted eggs with tea waste to partially replace soil from termite mound
Researcher	Supaporn Apirattananusorn
Organization	Program in Food Science and Technology
	Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University
Academic Year	2016

ABSTRACT

The research aims to study the quality of Chaiya salted eggs coated with tea waste to partially replace soil from termite mound. The residue of tea waste dried to a moisture content of 14.9% was used to prepare salt coating paste. It was found that the mixture of coating paste by substitution of termite mound soil with 10% tea waste was appropriate to coat the duck eggs. The salt content increased in both egg yolk and egg white with increasing salt coating time. Coating egg with 10% tea waste for 24 days, egg yolk contained salt 0.83%, moisture 17.04% and weighed 19.19 grams. The pH value and hardness were 6.43 and 93.67 gram and the L*, a* and b* values were 21.35, 9.91 and 5.37 respectively. The egg white contained salt 5.27%, moisture 81.61% and weighed 31.02 grams. The pH value was 7.60 and the L*, a* and b* values were 65.75, -1.63 and 7.99 respectively. The salted boiled eggs coated by 10% tea waste treatment for 21 days were accepted by the panelists in terms of the overall liking with the level of much liking (8.67), not significantly different ($p>0.05$) from that of the control treatment (0% tea waste). Microorganisms in the salted boiled eggs did not excess Thai OTOP standard; total microorganisms 22 CFU/g, none of appearance of mold, *Samonella* spp., *Clostridium perfringen* and *Staphylococcus aureus*. A hundred general consumers accepted this product in terms of the overall liking with the level of much liking (8.00).

An increase in tea waste substitution (10, 20 and 30%) tended to lower the salt content in egg yolk and egg white. The 3 level of tea waste substitution did not affect the

color of L*, a* and b* of egg yolk and L* of egg white but affected a* and b* of egg white. In addition, no effect on microbial growth was observed.

Keywords : Chaiya salted egg, tea waste, termite mound soil

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทคัดย่อ	(2)
ABSTRACT	(3)
สารบัญ	(5)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
การทำไข่เค็ม	3
ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของไข่	3
คุณภาพของไข่	7
วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไข่เค็มไชยา	9
ขั้นตอนการทำไข่เค็มไชยา	11
อายุการเก็บและการแปรรูปไข่เค็ม	13
ใบชาดำ	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	25
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	47
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของไข่	7
2.2	สัดส่วนของไข่แดง ไข่ขาวและเปลือกไข่ชนิดต่าง ๆ	7
2.3	น้ำหนักไข่ไก่และไข่เป็ดมาตรฐานที่กำหนดใช้ในประเทศ	25
2.4	การแบ่งคุณภาพไข่โดยวัดค่าฮอร์ยูนิต	9
2.5	ระยะเวลาและการแปรรูป	13
3.1	ลักษณะของกากชาแห้งเมื่อรวมตัวกับน้ำ	21
3.2	ส่วนผสมที่ใช้ในการพอกไข่เค็ม	22
4.1	ปริมาณเกลือ (%) ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	26
4.2	ปริมาณเกลือ (%) ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	26
4.3	ค่า pH ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	28
4.4	ค่า pH ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	28
4.5	ปริมาณความชื้น (%) ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	30
4.6	น้ำหนัก (กรัม) ของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	30
4.7	ปริมาณความชื้น (%) ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	30
4.8	น้ำหนัก (กรัม) ของไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	31
4.9	น้ำหนัก (%) ของไข่เป็ดทั้งฟองภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	32
4.10	ความแข็ง (กรัม) ของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	32

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	ค่าสีของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	35
4.12	ค่าสีของไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	36
4.13	น้ำหนัก (กรัม) ของไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา	31
4.14	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอก 14 วัน	38
4.15	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอก 21 วัน	38
4.16	การตรวจสอบจุลินทรีย์ของไข่เค็มต้มสุกพอกที่พอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาเป็นเวลา 21 วัน	40
4.17	ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชาร้อยละ 10	42
4.18	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มพอกด้วยกากชาร้อยละ 10	43
ตารางภาคผนวกที่ 4.1	แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของดินจอมปลวก	67
ตารางภาคผนวกที่ 4.2	แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของกากชาแห้ง	67
ตารางภาคผนวกที่ 4.3	แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของเกลือ	68

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะทางกายวิภาคของไข่	5
2.2	แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็มไชยา	12
3.1	แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชา	23
4.1	แสดงลักษณะภาพถ่ายของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอกไข่เป็นเวลา 14 และ 21 วัน	39
4.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในไข่แดง	44
4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในไข่ขาว	45
ภาพภาคผนวกที่ 5.1	แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็ม	69

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ไข่เค็มไชยาเป็นผลิตภัณฑ์ไข่เค็มที่เป็นเอกลักษณ์ประจำจังหวัดสุราษฎร์ธานีจัดเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการถนอมอาหารที่มีความสำคัญต่อคนในชุมชนท้องถิ่น อำเภอไชยาแต่เดิมนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ใช้พื้นที่ในการทำนามากที่สุดใน จ.สุราษฎร์ธานี และจะเลี้ยงเป็ดไปพร้อมกันกับการทำนา ลักษณะการเลี้ยงเป็ดเป็นแบบปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ คือ ปล่อยให้เป็ดหากินเองตามทุ่งนาภายหลังการเก็บเกี่ยว เป็ดจะกินข้าวเปลือกที่ตกตามทุ่งนา ลูกปลา หอย และลูกกุ้ง เป็นต้น ชาวบ้านจึงเรียกเป็ดที่เลี้ยงตามธรรมชาติทั่วไปว่า “เป็ดเลี้ยงทุ่ง” เมื่อเลี้ยงเป็ดก็จะได้ไข่เป็ดไว้บริโภคจำนวนมาก จึงคิดหาวิธีที่จะทำให้ไข่เป็ดมีรสชาติดีและสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานขึ้น จนกระทั่งวางขายเป็นอาชีพตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ไข่เค็มไชยาวางจำหน่ายทั่วไปใน อำเภอไชยา โดยเฉพาะบริเวณถนนสายเอเชียสองข้างทาง จนเป็นที่รู้จักและเป็นสินค้าประจำจังหวัดสุราษฎร์ธานี ไข่เค็มไชยาที่ผลิตและจำหน่ายในปัจจุบันเป็นไข่เค็มชนิดพอก โดยใช้ดินจอมปลวกผสมกับเกลือในอัตราส่วน 3:1 หรือ 5:2 และน้ำต้มสุก จนมีความข้นพอประมาณ คือ ไม่ข้นหนืดหรือเหลวจนเกินไป นำไข่เป็ดทั้งฟองลงไปจุ่มกลบหรือพอกไข่ให้ทั่ว แล้วจึงนำไข่มาคลุกด้วยขี้เถ้าแกลบอีกครั้ง (สุกัญญา โกมล, ชลลดา เลื่อมใสสุข และยุพยงค์ ศักดา, 2545)

ไข่เค็มไชยาเป็นผลิตภัณฑ์สินค้าที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication, GI) ประเภทสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่และชุมชน สามารถนำมาบริโภคได้โดยตรง หรือนำไข่แดงเค็มใช้เป็นส่วนประกอบในการทำขนมต่าง ๆ เช่น ทำไส้ขนมไหว้พระจันทร์ ขนมเปี๊ยะ และเต้าส้อ เป็นต้น นิยมใช้ไข่เป็ดมาทำไข่เค็มเนื่องจากไข่แดงมีสีส้ม มีลักษณะของน้ำมันเยิ้ม และลักษณะเนื้อสัมผัสร่วนคล้ายเนื้อทรายดีกว่าไข่แดงจากไข่ไก่ (Chi and Tseng, 1998) ปัจจุบันผู้ผลิตไข่เค็มไชยามีจำนวนเพิ่มขึ้น ความต้องการในการใช้ดินจอมปลวกจึงมีมากขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ดินจอมมีปริมาณจำกัด จึงทำให้ดินจอมปลวกเริ่มมีราคาสูงขึ้น ต้นทุนในการผลิตจึงเพิ่มขึ้น ผู้ประกอบการบางรายพร้อมที่จะพัฒนาการผลิตไข่เค็มในรูปแบบอื่นที่น่าสนใจเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มความหลากหลายให้กับสินค้า (โสภณ บุญล้ำ และคณะ, 2555, หน้า 25) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะผลิตไข่เค็มไชยา โดยใช้กากชาซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือจากการชงชาดื่ม สามารถหาได้ทั่วไป นำมาทดแทนดินจอมปลวกที่ใช้ในการพอกไข่ เพิ่มความหลากหลายให้กับสินค้าเพื่อให้ผู้บริโภคได้เลือกซื้อเป็นของฝากประจำจังหวัด

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของกากชาในส่วนผสมดินจอมปลวกที่มีต่อองค์ประกอบ สมบัติทางเคมี และกายภาพของไข่เค็มไชยา
2. เพื่อศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสและคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของไข่เค็มไชยา
3. เพื่อศึกษาอัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 1 ปี เพื่อผลิตไข่เค็มจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการวิจัยทดลองที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ใช้ไข่เป็ดและดินจอมปลวกจากพื้นที่ อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี กากชาได้จากร้านค้าบริเวณใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยราชภัฏ-สุราษฎร์ธานี และใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เผยแพร่งานวิจัยในวารสารวิชาการหรืองานประชุมทางวิชาการ
2. สร้างทางเลือกในการแปรรูปสินค้าเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชนท้องถิ่น
3. สร้างความเข้มแข็งและความมั่นคงให้กับอาหารท้องถิ่นจากภูมิปัญญาของชาว อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี
4. นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำไข่เค็ม

ไข่เค็มเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถนอมอาหารโดยใช้เกลือทำให้สามารถเก็บไว้บริโภคได้นาน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับไข่ สามารถใช้วัตถุดิบที่เป็นไข่เป็ด ไข่ไก่ หรือไข่นกกระทา สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ (2556) กล่าวถึงการทำไข่เค็มไว้ 2 วิธี คือการทำไข่เค็มดองและการทำไข่เค็มพอก ดังนี้

1. การทำไข่เค็มดอง

การทำไข่เค็มดองเป็นการนำไข่สดมาแช่ในสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20-25 เป็นเวลานาน 15-20 วัน อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์ และคณะ (2550) ดองไข่เค็มโดยใช้น้ำเกลือร้อยละ 20 ดองไข่เป็ดเป็นเวลา 15 วัน โดยจะต้องแช่ไข่ให้จมอยู่น้ำเกลือตลอดเวลา สามารถนำมาต้มในน้ำเดือด นานประมาณ 9 นาทีก็จะได้ไข่เค็มต้มสุก

2. การทำไข่เค็มพอก

การทำไข่เค็มพอกเป็นการนำไข่สดมาพอกด้วยดินจอมปลวกหรือดินสอพองผสมกับเกลือ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าไข่เค็มดอง โดยนำดินจอมปลวกหรือดินสอพองผสมกับเกลือในอัตราส่วน 3 : 1 เติมน้ำให้ดินข้นพอเหมาะ นำไข่เป็ดล้างทำความสะอาด แล้วพอกไข่ด้วยส่วนผสมดินให้ทั่ว แล้วจึงพอกทับด้วยขี้เถ้าแกลบ แล้วเรียงใส่ในถังพลาสติก ปิดให้สนิท เก็บไว้ในที่ร่ม มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกประมาณ 21-25 วัน นำไข่เค็มไปล้างดินออกให้หมด แล้วต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 45 นาที หรือวัดอุณหภูมิกึ่งกลางไข่ได้ 72 องศาเซลเซียส อาจใส่สารส้มในน้ำต้มเล็กน้อยเพื่อทำให้เปลือกไข่มีสีขาวนวล

การเก็บรักษาไข่เค็มถ้าพอกดินนาน 7-10 วัน จะมีความเค็มเล็กน้อย เหมาะสำหรับการทำไข่ดาว ถ้าใช้เวลานาน 21-25 วัน จะมีความเค็มเหมาะสำหรับการทำไข่ต้ม และไม่ควรพอกดินนานกว่า 25 วัน เพราะไข่เค็มจะมีรสชาติเค็มจัดมาก ไข่เค็มสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่มีอากาศถ่ายเทดีหรือเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของไข่

ไพรัตน์ ยิ้มวิสัย (2556) กล่าวว่าลักษณะของไข่มีรูปร่างเป็นทรงกลมแบนข้าง (Prolate spheroid) คือเป็นทรงคล้ายทรงกลมที่มีแกนเชิงขั้วยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณเส้นศูนย์สูตร

โดยมีปลายด้านหนึ่งใหญ่กว่าอีกด้าน ตัวไข่นั้นมีเปลือกไข่บางและแข็งหุ้มอยู่ ซึ่งภายในมีไข่แดง แขวนลอยอยู่ในไข่ขาว โดยมีขั้วยึดไข่แดง (Chalazae) ที่เป็นเนื้อเยื่อเกลียวหนึ่งหรือสองแถบยึดไว้ มีลักษณะโครงสร้างดังนี้

1. ช่องอากาศ (Air cell)

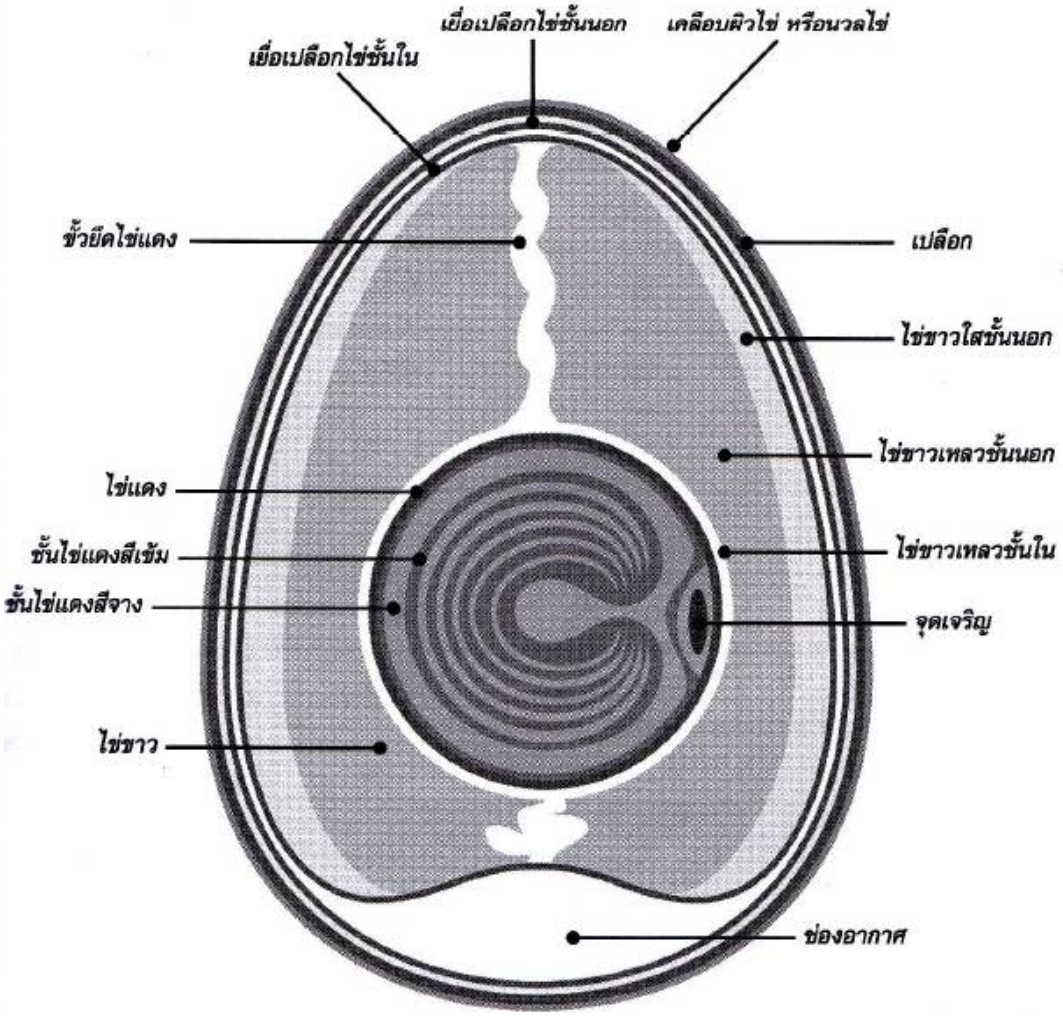
บริเวณปลายด้านป้านของไข่จะมีช่องอากาศอยู่ (ภาพที่ 2.1) ช่องนี้เกิดขึ้นจากการหดตัวของส่วนประกอบภายในหลังจากวางไข่ออกมาสู่ภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า (ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ ยังคงร้อนอยู่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส) ขนาดของโพรงอากาศสามารถบอกคุณภาพของไข่ได้ ไข่ที่สดมากจะมีโพรงอากาศเล็ก ส่วนใหญ่อยู่ทางด้านป้านของไข่ เมื่อเวลาผ่านไปอายุของไข่มากขึ้น โพรงอากาศจะเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น คุณภาพของไข่จึงลดลง และเมื่อโพรงอากาศใหญ่ขึ้น เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำและก๊าซต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 232) ไข่ทั้งฟองจะมีความหนาแน่นลดลง เมื่อนำไข่ลอยในน้ำ ส่วนป้านของไข่จะลอยขึ้น ยิ่งไข่เก่ามากก็จะลอยน้ำได้ทั้งฟอง

2. เยื่อหุ้มเปลือกไข่

เยื่อหุ้มเปลือกไข่เป็นเยื่อ 2 ชั้น ประกบติดกันโดยจะแยกกันบริเวณของช่องอากาศ ทำให้เห็นเป็นเยื่อชั้นนอกและชั้นใน แยกกันเป็น 2 ส่วน มีหน้าที่ป้องกันการคุกคามของแบคทีเรีย (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 232)

3. เปลือกไข่

สีของเปลือกไข่มาจากการสะสมรงควัตถุขณะไข่ก่อตัวในทำนำไข่ ซึ่งผันแปรไปตามชนิดและการเพาะพันธุ์ มีสีตั้งแต่สีขาว น้ำตาล ชมพู หรือมีจุดสีเขียว โดยทั่วไปแล้วหากเป็นไข่ไก่ได้จากไก่ที่มีตุ้มหู (Ear lobe เป็นส่วนประกอบหนึ่งในโครงสร้างหัวไก่) สีขาวก็จะวางไข่สีขาว ส่วนไก่ที่มีตุ้มหูสีแดงจะวางไข่สีน้ำตาล สีเปลือกไข่นั้นไม่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางอาหาร เปลือกไข่ทำหน้าที่ปกป้องส่วนประกอบภายในไข่และช่วยรับน้ำหนักแม่ไก่ขณะกกไข่มีอยู่ 3 ชั้น เรียงจากด้านในสู่ด้านนอก ได้แก่ เปลือกชั้นโปร่ง (Mammillary layer) เปลือกชั้นนอก (Spongy layer) เป็นชั้นที่มีความแข็ง มีส่วนประกอบของแคลเซียมและมีรูเปลือกเชื่อมกันระหว่างเปลือกชั้นโปร่งถึงเปลือกชั้นนอก และชั้นเคลือบผิวไข่ (Cuticle) เป็นเยื่อบาง ๆ ที่เคลือบผิวเปลือกไข่และปิดรูเปลือกไข่เพื่อป้องกันการคุกคามของจุลินทรีย์ แต่ยอมให้น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้ (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 232) และช่วยรักษาความชื้นในตัวไข่ไม่ให้น้อยลง รูบนเปลือกไข่มีขนาดเล็กจำนวนมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางกายวิภาคของไข่

ที่มา : ไพรัตน์ ยิ้มวิสัย, 2556

4. ไข่ขาว (White egg หรือ Albumin)

