บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและของแข็งทั้งหมดของไข่ขาวเหลวและไข่สดทั้งฟอง

ไข่ขาวเหลวซึ่งเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ปริมาณมาก มีโปรตีนประมาณ 10.04-10.74% ปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 11.42-12.48% และสำหรับไข่ทั้งฟองมีโปรตีนประมาณ 14.44-15.06% ปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 23.78-26.38% (ตารางที่ 4.1) สำหรับปริมาณโปรตีนของไข่ทั้งฟองที่วิเคราะห์ได้นี้ พบว่ามีปริมาณสูงกว่าที่ William(1986) รายงานเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแปรปรวนในไข่ไก่ อันเนื่องจากพันธุ์แม่ไก่ อาหารที่เลี้ยง สภาวะแวดล้อม อายุไก่ และอายุไข่ที่เก็บก่อนนำมาใช้ (Stadelman และ Pratt,1989) ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ นี้อาจจะมีผลต่อคุณภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์ จึงต้องควบคุมคุณภาพของไข่ไก่ที่จะนำมาใช้ให้คงที่ ในที่นี้จึงเลือกใช้ไข่ไก่สดซีพี เบอร์ 2 น้ำหนักประมาณ 60-65 กรัม อายุการเก็บก่อนนำมาใช้ไม่เกิน 15 วัน ซึ่งได้จากแม่ไก่พันธุ์ Easybrown

ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งแรงของเจล ความหนืด Foam capacity และ Foam stability ของไข่ทั้งฟอง

ไข่สดทั้งฟองที่ใช้ในการทดลองมีค่าความแข็งแรงของเจลประมาณ 5.95 นิวตัน ความหนืดประมาณ 52.0 cps Foam capacity ประมาณ 95 มิลลิลิตร และ Foam stability ประมาณ 77.0 %

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดงต่อลักษณะของไข่เหลวที่ลดคอเลสเทอรอล

จากการศึกษาและทดลองเบื้องต้น พบว่าผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่ปรุงประกอบจากไข่ขาวเหลวและไข่แดง 8% นั้น ให้เนื้อสัมผัสที่เหนียว มีความหยุ่นมากและไม่นุ่มเหมือนไข่เจียวที่ปรุงประกอบจากไข่ทั้งฟอง จึงจำเป็นต้องเติมสารที่ใช้ทดแทนโปรตีน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่ปรุงประกอบจากไข่ขาวเหลวและไข่แดงเพียง 8 % นี้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไข่ทั้งฟองมากขึ้น สำหรับชนิดและปริมาณสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดงที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ ไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย ในการศึกษาได้แปรประมาณไข่ขาวผงจาก 0-3% เป็น 3 ระดับ คือ 0 1.5 และ

จึงเลือกศึกษาชนิดและปริมาณสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดง 2 ชนิด ได้แก่ ไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย โดยแปรปริมาณไข่ขาวผงจาก 0-3% เป็น 3 ระดับ คือ 0 1.5 และ 3% ส่วนนมผงขาดมันเนยแปรปริมาณจาก 1-3% เป็น 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3% ในสูตรมาตรฐาน และประเมินผลลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทางด้านความแข็งแรงของเจล ความหนืด Foam capacity Foam stability ซึ่งเป็นการวัดสมบัติที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้งานของไข่ ดังนี้ สมบัติด้านการแข็งตัวและการเกิดเจล วัดจากการแทงหัวเข็มเข้าชิ้นอาหารโปรตีนที่แข็งตัว (Coagulum) แล้ววัดแรงที่ทำให้ชิ้นอาหารนี้แตก ซึ่งเรียกแรงที่วัดได้นี้ว่า ค่าความแข็งแรงของเจล สมบัตินี้ใช้ในการผลิตคัสตาร์ด ไส้บรรจุพาย ไข่ต้ม ไข่ทอด ไข่เจียว Scrambled egg ส่วนค่าความหนืด เป็นการบอกถึงความอ่อนนุ่มของโอวัลบูมินที่รวมกลุ่มกัน และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโพลีเปปไทด์ สายโพลีเปปไทด์ที่คลายออก จะทำให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการสูญเสียความสามารถในการละลายลงและการแข็งตัวของโปรตีน สมบัติด้านการเกิดโฟมและเสถียรภาพของโฟม ซึ่งประเมินได้จาก Foam capacity และ Foam stability สมบัตินี้ใช้ในการผลิตเค้ก และ Meringue โดยสามารถบอกถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส และความอ่อนนุ่ม (Baldwin,1986) แสดงผลในตารางที่ 4.3 และการยอมรับทางประสาทสัมผัสแสดงผลในตารางที่4.7 พบว่า

