หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

บทปริทัศน์

การผลิตไข่เยี่ยวม้า ต้องมีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่างดังนี้

วัตถุดิบในการผลิต

ไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก เพราะในไข่ประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่นโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ ซึ่งร่างกายสามารถจะดูดซึมเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ถึงร้อยละ 98 เหลือเป็นกากน้อยมาก (4) ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 1

โปรตีนในไข่พบว่าประมาณร้อยละ 50 อยู่ในไข่ขาว อีกร้อยละ 40 อยู่ในไข่แดง โดยปะปนอยู่กับไขมัน ส่วนที่เหลืออยู่ในเปลือกไข่และเยื่อหุ้มไข่แดง(vitelline membrane) (5) โปรตีนในไข่ขาว จะมีโครงสร้างอย่างง่ายซึ่งต่างจากในไข่แดงที่มีโครงสร้างซับซ้อน (6) ส่วนโปรตีนในเยื่อหุ้มไข่โครงสร้างมี 3 ชั้น ชั้นนอกที่ติดกับเปลือกไข่เป็นพวก ovokeratin ชั้นกลางเป็น mucin และชั้นในสุดเป็นโปรตีนเส้นใย มีทั้ง keratin ที่ไม่ละลายน้ำ โดยเปลี่ยนแปลงมาจากเซลผิวหนังกับ mucins ที่เป็นส่วนประกอบของ mucous ซึ่งพบบุอยู่ในระบบอวัยวะส่วนที่อ่อนนุ่มของร่างกาย เช่น ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร

<u>โปรตีนในเปลือกไข่</u> ชั้นนอกสุดของไข่จะมีสารเคลือบผิวเปลือกไข่ (cuticle) ที่เป็นโปรตีนพวก mucin ถัดเข้าไปเป็นพวก collagen เป็นชนิดเดียวกับที่มีอยู่ในกระดูกและกระดูกอ่อนมีคุณสมบัติจัดอยู่ในพวก albuminoid เป็นแกนให้อนินทรีย์สารต่าง ๆ มาเกาะจนเป็นรูปร่างของเปลือกไข่

<u>โปรตีนในไข่ขาว</u> ในไข่ขาวมีโปรตีนหลายชนิด ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2 โปรตีนส่วนใหญ่เป็นพวก albumin, ovalbumin,conalbumin ซึ่งทั้ง 3 ชนิดรวมกันมีถึงร้อยละ 70 ของโปรตีนในไข่ขาวทั้งหมด ซึ่งทำให้ตกตะกอนได้ด้วยสารเคมีพวกด่างและเกลือ

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของไข่เป็ดในส่วนที่กินได้ 100กรัม (4)

สารอาหาร	ในไข่ทั้งฟอง	ในไข่ขาว	ในไข่แดง
น้ำ (กรัม)	72.70	86.30	52.90
พลังงาน (คาลอรี่)	169.00	57.00	327.00
ไขมัน (กรัม)	11.90	0.20	27.70
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.70	2.00	0.60
โปรตีน (กรัม)	12.70	11.00	17.30
แคลเซียม (มก.)	76.00	10.00	154.00
ฟอสฟอรัส (มก.)	186.00	12.00	319.00
เหล็ก (มก.)	3.50	0.60	5.30
วิตามิน เอ (หน่วยสากล)	1140.00	—	3210.00
วิตามิน บี 1 (มก.)	0.08	0.01	0.21
วิตามิน บี 2 (มก.)	0.48	0.27	0.59
ไนอาซิน (มก.)	0.10	0.10	น้อยมาก

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของโปรตีนที่พบในไข่ขาว (protein in egg albumin) (7)

Protein	Relative amount in albumin (%)	Isoelectric point	Molecular weight	charac-teristic
Ovalbumin	54	4.6	45,000	Phosphoglyco-protein
Conalbumin	13	6.6	80,000	Binds metals especially iron
Ovomucoid	11	3.9-4.3	28,000	Inhibits trypsin
Lysozyme (G_1 globulin)	3.5	10.7	14,600	Lyses some bacteria
G_2 globulin	4.0	5.5	30,000-45,000	—
G_3 globulin	4.0	5.8	—	—
Ovomucin	1.5	—	—	Sialaprotein
Flavoprotein	0.8	4.1	35,000	Binds ribo-flavin
Ovoglycoprotein	0.5	3.9	24,000	Sialaprotein
Ovomacroglobulin	0.5	4.5-4.7	760,000-900,000	—
Ovoinhibitor	0.1	5.2	44,000	Inhibits several proteases
Avidin	0.05	9.5	53,000	Binds biotin

<u>โปรตีนในไข่แดง</u> ในไข่แดงจะมีโปรตีนและสารอื่น ๆ อยู่หลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3 โปรตีนส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งจะทำให้ตกตะกอนได้ด้วยกรด ด่าง และเกลือ (6)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณโปรตีนและสารบางชนิดในไข่แดง (7)

protein and miscellaneous		% of egg yolk solids
Protein-livetins		4-10
Phosphoproteins	- vitellin	4-15
	vitellenin	8- 9
	phosvitin	5- 6
Lipoprotein	- lipovitellin	16-18
	lipovitellenin	12-13
Lipid	- triglycerides	46
	phospholipids	20
	sterols (mainly cholesterol)	3
Carbohydrates		2
Mineral constituents		2
Vitamins		traces

สารประกอบอนินทรีย์และอินทรีย์ในไข่ขาวและไข่แดง มีด้วยกันหลายชนิดดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต ที่พบในไข่ส่วนใหญ่จะเป็นพวกกลูโคสซึ่งมีประมาณร้อยละ 60 ในจำนวนนี้ประมาณร้อยละ 40 จะรวมอยู่กับอนินทรีย์สารและโปรตีน (5)
2. สารอนินทรีย์ ปริมาณที่พบในไข่ขาวและไข่แดงจะแตกต่างกันดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณสารอนินทรีย์และอินทรีย์ในไข่ขาวและไข่แดง (7)

สาร	(ปริมาณมิลลิกรัม / กรัม ของสารทั้งหมดในไข่)	
	ไข่ขาว	ไข่แดง
sodium	1.47	0.55
potassium	1.40	0.94
calcium	0.13	1.35
magnesium	0.10	1.30
iron	0.0001	0.08
sulphur	1.96	1.57
chlorine	1.27	1.30

เอนไซม์ในไข่พบน้อย ที่พบในไข่ขาวได้แก่ tributyrinase, lysozyme, peptidase, catalase ส่วนในไข่แดงได้แก่ peptidase, phosphatase, catalase นอกจากนี้ยังมี amylase, esterase รวมอยู่กับ livetin protein ในไข่แดง (5) เอนไซม์เหล่านี้จะทำลายจุลินทรีย์ที่ผ่านเปลือกไข่ เช่น lysozyme จะทำลายบักเตรีกรัมบวกโดยวิธี depolymerization หรือ hydrolysis of mucopolysaccharides โดยจะทำลายผนังเซลของบักเตรีกรัมบวก (5) lysozyme ในไข่เป็ดมีสารทำลายจุลินทรีย์สูงกว่าในไข่ไก่ (5) นอกจากนี้ Avidin ในไข่ก็สามารถที่จะยับยั้งการเจริญของบักเตรีบางชนิดด้วยวิธีการไปรวมตัวกับ Biotin ทำให้บักเตรีใช้ Biotin ไม่ได้ เอนไซม์ในไข่

ยังทำหน้าที่ย่อยเนื้อไข่ให้ละลาย เพื่อให้ตัวอ่อนในไข่นำไปใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตเป็นลูกเป็ด หรือลูกไก่

การเปลี่ยนแปลง pH ระหว่างการเก็บไข่ ไข่ที่เก็บไว่ pH จะสูงขึ้น เนื่องจากไข่สูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดมาจากขบวนการเมตาโบลิซึมของเป็ดหรือไก่ (metabolic process) แล้วละลายอยู่ในไข่ในรูปของกรดคาร์บอนิค และไบคาร์บอเนต (5) ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ แต่ในช่วงระยะเวลาที่เก็บนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระเหยออกไปทางรูบนเปลือกไข่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีอยู่ในไข่จะระเหยออกไปจนมีปริมาตรสมดุลย์กับปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศบริเวณรอบ ๆ ไข่นั้น (5) การสูญหายของก๊าซนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของไข่ pH ของไข่ขาวในไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ มีค่าประมาณ 7.9 จะเปลี่ยนเป็น 9.3 ในวันที่ 3 ของการเก็บไข่ไว้ การเปลี่ยนแปลง pH ของไข่ขาวสูงตั้งแต่ 6.4 ขึ้นไป จะเป็นผลให้ธาตุเหล็กในไข่ขาวอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ทำให้แบคทีเรียที่ต้องการธาตุเหล็กในการเจริญเติบโตไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (5)

<u>สารเคมีที่ใช้ในการหมักไข่เยี่ยวม้า</u>

สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการหมักจะทำปฏิกิริยากับไข่ในช่วงการหมักดังนี้

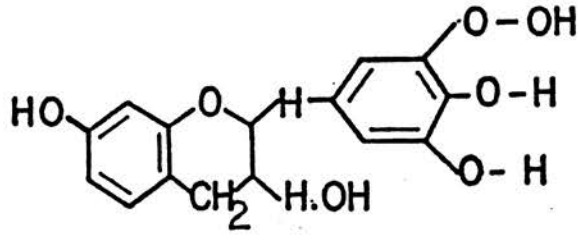
1. <u>เกลือ</u>

เกลือมีความสำคัญในการเปลี่ยนไข่สดเป็นไข่เยี่ยวม้า เนื่องจากเกลือจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ป้องกันการเน่าเสียของไข่ ปริมาณเกลือที่มีอยู่ในไข่ซึ่งสามารถป้องกันการเน่าเสียของไข่ได้ ควรมีปริมาณดังนี้ ในไข่เค็มไข่ขาวจะมีเกลือร้อยละ 6.5 โดยน้ำหนัก ไข่แดงมีร้อยละ 3.6 โดยน้ำหนัก (8) แต่ในไข่เยี่ยวม้าเปอร์เซ็นต์ของเกลือมีน้อยกว่าได้ คือในไข่ขาวควรมีเกลือร้อยละ 1.0-2.0 โดยน้ำหนัก ในไข่แดงร้อยละ 0.40-0.70 โดยน้ำหนัก เนื่องด้วยในไข่เยี่ยวม้ามีสารเคมีหลายชนิด ช่วยทำลายจุลินทรีย์ได้ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต สังกะสีคลอไรด์ และ pH ของสารละลายที่แช่ไข่ก็สูงคือ pH ประมาณ 13 ปริมาณเกลือไม่จำเป็นมากเท่าในไข่เค็ม

บทบาทของเกลือต่อโปรตีนในไข่คือ เกลือเป็น electrolyte ชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนแล้วจะลด repulsions ระหว่างประจุของโปรตีนทำให้ประจุของโปรตีนอยู่ใกล้กันมากขึ้น และช่วยดึงดูดประจุบวกของโปรตีนกลุ่มหนึ่งและประจุลบของโปรตีนอีกกลุ่มหนึ่งให้อยู่ใกล้กันมากขึ้น ทำให้เกิดการ form gel นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีนที่เรียกว่า "salting out" ซึ่งเกิดขึ้น เมื่อเติมเกลือลงในสารละลายโปรตีนมากพอ เกลือจะไปแย่งน้ำจากโมเลกุลของโปรตีนทำให้เกิด gel (9) นอกจากนี้เกลือยังช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารหลายชนิด รวมทั้งไข่เยี่ยวม้าด้วย ทำให้อาหารเหล่านั้นมีรสชาติดีขึ้น (3)