ไข่ขาวเกิดจากชั้นของสารคัดหลั่งทางส่วนหน้าของท่อนำไข่ที่เกิดขึ้นตอนไข่เคลื่อนที่ออกไป ไข่ขาวนี้เกิดขึ้นล้อมรอบไข่แดงทั้งที่ได้รับการผสมและไม่ได้รับการผสม มีอยู่ประมาณร้อยละ 58 ของไข่ทั้งฟอง หน้าที่ของไข่ขาวคือป้องกันไข่แดง และช่วยเพิ่มสารอาหารเพื่อการเจริญของเอ็มบริโอ ส่วนประกอบหลักของไข่ขาวคือน้ำ มีอยู่ประมาณร้อยละ 90 และมีโปรตีนละลายอยู่ร้อยละ 10 โปรตีนในไข่ขาวประกอบด้วยอัลบูมิน มูโคโปรตีน และโกลบูมิน และยังมีไนอะซีน ไรโบฟลาวิน โคลีน แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และกำมะถัน ในไข่ขาวมีไขมันน้อยมาก (ตารางที่ 2.1) คาร์โบไฮเดรตมีน้อยกว่าร้อยละ 1 ไข่ขาวใช้ประกอบอาหารได้หลายอย่าง และใช้งานด้านอื่น ๆ รวมทั้งการเตรียมวัคซีน ไข่ขาวบอกอายุของไข่ได้ด้วย ไข่เมื่ออายุมากขึ้นหรือไข่ที่เก็บรักษาไว้นาน โปรตีนในไข่ขาวเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้เนื้อไข่ขาวเหลวขึ้น ไข่ขาวโอบอุ้มไข่แดงไว้ไม่ได้ ทำให้ไข่แดงแบนราบลง ไข่ขาวแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนที่ใส (Outer liquid) ส่วนที่ข้น (Dense or Albuminous sac) ส่วนที่ห่อหุ้มไข่แดง (Inner liquid) และขั้วไข่แดง (Chalaza) (ดรุณี เอ็ดเวิร์ดส์, 2538, หน้า 66)

5. ไข่แดง (Yolk)

ไข่แดง คือส่วนที่เป็นสีเหลือง-ส้มแดงในไข่ ประกอบด้วยวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ เอ ดี และอี รวมทั้งโคลีน ลูทีน และซีแซนทีน ส่วนแร่ธาตุที่พบมากในไข่แดงคือฟอสฟอรัส เหล็ก และโฟเลต สำหรับไข่ที่เพิ่งออกมาใหม่จะมีไข่แดงรูปทรงกลม เด้งแข็ง และลอยอยู่ตรงกลางฟอง โดยการยึดของขั้วไข่แดงทางด้านหัวและท้าย แล้วยื่นเข้าไปในไข่ขาว (ดรุณี เอ็ดเวิร์ดส์, 2538, หน้า 66) เมื่ออายุมากขึ้น ไข่แดงจะดูดซึมน้ำจากไข่ขาว ทำให้ขนาดไข่แดงโตขึ้น เหยียดยาวออก และทำให้เยื่อหุ้มไข่แดงอ่อนตัวลง ผลคือไข่แดงจะแบนราบ และใหญ่ขึ้น สีของไข่แดงขึ้นอยู่กับสารอาหารที่สัตว์ได้รับ ถ้าได้รับแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลือง หรือส้มจากพืชที่กินเข้าไป ไข่แดงก็จะได้สีตามนั้น รงควัตถุส่วนใหญ่ในไข่แดงคือลูทีน (Lutein) การทำให้สีไข่แดงมีสีทำได้ด้วยการเลือกสารอาหารที่เหมาะสม เช่น ข้าวโพดเหลืองหรือกลีบดอกดาวเรือง ในไข่แดงจะมีลักษณะเป็นวง ๆ ของชั้นไข่แดงสีเข้มและไข่แดงสีอ่อนสลับกันไป ไข่แดงเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับหล่อเลี้ยงเชื้อลูกไก่ ไขมันในไข่แดงมีประมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักไข่ และมีคอเลสเตอรอลอยู่ 230 มิลลิกรัมต่อไข่ขนาด 60 กรัม (วารี ยินดีชาติ, 2542)

ไข่ชนิดต่าง ๆ จะมีสัดส่วนของไข่แดง ไข่ขาวและเปลือกไข่แตกต่างกันไป (ตารางที่ 2.2) ความหนาของเปลือกไข่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ การจัดการอาหารการกิน ฤดูกาล เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่

ส่วนประกอบของไข่	ปริมาณที่มีในไข่ (%)	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	แคลเซียม คาร์บอเนต	แมกนีเซียม	แคลเซียม ฟอสเฟต
ไข่ทั้งฟอง	100	65.5	11.8	11.0	11.7	-	-	-
ไข่ขาว	58	88.0	11.0	0.2	0.8	-	-	-
ไข่แดง	31	48.0	17.5	32.5	2.0	-	-	-
เปลือกไข่	-	-		-	-	94	1.0	1.0

ที่มา : Gulich and Filagerald, 1964 อ้างถึงใน ชมภู่ ยิ้มโต และคณะ, 2555, หน้า 6

ตารางที่ 2.2 สัดส่วนของไข่แดง ไข่ขาวและเปลือกไข่ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไข่	น้ำหนักต่อฟอง (กรัม)	ไข่แดง (%)	ไข่ขาว (%)	เปลือก (%)
ไข่เป็ด	80	35.4	52.6	12.0
ไข่ไก่	58	32.9	55.8	12.3
ไข่ห่าน	200	35.1	52.5	12.4
ไข่นกกระทา	12	30.1	50.0	20.0

ที่มา : วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 233

คุณภาพของไข่

คุณภาพของไข่จะมีผลต่อราคาขาย ในประเทศไทยการซื้อขายไข่จะขึ้นอยู่กับขนาดของไข่เป็นสำคัญ ในห้างสรรพสินค้าหรือซุปเปอร์มาเก็ตในประเทศไทยจะระบุวันหมดอายุของไข่ไว้ด้วย เพราะการเก็บรักษาไข่ไว้นานจะมีผลต่อคุณภาพของไข่ การจัดระดับคุณภาพของไข่อาจแยกได้ 2 วิธีคือ จัดตามขนาดของไข่ โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์พิจารณาจากน้ำหนักต่อฟอง คุณภาพตามขนาดของไข่ในประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 2.3

การจัดตามคุณภาพของไข่ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สังเกตจากลักษณะภายนอก และการตรวจวัดลักษณะภายใน คุณภาพที่สำคัญที่พิจารณามีดังนี้ (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 238)

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักไข่ไก่และไข่เป็ดมาตรฐานที่กำหนดใช้ในประเทศไทย

ขนาด	เบอร์	ไข่ไก่ (กรัม)	ไข่เป็ด (กรัม)
จัมโบ้ (Jumbo)	0	มากกว่า 70	มากกว่า 80
ไข่ใหญ่พิเศษ (Extra large)	1	มากกว่า 65-70	มากกว่า 75-80
ไข่ใหญ่ (Large)	2	มากกว่า 60-65	มากกว่า 70-75
ไข่กลาง (Medium)	3	มากกว่า 55-60	มากกว่า 65-70
ไข่เล็ก (Small)	4	มากกว่า 50-55	มากกว่า 60-65
ไข่จิ๋ว (Peewee)	5	มากกว่า 45-50	มากกว่า 55-60

ที่มา : ไพรัตน์ ยิ้มวิสัย, 2556

1. คุณภาพภายนอก

พิจารณาจากรูปทรงของไข่ กล่าวคือไข่รูปทรงปกติควรมีปลายด้านหนึ่งป้านและด้านหนึ่งแหลมมน ผิวเปลือกค่อย ๆ ลาดมาทางด้านแหลม เปลือกเกลี้ยง ไม่สกปรกและแตกร้าวหรือมีรอยขีดบนเปลือก ซึ่งจะทำให้เปลือกแตกง่าย

2. คุณภาพภายในโดยวิธีการส่องไฟ

คุณภาพภายในโดยวิธีการส่องไฟ โดยใช้แสงไฟประมาณ 60 วัตต์ ขึ้นไป โดยเอาไข่ด้านป้านขึ้นและหมุนไปรอบแกนยาวของไข่ เมื่อส่องใต้ฟองไข่จะทำให้เห็นคุณภาพภายในฟองไข่ได้ คุณภาพที่พิจารณาคือตำแหน่งและขนาดของช่องอากาศ ตำแหน่งและเงาไข่แดง ความแข็งแน่นของไข่ขาว จุดเลือดและจุดเนื้อในไข่ ถ้าไข่ขาวข้นจะมองเห็นไข่แดงไม่ชัดเจน และไข่แดงจะเคลื่อนไหวช้า (รัชนี ตัณทะพานิชกุล, 2542, หน้า 320)

3. คุณภาพเมื่อต่อยไข่ออกแล้ว

เมื่อต่อยไข่ออกแล้วนำใส่ในภาชนะสังเกตการกระจายของไข่ขาวและความนูนตั้งของไข่แดง ดมกลิ่นเพื่อตรวจหาความผิดปกติของการดูดซับกลิ่นและการเน่าเสีย ไข่คุณภาพดีควรมีไข่แดงที่นูนตั้ง ไข่ขาวเกาะตัวไม่กระจายแผ่กว้าง มีกลิ่นตามธรรมชาติของไข่ สามารถตรวจวัดความสูงของไข่ขาวหรือไข่แดงโดยใช้เครื่องฮอร์มิเตอร์ (Haugh meter) ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นฮอร์ยูนิต (Haugh unit) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ซึ่งคำนวณโดยอาศัยความสัมพันธ์ของความสูงของไข่ขาวกับน้ำหนักไข่ จากการวัดสามารถใช้แบ่งระดับคุณภาพได้ดังแสดงที่ 2.4 ถ้าค่าของฮอยูนิตยิ่งสูงมากคุณภาพของไข่ขาวหรือคุณภาพของไข่ก็จะยิ่งดีมากขึ้น

ตารางที่ 2.4 การแบ่งคุณภาพไข่โดยวัดค่าฮอร์ยูนิต

ระดับคุณภาพของไข่	ฮอยูนิต
AA	>95-80
A	79-56
B	55-32
C	31-0

ที่มา : รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2542, หน้า 326

ไข่เป็ดที่นำมาทำเป็นไข่เค็มควรเป็นไข่ที่มีอายุเก็บรักษาไม่เกิน 7 วัน นับจากวันที่ไข่ออกมาจากแม่ไก่ ควรคัดเลือกไข่ที่มีเปลือกหนา เมื่อส่องดูจะมองไม่เห็นไข่แดง มีขนาดฟองใหญ่ เมื่อนำมาทำไข่เค็มจะน่ารับประทาน ส่วนไข่ที่เปลือกบุบ หรือเปลือกมีรอยร้าวไม่ควรนำมาใช้ในการทำไข่เค็มเพราะจะทำให้ไข่เน่าในระหว่างการพอกไข่ ควรเลือกใช้ไข่เป็ดที่มีไข่แดงสีแดงเข้ม เพราะสีของไข่แดงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อ ไข่ที่มีสีแดงเข้มเนื่องจากมีปริมาณรงควัตถุให้สีแดงปริมาณมาก มีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่คือ ไลโปโครม (Lypochromes) และไลโอโครม (Lyochrom) กลุ่มไลโปโครมเป็นกลุ่มที่มีมากในไข่แดงประกอบด้วยกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบมากที่สุดในไข่แดงเข้าสู่ไข่โดยอาหารที่กิน (ชมภู่ ยิ้มโต และคณะ, 2555) โสภณ บุญล้ำ และจุฑามาศ กระจ่างศรี (2551) พบว่า การเสริมขมิ้นชันในอาหารไก่ไข่ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ โดยพบว่า สีแดงของไข่ไก่เพิ่มขึ้นตามระดับขมิ้นชันที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เสริมขมิ้นชันในอาหาร ขมิ้นชันจึงใช้เป็นแหล่งของรงควัตถุธรรมชาติในอาหารไก่ไข่ได้

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตไข่เค็มไชยา

1. ไข่เป็ด

ไข่เป็ดควรเป็นไข่สด เพราะการเก็บรักษาไข่ไว้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ไข่เป็ดเป็นไข่ที่เหมาะสมในการทำไข่เค็มมากกว่าไข่ไก่เพราะไข่เป็ดมีเปลือกหนาและมีจำนวนรูบนเปลือกไข่มากกกว่าไข่ไก่ (โสภณ บุญล้ำ และคณะ, 2555) การเก็บรักษาไข่เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการระเหยของน้ำและการสูญเสียก๊าซจากภายในไข่ จึงทำให้ช่องอากาศของไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น การระเหยของน้ำมาจากน้ำในไข่ขาว ส่วนก๊าซมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในไข่ การระเหยของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศที่เก็บรักษา ความหนาของเปลือกไข่ ขนาดของไข่ การสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภายในไข่จะทำให้ค่า pH ของไข่อาจสูงขึ้นถึง 9.7

ในไข่ขาว ดังนั้นการเก็บรักษาไข่จึงควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 เพื่อชะลอการระเหยของน้ำภายในไข่ เป็นต้น (วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร, 2540, หน้า 241-242)

2. ดินจอมปลวก

ดินจอมปลวกได้มาจากรังที่ปลวกสร้างขึ้น จอมปลวกเป็นรังที่เกิดจากปลวก มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันตามชนิดของปลวกที่มาสร้างรัง และมีสีแตกต่างกันด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดินเดินที่ปลวกนำมาใช้ในการสร้างรัง ปลวกจะเลือกพื้นที่ที่เป็นดอน ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากดินเค็ม ระดับน้ำใต้ดินปลวกจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน และปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญของพืช ปลวกจะทำให้ดินเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยสามารถนำดินชั้นล่างบางส่วนขึ้นมาบนผิวดิน ช่วยทำให้ดินร่วนขึ้น และเปลี่ยนไม้ที่กินเข้าไปให้กลายเป็นฮิวมัสโดยการขับถ่ายออกมา จอมปลวก หมายถึงรังของปลวกที่ไม่มีตัวปลวกแล้วมีลักษณะเป็นดินเหนียว มีความสามารถในการอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี เป็นดินที่มีค่า pH สูง เนื่องจากมีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนต และธาตุแมกนีเซียมในปริมาณสูง และมีประมาณธาตุต่าง ๆ ในดิน เช่น ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และอินทรียวัตถุสูงกว่าดินบริเวณรอบ ๆ การนำดินจอมปลวกมาพอกไข่เค็มจึงมีเนื้อดินที่เหนียวและเกาะติดเคลือบผิวไข่ได้ดี และมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง จึงรักษาความชื้นไว้ให้เกลือซึมผ่านเข้าไปในเปลือกไข่ได้ตลอดระยะเวลาการพอกไข่ เนื้อดินมีลักษณะละเอียดจึงคลุกเคล้าเข้ากันกับเกลือได้ดี (โสภณ บุญล้ำ และคณะ, 2555, หน้า 9-11; นันทวรรณ ช่างคิด และพรทิพย์ ทวีพงษ์, 2548, หน้า 17) ภูมิปัญญาของคนสมัยก่อนที่ใช้ดินจอมปลวกมาพอกทำไข่เค็มนั้นเพราะเชื่อว่าดินที่ปลวกนำมาใช้ทำรังนั้นปลอดภัยจากสารพิษทั้งปวง เมื่อปลวกปลอดภัย คนที่นำดินจอมปลวกมาใช้ก็ต้องปลอดภัยด้วย โดยไม่ต้องกลัวหรือกังวลว่าจะมีพิษภัย แจะเชื่อกันว่าในน้ำลายของปลวกมีสามาชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติพิเศษ มีประโยชน์ในการรักษาถนอมอาหารให้เก็บไว้ได้นาน ดูได้จากที่ปลวกนำอาหารมาสะสมเก็บไว้ในรังเพื่อเป็นอาหารของนางพญาและตัวอ่อน (ชนะ นาคเวช, 2552)

3. เกลือ

เกลือที่ใช้ในการผลิตไข่เค็มเป็นเกลือทะเลหรือเรียกว่าเกลือสมุทรที่ได้จากการทำนาเกลือส่วนใหญ่ใช้เกลือป่นเพราะละลายน้ำได้ง่าย เกลือถือว่าเป็นสารที่ให้รสเค็มในอาหาร มีการใช้อัตราส่วนระหว่างดินจอมปลวกกับเกลือ 3 : 1 หรือใช้อัตราส่วน 5 : 2 เกลือที่ละลายน้ำผสมในดินจอมปลวกจะแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อไข่ทำให้ไข่มีรสชาติเค็มขึ้น เกลือสามารถใช้ถนอมรักษาอาหารต่าง ๆ ได้ เพราะเกลือเป็นสารลดความชื้นหรือค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity, Aw) ใน

อาหาร เนื่องจากเกลือละลายน้ำ น้ำจะถูกแรงดึงตัวเกาะกันกับเกลือเกิดเป็น Ion hydration ขึ้น (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2520, หน้า 19)

4. ขี้เถ้าแกลบ

แกลบเป็นเป็นส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว แกลบสามารถใช้เป็นส่วนผสมในการทำอิฐและเครื่องปั้นดินเผา อาหารสัตว์ ใช้ปรับปรุงดินและทำเชื้อเพลิงได้ (สมจิตร อินทรมณี, 2520 อ้างใน อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์ และคณะ, 2550) ขี้เถ้าแกลบได้จากส่วนเหลือที่นำแกลบไปเผาเป็นเชื้อเพลิง มีสีดำมีคุณสมบัติเป็นด่าง เมื่อนำไข่เป็ดที่พอกด้วยส่วนผสมดินแล้วนำมาพอกทับด้วยแกลบ ไข่แต่ละฟองจะได้ไม่ติดกัน และสามารถรักษาความชื้นของดินจอมปลวกที่คลุกไว้ไม่ให้ไข่แห้งเร็วเกินไป

5. น้ำ

สมัยก่อนใช้น้ำบ่อมาผสมดินพอกไข่ ปัจจุบันนิยมใช้น้ำสะอาด หรือน้ำต้มสุก เพื่อละลายเกลือและส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนได้ดินพอกที่ไม่เหนียวและเหลวจนเกินไป

ขั้นตอนการทำไข่เค็มไชยา

การผลิตไข่เค็มไชยาจะใช้ไข่เป็ดที่เลี้ยงในพื้นที่ และใช้ดินจอมปลวกผสมเกลือและน้ำต้มสุกเพื่อใช้เป็นดินสำหรับพอกไข่ สุกัญญา โกมล และคณะ (2545, หน้า 51-52) ได้สรุปขั้นตอนการผลิตไข่เค็มไชยาแสดงในภาพที่ 2.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

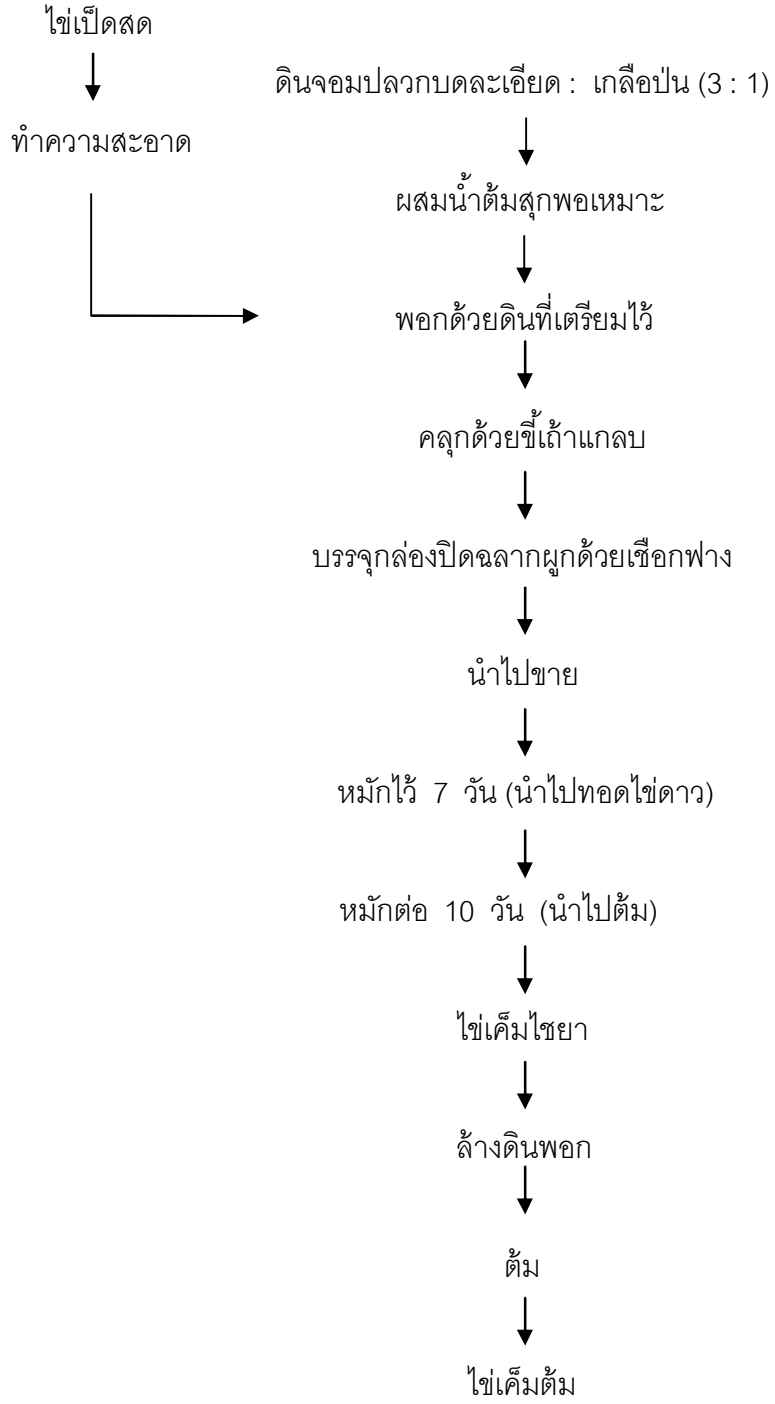
1. การเตรียมไข่เป็ด

ในการผลิตไข่เค็ม ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะมีการเตรียมไข่เป็ด โดยมีการใช้ไข่เป็ดจากผู้เลี้ยงเป็ดเจ้าประจำที่ซื้อขายกันมานาน ซึ่งผู้เลี้ยงเป็ดจะมีการคัดขนาดของไข่เป็ดก่อนนำมาส่งให้ โดยที่นิยมใช้คือ ขนาดใหญ่และขนาดกลาง ใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการคัดเลือก ในกรณีที่ไข่เป็ดสกปรกมาก ก็จะล้างทำความสะอาดก่อนแล้วพอกด้วยดินที่เตรียมไว้ทันที ซึ่งจากการลงพื้นที่ พบว่ามีการนำไข่เป็ดจากทางภาคกลางเข้ามาใช้ด้วย เนื่องจากมีราคาถูก และไข่ในพื้นที่ไม่พอเพียง โดยเฉพาะในช่วงเทศกาลที่ไข่เค็มขายดีมาก