ค่าความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้น เมื่อแปรปริมาณไข่ขาวผงเพิ่มขึ้น(ตารางที่ 4.4) ทั้งนี้นอกจากไข่ขาวผงจะสามารถเพิ่มสมบัติการเกิดCoagulation ตามรายงานของYoshinori (1995) แล้ว ในผลิตภัณฑ์นี้ การใช้ไข่ขาวเหลวเป็นส่วนผสมหลักในปริมาณมาก ทำให้โปรตีนของไข่ขาวผงที่เติมลงไปสามารถละลายรวมกลุ่มกับโปรตีนในไข่ขาวเหลวได้ดีตามที่ Keto และ คณะ (1990) ได้รายงานว่าเจลที่มีความแข็งแรงสูงจะประกอบด้วยโมเลกุลที่มีขนาดสม่ำเสมอละลายรวมกลุ่มกัน ดังนั้นการเพิ่มปริมาณไข่ขาวผง เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของโปรตีนที่มีขนาดใกล้เคียงกันแก่ผลิตภัณฑ์ เมื่อให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ โปรตีนจะสูญเสียสภาพ เกิดการคลายตัวของสาย Polypeptides และการแตกของพันธะไฮโดรเจน เมื่อให้ความร้อนต่อไป โปรตีนจะจัดเรียงตัวเป็นโครงสร้างของเจลดาข่ายโดยอาศัย Protein -protein interactions ระหว่าง โอวัลบูมิน คอนอัลบูมิน และไลโซไซม์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงหลักในการให้โครงสร้าง β-sheet ระหว่างโมเลกุล นอกเหนือจาก Hydrophobic interaction และ Electrostatic interaction (Yoshinori,1995) และเมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของเจลโดยเฉลี่ยระหว่างสูตรผลิตภัณฑ์ไข่เหลวและไข่สดทั้งฟอง (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) พบว่า สูตรของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่มีการเติมไข่ขาวผง 1.5% มีค่าความแข็งแรงของเจล (6.20$\pm$0.42 - 6.58$\pm$0.43 N) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความแข็งแรงของเจลของไข่สดทั้งฟองมากที่สุด (5.95$\pm$0.43 N)

ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีค่าความหนืด(167.3±11.61 - 253.8±55.18 cps) ซึ่งสูงกว่าความหนืดของไข่สดทั้งฟอง(52.0±2.83 cps) (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) เนื่องจากส่วนผสมในสูตรผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีการใช้ CMC และ Carrageenan เป็นสารให้ความคงตัว ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ส่วนผสมต่าง ๆ ผสมเข้าด้วยกันแล้ว ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ปรุงประกอบได้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไข่ทั้งฟอง และยังเป็นสารให้ความหนืดแก่ผลิตภัณฑ์ด้วย โดย CMC ที่ใช้เป็นชนิด Hycel 7MF ให้ความหนืดในช่วง 600-900 cps ส่วน Carrageenan ที่ใช้เป็นชนิด Viscarin® SD 389 ให้ความหนืดในช่วง 2520-3080 cps และจากการศึกษาการแปรชนิดและปริมาณของสารที่ใช้ทดแทนโปรตีนในไข่แดง พบว่า เมื่อแปรปริมาณไข่ขาวผงในสูตรเพิ่มขึ้นจาก 0-3% ทำให้ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีความหนืดเพิ่มขึ้นจาก 170.19±0.61-234.38±40.44 cps (ตารางที่ 4.5) ทั้งนี้เนื่องจากโปตีนในไข่ขาวผงที่เติมลงไปในสูตรสามารถละลายรวมกับโปรตีนชนิดอื่นในผลิตภัณฑ์ แล้วเกิดโครงสร้างตาข่ายเจล 3 มิติ ซึ่งสมบัติการเกิดเจลนี้อาจเป็นผลจากโมเลกุลที่คลายตัวเกิดสร้างพันธะหรือมีปฏิกิริยาต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน อิออนิกและ Hydrophobic interactions ระหว่าง Polymer - polymer interaction และ Polymer - solvent interaction อย่างมีระเบียบ ดังนั้นยิ่งมีปริมาณไข่ขาวผงเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้น้ำส่วนใหญ่ถูกตรึงอยู่กับที่ ลดการเคลื่อนไหว เมื่อนำไปวัดความหนืดจึงมีค่าเพิ่มขึ้น (Yoshinori ,1995)

Foam capacity และ Foam stability ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เมื่อแปรปริมาณไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย จากข้อมูลของ Matz(1989) ซึ่งศึกษาสมบัติการเกิดโฟมของไข่ขาว พบว่า โปรตีนในไข่ขาวที่มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับ Foam capacity คือ โอวัลบูมิน และ โปรตีนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Foam stabiblity คือโอโวมิวซิน การเกิดโฟมที่ดีจะต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของโปรตีนทั้งสองนี้ Baldwin (1986) รายงานว่ากระบวนการโฮโมจิไนเซชันทำให้ปริมาตรเค้กลดลง หรือก็คือโปรตีนในไข่ขาว ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เค้กมีปริมาตรนั้น มีความสามารถในการขึ้นฟูลดลง และ Li-Chan และ Nakai(1989) อ้างถึงใน Yoshinori (1995) ได้สรุปผลการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง Structure-activity of protein hydrophobicity ว่าการเปลี่ยนแปลงที่ Surface hydrophobicity ขึ้นกับปริมาณโปรตีนที่คลายพันธะบริเวณผิวรอยต่อระหว่างวัฏภาคกาซกับวัฏภาคของเหลว ซึ่งค่า Hydrophobicity สัมพันธ์กับ Foam capacity อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่ากระบวนการโฮโมจิไนเซชันมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของโปรตีนในผลิตภัณฑ์ คือลด Hydrophobiciity ของโปรตีนทั้งสองข้างต้น ทำให้เมื่อตี ไข่จึงเกิดโฟมได้น้อยและไม่มีเสถียรภาพ ซึ่งมีการแนะนำให้ใช้ Additives เช่น Triethyl citrate, Sodium lauryl sulfate เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติการเกิดโฟมให้ดีขึ้น (Baldwin ,1986)

การยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.7) พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวม ลักษณะเนื้อสัมผัส สี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ด้านลักษณะปรากฏ สูตรที่มีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับสูงสุดที่ระดับคะแนน 6.43 ได้แก่สูตรที่7 ส่วนสูตรที่ 5,6,8, 9 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏต่ำกว่านี้ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของคะแนนด้านนี้ จะเห็นได้ว่าเป็นสูตรที่มีการเติมไข่ขาวผงตั้งแต่ 1.5% แสดงให้เห็นว่าการเติมไข่ขาวผงซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มสมบัติในการทำหน้าที่ของไข่ก็คือ Coagulation สามารถให้โครงสร้างอาหารที่ดีกว่าการไม่ใช้ไข่ขาวผง ความชอบรวม สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดที่ระดับคะแนน 6.54 ได้แก่สูตรที่ 6 และ สูตรที่ 5 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนด้านความชอบรวมที่ระดับคะแนน 5.89 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิตของคะแนนด้านนี้ ลักษณะเนื้อสัมผัส สูตรที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไข่เจียวปกติที่ระดับคะแนน 3.09 ได้แก่ สูตรที่ 5และสูตรที่ 2,4,6 ซึ่งได้รับคะแนนแตกต่างจากนี้ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของคะแนนด้านนี้ สี สูตรที่มีความพอดีของสีที่ระดับคะแนน 3.09 ได้แก่สูตรที่ 7 และ สูตรที่9 สูตรที่เหลือมีความพอดีของสีอยู่ในระดับอ่อนไป ทำให้สรุปในภาพรวมได้ว่าหากผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งมากขึ้น (จากปริมาณไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนย) สามารถช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะได้รับอิทธิพลจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างหมู่อะมิโนของโปรตีนและหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาล อย่างไรก็ตามอาจมีการปรับสี เพื่อให้การยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นด้วย β-Carotene ผสมกับ Xanthophylls (Strong และ Redfern,1974) หรือใช้ FD&C Yellow No.5 และ No.6 (Boldt,1981) กลิ่น สูตรที่มีกลิ่นหอมกำลังดีที่ระดับคะแนน 1.83 ได้แก่สูตรที่ 9 สูตรที่เหลือมีกลิ่นอ่อนไป ทั้งที่กลิ่นไข่ที่แท้จริงได้จากไข่แดง 8% (Seeley,1974)ที่เติมเท่ากันทุกสูตร แต่สูตรที่ 9 มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (20.33%) ต่างจากทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งได้จากการเติมไข่ขาวผงและนมผงขาดมันเนยปริมาณสูงสุด จึงอาจมีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยาเกิดสีน้ำตาลด้วย ทำให้ได้รับการยอมรับดีที่สุด อย่างไรก็ตามการปรับปรุงคุณภาพกลิ่นก็สามารถทำได้โดยใช้สารให้กลิ่นรสช่วยแต่งกลิ่นรสให้ดีขึ้นได้ เช่น การใช้ Yeast extract (Seeley และSeeley,1977) Monosodium glutamate, Disodium inosinate, Disodium guanylate โดยอาจใช้ลักษณะผสมหรือแยกเดี่ยว (Seeley และ Seeley,1977; Seeley,Hartmann และSidoti ,1977) หรืออาศัยกลิ่นรสที่ได้จากการทอดไข่ในเนย กลิ่นเนยจะเด่นกว่าสารให้กลิ่นรสอื่น ๆ ที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ (Boldt,1981))

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 ได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวมสูงสุดคืออยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไข่เจียวปกติ จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่จะนำไปศึกษาในขั้นต่อไป นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรมีค่าความหนืด 180.5 $\pm$19.95 , 183.2 $\pm$13.88 cps และค่า