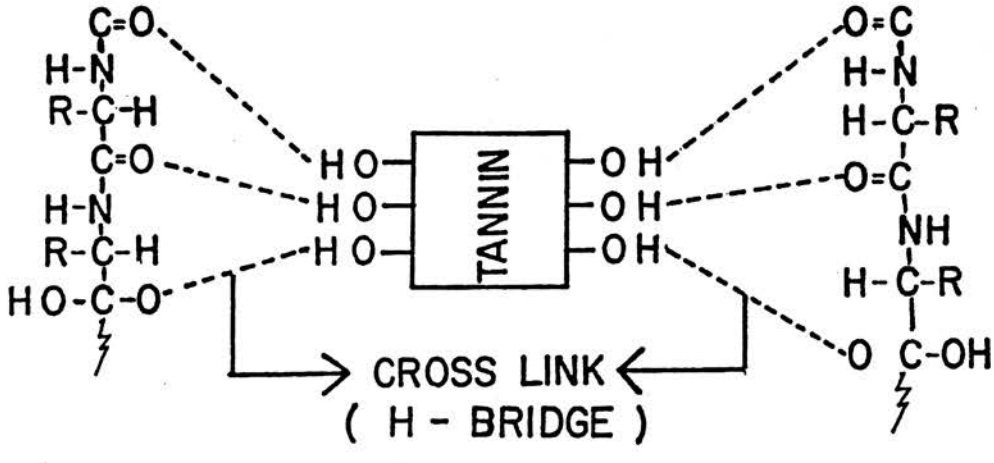
2. <u>ใบชา</u> ประกอบด้วยสารเคมีต่าง ๆ ถึง 320 ชนิด สารสำคัญในใบชา คือ แทนนิน และคาเฟอีน รวมทั้งเกลือแร่หลายชนิด เช่น ทองแดง สังกะสี มังกานีส สารที่มีมากที่สุดในใบชาคือ แทนนิน ซึ่งมีตั้งแต่ร้อยละ 7.3-15.1 แทนนินเป็นพวก polyphenolic compound มี 2 ชนิดคือ hydrolyzable tannins และ condensed tannin (10) เมื่อนำแทนนินมาผ่านความร้อนจะได้ polyhydric alcohol

แทนนิน มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 1 จะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในไข่ ทำให้โปรตีนตกตะกอนช่วยให้การเกิด gel ของไข่เร็วขึ้น (10) โดยที่ไฮโดรเจนจากกลุ่มไฮดรอกซิลในแทนนินและอ๊อกซิเจนของ keto-imide bond (-CONH) ในโปรตีนจะมีพันธะกันทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีน แทนนินที่สามารถจะตกตะกอนโปรตีนได้ ต้องมีมวลโมเลกุลอยู่ระหว่าง 1000-3000 (10) จึงจะทำให้เกิดการยึดกันอย่างแข็งแรง



รูปที่ 1 ภาพแสดงโครงสร้างของแทนนินจากใบชา (a)

BONDING OF PROTEIN AND TANNIN(IO)



การสร้างพันธะยึดกันของโปรตีนกับแทนนิน (b)

3. Calcium carbonate

เป็นสาร เคมีที่มีความสำคัญในการหมักไข่ เยี่ยวม้า ช่วยให้เกิดการตกตะกอนโปรตีนในไข่ ทำให้ปริมาณแคลเซียมในไข่ เยี่ยวม้าสูงกว่าในไข่สด เป็น buffer solution ทำให้สารละลายมี pH พอเหมาะในการหมักไข่

4. Sodium carbonate

เป็นสาร เคมีที่ละลายน้ำได้ดี มี pH 12.6 ทำให้โปรตีนอยู่ในสภาพที่มีประจุลบ (9) เมื่อ เติมสารที่มีประจุบวกลงไปจะทำให้โปรตีนตกตะกอน เป็นสารที่ทำให้ pH ของสารละลายเหมาะแก่การแช่ไข่ เยี่ยวม้า คือ pH ของสารละลายที่ใช้แช่ไข่ ควรมี pH สูงประมาณ 13 (11)

5. Urea

เป็นสารที่ทำให้โปรตีนในไข่ เกิดการตกตะกอน เนื่องจากยูเรียจะไปจับกับ SH group และ SS group ของโปรตีน เกิดการประสานตัวกัน เป็นร่างแหละ เอียดแน่นรวมกับ inter-molecular SS bonds ทำให้โปรตีนตกตะกอนลงมา แต่ยูเรียที่จะใช้ตกตะกอนโปรตีนต้องใช้ในปริมาณที่มากกว่าโปรตีนหลายเท่า ไม่เหมาะที่จะนำมาตกตะกอนโปรตีนที่ เกี่ยวข้องกับอาหาร เนื่องจากมีกลิ่นยูเรียติดมามาก (11)

6. Zinc chloride (USP XX)

Zinc chloride เป็น เกลือของโลหะหนักมีผลึกสีขาว หรือไม่มีสี ดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย ละลายน้ำได้ดี สามารถตกตะกอนโปรตีนออกจากสารละลายที่ เป็นด่างซึ่งมีค่า pH สูงกว่า isoelectric point ของโปรตีนชนิดนั้น pH ในช่วงนี้จะทำให้โปรตีนมีประจุลบและสามารถรวมตัวกับโลหะหนักที่มีประจุบวก เกิด เป็น เกลือของโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ ตกตะกอนลงมา (9)

Zinc chloride เป็นโลหะหนักที่ใช้ เป็นส่วนประกอบของยาหลายชนิด เนื่องจาก เป็นแหล่งของธาตุสังกะสีที่ร่างกายต้องการ โดยปกติร่างกายจะต้องการธาตุสังกะสีที่อยู่ใน

อาหาร ในปริมาณวันละประมาณ 12 มิลลิกรัม และร่างกายขจัดธาตุสังกะสีออกทางปัสสาวะ ประมาณ 0.9 มิลลิกรัมต่อวัน ทางอุจจาระ 10 มิลลิกรัมต่อวัน (12)

กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 69 พ.ศ. 2525 ก็ได้ประกาศกำหนดปริมาณสังกะสีในอาหารให้มีได้ไม่เกิน 100 ppm (สำหรับในไข่ยังไม่มีการกำหนด)

ส่วนโลหะหนักพวก lead oxide ซึ่งมักมีการเติมลงไปในสารละลายที่ใช้ทำไข่เยี่ยวม้า เนื่องจาก lead oxide เป็นโลหะหนักที่ตกตะกอนโปรตีนได้เร็วกว่าโลหะหนักชนิดอื่น และทำให้โปรตีนมีสีคล้ำอีกด้วย ไข่สดจะเปลี่ยนเป็นไข่เยี่ยวม้าได้เร็วขึ้น เป็นการลดต้นทุนการผลิต แต่ตะกั่วเป็นสารเคมีที่มีพิษ (2) เมื่อสะสมอยู่ในร่างกาย ไม่ควรใส่หรือให้มีการปนเปื้อนลงในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2522 ได้กำหนดปริมาณตะกั่วในอาหารให้มีได้ไม่เกิน 2 ppm (17) สำหรับในไข่และผลิตภัณฑ์จากไข่ยังไม่มีการกำหนดไว้

ภาชนะที่ใช้ในการหมัก

ในสมัยก่อนนิยมใช้ไห หรือกระถางที่ทำจากเครื่องปั้นดินเผา (3) เนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนดี ไม่สะสมความร้อน แต่ปัจจุบันแนวโน้มเปลี่ยนเป็นใช้ถังพลาสติก เนื่องจากน้ำหนักเบากว่า ใช้ทนทานกว่าไม่แตกง่าย สะดวกในการเคลื่อนย้ายไปมา

การหมัก

วิธีหมักไข่เยี่ยวม้าทั่ว ๆ ไป มี 2 วิธี คือการพอก และแช่

การพอก โดยนำส่วนผสมทั้งหมดมาคลุกแล้วเติมน้ำให้เหนียวพอปั้นได้ พอกไข่หนาประมาณ 1 เซนติเมตร และเอาไปคลุกกับแกลบ เพื่อกันไม่ให้ไข่แต่ละฟองที่พอกไว้ติดกัน จึงนำมาบรรจุในหม้อ เคลือบปิดฝาแน่นกันอากาศเข้า เก็บไว้ในที่อุณหภูมิประมาณ 30-32 องศาเซลเซียส กลับไข่ทุก ๆ 7 วัน เพื่อให้ไข่แดงอยู่ตรงกลางฟองไม่ติด เปลือกไข่ด้านใดด้านหนึ่ง ใช้เวลา 40-60 วันก็ใช้ได้เลย

การแช่ ผสมสารละลายของส่วนผสมทั้งหมด แล้วนำไข่เป็ดหรือไข่ไก่แช่ลงไป

มีสูตรทดลองการหมักไข่เยี่ยวม้า ไว้หลายสูตรดังนี้

สูตร 1 สูตรของ Ernest Tso (ต่อไข่เป็ด 10 ฟอง) (3)

sodium carbonate	15	กรัม
ขี้เถ้าไม้	73	กรัม
เกลือ	12	กรัม
calcium oxide	120	กรัม
น้ำชา	80	ลิตร

ใช้เวลา 3 เดือน ไข่เป็ดจึงเปลี่ยนเป็นไข่เยี่ยวม้า แต่ไข่แดงของไข่เยี่ยวม้ายังคงมีสีเหลือง แทนที่จะเป็นสีเขียวปนดำ แสดงว่าสูตรนี้ยังไม่เหมาะที่จะใช้แช่ไข่เยี่ยวม้า

สูตร 2 ใช่ไข่เป็ด 5 ฟอง (3)

calcium carbonate	101.25	กรัม
เกลือป่น	101.25	กรัม
sodium carbonate	101.25	กรัม
ขี้เถ้าไม้	1.77	กรัม
ใบชา	20.00	กรัม

ใช้เวลา 1 เดือน ไข่เป็ดจะเปลี่ยนเป็นไข่เยี่ยวม้า แต่รสชาติเค็มมาก

สูตร 3 ใช้ไข่เป็ด 10 ฟอง (3)

sodium carbonate	528.0	กรัม
calcium oxide	607.5	กรัม
เกลือป่น	36.0	กรัม
ขี้เถ้าไม้	219.0	กรัม
ใบชา	120.0	กรัม

ใช้เวลา 2 เดือน ไข่เป็ดจะเปลี่ยนเป็นไข่เยี่ยวม้า

สำหรับในญี่ปุ่นก็มีผู้ทดลอง หมักไข่ในสารละลายผสมของโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์, โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์, น้ำชาเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสารละลายที่เหมาะสมในการทำไข่เยี่ยวม้าจากไข่นกกระทา (13) ใช้เวลาหมักมากกว่า 15 วัน ระหว่างการหมัก hydrogen sulphide ในไข่ขาว, ไข่แดงจะเพิ่มเป็น 30 และ 14 ไมโครกรัม/กรัมของไข่ตามลำดับ และระหว่างที่ไข่เริ่มสุก hydrogen sulphide ลดลงเหลือ 8 ไมโครกรัม/กรัมของไข่ เมื่อตรวจสอบแล้วมีปริมาณใกล้เคียงกับไข่สด (13)

อีกวิธีหนึ่งใช้ไข่ไก่ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือตอนแรกแช่ในโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 20 น้ำหนัก/ปริมาตร ตอนช่วงหลังแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 5 น้ำหนัก/ปริมาตร, โซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10 น้ำหนัก/ปริมาตร และน้ำชาร้อยละ2 น้ำหนัก/ปริมาตร (14)

<u>ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก</u>

ไข่เยี่ยวม้าเป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยาของโปรตีนในไข่สด กับสารเคมีพวกด่างและเกลือ การแปรสภาพของโปรตีนที่เกิดขึ้น (denature) เป็นเพราะการคลายตัวของโครงสร้าง (unfolding) ของโปรตีนซึ่งเป็นรูปโซ่ (polypeptide chains) จะทำให้โปรตีนตกตะกอนไม่ละลาย สภาพการแปรสภาพนี้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับพีเอชของโปรตีนนั้น สารเคมีต่าง ๆ ที่ทำให้ไข่สดเปลี่ยนเป็นไข่เยี่ยวม้าจะทำให้คุณสมบัติเดิมของโปรตีนเปลี่ยนไป เช่นมี pH สูงขึ้น เนื่องจาก hydroxy group และ sulhydryl groups ของโปรตีนอยู่ในสภาพอิสระ ไม่ได้จับกับสารอื่น เพราะการคลายตัวของสาย polypeptide คุณสมบัติการละลายของโปรตีนลดลง จึงมีการตกตะกอนโปรตีนในไข่ขาวและไข่แดง ดังรูปที่ 2 (11)

017892

รูปที่ 2 POSSIBLE STAGES IN THE DENATURATION OF A PROTEIN (II)

ผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้า

ลักษณะไข่เยี่ยวม้าที่ดี (15)

1. เปลือกไข่สีเข้มทึบ มีจุดสีเขียวดำบนเปลือกไข่
2. ไข่ขาว ไข่แดง แข็งตัว
3. ไข่ขาว มีสีน้ำตาล ใสคล้ายวุ้นกาแฟ
4. ไข่แดงเป็นสีเทาเขียว จุดกลางไข่แดงค่อนข้างสีเทา
5. เมื่อแกะเปลือกไข่ออกมีกลิ่นคล้ายแอมโมเนีย และต้องไม่มีกลิ่น hydrogen sulphide ตรวจสอบโดยใช้ lead acetate paper test จะต้องไม่เกิดสีดำใน 15 นาที

คุณค่าทางอาหารของไข่เยี่ยวม้า (16,17,18)

โปรตีน ของไข่เยี่ยวม้าทั้งฟองประมาณร้อยละ 14 โดยน้ำหนัก

เกลือแร่ ในไข่เยี่ยวม้ามีดังนี้

1. ปริมาณแคลเซี่ยมของไข่เยี่ยวม้าทั้งฟอง 60 ppm
2. ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของไข่เยี่ยวม้าทั้งฟองประมาณร้อยละ 1.10 โดยน้ำหนัก

วิตามิน เอ	4.18 IU/g
วิตามิน บี 1 (Thiamine)	0.15 µg/g
Riboflavin	3.35 µg/g

การเก็บรักษา

ไข่เยี่ยวม้าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเป็นปี โดยไม่จำเป็นต้องใช้กรรมวิธีพิเศษอย่างไร เพียงแต่ใช้กระดาษไขห่อ หรือเคลือบ wax ที่เปลือกไข่ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ซึ่งทำให้ไข่เยี่ยวม้าแห้ง ไม่ชุ่มน้ำ ไม่อร่อยเท่าที่ควร ไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ (16) ดังนั้นจึงรับประทานได้โดยไม่ต้องผ่านความร้อน

มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพ

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 91 (พ.ศ. 2528) เรื่องไข่เยี่ยวม้า โดยกำหนดให้ไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ โดยกล่าวว่า

ไข่เยี่ยวม้า หมายความว่า ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง อยู่ในสภาพที่จะนำไปบริโภคได้ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2. ตรวจพบตะกั่วได้ไม่เกินปริมาณตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3. การแสดงฉลากของไข่เยี่ยวม้า ให้แสดงชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตเป็นภาษาไทย และต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 68 (พ.ศ. 2525) เรื่องฉลาก ลงวันที่ 29 เมษายน 2525 ในข้อ 7 ข้อ 8 ข้อ 9 ข้อ 10 ข้อ 12 ข้อ 13 และข้อ 14 ด้วย

Packaging เกี่ยวกับไข่

การบรรจุที่พบในเมืองไทยมีหลายวิธี 1) นิยมห่อหุ้มด้วยดินผสมแกลบเพื่อลดการสูญเสียความชื้น แล้วใส่กล่อง 2) ห่อหุ้มด้วยดินผสมแกลบแล้วห่อกระดาษอีกชั้นหนึ่ง เพื่อความสวยงาม 3) ทาด้วยสีพลาสติกสีชมพูเพื่อให้สวยงาม แต่สำหรับในต่างประเทศมักจะบรรจุกล่องกระดาษแข็ง บรรจุกล่องละ 4-6 ฟอง ด้านบนปิดด้วยพลาสติกใส ที่มองเห็นไข่เยี่ยวม้าที่อยู่ภายใน หรือใส่กล่องที่ทำด้วยโฟม บรรจุ 4 ฟอง หุ้มด้วยพลาสติกใส มองเห็นไข่เยี่ยวม้าได้ชัดเจน

การนำไปประกอบอาหาร (17)

ทั่ว ๆ ไปนิยมรับประทานไข่เยี่ยวม้ากับขิงดอง หรือรับประทานเป็นส่วนประกอบของอาหารว่าง