2. การเตรียมดินสำหรับพอก

ดินที่ใช้สำหรับพอกไข่เค็มไชยา สามารถเตรียมได้โดยตวงดินและเกลือในสัดส่วนตามสูตร เติมน้ำต้มสุกพอประมาณ มีการแช่พักไว้ 1 คืน จึงค่อยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แต่ผู้ผลิตไข่เค็มบางแห่งก็มีการผสมโดยไม่ต้องแช่ค้างคืน ส่วนผสมต้องมีความเข้มข้นพอเหมาะไม่เหลวหรือ

เข้มข้นเกินไป ส่วนใหญ่ใช้มือในการผสมดิน และมีการใช้เครื่องผสมดินด้วย เนื่องจากมีการผลิตจำนวนมาก



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็มไชยา

ที่มา : สุกัญญา โกมล และคณะ, 2545, หน้า 53

3. การพอกไข่เค็มและคลุกด้วยขี้เถ้าแกลบ

นำดินที่ผสมเตรียมไว้แล้วใส่กะละมังขนาดใหญ่ จากนั้นเอาไข่ที่เตรียมไว้ คลุกลงไปในกะละมัง อาจใส่ลงไปได้ทีละหลายใบ คลุกให้ทั่วทั้งฟอง แล้วนำเอามาคลุกด้วยขี้เถ้าแกลบทันที ผู้ทำไข่เค็มปริมาณน้อย จะมีขั้นตอนประณีตมากกว่าผู้ที่ผลิตจำนวนมาก การคลุกขี้เถ้าแกลบ มีประโยชน์เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่ที่พอกดินติดกัน และช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ ผู้ผลิตไข่เค็มที่ผลิตจำนวนมาก หลังจากพอกไข่เค็มเสร็จจะนำมาวางเรียงทับซ้อนกันเป็นชั้น ๆ เพื่อรอการบรรจุ

4. การบรรจุไข่เค็มในบรรจุภัณฑ์

นำไข่เค็มที่คลุกขี้เถ้าแกลบแล้วบรรจุในถุงพลาสติกหูหิ้ว ผู้ผลิตบางรายมีการใส่ขี้เถ้าแกลบปูรองพื้นในถุงพลาสติกทั้งด้านบนและด้านล่างด้วย เพื่อป้องกันการกระแทก ผูกถุงพลาสติกนำไปบรรจุในกล่องลูกฟูกสีน้ำตาลขนาด 17×17 เซนติเมตร (กล่องใหญ่) มีฉลากบอกถึงผู้ผลิตและมีรายละเอียด วัน เดือน ปี ในการนำไป การบรรจุไข่เค็มบรรจุกล่องละ 7 ฟอง 8 ฟอง หรือ 10 ฟอง การบรรจุไข่จำนวนต่างกัน เนื่องจากไข่มีขนาดต่างกัน ใบใหญ่บรรจุน้อยลงตามลำดับ

อายุการเก็บและการแปรรูปไข่เค็ม

การรับประทานไข่เค็มไชยาสามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลายรูปแบบตามอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 2.5 อย่างไรก็ตามคำแนะนำที่ใช้ในการแปรรูปขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของดินพอกต่อเกลือซึ่งมีผลต่อความเค็มตามระยะเวลาในการพอกด้วย

ตารางที่ 2.5 ระยะเวลาและการแปรรูป

ระยะเวลาในการพอกดิน	การแปรรูป
1-5 วัน	ไข่หวาน
3-7 วัน	ทอดไข่ดาว
10-15 วัน	ไข่ต้ม
เกิน 15 วัน ขึ้นไป	ไส้ขนมหรือนำมายา

ที่มา: โสภณ บุญล้ำ และคณะ, 2555, หน้า 28

ไข่เค็มไชยามีอายุการเก็บประมาณ 1 เดือนที่อุณหภูมิปกติ หากเลยวันดังกล่าวไป ไข่จะมีรสชาติเค็มจัดและอาจเน่าเสียได้ กรณีไข่เค็มเริ่มหมดอายุตามวันที่กำหนดไว้ข้างกล่องผู้ผลิตจะนำกลับมาแกะกล่องแล้วนำไปล้างดินที่พอกออก แล้วนำไปต้มจำหน่ายทั่วไป หรืออาจนำเอาเฉพาะ

ไข่แดงออกมาทำไข่แดงอบแห้งเพื่อทำเป็นไส้ขนมต่อไปหรือนำมาแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำพริกไข่เค็ม เต้าส้อไข่เค็ม ยำไข่แดง เป็นต้น (โสภณ บุญล้ำ และคณะ, 2555, หน้า 28) วลัยรัตน์ จันทรปานนท์ (2556) กล่าวว่า ไข่เค็มไชยาควรมีลักษณะภายนอกดังนี้ คือ ดินที่พอกจะต้องพอกติดที่ผิว เมื่อล้างดินที่พอกออกแล้วทำความสะอาด ต้องไม่พบเปลือกไข่แตกร้าว หรือบุบ น้ำหนักเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบหลังจากล้างดินออกอยู่ในช่วง 70-75 กรัม และจำนวนไข่เค็มในภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก ค่าความเค็มคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของเกลือในตัวอย่างไข่เค็มขาวดิบ ควรอยู่ในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 3.3 ขึ้นไป ณ วันที่ที่แนะนำให้ผู้บริโภคเริ่มทอด และควรอยู่ในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 4.4 ขึ้นไป ณ วันที่ที่แนะนำให้ผู้บริโภคเริ่มต้ม

ใบชาดำ

ต้นชามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sinensis* ใบชาสดหากนำมาผ่านการอบไอน้ำและอากาศร้อนอย่างรวดเร็วเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส (Polyphenol oxidase) โดยไม่ผ่านกระบวนการหมัก จะได้ใบชาเขียว ส่วนใบชาดำได้จากการหมักโดยสมบูรณ์ ในกระบวนการนี้พอลิฟีนอล ออกซิเดสจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้ชาเกิดกลิ่น สี และรสชาติที่แตกต่างกันตามองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในใบชา

ในใบชาดำ (Black tea) มีรงควัตถุสีดำที่เกิดจากการออกซิเดชันของสารกลุ่มพอลิฟีนอลที่มีในใบชาโดยเอนไซม์กลุ่มพอลิฟีนอล ออกซิเดส (Shoji, 2007) สารกลุ่มพอลิฟีนอลเป็นสารกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พอลิฟีนอลที่พบในชาเขียวได้แก่ ฟลาวานอล (Flavanols) ฟลาแวนไดออล (Flavandiols) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และกรดฟีนอลิก(Phenolic acids) ซึ่งรวมแล้วมีอยู่ประมาณร้อยละ 30 (น้ำหนักแห้ง) ของใบชา สารกลุ่มฟลาวานอลที่พบมากในใบชาคือ คาเทชิน (Catechins) มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ที่สำคัญมีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิดคือ (-)-Epicatechin (EC), (-)-Epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-Epigallocatechin (EGC), และ (-)-Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) (Mukhtar and Ahmad, 2000) ประมาณร้อยละ 26 (น้ำหนักแห้ง) ของสารสกัดจากใบชาเป็นพอลิฟีนอล โดยพบว่า EGCE เป็นชนิดของคาเทชินที่พบมากที่สุด (11%) (Balentine, 1992) สารพอลิฟีนอลในชาเขียวมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์และมีมากกว่าชาดำที่ผ่านกระบวนการหมัก (Chan et al., 2011) แต่ก็มีรายงานจากนักวิจัยบางกลุ่มระบุว่า สารพอลิฟีนอลบางชนิด เช่น Theaflavin-3,3' -digallate (TF_3) ที่เกิดจากกระบวนหมักชาดำ ก็มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีเช่นกัน (Lee, K. W.,

Lee, H. J. and Lee, C. Y. 2002) สาร Theaflavins เป็นสารที่ให้รงควัตถุเฉดสีส้ม-แดง และให้รสชาติฝาด (Astringent taste) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่ม Thearubigins ซึ่งเป็นสารที่พบมากในชาดำเกิดจากการออกซิเดชันของคาเทชินแล้วเกิดปฏิกิริยารวมตัวกันเป็นสารในกลุ่ม Thearubigins มีรสชาติฝาดให้สีสนิมเหล็กจนถึงสีน้ำตาล สามารถละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติเป็นกรด และมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 700-2000 ดาลตัน ชาดำมีสาร Thearubigins อยู่ประมาณร้อยละ 10-20 และมีสาร Theaflavins ประมาณร้อยละ 1-2 โดยน้ำหนัก (Chan et al., 2011; Haslam, 2003)

สารซาปอนิน (Saponin)

สารซาปอนินเป็นสารที่พบในกากเมล็ดชา เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพมากมาย เช่น ฤทธิ์ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ฤทธิ์ ฆ่าปลาและฆ่าหอย ยับยั้งรา ยีสต์และแบคทีเรีย ยับยั้งเซลล์มะเร็งและเนื้องอก มีฤทธิ์ ยับยั้งปรสิต ไวรัสและต้านการอักเสบ สารซาปอนินจะเป็นพิษต่อสัตว์เลือดเย็นแต่กับสัตว์เลือดอุ่นแล้วสารซาปอนินมีพิษน้อยมากหากสัตว์เหล่านั้นได้รับสารนี้ทางปาก นอกจากนี้สารซาปอนินยังสลายตัวได้เองในธรรมชาติ โดยจะสลายตัวภายในเวลา 7-10 วัน จึงส่งผลให้ไม่มีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต (จรรยา ชัยเจริญพงศ์, 2556)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kaewmanee, Benjakul and Visessanguan (2009) รายงานว่า ไข่เป็ดสดทั้งฟองประกอบด้วย เปลือกไข่ร้อยละ 10.87 ไข่ขาวร้อยละ 54.73 และไข่แดงร้อยละ 33.94 การพอกดินจอมปลวกที่ผสมเกลือจะทำให้สัดส่วนน้ำหนักของไข่ขาวเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้สัดส่วนน้ำหนักของไข่แดงลดลง ปริมาณความชื้นในไข่ขาวและไข่แดงลดลงในขณะที่ปริมาณของเกลือเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการพอกไข่นานขึ้น ปริมาณของโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทั้งส่วนของไข่ขาวและไข่แดง พบว่าส่วนของน้ำมันเยิ้มในไข่แดง โดยเฉพาะบริเวณรอบนอกของไข่แดง ชนิดของไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในไข่แดงคือ ไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerols) และฟอสฟอลิปิด (Phospholipid) สัดส่วนน้ำหนักของเนื้อไข่แดงที่แข็งกับไข่แดงทั้งหมด (% Hardening ratio) และความแข็ง (Hardness) ของไข่แดงเพิ่มขึ้น และพบว่าความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) และความเหนียวติดยึด (Gumminess) เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการพอกดินนานขึ้น แสดงว่าเกลือทำให้ความแข็งของไข่แดงเพิ่มขึ้นและทำให้มีไขมันเยิ้มบริเวณผิวด้านนอกจึงแลดูมันวาวและทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสร่วนคล้ายเนื้อทรายเนื่องจากการออสโมซีสของน้ำ ภายหลังการพอกดินเป็นเวลา 14 วัน พบว่าปริมาณเกลือในไข่ขาวมีค่าร้อยละ 6.90 ปริมาณเกลือในไข่แดงบริเวณรอบ

ด้านใน (Interior egg yolk) และบริเวณรอบด้านนอก (Exterior egg yolk) มีค่าร้อยละ 0.84 และ 0.87 ตามลำดับ

อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์ และคณะ (2550) ศึกษากรรมวิธีการผลิตไข่เค็มไชยาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัฒนธรรมการผลิตไข่เค็มไชยา ลักษณะคุณภาพของไข่เค็มไชยาจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ และแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตไข่เค็มไชยา พบว่าการผลิตไข่เค็มไชยาโดยชาวอำเภอไชยามีลักษณะแตกต่างจากการผลิตจากแหล่งอื่น คือพอกไข่ด้วยดินจอมปลวก ดินจึงเกาะเปลือกไข่ได้ดี แล้วจึงนำมาคลุกขี้เถ้าแกลบ (แกลบเผา) ปัจจุบันมีการผลิตไข่เค็มในเชิงธุรกิจเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดธุรกิจอื่น ๆ ตามมา เช่น การเลี้ยงเป็ด การขายดินจอมปลวกและขี้เถ้าแกลบ เป็นต้น ลักษณะคุณภาพของไข่เค็มไชยาจากการผลิตด้วยวิธีดองน้ำเกลือร้อยละ 20 พอกด้วยดินจอมปลวกแดงและพอกด้วยดินจอมปลวกดำเป็นเวลา 15 วัน พบว่า คุณลักษณะด้านน้ำหนัก ปริมาณเกลือ ค่า pH ความสูงของไข่แดง ไม่แตกต่างกัน ด้านสีมีความแตกต่างกัน (p<0.05) ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา การทดสอบทางประสาทสัมผัสไข่เค็มจากการผลิตทั้ง 3 วิธี พบว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความร่วนไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ด้านสี รสเค็มและความชอบรวมแตกต่างกัน (p<0.05) ไข่เค็มที่ดองด้วยน้ำเกลือ พอกด้วยดินจอมปลวกแดงและพอกด้วยดินจอมปลวกดำ มีประมาณเกลือในไข่ขาวร้อยละ 4.8, 5.1 และ 4.4 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม โดยผลิตเป็นไข่เค็มสมุนไพรใบเตยและไข่เค็มสมุนไพรใบเตยผสมไอโอดีน มีการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน (p>0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับไข่เค็มที่พอกด้วยดินจอมปลวกแดง

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล (2545) ศึกษาผลของเกลือและปริมาณวัสดุเหลือทิ้ง (กากซอส) จากโรงงานผลิตซอสปรุงรสที่มีต่อคุณภาพของไข่เค็มพอกโดยแปรปริมาณเกลือ (ร้อยละ 35, 40 และ 45 โดยน้ำหนักดิน) และปริมาณกากซอส (ร้อยละ 45, 50 และ 55 โดยน้ำหนักดิน) ใช้ระยะเวลาในการพอก 35 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ปริมาณเกลือ และสีของไข่ขาวและไข่แดง ในระหว่างการพอกทุก ๆ 5 วัน และทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นซอส รสเค็ม ลักษณะเนื้อสัมผัสในไข่ขาว สี ลักษณะเนื้อสัมผัสไข่แดงความเป็นมันเยิ้ม รสเค็ม รวมทั้งความชอบของไข่เค็มทั้งฟอง โดยใช้ 9-point Hedonic Scale เพื่อให้ได้สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด พบว่าปริมาณเกลือและปริมาณกากซอสที่เหมาะสมในการผลิตไข่เค็มพอก คือ ร้อยละ 35 และ 45 โดยน้ำหนักดินตามลำดับ การศึกษาผลของเกลือและปริมาณกากซอสที่มีต่อคุณภาพของไข่เค็มพอก พบว่าปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อน้ำหนักของไข่ทั้งฟองอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p> 0.05) แต่มีผลต่อปริมาณการแทรกซึมเกลือเข้าไปในไข่เค็ม สีของไข่ขาวและสีแดงของไข่แดงอย่าง

มีนัยสำคัญ (p<0.05) ส่วนปริมาณกากซอสที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อน้ำหนักของไข่เค็มอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) แต่มีผลต่อปริมาณเกลือในไข่เค็มพอก สีของไข่ขาว และสีแดงของไข่แดงอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาการพอกไข่นานขึ้น ปริมาณการแทรกซึมเกลือสูงขึ้น น้ำหนักของไข่เค็มจะเริ่มคงที่ สีแดงในไข่เค็มเข้มขึ้นและสีขาวในไข่ขาวคล้ำลง สำหรับการทดลอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มพอกพบว่า สีส้มแดง ความเป็นมันเยิ้ม รสเค็ม เนื้อสัมผัสของไข่แดง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05) ในขณะที่รสเค็ม กลิ่นซอส เนื้อสัมผัสของไข่ขาวของไข่เค็มพอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ชมภู่ ยิ้มโต, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และหทัยรัตน์ ริมคีรี(2544) ผลิตไข่เค็มโดยใช้เยื่อฟางข้าวที่ผ่านกระบวนเตรียมในสารละลายด่างแทนดินพอกไข่ และลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์โดยใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วน การใช้เยื่อฟางข้าวผสมกับโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 60 และโพแทสเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 40 พอกไข่เก็บไว้ในเก็บในถุงพลาสติกเป็นเวลา 25 วัน พบว่า ไข่ขาวมีค่าสี L, a, b เท่ากับ 54.2, -2.07 และ 40.70 มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 3.98 มีค่า pH 7.6 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าร้อยละ 82.07, 11.14, 0.22 และ 2.59 ตามลำดับ มีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความเหนียวยึดติดเท่ากับ 3.55 และ 1.28 นิวตัน ตามลำดับ และค่าความเหนียวติดกันเท่ากับ 0.29 นิวตันมิลลิเมตร ไข่แดงมีค่าสี L, a, b เท่ากับ 64.18, 51.11 และ 126.18 ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.71 มีค่า pH 6.2 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าร้อยละ 34.78, 20.15, 40.40 และ 2.96 ตามลำดับ ค่ามีความแข็ง ค่าความเหนียวยึดติดเท่ากับ 29.30 และ 2.97 นิวตัน ตามลำดับ และค่าความเหนียวติดกันเท่ากับ 0.006 นิวตันมิลลิเมตร พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม ไม่พบเชื้อยีสต์และรา *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *E. coli* และโคลิฟอร์ม ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ไข่เค็มโซเดียมต่ำพอกด้วยเยื่อฟางข้าวระดับปานกลางและยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 78

ชมภู่ ยิ้มโต และคณะ (2555) พบว่าไข่เค็มดองมีส่วนผสมของเกลือร้อยละ 21.5 และน้ำร้อยละ 78.5 และไข่เค็มพอก มีส่วนผสมของเกลือร้อยละ 35 น้ำร้อยละ 15 และดินจอมปลวกร้อยละ 50 โดยใช้ขุยมะพร้าวคลุกไข่เค็มที่พอกแล้ว ผลการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไข่เค็มดอง และพอกขุยมะพร้าวด้านคุณลักษณะปรากฏ สีไข่ขาว สีไข่แดง กลิ่น เนื้อสัมผัสของไข่ขาว ไข่แดง รส เค็มของไข่ขาว รสเค็มของไข่แดง ความมันของไข่แดง รสชาติรวม และความชอบรวมในระดับ ปานกลางถึงมาก ตรวจวัดคุณภาพของไข่เค็มพบว่าไข่ขาวไข่เค็มดองมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 42.87 ,-3.10 และ 12.90 ค่า a_w

1 ความเค็ม 2.50 ไข่แดงไข่เค็มดองมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 23.04, 5.2 และ 11.17 ค่า a_w 0.76 ความเค็ม 0.50 ไข่ขาวไข่เค็มพอกขุยมะพร้าวมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 38.03, -3.86 และ14.55 ค่า a_w 0.97 ความเค็ม 4.66 ไข่แดงไข่เค็มพอกขุยมะพร้าวมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 25.57, 8.50 และ 26.70 ค่า a_w 0.64 ความเค็ม 0.50 ผู้บริโภคยอมรับไข่เค็มที่ได้จากการดองและพอกขุย มะพร้าวผู้ทดสอบส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงร้อยละ 76 อายุส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 36-40 ปีร้อยละ 26 จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีร้อยละ 70 ประกอบอาชีพข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ของรัฐร้อยละ 50 มีรายได้มากกว่า 9,001 บาทต่อเดือน ผู้บริโภคชอบรับประทานไข่เค็มร้อยละ 84 ซื้อไข่เค็มจากตลาด ห้างสรรพสินค้า ร้านค้าสะดวกซื้อ นิยมซื้อไข่เค็มพอกคลุกขี้เถ้าแกลบสีดำ ไข่เค็มต้มพร้อมรับประทาน มักซื้อไข่เค็ม 2 ฟอง/เดือน โดยนำมารับประมานกับข้าวต้มหรือข้าวสวยยำไข่เค็ม รับประทานไข่เค็มในไส้ซาลาเปา ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกซื้อไข่เค็ม ให้ความสำคัญกับความสะอาด วัน/เดือน/ปี ผลิต หมดอายุ และลักษณะปรากฏภายนอก ผู้บริโภคยอมรับไข่เค็มพอกขุยมะพร้าว เพราะเห็นว่าผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติ สะอาดและปลอดภัย แปลกใหม่ น่าสนใจ เป็นทางเลือกใหม่ในการบริโภค และช่วยลดต้นทุนในการผลิต

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

ไข่เป็ด ดินจอมปลวก

นำไข่เป็ดสดมีอายุการเก็บไม่เกิน 5 วัน นับจากเป็ดออกไข่ ทำความสะอาดโดยใช้สำลีชุบน้ำพอหมาดเช็ดไข่ที่เปื้อนดินโคลนและขี้เป็ด ใช้ไข่เป็ดน้ำหนักประมาณ 55-65 กรัม ได้จากผู้เลี้ยงเป็ดในอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดินจอมปลวกได้จากอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. จานเพาะเชื้อ
2. ปิเปต ขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
3. หลอดทดลองพร้อมฝา ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์
5. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (TKA รุ่น Stero clave 24)
6. บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
7. ถ้วยโลหะหาความชื้น (Moisture can)
8. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
9. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
10. บีกเกอร์ ขนาด 100 และ 250
11. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Satoriuos รุ่น CPA224S)
12. เตาเผา (Protherm รุ่น 442T)
13. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
14. ตู้อบแห้งลมร้อน (redLINE RF รุ่น RF 115)
15. ตู้บ่มเชื้อ (redLINE RI รุ่น RI 115)
16. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Brookfield รุ่น CT3 Version 2.1)
17. เครื่องวัดค่าสี (Minota รุ่น CR-400)
18. เครื่องวัดค่า pH (Mettler toledo รุ่น FE20-LE407)
19. ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม ได้แก่ แก้วน้ำ ถาดพลาสติก ถ้วยพลาสติก ช้อน และแบบทดสอบการประเมินด้านประสาทสัมผัส

สารเคมี

1. โปแตสเซียมโครเมต (K_2CrO_4)
2. ซิลเวิร์ไนเตรต ($AgNO_3$) Bovine serum albumin (BSA)
3. โปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl)
4. น้ำกลั่น
5. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Standard plate count agar (PCA)
2. Potato dextrose agar (PDA)
3. Baird-Parker medium
4. Tryptic soy broth
5. Brain heart infusion (BHI) broth
6. Coagulate plasma
7. Peptone dilution
8. Tryptose-sulfite-cycloserine (TSC) agar
9. Chopped liver broth
10. Rappaport-Vassiliadis (RV) medium
11. Xylose lysine desoxycholate agar (XLD)

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมกากชา

ใช้กากชาดำ (Black tea waste) ที่ผ่านการชงชามาแล้ว โดยได้มาจากร้านค้า นำกากชามาห่อด้วยผ้าขาวบาง ล้างน้ำ 2 ครั้ง ทำให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 35 Mesh บรรจุใส่ถุงพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2. การเตรียมดินจอมปลวก

นำดินจอมปลวกมาบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 35 Mesh แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

3. การพอกไข่เค็มไชยา

เตรียมดินพอกไข่ โดยนำดินจอมปลวก 3 ส่วน เกลือป่น 1 ส่วน ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน เติมน้ำต้มสุก (รอให้อุ่นประมาณ 50 องศาเซลเซียส) ลงไป น้ำที่เติมจะต้องทำให้ดินมีความข้นพอเหมาะไม่ข้นหรือไม่เหลวจนเกินไปผสมกวนให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที นำไข่ลงไปคลุกเพื่อให้ดินพอกไข่จนทั่ว (ความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) แล้วนำมาคลุกขี้เถ้าแกลบ นำมาเก็บใส่ไว้ในถุงพลาสติกหูหิ้ว บรรจุเก็บไว้ในกล่องกระดาษอีกครั้ง แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 วัน

4. การพอกไข่เค็มไชยา โดยศึกษาปริมาณกากชาที่เหมาะสมสำหรับพอกไข่

ศึกษาการผลิตไข่เค็มไชยา โดยศึกษาปริมาณของกากชาที่เหมาะสมในการพอกไข่ดังนี้ คือชุดควบคุม (ไม่มีกากชา) กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 10, 20 และ 30 จากการทดสอบพบว่าจะต้องใช้ปริมาณน้ำให้เหมาะสมเพื่อปรับสภาพทำให้กากชาสามารถอุ้มน้ำไว้และเพื่อให้ส่วนผสมเกาะติดกับไข่ได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำให้เหมาะกับการกระจายตัวของกากชา ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของกากชาแห้งเมื่อรวมตัวกับน้ำ

ปริมาณกากชาแห้ง (กรัม)	**ปริมาณน้ำต้มสุกที่ใช้ (กรัม)**	**ลักษณะ**
0 (ไม่มีกากชา)	250	-
60	250	ปริมาณน้ำน้อยเกินไป กากชาไม่กระจายตัว
	375	ปริมาณน้ำพอดี กากชาเกิดการกระจายตัวไม่เหลวเกินไป
	500	ปริมาณน้ำมากเกินไป กากชากระจายตัวแต่มีน้ำมาก
120	500	ปริมาณน้ำน้อยเกินไป กากชาไม่กระจายตัว
	625	ปริมาณน้ำพอดี กากชาเกิดการกระจายตัวไม่เหลวเกินไป
	750	ปริมาณน้ำมากเกินไป กากชากระจายตัวแต่มีน้ำมาก
180	750	ปริมาณน้ำน้อยเกินไป กากชาไม่กระจายตัว
	875	ปริมาณน้ำพอดี กากชาเกิดการกระจายตัวไม่เหลวเกินไป
	1000	ปริมาณน้ำมากเกินไป กากชากระจายตัวแต่มีน้ำมาก

เมื่อสังเกตการกระจายตัวของกากชาพบว่าเมื่อเพิ่มกากชา อัตราส่วนระหว่างปริมาณกากชากับน้ำ (กรัม) ที่เหมาะสมทำให้กากชาอุ้มน้ำและกระจายตัวได้ คือ 60:375, 120:625 และ 180:875 ดังนั้น ปริมาณส่วนผสมที่ใช้เพื่อให้สามารถพอกไข่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตไข่เค็มแสดงในภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมที่ใช้ในการพอกไข่เค็ม

	กากชา			
ส่วนผสม (กรัม)	**ชุดควบคุม (ไม่มีกากชา)**	10%	20%	30%
ดินจอมปลวก	600	540	480	420
กากชา	-	60	120	180
น้ำต้มสุก	250 (1 เท่า)	375 (1.5 เท่า)	625 (2.5 เท่า)	875 (3.5 เท่า)
เกลือ	200	200	200	200

5. ตรวจวัดผลไข่เค็มพอกทุก ๆ 3 วัน เป็นเวลา 24 วัน โดยตรวจสอบสมบัติทางเคมี และกายภาพ โดยใช้ผลวัดจากไข่เค็ม 6 ฟอง ดังนี้

1) ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) ในไข่แดงและไข่ขาว

2) ค่า pH ในไข่แดงและไข่ขาว

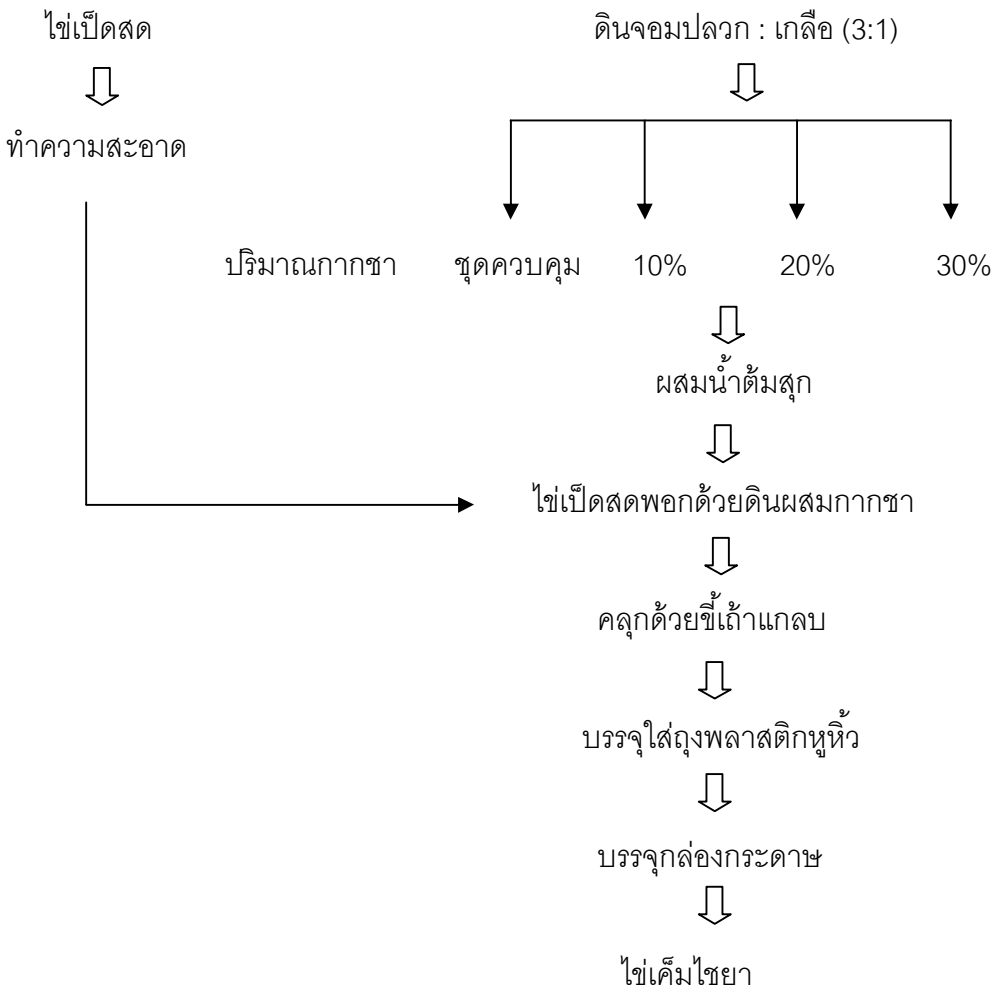
3) ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ในไข่แดงและไข่ขาว

4) น้ำหนักของไข่แดงและไข่ขาว

5) น้ำหนักไข่ทั้งฟอง

6) ค่าสีของไข่แดงและไข่ขาว โดยใช้เครื่องวัดค่าสี

7) ความแข็ง (Hardness) ของไข่แดง โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ตั้งค่าการวัดแบบ Compression โดยกำหนดค่าการวัดระยะจากผิวหน้าลงไปจนถึงจุดกึ่งกลางของไข่แดง เป็นเวลา 3 วินาที ใช้หัววัด TA 39 โดยหัววัดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.50 มิลลิเมตร/วินาที



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชา

6. ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำไข่เค็มภายหลังการพอกดินเป็นเวลา 14 และ 21 วัน ต้มน้ำเดือดนาน 10 นาที ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีของไข่แดงและไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดงและไข่ขาว และความชอบโดยรวม ด้วยแบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี Hedonic scale 9 points (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม จำนวน 30 คน

7. ตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

นำไข่เค็มภายหลังการพอกดินเป็นเวลา 21 วัน ต้มน้ำเดือดนาน 10 นาที ตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม ดังนี้

1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001)

2) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (BAM, 2001)

3) *Salmonella* spp. (BAM, 2014)

4) *Clostridium perfringens* (BAM, 2001)

5) *Staphylococcus aureus* (BAM, 2001)

8. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสำหรับคุณสมบัติทางเคมี และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบรูณ์สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสถิติ SPSS version 21.0 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยสำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์

9. การทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป

ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีของไข่แดงและไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดงและไข่ขาว และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส Hedonic scale 9 points กับผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 100 คน ที่คุ้นเคยและบริโภคไข่เค็ม (ค่าเฉลี่ยที่ได้คะแนน ≥ 6.0 ถือว่าได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบรูณ์สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยวิธี Duncan's multiple range test และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านความแตกต่างทางประชากรศาสตร์กับการยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05) โดยวิธี Linear regression ด้วยโปรแกรมสถิติ SPSS version 21.0

10. ศึกษาอัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่

ศึกษาอัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่โดยคำนวณอัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาปริมาณของกากชาที่ใช้เป็นส่วนผสมดินพอกไข่เค็มทดแทนดินจอมปลวก โดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 0 (ไม่มีกากชา) 10, 20 และ 30 โดยติดตามผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพในระหว่างการพอกทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 24 วัน ศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไข่เค็มภายหลังการพอกในวันที่ 14 และ 21 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ภายหลังการพอกในวันที่ 21 และศึกษาอัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่ได้ผลดังนี้

4.1 ผลการตรวจสอบสมบัติทางเคมี และกายภาพ

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าการพอกไข่โดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 40 ไม่สามารถทำให้ดินจอมปลวกและกากชายึดเกาะติดกับไข่ได้จึงเลือกใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 จากการทดลองพบว่าดินจอมปลวก กากชาและเกลือที่ใช้มีความชื้นร้อยละ 7.5±0.10, 14.9±0.06 และ 1.7±0.16 ตามลำดับ ภายหลังการพอกไข่โดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 แล้วนำไข่แดงและไข่ขาวดิบมาวัดปริมาณของเกลือทุก ๆ 3 วันพบว่าปริมาณเกลือในไข่แดงและไข่ขาวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการพอกนานขึ้น (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) การพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาของแต่ละสูตร พบว่าไข่แดงมีค่าปริมาณเกลือใกล้เคียงกันเมื่อระยะเวลาในการพอกนานขึ้น ปริมาณเกลือในไข่แดงทั้ง 4 สูตร ภายหลังการพอกเป็นเวลา 18 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) แต่สูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 ในไข่ขาวมีปริมาณเกลือน้อยกว่าสูตรควบคุม (ไม่มีกากชา) และสูตรกากชาร้อยละ 20 (p<0.05) อาจเป็นเพราะปริมาณกากชามีผลต่อการแทรกซึมผ่านของเกลือไปยังไข่ เมื่อพอกไข่เป็นระยะเวลา 24 วัน สูตรควบคุม กากชาร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่าเกลือในไข่แดงร้อยละ 0.78±0.15, 0.83±0.17, 0.63±0.10 และ 0.46±0.12 ตามลำดับ ส่วนไข่ขาวมีค่า 5.93±0.66, 5.27±0.94, 4.43±0.50 และ 4.82±0.16 ตามลำดับ สังเกตได้ว่าเมื่อปริมาณกากชาเพิ่มมากขึ้น (20 และ 30%) การเกาะตัวกันของดินจอมปลวกผสมกากชากับไข่เริ่มลดลง และกากชาอาจดูดซับโมเลกุลของเกลือไว้ดังนั้นการแทรกซึมของเกลือไปยังไข่ขาวจึงลดลง ทำให้สูตรกากชาร้อยละ10, 20 และ 30 มีปริมาณเกลือในไข่ขาวน้อยกว่าสูตรควบคุม

ตารางที่ 4.1 ปริมาณเกลือ (%) ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	$0.14\pm0.03^{e;NS}$	0.15 ± 0.03^{d}	0.13 ± 0.03^{d}	0.14 ± 0.03^{e}
3	$0.23\pm0.04^{e;NS}$	0.21 ± 0.05^{d}	0.23 ± 0.04^{d}	0.20 ± 0.05^{de}
6	$0.39\pm0.12^{d;A}$	$0.28\pm0.09^{d;AB}$	$0.35\pm0.10^{c;AB}$	$0.25\pm0.07^{d;B}$
9	$0.46\pm0.08^{d;A}$	$0.47\pm0.08^{c;A}$	$0.44\pm0.11^{bc;A}$	$0.46\pm0.09^{d;B}$
12	$0.56\pm0.15^{c;NS}$	0.60 ± 0.03^{bc}	0.60 ± 0.19^{b}	0.68 ± 0.12^{c}
15	$0.59\pm0.12^{bc;AB}$	$0.48\pm0.05^{c;B}$	$0.64\pm0.12^{a;A}$	$0.58\pm0.05^{ab;A}$
18	$0.72\pm0.12^{ab;NS}$	0.70 ± 0.22^{ab}	0.68 ± 0.15^{a}	0.62 ± 0.13^{b}
21	$0.70\pm0.12^{ab;NS}$	0.67 ± 0.16^{b}	0.68 ± 0.27^{a}	0.70 ± 0.13^{a}
24	$0.78\pm0.15^{a;AB}$	$0.83\pm0.17^{a;A}$	$0.63\pm0.10^{a;B}$	$0.46\pm0.12^{c;C}$

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเกลือ (%) ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	0.60 ± 0.10^{d}	$0.50\pm0.08^{d;NS}$	0.49 ± 0.10^{d}	0.52 ± 0.08^{e}
3	$1.62\pm0.41^{c;AB}$	$1.77\pm0.38^{c;A}$	$1.39\pm0.16^{c;AB}$	$1.23\pm0.30^{e;B}$
6	2.90 ± 1.13^{b}	$2.60\pm0.86^{c;NS}$	2.45 ± 0.46^{b}	2.20 ± 0.32^{d}
9	$3.46\pm1.15^{b;A}$	$3.69\pm0.36^{b;A}$	$2.91\pm0.32^{b;B}$	$3.00\pm1.51^{c;B}$
12	$3.64\pm0.81^{b;AB}$	$4.59\pm1.17^{ab;A}$	$4.03\pm0.36^{a;AB}$	$3.20\pm0.49^{bc;B}$
15	$5.17\pm0.55^{a;A}$	$4.50\pm1.28^{ab;AB}$	$3.98\pm0.65^{a;BC}$	$3.49\pm0.25^{bc;C}$
18	$6.05\pm0.99^{a;A}$	$4.56\pm0.87^{ab;B}$	$4.30\pm0.46^{a;B}$	$3.88\pm0.82^{b;B}$
21	$5.95\pm0.25^{a;A}$	$4.80\pm0.59^{a;B}$	$4.47\pm0.33^{a;B}$	$4.74\pm0.68^{a;B}$
24	$5.93\pm0.66^{a;A}$	$5.27\pm0.94^{a;AB}$	$4.43\pm0.50^{a;C}$	$4.82\pm0.16^{a;BC}$