ความแข็งแรงของเจล 6.58 ±0.43 , 6.20± 0.42 N ตามลำดับไม่แตกต่างกัน ซึ่งค่าความแข็งแรงของเจลที่วัดได้นี้ใกล้เคียงกับค่าความแข็งของเจลของไข่ทั้งฟอง (5.95 ±0.05N)

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ไข่เหลว (ตารางที่ 4.8) พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร 6 มีปริมาณโปรตีน(11.82±0.04)มากกว่าผลิตภัณฑ์สูตร 5 (11.62±0.04) เล็กน้อย เนื่องจากมีปริมาณนมผงขาดมันเนยสูงกว่าและถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ไข่เหลวนี้จะมีไข่ขาวเหลวเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ก็มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าไข่ขาวเหลว(โปรตีนในไข่ขาวเหลวมีประมาณ 9.7-10.6% จากรายงานของ William,1986) และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงด้วย เพราะแหล่งโปรตีนที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เป็นโปรตีนจากไข่ขาวเหลว ไข่ขาวผง และนมผงขาดมันเนย ส่วนปริมาณไขมันทั้งสองสูตร มีปริมาณใกล้เคียงกัน (2.23±0.04%) เมื่อเทียบกับปริมาณไขมันในไข่ทั้งฟอง ซึ่งมีประมาณ 10.5-11.8% (Stadelman และคณะ,1990) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันน้อยกว่า 25% ของไข่ทั้งฟอง ถือได้ว่าผลิตภัณฑ์นี้เป็น Reduced fat product (Food labeling,1990) ได้ด้วยเช่นเดียวกับปริมาณคอเลสเทอรอลในผลิตภัณฑ์ไข่เหลว (ตารางที่ 4.9) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.45-101.31 มิลลิกรัมต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม เปรียบเทียบกับปริมาณคอเลสเทอรอลในไข่ทั้งฟองซึ่งมีปริมาณ 420-504 มิลลิกรัม/ไข่ทั้งฟอง 100 กรัม (Stadelman และคณะ,1990; Robinson และ Marilyn,1977) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีปริมาณคอเลสเทอรอลน้อยกว่า 25% ของไข่ทั้งฟอง จึงสามารถเรียกได้ว่าเป็น Reduced cholesterol liquid egg product (Food labeling,1990)

<u>การศึกษาผลการแช่แข็งต่อผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ลดคอเลสเทอรอล</u>

ถึงแม้การแช่แข็งผลิตภัณฑ์ไข่จะเป็นวิธีการถนอมและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่ที่ดี แต่ก็เป็นวิธีที่มีส่วนทำให้ผลิตภัณฑ์ไข่เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ด้านความหนืด และความแข็งแรงของเจลได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการประยุกต์ใช้ในบางผลิตภัณฑ์ จึงควรได้ศึกษาผลของการแช่แข็งด้วยวิธี Air blast และ Cryogenic ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไข่เหลว จึงนำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวสูตร 5 และสูตร 6 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดจากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสในข้อ 3.3.5 บรรจุในถุงลามิเนตระหว่าง Nylon/PE/PP ทั้งนี้เนื่องจาก Nylon เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงที่เกิดจากการขยายตัวของของเหลวในผลิตภัณฑ์ และช่วยปกป้องผลิตภัณฑ์จากแรงกระทำภายนอกได้ Polyehtylene (PE) ซึ่งเป็นพลาสติกที่สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการแช่แข็ง ส่วน Polypropylene (PP) ช่วยเพิ่มสมบัติของ PE ในการกันความชื้นและปิดผนึกได้ด้วยความร้อน (Paine และ Paine,1983 ; Brown,1992) จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการบรรจุผลิตภัณฑ์ไข่เหลว สำหรับขนาดที่ใช้ในการทดลองนี้จะบรรจุถุงละ 150 กรัม ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast อีกส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic ประเมินผลผลิตภัณฑ์ก่อนและ

หลังแช่แข็งทั้ง 2 วิธี พบว่าอิทธิผลของสูตรและอิทธิผลของการแช่แข็งทั้งสองวิธีทำให้ผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรมีความหนืดเพิ่มขึ้นต่างกัน (ตารางที่ 4.10-4.13) ทั้งนี้เนื่องจากการแช่แข็งผลิตภัณฑ์ไข่ จะทำให้ไข่แดงถูกผลกระทบมากที่สุด (Jeremiah,1996; Stadelman และ Cotterill 1986) ทำให้เกิด Gelation ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไข่เหลวหลังแช่แข็งจึงมีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยสูตร 5 มีความหนืดเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตร 6 ก็อาจเป็นเพราะสูตร 6 มีปริมาณนมผงขาดมันเนยสูงกว่า จึงมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์มากกว่า (นมผงขาดมันเนยมีปริมาณโซเดียม 25.5 mmol/l ปริมาณคลอไรด์ 30.3 mmol/l : Early, 1992) ซึ่งสามารถลดการเกิด Gelation ของไข่แดง (Baldwin,1986) ได้มากกว่าสูตร 5 ทำให้สูตร 6 มีความหนืดน้อยกว่าสูตร 5

สำหรับการประเมินผลทางด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตารางที่ 4.10) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังแช่แข็งทั้ง 2 วิธีมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 3.2×10^3-3.6×10^3 CFU/g ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้ว่าจะยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจุลินทรีย์สำหรับผลิตภัณฑ์ไข่แช่แข็ง ซึ่งกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 5,000 CFU/g (Herschdoerfer, 1984) เล็กน้อย อย่างไรก็ตามควรจะต้องมีการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไข่เหลวก่อนแช่แข็ง เช่นการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชั่น (Seeley , 1974 : Seeley , Hartmann และ Sidoti , 1976 ; Seeley และ Seeley , 1977 ; Jones, 1969 ; Berkeley และ Pinole ; 1966) หรืออาจใช้สาร Preservative เช่น Potassium sorbate ประมาณ 0.05-0.1% (Jones,1969) สารตัวนี้นอกจากจะลดการปนเปื้อนจากเชื้อแล้ว ยังเป็น Wetting agent ที่ดีช่วยให้ส่วนผสมแห้งรวมกับส่วนที่เป็นของเหลวได้ดีด้วย (Jones, 1969)

<u>ผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่เหลวแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 0-3 เดือน</u>

นำผลิตภัณฑ์ไข่เหลวสูตร 5 และสูตร 6 บรรจุในถุงลามิเนตระหว่าง Nylon/PE/PP ถุงชนิดนี้ประกอบด้วย Nylon ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงสูง จึงทนต่อแรงที่เกิดจากการขยายตัวของของเหลวในผลิตภัณฑ์ และช่วยปกป้องผลิตภัณฑ์จากแรงกระทำภายนอกได้ PE ซึ่งเป็นพลาสติกที่สามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการแช่แข็ง ส่วน PP ช่วยเพิ่มสมบัติของ PE ในการกันความชื้นและปิดผนึกได้ด้วยความร้อน จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการบรรจุผลิตภัณฑ์ไข่เหลว สำหรับขนาดที่ใช้ในการทดลองนี้จะบรรจุถุงละ 150 กรัม ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast อีกส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic แล้วเก็บที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 0-3 เดือน ประเมินผลทางด้านความแข็งแรงของเจลความหนืด ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ % Syneresis แสดงผลในตารางที่ 4.14 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสูตรของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลและความหนืดอย่างมีนัยสำคัญ วิธีแช่แข็งมีผลต่อค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ เวลาเก็บมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลและ

% Synerests อย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรและเวลาเก็บมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่าง (ตารางที่ 4.15)

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรและเวลาเก็บต่อค่าความแข็งแรงของเจลของผลิตภัณฑ์ไข่เหลว (ตารางที่ 4.16 และรูปที่ 1) สรุปได้ว่าเวลาการเก็บ 0-3 เดือน ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวสูตร 5 มีความแข็งแรงของเจลลดลง ขณะที่สูตรที่ 6 ความแข็งแรงของเจลไม่เปลี่ยนแปลง Harris (1990) กล่าวถึงสมบัติของโปรตีนในการเกิดเจลที่สำคัญ คือความสามารถในการจับกับน้ำ ซึ่งสมบัตินี้มีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจล ในที่นี้นมผงขาดมันเนย ไข่ขาวผง CMC และ Carrageenan จะช่วยเพิ่มความสามารถในการจับน้ำของเจลไข่ ดังนั้นสูตรที่ 5 ซึ่งมีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยกว่าสูตรที่ 6 จึงมีสมบัติในการจับกับน้ำได้น้อยกว่า ฉะนั้นเวลาแช่แข็งจึงมีน้ำที่กลายเป็นผลึกน้ำแข็งมากกว่า ผลึกน้ำแข็งดังกล่าวจึงทำลายโครงสร้างเจลเวลาเกิด Recrystallization มากกว่า จึงมีความแข็งแรงของเจลลดลง

อิทธิผลของสูตรต่อค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ไข่เหลว (ตารางที่ 4.17) พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่แช่แข็งด้วยวิธี Air blast และ Cryogenic ที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 3 เดือน ทำให้ผลิตภัณฑ์สูตร 5 มีความหนืดมากกว่าสูตร 6 ก็อาจเป็นเพราะสูตร 6 มีปริมาณนมผงขาดมันเนยสูงกว่า จึงมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์มากกว่า (Early, 1992) ซึ่งสามารถลดการเกิด Gelation ของไข่แดง (Baldwin,1986) ได้มากกว่าสูตร 5 ทำให้สูตร 6 มีความหนืดน้อยกว่าสูตร 5

อิทธิผลของวิธีแช่แข็งต่อค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ไข่เหลว (ตารางที่ 4.18) พบว่าการแช่แข็งด้วยวิธี Air blast ที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 0-3 เดือน ทำให้ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวมีความหนืดมากกว่าวิธี Cryogenic ทั้งนี้จากการศึกษาของ Jeremiah (1996) พบว่าการแช่แข็งด้วยอัตราเร็วที่สูง จะช่วยลดการเกิด Gelation ของไข่แดงได้ ในที่นี้การแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic มีอัตราการแช่แข็งเร็วกว่าวิธี Air blast ผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่แช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic จึงมีความหนืดสูงกว่า แต่ก็ยังไม่ทราบความสัมพันธ์ของอัตราเร็วในการแช่แข็ง ระยะเวลาเก็บ อุณหภูมิที่เก็บและอัตราการละลายของไข่แดงแช่แข็ง

อิทธิพลของเวลาต่อ % Syneresis ของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่เก็บนาน 1 เดือน ยังไม่เกิด Syneresis แต่เมื่อเก็บนาน 2-3 เดือนจึงเกิด Syneresis (ตารางที่ 4.19)

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ เฉลี่ยประมาณ 3.87×10^3 CFU/g (ตารางที่ 4.14-4.15) พบว่าไม่มีความแตกต่างตลอดระยะเวลาเก็บ 0-3 เดือนในสภาพแช่แข็งที่อุณหภูมิ

-18 °C ซึ่งการผลิตในโรงงานอาจจะมีค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างไป แต่อย่างไรก็ตามก็ต้องควบคุมให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจุลินทรีย์สำหรับผลิตภัณฑ์ไข่แช่แข็ง ซึ่งกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 5,000 CFU/g (Herscdoerfer,1984)

การประเมินผลด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงผลในตาราง 4.20 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.21) พบว่าสูตรของผลิตภัณฑ์มีผลต่อคะแนนความพอดีของสีผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ เวลาเก็บมีผลต่อคะแนนด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส และคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวมและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกัน

ผลของสูตรต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี ซึ่งประเมินด้วยวิธี 5-Points just about right ให้คะแนน = 3.00 เป็นระดับสีที่มีความพอดีของผลิตภัณฑ์ คะแนน = 1.00 เป็นระดับสีที่สีความเข้มมากไป คะแนน = 5.00 เป็นระดับสีที่อ่อนไป จากตาราง 4.21 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์สูตร 6 มีตวามพอดีของสีที่ดีกว่าสูตร 5 ซึ่งอยู่ระดับที่มีสีค่อนข้างอ่อน ซึ่งผู้ทดสอบให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่าผลิตภัณฑ์ไข่เจียวสูตร 6 มีบางส่วนที่มีสีเข้มของสีน้ำตาล เมื่อพิจารณาโดยรวม จึงสรุปว่าสูตร 6 มีความพอดีของสีดีกว่าสูตร 5 และหากพิจารณาจากสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไขเหลวนี้ ส่วนผสมที่เป็นตัวช่วยให้สีที่แท้จริงแก่ผลิตภัณฑ์ คือไข่แดง ซึ่งมีเพียง 8% โดยน้ำหนัก จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างอ่อนกว่าไข่เจียวปกติที่ปรุงประกอบจากไข่ทั้งฟอง แต่สูตรที่ 6 มีปริมาณนมผงขาดมันเนยมากกว่าสูตร 5 จึงมีปริมาณแลคโตสที่สูงกว่าด้วย ซึ่งสามารถทำให้เกิดสีน้ำตาลได้มากกว่าจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างหมู่อะมิโนของโปรตีนและหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาล (Hodge และ Osman,1976) จึงสามารถช่วยให้ลักษณะปรากฏของสีผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น อย่างไรก็ตามได้มีงานวิจัยที่เสนอการใช้สารให้สีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏด้านสีที่ใกล้เคียงไข่ทั้งฟองมากขึ้น เช่นการใช้ส่วนผสมระหว่าง β-Carotene ผสมกับ Xanthophylls (Strong และ Redfern,1974) หรือใช้ FD&C Yellow No.5 และ No.6 (Boldt,1981)

ผลของเวลาเก็บต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งประเมินด้วยวิธี 5 -Points just about right ให้คะแนน=3.00 เป็นลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีความนุ่มและแห้งพอเหมาะใกล้เคียงไข่เจียวปกติ คะแนน=1.00 เป็นลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แห้งและมีความร่วนหยาบ คะแนน=5.00 เป็นลักษณะเนื้อสัมผัสที่เป็นโพรงอากาศและมีความชุ่มน้ำ จากตารางที่ 4.23 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสที่เวลา 3 เดือน มีความแตกต่างจากที่เวลา 0-2 เดือน แต่เมื่อพิจารณาตามลักษณะการประเมินด้วยวิธี 5 -Points just about right จะเห็นว่าที่คะแนนเฉลี่ย 2.88±0.57, 2.73±0.75 , 2.86±0.63 (ปรากฏอักษรกำกับ

ข้างบนเป็น b) และที่คะแนนเฉลี่ย 3.13±0.61 (ปรากฏอักษรกำกับข้างบนเป็น a) มีคะแนนใกล้เคียงกับ 3.00 เหมือนกัน ดังนั้นการเก็บผลิตภัณฑ์ไข่เหลวแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18° C นาน 3 เดือน จึงไม่น่ามีความแตกต่างกัน

<u>ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่ลดคอเลสเทอรอล ที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 0-3 เดือน</u>

นำผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่ลดคอเลสเทอรอลสูตร 5 และสูตร 6 บรรจุในถุงพลาสติกชนิด High density polyethlene (HDPE) ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี สามารถกันความชื้น และปิดผนึกได้ด้วยความร้อน (The Editors of Modern Plastics Encyclopedia,1970 อ้างถึงใน อดุลย์ ศิริจันทร์,2528) ส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Air blast อีกส่วนหนึ่งแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic แล้วเก็บที่อุณหภูมิ -18° C เป็นเวลา 0-3 เดือน ประเมินผลทุก 1 เดือนด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงผลในตารางที่ 4.24

การวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวม เนื้อสัมผัส สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ไข่เจียว(ตารางที่ 4.25) พบว่าอิทธิพลของสูตรมีผลต่อคะแนนความชอบรวม และสีอย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลร่วมระหว่างสูตรและเวลาเก็บมีผลต่อคะแนนด้านความชอบรวมและเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่แข็งและเวลาเก็บมีผลต่อคะแนนด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่เวลา 3 เดือน ผู้ทดสอบบางท่านได้ให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่ามีกลิ่นผิดปกติแปลกปลอมปนอยู่ด้วย

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรและเวลาเก็บต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไข่เจียว (ตารางที่ 4.26) พบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่เจียวสูตร 6 ได้รับคะแนนความชอบรวมมากกว่าสูตร 5 และเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น สูตร 5 ได้รับคะแนนความชอบรวมลดลง ขณะที่สูตร 6 ได้รับคะแนนความชอบรวมไม่เปลี่ยนแปลง ที่เวลาเท่ากันจาก 0-2 เดือน ทั้งสองสูตรได้รับคะแนนความชอบไม่ต่างกัน แต่เมื่อเก็บนาน 3 เดือน ผลิตภัณฑ์สูตร 6 ได้รับคะแนนความชอบรวมมากกว่าสูตร 5

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรและเวลาเก็บต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไข่เจียว (ตารางที่ 4.27-4.28) พบว่าที่เวลาการเก็บผลิตภัณฑ์ไข่เจียวแช่แข็งนาน 3 เดือน ผู้ทดสอบสามารถรู้สึกถึงความเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตร 5 ว่ามีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ชุ่มน้ำมากขึ้นกว่าปกติเล็กน้อย ขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตร 6 มี

คะแนนด้านเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลง อาจเป็นเพราะที่เวลาการเก็บนานขึ้น โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ไข่เจียวสูตร 5 ถูกผลึกน้ำแข็งทำลายเกิดเป็นโพรงขนาดใหญ่ และเกิด Syneresis มากขึ้น (Jeremish,1996)จึงทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกว่าสูตร 5 มีเนื้อสัมผัสเป็นโพรงที่ชุ่มน้ำ

อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่แข็งและเวลาเก็บต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไข่เจียว (ตารางที่ 4.29) พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่เจียวทั้งสองสูตรที่แช่แข็งด้วยวิธี Air blast ที่เวลา 0-2 เดือน ผลิตภัณฑ์ยังมีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเวลาเก็บนาน 3 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเป็นโพรงอากาศ ชุ่มน้ำมากขึ้นกว่าปกติ ขณะที่การแช่แข็งด้วยวิธี Cryogenic ที่เวลาการเก็บตลอด 3 เดือน คะแนนด้านเนื้อสัมผัสยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เนื่องจากการแช่แข็งด้วยวิธี Air blast ซึ่งมีอัตราเร็วในการแช่แข็งช้ากว่าวิธี Cryogenic จึงให้ผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่กว่าและสามารถทำลายโครงสร้างได้มากเมื่อเวลาการเก็บนานขึ้น ดังนั้นที่เวลา 3 เดือนจึงมีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสที่สูงกว่าปกติ บอกให้ทราบถึงว่าลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นโพรง ที่ชุ่มน้ำกว่าปกติ (จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และ Jeremiah,1996)

ผลของสูตรต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ไข่เจียวแช่แข็ง (ตารางที่ 4.30) พบว่าผลิตภัณฑ์ไข่เจียวแช่แข็งสูตร 5 มีคะแนนความพอดีของสีอยู่ในระดับค่อนข้างอ่อน ส่วนสูตรที่ 6 มีสีอยู่ในระดับค่อนข้างเข้มเล็กน้อย ซึ่งผู้ทดสอบให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าเป็นคะแนนความเข้มสีของส่วนที่เกิดสีน้ำตาล เมื่อพิจารณาจากสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวนี้ ส่วนผสมที่เป็นตัวช่วยให้สีที่แท้จริงแก่ผลิตภัณฑ์ คือไข่แดง ซึ่งมีเพียง 8% โดยน้ำหนัก จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์ ค่อนข้างอ่อนกว่าไข่เจียวปกติที่ปรุงประกอบจากไข่ทั้งฟอง แต่สูตรที่ 6 มีปริมาณนมผงขาดมันเนยมากกว่าสูตร 5 จึงเกิดสีน้ำตาลได้มากกว่าจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างหมู่อะมิโนของโปรตีนและหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาล (Hodge และ Osman,1976) เนื่องจากมีปริมาณแลคโตสที่สูงกว่าสูตร 5 จึงสามารถช่วยให้ลักษณะปรากฏของสีผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น อย่างไรก็ตามได้มีงานวิจัยที่เสนอการใช้สารให้สีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏด้านสีที่ใกล้เคียงไข่ทั้งฟองมากขึ้น เช่นการใช้ส่วนผสมระหว่าง β-Carotene ผสมกับ Xanthophylls (Strong และ Redfern,1974) หรือใช้ FD&C Yellow No.5 และ No.6 (Boldt,1981)

สำหรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่เวลาเก็บ 3 เดือน ซึ่งผู้ทดสอบบางท่านได้ให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่ามีกลิ่นผิดปกติแปลกปลอมปนอยู่นั้น น่าจะเป็นกลิ่นหืนของน้ำมันที่ใช้ทอดและ/หรือไขมันในไข่แดง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมัน/ไขมัน เมื่อสัมผัสกับออกซิเจน แต่ที่สังเกตพบที่เวลา 3 เดือน อาจเป็นเพราะ ผลิตภัณฑ์ไข่เจียวที่เวลาการเก็บมากขึ้น ถูกผลึกน้ำแข็งทำลาย

โครงสร้างและเกิด Syneresis มากขึ้น ทำให้มีน้ำอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งจะไปลดประสิทธิภาพของวัตถุกันหืนลงได้ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

ดังนั้นโดยสรุป การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในรูปไข่เหลวที่ลดคอเลสเทอรอลแช่แข็ง พบว่า ที่เวลาการเก็บนาน 3 เดือน ผลิตภัณฑ์สูตร 6 ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของเจล ส่วนความหนืด มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย คือเพิ่มขึ้นน้อยกว่าสูตร 5 จึงมีความเหมาะสมมากว่าสูตร 5 ในการที่จะนำมาพัฒนาต่อ และแม้ว่าการแช่แข็งผลิตภัณฑ์ไข่เหลวด้วยวิธี Cryogenic จะช่วยลด Gelation ของไข่แดง ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มน้อยกว่าการแช่แข็งด้วยวิธี Air blast แต่เมื่อประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวม และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตร 6 แล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ดังนั้นจึงควรพิจารณานำผลิตภัณฑ์สูตร 6 มาพัฒนาต่อในระดับอุตสาหกรรม

สำหรับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในรูปไข่เจียวแช่แข็ง ที่เวลาการเก็บนาน 3 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์ไข่เจียวสูตร 6 ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค เมื่อประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวมและเนื้อสัมผัส ทั้งนี้ไม่ว่าจะแช่แข็งด้วยวิธี Air blast หรือ Cryogenic ดังนั้นสูตร 6 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาต่อในระดับอุตสาหกรรม แต่หากต้องการเก็บนานมากกว่า 2 เดือน ควรจะต้องมีการศึกษาในเรื่องวัตถุกันหืน การบรรจุและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกว่านี้ เพื่อป้องกันกลิ่นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทั้งนี้เพราะที่เวลาการเก็บนาน 3 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์เริ่มมีปัญหาเรื่องกลิ่นหืน แต่ถ้าหากเก็บที่เวลาไม่เกิน 2 เดือน ผลิตภัณฑ์ไข่เจียวทั้งสองสูตรยังได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ความชอบรวมและเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะแช่แข็งด้วยวิธี Air blast หรือ Cryogenic ฉะนั้นถ้าหากต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในรูปไข่เจียวเป็นเวลาไม่เกิน 2 เดือน จะเลือกผลิตภัณฑ์ไข่เจียวสูตร 5 หรือสูตร 6 ก็ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย