

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

วัสดุอาหาร สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. วัสดุอาหาร

ไข่ไก่สด เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์เลือกไข่ไข่ไก่สดซีพี เบอร์ 2 น้ำหนัก ฟองละประมาณ 60-65 กรัม เลือกไข่ที่สดมีอายุการเก็บก่อนนำมาใช้ไม่เกิน 15 วัน ซึ่งได้จากแม่ไก่พันธุ์ Easybrown ทั้งนี้เพื่อลดความแปรปรวนในไข่ไก่อันเนื่องจากพันธุ์แม่ไก่ อาหารที่เลี้ยง สภาวะแวดล้อม อายุไก่ และอายุไข่ที่เก็บก่อนนำมาใช้ ซึ่งอาจจะมีผลต่อคุณภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้

นมผงขาดมันเนยเอ็มจี ได้รับการอนุเคราะห์บริษัท วิคกี คอนโซลิเดท จำกัด แสดง สมบัติในภาคผนวก ก.1

ไข่ขาวผง ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัทผลิตภัณฑ์ไข่แปดริ้ว จำกัด แสดงสมบัติในภาคผนวก ก.2

Carboxylmethyl Cellulose :Hycel (Food grade) ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท ลีอกชเล่ย์ จำกัด (มหาชน) แสดงสมบัติใน ภาคผนวก ก.3

Carrageenan :Viscarin[®] SD 389 ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท วังเคมี จำกัด แสดงสมบัติในภาคผนวก ก.4

น้ำมันถั่วเหลือง ตรารุ่งน

2. สารเคมี

- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

Petroleum ether A.R.

Hydrochloric acid A.R.



- การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

Sulfuric acid	A.R.
Boric acid	A.R.
Potassium sulfate	A.R.
Copper sulfate	A.R.
Bromocresol green-methyl red indicator	A.R.
Sodium hydroxide	A.R.
Hydrochloric acid	A.R.

- การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

Nutrient broth	(Difco)
Agar powder	(Difco)

3. อุปกรณ์ในการเตรียมและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

Brookfield viscometer	(Brookfield engineering laboratories, RVTD)
Universal test stand	(Chatillon, TLC)
Magnetic stirrer	(Frang Morat / M22/1)
Vacuum oven	(Hotpack, 273600)
Incubator	(WTC binder 7200 Tuttlingong Germany)
Autoclave	(Hirayama, 300 MN)
Microwave	(Mitsubishi, RA 610)
ชุดย่อยและกลั่นโปรตีน	(Kjeldatherm and Vapodest I, Gerhant, KT85)
Homogenizer	(Microfluidics corporation , H 5000 Serial 91063)
เครื่องชั่งละเอียด	(Sartorius, A200S)
เครื่องชั่งหยาบ	(Sartorius, BA4100S)
Water Bath	(Scientific ,DT Hetotherm CB60)
Mixer 3 speed	(National, Mk-H100N)
Thermometer 0-100°C และ 0-200°C	
ตู้แช่เย็น 4 ± 2°C	

หลอดวัด Syneresis

ถุงลามิเนตบรรจุอาหาร (Laminated Pouch แบบ Nylon/PE/PP)

ถุงพลาสติกเย็บอย่างหนา (HDPE) ขนาด 10x15 ตารางนิ้ว ความหนา 0.02 มิลลิเมตร

เครื่องปิดผนึกแบบเส้นลวดความร้อน (Sealing machine)

หม้อนึ่งไอน้ำ

กะทะเคลือบเทปล่อนทองแบนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร

Air blast freezer

Cryogenic freezer

Majonnier fat-extraction tube

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดของไข่ขาวเหลวและไข่ทั้งฟอง

1.1 ปริมาณโปรตีน โดย Kjeldahl method (ดัดแปลงจากวิธี AOAC,1990, แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.7)

1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids) โดย Vacuum method (AOAC,1990 แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.4)

2. วิเคราะห์ค่าความแข็งแรงของเจล ความหนืด Foam capacity และ Foam stability ของไข่ทั้งฟอง

2.1 ความแข็งแรงของเจล (Gel strength) โดยนำไข่สดทั้งฟองกวนให้ส่วนของไข่ขาวและไข่แดงผสมเข้ากัน แล้วนำไปผ่านความร้อน (ดัดแปลงจากวิธีการของ Regenstein และ Regenstein, 1984 รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.3)

2.2 ความหนืด (Regenstein และ Regenstein, 1984 แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.5)

2.3 Foam capacity และ Foam stability (Bera และ Mukherjee,1989 แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.2)

3. ศึกษาชนิดและปริมาณสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดง ต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเตอรอล มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เลือกสูตรมาตรฐานที่จะนำมาใช้ศึกษา