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ปริมาณการแทรกซึมของเกลือในไข่แดงมีเริ่มมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการพอกนานขึ้น เนื่องจากเกิดการออสโมซีสของน้ำ โปรตีนเกาะกันแน่นขึ้นจึงบีบให้ลิปิดในไข่แดงไหลเยิ้มออกมาบริเวณผิวด้านนอกของไข่แดงจึงไปขัดขวางการแทรกซึมของเกลืออีกทางหนึ่ง ลิปิดที่พบในไข่แดงประกอบด้วยไตรแอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) ฟอสฟอลิปิด (Phospholipid) และไดแอซิลกลีเซอรอล (Diacylglycerol) (Kaewmanee, Benjakul and Visessanguan, 2009) ทำให้ไข่แดงมีลักษณะมันเยิ้มเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงค่า pH ของไข่แดงและไข่ขาวดิบภายหลังการพอกไข่เป็นเวลา 24 วัน ค่า pH ไข่แดงพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาตลอดระยะการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 3 วัน พบว่า ค่า pH เริ่มต้น (วันที่ 0) ของไข่แดง คือ 6.17-6.34 (ตารางที่ 4.3) เมื่อระยะเวลาการพอกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการพอกไข่เค็มพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา 24 วัน สูตรควบคุมมีค่า pH 6.24±0.12 สูตรกากชาร้อยละ 10 มีค่า 6.43±0.09 สูตรกากชาร้อยละ 20 มีค่า 6.36±0.02 และสูตรกากชาร้อยละ 30 มีค่า 6.35±0.10 ส่วนค่า pH ไข่ขาวพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาตลอดระยะการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 3 วัน มีค่าเริ่มต้น 8.34-8.90 ถือว่ามีความเป็นด่างอ่อน ค่า pH ของไข่จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์เป็ดและอาหารที่เกษตรกรใช้เลี้ยงเป็ด ชมพู่ ยิ้มโต (2543) พบว่าค่า pH เริ่มต้นของไข่เป็ด ในส่วนของไข่แดงและไข่ขาวมีค่า 6.24 และ 8.65 ตามลำดับ การพอกไข่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น การสูญเสียสารเคลือบบริเวณเปลือกไข่ การสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางรูของเปลือกไข่ อาจเป็นสาเหตุให้ pH ไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และการซึมของกรดฟอสฟอริกในไข่แดงออกมาในส่วนของไข่ขาว จึงทำให้ไข่แดงมีแนวโน้มค่า pH เพิ่มขึ้น จนถึงวันที่ 18 และเริ่มลดลงในวันที่ 21 และ 24 การที่ pH เริ่มลดลงเมื่อการเก็บนานขึ้นอาจเกิดจากเริ่มมีการเสื่อมเสียของไข่เนื่องมาจากจุลินทรีย์ ส่วนไข่ขาวมีแนวโน้มค่า pH ลดลงเมื่อพอกไข่เป็นเวลานานขึ้นตลอดระยะเวลาการพอก เป็นไปในทำนองเดียวกันกับรายงานของ ชมพู่ ยิ้มโต (2543) ที่ผลิตไข่เค็มชนิดโซเดียมต่ำโดยใช้เยื่อฟางข้าวพอกไข่ พบว่า ค่า pH ของไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและไข่ขาวมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการพอกไข่ จากการทดลองเมื่อพอกไข่เป็นเวลา 24 วัน พบว่าปริมาณกากชาทั้ง 4 ระดับ (0, 10, 20 และ 30%) ไม่มีผลต่อค่า pH (p>0.05) โดยที่สูตรควบคุม มีค่า pH 7.61±0.33 สูตรกากชาร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่า 7.60±0.14, 7.66±0.15 และ 7.59±0.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 ค่า pH ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	6.17±0.05$^{c;NS}$	6.27±0.13^{c}	6.22±0.04^{d}	6.34±0.35^{c}
3	6.37±0.20$^{b;NS}$	6.48±0.13^{bc}	6.26±0.26^{d}	6.39±0.21^{c}
6	6.47±0.18$^{b;NS}$	6.52±0.18^{b}	6.35±0.16^{cd}	6.43±0.24^{c}
9	6.47±0.18$^{b;NS}$	6.31±0.25^{bc}	6.32±0.18^{cd}	6.28±0.22^{c}
12	6.49±0.07$^{b;A}$	6.52±0.21$^{b;A}$	6.47±0.15$^{c;AB}$	6.28±0.18$^{c;B}$
15	6.92±0.18$^{a;NS}$	6.57±0.17^{a}	6.57±0.15^{b}	6.82±0.10^{a}
18	6.80±0.10$^{a;NS}$	6.84±0.12^{a}	6.82±0.07^{a}	6.76±0.09^{b}
21	6.38±0.12$^{b;NS}$	6.36±0.16^{bc}	6.29±0.03^{cd}	6.37±0.07^{c}
24	6.44±0.12$^{b;NS}$	6.43±0.09^{bc}	6.36±0.02^{cd}	6.35±0.10^{c}

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.4 ค่า pH ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	8.74±0.09$^{a;AB}$	8.34±0.55$^{a;B}$	8.90±0.18$^{a;A}$	8.88±0.30$^{a;A}$
3	8.21±0.35$^{bc;NS}$	8.08±0.97^{ab}	7.73±0.88^{c}	7.43±0.37^{e}
6	8.08±0.49$^{bc;NS}$	8.29±0.50^{a}	8.09±0.28^{bc}	8.07±0.33^{bc}
9	8.37±0.40$^{ab;NS}$	8.00±0.34^{ab}	8.15±0.39^{bc}	8.00±0.29^{cd}
12	8.00±0.41$^{bcd;NS}$	7.93±0.25^{ab}	7.78±0.38^{bc}	7.68±0.28^{de}
15	8.09±0.43$^{bc;NS}$	8.19±0.36^{ab}	8.17±0.24^{bc}	8.34±0.10^{b}
18	8.33±0.22$^{ab;NS}$	8.12±0.32^{ab}	8.32±0.34^{b}	8.10±0.18^{bc}
21	7.77±0.28$^{cd;NS}$	7.80±0.20^{ab}	7.87±0.56^{bc}	7.95±0.10^{cd}
24	7.61±0.33$^{d;NS}$	7.60±0.14^{b}	7.66±0.15^{c}	7.59±0.30^{e}

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.5 และ 4.7 แสดงปริมาณความชื้นในไข่แดงและไข่ขาวพบว่าเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้น ปริมาณความชื้นในไข่แดง พอกด้วยกากชาทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 4.5) มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด (p<0.05) สอดคล้องกับน้ำหนักของไข่แดงที่ลดลง (ตารางที่ 4.6) ในขณะที่ปริมาณความชื้นในไข่ขาวสูตรกากชาร้อยละ 0 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่เกลือแพร่เข้าไปในไข่ขาว ของเหลวในไข่ขาวก็มีการสูญเสียออกมานอกไข่ ค่าความชื้นในไข่ขาวสูตรกากชาร้อยละ 10 และ 30 มีค่าลดลงเล็กน้อย และพบว่าน้ำหนักของไข่ขาวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.8) เมื่อมีการแทรกซึมของเกลือเข้าไปในไข่ขาว

ตารางที่ 4.5 ปริมาณความชื้น (%) ในไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

	กากชา			
ระยะเวลา (วัน)	0% **(ไม่มีกากชา)**	10%	20%	30%
0	42.23±5.49$^{a;NS}$	41.60±11.07^{a}	44.42±3.31^{a}	44.41±9.87^{a}
3	33.12±3.70$^{b;NS}$	40.06±5.71^{a}	34.28±11.63^{b}	36.41±7.61^{b}
6	26.88±6.92$^{c;A}$	24.41±8.10$^{b;AB}$	23.54±2.36$^{c;AB}$	21.80±3.30$^{c;AB}$
9	20.46±4.34$^{d;NS}$	18.20±1.79^{bc}	17.42±2.40^{c}	19.44±3.51^{c}
12	19.65±1.80$^{d;A}$	15.20±4.39$^{c;B}$	18.48±1.20$^{c;AB}$	17.13±3.92$^{c;AB}$
15	17.50±1.07$^{d;C}$	18.77±1.27$^{bc;BC}$	20.23±1.74$^{c;AB}$	21.65±2.33$^{c;A}$
18	18.21±1.18$^{d;NS}$	20.06±4.12^{bc}	18.96±1.73^{c}	18.41±2.91^{c}
21	17.91±2.83$^{d;NS}$	18.64±1.84^{bc}	19.77±6.76^{c}	18.54±2.75^{c}
24	16.70±2.88$^{d;NS}$	17.04±3.45^{c}	18.55±1.18^{c}	18.22±2.18^{c}

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.6 น้ำหนัก (กรัม) ของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	23.50±2.48$^{a;B}$	23.85±1.89$^{a;B}$	27.42±1.58$^{a;A}$	24.05±3.34$^{a;B}$
3	20.25±2.36$^{b;B}$	21.43±2.39$^{b;AB}$	23.91±3.06$^{b;A}$	22.26±1.82$^{ab;AB}$
6	18.99±1.20$^{b;NS}$	18.85±2.97^{cd}	21.11±2.59^{c}	20.37±1.90^{bcd}
9	20.01±2.94$^{b;AB}$	16.92±1.28$^{cde;C}$	18.79±2.06$^{c;BC}$	21.45±1.76$^{bd;A}$
12	18.50±1.00$^{bc;B}$	17.19±1.13$^{cde;B}$	18.65±2.39$^{c;B}$	21.30±2.08$^{bc;A}$
15	18.84±1.75$^{b;A}$	16.48±1.78$^{de;B}$	19.34±2.23$^{c;A}$	18.63±0.92$^{de;A}$
18	18.16±2.33$^{bcd;B}$	15.63±1.37$^{e;C}$	20.61±1.03$^{c;A}$	18.86±2.36$^{cde;AB}$
21	16.05±1.41$^{cd;NS}$	17.96±3.06^{cde}	18.99±2.30^{c}	17.09±1.97^{e}
24	15.96±1.75$^{d;B}$	19.19±0.55$^{bc;A}$	18.56±0.78$^{c;A}$	19.65±1.48$^{bcde;AB}$

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณความชื้น (%) ในไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	84.59±5.00$^{ns;NS}$	86.97±1.22^{ab}	85.22±2.75^{ns}	87.28±1.03^{a}
3	83.50±5.47^{NS}	84.29±4.29^{abc}	85.85±0.78	86.71±0.72^{ab}
6	84.40±1.87^{B}	87.65±3.67$^{a;A}$	85.24±1.50^{AB}	85.03±1.94$^{bc;AB}$
9	83.83±0.94^{NS}	82.10±5.55^{bc}	82.75±6.79	85.30±1.25^{bc}
12	84.37±1.89^{NS}	84.47±5.57^{abc}	85.66±1.12	85.97±0.59^{abc}
15	84.50±1.41^{NS}	83.87±3.45^{abc}	85.71±0.39	84.13±3.51^{c}
18	85.06±1.41^{A}	82.60±1.60$^{abc;B}$	84.93±0.97^{A}	85.58±0.72$^{abc;A}$
21	83.16±3.05^{AB}	81.21±4.18$^{c;B}$	85.45±0.53^{A}	84.69±0.50$^{c;A}$
24	84.36±1.60^{AB}	81.61±5.31$^{bc;B}$	85.34±0.60^{A}	85.02±0.33$^{bc;AB}$

หมายเหตุ : ns หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.8 น้ำหนัก (กรัม) ของไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา 0% (ไม่มีกากชา)	กากชา 10%	กากชา 20%	กากชา 30%
0	28.36±2.88$^{c;NS}$	23.85±2.71^{d}	25.95±4.55^{d}	26.16±4.47^{d}
3	30.70±3.59$^{bc;NS}$	28.56±1.12^{bc}	31.14±2.27^{bc}	31.90±5.41^{abc}
6	32.84±2.06$^{ab;NS}$	27.64±1.48$^{cd;B}$	29.02±1.96$^{cd;B}$	28.71±1.48$^{cd;B}$
9	30.01±3.11$^{bc;NS}$	31.90±4.33^{abc}	33.42±1.86^{ab}	32.23±2.74^{abc}
12	33.20±4.58$^{ab;NS}$	31.36±4.46^{abc}	33.96±2.93^{ab}	35.27±2.93^{a}
15	35.65±2.72$^{a;A}$	32.53±3.61$^{ab;AB}$	33.69±3.49$^{ab;AB}$	29.70±3.70$^{bcd;B}$
18	33.96±3.48$^{ab;NS}$	30.72±3.68^{abc}	33.48±2.30^{ab}	32.38±2.09^{abc}
21	35.89±2.95$^{a;NS}$	33.59±4.20^{a}	34.89±2.96^{a}	33.22±2.31^{ab}
24	30.13±2.81$^{bc;B}$	31.02±1.99$^{abc;B}$	30.29±1.67$^{bc;B}$	34.61±3.18$^{a;A}$

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

น้ำหนักไข่เป็ดทั้งฟองภายหลังการพอกไข่มีแนวโน้มเพิ่มตลอดระยะเวลาการพอกไข่ (ตารางที่ 4.9) ขึ้นอาจเนื่องมาจากปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นและความชื้นหรือน้ำที่แทรกอยู่บริเวณรูบนผิวของเปลือกไข่เพิ่มขึ้นในระหว่างการพอกและอาจแทรกอยู่บริเวณเยื่อเปลือกไข่ชั้นในและชั้นนอก และเมื่อระยะเวลาการพอกเพิ่มขึ้นในวันที่ 18 และ 21 น้ำหนักไข่เริ่มมีค่าลดลงอาจเนื่องมาจากเริ่มมีการระเหยของน้ำบริเวณเปลือกไข่เกิดขึ้นเมื่อเก็บเป็นเวลานาน จึงมีการสูญเสียความชื้นบริเวณเปลือกไข่ทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟองลดลง

ในระหว่างการพอกไข่ ไข่แดงจะเริ่มเป็นก้อนกลมและมีความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยที่ค่าความแข็งมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการพอกที่นานขึ้น ตลอดระยะเวลา 18 วัน (p<0.05) (ตารางที่ 4.10) ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพสอดคล้องกับปริมาณความชื้นในไข่แดงที่มีแนวโน้มลดลงในระหว่างการพอกไข่ ในวันที่ 21 และ 24 (กากชา 0 และ 10%) ของการพอกไข่สังเกตได้ว่าความแข็งของไข่เริ่มลดลง อาจเป็นไปได้ว่าโปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพไปโดยที่โปรตีนที่เข้มข้นขึ้นในไข่แดงและไลโปรโปรตีนในไข่แดงเกิดอันตรกิริยากันเอง (Kiosseoglou, 2003) ทำให้มีลักษณะเป็นเจลเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ค่าความแข็งลดลง หรืออาจเกิดจากเริ่มมีการเสื่อมเสียของไข่เนื่องมาจากจุลินทรีย์ทำให้โครงสร้างความแข็งของไข่ลดลง

ตารางที่ 4.9 น้ำหนัก (%) ของไข่เป็ดทั้งฟองภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	0.00±0.00$^{ab;NS}$	0.00±0.00^{abc}	0.00±0.00^{ns}	0.00±0.00^{b}
3	0.36±0.26$^{ab;NS}$	0.40±0.17^{ab}	0.37±0.14	0.41±0.18^{a}
6	0.54±0.51$^{ab;NS}$	0.69±0.84^{ab}	0.55±0.43	0.52±0.11^{a}
9	0.80±2.47$^{ab;NS}$	0.78±0.62^{ab}	0.54±0.20	0.62±0.89^{a}
12	0.79±0.95$^{ab;NS}$	1.12±0.50^{a}	0.53±0.66	0.78±0.44^{a}
15	1.00±1.17$^{ab;A}$	1.56±2.50$^{abc;A}$	0.45±1.94^{B}	0.66±1.31^{a,B}
18	1.32±0.47$^{a;A}$	1.08±3.74$^{c;B}$	0.03±1.52^{AB}	0.22±0.61$^{b;AB}$
21	1.25±0.60$^{a;A}$	0.58±0.93$^{ab;AB}$	-0.48±1.97^{B}	0.41±1.54$^{a;AB}$
24	-0.58±1.86$^{b;NS}$	-1.20±2.02^{bc}	0.13±1.56	0.20±0.59^{b}

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.10 ความแข็ง (กรัม) ของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
0	2.17±1.47$^{e;NS}$	1.50±0.55^{e}	1.33±0.52^{f}	1.33±0.52^{e}
3	3.17±1.17$^{e;NS}$	5.17±1.17^{e}	5.33±2.42^{f}	4.50±1.64^{de}
6	18.00±6.16$^{de;B}$	26.83±7.36$^{de;A}$	9.50±5.43$^{f;B}$	10.33±9.65$^{de;B}$
9	18.83±9.02$^{de;NS}$	34.00±28.10^{de}	21.00±8.90^{ef}	17.00±10.24^{d}
12	46.83±22.68$^{cd;A}$	54.00±29.28$^{cd;A}$	30.33±12.50$^{de;AB}$	18.83±3.19$^{d;B}$
15	49.67±18.62$^{cd;B}$	77.17±12.16$^{bc;A}$	44.83±20.80$^{cd;B}$	47.33±13.25$^{c;B}$
18	118.83±59.87$^{a;A}$	139.33±49.11$^{a;A}$	51.33±18.64$^{bc;B}$	66.50±19.13$^{b;B}$
21	86.67±29.66$^{b;NS}$	98.50±44.96^{b}	75.33±24.68^{a}	84.00±20.40^{a}
24	68.83±23.64$^{bc;NS}$	93.67±24.71^{b}	67.00±22.96^{ab}	76.50±10.17^{ab}

หมายเหตุ : NS หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d, e ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

การวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีของไข่แดงและไข่ขาวดิบโดยวัดค่าสี ในระบบ CIE ภายหลังการพอกไข่ทั้ง 4 สูตร (ผสมกากชา 0, 10, 20 และ 30%) โดยตรวจสอบทุก ๆ 3 วัน เป็นเวลา 24 วัน ค่าที่แสดง ได้แก่ L*, a* และ b* มีความหมายดังนี้คือ

ค่า L* คือค่าความสว่าง (Lightness) ค่า +L* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง –L* แสดงถึงสีดำ

ค่า a* คือค่าสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (+a*)

ค่า b* คือค่าสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงเหลือง (+b*)

จากการทดลองวัดค่าสีในไข่แดงพบว่าเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่เค็มนานขึ้น (ตารางที่ 4.11) ค่าสี L* ของไข่แดงทั้ง 4 สูตร มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ โดยค่า สี L* ของสูตรกากชาร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 มีค่าสีเริ่มต้น (วันที่ 0) คือ 42.75±9.48, 45.98±5.49, 46.15±3.58 และ 43.90±6.42 ไม่แตกต่างกัน (p>0.05) และในวันที่ 24 ของการพอกไข่มีค่าลดลงเป็น 20.85±2.09, 21.35±4.06, 19.28±1.19 และ 18.96±1.61 (p<0.05) ตามลำดับ ค่าสี a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 เนื่องจากไข่แดงเริ่มมีการสูญเสียน้ำ ในวันที่ 6 เป็นต้นไป ค่าสี a* ของไข่แดงมีแนวโน้มลดลง และในวันที่ 9 เนื้อสัมผัสเริ่มแข็งตัวและตั้งตัวเป็นก้อนกลม แม้ค่าสี a* มีค่าลดลง (มีค่าระหว่าง 8-12) แตกต่างกับรายงานของชมพู่ ยิ้มโต (2543) แต่สังเกตได้ว่าสีของไข่แดงยังมีสภาพเป็นสีส้มแดงเข้ม สีเหลืองของไข่แดงเกิดจากสารแซนโทฟิล (Xanthophyll) และซีแซนทิน (Zeaxanthin) จัดเป็นรงควัตถุอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่ในไข่แดง และสีแดงเกิดจากรงควัตถุแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) ปริมาณรงควัตถุที่มีในไข่แดงขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดูเป็ด และอาหารที่ให้เป็ดกิน เป็ดที่เลี้ยงใน อ.ไชยา จะให้อาหารสำเร็จรูป ข้าวเปลือก (บางส่วนได้จากข้าวไชยาที่ตกเกรด) และหัวกุ้งซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือเป็นอาหาร (วชิรศักดิ์ มัชฌิมาภิโณ, 2553) ในหัวกุ้งและเปลือกกุ้งจะมีสารกลุ่มแคโรทีนอยด์อยู่ในปริมาณสูง (47-55 µg/g) และมีผลต่อสีของไข่แดง (Stickney et. al., 1983, p. 56: Mine, 2008, p. 56) ส่วนค่าสี b* มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการพอกนานขึ้น การเปลี่ยนแปลงของค่าสี L* และค่าสี b* มีค่าลดลงอาจเนื่องจากมีการสูญเสียน้ำของไข่แดงในระหว่างการพอกไข่เค็ม (ไข่แดงเกิดการออสโมซีส) (Chi and Tseng, 1998) และโปรตีนในไข่แดงเกิดการเปลี่ยนสภาพ มีการสูญเสียน้ำและมีการแทรกซึมของเกลือเข้าไปภายใน ช่องว่างของเซลล์จึงถูกแทนที่ด้วยเกลือทำให้ความสว่าง (ค่าสี L*) มีค่าลดลง (p<0.05) การเปรียบเทียบกันระหว่างปริมาณกากชาทั้ง 4 ระดับ (0, 10, 20 และ 30%) เมื่อพอกไข่เป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่าปริมาณกากชาทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อค่าสี L*, a* และ b* (p>0.05) (ตารางที่ 4.11)

ผลการวัดค่าสีในไข่ขาว โดยค่า L* ของไข่ขาวทั้ง 4 สูตร คือ สูตรพอกด้วยกากชาร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้นจนกระทั่งถึงวันที่ 24 (ตารางที่ 4.12) ค่าสี L* มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดนัก โดยที่ค่า สี L* ของไข่ขาวสูตรกากชาร้อยละ 0 มีค่าอยู่ในช่วง 56.51±7.59 -63.49±1.44 สูตรกากชาร้อยละ 10 มีค่า 56.02±7.70-65.74±5.85 สูตรกากชาร้อยละ 20 มีค่า 55.25±4.55-66.07±4.75 และสูตรกากชาร้อยละ 30 มีค่า 55.22±1.52-63.73±5.85 ค่าสี a* ก็มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดนักตลอดระยะเวลาในการพอกไข่ แสดงว่าเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้นปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นในไข่ขาวทั้ง 4 สูตร ไม่มีผลต่อค่าสี L* และ a* ในไข่ขาวอย่างชัดเจนนักตลอดระยะเวลาการพอก ปริมาณกากชาที่ใช้พอกในแต่ละสูตรก็ไม่มีผลต่อค่าสี L* ในไข่ขาว (p>0.05) และการเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ก็มีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนนัก อย่างไรก็ตามสังเกตได้ว่าเมื่อปริมาณของกากชาเพิ่มขึ้นค่าสี a* มีแนวโน้มลดลง (ค่าสีแดงลดลง) ส่วนค่า b* เมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้น ค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 24 ของการพอกไข่ สูตรกากชาร้อยละ 0,10, 20 และ 30 มีค่าสี b* เท่ากับ 5.85±2.98, 7.99±4.38, 7.45±5.33 และ 13.16±7.11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตรกาก้อยละ 0 (ไม่มีการผสมกากชาในดินพอก) กับสูตรที่ผสมกากชา พบว่าค่าสี b* ของไข่ขาวที่พอกด้วยสูตรผสมกากชามีค่าสูงกว่าสูตรที่ไม่ผสมกากชา (p<0.05) และค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของกากชาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากรงควัตถุสีดำที่เกิดจากการออกซิเดชันของสารกลุ่มพอลิฟีนอลที่มีในใบชา (Shoji, 2007) แทรกซึมผ่านรูเปลือกไข่เข้าไปในไข่ขาวจึงทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.11 ค่าสีของไข่แดงภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา											
	0%			10%			20%			30%		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
0	42.79±9.48$^{a;NS}$	13.24±10.58$^{b;NS}$	27.40±20.61$^{a;NS}$	45.98±5.49^{a}	17.95±8.99^{ab}	33.02±15.79^{a}	46.15±3.58^{a}	15.38±6.96^{b}	39.99±3.03^{a}	43.90±6.42^{a}	23.62±5.74^{a}	41.12±13.12^{a}
3	30.74±2.83$^{b;B}$	19.74±4.45$^{a;NS}$	26.35±4.63$^{a;B}$	35.41±4.49$^{b;A}$	21.25±2.42^{a}	33.09±6.76$^{a;B}$	33.27±2.20$^{b;A}$	21.02±1.73^{a}	28.03±2.98$^{b;AB}$	29.36±2.82$^{b;B}$	20.28±3.66^{ab}	23.77±4.79$^{b;B}$
6	24.36±2.95$^{c;NS}$	12.38±2.67$^{b;B}$	8.86±3.25$^{b;B}$	26.03±6.03^{c}	16.67±2.97$^{b;A}$	14.50±9.92$^{b;B}$	30.52±7.24^{b}	15.90±3.10$^{b;A}$	22.39±12.15$^{c;A}$	25.33±1.82^{b}	18.09±2.00$^{b;A}$	15.87±3.59$^{c;AB}$
9	24.88±5.47$^{c;NS}$	12.70±2.58$^{b;NS}$	11.15±5.52$^{b;A}$	25.49±2.46^{c}	9.16±1.91^{c}	5.18±1.43$^{c;B}$	25.46±3.57^{c}	10.17±2.87^{c}	9.77±4.73$^{d;AB}$	25.49±5.66^{b}	12.27±4.82^{c}	7.94±5.04$^{d;AB}$
12	22.37±4.10$^{c;NS}$	10.67±3.41$^{b;NS}$	6.98±2.52$^{b;AB}$	22.05±4.28^{c}	10.50±2.32^{c}	5.60±1.91$^{bc;B}$	21.35±2.23^{d}	10.86±1.95^{c}	7.35±2.29$^{d;AB}$	20.49±0.92^{c}	12.27±2.36^{c}	9.18±0.71$^{d;A}$
15	20.37±2.73$^{c;NS}$	9.70±1.48$^{b;AB}$	5.61±2.30$^{b;A}$	20.50±2.77^{c}	8.89±1.89$^{c;B}$	3.28±1.21$^{c;B}$	19.38±0.91^{d}	10.86±1.25$^{c;A}$	6.93±1.95$^{d;A}$	20.48±2.64^{c}	11.53±1.74$^{c;AB}$	6.11±0.68$^{d;A}$
18	23.12±5.23$^{c;NS}$	9.52±2.72$^{b;NS}$	6.44±3.13$^{b;NS}$	22.82±3.91^{c}	9.91±2.30^{c}	5.67±2.34^{bc}	19.57±2.01^{d}	10.71±1.37^{c}	7.52±1.99^{d}	19.53±2.43^{c}	11.80±3.75^{c}	6.84±1.84^{d}
21	20.57±3.09$^{c;B}$	10.57±2.17$^{b;AB}$	7.28±3.65$^{b;NS}$	25.82±6.08$^{c;A}$	8.26±1.15$^{c;B}$	9.30±6.00^{bc}	20.11±1.53$^{d;B}$	9.89±1.39$^{c;AB}$	7.22±1.54^{d}	18.43±1.60$^{c;B}$	10.16±1.58$^{c;A}$	7.02±1.84^{d}
24	20.85±2.09$^{c;NS}$	10.77±2.20$^{b;NS}$	7.55±2.59$^{b;NS}$	21.35±4.06^{c}	9.91±1.56^{c}	5.37±2.20^{c}	19.28±1.19^{d}	10.65±1.34^{c}	6.77±12.79^{d}	18.96±1.61^{c}	10.16±1.58^{c}	5.16±1.01^{d}

หมายเหตุ : NS หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอน L*, a* และ b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.12 ค่าสีของไข่ขาวภายหลังการพอกไข่ด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา

ระยะเวลา (วัน)	กากชา											
	0%			10%			20%			30%		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
0	60.68±3.44$^{ab;NS}$	-0.36±0.21$^{a;B}$	1.27±0.61$^{c;B}$	62.96±6.04^{ab}	0.06±0.25$^{a;A}$	2.38±1.10$^{c;A}$	65.50±7.11^{a}	0.05±0.33$^{a;A}$	1.13±0.67$^{d;B}$	63.73±5.85^{a}	-0.18±0.27$^{a;AB}$	2.57±0.46$^{d;A}$
3	63.49±1.44$^{a;NS}$	-0.37±0.17$^{a;A}$	2.40±0.97$^{bc;B}$	58.88±6.80^{ab}	-0.63±0.48$^{abc;A}$	5.28±1.41$^{bc;A}$	61.87±4.86^{ab}	-0.77±0.45$^{ab;A}$	4.50±1.92$^{cd;AB}$	60.36±6.89^{ab}	-1.35±0.42$^{b;B}$	5.20±2.47$^{cd;A}$
6	61.55±2.76$^{ab;NS}$	-0.33±0.30$^{a;A}$	2.59±1.53$^{bc;B}$	63.47±5.17^{ab}	-0.38±0.62$^{ab;A}$	7.26±3.15$^{abc;A}$	64.13±1.59^{a}	-1.87±0.64$^{abc;B}$	7.18±2.18$^{bc;A}$	60.10±3.61^{ab}	-2.04±0.71$^{bc;B}$	8.04±2.94$^{bc;A}$
9	58.59±4.53$^{ab;NS}$	-0.45±0.17$^{a;A}$	3.05±1.02$^{bc;B}$	56.02±7.70^{b}	-1.31±0.63$^{bc;B}$	12.43±8.36$^{a;A}$	55.25±4.55^{c}	-2.36±0.80$^{cd;C}$	12.58±4.67$^{a;A}$	55.22±1.52^{b}	-2.65±0.72$^{c;C}$	11.18±1.20$^{ab;A}$
12	58.24±5.19$^{ab;NS}$	-0.34±0.11$^{a;A}$	5.14±1.39$^{ab;B}$	56.65±8.40^{b}	-1.05±0.90$^{abc;A}$	10.51±4.23$^{ab;A}$	57.06±5.50^{bc}	-2.49±1.27$^{cd;B}$	12.55±5.29$^{a;A}$	58.48±3.23^{ab}	-2.89±0.51$^{c;B}$	10.50±2.14$^{ab;A}$
15	60.50±3.01$^{ab;NS}$	-1.37±1.32$^{b;NS}$	7.53±4.40$^{a;NS}$	62.09±4.17^{ab}	-1.19±0.95^{abc}	7.00±4.06^{abc}	61.21±1.73^{abc}	-1.89±1.12^{bc}	8.79±2.95^{abc}	62.07±5.02^{ab}	-2.18±0.90^{bc}	9.21±3.86^{abc}
18	56.57±6.51$^{b;NS}$	-0.26±0.35$^{a;A}$	6.77±2.44$^{a;B}$	60.97±6.18^{ab}	-1.78±0.73$^{c;B}$	11.00±4.44$^{a;A}$	59.83±6.75^{abc}	-2.90±0.95$^{bc;B}$	12.40±4.37$^{ab;AB}$	60.31±4.01^{ab}	-2.42±1.24$^{bc;B}$	11.51±3.40$^{ab;AB}$
21	56.51±7.57$^{b;NS}$	-0.70±0.47$^{a;NS}$	6.35±1.74$^{a;B}$	59.69±6.06^{ab}	-0.79±2.01^{abc}	11.11±3.32$^{a;A}$	56.82±3.90^{bc}	-1.73±1.11^{ab}	10.00±3.23$^{ab;A}$	57.90±6.83^{ab}	-1.22±1.12^{ab}	8.91±2.49$^{abc;AB}$
24	62.29±7.37$^{ab;NS}$	-0.33±0.59$^{a;AA}$	5.85±2.98$^{a;B}$	65.75±5.84^{a}	-1.63±0.98$^{bc;A}$	7.99±4.38$^{ab;AB}$	66.07±4.79^{a}	-1.58±1.44$^{bc;A}$	7.45±5.33$^{abc;AB}$	60.54±6.83^{ab}	-3.23±1.64$^{c;B}$	13.16±7.11$^{a;A}$

หมายเหตุ : NS หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอน L*, a* และ b* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

A, B, C ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

4.2 ผลการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ไข่เค็มพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาเป็นเวลา 14 วัน และ 21 วัน ทั้ง 4 สูตร คือ สูตรควบคุม (สูตรกากชา 0%) สูตรกากชาร้อยละ 10, 20 และ 30 นำมาต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที จะได้ไข่เค็มต้มสุกนำมาทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี Hedonic scale 9 points แล้วนำมาวิเคราะห์ทางข้อมูลทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากผู้ทดสอบชิมที่คุ้นเคยกับไข่เค็ม จำนวน 30 คน พบว่า ไข่เค็มพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาเป็นเวลา 14 วัน ทั้ง 4 สูตร มีลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกัน (p<0.05) โดยที่สูตรกากชาร้อยละ 0 และ10 มีค่าความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 คือมีค่าคะแนนอยู่ในระดับชอบมาก คือ 7.90±0.84 และ 8.03±0.49 (ตารางที่ 4.14) สูตรกากชาร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบปานกลาง คือ 7.03±0.56 และสูตรกากชาร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย คือ 6.37±0.6 จากการสังเกต พบว่า คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวม สูตรควบคุมและสูตรกากชาร้อยละ 10 มีความเค็มในไข่แดงและไข่ขาวมีมากกว่าสูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 ปริมาณกากชาที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การยึดเกาะและการซึมของเกลือได้น้อยจึงทำให้ปริมาณเกลือจึงน้อยกว่า (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) เมื่อพอกไข่เป็นเวลาเป็นเวลา 21 วัน ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.15) เนื่องจากไข่แดงมีลักษณะเป็นเนื้อทราย ความเค็มเพิ่มขึ้นเหมาะกับรสชาติของไข่เค็มต้ม สอดคล้องกับรายงานของวชิรศักดิ์ มัชฌิมาภิโณ (2553) ได้ศึกษากระบวนการผลิตไข่เค็มไชยาพบว่าการใช้สูตรดินจอมปลวก 3 ส่วน และเกลือ 1 ส่วน ผู้ผลิตจะแนะนำให้ผู้บริโภคต้มไข่เมื่อพอกไข่ไว้เป็นเวลา 20 วัน จึงจะนำมารับประทานไข่เค็มต้มได้อย่างมีรสชาติ ภาพไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอกเป็นเวลา 14 และ 21 วัน ทั้ง 4 สูตร แสดงในภาพที่ 4.1 สังเกตได้ว่าสีของไข่ขาวที่พอกด้วยกากชาร้อยละ 10 มีลักษณะออกสีเหลืองเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผู้บริโภคให้คะแนนมากกว่าเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05)

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอก 14 วัน

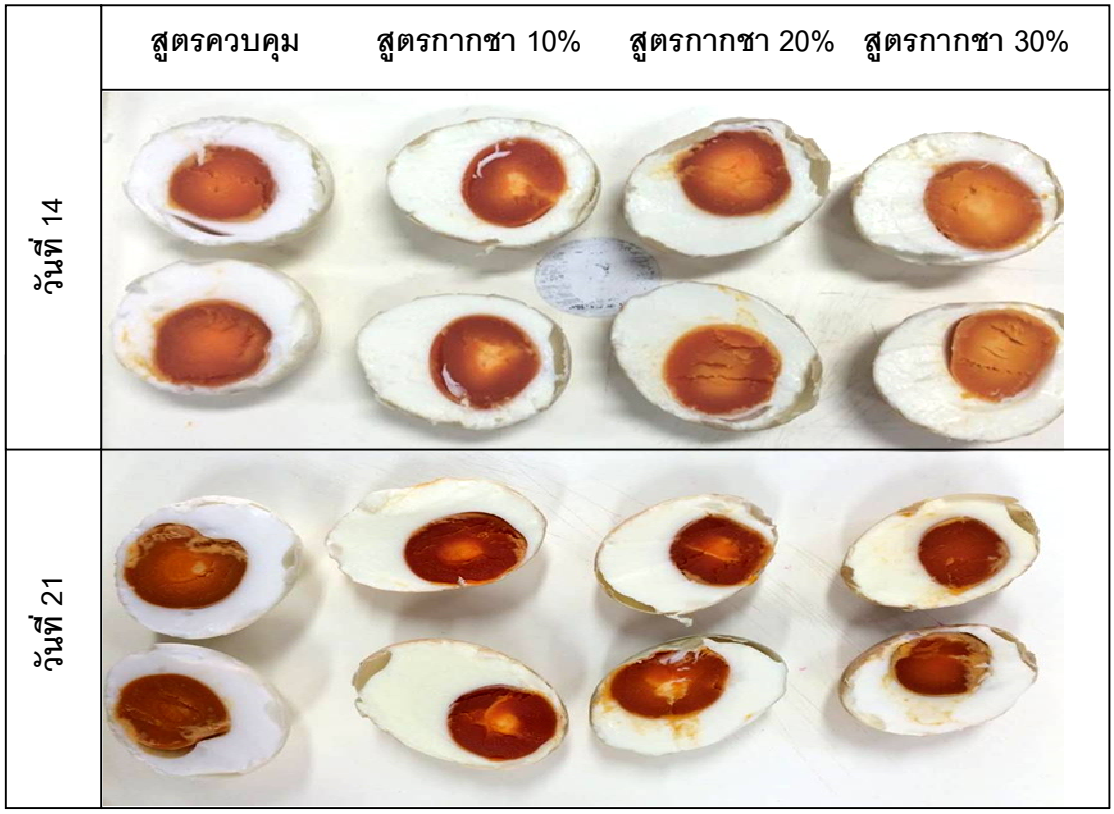
คุณลักษณะ	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
ลักษณะปรากฏ	7.77±0.90[a]	8.10±0.48[a]	7.03±0.85[b]	6.23±0.63[c]
สีของไข่แดง	7.67±0.96[b]	8.23±0.73[a]	7.13±0.78[c]	6.30±0.53[d]
สีของไข่ขาว	7.43±1.07[a]	7.70±0.75[a]	6.77±0.90[b]	6.30±0.70[c]
กลิ่น	7.50±1.04[a]	7.57±0.77[a]	6.87±0.68[b]	6.33±0.80[c]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.67±0.92[a]	7.60±0.50[a]	7.10±0.66[b]	6.57±0.68[c]
ความเค็มของไข่แดง	7.60±0.97[a]	7.70±0.65[a]	7.03±0.67[b]	6.37±0.61[c]
ความเค็มของไข่ขาว	7.57±1.01[a]	7.77±0.73[a]	6.87±0.78[b]	6.40±0.67[c]
ความชอบโดยรวม	7.90±0.84[a]	8.03±0.49[a]	7.03±0.56[b]	6.37±0.61[c]

หมายเหตุ : a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอก 21 วัน

คุณลักษณะ	กากชา			
	0% (ไม่มีกากชา)	10%	20%	30%
ลักษณะปรากฏ	7.87±0.78[a]	8.13±0.43[a]	7.17±0.38[b]	6.53±0.63[c]
สีของไข่แดง	8.03±0.93[a]	8.13±0.51[a]	7.07±0.91[b]	6.30±0.75[c]
สีของไข่ขาว	7.87±0.73[a]	8.27±0.58[a]	6.63±0.81[b]	6.47±0.97[c]
กลิ่น	7.47±1.22[ab]	7.83±0.75[a]	7.00±0.87[b]	6.37±0.81[c]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.60±1.04[b]	8.20±0.85[a]	7.13±0.63[c]	6.47±0.82[d]
ความเค็มของไข่แดง	7.77±0.90[b]	8.40±0.67[a]	7.13±0.82[c]	6.40±0.93[d]
ความเค็มของไข่ขาว	7.80±0.71[b]	8.43±0.63[a]	7.20±0.81[c]	6.43±0.90[d]
ความชอบโดยรวม	8.07±0.87[a]	8.67±0.48[a]	7.07±0.74[b]	6.40±0.86[c]

หมายเหตุ : a, b, c, d ที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะภาพถ่ายของไข่เค็มต้มสุกภายหลังการพอกไข่เป็นเวลา 14 และ 21 วัน

4.3 ผลการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไข่เค็ม (มผช. 27/2546) ได้กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ไข่เค็มตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1 x 10^4 CFU/g ตรวจไม่พบ *Samonella* spp. ในตัวอย่าง 25 g ตรวจไม่พบ *Clostridium perfringen* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 0.1 g และไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน จากตารางที่ 4.16 พบว่าไข่เค็มต้มสุกที่พอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาทั้ง 4 สูตร (0, 10, 20 และ 30%) พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่า 45, 22, 20 และ 10 CFU/g ตามลำดับ ไม่พบราที่ปรากฏเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า และเมื่อตรวจยีสต์และราในไข่เค็มทั้ง 4 สูตร โดยวิธีการเลี้ยงเชื้อพบว่ามีค่า 10, 10, <10 และ<10 CFU/g ตามลำดับ ไม่พบ *Samonella* spp. *Clostridium perfringen* และ *Staphylococcus aureus* จึงกล่าวได้ว่าการใช้กากชาเป็นส่วนผสมตั้งแต่ร้อยละ 10-30 ในการพอกไข่ไม่มีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ตารางที่ 4.16 การตรวจสอบจุลินทรีย์ของไข่เค็มต้มสุกพอกที่พอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาเป็นเวลา 21 วัน

จุลินทรีย์	มาตรฐาน มผช. 27/2546	กากชา			
		0%	10%	20%	30%
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	$< 1 \times 10^4$	45	22	20	10
Samonella spp.	ไม่พบ/25 g ตัวอย่าง	ไม่พบ (Negative)	ไม่พบ (Negative)	ไม่พบ (Negative)	ไม่พบ (Negative)
Clostridium perfringen	ไม่พบ/0.1 g ตัวอย่าง	ไม่พบ (<10 CFU/g)	ไม่พบ (<10 CFU/g)	ไม่พบ (<10 CFU/g)	ไม่พบ (<10 CFU/g)
Staphylococcus aureus	ไม่พบ/0.1 g ตัวอย่าง	ไม่พบ (<3 MPN/g)	ไม่พบ (<3 MPN/g)	ไม่พบ (<3 MPN/g)	ไม่พบ (<3 MPN/g)
ยีสต์และรา	ไม่พบราที่ปรากฏเห็นได้	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : CFU/g (Colony forming unit per gram) หมายถึง จำนวนโคโลนีต่อกรัม ของตัวอย่าง และ MPN/g (Most probable number per gram) หมายถึง จำนวนที่เป็นไปได้มากที่สุดต่อกรัม ของตัวอย่าง

4.4 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้เลือกสูตรพอกไข่เค็มโดยใช้กากชาร้อยละ 10 เพราะได้รับการยอมรับโดยรวมที่มีคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยพิจารณาจากความชอบพบว่าผู้บริโภคชอบไข่เค็มสูตรนี้มากกว่าสูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 จึงนำผลิตภัณฑ์ไข่เค็มพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 มาต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที นำมาทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปที่รับประทานไข่เค็มจำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค และพิจารณาการยอมรับจากความชอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Hedonic scale 9 points ได้ผลดังนี้

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน เป็นเพศชายจำนวน 18 คน เพศหญิง 82 คน (ตารางที่ 4.17) มีอายุระหว่าง 18-25 ปี มากที่สุดคือจำนวน 58 คน อายุต่ำ

กว่า 18 ปี จำนวน 1 คน อายุ 26-30 ปี จำนวน 7 คน อายุ 31-35 ปี จำนวน 7 คน อายุ 36-40 ปี จำนวน 10 คน และอายุ 41 ปี ขึ้นไปจำนวน 17 คน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (73 คน) มีสถานภาพโสด ระดับการศึกษาที่จบหรือกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี 56 คน ระดับมัธยมปลาย/ปวช. สูงกว่าปริญญาตรี อนุปริญญา/ปวส. และต่ำกว่ามัธยมศึกษาจำนวน 27, 8, 3 และ 6 คน ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 55 คน รองลงมาเป็นพนักงานองค์กรของรัฐ แม่บ้าน/พ่อบ้าน จำนวน 16 คน และ 13 คน ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท จำนวน 58 คน รองลงมามีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001-20,000 บาท และ 20,001-30,000 บาท จำนวน 28 คน และ 10 คน ตามลำดับ

ทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ดังกล่าวข้างต้น โดยพิจารณาจากความชอบด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคมีความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง และความเค็มของไข่ขาว อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.44±1.31, 7.73±1.04, 7.52±1.15, 7.59±1.16, 7.68±1.43 และ 7.40±1.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) ส่วนกลิ่นของไข่ขาวผู้บริโภคให้คะแนน 6.52±1.87 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) เนื่องจากไข่ขาวมีกลิ่นคาวของไข่ซึ่งเป็นลักษณะตามธรรมชาติของไข่เป็ด และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.00±0.91 จากการทดสอบทางสถิติพบว่าเพศ อายุ สถานะภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ไม่มีผลต่อการยอมรับ (พิจารณาจากความชอบโดยรวม) ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 (p>0.05)

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชา ร้อยละ 10

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน (คน)
เพศ		
	ชาย	18
	หญิง	82
อายุ		
	ต่ำกว่า 18 ปี	1
	18-25 ปี	58
	26-30 ปี	7
	31-35 ปี	7
	36-40 ปี	10
	40 ปีขึ้นไป	17
สถานภาพ		
	โสด	73
	สมรส	26
	แยกกันอยู่	1
ระดับการศึกษาที่จบหรือกำลังศึกษาอยู่		
	ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	6
	มัธยมปลาย/ปวช.	27
	อนุปริญญา/ปวส.	3
	ปริญญาตรี	56
	สูงกว่าปริญญาตรี	8
	อื่น ๆ โปรดระบุ.....	0

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 (ต่อ)

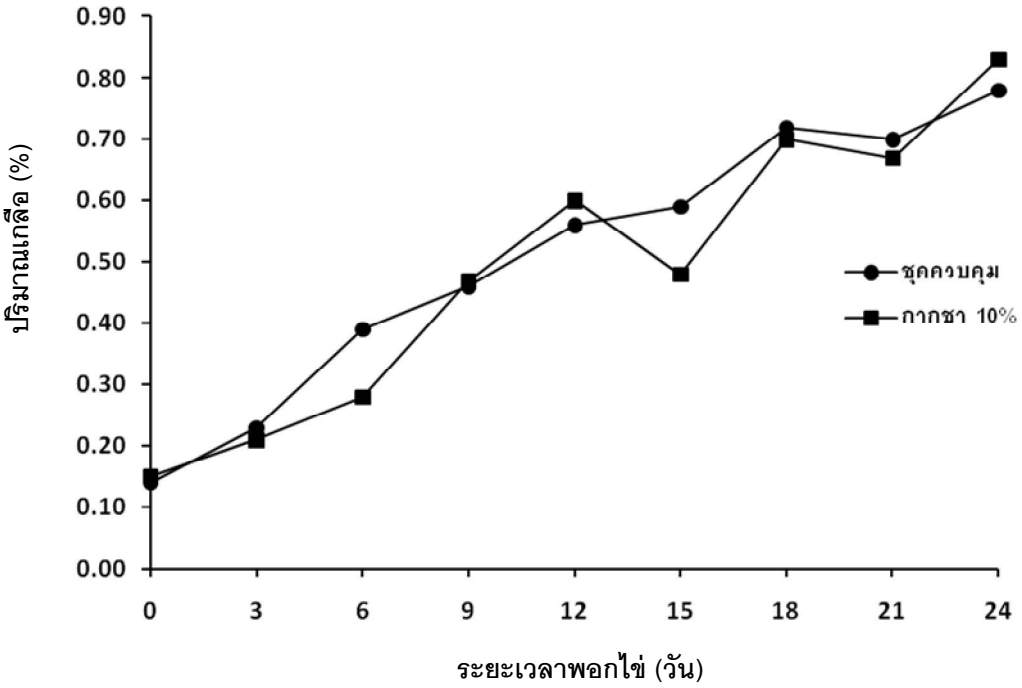
ข้อมูลทั่วไป		จำนวน (คน)
อาชีพ		
	นักเรียน/นักศึกษา	55
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	8
	พนักงานบริษัทเอกชน	0
	ธุรกิจส่วนตัว	8
	แม่บ้าน/พ่อบ้าน	13
	พนักงานองค์กรของรัฐ	16
ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
	น้อยกว่า 10,000 บาท	58
	10,001 - 20,000 บาท	28
	20,001 - 30,000 บาท	10
	30,001 - 40,000 บาท	3
	40,001 - 50,000 บาท	1
	50,000 บาท ขึ้นไป	0

ตารางที่ 4.18 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มพอกด้วยกากชาร้อยละ 10

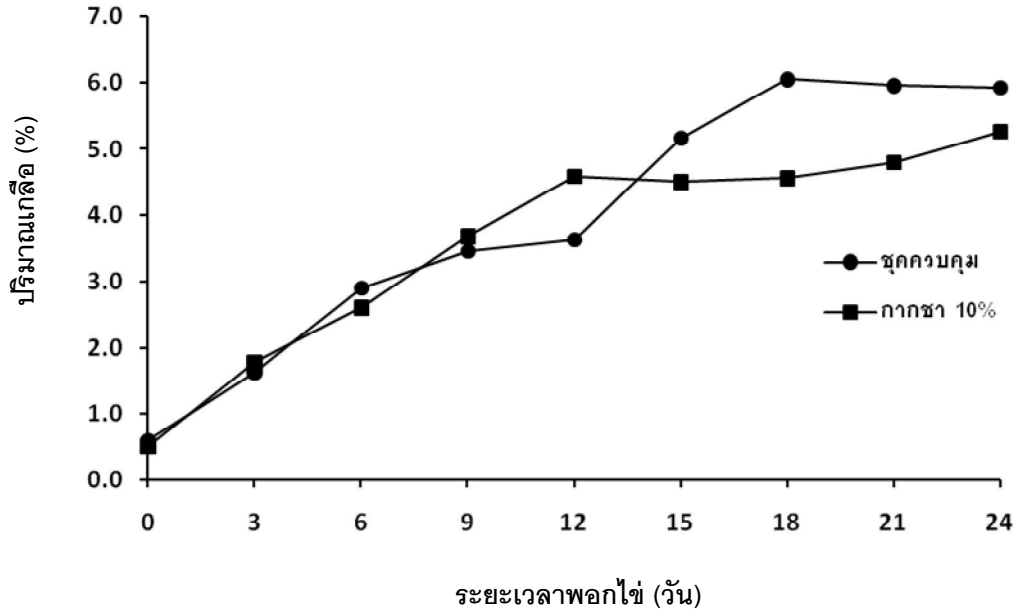
คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.44±1.31
สีของไข่แดง	7.73±1.04
สีของไข่ขาว	7.52±1.15
กลิ่น (เช่น ความคาว)	6.52±1.87
ลักษณะเนื้อสัมผัส (เช่น ความเป็นเนื้อทรายของไข่แดง)	7.59±1.16
ความเค็มของไข่แดง	7.68±1.43
ความเค็มของไข่ขาว	7.40±1.50
ความชอบโดยรวม	8.00±0.91

4.5 อัตราการแพร่ของเกลือต่อระยะเวลาในการพอกไข่

การศึกษาการพอกไข่เป็ดโดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 10 มีความเหมาะสมในการผลิตไข่เค็มดังนั้นจึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือในไข่เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (กากชา 0%) โดยตรวจวัดปริมาณเกลือที่แทรกซึมเข้าไปในไข่แดงและไข่ขาว ทุก ๆ 3 วัน เป็นเวลา 24 วัน เกลือจะซึมเข้าไปในไข่แดงและไข่ขาวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (ภาพที่ 4.2 และ 4.3)



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในไข่แดง



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือในไข่ขาว

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นว่าอัตราการแพร่ของเกลือในไข่แดงของสูตรควบคุมและสูตรกากชาร้อยละ 10 เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดระยะเวลาในการพอกไข่ 24 วัน กราฟเชิงเส้นอัตราการแพร่มีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือในไข่แดงกับระยะเวลาพอกไข่ได้ดังสมการดังนี้

ชุดควบคุม

$Y = 0.026X + 0.190$ $:R^2 = 0.958$

ชุดกากชาร้อยละ 10

$Y = 0.027X + 0.157$ $:R^2 = 0.922$

โดยที่ Y = ปริมาณเกลือในไข่แดง (%)

X = ระยะเวลาพอกไข่ (วัน)

แสดงว่าปริมาณเกลือในไข่แดงมีความสัมพันธ์กับระยะเวลา (วัน) ในการพอกเป็นเส้นตรง เมื่อพอกไข่นานขึ้นปริมาณเกลือจะเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าอัตราการแพร่ของเกลือในไข่ขาวของสูตรควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 18 โดยจะมีอัตราการแพร่ของเกลือสูงกว่าไข่แดง หลังจากวันที่ 18 อัตราการแพร่ของเกลือจะเริ่มคงที่ ส่วนสูตรกากชาร้อยละ 10 อัตราการแพร่ของเกลือเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเริ่มคงที่ภายหลังการพอกวันที่ 12 กราฟเชิงเส้นอัตราการแพร่มีลักษณะเป็นเส้นตรง สามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือในไข่แดงกับระยะเวลาพอกไข่ได้ดังสมการดังนี้

ชุดควบคุม

$Y = 0.235X + 1.103$ $:R^2 = 0.935$

ชุดกากชาร้อยละ 10

$Y = 0.182X + 1.393$ $:R^2 = 0.862$

โดยที่ Y = ปริมาณเกลือในไข่ขาว (%)

X = ระยะเวลาพอกไข่ (วัน)

แสดงว่าปริมาณเกลือในไข่ขาวมีความสัมพันธ์กับระยะเวลา (วัน) ในการพอกเป็นเส้นตรง เมื่อพอกไข่นานขึ้นปริมาณเกลือจะเพิ่มขึ้น แต่ค่าความแม่นยำชุดกากชาร้อยละ 10 มีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณของกากชาที่ใช้เป็นส่วนผสมดินพอกไข่เค็มทดแทนดินจอมปลวก โดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 0 (ไม่มีกากชา) 10, 20 และ 30 เป็นระยะเวลา 24 วัน สรุปผลได้ดังนี้

1. ดินจอมปลวก กากชาและเกลือที่ใช้มีความชื้นร้อยละ 7.5±0.10, 14.9±0.06 และ 1.7 ± 0.16 ตามลำดับ เมื่อพอกไข่โดยใช้กากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 และตรวจวัดคุณภาพด้านเคมีและกายภาพของไข่เค็มพอกทุก ๆ 3 วัน ได้แก่ ปริมาณเกลือ ค่า pH ความชื้น น้ำหนัก ความแข็งของไข่แดง และค่าสี พบว่า ปริมาณเกลือในไข่แดงทั้ง 4 สูตร ภายหลังการพอกเป็นเวลา 18 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) แต่สูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 ในไข่ขาวมีปริมาณเกลือน้อยกว่าสูตรควบคุม (ไม่มีกากชา) และสูตรกากชาร้อยละ 10 (p<0.05) ค่า pH ในไข่แดงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนไข่ขาวค่า pH มีแนวโน้มลดลง ปริมาณความชื้นในไข่แดงมีค่าลดลง (p<0.05) เช่นเดียวกับน้ำหนักไข่แดงที่ลดลง ส่วนน้ำหนักของไข่เป็ดทั้งฟองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ด้านความความแข็งของไข่พบว่าความแข็งของไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณกากชาทั้ง 4 ระดับ ไม่มีผลต่อค่าสี L*, a* และ b* ของไข่แดง และไม่มีผลต่อค่าสี L* ของไข่ขาวแต่มีผลต่อค่าสี a* คือมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2. เมื่อพอกไข่เป็นเวลา 14 วัน พบว่า ลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวม สูตรกากชาร้อยละ 10 มีค่าสูงกว่าสูตรกากชาร้อยละ 20 และ 30 คือมีค่าคะแนนอยู่ในระดับชอบมาก และเมื่อพอกไข่เป็นเวลาเป็นเวลา 21 วัน ผู้บริโภคให้การยอมรับโดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาว และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไข่แดงมีลักษณะเป็นเนื้อทรายและมีความเค็มเพิ่มขึ้นเหมาะกับไข่เค็มต้ม

3. ไข่เค็มต้มสุกที่พอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชาทั้ง 4 สูตร (0, 10, 20 และ 40%) พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานชุมชน ไข่เค็ม (มผช. 27/2546) คือ พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1 x 10^4 CFU/g ตรวจไม่พบ *Samonella* spp. ในตัวอย่าง 25 g ตรวจไม่พบ *Clostridium perfringen* และ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 0.1 g และไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจนด้วยตาเปล่า

4. ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไข่เค็มพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 โดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีของไข่แดง สีของไข่ขาว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเค็มของไข่แดง และความเค็มของไข่ขาว อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.44±1.31, 7.73±1.04, 7.52±1.15, 7.59±1.16, 7.68±1.43 และ 7.40±1.50 ตามลำดับ และกลิ่นของไข่ขาวผู้บริโภคชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางโดยให้คะแนน 6.52±1.87 และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากโดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.00±0.91 จากการทดสอบทางสถิติพบว่าเพศ อายุ สถานะภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับ (พิจารณาจากความชอบโดยรวม) ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไข่เค็มไชยาพอกด้วยกากชาร้อยละ 10 (p>0.05)

5. ไข่เค็มที่พอกด้วยกากชาร้อยละ 10 พบว่าอัตราการแพร่ของเกลือในไข่แดงจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการพอกไข่นานขึ้นเช่นเดียวกับสูตรควบคุม ส่วนอัตราการแพร่ของเกลือในไข่ขาวจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 12 วันแรกของการพอกไข่ จากนั้นอัตราการแพร่เริ่มคงที่

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ปริมาณกากชาร้อยละ 20 ขึ้นไป จะต้องระมัดระวังในการพอกเพราะการยึดเกาะของส่วนผสมที่พอกไข่จะเริ่มลดลง

2. หากต้องการใช้ปริมาณกากชาทดแทนดินจอมปลวกร้อยละ 20 ขึ้นไป อาจต้องศึกษาเรื่องการเพิ่มปริมาณเกลือที่ใช้ และสารยึดเกาะเพื่อทำให้ส่วนผสมยึดเกาะและพอกไข่ได้ดี

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2520. เกลือ: **คุณสมบัติและการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 49 หน้า.

จรรยา ชัยเจริญพงศ์. 2556. กากเมล็ดชากำจัดหอยเชอรี่. บทความเผยแพร่ลำดับที่ 4 สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เข้าถึงได้จาก http://www.ibge.chula.ac.th/english/article/ag032009 .pdf. [2556 กันยายน 17].

ชนะ นาคเวช. 2552. ไข่เค็มไชยา. **วารสารวัฒนธรรมจังหวัดสุราษฎร์ธานี**. 1(1): 6-7.

ชมภู่ ยิ้มโต. 2543. **การพัฒนาไข่เค็มชนิดโซเดียมต่ำพอกด้วยเยื่อฟางข้าว**. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 หน้า.

ชมภู่ ยิ้มโต, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และหทัยรัตน์ ริมคีรี. 2544. **การพัฒนาไข่เค็มชนิดโซเดียมต่ำพอกด้วยเยื่อฟางข้าว**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ. หน้า 332-339.

ชมภู่ ยิ้มโต, สุวรรณี อาจหาญณรงค์, พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม และอรอุมา คำแดง 2555. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม**. รายงานการวิจัย. สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี. 40 หน้า.

ดรุณี เอ็ดเวิร์ดส์. 2538. **เทคโนโลยีการผลิตอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 212 หน้า.

นันทวรรณ ช่างคิด และพรทิพย์ ทวีพงษ์. 2548. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่เค็มไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล. 2545. การผลิตไข่เค็มจากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานผลิตซอสปรุงรส ตอนที่ 3 : ผลของเกลือและวัสดุเหลือทิ้งที่มีต่อคุณภาพของไข่เค็มพอก. **วารสารอาหาร**. 32 (1): 54-63.

ไพรัตน์ ยิ้มวิสัย. 2556. ข ไข่ เพื่อชีวิต. **อัพเดท (Update)**. 28(304): 27-36.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไข่เค็ม. 2546. **มผช.27/2546**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.srayaisomwittaya.ac.th/nectec/siamculture/otop-tis/tcps27_46.pdf. [2559, ตุลาคม 11].

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2542. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 400 หน้า.

วชิรศักดิ์ มัชฌิมาภิโณ. 2553. การดำรงอยู่และการเปลี่ยนแปลงของสังคมเกษตรกรรม ภายใต้กระแสโลกาภิวัฒน์: กรณีศึกษาไข่เค็มไชยา อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2540. บทที่ 12 ไข่และผลิตภัณฑ์. ใน **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 230-247.

วลัยรัตน์ จันทรปานนท์. 2556. **มาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่เค็มไชยา**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เข้าถึงได้จาก : http://www.rdi.ku.ac.th/Techno_ku60/res-baac-02/index-baac-02.html. [2556, กรกฎาคม 3].

วารี ยินดีชาติ. 2542. รอบรู้เรื่องของไข่ คุณค่าและการเลือกสรร. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**. 1: 44-46.

สมจิตร อินทรมณี. 2520. การใช้แกลบเป็นอาหารเคี้ยวเอื้อง. สัมมนาปริญญาโท. สาขาวิชาการผลิตสัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกัญญา โกมล, ชลลดา เลื่อมใสสุข และยุพยงค์ ศักดา. 2545. **โครงการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการยกระดับภูมิปัญญาท้องถิ่น กรณีศึกษา : การผลิตไข่เค็มไชยา**. รายงานการวิจัย. สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานีร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 121 หน้า.

โสภณ บุญล้ำ และจุฑามาศ กระจ่างศรี. 2551. การเสริมขมิ้นชันในอาหารไก่ไข่ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

โสภณ บุญล้ำ, จุฑามาศ กระจ่างศรี, พีรวัจน์ ชูเพ็ง และกมลพรรณ เจือกโว้น. 2555. **เกษตรแปรรูป "ไข่แดงเมืองไชยา ภูมิปัญญาไข่เค็ม"**. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. 53 หน้า.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสัตว์ - ไข่เค็ม**. กรมปศุสัตว์ [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dld.go.th/transfer/th1 /index.php?option=com_content&view=article &id=325%3A2012-03-25-11-41-

48&catid=5%3A2012-03-05-10-26-11&Itemid =187&limitstart=10. [2556, กรกฎาคม 3].

อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์, ปรีดาภรณ์ แซ่ลิ้ม, อรทัย วงษ์กาญจนา, วันเพ็ญ เสือทอง และมณีรัตน์ สุขศรีเพ็ง. 2550. **การศึกษากรรมวิธีการผลิตไข่เค็มไชยาอาหารพื้นเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. รายงานการวิจัย. โครงการ "Window II ปริญญาตรี" สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยราช-ภัฏสุราษฎร์ธานี. 71 หน้า.

AOAC, 2000. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. (17 th.ed.). USA : The Association of official analytical chemists.

BAM, 2001. **Bacteriological Analytical Manual**. U.S. Food and Drug Administration. [Online]. Available : http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm2006949.htm. [2016, April, 22].

BAM, 2014. **Bacteriological Analytical Manual**. U.S. Food and Drug Administration. [Online]. Available : http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm2006949.htm. [2016, April, 22].

Balentine, A. D. 1992. Manufacturing and chemistry of tea. *In* **Phenolic Compunnds in Food and Their Effects on Health I.** Edited by Chi-Tang, H., Chang, Y. L. and Mou-Tuan, H. (eds.). ACS Washington, DC, pp. 103-117.

Chan, E.W., Soh, E.Y., Tie, P.P. and Law, Y.P. 2011. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. **Pharmacognosy Research**. 3:266-272.

Chi, S-P. and Tseng, K-H. 1998. Physicochemical properties of salted pickled yolks from duck and chicken eggs. **Journal of Food Science**. 63 (1): 27-30.

Gulich, A.R. and Fitzgerald, J.C. 1964. **Egg Grading Manual**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. 64 p.

Haslam, E. 2003. Thoughts on thearubigins. **Phytochemistry**. 64: 61-73.

Kaewmanee, T., Benjakul, S. and Visessanguan, W. 2009. Change in chemical composition, physical properties and microstructure of duck egg as influence by salting. **Food Chemistry**. 112: 560-569.

Kiosseoglou, V. 2003. Egg yolk protein gels and emulsions. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**. 8: 356-370.

Lee, K.W., Lee, H. J. and Lee, C.Y. 2002. Antioxidant activity of black tea vs. green tea. **Journal of Nutrition**. 132 : 785.

Mine, Y. 2008. **Egg Bioscience and Biotechnology**. A John Wiley & Sons, Inc., Publication. New Jersey. Canada. 320 p.

Mukhtar, H., and Ahmad, N. 2000. Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. **American Journal of Clinical Nutrition**. 71(Suppl):1698S-1702S.

Shoji, T. 2007. Polyphenols as natural food pigments: changes during food processing. **American Journal of Food Technology**. 2(7): 570-581.

Stickney, R.R., Castell, J.D., Hardy, R.W., Ketola, H., G., Lovell, R.T. and Wilson, R.P. 1983. **Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes**. Nation Academy Press. Washington DC. USA. 102 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร
3. บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. เตาเผา (Muffle furnace)
6. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucibles)
7. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. สารละลายโปแตสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) ร้อยละ 5 เตรียมโดยละลาย K_2CrO_4 ปริมาณ 5 กรัม ในน้ำ เติมน้ำให้ได้ 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 0.1 N เตรียมโดยละลาย $AgNO_3$ 16.987 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บใส่ในขวดสีชาเพื่อป้องกันแสง

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างและเตรียมเถ้าจากตัวอย่างอาหาร โดยใช้วิธีการหาปริมาณเถ้า
2. ละลายเถ้าในถ้วยกระเบื้องเคลือบด้วยน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อย ถ่ายลงใส่ในขวดรูปชมพู่ ล้างถ้วยกระเบื้องเคลือบด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งจนไม่มีเถ้าเหลืออยู่
3. เติมสารละลายโปแตสเซียมโครเมตร้อยละ 5 จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงใส่ในขวดรูปชมพู่ เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าให้เข้ากัน
4. นำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง (เกิดตะกอนสีอิฐ) บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต

การคำนวณ

$$\text{เกลือแกงในอาหาร (\%)} = \frac{V \times 0.0584 \times 100 \times N}{W}$$

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต (N)

W = น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

วิธีการเตรียมสารละลายโปแตสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) ความเข้มข้น 5%

สารละลายโปแตสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) ความเข้มข้น 5% เตรียมโดยชั่งน้ำหนักสาร (K_2CrO_4) จำนวน 5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 50 ml แล้วเทใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น

การเตรียมสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต

1. นำโปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 1 - 2 ชั่วโมง นำมาชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 0.3 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นจำนวน 40 มิลลิลิตร เติมสารละลาย K_2CrO_4 5% จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. นำมาไทเทรตกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่เตรียมไว้แล้ว จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง

การคำนวณ

ความเข้มข้นของซิลเวอร์ไนเตรต (N)

$$= \frac{\text{น้ำหนักโปแตสเซียมคลอไรด์ (ก.)}}{\text{ปริมาตรซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ไทเทรต (มล.)} \times 0.0745}$$

2. การวัดค่า pH

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า pH
2. สารละลายมาตรฐาน pH 7.01 และ pH 4.01
3. บีกเกอร์
4. กระดาษทิชชู

5. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. Calibrate เครื่องก่อนทุกครั้งก่อนวัดค่า pH ของตัวอย่าง
2. ล้าง Probe ด้วยน้ำกลั่นแล้วเช็ดให้แห้งจากนั้นนำไปวัดตัวอย่างไข่ โดยจุ่ม Probe ลงไปแล้ววัดค่า
3. อ่านค่าที่ได้แล้วบันทึกผล

3. ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. ตู้อบลมร้อนแบบสุญญากาศ
3. จานโลหะมีฝาปิด (Moisture can)
4. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
5. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบจานโลหะที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น 15 - 30 นาที ชั่งน้ำหนักทันทีเมื่อเย็น บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของจานโลหะที่ผ่านการอบแห้งแล้ว ทำซ้ำโดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (ให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุด มีผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งไม่เกิน 1 - 3 มิลลิกรัม) ถ้าหากยังไม่ได้ใช้ควรเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 1 - 5 กรัม ใส่ในจานโลหะ
3. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 4 ชั่วโมง (จนน้ำหนักคงที่) เอาออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง อบซ้ำอีกครั้งเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง(ให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุด มีผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งไม่เกิน 1 - 3 มิลลิกรัม)
4. คำนวณหาปริมาณความชื้น จากน้ำหนักที่หายไป

การคำนวณปริมาณความชื้นในตัวอย่าง

ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ภาคผนวกที่ 2

การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อ
2. ปิเปตอัตโนมัติ
3. กระบอกตวง
4. ตะแกรงเหล็ก
5. หลอดทดลองพร้อมฝาปิด
6. บีกเกอร์
7. ขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ
8. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์
10. แอลกอฮอล์สำหรับฆ่าเชื้อ
11. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
12. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
13. ตู้บ่มเชื้อ

1. การวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate Count) (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer solution)

วิธีการ

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar (PCA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar โดยใช้จำนวน 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร แบ่งใส่ขวดแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ 25 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}

2.2 ปิเปตตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1} ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2} ทำไปเรื่อย ๆ จนได้ตัวอย่างที่มีความเจือจางที่เหมาะสม

2.3 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว หลอมอาหารแข็ง PCA ที่เตรียมไว้และทิ้งให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส แล้วใส่อาหารเลี้ยงเชื้อลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร (เตรียมตัวอย่างละ 2 ซ้ำ) เขย่าจานเพาะเชื้อเบา ๆ วนเป็นเลข 8 แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว

2.4 บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. การตรวจนับจุลินทรีย์

ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 25-250 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

CFU/g = Average number of colonies X Dilution factor

2. การวิเคราะห์หาจำนวนยีสต์และรา (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA)

2. สารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 (0.1% peptone water)

วิธีการ

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar โดยใช้จำนวน 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร แบ่งใส่ขวดแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมตัวอย่าง

2.1 ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ 25 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อเติมสารละลายเปปโตนจำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}

2.2 ปิเปตตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1} ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีเปปโตนจำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2}

2.3 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว หลอมอาหารแข็ง PDA ที่เตรียมไว้และทิ้งให้มีอุณหภูมิ 45-

50 องศาเซลเซียส แล้วใส่อาหารเลี้ยงเชื้อลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร (เตรียมตัวอย่างละ 2 ซ้ำ) เขย่าจานเพาะเชื้อเบา ๆ วนเป็นเลข 8 แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว

2.4 บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นเวลา 5 วัน

3. การตรวจนับจุลินทรีย์

ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 10-150 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (CFU/g)

CFU/g = Average number of colonies X Dilution factor

3. การวิเคราะห์หา *Staphylococcus aureus* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Baird-Parker medium (BP)
2. Tryptic soy broth (TSB)
3. Brain heart infusion (BHI) broth
4. Coagulate plasma
5. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ 25 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}

1.2 ปิเปตตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1} ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2} และ 10^{-3}

1.3 ปิเปตตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจากจำนวน 1 มิลลิลิตร เพื่อเพาะเชื้อลงใน Tryptic soy broth +10% NaCl + 1% Sodium pyruvate ระดับความเจือจางละ 3 หลอด นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บันทึกจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก (คือหลอดมีความขุ่น)

1.4 Streak หลอดที่ขุ่น ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird parker medium ซึ่งเป็น Selective agar บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. การตรวจนับจุลินทรีย์

2.1 ตรวจสอบลักษณะโคโลนี โดยเลือกนับโคโลนีที่มีสีดำขอบขาวและแวววใสรอบโคโลนี (Clear zone) โดยเลือกนับจากจานที่มีเชื้อเจริญ 20-200 โคโลนี

2.2 ถ่ายโคโลนีที่คาดว่าเป็น *Staphylococcus aureus* ลงใน BHI แล้วบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3 เติม Coagulate plasma จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดข้อ 2.2 เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มเชื้อ และตรวจผลเมื่อครบเวลา 6 ชั่วโมง โดยสังเกตดูผลที่เป็นบวก (มีลักษณะจับตัวเป็นก้อน) บันทึกหลอดที่ให้ผลเป็นบวก นำผลที่ได้ไปอ่านค่าจากตาราง MPN

4. การวิเคราะห์หา *Clostridium perfringen* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Peptone dilution
2. Tryptose-sulfite-cycloserine (TSC) agar
3. Chopped liver broth

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ 25 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1}

1.2 ปิเปตตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1} ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2}

2. การตรวจนับเชื้อ

2.1 เตรียม TSC agar ที่ปราศจาก Egg yolk ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรเพื่อทำ Pour pate กับ TSC agar ที่ปราศจาก Egg yolk และเตรียม TSC agar ที่มี Egg yolk แล้วปิเปตตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ลงบน TSC agar ที่มี Egg yolk ทำ Spread plate แล้วนำไปวางใน Anaerobic jar และบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีจะมีสีดำ และรอบ ๆ จะใส

2.2 เตรียม Chopped liver broth หลอดละ 2 มิลลิลิตรจากนั้นนำโคโลนีที่สงสัยเลี้ยงใน Chopped liver broth บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตผลที่เป็นบวกจะมีความขุ่น

2.3 ยืนยันผลโดยนำหลอดที่สงสัยมาย้อมแกรมสี Lactose- gelatin media และทำ Motility-nitrate

5. การวิเคราะห์หา *Salmonellae* spp. (BAM, 2014)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lactose broth
2. Rappaport-Vassiliadis (RV) medium
3. Tetrathionate (TT) broth
4. Hektoen enteric agar (HE)
5. Xylose lysine desoxycholate agar (XLD)
6. Bismuth sulfite agar (BSA)
7. Triple sugar iron agar (TSI)
8. Lysine iron agar (LIA)

วิธีการ

Pre-enrichment

ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ 25 กรัม ลงในถุงปลอดเชื้อเติม Lactose broth จำนวน 225 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากัน ถ่ายใส่ในขวดปลอดเชื้อ แล้วนำมาบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Selective enrichment

ปิเปตตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ลงใน Rappaport-Vassiliadis (RV) medium 10 มิลลิลิตร และตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงใน TT broth 10 มิลลิลิตร บ่มเพาะเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำ Streak เชื้อเพาะลงบน BSA และ XLDA และ HEA บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตรวจผลลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นดังนี้

1) อาหาร HE: โคโลนีของ *Salmonella* spp. มีสีน้ำเงินเขียวมีหรือไม่มีจุดดำตรงกลาง และอาจเป็นโคโลนีที่มีขนาดใหญ่สีดำ เป็นเงาตรงกลาง

2) อาหาร XLD: โคโลนีของ *Salmonella* spp. มีสีชมพูมีหรือไม่มีจุดดำตรงกลาง และบางโคโลนีอาจมีขนาดใหญ่สีดำ เป็นเงาตรงกลาง

3) อาหาร BSA: โคโลนีของ *Salmonella* spp. มีสีน้ำตาล เทาหรือดำ และอาจมีสีโลหะสะท้อนแสง อาหารรอบ ๆ โคโลนีมีสีน้ำตาลในช่วงแรกและเปลี่ยนเป็นสีดำภายหลังเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น

Isolation of Salmonella spp.

เลือกเฉพาะโคโลนีที่คาดว่าเป็น *Salmonella* spp.จากอาหาร HE, XLD และ BSA นำมาทดสอบดังนี้

1) ถ่ายเชื้อลงใน TSI โดย streak บน slant และแทงลงลึกลงไปส่วนของ butt อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลักษณะเฉพาะของ *Salmonella* spp. บนอาหาร TSI จะพบสีแดงที่ slant (สภาพเป็นด่าง) และพบสีเหลืองที่ butt (สภาพเป็นกรด) อาจจะมีการสร้าง H_2S ด้วยหรือไม่ก็ได้สังเกตสีดำของ butt

2) ถ่ายเชื้อลงใน LIA

ถ่ายเชื้อลงใน LIA โดย streak บน slant และแทงลงลึกลงไปส่วนของ butt อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลักษณะเฉพาะของ *Salmonella* spp. บนอาหาร LIA จะพบเชื้อสามารถเจริญได้ทั้งบริเวณผิวและตามรอยที่แทงลูบ อาหารจะมีสีม่วงทั่วหลอด ถ้ามี H_2S จะเห็นเป็นสีดำ

ภาคผนวกที่ 3

การคำนวณผลการทดลอง

วิธีการคำนวณ น้ำหนัก (%) ไข่เป็ดทั้งฟองที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอก

ตัวอย่างการคำนวณน้ำหนัก (%) ไข่เป็ดทั้งฟองที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา (0%) วันที่ 3

น้ำหนัก (%) ไข่ทั้งฟองที่เปลี่ยนแปลง $= \frac{X_2 - X_1}{X_2} \times 100$

แทนค่า $X_1 = 58.604$

$X_2 = 58.712$

สูตร

น้ำหนัก (%) ไข่ทั้งฟองที่เปลี่ยนแปลง $= \frac{X_2 - X_1}{X_2} \times 100$

$= \frac{58.712 - 58.604}{58.712} \times 100$

$= \frac{0.108}{58.712} \times 100$

$= 0.18$

โดยที่

X_1 = น้ำหนักไข่เป็ดทั้งฟองก่อนพอก

X_2 = น้ำหนักไข่เป็ดทั้งฟองหลังพอก

วิธีการคำนวณ ปริมาณเกลือ (%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอก

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเกลือ (%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา (%) วันที่ 3

ปริมาณเกลือ (%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลง = 0 - 0.4

= 0.4

แทนค่า ปริมาตร $AgNO_3$ เริ่ม = 0

ปริมาตร $AgNO_3$ หลัง = 0.4

ปริมาตร $AgNO_3$ ที่ใช้ = 0.4

สูตร

$$\text{ปริมาณเกลือ (\%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลง} = \frac{\frac{V \times 0.0584 \times 100 \times N}{W}}{}$$

$$= \frac{0.4 \times 0.0584 \times 100 \times 0.1}{1.0355}$$

$$= \frac{0.233}{1.035}$$

$$= 0.23$$

โดยที่

V = ปริมาณของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต (N)

W = น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

วิธีการคำนวณ ปริมาณความชื้น (%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอก

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณความชื้น (%) ในไข่แดงที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการพอกด้วยดินจอมปลวกผสมกากชา (%) วันที่ 3

ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก คำนวณได้จาก

สูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

$$= \frac{1.7192}{5.0381} \times 100$$

$$= 34.12$$

โดยที่

ภาชนะ + ตัวอย่างก่อนอบ = 19.2350

ภาชนะ + ตัวอย่างหลังอบ = 17.5158

ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ = 1.7192

น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ = 5.0381

ภาคผนวกที่ 4

ผลการวิเคราะห์

ตารางภาคผนวกที่ 4.1 แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของดินจอมปลวก

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			
	ภาชนะ + ตัวอย่าง ก่อนอบ	ภาชนะ + ตัวอย่าง หลังอบ	ผลต่างน้ำหนัก ตัวอย่างก่อนอบและ หลังอบ	ปริมาณ ความชื้น (%)
ซ้ำครั้งที่ 1	20.2153	19.8384	0.3769	7.5
ซ้ำครั้งที่ 2	21.2260	20.8468	0.3792	7.6
ซ้ำครั้งที่ 3	19.5137	19.1423	0.3714	7.4
ค่าเฉลี่ย ± SD				7.5 ± 0.10

ตารางภาคผนวกที่ 4.2 แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของกากชาแห้ง

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			
	ภาชนะ + ตัวอย่าง ก่อนอบ	ภาชนะ + ตัวอย่าง หลังอบ	ผลต่างน้ำหนัก ตัวอย่างก่อนอบและ หลังอบ	ปริมาณ ความชื้น (%)
ซ้ำครั้งที่ 1	21.6192	20.8671	0.7521	14.9
ซ้ำครั้งที่ 2	20.4232	19.6746	0.7486	14.9
ซ้ำครั้งที่ 3	20.2405	19.4945	0.7460	14.8
ค่าเฉลี่ย ± SD				14.9 ± 0.06

ตารางภาคผนวกที่ 4.3 แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นของเกลือ

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)			
	ภาชนะ + ตัวอย่าง ก่อนอบ	ภาชนะ+ ตัวอย่าง หลังอบ	ผลต่างน้ำหนัก ตัวอย่างก่อนอบและ หลังอบ	ปริมาณ ความชื้น (%)
ซ้ำครั้งที่ 1	19.9739	19.8822	0.0917	1.8
ซ้ำครั้งที่ 2	20.3818	20.3054	0.0764	1.5
ซ้ำครั้งที่ 3	19.9220	19.8344	0.0876	1.7
ค่าเฉลี่ย ± SD				1.7 ± 0.16

ภาคผนวกที่ 5

ภาพประกอบการผลิตไข่เค็ม

ภาพภาคผนวกที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการผลิตไข่เค็ม

ภาคผนวกที่ 6

ใบประเมินความชอบ

ผลิตภัณฑ์ : ไข่เค็มไชยา

ชื่อ ..... วันที่ .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส				
	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ					
สีของไข่แดง					
สีของไข่ขาว					
กลิ่น					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
ความเค็มของไข่แดง					
ความเค็มของไข่ขาว					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ใบประเมินความชอบจากผู้บริโภคทั่วไป

ชื่อผลิตภัณฑ์ ไข่เค็ม

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....

วันที่..... **เวลา**.....

คำชี้แจ้ง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าข้อความหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง แบบทดสอบชิมชุดนี้มีทั้งหมด 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ทดสอบชิม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 18 ปี ( ) 18-25 ปี ( ) 26-30 ปี ( ) 31-35 ปี

( ) 36-40 ปี ( ) 41 ปี ขึ้นไป

3. สถานภาพ

( ) โสด ( ) สมรส ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. ระดับการศึกษาที่จบหรือกำลังศึกษาอยู่

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ( ) อนุปริญญา/ปวส.

( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ…….

5. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ธุรกิจส่วนตัว ( ) แม่บ้าน/พ่อบ้าน ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……

6. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 10,000 บาท ( ) 10,000-20,000 บาท ( ) 20,001-30,000 บาท

( ) 30,001-40,000 บาท ( ) 40,001-50,000 บาท ( ) 50,001 บาท ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความชอบของผู้ทดสอบชิม

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างโดยให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบน้อยที่สุด 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**
ลักษณะปรากฏ	
สีของไข่แดง	
สีของไข่ขาว	
กลิ่น (เช่น กลิ่นคาว)	
ลักษณะเนื้อสัมผัส (เช่น ความร่วนของไข่แดง)	
ความเค็มของไข่แดง	
ความเค็มของไข่ขาว	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