สูตรมาตรฐานที่จะนำมาใช้ศึกษาดัดแปลงจากสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของ Seeley และ Seeley(1977) โดยพิจารณาร่วมกับงานวิจัยอื่น ๆ ได้แก่ Strong และ Redfern (1975) ; Seeley, Hartmann และ Sidoti (1976) ; Seeley(1974) และ Jones(1969) เพื่อเลือกชนิดและปริมาณของสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดง ซึ่งได้แก่ ไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย สำหรับปริมาณไข่ขาวผงจะแปร 3 ระดับ จาก 0 1.5 และ 3% ส่วนนมผงขาดมันเนยแปร 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3% จึงได้สูตรของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่จะนำมาศึกษาทั้งหมด 9 สูตร ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเตอรอลที่แปรปริมาณไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย อย่างละ 3 ระดับ

ส่วนผสม (%)	สูตรที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ไข่ขาวเหลว	85.0	84.0	83.0	83.5	82.5	81.5	82.0	81.0	80.0
น้ำ	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ไข่แดงสด	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
CMC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Carrageenan	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
นมผงขาดมันเนย	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0
ไข่ขาวผง	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0

3.2 เตรียมผลิตภัณฑ์จากส่วนผสมตามสูตรในตารางที่ 3.1 ด้วยกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเตอรอล ดังนี้

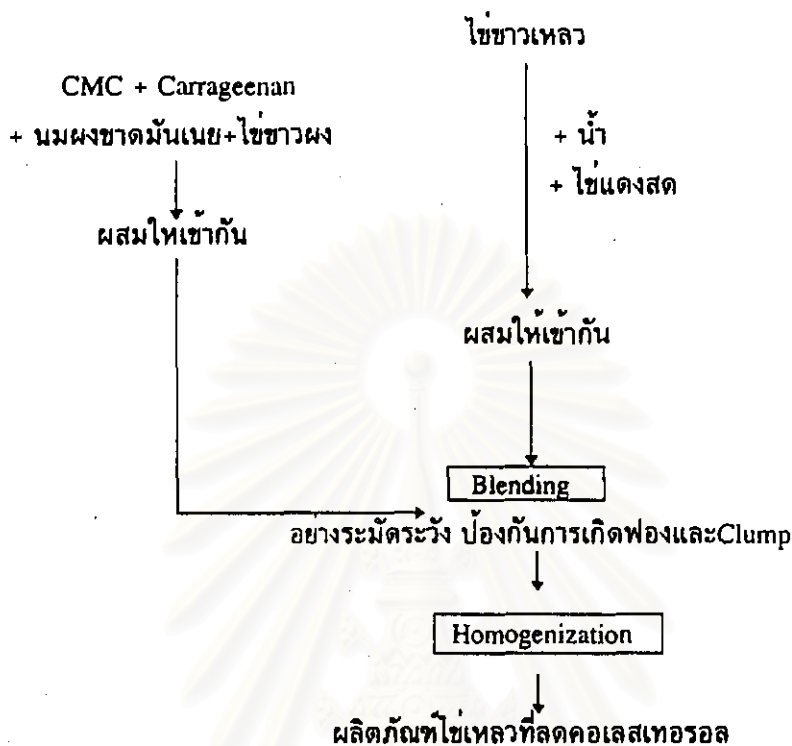
3.2.1 นำส่วนผสมแห้ง ได้แก่ CMC Carrageenan นมผงขาดมันเนย และไข่ขาวผง มาผสมให้เข้ากัน

3.2.2 นำส่วนผสมที่เป็นของเหลว ได้แก่ ไข่ขาวเหลว น้ำ และไข่แดงสด ผสมให้เข้ากัน

3.2.3 นำส่วนผสมที่เตรียมได้จาก 3.2.1 และ 3.2.2 มาปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Magnetic stirrer จนกระทั่งส่วนผสมทั้งสองส่วนเข้ากัน แล้วนำส่วนผสมที่เข้ากันนี้ไปผ่านเครื่อง Homogenizer จะได้ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเตอรอล ซึ่งมีลักษณะเนียนและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

สำหรับขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเตอรอล



3.3 ประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก 3.2 ดังนี้

3.3.1 ความแข็งแรงของเจล โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวผ่านความร้อน

3.3.2 ความหนืด

3.3.3 Foam capacity และ Foam stability

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric factorial design ขนาด 3x3 ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (สมบูรณ์ และเปรมใจ, 2527)

3.3.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test.

3.3.5 การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่เตรียมได้ปรุงประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ไข่เจียว ภายใต้กระบวนการผลิตคงที่ คือ ไข่ผลิตภัณฑ์ไข่เหลว 150 กรัม ทอดในกระทะเคลือบเทปลอนทองแบนซึ่งมีน้ำมันประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ (≈ 12 กรัม) อุณหภูมิน้ำมันเมื่อเอียงกระทะวัดได้ประมาณ $195-200^{\circ}\text{C}$ ใช้ไฟอ่อน-ปานกลาง เวลา 50 วินาที แล้วพลิกทอดต่ออีกประมาณ 40 วินาที

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design จำนวนผู้ทดสอบ 35 คน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนโดยวิธี Duncan's new multiple range test. ประเมินผลทางด้าน

ลักษณะปรากฏ ความชอบรวมโดยใช้แบบทดสอบ 9 Points hedonic scale ให้คะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด , คะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและสีโดยใช้แบบทดสอบ 5 Points just about right สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัส คะแนน 5 หมายถึง โพรงอากาศชุ่มน้ำมาก คะแนน 3 หมายถึง นุ่มและแห้งพอเหมาะใกล้เคียงไข่เจียวปกติ คะแนน 1 หมายถึงแห้งและมีความร่วนหยาบมาก ด้านสี คะแนน 5 หมายถึง สีส่อนไปมาก คะแนน 3 หมายถึงสีที่พอดี คะแนน 1 หมายถึง สีเข้มไปมาก กลิ่นโดยใช้แบบทดสอบ 3 Points Just about right ให้คะแนน 3 หมายถึง กลิ่นอ่อนไป คะแนน 2 หมายถึง กลิ่นหอมพอดี คะแนน 1 หมายถึง กลิ่นไหม้ (Stone และ Sidel,1985)

เลือกสูตรผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวมสูงสุดและมีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไข่เจียวมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน (AOAC,1990) และเลือกสูตรที่ 6 ส่งวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเทอรอลด้วยวิธี Gas chromatography ที่สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (ปริมาณคอเลสเทอรอลในผลิตภัณฑ์ได้จากปริมาณไข่แดงที่ใส่ลงในสูตรเท่ากันคือ 8% จึงเลือกเพียงหนึ่งสูตรส่งวิเคราะห์) และศึกษาต่อในขั้นต่อไป

4. ศึกษาผลของการแช่แข็งต่อผลิตภัณฑ์ไข่เหลว โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเทอรอลสูตร 5 และ สูตร 6 ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุดจากการประเมินในข้อ 1 บรรจุในถุงลามิเนต 3 ชั้น ระหว่าง Nylon/PE/PP ฤๅละ 150 กรัม ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast (-33°C 3.5 hr.) อีกส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic (อุณหภูมิกายใน Chamber -70°C 10 min ซึ่งแสดงแผนภาพการแช่แข็งในภาคผนวก จ) โดยให้อุณหภูมิแกนกลางผลิตภัณฑ์ที่วัดโดย Thermocouple ต่ำกว่า -18°C ประเมินผลผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังแช่แข็งทั้ง 2 วิธี ดังนี้

4.1 ความแข็งแรงของเจล

4.2 ความหนืด

4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC,1990 แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข.6)

4.4 % Syneresis (Strong และ Redfem,1975)

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric factorial design ขนาด 2x3 ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test. (สมบุรณ์ และเปรมใจ,2527)

5. ศึกษาผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่แช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 0-3 เดือน โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวสูตร 5 และสูตร 6 บรรจุในถุงลามิเนต 3 ชั้น ระหว่าง Nylon/PE/PP ฤๅละ 150 กรัม ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast อีกส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งนี้เก็บที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 0-3 เดือน ประเมินผลทุก 1 เดือน โดย

นำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวแช่แข็งมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 37°C ใช้เวลาประมาณ 50-60 นาที แล้วประเมินผลดังนี้

5.1 ความแข็งแรงของเจล

5.2 ความหนืด

5.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

5.4 % Syneresis

5.5 การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวแช่แข็งมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 37°C ใช้เวลาประมาณ 50-60 นาที แล้วปรุงประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ไข่เจียว ภายใต้กระบวนการผลิตคงที่เช่นเดียวกับข้อ 3.3.5 ประเมินผลทุก 1 เดือน ทางด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวม ลักษณะเนื้อสัมผัส สีและกลิ่น โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบและแบบทดสอบ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.5

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric factorial design ขนาด 2x2x4 ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test.

6. ศึกษาผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่ลดคอเลสเทอรอล ที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 0-3 เดือน โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวสูตร 5 และสูตร 6 ปรุงประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ไข่เจียวภายใต้กระบวนการผลิตคงที่เช่นเดียวกับข้อ 3.3.5 แล้วบรรจุในถุง HDPE ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบเส้นลวดความร้อน ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast (-33°C 1 hr.) และ Cryogenic (อุณหภูมิภายใน Chamber -70°C 5 min) ประเมินผลทุก 1 เดือน โดยนำผลิตภัณฑ์ไข่เจียวแช่แข็งละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้องแล้วอุ่นด้วย Microwave ซึ่งปรับให้อยู่ระดับ Defrost/Warm 2 นาที แล้วประเมินผล การยอมรับทางประสาทสัมผัส ประเมินผลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.5

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric factorial design ขนาด 2x2x4 ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย