



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สียฟออบนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนรำข้าว

Development of Leave on Hair Care Product with Rice Bran Protein

นามผู้วิจัย นางสาวสุพัฒน์ชลิ ทรัพย์เจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์หทัยรัตน์ ริมศิริ, Ph.D)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิษฐิตา จันทราพรชัย, Ph.D)

กรรมการ

(อาจารย์พงษ์ศิริ วินิจฉัย, วท.ม.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศุภกร เสรีรัตน์, M.B.A.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

()

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สียฟอนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนรำข้าว

Development of Leave on Hair Care Product with Rice Bran Protein

โดย

นางสาวสุพัฒน์ชลิ ทรัพย์เจริญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2550

ศุพัฒน์ชติ ทรัพย์เจริญ 2550: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ
โปรตีนรำข้าว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)
สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์หทัยรัตน์ ริมศิริ, Ph.D. 174 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ
โปรตีนรำข้าว โดยผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค พบว่าร้อยละ 92.9 ให้ความสนใจใน
ผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าสนใจเพราะมีส่วนผสมจากธรรมชาติ และเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค จากการศึกษากรรมวิธีการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสกัดไขมัน พบว่า
การสกัดโปรตีนรำข้าวสกัดไขมันโดยไม่ตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำ
แห้งแบบแช่เยือกแข็ง ได้ผลผลิตโปรตีนร้อยละ 19.94 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 30.53 มีปริมาณ
กรดอะมิโนมากที่สุด ได้แก่ กรดกลูตามิก อาร์จินีนและกรดแอสปาดิก ตามลำดับ การพัฒนา
สูตรผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ได้สูตรที่มีส่วนประกอบสำคัญ คือ
Carbopol polymer ร้อยละ 0.26, Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and
polysorbate 80 ร้อยละ 3.50, โปรตีนรำข้าว ร้อยละ 1.75, Dimethicone ร้อยละ 8.74, กลิ่น
แอปเปิ้ลเขียวร้อยละ 0.18 และสารละลายสีเขียวร้อยละ 0.44 ตามลำดับ โดยมีค่าความหนืด
2,507 cP มีสีเขียวยอ่อน โดยมีค่า L^* a^* b^* เท่ากับ 76.82, -8.81 และ 21.85 ตามลำดับ ค่า
ความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 5.00 มีความคงตัวดีไม่แยกชั้น จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์และราทั้งหมด
น้อยกว่า 10 โคลโลนีต่อกรัม และมีค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการทดสอบด้วยวิธีเชิง
พรรณนา อยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมในท้องตลาดที่นำมาศึกษา ผู้บริโภคร้อยละ
96 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบรวมในระดับชอบปานกลางต้นทุน
ทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว มีราคาประมาณ
40.39 บาทต่อ 60 กรัม ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ มีความคงตัวในช่วงระหว่างการเก็บรักษานาน 8
สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) และในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส และ 45
องศาเซลเซียส

Supatchalee Supjarean 2007: Development of Leave on Hair Care Product with Rice Bran Protein. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development.
Thesis Advisor: Assistant Professor Hathairat Rimkeeree, Ph.D. 174 pages.

The aim of this research was to develop leave on hair care product with rice bran protein. According to the consumer survey, 92.9 % of consumers were interested in buying this product because the product has natural ingredient and gives another alternative for choosing the leave on hair care product. In studying the extraction of rice bran protein from defatted rice bran without precipitation of protein at pH 4.5 prior to freeze drying, it was found that yields of rice bran protein was 19.94%. Percentage of protein was 30.53. It were rich in glutamic acid, arginine and aspartic acid respectively. The formulation of Leave on hair care with rice bran protein consisted of: 0.26% Carbopol polymer, 3.50% Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80, 1.75% Rice bran protein, 8.74% Dimethicone, 0.18% Paradise'n green apple and 0.44% green color solution (0.1% w/v). The qualities of leave on hair care with rice bran protein was 2,507 cP of viscosity, 5.00 of pH, soft green color with L* a* b* value of 76.82, -8.81, 21.85 and no separation of water phase and oil phase. The total plate count of bacteria and yeast/mold were less than 10 colony/g. Total cost of leave on hair care with rice bran protein was 40.39 baht/bottle (60 g). The product was stable during 8 weeks storage at room temperature (28-30 °C), 35 °C and 45 °C. The consumer test showed that 96% of consumers accepted the product and the overall liking was like moderately.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.หทัยรัตน์ ริมศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.วิษฐิตา จันทราพรชัย และอาจารย์พงษ์ศิริ วินิจฉัย กรรมการสาขาวิชาเอก รศ.ศุภร เสรีรัตน์ กรรมการวิชาการที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ ในระหว่างดำเนินการวิจัยตลอดทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย รศ.ดร.พรศรี ชัยรัตนายุทธ์ ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรที่ สนับสนุนเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ใน สถาบันทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณ คุณสมักร ยิ่งยง ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านวัสดุดิบและให้คำแนะนำในการ ดำเนินการวิจัย นอกจากนี้ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่าน ที่ให้ความ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาพัฒนา ผลิตภัณฑ์ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บุคคลในครอบครัวและญาติมิตร รวมทั้งผู้มี พระคุณที่มีได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน สำหรับความรัก ความห่วงใย ความเข้าใจและกำลังใจที่ มีให้มาโดยตลอดจนการศึกษาสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุพรรณชลิ ทรัพย์เจริญ

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	39
อุปกรณ์	39
วิธีการ	42
ผลและวิจารณ์	54
ผล	54
วิจารณ์	54
สรุปและข้อเสนอแนะ	132
สรุป	132
ข้อเสนอแนะ	133
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	135
ภาคผนวก	142
ภาคผนวก ก การตรวจสอบคุณภาพของโปรตีน	143
ภาคผนวก ข การอภิปรายแบบกลุ่ม, การสำรวจความคิดเห็นผู้บริโภค	
การทดสอบยอมรับของผู้บริโภค	146
ภาคผนวก ค การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	161
ภาคผนวก ง การเตรียมหมเพื่อการทดสอบคุณภาพ	171
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	174

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่มีความชื้นร้อยละ 14	4
2	องค์ประกอบทางเคมีของรำหยาบและรำละเอียดจากข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14	5
3	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวเปรียบเทียบกับรำชนิดอื่นๆ ที่มีความชื้นร้อยละ 14	6
4	องค์ประกอบของกรดอะมิโน (กรัมต่อ 16 กรัมของไนโตรเจน) ของรำข้าวรำข้าวสาลีรำข้าวไรย์ และรำข้าวโอ๊ต	8
5	ชนิดและปริมาณของโปรตีนในรำข้าวสายพันธุ์ต่างๆ	11
6	สมบัติเชิงหน้าที่และการใช้ประโยชน์ในอาหารชนิดต่างๆ	14
7	ปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนรำข้าว (RBP) โปรตีนรำข้าวไอโซเลท (RBPI) โปรตีนเคซีน (Casein) และโปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท (SPI) (มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน)	18
8	ปริมาณกรดอะมิโนของแหล่งโปรตีนชนิดต่างๆ (กรัมต่อ 100 กรัมโปรตีน)	20
9	ความสำคัญของโปรตีนในเครื่องสำอาง	21
10	คุณสมบัติของโปรตีนกับขนาดของโปรตีนตั้งแต่ 150 – 300,000 Da	22
11	ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นผม	25
12	ปริมาณกรดอะมิโนในเส้นผมและผิวหนังของเส้นผม	27
13	ส่วนประกอบของสูตรผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐาน	47
14	พฤติกรรม ทักษะ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผม	54
15	ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	56
16	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	58
17	พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค	59
18	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อ	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ค่า factor loading ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมจากวิธีวิเคราะห์ปัจจัย	67
20	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ และความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบผลิตภัณฑ์กับความถี่ในการใช้	68
21	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) รูปแบบผลิตภัณฑ์กับความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	69
22	ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผม	70
23	ค่าคุณภาพทางเคมีและค่าคุณภาพทางกายภาพเปรียบเทียบระหว่างรำข้าวสาคโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง	73
24	ปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัมโปรตีน)	74
25	คุณสมบัติการเกิดฟองของโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งและโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง	75
26	ต้นทุนในการผลิตโปรตีนรำข้าวโดยตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	76
27	ต้นทุนในการผลิตโปรตีนรำข้าวโดยไม่ตกตะกอนโปรตีน	76
28	คุณภาพทางกายภาพของลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานจากการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle	78
29	ค่าคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผมในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ เปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐาน	79
30	ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์บำรุงผม	80
31	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีเชิงพรรณนา ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐาน 9 สูตร	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
32	สมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพกับปัจจัย x_1 และ x_2	83
33	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C_2 , ยี่ห้อ C_3 และสูตรพื้นฐาน	86
34	ร้อยละของคะแนนความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C_2 , ยี่ห้อ C_3 และสูตรพื้นฐาน	86
35	สภาพเส้นผมจากการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมสูตรต่างๆ ระยะเวลา 8 สัปดาห์	88
36	สภาพเส้นผมจากการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	90
37	คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานเดิม Dimethicone ร้อยละ 5, 10 และผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐานไม่เติม Dimethicone	91
38	ร้อยละของคะแนนความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานเดิม Dimethicone ร้อยละ 5, 10 และผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐานไม่เติม Dimethicone	92
39	ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านกลิ่นของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	93
40	คะแนนความชอบปริมาณกลิ่นของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	94
41	ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right	95
42	ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านสีของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	96
43	ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
44	ส่วนประกอบของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	97
45	ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	98
46	คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	100
47	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	101
48	ค่าคุณภาพทางกายภาพของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวจากการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle	103
49	ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	104
50	ค่าเฉลี่ยของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	105
51	ค่าเฉลี่ยของค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	106
52	ค่าเฉลี่ยของค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	107
53	ค่าเฉลี่ยของค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	108
54	ค่าความแตกต่างของสี ΔE ของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	109
55	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) นาน 8 สัปดาห์	110

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
56	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์	111
57	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์	112
58	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	114
59	ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	116
60	ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	119
61	ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด	120
62	ข้อมูลคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	121
63	ข้อมูลการซื้อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	122
64	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับปัจจัยด้านต่างๆ	123
65	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	124
66	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	125
67	ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
68	ความสัมพัทธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับท้องตลาด	126
69	ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนรำข้าว แจกแจงตามการตัดสินใจซื้อ	128
70	ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนรำข้าวแจกแจงตามการยอมรับ	129
71	ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนรำข้าวแจกแจงตามความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับท้องตลาด	130
ตารางผนวกที่		
ค1	ปัจจัยคุณภาพจากการฝึกฝนผู้ทดสอบจำนวน 10 คนโดยวิธีเชิงพรรณนา	163

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของเส้นผม (ภาพตัดขวาง)	25
2	วงจรการเจริญเติบโตของเส้นผมในระยะต่างๆ	27
3	การสกัดไขมันออกจากเส้นผม	43
4	กรรมวิธีการผลิตโปรตีนรั้วด้วยการตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง	44
5	กรรมวิธีการผลิตโปรตีนรั้วด้วยการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง	45
6	กรรมวิธีการผลิตลีฟออนบำรุงผม	47
7	กราฟ contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Carbopol polymer และ Sodiumacrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80 ที่มีต่อความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพคะแนนความเข้มข้นของคุณลักษณะความเหนียวหนะหนะ, ความยากง่ายในการทา, ความหนืดและการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	84
8	กราฟ contour plot แสดงการซ้อนทับของภาพ	84
ภาพผนวกที่		
จ1	การฟอกสีปอยผมเพื่อการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ	172
จ2	การล้างปอยผมเพื่อการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ	173

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

Development of Leave on Hair Care Product with Rice Bran Protein

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ที่มีผลผลิตทางการเกษตรตลอดปี ผลผลิตที่จัดได้ว่ามีความสำคัญอันดับหนึ่งก็คือ ข้าว ซึ่งจัดได้ว่าเป็นอาหารหลักของคนไทยและของคนแถบทวีปเอเชีย ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยผลิตข้าวได้ประมาณ 15,860,332 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2549) ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ รำข้าวเป็นผลิตผลพลอยได้จากการขัดสีข้าว ประมาณร้อยละ 8 – 11 รำข้าวมีราคาถูกโดยมีราคาประมาณ 5.50 บาทต่อกิโลกรัม การใช้ประโยชน์จากรำข้าวมีน้อยมาก ส่วนใหญ่ถูกนำมาสกัดน้ำมัน เป็นอาหารสัตว์ รำข้าวเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ เช่น ไขมัน โปรตีน วิตามิน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุ โดยทั่วไปรำข้าวมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 15 - 17 (Lasztity, 1996)

โปรตีนรำข้าวจัดเป็นโปรตีนคุณภาพดีที่มีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนสูงกว่ารำข้าวชนิดอื่นๆ มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ถ้าขาดโปรตีนจะทำให้ผมถูกทำลาย ซึ่งเส้นผมมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 65 – 95 โดยน้ำหนัก โปรตีนเหล่านี้ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด กรดอะมิโนซิสทีนเป็นส่วนประกอบในผมและผิวหนังประมาณร้อยละ 10 – 14 เป็นตัวต้านอนุมูลอิสระ รังสีและมลภาวะต่างๆ กรดอะมิโนกลูตามิกช่วยทำให้ผิวหนังและผมชุ่มชื้น กรดอะมิโนเมไธโอนีน ช่วยป้องกันการผิปกัดของผมและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของผม (Helm and Burks, 1996) นอกจากนี้ยังเป็น hypoallergenic คือไม่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ (Lander and Hamaker, 1994) ในทางอุตสาหกรรมเครื่องสำอางพบว่า มีการนำโปรตีนมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์หลายชนิด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์บำรุงผม เช่น แชมพู ครีมนวด ลิฟออน เป็นต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้รำข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีจำนวนมากในประเทศ และเป็นส่วนผสมที่ยังไม่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางอย่างจริงจัง ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดหรือทดแทนการนำเข้าโปรตีนสกัดจากต่างประเทศ และตอบสนองความต้องการของตลาดที่นิยมใช้วัตถุดิบจากพืชธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1. สํารวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม
2. พัฒนาการวิธีการสกัด โปรตีนรำข้าว
3. พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ฟออบนํารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฟออบนํารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว
5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟออบนํารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

การตรวจเอกสาร

1. ข้าว

ข้าวประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นส่วนหุ้มเมล็ดหรือส่วนหุ้มผลซึ่งประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (lemma) และเปลือกเล็ก (palea) ส่วนที่สองเป็นเนื้อผลหรือเนื้อเมล็ดคือ ข้าวกล้อง ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ คัพภะ (embryo หรือ germ) และเนื้อข้าว (endosperm) ในแต่ละส่วนมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยโปรตีนมีปริมาณสูงบริเวณผิวนอกของเมล็ดและบริเวณคัพภะ วิตามินและไขมันอยู่ในชั้นในสุดของเยื่อหุ้มเมล็ด (aleurone layer) ภายในเซลล์ของชั้นนี้จะมีโปรตีนมากที่ผนังเซลล์จะมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสเป็นส่วนสำคัญ ส่วนเนื้อเมล็ดมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ภายในเนื้อเมล็ดนี้มีเม็ดแป้งเรียงตัวกันโดยมีส่วนของโปรตีนแทรกอยู่ระหว่างส่วนประกอบของแป้ง และในผนังเซลล์จะมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ในเนื้อเมล็ดมีปริมาณโปรตีน ที่บริเวณผิวมากกว่าบริเวณภายในของเมล็ดข้าว (จำรัส, 2534) องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาพะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง และข้าวสาร การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ดังตารางที่ 1 เพื่อให้ทราบองค์ประกอบทางเคมี หรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก

องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

ตารางที่ 1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่มีความชื้นร้อยละ 14

ส่วนของข้าว	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	เส้นใย (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เถ้า (กรัม)	เส้นใยอาหาร (กรัม)
ข้าวเปลือก	5.8-7.7	1.5-2.3	7.2-10.4	64-73	2.9-5.2	16.4-19.2
ข้าวกล้อง	7.1-8.3	1.6-2.8	0.6-1.0	73-87	1.0-1.5	2.9-3.9
ข้าวสาร	6.3-7.1	0.3-0.5	0.2-0.5	77-89	0.3-0.8	0.7-2.3
รำข้าว	11.3-14.9	15.0-19.7	7.0-11.4	34-62	6.6-9.9	24-29
แกลบ	2.0-2.8	0.3-0.8	34.5-45.9	22-34	13.2-21.0	66-74

ที่มา : คัดแปลงจาก Juliano (1993)

2. รำข้าว

จากกระบวนการสีข้าวเปลือกจะได้รำข้าวประมาณร้อยละ 8 – 11 (เครือวัลย์, 2536) รำข้าวส่วนประกอบของชั้นต่างๆ ที่อยู่ด้านนอกของข้าวกล้อง ซึ่งได้หลังจากนำข้าวกล้องไปทำการขัดสีเป็นข้าวขาว รำข้าวประกอบด้วยชั้นต่างๆ ได้แก่ เปลือกหุ้มผล เปลือกหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรนหรือเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด คัพพะหรือจมูกข้าว ส่วนของแกลบและปลายข้าวที่ปะปน ดังนั้นปริมาณชนิดของโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว นับจากการกะเทาะเปลือกหุ้มแข็งออกไปแล้ว จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และสภาวะแวดล้อมที่ปลูกจนถึงกรรมวิธีในการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง การขัดขาวและการขัดมันเพื่อให้ข้าวสารขาวและมันวาว ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวขึ้นอยู่กับส่วนของรำที่ได้จากกระบวนการสีข้าว ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ รำหยาบ (bran) ซึ่งได้จากการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง และรำละเอียด (polish) ได้จากการขัดขาวและขัดมัน จึงทำให้มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันบ้าง

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของรำหยาบและรำละเอียดจากข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14

องค์ประกอบทางเคมี	รำหยาบ	รำละเอียด
โปรตีน (ร้อยละ)	12.0-15.6	11.8-13.0
ไขมัน (ร้อยละ)	15.0-19.7	10.1-12.4
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	7.0-11.4	2.3-3.2
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	34.1-52.3	51.1-55.0
เถ้า (ร้อยละ)	6.6-9.9	5.2-7.3
แคลเซียม (ไมโครกรัม/กรัม)	0.3-1.2	0.5-0.7
แมกนีเซียม (ไมโครกรัม/กรัม)	5-13	6-7
ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัม/กรัม)	11-25	10-22
ไฟทิน ฟอสฟอรัส (ไมโครกรัม/กรัม)	9-22	12-17
ซิลิกา (ไมโครกรัม/กรัม)	6-11	2-3
สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	43-258	17-60
วิตามิน		
โทอะมิน(บี1)(ไมโครกรัม/กรัม)	12-24	3-19
ไรโบฟลาวิน(บี2) (ไมโครกรัม/กรัม)	1.8-4.3	1.7-2.4
ไนอะซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	267-499	224-389

ที่มา : คัดแปลงจาก Luh (1991)

รำหยาบจะมีโปรตีน, ไขมัน, เส้นใยหยาบ, เถ้า, แร่ธาตุบางชนิด และวิตามินบางชนิดมากกว่ารำละเอียด ยกเว้นคาร์โบไฮเดรต ดังตารางที่ 2 ดังนั้นจึงมีการนำรำข้าวไปสกัดน้ำมันสกัดโปรตีน และสารอาหารอื่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นได้จากเดิมที่ใช้เป็นอาหารสัตว์เท่านั้น (Luh, 1991)

รำละเอียดที่ปรับปรุงคุณภาพดีแล้วสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมอาหารเด็กอ่อน รำข้าวที่ผ่านการอบให้คงตัวแล้วแบบธรรมดา และแบบรำสกัดไขมันแล้ว สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด (อรอนงค์ และคณะ, 2544)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวเปรียบเทียบกับรำชนิดอื่นๆ ที่ความชื้นร้อยละ 14

องค์ประกอบทางเคมี	รำข้าว	รำข้าวสาลี	รำข้าวโพด
โปรตีน (ร้อยละ)	12.0-15.6	14.5-15.7	7.8-11.5
ไขมัน (ร้อยละ)	15.0-19.7	2.9-4.3	4.4-8.1
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	7.0-11.4	6.8-10.4	2.6-9.4
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	34.1-52.3	50.7-59.2	58.9-62.2
เถ้า (ร้อยละ)	6.6-9.9	4.0-6.5	1.9-3.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	0.3-1.2	1.2-1.3	0.3-0.4
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	5.0-13.0	5.6	2.5
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	11.5-25.0	9.0-13.0	1.0-6.0
ไฟติน ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	9.0-22.0	10.0	-
ซิลิกา (มิลลิกรัม/กรัม)	6.0-11.0	2.0-3.0	2.0
สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	43.0-258.0	105.0	-
ไทอะมีน (ไมโครกรัม/กรัม)	12.0-24.0	5.4-7.0	4.2
ไรโบฟลาวิน (ไมโครกรัม/กรัม)	1.8-4.3	2.4-8.0	1.5
ไนอะซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	267-499	181-550	-

ที่มา : คัดแปลงจาก Juliano (1985)

2.1 คาร์โบไฮเดรต

2.1.1 สตาร์ช (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตหลักที่พบในรำข้าว สตาร์ชประกอบด้วยโครงสร้างของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน โดยอะไมโลสเป็นโครงสร้างพอลิเมอร์ของน้ำตาล D-glucose ซึ่งต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 (1-4 linked α -D-glycopyranosly) และอะไมโลเพคตินเป็นโครงสร้างของน้ำตาล D-glucose ซึ่งต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 และ α -1,6 (1-4, 1-6 linked α -D-glycopyranosly) สตาร์ชจะอยู่ในเม็ดสตาร์ชซึ่งเป็นเม็ดห้าเหลี่ยมขนาด 3-9 ไมโครเมตร รวมกันอยู่เป็นกลุ่มในอะไมโลพลาสต์ (amyloplast) ที่มีลักษณะกลมรี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-39 ไมโครเมตร โดยในแต่ละอะไมโลพลาสต์จะมีเม็ดสตาร์ชเกาะรวมกันอยู่ประมาณ 20-60 เม็ด (Juliano, 1985)

2.1.2 เซลลูโลส (cellulose) เป็น homopolymer ที่ไม่ละลายน้ำ ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่ซ้ำกันของ β -D-glycopyranosly ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β (1,4) glycosidic linkage เซลลูโลสเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ และเป็นเส้นตรง เกิดการรวมตัวเป็นเส้นใย (fibrous) ของโครงสร้างที่คล้ายผลึก (crystalline) จึงทำให้โมเลกุลของน้ำไม่สามารถเข้าไปแทรกตัวอยู่ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะพบเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยทั่วไปในรำข้าวมีเซลลูโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 9.6 -12.8 (Juliano, 1985)

2.2 ไขมัน

รำข้าวจะประกอบด้วยไขมันประมาณร้อยละ 16 - 32 ซึ่งขึ้นกับแต่ละสายพันธุ์ของข้าว (Juliano, 1985) Taira (1989) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบ ชนิด และปริมาณของกรดไขมันในรำข้าว 2 สายพันธุ์หลักคือ Indica และ Japonica โดยสกัดไขมันออกจากรำข้าวด้วย diethyl ether จากนั้นนำไขมันไปวิเคราะห์หาชนิด และปริมาณกรดไขมันด้วยเครื่องโครมาโตกราฟฟีแบบแก๊ส พบว่า กรดไขมันที่พบมากที่สุดในการำข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์คือ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) รองลงมาคือ กรดสเตียริก (stearic acid) กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) และกรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันที่มีอยู่ในปริมาณต่ำคือ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) และกรดไอโคเซโรอิก (eicoseroic acid)

2.3 โปรตีนและสารประกอบไนโตรเจน

รำข้าวมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 13.3 – 15.5 และโปรตีนหลักในรำข้าว คือ โปรตีนแอลบูมิน (albumin) และโกลบูลิน (globulin) ปริมาณไนโตรเจนในรำข้าวจะมีความแตกต่างกันประมาณร้อยละ 1-3 และเมื่อปริมาณไนโตรเจนคูณกับ 5.95 จะเป็นปริมาณโปรตีนของรำข้าว ซึ่งไนโตรเจนที่เป็นโปรตีนจะมีปริมาณมากที่สุดจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในรำข้าว สารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ กัวนีน แชนทีน อะดีนีน แอมโมเนีย กรดนิโคตินิก เป็นต้น (Barber and Benedito, 1980)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของกรดอะมิโน (กรัมต่อ 16 กรัมของไนโตรเจน) ของรำข้าว รำข้าวสาลี รำข้าวไรย์ และรำข้าวโอ๊ต

ชนิด กรดอะมิโน	รำข้าว		รำข้าวสาลี	รำข้าวไรย์	รำข้าวโอ๊ต
	รำหยาบ	รำละเอียด			
อะลานีน	7.0	6.6	5.7	5.4	5.1
อาร์จินีน	9.1	9.0	8.1	6.3	6.8
กรดแอสพาร์ติก	11.0	10.7	8.5	7.5	8.6
ซีสทีน	2.8	2.8	2.8	1.9	2.4
กรดกลูตามิก	15.0	17.6	21.2	27.9	21.1
ไกลซีน	6.2	5.7	6.7	5.4	5.4
ฮีสทีดีน	3.7	2.9	3.2	2.2	2.2
ไอโซลิวซีน	4.5	4.2	3.4	3.7	3.8
ลิวซีน	8.4	8.4	6.8	6.8	7.4
ไลซีน	6.0	5.1	4.5	4.1	4.1
เมไทโอนีน	2.5	3.0	1.7	0.4	2.1
เฟนิลอะลานีน	5.3	5.0	4.3	4.6	5.1
โพรลีน	6.1	5.7	6.5	4.9	6.2
ซีรีน	6.0	5.9	5.0	4.5	4.8
ทรีโอนีน	4.6	4.4	3.7	3.3	3.4
ทริปโตเฟน	1.4	1.4	1.7	-	-
ไทโรซีน	3.8	4.3	3.3	2.7	3.5
วาเลีน	6.6	6.2	3.2	5.3	5.5

ที่มา : คัดแปลงจาก Juliano (1985)

2.4 วิตามิน

รำข้าวเป็นแหล่งของวิตามินบีและวิตามินอีที่สำคัญ โดยมีปริมาณวิตามินบีอยู่ในช่วง 9–28 ไมโครกรัมต่อกรัมรำข้าว และวิตามินอีอยู่ในช่วง 26–130 ไมโครกรัม/กรัมรำข้าว ที่ความชื้นร้อยละ 14 แต่มีปริมาณของวิตามินเอ, ดี และซีต่ำหรือแทบไม่พบเลย ปริมาณของวิตามินในรำข้าวค่อนข้างแตกต่างกันออกไปในช่วงที่กว้าง ทั้งนี้ขึ้นกับสายพันธุ์ และการขัดสี (Juliano, 1985)

2.5 แร่ธาตุ

แร่ธาตุหลักที่พบในรำข้าว คือ ฟอสฟอรัส, โปแตสเซียม และแมกนีเซียม โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 11,000 – 25,000 ไมโครกรัมต่อกรัมรำข้าว โปแตสเซียมอยู่ในช่วง 66–1,200 ไมโครกรัมต่อกรัมรำข้าว ที่ความชื้นร้อยละ 14 โดยฟอสฟอรัสในรำข้าวจะพบมากในรูปของ phytic acid, กรดนิวคลีอิก, inorganic phosphate และ phosphatide (Juliano, 1985)

3. โปรตีนรำข้าว

3.1 การจำแนกชนิดโปรตีนในรำข้าว

โปรตีนในรำข้าวสามารถจำแนกตามการละลายได้ดังนี้ คือ แอลบูมิน (albumin) , โกลบูลิน (globulin), โปรลามิน (prolamin) และ กลูเตลิน (glutelin) ซึ่งมีประมาณร้อยละ 34, 15, 6 และ 11 ของปริมาณโปรตีนในรำข้าวทั้งหมดตามลำดับ (Hamada, 1996) แสดงชนิดและปริมาณโปรตีนในรำข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ดังตารางที่ 5

การจำแนกโปรตีนสามารถแบ่งส่วนของโปรตีนตามการละลายได้เป็น

- แอลบูมิน ละลายได้ในน้ำ แอลบูมิน มีความเป็นชีวภาพสูงที่สุด ประกอบด้วยโปรตีนที่มีมวลโมเลกุล 135,000 Da, 43,700 Da, 31,600 Da, 20,300 Da, 15,300 Da และ 74,000 Da มี isoelectric point 6.42 (Padhye and Salunkhe, 1979) มีกรดอะมิโนที่ไม่มีซัลเฟอร์ 27.8% mol มีกรดอะมิโนที่เป็นกรด 21.6% mol มีจำนวนโพลีเปปไทด์ 28-31 สาย มีมวล

โมเลกุลอยู่ระหว่าง 12-240 kDa (Pasha *et al.*, 1995) มีปฏิกิริยาการผันกลับต่ำ และมีมวลโมเลกุล 16 kDa (Kato *et al.*, 2000)

- โกลบูลิน ละลายได้ในสารละลายเกลือ (5% NaCl) γ - โกลบูลิน เป็นองค์ประกอบหลักในรำข้าว และ จมูกข้าว แต่ไม่ใช่องค์ประกอบหลักในเนื้อเมล็ด α - โกลบูลิน มีมวลโมเลกุลต่ำ มีความต่างกันสูงโดยมีทั้ง รงควัตถุแอลบูมิน และ กรดนิวคลีอิก (Juliano, 1972) มี กรดอะมิโนพื้นฐาน 15.4 % mol กรดอะมิโนที่ชอบน้ำ 37.1 %mol (Padhye and Salunkhe, 1979) มีโพลิเปปไทด์ ระหว่าง 14-21 สาย ซึ่งมีมวลโมเลกุล 12-240 kDa (Pasha *et al.*, 1995) มี iso- electric point อยู่ระหว่าง 5.85-7.27 ส่วนแอลบูมิน และ โกลบูลิน มีปริมาณร้อยละ 15 (Padhye and Salunkhe, 1979)

- โปรลามิน ละลายได้ในสารละลายแอลกอฮอล์ (แอลกอฮอล์ 60%) มีประมาณร้อยละ 5 พบในธัญชาติเท่านั้น เมื่อย่อยโปรลามิน จะได้ praline glutamic acid และแอมโมเนีย มี 1 subunit ที่มีมวลโมเลกุล 23,000 Da และมี isoelectric point 6.00-6.50 (Padhye and Salunkhe, 1979) มีมวลโมเลกุล 10 – 16 kDa มีโปรลามินหลักที่มีมวลโมเลกุล 13 kDa (Kato *et al.*, 2000)

- กลูเตลิน ละลายได้ในสารละลายด่างอ่อน (0.05 N NaOH) มีปริมาณประมาณร้อยละ 80 ไม่พบ กลูเตลิน ในสัตว์มี acidic proteins 7 ตัว มี isoelectric point 5.70-6.86 มี โปรตีนพื้นฐาน 5 ตัว มี isoelectric point 8.00-8.72 (Padhye and Salunkhe, 1979) ในเมล็ดข้าวสุกและกำลังเจริญ มีกลูเตลิน ที่มีมวลโมเลกุล 38,000 25,000 16,000 ในอัตราส่วน 1:1:1 (Villareal and Juliano, 1978) มีมวลโมเลกุล เท่ากับ 51 kDa, 34-37 kDa และ 21-22 kDa (Sugimoto *et al.*, 1986)

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณของโปรตีนในรำข้าวสายพันธุ์ต่างๆ (ร้อยละ)

พันธุ์ข้าว	แอลบูมิน	โกลบูลิน	โพรลามิน	กลูเตลิน	โปรตีนส่วนที่เหลือ
Bengal	34.7 ^b	17.4 ^a	6.7 ^{ab}	11.9 ^{bc}	29.4 ^a
Cypress	33.0 ^b	13.7 ^a	7.8 ^b	9.7 ^{ab}	30.4 ^a
Della	32.2 ^b	13.5 ^a	5.7 ^a	10.4 ^b	35.7 ^b
Mars	29.5 ^c	17.0 ^a	5.3 ^a	12.1 ^{bc}	24.2 ^a
Maybelle	33.4 ^b	12.8 ^a	5.9 ^a	14.7 ^c	28.9 ^a
ToRo-2	30.2 ^a	14.3 ^a	5.3 ^a	6.6 ^a	42.2 ^c

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hamada (1997)

3.2 การสกัดโปรตีนจากรำข้าว

ในการเตรียมโปรตีนรำข้าวเข้มข้นได้มีการศึกษาทั้งรำข้าวชนิดไขมันเต็มและรำข้าวที่สกัดไขมันแล้ว โดยใช้สารละลายต่างในการสกัดโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 9.0 หรือ 11.0 แล้วตกตะกอนด้วยกรดหรือความร้อน ประสิทธิภาพในการผลิตโปรตีนรำข้าวเข้มข้นจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับวิธีการในการสกัดโปรตีน และชนิดของวัตถุดิบ

การสกัดโปรตีนรำข้าวด้วยสารละลายต่าง

Chen and Houston (1970) กล่าวว่าค่าความเป็นกรดต่างและการลดขนาดรำสกัดไขมันในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องบดชนิด hammer mill ที่มีต่อความสามารถในการสกัดโปรตีนพบว่าช่วงความเป็นกรดต่าง 7-9 การลดขนาดรำสกัดไม่มีผลต่อการสกัดโปรตีน แต่ที่ความเป็นกรดต่างตั้งแต่ 10 สามารถสกัดโปรตีนจากรำสกัดที่ผ่านการลดขนาดได้เพิ่มขึ้น และที่ความเป็นกรดต่าง 12 สามารถสกัดโปรตีนจากรำสกัดที่ไม่ผ่านการลดขนาด และผ่านการลดขนาดได้มากกว่าร้อยละ 80 และพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากรำสกัดไขมันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก (magnetic stirrer) คือ ใช้อัตราส่วนระหว่างรำสกัดต่อน้ำกลั่นเป็น 1:7.5 โดยน้ำหนัก

ต่อปริมาตร สกัดที่ความเป็นกรดต่าง 11 เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งได้ผลิตโปรตีนร้อยละ 37 และโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่สกัดได้มีโปรตีนร้อยละ 85

Gnanasambandam and Hettiaachchy (1995) เตรียมโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวที่ผ่านและไม่ผ่านการทำให้คงตัวที่มีขนาดอนุภาค 7 ไมครอน (200 เมช) ถึง 150 ไมครอน (100 เมช) โดยการสกัดด้วยสารละลายต่างที่ความเป็นกรดต่าง 9.5 กวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก นาน 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง และตกตะกอนที่ความเป็นด่าง 4.5 พบว่ารำข้าวที่มีขนาดอนุภาค 100-170 เมช สามารถสกัดโปรตีนได้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น น้อยกว่า 100 เมช จะสกัดโปรตีนได้น้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และพบว่าเมื่อความเป็นกรดต่าง ในการสกัดสูงขึ้นในช่วง 8.0-11.0 โปรตีนเข้มข้นที่ได้จะมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนรำข้าวที่ผ่านการทำให้คงตัวด้วยความร้อนโดยกระบวนการเอ็กทราซันที่อุณหภูมิ 120-135°C ที่ทุกขนาดอนุภาค จะสามารถสกัดโปรตีนได้น้อยกว่ารำข้าวที่ไม่ผ่านการทำให้คงตัวด้วยความร้อน เนื่องจากการสูญเสียโครงสร้างทางธรรมชาติ เกิดการจับกลุ่มเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ขึ้น และความสามารถในการละลายน้อยลง จึงทำให้สามารถสกัดโปรตีนได้ลดลง

ศิริวัฒน์ (2545) ศึกษาการผลิตโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว โดยสกัดโปรตีน การทำให้เข้มข้นด้วยการตกตะกอน และการทำแห้ง ในการผลิตระดับห้องปฏิบัติการนั้น สามารถสกัดโปรตีนจากรำสกัดไขมันทางการค้าได้เพียงร้อยละ 8-11 และพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสกัดไขมันคือ อัตราส่วนระหว่างรำสกัดต่อน้ำเป็น 1:4 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปรับความเป็นด่างเป็น 9.5 สกัดด้วยเครื่องผสมแบบใบกวน 500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 45 นาที ซึ่งสภาวะดังกล่าวสามารถสกัดโปรตีนจากรำสกัดไขมันในห้องปฏิบัติการและรำข้าวสดได้ร้อยละ 44.7 และ 64.8 ตามลำดับ

พรรณนภา (2545) ศึกษาการสกัดโปรตีนจากรำสกัดด้วยสารละลายต่าง พบว่า สภาวะที่ให้ความสามารถในการสกัดโปรตีนสูงที่สุด (ร้อยละ 10.16) คือ การสกัดโปรตีนโดยใช้รำสกัดที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 70 เมช อัตราส่วนรำสกัดต่อน้ำกลั่นเป็น 1:6 โดยน้ำหนัก ที่ความเป็นกรดต่าง 9.0 นาน 15 นาที การใช้ความร้อนร่วมในการสกัดโปรตีนด้วยสารละลายต่าง ช่วยเพิ่มความสามารถในการสกัดโปรตีนได้ โดยสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้สารละลายต่างที่ 70 °C นาน 60 นาที ซึ่งมีความสามารถในการสกัดโปรตีนได้ร้อยละ 17.05 โปรตีนรำข้าว

เข้มข้นที่ผลิตโดยใช้เอนไซม์โบรมิเลนร่วมด้วยมีผลได้ของโปรตีนมากที่สุดและมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด แต่ต้นทุนนี้แตกต่างจากโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผลิตโดยสกัดด้วยสารละลายต่างที่ 70°C อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุภารัตน์ และวรนุช (2548) ศึกษาการสกัดโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวและการประยุกต์ใช้ในขนมปัง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว โดยใช้สภาวะที่เป็นต่างในการสกัด และใช้โปรตีนที่สกัดได้เป็นส่วนผสมในสูตรขนมปัง การสกัดโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว ใช้แผนการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (central composite design) สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัด คือ ความเป็นกรดค่าที่ 11 ระยะเวลาสกัด 45 นาที มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 76.34 มีผลได้ร้อยละ 12.2

3.3 สมบัติของโปรตีนรำข้าว

3.3.1 สมบัติเชิงหน้าที่ (Functional properties)

ความหมายของสมบัติเชิงหน้าที่เป็นสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่มีผลต่อกระบวนการผลิตและพฤติกรรมของโปรตีนที่เกิดขึ้นในระบบอาหาร ได้แก่ สมบัติด้าน rheological และสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของโปรตีน รวมถึงความสามารถในการคงตัวของอิมัลชันเมื่อมีการรวมตัวกันระหว่างน้ำกับไขมัน สมบัติการเกิดโฟม สมบัติการละลาย สมบัติการเกิดเจล และการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น รสที่เกิดมาจากองค์ประกอบของโปรตีน สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนมีบทบาทสำคัญต่อการพิจารณานำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ต่างๆ (Kinsella, 1976)

ตารางที่ 6 สมบัติเชิงหน้าที่และการใช้ประโยชน์ในอาหารชนิดต่างๆ

สมบัติเชิงหน้าที่	การใช้ประโยชน์	ชนิดของโปรตีน
การละลาย	เครื่องดื่ม อาหารเหลว	เวย์โปรตีน ถั่วเหลือง
การเกิดอิมัลชัน	ไส้กรอก น้ำสลัด ซอส อาหารประเภทอบ	
การเกิดโฟม วิปป์ ฟิล์ม	ลูกอม อาหารประเภทอบ วิปท้อปปีง ไอศกรีม	ไข่ นม และถั่วเหลือง
การเกิดเจล	ผลิตภัณฑ์จากเนื้อ ขนมประเภท gelatin	เนื้อ ไข่ นม และถั่วเหลือง
การดูดซับน้ำ	ผลิตภัณฑ์จากเนื้อ อาหารทะเล โยเกิร์ต	เนื้อ ไข่ นม และถั่วเหลือง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Damodaran (1994)

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าอาหารแต่ละชนิดมีความต้องการสมบัติเชิงหน้าที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อชนิดของโปรตีนที่เลือกใช้สำหรับการนำโปรตีนรำข้าวไปใช้ประโยชน์ในอาหาร โดยเฉพาะในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ จำเป็นต้องพิจารณาสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญ ได้แก่ สมบัติด้านการละลาย และสมบัติการเกิดอิมัลชันเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

3.3.1.1 สมบัติการละลาย

การละลายของโปรตีนเกิดจากความสมดุลของอุณหพลศาสตร์ระหว่างโปรตีนกับโปรตีนและโปรตีนกับตัวทำละลาย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานอิสระที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ของโปรตีนกับตัวทำละลาย ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของโปรตีนได้แก่ ความเป็นกรดต่าง กำลังไอออนิก (ionic strength) ตัวทำละลาย และอุณหภูมิ (Damodaran, 1996)

Corner *et al.* (1976) รายงานว่า การตกตะกอนโปรตีนรำข้าวด้วยกรดทำให้โปรตีนมีสมบัติการละลายดีกว่าโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโดยการให้ความร้อน และ Bera and Mukherjee (1998) ศึกษาการละลายของโปรตีนรำข้าวเข้มข้น และผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อสมบัติการละลาย พบว่าเมื่อความเป็นกรดต่างของสารละลายมากกว่า 7.0 โปรตีนรำข้าวมีการละลายเพิ่มขึ้นอย่างมากและโปรตีนรำข้าวเข้มข้นมีการละลายเพิ่มขึ้นในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์ เมื่อเทียบกับการละลายในสภาวะที่ไม่มีเกลือ เนื่องจากผลของการ

เกิด salting out แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 โมลาร์ จะทำให้โปรตีนรำข้าวมีการละลายลดลงอย่างมากเนื่องจากผลของการเกิด salting out

Prakash and Ramanatham (1995) ศึกษาผลของวิธีการทำแห้งที่มีต่อสมบัติการละลายของโปรตีนรำข้าวเข้มข้น พบว่าโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีการละลายน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนที่ผ่านการทำแห้งแบบถาด และแบบแช่เยือกแข็ง อาจเนื่องจากการทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีการให้ความร้อนสูงกับโปรตีนในขณะที่มีความชื้นต่ำ ทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพทางธรรมชาติ โปรตีนทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ การละลายของโปรตีนจึงลดลง

Gnanasambandam and Hettiaachchy (1995) ศึกษาการละลายของโปรตีนรำข้าวเข้มข้นระหว่างโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ไม่ผ่านการทำให้คงตัว (unstabilized rice bran protein concentrate) และโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผ่านการทำให้คงตัว (stabilized rice bran protein concentrate) โดยเตรียมให้มีช่วงความเป็นกรดต่างระหว่าง 2-12 พบว่าที่ระดับความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4 มีการละลายของไนโตรเจนต่ำสุด โดยที่ความเป็นกรดต่างที่สูงและต่ำกว่านั้นการละลายของไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นที่ระดับที่ความเป็นกรดต่าง 2 สามารถละลายได้ร้อยละ 40 และสูงสุดที่ความเป็นกรดต่างเท่ากับ 8

3.3.1.2 สมบัติการเกิดอิมัลชัน

อิมัลชัน คือ ระบบอาหารที่มีลักษณะเป็นเนื้อผสม โดยทั้งตัวกระจาย (dispersion phase) และตัวทำกระจาย (continuous phase) เป็นของเหลว มีของเหลวอย่างน้อย 1 ชนิดที่รวมตัวกับของเหลวอื่นไม่ได้เรียกว่า ตัวกระจาย โดยจะอยู่ในรูปหยดกลม (droplets) (ณรงค์, 2538) อิมัลชันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ อิมัลชันที่มีปริมาณของน้ำมันน้อยกว่าน้ำ (oil in water) น้ำมันมีการกระจายตัวในน้ำเป็นผลให้โมเลกุลของโปรตีนสัมผัสน้ำได้ดีกว่าน้ำมัน เช่น นม มายองเนส ชนิดที่สองคือ อิมัลชันที่มีปริมาณของน้ำในน้ำมัน (water in oil) กล่าวคือ มีปริมาณของน้ำมันในน้ำ และมีการกระจายตัวของน้ำในน้ำมัน ซึ่งโมเลกุลของโปรตีนสัมผัสกับน้ำมันได้ดีกว่าน้ำ อาหารในกลุ่มนี้ได้แก่ เนย มากา린 ปิฉายที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันที่เกิดจากโปรตีน ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง กำล้างไอออนิก อุณหภูมิ สารลดแรงตึงผิวที่มี

มวลโมเลกุลต่ำ น้ำตาลปริมาณของเฟสน้ำมัน ชนิดและความเข้มข้นของโปรตีน รวมทั้งชนิดของเครื่องมือ และอัตราของพลังงานในการผลิตอิมัลชัน (Damodaran, 1996)

Bera and Mukherjee (1989) รายงานว่า ค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (emulsion capacity) ของโปรตีนเข้มข้นที่ผลิตจากรำข้าวสาคมีค่า ค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน สูงกว่าในโปรตีนที่ผลิตจากรำข้าวสาคัดไขมัน มีค่าเป็น 150.10 และ 72.96 มิลลิลิตรน้ำมันที่เกิดอิมัลชันต่อกรัมโปรตีน ตามลำดับ เนื่องมาจากโปรตีนเข้มข้นที่ผลิตจากรำข้าวสาคมีปริมาณไขมันสูงกว่า ซึ่งมีผลทำให้ค่า hydrophilic-lipophilic balance (HLB) มีความเหมาะสมต่อการเกิดอิมัลชันในแบบ oil in water ได้ดีกว่า

3.3.1.3 สมบัติการเกิดฟอง

สมบัติการเกิดฟองของโปรตีนหมายถึง ความสามารถของโปรตีนที่ทำให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับของเหลว และรักษาความคงตัวให้กับฟิล์มไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่อง จากแรงกระทำภายนอก (Damodaran, 1996)

Bera and Mukherjee (1989) รายงานว่า โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผลิตจากรำข้าวสาคมีค่าความสามารถในการเกิดฟอง (foaming capacity) สูงสุดร้อยละ 30.54 ของปริมาตรของฟองต่อปริมาตรทั้งหมด ส่วนโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่สกัดจากรำสาคัดไขมันในระดับปฏิบัติการมีค่า ความสามารถในการเกิดฟอง เป็นร้อยละ 60 ของปริมาตรของฟองต่อปริมาตรทั้งหมด การที่โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผลิตจากรำข้าวสาคมีค่าความสามารถในการเกิดฟอง ต่ำกว่าโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผลิตจากรำสาคัดไขมันในระดับห้องปฏิบัติการนั้น เนื่องจากโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่สกัดจากรำข้าวสาคมีปริมาณน้ำมันสูงกว่า ซึ่งทำให้สมบัติการเกิดฟองลดลง เพราะไขมันมีค่า surface active มากกว่าโปรตีน ซึ่งจะดูดซับที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับของเหลวได้ดีกว่าโปรตีน และพบว่าที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์ ทำให้โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่สกัดจากรำข้าวสาคและรำสาคัดไขมันในระดับห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการเกิดฟองเพิ่มขึ้น แต่ที่ความเข้มข้น 1.0 โมลาร์ กลับทำให้ค่าความสามารถในการเกิดฟองลดลง ทั้งโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่สกัดจากรำข้าวสาคและรำสาคัดไขมันในระดับห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เนื่องจากผลของการเกิด salting in และ salting out ของโปรตีน

Prakash and Ramanatham (1995) เปรียบเทียบสมบัติการเกิดฟองของ โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง และการทำให้แห้งแบบลูกกลิ้ง ที่ค่า pH 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, และ 12.0 โดยรายงานเป็นค่าความเสถียรภาพของฟอง (foaming stability) พบว่า โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผ่านการทำให้แห้งแบบลูกกลิ้งนั้น มีค่าความเสถียรภาพของฟอง ต่ำกว่า โปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งที่ทุกระดับความเป็นกรดต่าง และเมื่อความเป็นกรดต่าง มีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น (ความเป็นกรดต่าง 8.0-12.0) ค่าความเสถียรภาพของฟอง ของโปรตีนรำข้าวเข้มข้นจะสูงขึ้น

3.4 คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนรำข้าว

คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนรำข้าวมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของโปรตีนที่ใช้ เป็นอาหาร Prakash (1996) รายงานค่า protein efficiency ratio (PER) ของรำข้าวอยู่ในช่วง 1.59 – 2.04 และโปรตีนรำข้าวเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.99 – 2.19 ส่วน nitrogen digestibility ของรำข้าว เป็น 58.5 และของโปรตีนรำข้าวเข้มข้นมีค่าอยู่ในช่วง 57.3 – 96.0 ขึ้นอยู่กับชนิดของรำข้าวที่เป็น วัตถุประสงค์ และวิธีการผลิตโปรตีนรำข้าวเข้มข้น โดยโปรตีนรำข้าวมีกรดอะมิโนที่จำกัด (limiting amino acid) คือทรีโอนีนและไอโซลิวซีน โปรตีนรำข้าวเป็นโปรตีนที่มีปริมาณกรดอะมิโนไลซีน สูง ประมาณ 62.7 – 70.8 มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน (Gnanasambandam and Hettiarachchy, 1995) เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของโปรตีนรำข้าวกับเคซีนซึ่งเป็นโปรตีนจากนม พบว่า โปรตีนรำข้าวถือเป็นโปรตีนคุณภาพดี เมื่อเทียบจากปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนที่จำเป็นนอกจากโปรตีนรำข้าว จะมีคุณภาพดีแล้ว ยังเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเป็น hypoallergenic protein คือไม่ทำให้เกิดอาการแพ้

จากการเปรียบเทียบปริมาณของกรดอะมิโนต่างๆ ในแหล่งโปรตีนที่แตกต่างกัน พบว่า โปรตีนรำข้าวไอโซเลทมี วาลีน ทรีโอนีน ฮิสทีดีน อาร์จินีน อะลานีน และไกลซีน ในปริมาณ ที่มากกว่าหรือเท่ากับโปรตีนเคซีน และโปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท (Wang *et al.*, 1999) แสดงดัง ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนรำข้าว (RBP) โปรตีนรำข้าวไอโซเลท (RBPI) โปรตีนเคซีน (Casein) และ โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท (SPI) (มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน)

กรดอะมิโน	โปรตีนรำข้าว	โปรตีนรำข้าว ไอโซเลท	โปรตีนเคซีน	โปรตีนถั่วเหลือง ไอโซเลท
อะลานีน	68	61	27	34
ไกลซีน	61	54	16	34
วาเลอีน	57	63	60	11
ลิวซีน	80	74	84	68
ไอโซลิวซีน	30	39	49	41
เฟนิลอะลานีน	51	46	45	52
ไทโรซีน	37	33	55	32
ทริปโตเฟน	7	12	14	12
ซีรีน	53	41	46	42
ทรีโอนีน	44	37	37	30
ซีสทีน	26	16	0.4	45
เมไทโอนีน	20	22	26	11
อาร์จินีน	90	89	33	66
ฮิสทีดีน	30	29	27	23
ไธรีน	55	47	71	52
กรดแอสพาร์ติก	105	80	63	99
กรดกลูตามิก	153	125	190	170

ที่มา : ดัดแปลงจาก Wang *et al.* (1999)

4. โปรตีนในเครื่องสำอาง

การใช้โปรตีนในเครื่องสำอางมีมานานกว่า 20 ปี มีการใช้ที่แพร่หลายพอๆ กับการใช้วิตามิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์ลดแรงตึงผิว (surfactant) ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความชุ่มชื้น (moisturization) การปรับปรุงความยืดหยุ่นของผิว (improved elasticity) ให้ความรู้สึกนุ่มนวล

กระชับ อย่างไรก็ตามโปรตีนทั้งหมดจะแสดงลักษณะต่างๆ ดังกล่าวได้แตกต่างกัน เช่น โปรตีนที่มีมวลโมเลกุลสูงจะมีคุณสมบัติการก่อดัวของฟิล์มสูงกว่าโปรตีนที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ในขณะที่โปรตีนที่มีมวลโมเลกุลต่ำจะมีคุณสมบัติในการรักษาความชุ่มชื้นไว้ได้ดีกว่าโปรตีนที่มีมวลโมเลกุลสูง เป็นต้น (Challoner, 1997)

จากการสำรวจทางการตลาด การใช้โปรตีนในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด โปรตีนที่ถูกใช้บ่อยๆ คือ อีลาสติน, คอลลาเจน, อัลมอนต์, ไหม และ โปรตีนจากนม ส่วนโปรตีนจากพืชที่มีความเหมาะสมในการมาใช้ในเครื่องสำอาง ได้แก่ ข้าวสาลี, ข้าว, ถั่วเหลือง อัลมอนต์ และข้าวโอ๊ต แต่จะมีประสิทธิภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับแหล่งของโปรตีนนั้นๆ (Ute *et al.*, 1998)

Alessandro *et al.* (1993) ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติเครื่องสำอางของไฮโดรไลสโปรตีน เปรียบเทียบการลดการระคายเคืองของสารลดแรงตึงผิวโดยเติมไฮโดรไลสเททคอลลาเจนซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 64,000 D โปรตีนข้าวสาลีน้ำหนักโมเลกุล 1,800 D และโปรตีนข้าวสาลีน้ำหนักโมเลกุล 2,200 D อย่างละร้อยละ 5 พบว่าการระคายเคืองของตาเนื่องจาก sodium lauryl sulfate ลดลงร้อยละ 20 เมื่อใช้ ไฮโดรไลสเททคอลลาเจนร้อยละ 5 และ โปรตีนข้าวสาลีน้ำหนักโมเลกุล 1,800 D ร้อยละ 29 และลดลงร้อยละ 37 เมื่อใช้โปรตีนข้าวสาลีน้ำหนักโมเลกุล 2,200 D เช่นเดียวกันกับเมื่อศึกษาโดยใช้คนไฮโดรไลสข้าวสาลี มีประสิทธิภาพมากกว่าไฮโดรไลสเททคอลลาเจน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

Peter *et al.* (1995) ศึกษาการนำ abietic acid protein condensate เพื่อลดความมันบนเส้นผม พบว่า การทำความสะอาดผมด้วยแชมพูธรรมชาติแสดงความมันเริ่มต้น เท่ากับร้อยละ 62 เมื่อนำแชมพูที่ใส่ PAHC (potassium abietoyl hydrolyzed collagen abbreviated) ร้อยละ 5 มาทำความสะอาดผม สามารถลดความมันลงได้ร้อยละ 11 ซึ่งพบว่าผมของชาวเอเชียแสดงระดับการลดลงของความมันบนเส้นผมได้มากกว่าผมของชาวยุโรป นอกจาก PAHC จะช่วยลดความมันบนเส้นผมแล้ว ยังลดการชี้ฟูของเส้นผมได้อีกด้วย

ปริมาณของกรดอะมิโนเมื่อเปรียบเทียบจากแหล่งที่มาของโปรตีน ได้แก่ คอลลาเจน คีราติน ข้าวสาลี ถั่วเหลืองและรำข้าว แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณกรดอะมิโนของแหล่งโปรตีนชนิดต่างๆ (กรัมต่อ100 กรัมโปรตีน)

กรดอะมิโน	แหล่งโปรตีน				
	คอลลาดเจน ¹	คีราติน ¹	ข้าวสาลี ¹	ถั่วเหลือง ¹	รำข้าว ²
อะลานีน	9.3	4.1	2.7	4.5	7.44
ไกลซีน	26.9	6.5	3.5	4.5	6.19
วาเลีน	3.3	4.6	4.1	4.7	6.41
ลิวซีน	3.4	11.3	7.3	7.4	6.82
ไอโซลิวซีน	1.8	-	3.4	3.8	-
โพรลีน	14.8	9.5	12.0	5.3	5.01
เฟนิลอะลานีน	2.6	3.7	5.4	4.8	5.11
ไทโรซีน	1.0	4.7	2.9	3.6	5.01
ทริปโตเฟน	0	1.8	-	1.2	-
ซีรีน	3.2	10.0	5.7	5.4	5.83
ทรีโอนีน	2.2	6.4	2.9	4.1	5.19
ซิสทีน	0	6.0	1.8	1.0	2.74
เมไทโอนีน	0.9	0.7	1.5	1.3	2.90
อะลานีน	8.6	10.4	3.2	7.2	11.6
ฮิสทีดีน	0.7	1.1	2.2	2.6	4.03
ไลซีน	4.6	2.8	1.7	6.4	4.26
กรดแอสพาร์ติก	6.7	7.2	3.1	12.3	7.44
กรดกลูตามิก	11.2	14.1	36.8	20.1	11.6

ที่มา : ดัดแปลงจาก ¹ Klavon *et al.* (1992)

ดัดแปลงจาก ² Gnanasambandam *et al.* (1995)

Challoner *et al.* (1997) รายงานว่าการใช้โปรตีนในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวมีมานานกว่า 40 ปี โดยในช่วง 25 ปีหลังการใช้สารคอลลาดเจนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงได้มีการใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้นและถือเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงสุดในการใช้ในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ซึ่งมีลักษณะเป็นสารละลายที่มีความหนืดสูง มีคุณสมบัติในการให้ความชุ่มชื้นสูง ปัจจุบันมีการนำโปรตีนจากแหล่งต่างๆ มา

ใช้มากขึ้น เช่น โปรตีนที่ได้จากสัตว์ โปรตีนจากสัตว์ทะเล และโปรตีนที่ได้จากพืชโดยโปรตีนที่นำมาใช้ในเครื่องสำอางดูแลผิวนั้น จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อผิวและผม คือ ซึมซาบเข้าสู่ผิว ปกป้องผิว ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว และทำให้ผมเป็นมันวาว โดยลักษณะเฉพาะของโปรตีนที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวคือ ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว ให้ความนุ่มเนียนผิวซึ่งเป็นผลมาจากฟิล์มที่ช่วยปกป้องผิว และทำให้ผิวไม่มีปัญหาผิวแห้งแตกจากสารชำระล้าง

Ute *et al.* (1998) กล่าวว่าไฮโดรไลเซสโปรตีนมีความสำคัญนำมาเป็นส่วนประกอบที่เติมลงในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว และผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อีลาสติน คอลลาเจน อัลมอนด์ โหม หรือ โปรตีนจากนํ้านม ไฮโดรไลเซสโปรตีนมีความสามารถในการป้องกันการถูกทำลายของผม และเหมาะสมที่จะใช้ในการบำรุงรักษาเส้นผม ไฮโดรไลเซสโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงใช้สำหรับการทำฟิล์ม และมอยส์เจอร์ไรเซอร์ ไฮโดรไลเซสโปรตีนที่มีโมเลกุลต่ำทำให้ผิวนุ่มนวลและดูมีชีวิตชีวา

ตารางที่ 9 ความสำคัญของโปรตีนในเครื่องสำอาง

บำรุงผม	บำรุงผิว
-ต่อต้านและป้องกันผมถูกทำลาย	- สารก่อฟิล์ม
- Substantivity	- มอยส์เจอร์ไรเซอร์
- ความนุ่มนวล	- กระตุ้นการเกิดเซลล์ผิวใหม่
- เพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผม	- ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผิว
- ลดสารละลายต่าง	- ปรับปรุงสภาพผิว
- ก่อให้เกิดฟิล์มเพิ่มความยืดหยุ่น	- เพิ่มความนุ่มนวล
- ปรับสภาพผมทำให้ผมสุขภาพดีมีชีวิตชีวา	- ลดการก่อตัวของสารลดแรงตึงผิว
ซ่อมแซมผม	

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ute *et al.* (1998)

Langmaier *et al.* (2000) รายงานว่า ไฮโดรไลเซสคอลลาเจนที่เพียงพอ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางดูแลผิวและผม ซึ่งมีการเตรียมจากเส้นเอ็นของวัว ไฮโดรไลเซส

นี้ไม่ได้ประกอบไปด้วยสารที่มีลักษณะคล้ายไขมันและอะมิโนแซคคาไรด์ ปริมาณของ primary amino ประมาณ 1.1 mmol g^{-1} และน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของไฮโดรไลเซทคอลลาเจน ไม่มากไปกว่า $2,000 \text{ g mol}^{-1}$ (2.0 kDa) เส้นเอ็นของวัวเป็นตัวแทนความบริสุทธิ์และเป็นแหล่งของคอลลาเจนที่หาง่าย

Li *et al.* (2004) รายงานว่าลักษณะเซลล์ของคอลลาเจน เจลลาติน และคอลลาเจนไฮโดรไลเซท ที่มีมวลโมเลกุลน้อยกว่า 15,000 ศึกษาโดยใช้เซลล์หนังกำพร้าของหนูทดลอง การทดลองเนื้อเยื่อเซลล์หนังกำพร้าชี้ให้เห็นว่า คอลลาเจนมีผลต่อการเพิ่มของเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลของเซลล์ที่เพาะเลี้ยงในเจลาตินและคอลลาเจนไฮโดรไลเซทมีอัตราการเพิ่มขึ้นของเซลล์คล้ายกับการเพาะเลี้ยงบนพลาสติกซึ่งเป็นลักษณะที่ควบคุมสรุปได้ว่าคอลลาเจนมีอิทธิพลทางสรีรวิทยาที่ดีกว่าเจลาตินและคอลลาเจนไฮโดรไลเซท ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ดูแลผิวในเครื่องสำอางแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของโปรตีนกับขนาดของโปรตีนตั้งแต่ 150 – 300,000 Da

โปรตีนขนาดเล็ก	โปรตีนขนาดใหญ่
- Can Penetrate	- Film Forming
- Very Hygroscopic	- At Low R.H.
- Freely Water Soluble	- Water Soluble
- Moist Feel	- Sticky To Smooth
- Odor & Taste	- Neutral

ที่มา : Klavon *et al.* (1992)

5. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผม

ผม หมายถึงขนที่งอกปกคลุมหนังศีรษะของมนุษย์ ช่วยเสริมความงามแก่ใบหน้าและเสริมบุคลิกภาพ ตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ ผมถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เส้นผม (hair shaft) เป็นส่วนที่งอกเหนือหนังศีรษะมองเห็นได้ชัดเจนและรากผม (hair root) เป็นส่วนที่ฝังอยู่ใต้หนังศีรษะ

เส้นผม เป็นเซลล์ส่วนที่ตายแล้วไม่มีชีวิตและความรู้สึก เป็นส่วนที่งอกเจริญยาวออกมาปกคลุมศีรษะสามารถจัดทรงและตัดแต่งได้ตามความพอใจของเจ้าของ มีลักษณะโครงสร้างภายในต่างกันไปสำหรับผมชนิดต่างๆทำให้ปรากฏให้เห็นภายนอกได้ต่างกันเช่นผมเหยียดตรง ผมหยักศก ผมสีบลอนด์ ผมสีน้ำตาลเป็นต้น ถ้านำเส้นผมมาตัดตามขวางจะแยกส่วนประกอบได้ 3 ชั้น คือ

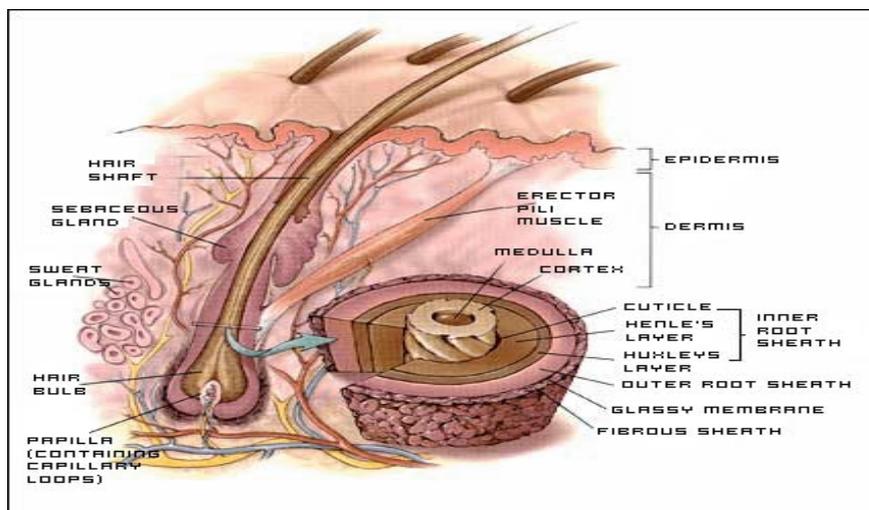
1. ผิวนอก (cuticle) เป็นชั้นนอกสุดหนา 0.5-1 ไมครอน มีลักษณะบางใส ไม่มีสี มีเซลล์ผิว (epidermal cell) เรียงซ้อนกันแบบเกล็ดปลาเรียกว่า keratinized cell ประกอบด้วยคีราตินชนิดแข็ง (hard keratin) ซึ่งเป็นโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เส้นผมมีความแข็งแรงป้องกันชั้นในเอาไว้ ชั้นนี้มีประมาณร้อยละ 10 ของเส้นผม การหวีผมไม่ถูกวิธีทำให้เซลล์ชั้นนี้ถูกทำลายและผมแตกปลายได้

2. เนื้อชั้นนอก (cortex) เป็นชั้นที่มีความหนามากที่สุด ประกอบด้วยเซลล์รูปกระสวย คล้ายเส้นใย เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 ไมครอน ยาว 50-100 ไมครอน เรียงอัดกันแน่นตามยาว เส้นใยเหล่านี้ประกอบด้วย polypeptide chain พันกันเป็นเกลียว (helix) ภายในมีเม็ดสี (pigment) เป็นจำนวนมากซึ่งเป็นตัวกำหนดสีผม และมีช่องอากาศ (air space) แทรกอยู่ ทำให้ผมมีความนุ่มยืดหยุ่น เม็ดสีมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น condensed amino acid tyrosine ซึ่งมีรูปร่างรี เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3-0.4 ไมครอน แทรกอยู่ระหว่างเส้นใยในเนื้อชั้นนอก

3. เนื้อชั้นใน (medulla) เป็นชั้นในสุดของผม ประกอบด้วยเซลล์ลูกเต๋าเรียงกัน 3-4 ชั้น ภายในเซลล์มีคีราโตไฮยาลิน (keratohyalin) ไขมัน และช่องว่างซึ่งมีอากาศแทรกอยู่ เส้นผมของคนทั่วไปซึ่งเป็นเส้นผมที่แข็งนั้น เกิดจากชั้นในนี้มีเซลล์ที่มีนิวเคลียส เรียงกันแน่นและค่อยๆ ร่นมาทางปลายผมซึ่งมีจำนวนเซลล์ลดลง แต่เส้นผมของทารกที่เรียกว่า ผมไฟ (lanugo) นั้นไม่มีชั้นของเนื้อชั้นในนี้ จึงมีลักษณะอ่อนนุ่มและบางละเอียด

การที่ผมของคนเราต่างเชื้อชาติจะมีลักษณะต่างกัน เช่นเมื่อนำเส้นผมมาตัดขวางและส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า มีลักษณะต่างกัน 3 แบบคือเส้นผมเหยียดตรง ซึ่งมักพบในชาวเอเชียและยุโรป ภาพตัดขวางจะเป็นวงกลมโดยที่ผมคนเอเชียมีเส้นใหญ่กว่า ผมหยักศกภาพตัดขวางจะเป็นวงรีและผมที่หยักมากเช่นชาวนิโกร ภาพตัดขวางจะมีลักษณะค่อนข้างแบนและมีลักษณะพิเศษทำให้ผมขดกันเป็นขดได้

รากผม เป็นส่วนที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อของหนังศีรษะ ซึ่งมีรูปร่างเหมือนหลอดปากแคบ เรียกว่า ต่อมรากผม (hair follicle) ตอนล่างสุดของรากผมมีลักษณะโป่งออกเป็นกระเปาะเปิดเป็น โพรงเว้าเข้าด้านในรูปร่างคล้ายคีม เรียกว่า hair bulb รากผมตั้งอยู่บนรากฐานซึ่งเป็นเนื้อยึดต่อ (connective tissue) ลักษณะคล้ายนิ้วมือยื่นเข้าไปในโพรงของ hair bulb เรียกว่า ปุ่มปลายแหลม (papilla) ดังนั้นต่อมรากผมแต่ละต่อมจะมีปุ่มปลายแหลม 1 อันเสมอ ปุ่มนี้มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของเส้นผม เพราะเป็นส่วนที่มีโลหิตและเส้นประสาทมาเลี้ยงทำให้เซลล์รากผมมีการเจริญแบ่งตัวเกิดเซลล์ใหม่ของเส้นผมขึ้นเรื่อยๆ คนที่หัวล้านมีสาเหตุมาจากเซลล์ของปุ่มปลายแหลมนี้ตายหรือฝ่อไป ผมจะขาดอาหารและหลุดร่วงโดยไม่มีกรงอกใหม่ นอกจากนี้ชั้นหนังใกล้เส้นผมจะมีกล้ามเนื้อขนาดเล็กๆ เรียก กล้ามเนื้อขนลุก (arrectores pilorum) ยึดครอบรากผมอยู่ เมื่อเกิดอาการตกใจ จักจี้ หนาวสั่นหรือโกรธ กล้ามเนื้อนี้จะหดตัวทำให้ผมหรือขนตั้งชันขึ้น ภายในต่อมรากผมจะมีเซลล์แม่ (parent cells) ทำหน้าที่สร้างเส้นขนใหม่เมื่อถึงเวลาอันควร ทำนองเดียวกับการผลิตเปลี่ยนเซลล์ผิวหนัง ทำให้เส้นผมงอกยาวขึ้นเรื่อยๆ คนปกติที่เป็นผู้ใหญ่จะมีต่อมรากผมประมาณ 5 ล้านต่อมและมีปริมาณลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น สำหรับวัยรุ่นจะมีเส้นผมประมาณ 615 เส้นต่อตารางเซนติเมตร และลดลงเหลือ 435 เส้น เมื่ออายุ 80 ปี แต่คนหัวล้านจะมีเส้นผมหรือต่อมรากผมไม่เกิน 306 เส้นต่อตารางเซนติเมตร ถ้าหัวล้านมากจำนวนต่อมรากผมจะยิ่งลดน้อยลง ผมของคนเราจะยาวได้เรื่อยๆ แม้ถูกตัดออกก็จะยาวได้อีก (ประมาณ 2-6 ปี) และไม่มีสภาพการผลัดผม (ซึ่งทำให้เกิดศีรษะล้านชั่วคราว) เพราะผมแต่ละเส้นจะงอกและเจริญไม่พร้อมกันทั้งศีรษะ มีการศึกษาพบว่าผมของหญิงสาวยาวได้ 0.21 มิลลิเมตร ขณะที่ผมของชายหนุ่มยาวได้ 0.38 มิลลิเมตร ภายใน 24 ชั่วโมง และพบว่าการตัดผม อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศจะไม่มีผลต่ออัตราการงอกของเส้นผม แต่ถ้ามีสารระคายเคือง กระตุ้นนานๆ จะมีผลต่อต่อมรากผมทำให้ผมร่วงก่อนเวลาอันควรได้



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเส้นผม (ภาพตัดขวาง)

ที่มา : Umbach (1991)

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบทางเคมีของเส้นผม

ส่วนประกอบ	สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้งของผม
โปรตีน (ร้อยละ)	91
ไขมัน (ร้อยละ)	4
Protein bond sulfur	4.7
น้ำตาล (ร้อยละ)	1.0
เถ้า (ร้อยละ)	0.5
สังกะสี (PPM)	200
เมลานินเฉพาะในผมสีดำ (ร้อยละ)	4

ที่มา : ดัดแปลงจาก Wickett (2546)

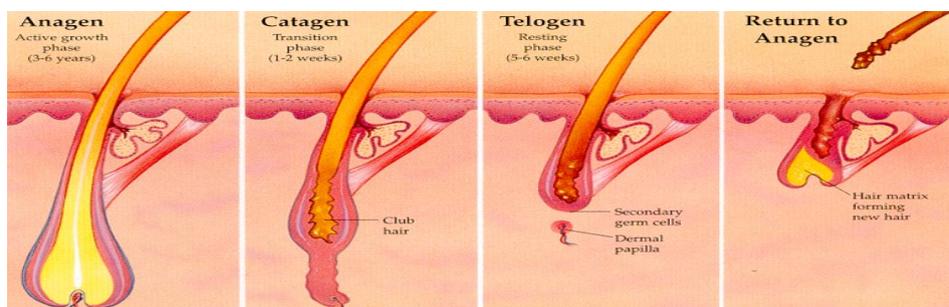
5.1 วงจรชีวิตของผม (The hair growth cycle)

ผมแต่ละเส้นงอกยาวมาประมาณ 0.35 มิลลิเมตรต่อวัน หรือประมาณ 12 เซนติเมตรต่อปี ในแต่ละเส้นจะงอกมาอยู่ยาวนาน 3-6 ปี มีความยาวเป็นเมตรจึงหลุดร่วงออกไป โดยมีผมเส้นใหม่งอกออกมาแทนที่จากต่อมรากผมอันเดิม ในต่อมรากผมแต่ละอันมีการงอกและการหลุดร่วงของเส้นผมสลับกันอยู่ประมาณ 20 ครั้ง การงอกของผมแต่ละเส้นไม่สม่ำเสมอ ผมที่ เกิดใหม่จะงอกเร็วการงอกค่อยๆ ช้าลงๆ จนหยุดงอกรากการหลุดร่วงออกไปเพื่อให้ผมเส้นใหม่งอกมาแทนที่อย่างต่อเนื่อง การงอกของผมแบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1. ระยะเจริญเติบโต (Anagen หรือ Activity growing stage) ผมเกือบทั้งศีรษะ ประมาณร้อยละ 80-90 จะอยู่ในระยะเจริญเติบโต ผมเริ่มงอกออกจากปุ่มปลายแหลมอันเดิมตั้งแต่ผมเส้นเก่ายังไม่หลุดร่วงออกไป ผมแต่ละเส้นจะอยู่ในระยะนี้ประมาณ 3-6 ปี คนที่มีแนวโน้มศีรษะล้านระยะเจริญเติบโตจะสั้นกว่าปกติ ซึ่งส่วนมากเป็นไปตามพันธุกรรม

2. ระยะหยุด (Catagen หรือ Transition stage) เป็นช่วงเวลาที่สั้นๆ ที่ผมมาหยุดงอก แต่ยังมีชีวิตอยู่ ฐานของต่อมรากผมค่อยๆ เคลื่อนตัวขึ้นมาบนผิวหนังศีรษะเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ เพียง 10 วัน ถึง 2 อาทิตย์เท่านั้น ผมบนศีรษะอยู่ในระยะนี้เพียงร้อยละ 1-2

3. ระยะพักหรือระยะสุดท้าย (Telogen หรือ Resting stage) เป็นระยะที่ผมตายแล้วแต่ยังฝังตัวอยู่ในต่อมรากผม พร้อมทั้งจะหลุดร่วงออกไปเมื่อไหร่ก็ได้ ผมบนศีรษะอยู่ในระยะนี้ ประมาณร้อยละ 10-20 ผมอยู่ในช่วงเวลาที่ไม่มีชีวิตรอการหลุดร่วงนี้นาน 3-4 เดือน ผมค่อยๆ เคลื่อนตัวขึ้นมาที่ผิวหนังศีรษะแล้วหลุดไปเองเหมือนการร่วงของพืชน้ำนมในเด็กหรือผมอาจร่วงจากการดึง การหวีหรือแปรงผม ผมเส้นใหม่ที่งอกออกมาแทนที่ผมเส้นเดิมจะไม่ปรากฏทันทีที่ผมเส้นเก่าหลุด ร่วงไป ต้องใช้ระยะเวลานานประมาณ 3 อาทิตย์ จึงปรากฏบนหนังศีรษะ ตราบใดที่กระบวนการร่วงและการงอกของเส้นผมเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จำนวนของเส้นผมจะไม่ลดลง ต่อมรากผมแต่ละอันมีวงจรชีวิตที่ไม่เหมือนกัน ผมแต่ละเส้นจึงมีอายุและการงอกที่แตกต่างกัน ผมของคนเราจึงไม่ร่วงพร้อมกันหมดเหมือนการผลัดขนของนก



ภาพที่ 2 วงจรการเจริญเติบโตของเส้นผมในระยะเวลาต่างๆ

ที่มา : Umbach (1991)

ตารางที่ 12 ปริมาณกรดอะมิโนในเส้นผมและผิวหนังของเส้นผม

กรดอะมิโน	ร้อยละในเส้นผม	ร้อยละในผิวหนังของเส้นผม
กรดซีสทีอิก	0.34	0.88
กรดแอสปาร์ติก	5.8	3.1
ธีโอนีน	7.5	4.4
กรดกลูตามิก	13.0	9.3
โปรลีน	6.8	6.5
ไกลซีน	6.1	9.7
อะลานีน	4.6	5.7
วาลีน	5.0	6.9
ซิสทีน	16.7	20.2
เมไทโอนีน	0.2	0.5
ไอโซลิวซีน	2.5	20.3
ไทโรซีน	2.1	1.7
เฟนิลอะลานีน	1.7	1.2
ไลซีน	2.5	3.3
ฮิสทีดิน	0.7	0.5
อาร์จินีน	6.5	2.7
ซีรีน	11.5	17.9

ที่มา : Wickett (2546)

5.2 สภาพทางเคมีของเส้นผม

เส้นผมส่วนใหญ่ประกอบด้วยคีราตินชนิดแข็งซึ่งเป็นโคโพลิเมอร์ของกรดอะมิโนประมาณ 25 ชนิด แสดงดังตารางที่ 12 และพบประมาณร้อยละ 20 เป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์ในโมเลกุล เช่น ซีสทีน ซึ่งมี disulfide linkage อยู่ เนื่องจากโครงสร้างที่เป็นกรดอะมิโนจึงทำให้เส้นผมมีประจุลบ นอกจากนี้ยังพบแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งมีปริมาณพอๆ กัน โดยไม่ขึ้นกับอายุ เชื้อชาติ และเพศ

คีราตินในเส้นผมทนต่อกรด ต่างที่เจือจาง ไม่ละลายน้ำหรือสารละลายอินทรีย์ ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ เช่น เปปซิน หรือ ทริปซิน คีราตินของเส้นผมประกอบด้วยพันธะ 3 ชนิด

1. พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ซึ่งต่อเชื่อมระหว่าง NH และ C=O ของกรดอะมิโน เป็นพันธะอ่อนๆ ซึ่งให้ความแข็งแรงแก่เส้นผม การทำลายพันธะนี้จะทำให้เส้นผมอ่อนตัวลงเช่น น้ำสามารถแทรกตัวอยู่ในพันธะนี้ทำให้เส้นผมพองตัวและอ่อนตัวลงได้
2. พันธะเกลือ (salt linkages) เป็นพันธะระหว่าง acidic และ basic group ของ amino side chain ทำนองเดียวกับพันธะไฮโดรเจน
3. พันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) เป็นพันธะเชื่อมระหว่างปลายโมเลกุลของ ซีสทีน 2 โมเลกุล เป็นพันธะที่แข็งแรงมาก แต่สามารถถูกทำลายลงได้ในสภาวะต่างแก่ที่มีสารรีดิวเซอร์อยู่ด้วย พันธะนี้มีความสำคัญในขบวนการย้อมผมและตัดผม

การเกิด crosslink ทำให้คีราตินรวมตัวอยู่ด้วยกันจนเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงบนเส้นผม ดังนั้นสภาวะใดก็ตามที่รบกวนพันธะต่างๆจึงมีผลต่อความแข็งแรงของเส้นผม พยาธิสภาพของโรคบางโรคเช่น การขาดโปรตีนหรือการขาดแร่ธาตุมีผลต่อสภาพและความแข็งแรงของเส้นผม การใช้น้ำยาย้อมผมตัดผมที่แรง มีผลในการทำลายพันธะนี้ได้ จึงทำให้ผมเสียง่าย สภาพพีเอชของเส้นผมยังไม่มีผู้รายงาน แต่พบว่าความเป็นกรดต่างของหนังศีรษะอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ซึ่งเป็นกรดอ่อนๆ จากกรดแลคติกและกรดไขมันที่ระเหยได้

5.3 สิ่งที่มีอิทธิพลต่อเส้นผม

ปัจจัยที่ทำให้สภาพผมหรือการเจริญเติบโตของเส้นผมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้แก่

1. ฮอร์โมน จากรายงานพบว่า ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์กระตุ้นให้ผมงอกเร็ว ในขณะที่สตีรอยด์ฮอร์โมนระงับการงอกของผม
2. อาหาร พบว่าวิตามินบีรวมซึ่งมีมากในยีสต์และโยเกิร์ต จำเป็นต่อการเจริญตามปกติของเส้นผมและกระบวนการ Keratinization ส่วนวิตามินเอยับยั้งการเจริญของเซลล์ผิวทำให้ผมงอกช้า การได้รับวิตามินเอมากเกินไปจะเป็นสาเหตุของผมร่วงได้ นอกจากนี้การขาดอาหารโปรตีนทำให้ผมเปราะบางและร่วง เส้นผมไม่มีสีเป็นต้น
3. สภาพแวดล้อมของอากาศ มีรายงานพบว่า สภาพการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน ไม่มีผลต่อสภาพเส้นผมเช่นการถูกความร้อนมาก การตากแดดจะทำให้ผมแห้งกรอบและเปราะเช่นเดียวกับการเข้าอบและการตัดผม ในฤดูหนาวความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำผมจะแห้งเพราะปล่อยน้ำออกมาทำให้เกิดประจุไฟฟ้า ผมฟูฟอง หวีจัดทรงได้ยากความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมและดีที่สุดสำหรับผมคือ ร้อยละ 40-60
4. สภาพบางอย่างของโรค โดยเฉพาะโรคขาดโปรตีนที่เรียกว่า kwashiorkor ทำให้ผมเปราะบางและไม่มีสี หรือความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิด หรือการเป็นรังแคเนื่องจากการติดเชื้อมีโอกาทำให้ผมร่วงได้
5. สารเคมี สารเคมีบางชนิดโดยเฉพาะพวกสารลดแรงตึงผิว อาจระคายเคืองต่อหนังศีรษะและส่งผลทำให้ผมร่วงได้เช่นกัน หรือทำให้ผมหยาบกระด้างเพราะสารชำระล้างอย่างแรงจะขจัดไขมันตามธรรมชาติของเส้นผม ทำให้ผมแห้ง

5.4 สภาพของเส้นผม

ทางเครื่องสำอางแบ่งเส้นผมตามสภาพเป็น 3 แบบ คือ

1. ผมแห้ง (dry hair) เส้นผมมีลักษณะกรอบ หยิบกระด้างแห้งคล้ายฟางข้าว ไม่แวววาวขาดง่ายและเปราะ เกิดเนื่องจากเส้นผมขาดน้ำมัน (lipid และ lipoproteins) และความชุ่มชื้น หรืออาจเกิดจากสภาพที่ชั้นผิวหนัง ถูกทำลายไปจากความเป็นด่างมากเกินไปของแชมพูสระผม หรือเกิดจากการเป่าผมบ่อยๆ

2. ผมมัน (oily hair) เส้นผมมีลักษณะมันเยิ้ม มองดูคล้ายสกปรก ไม่มีชีวิตชีวา ปวกเปียกไม่ยืดหยุ่น เกิดจากต่อมน้ำมันขับน้ำมันมากเกินไป และเป็นสาเหตุหนึ่งของรังแคน้ำมัน

3. ผมธรรมดา (normal hair) เป็นเส้นผมที่มีสุขภาพดีแลดูมีน้ำหนัก อ่อนสลวย เงางาม เป็นประกาย มีสปริง หวีเข้ารูปทรงง่าย ไม่ยุ่งเหยิงหรือฟูฟอง

5.5 ความชื้นของเส้นผม

ความชื้นของเส้นผม มีความสำคัญต่อสภาพเส้นผมมาก ปกติผมมีความชื้นร้อยละ 5-10 ถ้ามากกว่านี้จะทำให้ผมเป็กลู่ นิ่ม เสียความยืดหยุ่น ไม่อยู่ในรูปทรงที่ต้องการ สังเกตได้จากสภาพผมเป็กลหลังการสระผม ถ้าน้อยกว่านี้จะทำให้ผมกรอบแห้ง เปราะ ดูไม่มีชีวิตชีวา เกิดประจุไฟฟ้าสถิต ทำให้หวีเข้าทรงได้ยาก สภาพภูมิอากาศมีผลต่อความชื้นของเส้นผม ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่พอเหมาะและดีที่สุดสำหรับผม คือ ร้อยละ 40-60 ในฤดูหนาวความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (10-20% RH) ผมจะแห้งและหวิyakเพราะสูญเสียไอน้ำมากเกินไป แต่ถ้าอากาศชื้น (90-100%RH) เช่นในฤดูฝนผมจะดูดซับน้ำเอาไว้ โดยปกติเส้นผมมีไขมันหนัง กรดอะมิโนและโปรตีนเป็นสารอารักขา (protectant) ป้องกันการสูญเสียไอน้ำมากเกินไป แชมพูสระผมบางชนิดมีอำนาจชำระล้างสูงเกินไปจะทำลายสารอารักขาเหล่านี้ทำให้ผมแห้ง บางครั้งการตัดผม ข้อมผม เป่าผมบ่อยๆ ด้วยไอร้อนจะขัดสารอารักขาเหล่านี้เช่นกัน ดังนั้นแชมพูที่ดีควรมีการเติมสารทดแทนสารอารักขาที่ถูกทำลายไปเพื่อรักษาความชื้นของเส้นผมให้พอเหมาะในการแต่งรูปทรงได้ง่าย (พิมพ์ร, 2543)

6. ผลิตภัณฑ์ปรับสภาพผม (Hair conditioners)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อให้เส้นผมมีความนุ่ม นำสัมผัส เป็นประกาย แลดูมีชีวิตชีวาและจัดเข้าทรงง่าย หรือให้เพื่อแก้ปัญหาเส้นผมที่แตกปลายหรือถูกทำลายโดยน้ำยาฟอกสีผม น้ำยาดัดผม ยาย้อมผม การเป่าผม ผมแห้งเสีย แตกเปราะหรือขาดน้ำมันหล่อเลี้ยง ผลิตภัณฑ์นิยมใช้ในรูปครีมหรือโลชั่นซึ่งไม่มีการล้างออกภายหลังใช้ (Williams and Schmitt, 1996) สารปรับสภาพผมมีกลไกในการเพิ่มคุณภาพของเส้นผม ได้แก่ การเพิ่มความเงางาม ลดไฟฟ้าสถิตย์ เพิ่มความแข็งแรงของเส้นผมและป้องกันเส้นผมจากแสงแดด (Schueller and Romanowski, 1999)

ความเงางามของเส้นผม เกิดจากการที่ผิวของเส้นผมเรียบและสะท้อนแสงได้ดี สารปรับสภาพผมประเภทสารให้ความมัน และพอลิเมอร์ จะเกิดฟิล์มบางเคลือบเงาเส้นผมไว้และเติมส่วนที่ขรุขระของผิว ให้เต็มเรียบ ผมจึงดูเงางาม

ไฟฟ้าสถิตย์บนเส้นผม ซึ่งอาจเกิดจากการใช้สารชำระล้างประจุลบซึ่งนิยมใช้ผลิตแชมพูราคาถูก อานาจชำระล้างสูง เกิดฟองคั้นสามารถดึงเอาประจุบวกของโมเลกุลในคิราตินบนเส้นผมมารวมตัวกัน คิราตินจะพองตัวจึงเปราะและแข็งกระด้าง ทำให้ผมทุกเส้นเหลือแต่ประจุลบเกิดการผลักกันขึ้น ทำให้ผมชี้ฟู หวีเข้าทรงยาก เส้นผมที่เล็กละเอียดเกิดไฟฟ้าสถิตได้ง่ายและมากกว่าเส้นผมหนาหยาบเพราะมีพื้นที่ผิวมากกว่า ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์ปรับสภาพผมจึงเป็นสารที่มีฤทธิ์กรดอ่อนและสารประจุบวกจึงแก้ปัญหานี้ได้

ความแข็งแรงของเส้นผม เกิดจากความแข็งแรงของโมเลกุลของกรดอะมิโนในคิราตินที่พันกันเป็นเกลียว ภาวะต่างๆ เช่น น้ำยาย้อมผม ดัดผม การเป่าผม ฟอกสีผม อบผมจะทำให้ความแข็งแรงของเส้นผมลดลง ดังนั้นสารปรับสภาพผมประเภทโปรตีนจะช่วยเสริมความแข็งแรงของเส้นผมได้

ผลิตภัณฑ์ปรับสภาพผมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามวิธีใช้ดังนี้

1. Rinse ให้เพื่อชำระล้างสิ่งตกค้างจากแชมพูออกให้หมดโดยให้หลังสระผมแล้วล้างออกทันที

2. Instant conditioners เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้หลังการทำความสะอาดผม ทาทิ้งไว้บนศีรษะ นาน 5 นาที จึงล้างออก ผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยสารปรับสภาพผมกลุ่มโปรตีน สารประจุบวก สารไขมัน สารเพิ่มความชื้นหนืดสารทำให้เกิดฟิล์มบนเส้นผม ฟีนฟูสภาพผมที่ถูกทำลายไม่มากนักทำให้ผมหวีง่ายทั้งผมเปียกและผมแห้งลดการทำลายผมและทำให้ผมอยู่ในรูปทรง

3. Deep conditioners เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้หลังจากสระผมสะอาด แต่เก็บไว้นาน 20-30 นาที จึงล้างออก จุดมุ่งหมายเพื่อฟื้นฟูสภาพผมที่ถูกทำลายมากจากการตัดผม การข้อมผม ผลิตภัณฑ์นี้มีสารสำคัญคล้ายกลุ่มแรกแต่เข้มข้นมากกว่า

4. Leave-in conditioners ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ใช้ทาหลังสระผมโดยไม่ต้องล้างออก สารสำคัญจะอยู่บนผมตลอดไปเพื่อป้องกันอันตรายจากการเป่าผมด้วยไอร้อน ช่วยให้ผมอยู่ในรูปทรง และผมแลดูมีน้ำหนัก ส่วนประกอบสำคัญเป็นสารกลุ่มโปรตีนและสารก่อฟิล์มเพื่อเคลือบผมให้อยู่ในรูปทรง ใช้ก่อนการจัดรูปทรงของผม

ประสิทธิภาพการบำรุงผมของสารปรับสภาพผมขึ้นกับ เวลาที่สารปรับสภาพผมเหล่านั้นสัมผัสกับเส้นผม (contact time) และคุณสมบัติของสารปรับสภาพผมเองที่สามารถเกาะติดกับผมไว้ ไม่หลุดออกหมดเมื่อล้างออกด้วยน้ำ

7. การประเมินคุณภาพผม

7.1 การประเมินค่าด้วยเครื่องมือ

การประเมินผลคุณสมบัติการปรับสภาพ ของสารปรับสภาพผม เป็นสิ่งที่ยุ่ยากในการกำหนดจุดมุ่งหมายแน่นอนของการประเมินผล คุณสมบัติการปรับสภาพ ของ สารปรับสภาพผม ทั้งนี้เนื่องจากขาดแคลนเทคนิคในการทดลองที่เหมาะสมในการที่ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของ สารปรับสภาพผม กับคุณสมบัติ การปรับสภาพ ต่อเส้นผมของ สารปรับสภาพผม นั้นๆ อย่างไรก็ตาม ได้มีการใช้เทคนิคของ scanning electron microscope (SEM) มาใช้ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์สภาวะของเส้นผมกับการใช้ สารปรับสภาพผมอย่างมีประสิทธิภาพ

กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบทั้งแบบใช้แสงธรรมดาและใช้รังสีแบบอื่นๆ มีข้อจำกัดในการขยายภาพ เพราะกำลังขยายและกำลังแยกนอกจากจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเลนส์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงที่ใช้อีกด้วย กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบที่มีคุณภาพดีที่สุดแล้วมีกำลังแยกขณะใช้ส่องวัตถุขนาดเล็กที่สุดเพียง 0.2 ไมโครเมตรเท่านั้น ส่วนกำลังขยายรวมก็ไม่เกิน 2,000 เท่า ขณะที่ใช้กำลังขยายสูงสุด ยังมองเห็นวัตถุภายในเซลล์ที่มีขนาดเล็กเป็นจุด ไม่สามารถแยกรายละเอียดได้ว่าส่วนนั้นเป็นอะไร จึงมีการค้นคว้าคิดหาวิธีการเพื่อประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ให้มีความขยายมากกว่านี้ โดยมีการนำเอาอิเล็กตรอนเข้ามาใช้ในกล้องจุลทรรศน์แทนคลื่นแสง และใช้เลนส์แม่เหล็กแทนเลนส์กระจก เรียกกล้องดังกล่าวว่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (อนันต์, 2535) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนสามารถแบ่งได้เป็น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องทะลุผ่าน (transmission electron microscope; TEM) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) ซึ่งมีหลักการทำงานต่างกัน โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องทะลุผ่าน เป็นกล้องที่ใช้ศึกษาโครงสร้างหรือองค์ประกอบของเซลล์และเนื้อเยื่อในระดับโมเลกุล ส่วนกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เป็นกล้องที่ศึกษาโครงสร้างหรือองค์ประกอบพื้นผิวของเซลล์เนื้อเยื่อและวัตถุได้

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ใช้ศึกษาโครงสร้างหรือองค์ประกอบพื้นผิวของเซลล์เนื้อเยื่อและวัตถุ โดยการทำให้องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์หรือวัตถุให้มีความเข้มของเงาแตกต่างกัน โดยหลักการทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเหมือนกับกล้องที่ใช้เลนส์กระจกเพียงแต่เปลี่ยนจากเลนส์แก้วเป็นเลนส์แม่เหล็กและใช้อิเล็กตรอนแทนแสง สามารถส่องดูวัตถุที่เล็กที่สุดประมาณ 0.0005 ไมโครเมตร หรือเล็กกว่าวัตถุที่มองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบธรรมดาถึง 400 เท่า (อนันต์, 2535) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถใช้ศึกษาข้อมูลของวัสดุได้หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นรายละเอียดของพื้นผิวขนาดและรูปร่างของอนุภาค มีวิธีการเตรียมตัวอย่างโดยนำชิ้นงานติดบนแท่นโลหะสำหรับวางชิ้นงาน ซึ่งเรียกว่า สตับ (stab) ลักษณะของสตับขึ้นอยู่กับ SEM แต่ละรุ่น และชิ้นงานจะยึดติดกับสตับด้วยเทปกาวนำไฟฟ้า (conductive tape) สำหรับ SEM แบบที่ต้องการสภาพสุญญากาศสูง ตัวอย่างที่ศึกษาต้องแห้ง ไม่มีความชื้น และไม่ปนเปื้อนสารจำพวกไฮโดรคาร์บอน (เช่น น้ำมัน) เพราะเมื่อชิ้นงานอยู่ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ความชื้นหรือสารไฮโดรคาร์บอนจะแตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ ขัดขวางเส้นทางของอิเล็กตรอน ทำให้ภาพที่ได้ไม่ชัดเจน อีกทั้งโมเลกุลเหล่านี้ อาจไปเกาะส่วนต่างๆ ของกล้อง เช่น ผิวของแหล่งกำเนิดแสงอิเล็กตรอน ทำให้ภาพที่ได้ไม่ชัดเจน อีกทั้งโมเลกุลเหล่านี้ อาจไปเกาะส่วนต่างๆ ของกล้อง เช่น ผิวของแหล่งกำเนิดแสง

อิเล็กทรอนิกส์ เป็นเหตุให้แหล่งกำเนิดอิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นลง หากตัวอย่างเป็นวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าต้องเคลือบผิวหน้าชิ้นงานด้วยฟิล์มที่นำไม่นำไฟฟ้าบางๆ (ประมาณ 100 อังสตรอม) ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้เคลือบผิวได้แก่ ทองผสมแพลทินัม และคาร์บอน การเคลือบด้วยทองหรือทองผสมแพลทินัมจะให้ภาพที่คมชัดกว่าการเคลือบด้วยคาร์บอน (บัญชา และ ศุภกาญจน์, 2544)

- การทดสอบความแข็งแรงของผม (Tensile strength)

วิธีการทดสอบที่ใช้คือ flexabrasion test เป็นการดึงเส้นผมโดยมีการถ่วงด้วยน้ำหนักกลับไปกลับมาและนับจำนวนรอบที่ผมขาดวิธีการนี้ถูกพัฒนาจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Alan *et al.*, 2001) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบความแข็งแรงของผมด้วย Tensile test ประเมินค่าโดยใช้ Laser micrometer (Bethany *et al.*, 2007)

- ความยากง่ายในการหวีผม

โดยใช้ diastron tensile tester ซึ่งประเมินค่าความสามารถในการหวีผม โดยเปรียบเทียบระหว่างการหวีผมเปียกและผมแห้ง เครื่องจะบันทึกแรงที่ใช้ในการหวีอย่างต่อเนื่อง ค่าที่ได้จากการวัด คือ combing force (Colleen *et al.*, 2004)

- การประเมินค่าความนุ่มของผม

เทคนิคที่ใช้คือ bending rigidity measurement เครื่องมือที่ใช้คือ cantilever method โดยเส้นใยของผมจะถูกทำให้โค้งงอ ค่าที่ได้คือ bending force มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้ (Colleen *et al.*, 2004)

$$R = FL^3 / 3D$$

F = bending force

L = ความยาวจากเส้นใยผมถึงตะขอเกี่ยว

R = bending rigidity (mg/mm²) D = ระยะที่เกิดการโค้งงอ

- ความมันแวววาว (Luster)

เมื่อผมสะอาดจะมันแวววาว การที่มีสิ่งสกปรกเกาะอยู่จะลดความสามารถในการสะท้อนแสงทำให้ผมทึบมัว เมื่อขจัดสิ่งสกปรกเหล่านี้ออกจะทำให้การสะท้อนแสงดีขึ้น ความมันของผมอาจวิเคราะห์ได้โดยใช้ goniophotometer วัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากผมในมุมต่างๆ ต่อมุมตกกระทบของแสง วิธีที่ถูกต้องกว่าอีกวิธีคือ ทดสอบโดยช่างทำผม และทดสอบจากผู้ใช้งานจริงๆ (พานิ และคณะ, 2537)

- การส่องดูการผ่านทะลุของผม (Hair penetration)

สามารถทำได้โดยการตัดเส้นผมตามขวางและย้อมเส้นผมด้วยสารสีเรืองแสง จากนั้นนำไปส่องด้วย scanning near-field optical microscopy (SNOM) หรือใช้ confocal laser scanning microscopy (CLSM) ภาพที่ได้จากการส่องด้วยกล้องชนิดนี้จะแสดงโครงสร้างที่เป็นโมเลกุลที่ถูกย้อมสี (Charles, 2002)

- การส่องดูความแน่นเรียบของแผ่นคีราติน

โดยใช้ scanning electron microscope (SEM) เพื่อถ่ายภาพเส้นผมจะสามารถบอกความแตกต่างของเส้นผมก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะสามารถบอกสภาพของคีราตินได้เป็นอย่างดี (Randy and Perry, 1999) นอกจากนี้ยังมีการใช้ atomic force microscopy เพื่อใช้ถ่ายภาพความแน่นเรียบและการพองบวมของคีราตินอีกด้วย (Charles, 2002)

- การทดสอบความชุ่มชื้นของผม (Moisturizing test)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความชุ่มชื้นของผมคือ electronic water content meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนสูงในการทำลายตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณความชุ่มชื้นประกอบไปด้วย ความชื้นที่คงอยู่ในผม (first bound water) ซึ่งดูดซับพื้นผิวของเส้นผม และน้ำอิสระซึ่งอยู่โดยรอบเส้นผม ความชื้นที่อยู่ในผมมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้สึกทางประสาทสัมผัส

7.2 การประเมินค่าด้วยประสาทสัมผัส

- การประเมินความเงางามของเส้นผม

หาความเงางามของเส้นผมในกล่องทดสอบ (shine box procedure) ทำการประเมินความเงางามโดยอาสาสมัคร โดยใช้แบบสอบถามแบบให้คะแนน ระหว่าง 1 คือ เงางามที่สุด ถึง 5 เงางามน้อยสุด โดยนำปอยผมไปแขวนไว้ในกล่องทดสอบก่อนอาสาสมัครจะเข้ามาประเมินเปลี่ยน ลำดับปอยผมทุกครั้งที่เปลี่ยนผู้ประเมินเพื่อลดอคติจากลำดับที่เรียง ปิดไฟในห้อง หลังจากอาสาสมัครนั่งหน้ากล่องทดสอบ ให้อาสาสมัครทำการจัดลำดับความเงางามในแบบสอบถามมาตรฐาน (Starch, 1999)

- การวัดคุณสมบัติผดัดเมื่อหวี

โดยการหวีผมที่ตัดหนัก 1 กรัม ด้วยหวีที่ทำด้วยยางแข็งซี่ห่างกัน 1 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร นำผมที่ขาดออกไปชั่งน้ำหนัก ค่าที่ได้จะบ่งถึงความสามารถในการทำลายเส้นผม เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต ขณะหวีควรทำในสภาวะที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 60 ในระหว่างทดสอบ โดยทำการทดสอบอย่างน้อย 10 ปอย เพื่อให้ได้ค่าทางสถิติที่น่าเชื่อถือ (Busch *et al.*, 1996)

- การทดสอบแบบครึ่งหัว (Haft-head tests)

ทดลองเมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันในเวลาเดียวกัน โดยการแบ่งผมออกเป็นสองส่วน และทดสอบผลิตภัณฑ์ข้างละชนิด ทำการสุมผลิตภัณฑ์โดยใส่รหัสทดสอบในขวดลักษณะเดียวกัน จำนวนอาสาสมัคร 30 คน ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ใช้ควรขึ้นกับความยาวและความหนาของผม จากนั้นจึงทำการประเมิน ความยากง่ายในการหวี ขณะเปียก หลังจากนั้นเป่าให้แห้ง และประเมินผล เช่น ความมีน้ำหนัก ความมันเงา เป็นต้น

- การทดสอบน้ำยาดัดผม

การดัดผมจะทดสอบในอาสาสมัครที่ไม่เคยย้อมหรือดัดมาก่อน การตัดให้ใช้วิธีมาตรฐานโดยการแบ่งผมแล้วม้วนด้วยโรล โดยเริ่มจากต้นคอโดยแบ่งผมเป็นส่วน ห่อด้วยกระดาษแล้วม้วนบนแกนดัด แล้วห่อด้วยผ้าคลุม ทำการประเมินความสามารถในการทำให้ผมเป็นลอนหรือหยิก ระยะเวลาในการทำให้ผมหยิก ความสวยงามของลอนผม และประเมินว่าทำให้ผมเสียหรือไม่ (Lazar, 1990)

- การประเมินความรุนแรงของการเกิดรังแคมี 3 วิธีคือ

1) การชั่งน้ำหนักของรังแค (gravimetric assessment)

โดยให้อาสาสมัครอยู่ในท่าที่สามารถที่จะหิวผมลงบนแผ่นพลาสติกสีดำทั้งนี้ ขึ้นตอน ในการหิวผมจะต้องมีมาตรฐานที่เหมือนกันในอาสาสมัครแต่ละคน เก็บรวบรวมรังแคที่ได้ลงในขวดแก้วที่ทราบน้ำหนักนำไปทำให้แห้งในตู้ดูดความชื้นน้ำหนักอีกครั้งบันทึกน้ำหนักของรังแคที่หิวได้

2) การนับจำนวนสะเก็ดรังแค (counting technique)

เก็บรวบรวมรังแคจากพื้นที่ที่กำหนดเหมือนกับวิธีการชั่งน้ำหนักของรังแคแล้วนำจำนวนสะเก็ดรังแค โดยใช้เครื่อง hemocytometer หรือ image analysis เทคนิคนี้ยุ่งยากในการใช้ตรวจสอบทางคลินิก เป็นประจำ

3) การประเมินโดยตรงจากศีรษะ (direct sensory assessment)

แบ่งพื้นที่บนศีรษะออกเป็น 9 ส่วนจากนั้นประเมินความรุนแรงของการเป็นรังแคในแต่ละพื้นที่ (Lazar, 1990)

- การทดสอบผมแตกปลาย

เตรียมปอยผมที่มีเส้นผมประมาณ 100 เส้น โดยเป็นผมแตกปลายซึ่งอาจเตรียมได้โดยการตัด กัดสี เป่าให้แห้งและหิวหลายๆ ครั้งจำนวน 10 ปอย นับจำนวนเส้นผมที่แตกปลายในแต่ละปอย สระปอยผมโดยควบคุมวิธีดังนี้ ปริมาณแชมพูที่ให้กับแต่ละปอยผม เวลา

ที่ใช้สระผม อุณหภูมิในขณะที่สระ เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ล้าง จำนวนครั้งที่สระซ้ำ จุ่มปอยผมลงในสารละลายของน้ำยาปรับสภาพผม โดยควบคุม ความเข้มข้นของน้ำยาปรับสภาพผม เวลาและอุณหภูมิเมื่อจุ่มแต่ละปอยผม เวลาในการทำให้แห้ง เป็นต้น นับจำนวนและบันทึกจำนวนเส้นที่แตกปลายในแต่ละปอยผม (วัชร, 2545)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ไร่ข้าวสาคพันธุ์ปทุมธานี 1 จากสถานีทดลองข้าว บางเขน

2. สารเคมี

2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล (บริษัท เอกตรงเคมีภัณฑ์ จำกัด)

2.2 สารละลายไฮโดรคลอริก 1 นอร์มัล (บริษัท เอกตรงเคมีภัณฑ์ จำกัด)

2.3 เสกเซน (บริษัท รวมเคมี 1986 จำกัด)

2.4 Butylene glycol (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.5 Carbopol polymer (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.6 Dimethicone (บริษัท เคมีโก จำกัด)

2.7 Dimethylol dimethyl (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.8 Ethylene glycol distearate (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.9 Green color (0.1% w/v) (Universal flavors & colors (Thailand) LTD)

2.10 Isononyl isononanoate (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.11 Paradise'n green apple (บริษัท เครื่องหอมไทยจีน จำกัด)

2.12 Phenoxyethanol and methylparaben and ethylparaben and propylparaben and Butylparaben (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.13 Wheat protein (บริษัท อคินพ จำกัด)

2.14 Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80 (บริษัท อคินพ จำกัด)

2.15 Sodium cocoyl amino acid and potassium dimethicone copolyol panthenyl phosphate (บริษัท อคินพ จำกัด)

2.16 Triethanolamine (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

2.17 Xanthan gum (บริษัท วันรัตหน้าเขียน จำกัด)

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.1 Lethen Agar (Merck)
- 3.2 Lethen Broth (Merck)
- 3.3 MacConkey Agar (Merck)
- 3.4 Potato Dextrose Agar (Himedia)
- 3.5 Sabouraud Dextrose Agar (Merck)
- 3.6 Selenite Cystine Broth (Merck)
- 3.7 SS. Agar (Merck)
- 3.8 Tryptic Soy Agar (Merck)
- 3.9 Tryptic Soy Broth (Merck)
- 3.10 Vogel Johnson Agar (Merck)

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตโปรตีนจากรำข้าว

- 4.1 ถังพลาสติก
- 4.2 ชุดเครื่องแก้ว
- 4.3 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
- 4.4 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500)
- 4.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Refrigerated centrifuge ยี่ห้อ Tomy รุ่น GRX-220)
- 4.6 เครื่องกวนผสมแบบมีใบพัด (Mixer ยี่ห้อ Kika Labortechnik รุ่น RW20 DZM)
- 4.7 เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dry system ยี่ห้อ Labconco รุ่น LypH Lock 6 U.S.A.)
- 4.8 เครื่องกรองสุญญากาศ (ยี่ห้อ Heto Master Jet รุ่น SUE 300E)

5. อุปกรณ์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ฟอออนบำรุงผม

- 5.1 เครื่องซังคจิตอลที่มีความละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- 5.2 ชุดเครื่องแก้ว
- 5.3 เครื่องกวนผสมแบบมีใบพัด (Mixer ยี่ห้อ Kika Labortechnik รุ่น RW20 DZM)

5.4 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Homogenizer ยี่ห้อ Pro Scientific)

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

6.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมี

6.1.1 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis)

6.1.2 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH Meter ยี่ห้อ Cyberscan รุ่น 500)

6.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ

6.2.1 เครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield Viscometer Model DV- II)

6.2.2 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CM-3500d)

6.2.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) รุ่น Jeol JSM – 5600 LV

6.2.4 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Low Temp. Incubator ยี่ห้อ Eyela รุ่น LT1-1001SD)

6.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์

6.3.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (Autoclave)

6.3.2 ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์

6.3.3 ตู้เขี่ยเชื้อแบบ Laminar flow

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ Stastica

วิธีการ

1. สํารวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม

- การอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion)

การสำรวจผู้บริโภคเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมโดยวิธี Focus group discussion เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบสอบถาม

- ทดสอบแบบสอบถาม

เพื่อหาขนาดตัวอย่างของผู้บริโภคเป้าหมายและทดสอบความเข้าใจของแบบสอบถาม

- สํารวจโดยการแจกแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ผ่านการทดสอบแล้วสํารวจกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มผู้หญิงที่มีอายุระหว่าง 18 – 40 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่พบว่ามีความต้องการของผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมและเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ได้ โดยวิธีสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (non probability sampling) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาหาความถี่เป็นร้อยละและหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว และความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของผลิตภัณฑ์และความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ในส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม ซึ่งให้ผู้บริโภคให้ระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายของแต่ละระดับดังนี้ (Copper, 1998)

คะแนนเฉลี่ยในช่วง	1.00 – 1.80	หมายถึง	มีความสำคัญน้อยที่สุด
	1.81 – 2.60	หมายถึง	มีความสำคัญน้อย
	2.61 – 3.40	หมายถึง	มีความสำคัญปานกลาง
	3.41 – 4.20	หมายถึง	มีความสำคัญมาก
	4.21 – 5.00	หมายถึง	มีความสำคัญมากที่สุด

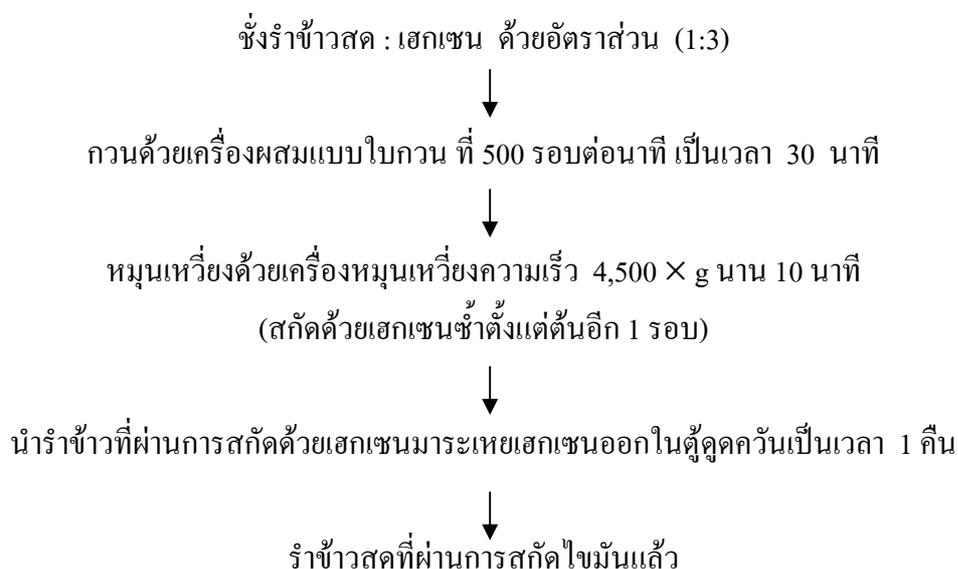
2. การพัฒนากรรมวิธีในการสกัดโปรตีนจากรำข้าว

การพัฒนากรรมวิธีในการสกัดโปรตีนจากรำข้าวโดยการสกัดด้วยสารละลายต่าง โดยศึกษาขั้นตอนก่อนการทำแห้งด้วยการตกตะกอน โปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จากนั้นนำโปรตีนที่ได้ไปเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณสมบัติเชิงหน้าที่และต้นทุนในการผลิต

2.1 การสกัดโปรตีนจากรำข้าว

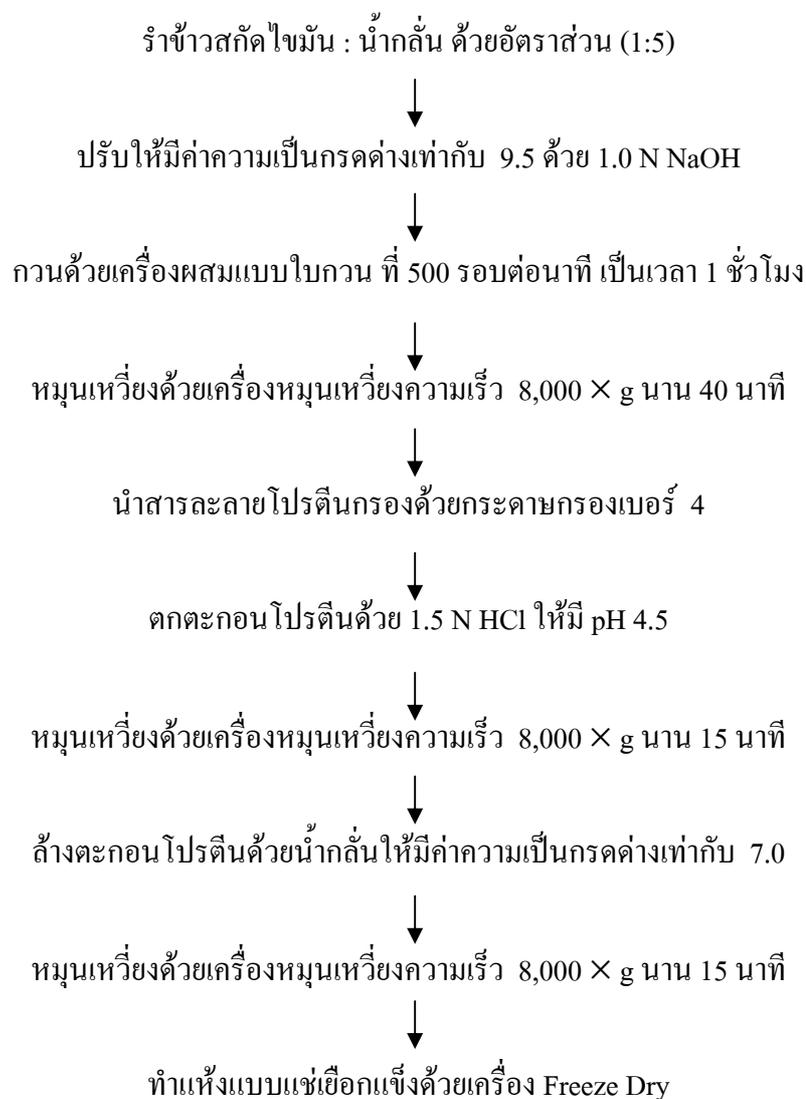
การสกัดโปรตีนจากรำข้าวใช้วิธีดัดแปลงจาก Gnanasambandum and Hettiaachchy (1995) โดยมีขั้นตอนในการสกัดดังนี้

2.1.1 การสกัดไขมันออกจากรำข้าวสาค



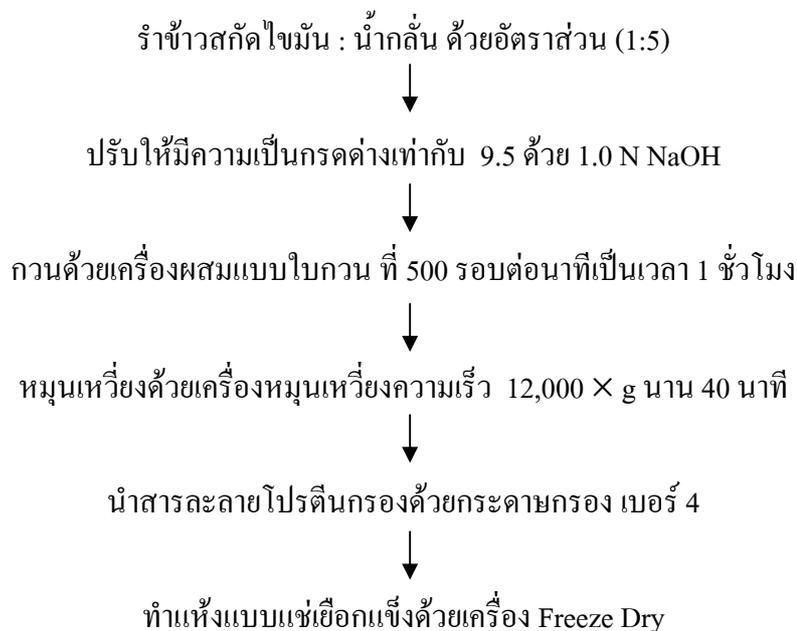
ภาพที่ 3 การสกัดไขมันออกจากรำข้าวสาค

2.1.2 การสกัดโปรตีนจากรำข้าวด้วยการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ภาพที่ 4 กรรมวิธีการผลิตโปรตีนรำข้าวด้วยการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

2.1.3 การสกัดโปรตีนจากรำข้าวด้วยการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง



ภาพที่ 5 กรรมวิธีการผลิตโปรตีนรำข้าวด้วยการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

2.2.1 ค่าคุณภาพทางเคมี

นำรำข้าวสดและโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่สกัดได้ทั้ง 2 แบบ ได้แก่ โปรตีนรำข้าวที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีนรำข้าวที่ได้จากการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มาตรวจสอบค่าคุณภาพทางเคมีตามวิธีของ A.O.A.C (1990) ดังต่อไปนี้

- ปริมาณความชื้น
- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณเถ้า

- ปริมาณไขมัน
- ตรวจสอบปริมาณกรดอะมิโน

2.2.2 ค่าคุณภาพทางกายภาพ

นำรำข้าวสาคและโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่สกัดได้ทั้ง 2 แบบ ได้แก่ โปรตีนรำข้าวที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีนรำข้าวที่ได้จากการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มาตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าสี L^* a^* และ b^* โดยเครื่องวัดสี Spectrophotometer

2.2.3 สมบัติเชิงหน้าที่

นำโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่สกัดได้ทั้ง 2 แบบ ได้แก่ โปรตีนรำข้าวที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีนรำข้าวที่ได้จากการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มาตรวจสอบสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน ดังต่อไปนี้ (วิธีการแสดงดังในภาคผนวก ก)

- สมบัติการละลาย ตรวจสอบสมบัติการละลายของโปรตีนสกัดจากรำข้าว ที่ระดับ pH 4.5 7.0 และ 9.5 โดยดัดแปลงจากวิธีของ Bera and Mukherjee (1989)
- สมบัติการเกิดอิมัลชัน ตรวจสอบสมบัติการเกิดอิมัลชันของโปรตีนสกัดจากรำข้าวโดยวัดเป็นค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน ดัดแปลงจากวิธีของ Pearce and Kinsella (1978)
- สมบัติการเกิดฟอง ตรวจสอบสมบัติการเกิดฟองของโปรตีนสกัดจากรำข้าว โดยวัดเป็นค่าความสามารถในการเกิดฟอง ดัดแปลงจากวิธีของ Bera and Mukherjee (1989)

2.3 คำนวณต้นทุนการผลิต

นำโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่สกัดได้ทั้ง 2 แบบ ได้แก่ โปรตีนรำข้าวที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีนรำข้าวที่ได้จากการไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มาคำนวณต้นทุนในการผลิต

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

3.1 ศึกษาค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานเทียบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมในท้องตลาด

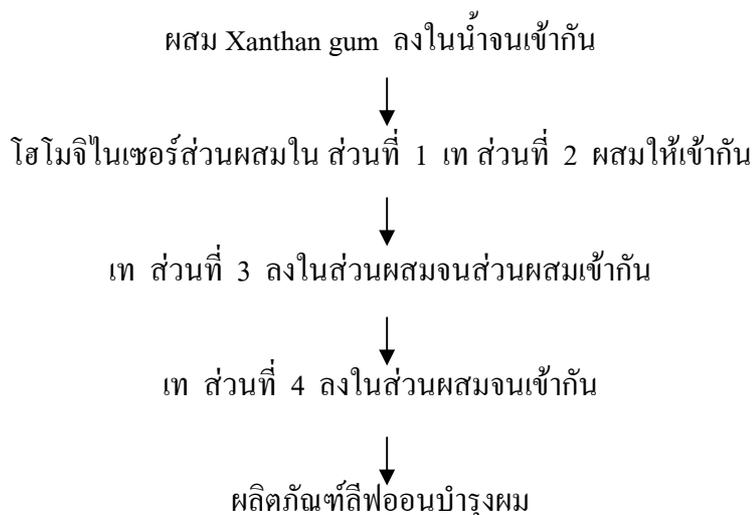
ผลิตสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผม 1 สูตร โดยอ้างอิงจาก บริษัท อคินพ จำกัด มีส่วนประกอบดังตารางที่ 13 และวิธีการผลิตดังภาพที่ 5 นำผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมในท้องตลาด 4 ยี่ห้อ โดยคัดเลือกจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผู้บริโภคนิยมใช้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคในข้อ 1 จากนั้นนำมาตรวจสอบค่าคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของสูตรผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐาน

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
ส่วนที่ 1 water	qs
Xanthan gum	0.5
ส่วนที่ 2 Sodium cocoyl amino acid and potassium dimethicone copolyol Panthenyl phosphate	3.0
ส่วนที่ 3 sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80	4.0
ส่วนที่ 4 Butylene glycol	5.0
Isononyl isononanoate	5.0
Phenoxyethanol and Methylparaben and thylparaben and Propylparaben and utylparaben	0.3
Dimethylol dimethyl	0.2
Fragrance	0.2

หมายเหตุ qs หมายถึง เติมให้ครบร้อยละ 100

ที่มา : อคินพ (2548)



ภาพที่ 6 กรรมวิธีการผลิตลีโอออนบำรุงผม

3.1.1 ค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

- วัดค่าความเป็นกรดด่าง ด้วย pH Meter
- วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer Model DV II
- ค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Freeze-Thaw cycle (พิมพร, 2540) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จำนวน 5 รอบ

3.1.2 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ด้วยวิธีเชิงพรรณนา ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน โดยใช้ปอยผมที่ควบคุมสภาวะเดียวกัน ได้แก่ ปอยผมที่นำไปฟอกสีเพื่อให้เสียสภาพ ซึ่งมีความยาว 12 นิ้ว หนัก 10 กรัม แสดงดั่งผนวกง ซึ่งคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทำการทดสอบ 11 คุณลักษณะคือ ความสว่างของสี, ความหนืด, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์, ความยากง่ายในการทาผม, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความเรียบตรง, ความมันบนผม, ความเงาของผม, ความนุ่มของผมและความลื่นของผม

3.2 การพัฒนาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผม

3.2.1 พัฒนาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ในการพัฒนาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ใช้แผนการทดลองแบบ 2^3 แฟคทอเรียล โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหนืด 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ คือ Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80 ร้อยละ 4, 5 และ 6 Carbopol polymer ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 ตรวจสอบค่าคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.1.1 ค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

- วัดค่าความเป็นกรดต่าง ด้วย pH Meter
- วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer Model DV II
- ค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Freeze-Thaw cycle ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จำนวน 5 รอบ

3.2.1.2 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเชิงพรรณนา ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน โดยใช้ปอยผมที่ควบคุมสถานะเดียวกัน ซึ่งคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทำการทดสอบ 11 คุณลักษณะคือ ความสว่างของสี, ความหนืด, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์, ความยากง่ายในการทาผม, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความเรียบตรง, ความมันบนผม, ความเงาของผม, ความนุ่มของผมและความลื่นของผม

3.2.2 คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม

ผลการวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพที่มีคะแนนความเข้มความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นำมาหา

สมการ regression เพื่อใช้สร้างพื้นผิวตอบสนอง กำหนดช่วงคะแนนความเข้มที่ต้องการ โดยใช้ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมจากท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

3.2.3 ศึกษาปริมาณโปรตีนรำข้าวที่เหมาะสม

นำผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมในข้อ 3.2.1.3 มาศึกษาปริมาณโปรตีนรำข้าว โดยใช้ปริมาณโปรตีนรำข้าว 3 ระดับคือร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่พัฒนาได้ซึ่งใส่โปรตีนข้าวสาลีร้อยละ 4 จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการเปลี่ยนแปลงของปอยผมเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ประเมินผลการเคลือบเส้นผมด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยประเมินผลทุกๆ 2 สัปดาห์ เมื่อได้ปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมแล้วเปรียบเทียบสภาพเส้นผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนชนิดต่างๆที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเพื่อเป็นการยืนยันสูตร

3.2.4 คัดเลือกกลิ่น

คัดเลือกกลิ่นที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด ซึ่งได้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคในข้อ 1 มา 3 ชนิด ใส่ในผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมในอัตราส่วนร้อยละ 0.1 โดยในแต่ละการทดลองใช้สูตรและกรรมวิธีการผลิตตามข้อ 3.2.3 นำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทาผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมลงบนผม แล้วให้ผู้บริโภคมกิ่นก่อนใช้ กลิ่นขณะใช้ และกลิ่นหลังใช้ เพื่อทดสอบความชอบที่มีต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Hedonic scales โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

3.2.5 การศึกษาระดับของกลิ่นที่เหมาะสม

โดยศึกษาปริมาณของกลิ่นที่ได้รับคัดเลือกจากข้อ 3.2.4 3 ระดับ คือ 0.05, 0.2 และ 0.4 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบและ Just about right โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พิจารณาความชอบที่มีต่อกลิ่นผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผม คัดเลือกระดับของกลิ่นที่เหมาะสม

3.2.6 ศึกษาปริมาณของสีที่เหมาะสม

ศึกษาปริมาณสีที่เหมาะสมโดยสีของผลิตภัณฑ์จะต้องสอดคล้องกับกลิ่นที่ได้รับการคัดเลือก ปริมาณกลิ่นที่ทดสอบมี 3 ระดับ คือ 0.1, 0.3 และ 0.5 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale และ Just about right โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พิจารณาความชอบที่มีต่อสีผลิตภัณฑ์สีฟอนบารุงผม คัดเลือกปริมาณของสีที่เหมาะสม

3.2.7 คุณภาพของผลิตภัณฑ์สีฟอนบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

3.2.7.1 คุณภาพทางกายภาพ

- วัดความหนืด โดยใช้เครื่อง Brookfield viscometer Model DV II
- วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสีระบบ Spectrophotometer
- ความคงตัวของอิมัลชัน
- ประเมินผลการเคลือบผมของโปรตีน ด้วยกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM) รุ่น Jeol JSM – 5600 LV

3.2.7.2 ค่าคุณภาพทางเคมี

- วัดค่าความเป็นกรดต่างโดยใช้เครื่อง pH meter

3.2.7.3 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธีเชิงพรรณนาใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน ให้คะแนนตามคุณลักษณะที่คัดเลือก ตามข้อ 3.2.3

3.2.7.4 วัดค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ (มอก. 152, 2539)

- 1) Total plate count
- 2) *Clostridium spp.*
- 3) *Staphylococcus aureus*

- 4) *Streptococcus spp.*
- 5) *Salmonella spp.*
- 6) *Pseudomonas aeruginosa*
- 7) Coliform bacteria
- 8) *Escherichia coli*

3.2.7.5 จำนวนต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิต

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

ทดสอบโดยสภาวะเร่งด้วยวิธี Freeze-thaw cycle ที่อุณหภูมิ (4 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมงและ 45 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง) เป็นจำนวน 5 รอบ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) และในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียส และวัดค่าคุณภาพทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สังเกตลักษณะปรากฏ การแยกชั้น การเกิดฟองอากาศ คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ศึกษาได้แก่ คือ ความสว่างของสี, ความหนืด, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์, ความยากง่ายในการทาผม, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความเรียบตรง, ความมันบนผม, ความเงาของผม, ความนุ่มและความลื่นของผม

5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ทดสอบการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวโดยวิธีการทดสอบแบบ Home Used Test แจกแบบสอบถาม และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ทดลองใช้ เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ กับกลุ่มผู้หญิงที่มีอายุ 18 – 40 ปี ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน โดยวิธีสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (non probability sampling) ช่วงระดับความชอบผลิตภัณฑ์ จำนวนได้ช่วงกว้างของระดับขั้นเท่ากับ 0.88 ซึ่งความหมายของแต่ละระดับขั้นเป็นดังนี้
คะแนนเฉลี่ยในช่วง

1.00 – 1.88	หมายถึง	ไม่ชอบมากที่สุด
1.89 – 2.77	หมายถึง	ไม่ชอบมาก

2.78 – 3.66	หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง
3.67 – 4.55	หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
4.56 – 5.44	หมายถึง	เฉยๆ
5.45 – 6.33	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
6.34 – 7.22	หมายถึง	ชอบปานกลาง
7.23 – 8.11	หมายถึง	ชอบมาก
8.12 – 9.00	หมายถึง	ชอบมากที่สุด

6. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2548 สิ้นสุดเดือนกุมภาพันธ์ 2550

ผลและวิจารณ์

1. ตำราวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม

การสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว โดยมีผลการสำรวจดังต่อไปนี้

1.1 การอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion)

จากการอภิปรายกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายเพศหญิงที่มีอายุ 18-40 ปี โดยแยกศึกษาเป็น 2 ช่วงอายุคือ 18-30 ปี และ 31-40 ปี กลุ่มละ 8 คน โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม หรือเป็นผู้ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมเป็นประจำ ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 14 พฤติกรรม ทักษะ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผม

คำถาม	ความคิดเห็นของผู้บริโภค
1. เหตุผลที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม	- บำรุงเส้นผม ไม่ให้ผมชี้ฟู ทำให้ผมตรง ทำให้ผมอยู่ทรงและจัดทรงได้ง่าย ทำให้ผมชุ่มชื้น ป้องกันการแตกปลายของเส้นผม ช่วยให้ผมนุ่ม ทำให้ผมหวีง่ายไม่พันกัน ปกป้องอันตรายจากมลภาวะต่างๆ และความร้อนก่อนการไคร์
2. รูปแบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้	- น้ำมัน, คอนดิชันเนอร์แบบล้างออก, คอนดิชันเนอร์แบบไม่ต้องล้างออก เช่น ลีฟออน, โลชั่นบำรุงผม, ครีมหมักผม, ครีมนวดผม, เจล, มูส, ทรีทเมนท์บำรุงผม, โคลนหมักผมและเซรั่มบำรุงผม
3. ยี่ห้อที่เคยใช้หรือใช้เป็นประจำ	- ชันซิล, แพนทีน, โคฟ, จัส โมเดิร์น, ลอลีอัล, รีจอยส์, ฟรีแอนด์ฟรี, โลแลนส์, ทรีเวอร์ ซอร์บี, เดอะบอดีชี้อป, โอเรียลทอลพรีนเซส, พอนด์มีเซล, แอมเวย์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คำถาม	ความคิดเห็นของผู้บริโภค
4. วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม	<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดที่ต้องล้างออกโดยการชโลมหลังจากสระผมทันที นวดผมและหมักทิ้งไว้แล้วล้างออก และมีผู้บริโภคบางส่วนใช้ผลิตภัณฑ์หมักก่อนที่จะสระผม - ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดที่ไม่ต้องล้างออก ผู้บริโภคใช้หลังจากสระผมเสร็จแล้วขณะที่ผมเปียกหมาดหรือใช้หลังจากที่เป่าผมจนแห้ง
5. ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม	<ul style="list-style-type: none"> - ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของผู้บริโภคส่วนใหญ่ 2-3 ครั้งต่อวัน, วันละ 1 ครั้ง และมากกว่า 1 ครั้งต่อวัน - ในรายที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดที่ไม่ต้องล้างออก เนื่องจากผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดที่ไม่ต้องล้างออกใช้ได้บ่อยเท่าที่ต้องการ
6. ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผม	<ul style="list-style-type: none"> - ปัจจัยด้านการตลาดเป็นสำคัญ เช่น ราคา การโฆษณา การส่งเสริมการขาย ภาพลักษณ์ของตราสินค้า เป็นต้น - ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต้องมีสารสกัดจากพืชต่างๆ มีส่วนผสมของสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการบำรุงผม
7. ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม	<ul style="list-style-type: none"> - ผมเหนียว ถ้าใช้น้อยเกินไปจะทำให้ผมฟูเร็ว ถ้าใช้มากเกินไปทำให้ผมเหนียว ผมลึบ ผมมันเกินไปมีลักษณะเป็นน้ำมันเยิ้ม คันหนังศีรษะ เมื่อเกามีเศษสีขาวคล้ายรังแคอยู่บนผมและหนังศีรษะ ความไม่สะดวกในการใช้งานเนื่องจากต้องใช้เวลาในการหมักนาน

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คำถาม	ความคิดเห็นของผู้บริโภค
8. ผลិតภัณฑ์บำรุงผมที่คาดหวังจะให้เป็น	- สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวเกี่ยวกับผมได้ - ส่วนผสมเพิ่มเติมที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์บำรุงผม เช่น โปริวิตามินบี 5 น้ำมันจากพืชต่างๆ ที่เป็นสารช่วยบำรุงผม
9. สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผม	- ซูเปอร์มาร์เก็ต - ไฮเปอร์มาร์เก็ต - ร้านสะดวกซื้อ - ตัวแทนจำหน่าย
10. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผม	- 50 – 600 บาท
11. ปริมาณของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ซื้อต่อครั้ง	- 50 – 250 กรัม

ตารางที่ 15 ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คำถาม	ความคิดเห็นของผู้บริโภค
1. ความสนใจผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจเนื่องจาก - ใช้วัตถุดิบที่มีมาจากธรรมชาติ เป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในประเทศไทย - อยากทดลองของใหม่ๆ - เชื่อว่ารำข้าวมีโปรตีนที่มีคุณภาพดีสามารถแก้ปัญหาดังกล่าว ของผมได้
2. รูปแบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว	- คอนดิชันเนอร์แบบไม่ต้องล้างออก เช่น ลีฟออน เพราะง่ายต่อการใช้และให้ความรู้สึกที่ไม่เหนียวเหนอะหนะ - คอนดิชันเนอร์แบบไม่ต้องล้างออก เพราะให้ความรู้สึกที่ซึมผ่านเส้นผมได้ดีกว่า - น้ำมันใส่ผมเพราะมีความรู้สึกที่สามารถกระจายตัวได้ดีและทั่วถึง

ตารางที่ 15 (ต่อ)

คำถาม	ความคิดเห็นของผู้บริโภค
3. สีและกลิ่นที่ต้องการ	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ต้องการให้มีสี หรือเป็นสีธรรมชาติ - กลิ่นดอกไม้อ่อนๆ เช่น ลิลลี่ กุหลาบ กลิ่นลาเวนเดอร์ เป็นต้น - กลิ่นผลไม้ต่างๆ เช่น แอปเปิ้ล สตรอเบอร์รี่ กล้วย - กลิ่นอโรมาเทอราปีที่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย - มีบางส่วนที่ไม่ต้องการให้มีกลิ่น
4. ราคาที่เหมาะสมต่อ 100 กรัม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่เกิน 100 บาท - 100 – 200 บาท - 201 – 300 บาท - 301 – 400 บาท

1.2 ผลการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยการออกแบบสอบถาม

จากการนำผลจากการอภิปรายกลุ่มมาเป็นแนวทางในการออกแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบสอบถามและสำรวจความคิดเห็นกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 18-40 ปี ในเขตกรุงเทพฯ จำนวน 140 คน โดยกลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 58.6 รองลงมาคือ 26-33 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.4 การศึกษาระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 53.6 อาชีพของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นนิสิตนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 64.3 ลักษณะผมของผู้บริโภคส่วนใหญ่มีผมยาวร้อยละ 62.1 รองลงมาเป็นผมที่ผ่านการตัดหรือยี่ดร้อยละ 28.6 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

n = 140		
ข้อมูลทั่วไป	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. อายุ		
18 - 25 ปี	82	58.6
26 - 33 ปี	37	26.4
34 - 40 ปี	21	15.0
2. การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยม	1	0.7
มัธยม	6	4.3
อนุปริญญา	4	2.9
ปริญญาตรี	75	53.6
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	54	38.6
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	90	64.3
รับราชการ	15	10.7
พนักงานบริษัท	13	9.3
ลูกจ้างชั่วคราว	9	6.4
เจ้าของกิจการ	6	4.3
รับจ้าง	4	2.9
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	3	2.1
5. ลักษณะผม ^{1/}		
ผมยาว	87	62.1
ผมผ่านการตัดหรือยัด	40	28.6
ผมตรง	36	25.7
ผมผ่านการย้อมหรือทำสี	31	22.1
ผมสั้น	24	17.1
ผมหยักศก	22	15.7
ผมหยิก	3	2.1

หมายถึง ^{1/} คำถามที่ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

1.2.2 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภคผลิตภัณฑ์บำรุงผม

จากพฤติกรรมการซื้อและการบริโภคผลิตภัณฑ์บำรุงผม ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมที่กลุ่มผู้บริโภคนิยมใช้บ่อยที่สุดคือ คอนดิชันเนอร์ชนิดล้างออก คิดเป็นร้อยละ 60.0 รองลงมาคือคอนดิชันเนอร์ชนิดไม่ต้องล้างออกคิดเป็น 22.1 คราย์หรือที่ใช้เป็นประจำมากที่สุดคือแพนทีน คิดเป็นร้อยละ 30.7 รองลงมาคือชันซิลคิดเป็นร้อยละ 29.3 วิธีใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะใช้หมักหลังสระผมแล้วล้างออก คิดเป็นร้อยละ 70.7 รองลงมาคือใช้ชโลมผมหลังสระขณะเปียกหมาดคิดเป็นร้อยละ 20.0 ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมส่วนใหญ่ใช้ 2-3 วันต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 57.9 รองลงมาคือ ใช้วันละ 1 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 27.1 ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ข้อมูลการสำรวจ	n = 140	
	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. รูปผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้เป็นประจำ		
คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก)	84	60.0
คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก) หรือ ลีฟออน	31	22.1
น้ำมัน	8	5.7
โลชั่น	6	4.3
ครีม/โคลนหมักผม	6	4.3
สเปรย์	2	1.4
เจล	2	1.4
มูส	1	0.7
2. ยี่ห้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้		
แพนทีน	43	30.7
ชันซิล	41	29.3
โคฟ	12	8.6
โอเรียลทอลพรีนเซส	10	7.1
รีจอยส์	6	4.3
คลินิก	6	4.3
ลอรีอัล	4	2.9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

	n = 140	
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
2. ยี่ห้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้		
ฟรีแอนด์ฟรี	4	2.9
ซาตินิก	3	2.1
แคโรล์ เซอร์เบอร์ เอสเซนส์	2	1.4
เฮดแอนด์โซเดอร์	2	1.4
บอดี แอคทีฟ	2	1.4
จัสโมเดิร์น	2	1.4
เซอร์เบอร์	1	0.7
ออร์แกนิก	1	0.7
แอมเวย์	1	0.7
3. วิธีใช้		
หมักผมหลังสระผมแล้วล้างออก	99	70.7
ชโลมผมหลังสระผมเปียกหมาด	28	20.0
ชโลมผมขณะแห้ง	13	9.3
4. ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม		
มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน	7	5.0
วันละ 1 ครั้ง	38	27.1
2-3 วันต่อครั้ง	81	58.7
สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	9	6.4
สัปดาห์ละ 2 ครั้ง	1	1.4
เดือนละ 1 ครั้ง	4	0.7
5. เหตุผลในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม^{1/}		
บำรุงเส้นผมให้สวยและเงางาม	92	65.7
ทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น	83	59.3
ทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟู	72	51.4
ป้องกันและแก้ไขปัญหผมแตกปลาย	54	38.6
ทำให้ผมหวีง่ายไม่พันกัน	52	37.1

ตารางที่ 17 (ต่อ)

n = 140		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
5. เหตุผลในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม^{1/}		
ทำให้ผมจัดทรงง่ายและอยู่ทรงได้นาน	40	28.6
ป้องกันอันตรายจากมลภาวะต่างๆ เช่น ความร้อน ควันพิช	15	10.7
ทำให้ผมมีน้ำหนัก	3	2.1
ป้องกันรังแค	2	1.4
ทำให้ผมมีกลิ่นหอม	2	1.4
6. ความชอบในตัวผลิตภัณฑ์บำรุงผม^{1/}		
ชอบเพราะสามารถแก้ปัญหผมให้ลดลงได้ (เช่น ทำให้ผมเรียบตรง, ผมนุ่มและชุ่มชื้น, ลดการแตกปลาย)	80	57.1
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการบำรุงผม	69	49.3
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม	58	41.4
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ทำให้ผมสวยและเงางามขึ้น	53	37.9
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ไม่เหนียวเหนอะหนะ	48	34.3
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์สามารถล้างออกได้ง่าย (ในกรณีที่ใช้แบบล้างออก)	41	29.3
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ใช้ง่ายและสะดวก	39	27.9
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ไม่เหนียวเหนอะหนะ	38	27.1
ชอบเพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องล้างออกทำให้ประหยัดเวลา (ในกรณีที่ใช้แบบไม่ต้องล้างออก)	36	25.7
ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	17	12.1
ราคาเหมาะสม	2	1.4
มีส่วนผสมใกล้เคียงกับแชมพูที่ใช้	1	0.7
ใช้เพราะความเคยชิน	1	0.7

ตารางที่ 17 (ต่อ)

	n = 140	
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
7. ปัญหาที่พบในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม ^{1/}		
ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะและมันเร็วกว่าปกติ	54	38.6
ต้องหมักผมทิ้งไว้, ต้องใช้ควบคู่กับการอบไอน้ำ	53	37.9
ทำให้ผมมันเร็วกว่าปกติ	39	27.9
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ยากในการใช้งาน เช่น	37	26.4
ทำให้ผมลื่นเกินไป	34	24.3
คันหนังศีรษะ	44	31.4
มีปัญหาหนังแตกตามมาหลังจากการใช้	34	24.3
ผลิตภัณฑ์ มีราคาค่อนข้างแพง	18	12.9
ไม่พบปัญหาใดๆ	6	4.3
ล้างออกยากผลิตภัณฑ์ติดตามลำตัว	2	1.4
ต้องใช้ปริมาณมากและล้างออกยาก	1	0.7
ทำให้ผมแข็งและกระด้าง	1	0.7
ทำให้สิวขึ้น	1	0.7
8. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผม		
ไม่เกิน 100 บาท	26	18.6
100- 200 บาท	72	51.4
201-300 บาท	28	20.0
301-400 บาท	4	2.9
401-500 บาท	6	4.3
มากกว่า 500 บาท	4	2.9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

n = 140		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
9. ปริมาณผลิตภัณฑ์บำรุงผมต่อภาชนะบรรจุ		
50-100 มิลลิลิตร	27	19.3
101-150 มิลลิลิตร	36	25.7
151-200 มิลลิลิตร	30	21.4
201-250 มิลลิลิตร	35	25.0
251-300 มิลลิลิตร	9	6.4
ไม่แน่นอน	3	2.1

หมายถึง ^{1/} คำถามที่ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

เหตุผลที่ทำให้ผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมให้สวยและเงางามคิดเป็นร้อยละ 65.7 รองลงมาใช้เพื่อทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้นคิดเป็นร้อยละ 59.3 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผู้บริโภคใช้อยู่ นั้นชอบเพราะสามารถแก้ปัญหาผมต่างๆ ให้ลดลงได้ เช่น ทำให้ผมเรียบตรง นุ่มชุ่มชื้น และลดการแตกปลายของเส้นผมคิดเป็นร้อยละ 57.1 รองลงมาชอบเพราะผลิตภัณฑ์บำรุงผมมีประสิทธิภาพในการบำรุงผมคิดเป็นร้อยละ 49.3 ส่วนปัญหาที่พบมากที่สุดจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม คือทำให้ผมมันเร็วเกินไปคิดเป็นร้อยละ 38.6 รองลงมาคือทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะ คิดเป็นร้อยละ 37.9 ผู้บริโภคส่วนใหญ่จ่ายเงินในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมครั้งละประมาณ 100-200 บาท คิดเป็นร้อยละ 51.4 รองลงมาคือ 201-300 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.0 ปริมาณผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผู้บริโภคซื้อส่วนใหญ่คือ 101-150 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 25.7 รองลงมาคือ 201-250 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 25.0

ตารางที่ 18 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อ

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ (ความถี่)						เฉลี่ย	ความสำคัญ ของปัจจัย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	รวม		
1. ต้องมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ	35	52	52	1	0	140	3.9	มาก
2. ผลิตภัณฑ์ควรมีกลิ่นหอม	33	71	33	3	0	140	4.0	มาก
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งสี	19	39	68	10	4	140	3.4	ปานกลาง
4. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานสะดวก	51	70	19	0	0	140	4.2	มาก
5. ควรเป็นผลิตภัณฑ์แบบชนิดที่ไม่ต้องล้างออก	20	39	50	24	7	140	3.3	ปานกลาง
6. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมเหนียว	81	51	6	0	2	140	4.5	มากที่สุด
7. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำสีหรือฟูเกินไป	88	47	4	1	0	140	4.6	มากที่สุด
8. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมมันเร็วเกินไป	77	50	7	5	1	140	4.4	มากที่สุด
9. มีประสิทธิภาพในการบำรุงผม	104	30	6	0	0	140	4.7	มากที่สุด
10. เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหาผมให้ลดลงได้ (เช่น ทำให้ผมเรียบตรง, ผมนุ่มและชุ่มชื้น, ลดการแตกปลาย)	97	38	5	0	0	140	4.7	มากที่สุด
11. เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยปรับสภาพผมที่ได้รับอันตรายต่างๆ เช่น การทำสี คัด ยืด เป่าผม	75	33	28	4	0	140	4.3	มากที่สุด
12. มีส่วนผสมของสารที่ช่วยบำรุงผม	78	46	16	0	0	140	4.4	มากที่สุด
13. อ่อนโยนกับผม ใช้แล้วไม่แพ้	95	34	11	0	0	140	4.6	มากที่สุด
14. บรรจุภัณฑ์สวยงาม	13	42	76	7	2	140	3.4	ปานกลาง
15. บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้	27	71	41	1	0	140	3.9	มาก
16. มีราคาไม่แพงเกินไป	42	69	28	1	0	140	4.1	มาก
17. สามารถหาซื้อได้ง่าย	43	66	29	1	1	140	4.1	มาก
18. มีการโฆษณาและฟรีเซนเตอร์ที่น่าเชื่อถือ	11	43	59	24	3	140	3.3	ปานกลาง
19. ผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง	9	50	61	18	2	140	3.3	ปานกลาง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมดังตารางที่ 18 พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ จะมีค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยอยู่ในช่วง 3.3- 4.7 โดยปัจจัยในการตัดสินใจซื้อที่ให้ความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมเหนียว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมลื่นฟูเกินไป เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมมันเร็วเกินไป มีประสิทธิภาพในการบำรุงผม เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหามผมให้ลดลงได้ เช่น ทำให้ผมเรียบตรง ผมนุ่มและชุ่มชื้น ลดการแตกปลาย เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยปรับสภาพผมที่ได้รับอันตรายต่างๆ เช่น การทำสี คัด ยืด เป่าผม และอ่อนโยนต่อกับผม ไข่แล้วไม่แพ้ ส่วนปัจจัยที่มีความสำคัญมาก ได้แก่ ต้องมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ควรมีกลิ่นหอม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้สะดวก มีบรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้ มีราคาไม่แพงเกินไป และสามารถหาซื้อได้ง่าย ปัจจัยสุดท้ายที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญปานกลาง ได้แก่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งสี เป็นผลิตภัณฑ์แบบชนิดที่ไม่ต้องล้างออก มีบรรจุภัณฑ์สวยงาม มีการโฆษณาและพรีเซนเตอร์ที่น่าเชื่อถือ และผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมของทั้ง 19 ปัจจัยคือ 4.05 สรุปได้ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมอยู่ในระดับ 4.05 สรุปได้ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมอยู่ในระดับที่สำคัญมาก

การสำรวจผู้บริโภค จะพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ศึกษาในครั้งนี้รวมทั้งสิ้น 19 ปัจจัย ดังนั้นจึงทำการลดจำนวนปัจจัยโดยนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis) ซึ่งคือวิธีลดจำนวนปัจจัยโดยใช้หลักการรวมปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันมากจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยปัจจัยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมาก (กัลยา, 2548) ซึ่งผลจากวิธีดังกล่าว สามารถลดจำนวนปัจจัยจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ 19 ปัจจัย ให้เหลือเพียง 7 ปัจจัย โดยในการจัดกลุ่มจะพิจารณาจากค่า Factor loading ของแต่ละปัจจัยที่ต้องมากกว่า 0.451 ให้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แสดงในตารางที่ 19 จากค่า Factor loading ของแต่ละปัจจัยสามารถจัดกลุ่มของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันได้ 7 กลุ่ม ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 หมายถึง ประสิทธิภาพและคุณภาพในการบำรุงผม ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือมีส่วนผสมของสารที่ช่วยในการบำรุงผม อ่อนโยนกับผมไข่แล้วไม่แพ้ และมีประสิทธิภาพในการบำรุงผม

ปัจจัยที่ 2 หมายถึง คุณภาพด้านราคา ประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งาน ได้สะดวก บรรจุกฎเกณฑ์สวยงาม มีราคาไม่แพงเกินไป และสามารถหาซื้อได้ง่าย

ปัจจัยที่ 3 หมายถึง คุณภาพที่มีผลต่อผม ประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ ทำให้ผมเหนียว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมลื่นหรือฟูเกินไป เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมมันเร็วเกินไป และมีบรรจุกฎเกณฑ์สะดวกต่อการใช้

ปัจจัยที่ 4 หมายถึง ผู้ผลิตและการโฆษณา ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ มีการโฆษณาและมีฟรีเซนเตอร์ที่น่าเชื่อถือและผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง

ปัจจัยที่ 5 หมายถึง คุณภาพในการแก้ปัญหาผมและการปรับสภาพผม ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหาผมให้ลดลงได้ (เช่น ทำให้ผมเรียบตรง ผมนุ่มและชุ่มชื้น และลดการแตกปลาย) และเป็นผลิตภัณฑ์ช่วยปรับสภาพเส้นผมที่ได้รับอันตรายต่างๆ เช่น การทำสี คัด ยืด เป่าผม

ปัจจัยที่ 6 หมายถึง รูปแบบของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งสี และควรเป็นผลิตภัณฑ์แบบชนิดไม่ต้องล้างออก

ปัจจัยที่ 7 หมายถึง ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ต้องมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ควรมีกลิ่นหอม

จากปัจจัยทั้ง 7 พบว่ามีค่า % Cumulative หรือความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรได้ 69.93% โดยปัจจัยที่ 1 อธิบายได้ 14.13% ปัจจัยที่ 2 อธิบายได้ 27.12% ปัจจัยที่ 3 อธิบายได้ 12.11% ปัจจัยที่ 4 อธิบายได้ 8.77% ปัจจัยที่ 5 อธิบายได้ 8.22% ปัจจัยที่ 6 อธิบายได้ 7.60% และปัจจัยที่ 7 อธิบายได้ 6.12% ตามลำดับ ดังนั้นกลุ่มของปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุดในการตัดสินใจซื้อคือ ปัจจัยที่ 1 เนื่องจากสามารถอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้มากที่สุด

ตารางที่ 19 ค่า factor loading ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมจากวิธีวิเคราะห์ปัจจัย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ	ค่า factor loading						
	ปัจจัย ที่1	ปัจจัย ที่2	ปัจจัย ที่3	ปัจจัย ที่4	ปัจจัย ที่5	ปัจจัย ที่6	ปัจจัย ที่7
1. อ่อนโยนกับผม ใช้น้ำแล้วไม่แพ้	0.790	0.238	0.130	0.043	-0.063	-0.114	-0.028
2. มีประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม	0.779	-0.014	-0.005	-0.050	0.242	0.157	0.197
3. มีส่วนผสมของสารที่ช่วยบำรุงผม	0.757	0.203	0.241	-0.050	0.163	-0.070	0.043
4. มีราคาไม่แพงเกินไป	0.293	0.792	0.010	0.049	-0.045	0.071	-0.086
5. สามารถหาซื้อได้ง่าย	0.252	0.731	0.197	0.305	-0.072	0.127	0.118
6. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานสะดวก	0.226	0.616	0.254	-0.093	0.164	0.254	0.337
7. บรรจุภัณฑ์สวยงาม	0.138	0.572	0.146	0.169	0.493	0.157	-0.064
8. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมเหนียว	0.197	-0.068	0.768	0.105	0.083	0.094	-0.196
9. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำลึบหรือฟูเกินไป	-0.089	0.374	0.705	-0.034	0.261	0.185	0.059
10. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมมันเร็วเกินไป	0.164	0.237	0.681	0.098	0.194	-0.024	0.088
11. บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้	0.246	0.123	0.514	0.131	0.212	0.371	0.270
12. ผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง	0.019	-0.058	0.138	0.865	0.006	0.013	0.063
13. มีการโฆษณาและพรีเซนเตอร์ที่น่าเชื่อถือ	0.078	-0.333	0.003	0.767	0.082	0.043	0.023
14. เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหาผมให้ลดลง ได้(เช่น ทำให้ผมเรียบตรง, ผมนุ่มและชุ่ม ชื้น, ลดการแตกปลาย)	0.189	-0.080	0.217	0.058	0.768	-0.096	0.158
15. เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยปรับสภาพผมที่ได้รับ อันตรายต่างๆเช่น การทำสี คัดยัด ไดร้	0.538	0.150	-0.063	-0.033	0.642	0.101	-0.113
16. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งสี	-0.036	0.013	-0.048	0.089	0.036	0.827	0.042
17. เป็นผลิตภัณฑ์ที่เบบไม่ต้องล้างออก	-0.124	0.269	0.443	0.158	-0.091	0.525	0.070
18. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอม	0.194	0.123	-0.047	0.157	0.092	0.130	0.779
19. ต้องมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ	0.374	0.236	-0.124	0.313	0.103	0.341	-0.451

หมายเหตุ Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

การทดสอบความสัมพันธ์ โดยวิธี χ^2 -test พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างข้อมูลรูปแบบผลิตภัณฑ์บำรุงผมและความถี่ในการใช้ โดยเมื่อใช้คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก) จะมีความถี่ในการใช้ 2-3 วันต่อครั้ง เพราะต้องใช้หลังจากการสระผม และคอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก) มีความถี่ในการใช้ 2-3 วันต่อครั้ง เช่นกันและมีจำนวนใกล้เคียงกับความถี่ในการใช้ วันละ 1 ครั้ง เพราะคอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก) สามารถใช้ได้บ่อยเท่าที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 20 ส่วนข้อมูลในด้านรายได้และราคาของผลิตภัณฑ์บำรุงผมพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน และข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของผู้บริโภค ได้แก่ อายุ การศึกษาและอาชีพ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับความสนใจใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ตารางที่ 20 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความสนใจซื้อ และความถี่ระหว่างรูปแบบผลิตภัณฑ์กับความถี่ในการใช้

ข้อมูลการสำรวจ	χ^2 -test
อายุ×ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์	0.745
อาชีพ×ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์	0.919
การศึกษา×ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์	0.523
รูปแบบผลิตภัณฑ์×ความถี่ในการใช้	0.009*

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 21 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) รูปแบบผลิตภัณฑ์กับความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ความถี่ในการใช้						รวม ¹
	มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน	วันละ 1 ครั้ง	2-3 วันต่อครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	เดือนละ 1 ครั้ง	นานๆ ครั้ง	
คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก)	2(1.4%)	22(15.7)	53(37.9)	4(2.9%)	0(0.0%)	3(2.1%)	84(60.0%)
คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก)	4(2.9%)	12(8.6%)	14(10.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(0.7%)	31(22.1%)
น้ำมัน	1(0.7%)	0(0.0%)	6(4.3%)	1(0.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	8(5.7%)
โลชั่น	0(0.0%)	0(0.0%)	1(0.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(0.8%)
ครีม/โคลนหมักผม	0(0.0%)	1(0.7%)	1(0.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(1.4%)
สเปรย์	0(0.0%)	1(0.7%)	2(1.4%)	2(1.4%)	1(0.7%)	0(0.0%)	6(4.3%)
เจล	0(0.0%)	1(0.7%)	3(2.1%)	2(1.4%)	0(0.0%)	0(0.0%)	6(4.3%)
มูส	0(0.0%)	1(0.7%)	1(0.7%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(1.4%)
รวม ²	7(5.0%)	38(27.1%)	81(57.9%)	9(6.4)	1(0.7%)	4(2.9%)	140(100.0%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

ตารางที่ 22 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผม

n = 140		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. ความต้องการใช้		
ใช้	130	92.9
ไม่ใช้	10	7.1
2. เหตุผลที่สนใจใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ^{1/}		
มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	113	80.7
เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค	73	52.1
เพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว	60	42.9
มีคุณสมบัติช่วยบำรุงผม	1	0.7
3. แบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ต้องการ		
คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก)	69	49.3
คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก)	36	25.7
ครีม/โคลนหมักผม	17	12.1
น้ำมัน	8	5.7
สเปรย์	6	4.3
เจล	2	1.4
โลชั่น	2	1.4
4. สีที่ต้องการ		
ไม่มีสี	120	85.8
สีขาว,ครีม	10	7.1
สีชมพู	6	4.3
สีเขียว	2	1.4
สีฟ้า	1	0.7
สีเหลืองทอง	1	0.7

ตารางที่ 22 (ต่อ)

n = 140		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
5. กลิ่นที่ต้องการ		
กลิ่นดอกไม้ม	47	33.6
ไม่มีกลิ่น	43	30.7
กลิ่นผลไม้	30	21.4
กลิ่นอโรมาเทอราปี	14	10.0
กลิ่นรำข้าว, ข้าว	5	3.6
กลิ่นน้ำมัน	1	0.7
6. รูปแบบภาชนะบรรจุที่เหมาะสม		
ขวดมีหัวปั๊ม	71	50.7
ขวดบีบ	26	18.6
กระปุกครีม	18	12.9
หลอด	14	10.0
ขวดสเปรย์	11	7.9
7. ราคาที่เหมาะสม (ขนาด 101-150 มิลลิลิตร)		
ไม่เกิน 100 บาท	53	37.9
100-200 บาท	79	56.4
201-300 บาท	8	5.7
301-400 บาท	0	0.0
401-500 บาท	0	0.0
มากกว่า 500 บาท	0	0.0

1.2.3 ลักษณะผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ผู้บริโภคต้องการ

จากการแจกแบบสอบถามซึ่งได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติโปรตีนรำข้าวว่ามีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม ให้ความนุ่มชุ่มชื้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผม ลดการแตกปลายของเส้นผม ปรับสภาพผมทำให้ผมสุขภาพดีมีชีวิตชีวา ถ้ามีผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวกลุ่มผู้บริโภคมีความสนใจใช้คิดเป็นร้อยละ 92.9 และไม่สนใจใช้ร้อยละ 7.1 เหตุที่สนใจเพราะใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 80.7 รองลงมาคือ เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 52.1 รูปแบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผู้บริโภคอยากให้เป็นมากที่สุดคือ คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก) คิดเป็นร้อยละ 49.3 รองลงมาคือคอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก) คิดเป็นร้อยละ 25.7 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมมีสี คิดเป็นร้อยละ 86.4 ส่วนด้านกลิ่นต้องการให้มีกลิ่นโดยคิดเป็นร้อยละ 69.3 ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคือ แบบขวดมีหัวบีบคิดเป็นร้อยละ 50.7 รองลงมาคือ แบบขวดบีบร้อยละ 18.6 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวขนาด 101-150 มิลลิลิตร ผู้บริโภคเห็นว่าควรมีราคา 100-200 บาทคิดเป็นร้อยละ 56.4 รองลงมาคือ ราคาไม่เกิน 100 บาทคิดเป็นร้อยละ 56.4 แสดงดังตารางที่ 22

2. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตโปรตีนในรำข้าว

เนื่องจากรำข้าวเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายและมีปริมาณมากในประเทศไทย อีกทั้งยังไม่ผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวออกจำหน่ายในประเทศ จึงเลือกรำข้าวมาสกัดโปรตีนเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับรำข้าวและเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค

2.1 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนรำข้าว

การพัฒนากรรมวิธีการสกัดโปรตีนในรำข้าวครั้งนี้ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Gnanasambandum and Hettiaachchy (1995) โดยใช้รำข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งผ่านการสกัดไขมันด้วยเฮกเซน และสกัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยศึกษาโปรตีนรำข้าวที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนก่อนที่ความเป็นด่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและโปรตีน

รำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง นำมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ปริมาณกรดอะมิโน และคุณสมบัติเชิงหน้าที่

2.2 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของโปรตีนรำข้าว

ค่าคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพเปรียบเทียบระหว่างรำข้าวสด โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและไม่ตกตะกอน โปรตีน พบว่าโปรตีนของโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนมีปริมาณร้อยละ 62.23 และโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 30.53 ร้อยละของผลผลิตโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.88 และโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนคิดเป็นร้อยละ 19.94 ปริมาณไขมันของโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีปริมาณมากกว่าโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนเล็กน้อย ค่าสี L^* a^* และ b^* ของโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีน มีค่าใกล้เคียงกับค่าสีของรำข้าวสดและมีสีอ่อนกว่า โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนก่อน โปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งการทำแห้งมาก ทั้งนี้เนื่องจาก เม็ดสีของรำข้าวที่ถูกสกัดออกจากรำข้าวพร้อมกับการสกัดโปรตีนนั้นสามารถตกตะกอนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ได้พร้อมกับโปรตีน ซึ่งอาจเป็นสีของเม็ดสีของรำข้าวเองหรือเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาล (Chen and Houston, 1970; Connor and *et al.*, 1976) ในระหว่างการสกัดโปรตีนจากรำข้าวแสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ค่าคุณภาพทางเคมีและค่าคุณภาพทางกายภาพเปรียบเทียบระหว่างรำข้าวสด โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนก่อน การทำแห้ง

ค่าคุณภาพ	รำข้าวสด	โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนก่อนการทำแห้ง	โปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนก่อนการทำแห้ง
คุณภาพทางเคมี			
- ความชื้น	13.68	0.67	10.50
- โปรตีน	14.45	62.23	30.53
- เถ้า	11.54	3.25	7.64
- ไขมัน	23.76	3.73	3.54

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	รำข้าวสด	โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอน โปรตีนก่อนการทำแห้ง	โปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอน โปรตีนก่อนการทำแห้ง
ค่าคุณภาพทางกายภาพ			
- L*	70.42	36.40	62.27
- a*	2.14	4.26	1.75
- b*	19.35	12.39	16.77
ร้อยละของผลได้	-	5.88	19.94

ตารางที่ 24 ปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัมโปรตีน)

กรดอะมิโน	โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีน ก่อนการทำแห้ง	โปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีน ก่อนการทำแห้ง
กรดกลูตามิก	11.6	10.2
อาร์จินีน	11.3	6.4
กรดแอสพาร์ติก	6.9	6.3
ลิวซีน	6.2	4.2
ไกลซีน	5.13	3.4
อะลานีน	5.10	4.0
เฟนิลอะลานีน	4.9	2.6
ซีรีน	4.8	3.5
วาลีน	4.6	3.3
ไทโรซีน	4.5	2.8
ซีโอ닌	4.2	2.4
โปรลีน	3.5	2.9
ไทโรซีน	3.5	2.2
ไอโซลิวซีน	3.4	2.1
ฮิสทีดีน	3.2	1.7

ด้านปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีน พบว่าโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนมีปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดมากกว่าโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีน ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้มีความ

สำคัญต่อผม กรดอะมิโนที่มีปริมาณมากที่สุดคือ กรดกลูตามิก อาร์จินีนและกรดแอสพาร์ติก ตามลำดับส่วนกรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุด คือ ฮิสทีดีน แสดงดังตารางที่ 24

2.2.3 คุณสมบัติเชิงหน้าที่

คุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่ทดสอบในโปรตีนสกัดจากรำข้าว มีดังนี้คือ สมบัติการละลาย ที่ระดับความเป็นกรดต่าง 4.5, 7.0 และ 9.0 คัดแปลงจากวิธีของ Bera and Mukherjee (1989) สมบัติการเกิดอิมัลชัน โดยวัดเป็นค่าความสามารถในการเกิดอิมัลชัน คัดแปลงจากวิธีของ Pearce and Kinsella (1978) สมบัติการเกิดฟองโดยวัดเป็นค่าความสามารถในการเกิดฟอง คัดแปลงจากวิธีของ Bera and Mukherjee (1989) พบว่าโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนมีความสามารถในการละลายของโปรตีนและความสามารถในการเกิดฟองมากกว่าโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนทั้งนี้เนื่องจาก โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนด้วยกรดหรือความร้อนอาจเกิดการสูญเสียโครงสร้างทางธรรมชาติ เกิดการจับกลุ่มเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนและความสามารถในการเกิดฟองลดลง (Gnanasambandum and Hettiaachchy, 1995) แสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง และโปรตีนรำข้าวเข้มข้นที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง

คุณสมบัติเชิงหน้าที่	โปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง	โปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนก่อนการทำแห้ง
1. ความสามารถในการละลายของโปรตีน		
- pH 4.5	6.75	64.53
- pH 7.0	39.30	94.24
- pH 9.0	52.40	99.62
2. คุณสมบัติการเกิดฟอง		
- pH 7.0	8.50	31.40
- pH 9.0	31.65	45.05
3. คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน		
- pH 7.0	83.45	95.60
- pH 9.0	100.54	100.85

2.3 ต้นทุนการผลิตโปรตีนรำข้าว

ตารางที่ 26 ต้นทุนในการผลิตโปรตีนรำข้าวโดยตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

	ราคาต่อหน่วย	ปริมาณที่ใช้	จำนวนเงิน(บาท)
1. วัตถุดิบ			
- รำสด	5 บาท/กก.	1 กิโลกรัม	5
- น้ำกลั่น	2.5 บาท/กก.	6 กิโลกรัม.	15
2. สารเคมี			
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	400 บาท/ กก.	8 กรัม	3.2
- เฮกเซน	90 บาท/ ลิตร	6 ลิตร	540
3. เครื่องมือ			
- Refrigerate centrifuge	20 บาท/ ชม.	3 ชั่วโมง	60
- Freeze Dryer	15 บาท/ ชม.	24 ชั่วโมง	360
ต้นทุนในการผลิตโปรตีน 199.4 กรัม			982.2
ต้นทุนในการผลิตโปรตีน 1000 กรัม			4,941.0

ตารางที่ 27 ต้นทุนในการผลิตโปรตีนรำข้าวโดยไม่ตกตะกอนโปรตีน

	ราคาต่อหน่วย	ปริมาณที่ใช้	จำนวนเงิน(บาท)
1. วัตถุดิบ			
- รำสด	5 บาท/กก.	1 กิโลกรัม	5
- น้ำกลั่น	2.5 บาท/กก.	15 กิโลกรัม	37.5
2. สารเคมี			
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	400 บาท/ กก.	8 กรัม	3.2
- กรดไฮโดรคลอริก (1 N)	13 บาท/ กก.	0.7 ลิตร	9.1
- เฮกเซน	90 บาท/ลิตร	6 ลิตร	540
3. เครื่องมือ			
- Refrigerate centrifuge	20 บาท/ ชม.	10 ชั่วโมง	200
- Freeze Dryer	15 บาท/ ชม.	48 ชั่วโมง	720
ต้นทุนในการผลิตโปรตีน 58.80 กรัม			1514.8
ต้นทุนในการผลิตโปรตีน 1000 กรัม			25,762.0

ต้นทุนในการผลิตโปรตีนรำข้าว พบว่าโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีราคาแพงกว่าโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีน โดยมีราคา กิโลกรัมละ 25,762 บาท และ 4,941 บาท ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 26 และ 27

ดังนั้นจึงเลือกโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนมาเป็นส่วนผสมของลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เนื่องจากปริมาณร้อยละของผลผลิตคุณสมบัติในการละลายมากกว่า และมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เป็นรูปแบบคอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก) นั่นคือ ลีโอออนบำรุงผม โดยเลือกสูตรของบริษัท อดินพ จำกัด (สูตรพื้นฐาน) มาทำการพัฒนาสูตรต่อไป

3.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมสูตรพื้นฐาน

นำลีโอออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานที่ได้จากบริษัท อดินพ จำกัด และผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยคัดเลือกจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคในข้อ 1 มาทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle (-4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงและ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง) เป็นจำนวน 3 รอบ (พิมพร, 2540) แสดงดังตารางที่ 28 พบว่าสูตรพื้นฐานในทุกกรอบการทดลอง (รอบที่ 1 - รอบที่ 5) มีความคงตัวดี โดยไม่เกิดการแยกชั้นแสดงถึงความคงตัวของอิมัลชันของสูตรพื้นฐานที่ดี ด้านค่าคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ คือ ค่าความหนืดและค่าความเป็นกรดต่างไม่มีความแตกต่างกันจากตัวอย่างเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงความคงตัวของสูตรพื้นฐาน ดังนั้นลีโอออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรต่อไป

ตารางที่ 28 คุณภาพทางกายภาพของลิฟออนบำรุงผสมสูตรพื้นฐานจากการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle

จำนวนรอบการทดลอง	ค่าคุณภาพ		
	ค่าความหนืด ^{ns} (cP)	ค่าความเป็นกรดต่าง ^{ns}	ความคงตัว
รอบที่ 0	797	5.00	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 1	795	5.00	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 2	798	5.01	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 3	800	5.01	คงตัว ไม่แยกชั้น

ด้านการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการตรวจสอบคุณภาพลิฟออนบำรุงผสมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อคือ ยี่ห้อ C₁ ยี่ห้อ C₂ ยี่ห้อ C₃ และยี่ห้อ C₄ เปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผสมสูตรพื้นฐาน ในคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 29 พบว่า สูตรพื้นฐานมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วงของลิฟออนบำรุงผสมในท้องตลาด ค่าความหนืดน้อยมากเมื่อเทียบกับ ยี่ห้อ C₁ ยี่ห้อ C₃ และยี่ห้อ C₄ ส่วนค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐาน พบว่าคุณลักษณะในด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ ความเงาของเส้นผมและความนุ่มของผม มีค่าคะแนนความเข้มข้นมากกว่าลิฟออนบำรุงผสมในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คุณลักษณะด้านความสว่างของสี, ความง่ายในการทำ, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความเรียบตรง, ความมันบนผมและความลื่นของผม มีค่าคะแนนความเข้มข้นอยู่ในช่วงของลิฟออนบำรุงผสมในท้องตลาด ส่วนด้านความหนืดมีค่าคะแนนความเข้มข้นน้อยกว่าลิฟออนบำรุงผสมในท้องตลาด

ตารางที่ 29 ค่าคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผมใน
ท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ เปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐาน

คุณภาพด้านต่างๆ	ลิฟออนบำรุงผม				
	ยี่ห้อ C ₁	ยี่ห้อ C ₂	ยี่ห้อ C ₃	ยี่ห้อ C ₄	สูตรพื้นฐาน
1. คุณภาพทางเคมี					
ค่าความเป็นกรดต่าง	4.32 ^c ±0.01	4.71 ^d ±0.02	5.46 ^a ±0.01	4.95 ^c ±0.01	5.00 ^b ±0.01
2. คุณภาพทางกายภาพ					
ความหนืด	17,796 ^c ±545	2,341 ^d ±31.0	26,726 ^a ±740	17994 ^b ±307	797 ^c ±11.10
3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
ความสว่างของสี ^{ns}	10.00 ^c ±0.29	11.98 ^b ±0.39	11.96 ^b ±0.30	12.39 ^b ±0.27	13.26 ^a ±0.56
ความหนืด	9.74 ^b ±0.26	4.87 ^d ±0.31	10.84 ^a ±0.26	9.70 ^b ±0.30	2.71 ^c ±0.40
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	9.74 ^c ±0.26	9.89 ^c ±0.31	8.84 ^d ±0.26	10.56 ^b ±0.30	11.04 ^a ±0.64
การกระจายตัวของเนื้อ ผลิตภัณฑ์	9.20 ^c ±0.26	11.21 ^a ±0.70	8.01 ^d ±0.30	10.41 ^b ±0.31	11.89 ^a ±0.41
ความยากง่ายในการทำงาน	10.29 ^c ±0.64	11.14 ^a ±0.32	8.39 ^d ±0.27	10.51 ^c ±0.44	10.74 ^b ±0.43
ความเหนียวเหนอะหนะ	8.76 ^b ±0.30	6.76 ^c ±0.29	8.51 ^b ±0.23	10.90 ^a ±0.49	4.64 ^d ±0.37
ความเรียบตรง ^{ns}	8.23 ^b ±0.35	6.59 ^d ±0.52	7.61 ^c ±0.45	9.87 ^a ±0.42	8.40 ^b ±0.24
ความมันบนเส้นผม ^{ns}	8.31 ^a ±0.32	7.24 ^c ±0.34	8.04 ^b ±0.36	7.81 ^b ±0.31	6.25 ^d ±0.24
ความเงาของเส้นผม ^{ns}	7.34 ^c ±0.42	6.19 ^d ±0.33	8.43 ^a ±0.29	6.34 ^d ±0.36	8.59 ^a ±0.35
ความนุ่มของเส้นผม ^{ns}	6.31 ^b ±0.36	5.10 ^d ±0.30	5.29 ^d ±0.36	5.97 ^c ±0.35	7.88 ^a ±0.38
ความลื่นของเส้นผม ^{ns}	8.66 ^a ±0.25	6.30 ^d ±0.33	8.33 ^b ±0.21	7.89 ^c ±0.27	8.31 ^b ±0.24

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมสำหรับลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ปัจจัยที่
ทำการศึกษาคือ Carbopol polymer และ Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate
copolymer and polysorbate 80 ซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญต่อความหนืด นำมาวัดค่าคุณภาพทาง
กายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมมีความเป็นกรดต่าง ระหว่าง 5.00 –
5.05 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมมีความหนืดอยู่ระหว่าง 573 – 4,596 cP และสีของผลิตภัณฑ์บำรุงผม
เป็นสีขาวโดยมีค่าสี ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์บำรุงผม

สูตร	ปัจจัย (%)		pH ^{ns}	ความหนืด (cP)	ค่าสี		
	X ₁	X ₂			L*	a*	b*
1	0.1	4	5.00±0.02	573 ⁱ ±17.52	68.51 ^{cdef} ±0.01	-0.76 ^{bc} ±0.02	0.13 ^f ±0.05
2	0.1	5	5.05±0.03	625 ^h ±7.20	72.59 ^b ±0.18	-0.73 ^a ±0.02	0.19 ^f ±0.07
3	0.1	6	5.03±0.01	700 ^g ±15.95	67.95 ^f ±0.90	-0.78 ^{bcd} ±0.05	0.09 ^b ±0.04
4	0.2	4	5.00±0.01	1,012 ^f ±38.09	69.27 ^{cd} ±0.06	-0.80 ^{cd} ±0.02	0.46 ^d ±0.02
5	0.2	5	5.00±0.03	1,312 ^e ±14.56	68.38 ^{def} ±0.02	-0.81 ^d ±0.04	0.51 ^d ±0.02
6	0.2	6	5.03±0.03	1,371 ^d ±15.81	68.17 ^{ef} ±1.01	-0.80 ^{cd} ±0.02	1.10 ^a ±0.04
7	0.3	4	5.01±0.03	2,412 ^c ±26.13	69.37 ^c ±0.49	-0.81 ^{cd} ±0.01	0.38 ^e ±0.02
8	0.3	5	5.03±0.02	2,488 ^b ±45.06	68.95 ^{cdc} ±0.03	-0.79 ^{cd} ±0.03	0.59 ^c ±0.01
9	0.3	6	5.01±0.02	4,596 ^a ±64.20	74.67 ^a ±0.14	-0.73 ^{ab} ±0.00	0.47 ^d ±0.04
สูตรพื้นฐาน	0	4	5.00±0.01	797±11.10	69.23±0.90	-0.77±0.03	0.89±0.09
ยี่ห้อ C ₁	-	-	4.32±0.01	17,796±545.36	60.53±0.23	-1.52±0.01	-5.16±0.03
ยี่ห้อ C ₂	-	-	4.71±0.02	2,341±31.04	69.41±0.28	-3.47±0.06	-3.46±0.06
ยี่ห้อ C ₃	-	-	5.46±0.01	26,726±740.41	65.52±0.22	-1.51±0.01	-2.38±0.07
ยี่ห้อ C ₄	-	-	4.95±0.01	17,994±307.65	71.54±0.39	-0.85±0.10	0.73±0.46

หมายเหตุ ^{a-i} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

x₁ หมายถึง Carbopol polymer

x₂ หมายถึง Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80

3.2 สูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่เหมาะสม

จากการวัดค่าคุณภาพทางประสามสัมผัสโดยวิธีเชิงพรรณนาผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มข้นในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บำรุงผม 9 สูตร พบว่า ความสว่างของสี, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความเรียบตรง, ความมันบนเส้นผม, ความเงาของเส้นผม, ความนุ่มของเส้นผมและความลื่นของเส้นผม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคุณลักษณะทางด้าน ความหนืด, การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์, ความยากง่ายในการทาเส้นผม

และความเหนียวเหนอะหนะ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังแสดง
ในตารางที่ 31 จากนั้นนำมาหาสมการความสัมพันธ์ ดังสมการตารางที่ 32 เพื่อสร้างพื้นผิว
ตอบสนอง (RSM)

ตารางที่ 31 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐาน 9 สูตร

สูตร	คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนความเข้ม)										
	ความสว่าง ของสี ^{ns}	ความหนืด	ความเป็น เนื้อเดียวกัน ^{ns}	การกระจายตัว ของเนื้อผลิตภัณฑ์	ความยากง่าย ในการทา	ความเหนียว เหนอะหนะ	ความเรียบ ตรง ^{ns}	ความมันบน เส้นผม ^{ns}	ความเงาของ เส้นผม ^{ns}	ความนุ่มของ เส้นผม ^{ns}	ความลื่นของ เส้นผม ^{ns}
1	12.43±0.42	2.49 ^c ±0.35	11.43±0.38	11.85 ^a ±0.32	11.10 ^a ±0.37	4.90 ^c ±0.39	8.46±0.22	6.23±0.26	8.63±0.21	7.73±0.25	8.33±0.23
2	12.33±0.38	2.51 ^c ±0.30	11.20±0.29	11.63 ^a ±0.23	11.09 ^a ±0.22	5.08 ^c ±0.35	8.39±0.45	6.28±0.23	8.55±0.58	7.71±0.75	8.41±0.45
3	12.31±0.57	2.95 ^d ±0.30	11.19±0.51	11.59 ^a ±0.36	11.08 ^a ±0.38	5.14 ^c ±0.55	8.39±0.55	6.39±0.37	8.55±0.56	7.74±0.49	8.34±0.46
4	12.83±0.58	4.63 ^c ±0.25	11.19±0.43	10.69 ^b ±0.43	10.26 ^b ±0.25	6.48 ^b ±0.49	8.48±0.35	6.54±0.48	8.56±0.75	7.95±0.34	8.18±0.31
5	12.81±0.51	4.74 ^c ±0.18	11.11±0.27	10.68 ^b ±0.67	10.11 ^b ±0.40	6.50 ^b ±0.31	8.51±0.20	6.50±0.29	8.63±0.28	7.71±0.30	8.23±0.41
6	12.35±0.33	4.81 ^c ±0.21	11.05±0.31	10.51 ^b ±0.50	10.03 ^b ±0.68	6.51 ^b ±0.41	8.38±0.34	6.54±0.25	8.70±0.25	7.77±0.36	8.06±0.27
7	12.60±0.35	5.45 ^b ±0.27	11.10±0.29	9.51 ^c ±0.52	9.09 ^c ±0.35	7.19 ^a ±0.38	8.50±0.32	6.48±0.44	8.73±0.28	7.89±0.44	8.28±0.34
8	12.34±0.57	5.64 ^{ab} ±0.31	11.14±0.46	9.40 ^c ±0.37	9.03 ^c ±0.34	7.21 ^a ±0.59	8.51±0.32	6.46±0.30	8.75±0.36	7.85±0.22	8.34±0.26
9	12.36±0.67	5.85 ^a ±0.30	11.24±0.27	9.33 ^c ±0.34	9.05 ^c ±0.21	7.23 ^a ±0.39	8.48±0.37	6.49±0.34	8.63±0.28	7.85±0.30	8.39±0.36
สูตรพื้นฐาน	13.26±0.56	2.71±0.40	11.04±0.64	11.89±0.41	10.74±0.43	4.64±0.37	8.40±0.24	6.25±0.24	8.59±0.35	7.88±0.38	8.31±0.24
ยี่ห้อ C ₁	10.00±0.29	9.74±0.26	9.74±0.26	9.20±0.26	10.29±0.64	8.76±0.30	8.23±0.35	8.31±0.32	7.34±0.42	6.31±0.36	8.66±0.25
ยี่ห้อ C ₂	11.98±0.39	4.89±0.31	9.89±0.31	11.21±0.70	11.14±0.32	6.76±0.29	6.59±0.52	7.24±0.34	6.19±0.33	5.10±0.30	6.30±0.33
ยี่ห้อ C ₃	11.96±0.30	10.84±0.26	8.84±0.26	8.01±0.30	8.39±0.27	10.90±0.23	7.61±0.45	8.04±0.36	8.43±0.29	5.97±0.36	8.33±0.21
ยี่ห้อ C ₄	12.39±0.27	9.70±0.30	10.56±0.30	10.41±0.31	10.51±0.44	8.51±0.49	9.87±0.42	7.81±0.31	6.34±0.36	5.29±0.35	7.89±0.27

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

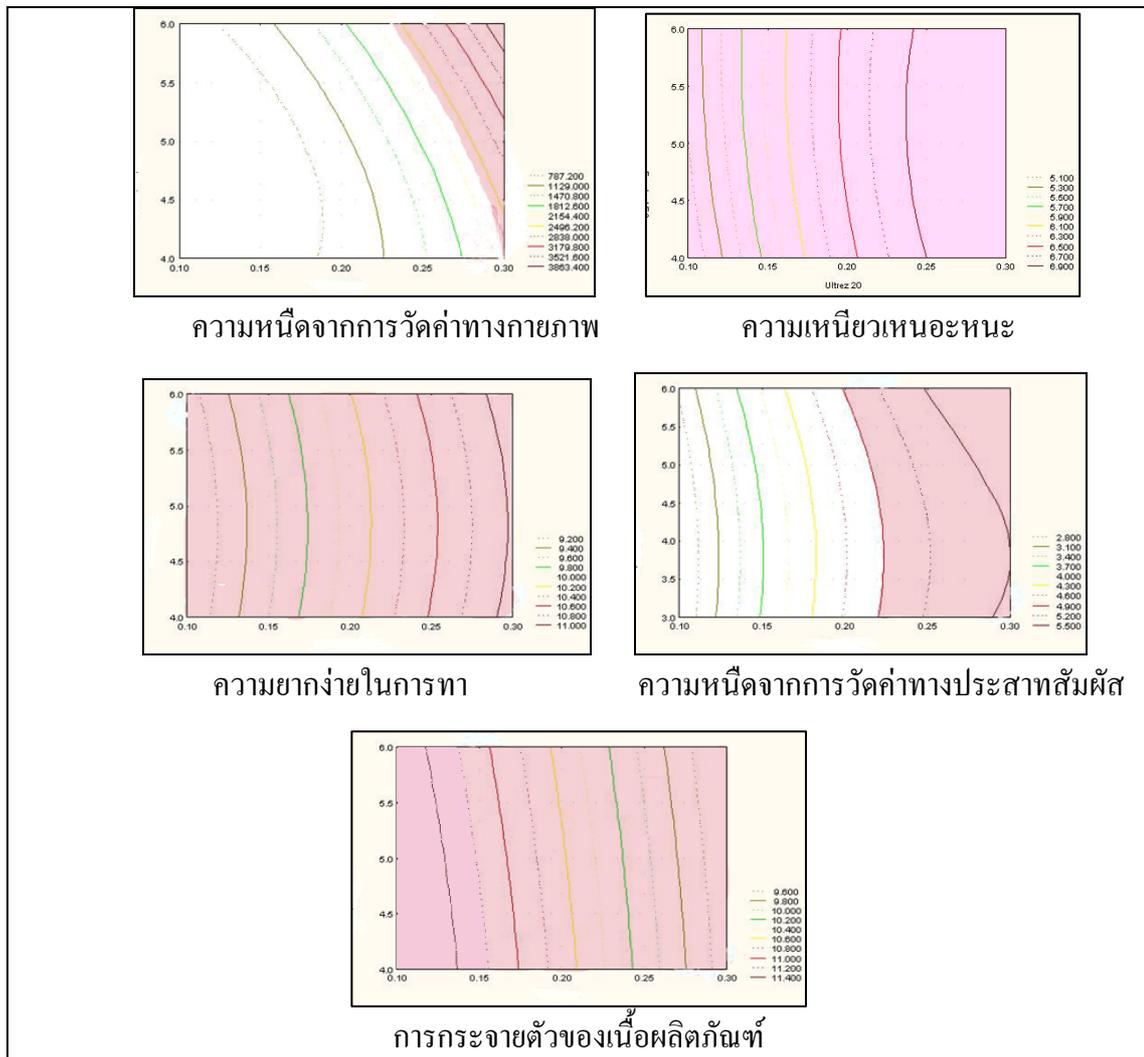
^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 32 สมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพกับปัจจัย x_1 และ x_2

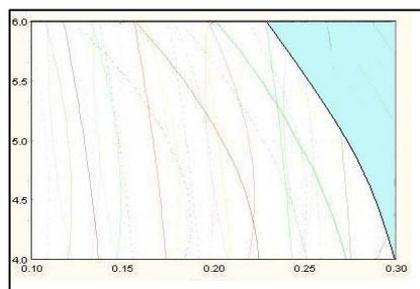
คุณลักษณะ	สมการความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	Model Significance
ความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพ	$y = 10976.55 - 39742x_1 - 3322.712x_2 + 5140.668x_1x_2 + 66751.12x_1^2 + 272.978x_2^2$	0.940	0.00
ความหนืด	$y = 0.217 + 38.365x_1 - 0.513x_2 - 0.037x_1x_2 - 58.109x_1^2 + 0.06887x_2^2$	0.956	0.00
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	$y = 12.809 - 9.13x_1 + 0.03711x_2 + 0.1381x_1x_2 - 7.246x_1^2 - 0.0155x_2^2$	0.839	0.00
ความยากง่ายในการทา	$y = 9.799 + 12.729x_1 - 0.84x_2 - 0.0276x_1x_2 - 6.006x_1^2 + 0.0878x_2^2$	0.845	0.00
ความเหนียวเหนอะหนะ	$y = 0.352 + 28.809x_1 + 0.838x_2 - 0.602x_1x_2 - 37.557x_1^2 - 0.0660x_2^2$	0.834	0.00

หมายเหตุ x_1 หมายถึง Carbopol polymer

x_2 หมายถึง Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80



ภาพที่ 7 กราฟ contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Carbopol Polymer และ Sodium-acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80 ที่มีต่อความหนืดจากการวัดค่าทางกายภาพคะแนนความเข้มของคุณลักษณะความเหนียวเหนอะหนะ, ความยากง่ายในการทา, ความหนืดและการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 8 กราฟ contour plot แสดงการซ้อนทับของภาพ

เนื่องจากสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืดแล้วยังมีค่าความหนืดน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมในท้องตลาด ยี่ห้อ C₁, ยี่ห้อ C₃ และยี่ห้อ C₄ มาก จึงนำมาทดสอบคะแนนความชอบและคะแนนความเข้มข้นด้านความรู้สึก เปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผมที่มีค่าความหนืดมากที่สุดได้แก่ยี่ห้อ C₃ และลิฟออนบำรุงผมที่มีค่าความหนืดน้อยที่สุดได้แก่ ยี่ห้อ C₂ พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่น ความหนืด และการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลิตภัณฑ์บำรุงผมยี่ห้อ C₃ และยี่ห้อ C₂ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 33 ด้านความหนืดลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดประกอบกับคะแนนความเข้มข้นด้านความรู้สึกของค่าความหนืดผู้ทดสอบรู้สึกว่าการดีร้อยละ 63.3 เมื่อเปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C₃ ได้คะแนนความเข้มข้นด้านความรู้สึกว่าการดีเพียงร้อยละ 10.0 และมีถึงร้อยละ 63.3 เห็นว่ามีความหนืดมาก ส่วนลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C₂ ได้คะแนนความเข้มข้นด้านความรู้สึกว่าการดีเพียงร้อยละ 23.3 และมีถึงร้อยละ 56.7 เห็นว่ามีความหนืดน้อย ด้านการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์พบว่าลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืด ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุดและไม่แตกต่างจากลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C₂ และจากตารางที่ 34 จะพบว่าผลิตภัณฑ์พบว่าลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืด ได้คะแนนความเข้มข้นด้านความรู้สึกว่าการดีในคุณลักษณะต่างๆ มากกว่าลิฟออนบำรุงผมยี่ห้ออื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันได้ว่าลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืด มีคุณลักษณะด้านความหนืดที่ผู้ทดสอบยอมรับและจะได้นำไปพัฒนาสูตรทางด้านอื่นๆ ต่อไป

ตารางที่ 33 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C₂, ยี่ห้อ C₃ และ ลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืด

ตัวอย่าง	สี ^{ns}	กลิ่น	ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	ความหนืด	การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	ความชอบรวม ^{ns}
ยี่ห้อ C ₂	6.87±0.97	6.33a±1.67	6.90±1.18	5.30b±1.76	6.80ab±1.24	6.53±1.01
ยี่ห้อ C ₃	6.90±0.66	6.70a±1.29	7.23±1.07	5.77ab±1.57	6.20b±1.58	6.63±1.27
สูตรพื้นฐาน	7.03±0.81	5.53b±1.19	7.17±1.02	6.53a±1.41	7.13a±6.80	6.63±1.24

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

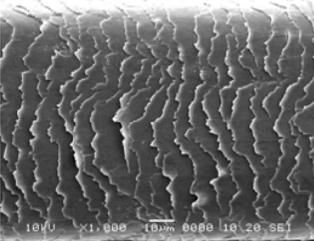
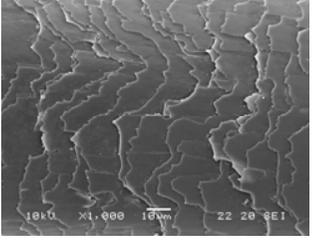
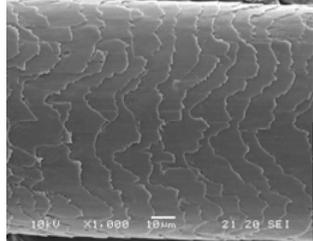
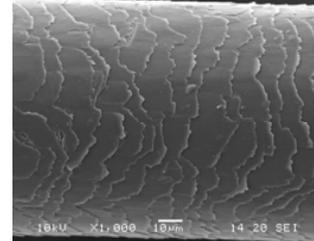
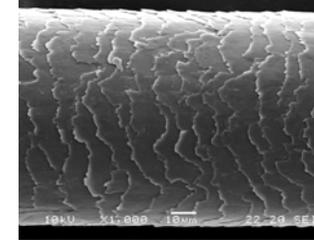
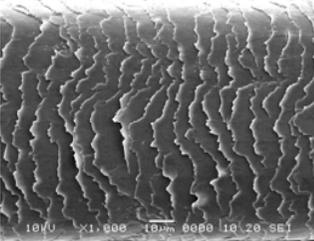
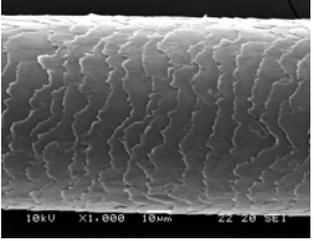
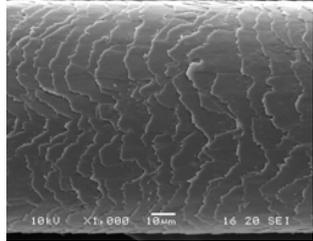
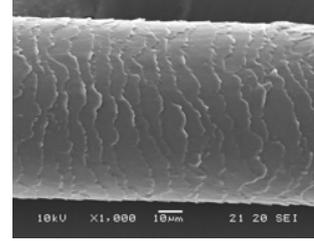
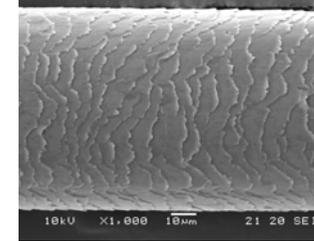
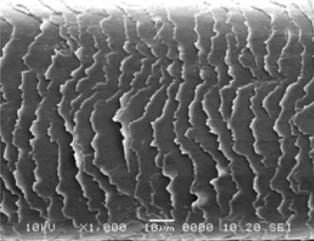
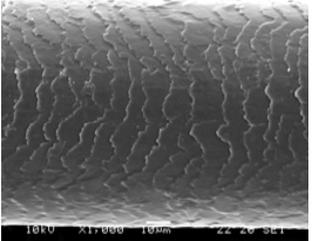
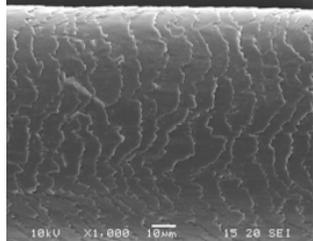
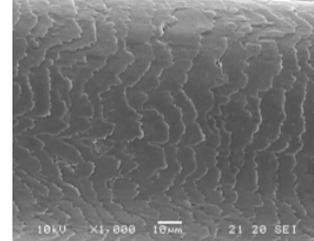
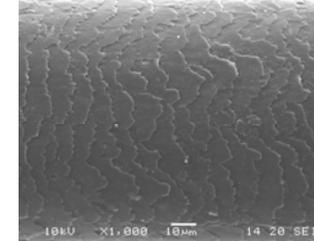
ตารางที่ 34 ร้อยละของคะแนนความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมยี่ห้อ C₂, ยี่ห้อ C₃ และสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรับปรุงด้านความหนืด

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ	ร้อยละ				
		น้อยที่สุด	น้อย	พอดี	มาก	มากที่สุด
ยี่ห้อ C ₂	สี	0.0	13.3	73.3	13.3	0.0
	กลิ่น	0.0	6.7	50.0	30.0	13.3
	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	3.3	26.7	70.0	0.0	0.0
	ความหนืด	20.0	56.7	23.3	0.0	0.0
ยี่ห้อ C ₃	การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	0.0	16.7	60.0	16.7	6.7
	สี	0.0	13.3	80.0	6.7	0.0
	กลิ่น	0.0	10.0	60.0	26.7	13.3
	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.0	6.7	86.7	3.3	33.0
	ความหนืด	0.0	0.0	10.0	63.3	26.7
สูตรพื้นฐาน	การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	0.0	10.0	30.0	53.3	6.7
	สี	0.0	10	76.7	13.3	0.0
	กลิ่น	0.0	10	76.7	13.3	0.0
	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.0	67.0	93.3	0.0	0.0
สูตรพื้นฐาน	ความหนืด	16.7	20.0	63.3	0.0	0.0
	การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	0.0	3.3	86.7	6.7	3.3

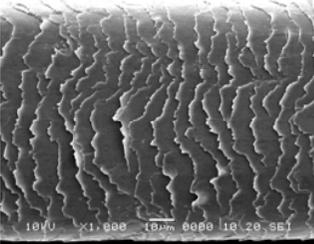
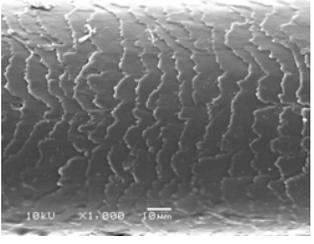
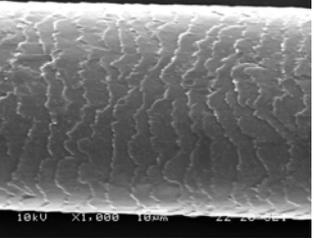
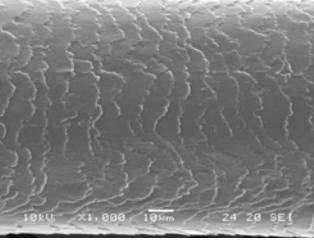
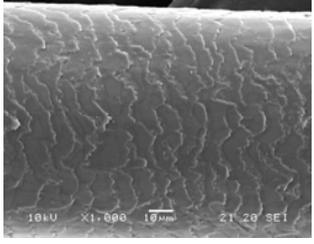
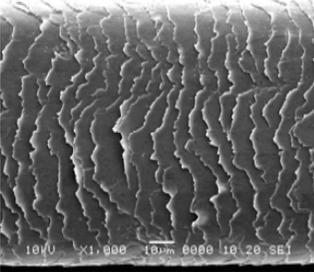
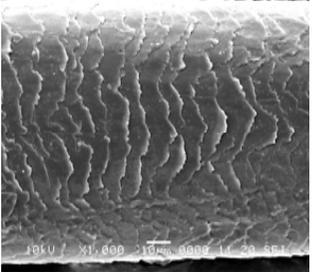
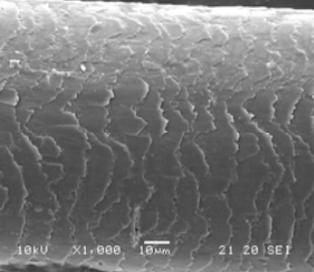
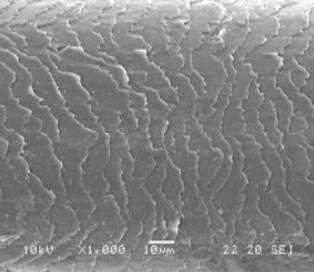
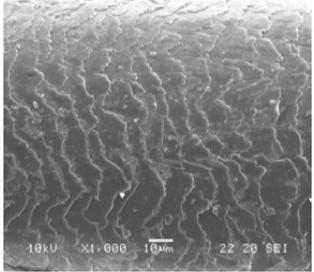
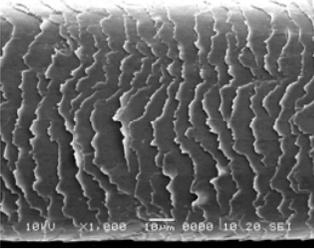
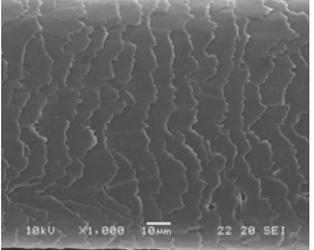
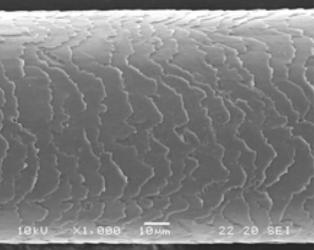
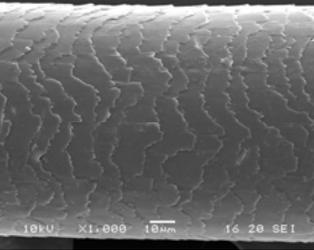
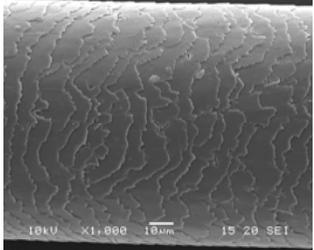
3.2 ปริมาณโปรตีนที่เหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงของปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมโดยใช้สูตรพื้นฐานที่พัฒนาได้ใส่โปรตีนรำข้าวที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4 และร้อยละ 6 และ โปรตีนข้าวสาลี (Wheat Protein) ร้อยละ 4 เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อการเปลี่ยนแปลงของเส้นผม พบว่าปอยผมที่ไม่ได้ใส่ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผม มีร่องของเคราตินลึกและค่อนข้างเปิดตลอดทั้ง 8 สัปดาห์ ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผม สูตรพื้นฐาน (ไม่ใส่โปรตีน) ร่องของเคราตินยังคงลึกและเปิดอยู่บ้างแต่น้อยกว่าปอยผมที่ไม่ได้ใส่ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมอยู่เล็กน้อย ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมสูตรที่ใส่โปรตีนรำข้าวร้อยละ 2 สามารถครอยเปิดของเคราติน ร่องของเคราตินตื้นขึ้นและแน่นขึ้นได้ ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมสูตรที่ใส่โปรตีนรำข้าวร้อยละ 4 และร้อยละ 6 สามารถครอยเปิดของเคราตินและร่องของเคราตินให้ตื้นขึ้นได้เช่นกันแต่จะมีส่วนของตะกอนโปรตีนที่ไม่ละลายมากเกินไปจึงเกาะติดเส้นผมซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกสะอาดดังตารางที่ 35 เมื่อเปรียบเทียบปอยผมที่ใส่ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมโปรตีนรำข้าว 3 ระดับกับผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมโปรตีนข้าวสาลี และผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 3 ชนิด พบว่าปอยผมสูตรที่ใส่โปรตีนรำข้าวร้อยละ 2 มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 36 จึงเลือกผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมสูตรที่ใส่โปรตีนรำข้าวร้อยละ 2 ในการพัฒนาสูตรต่อไป

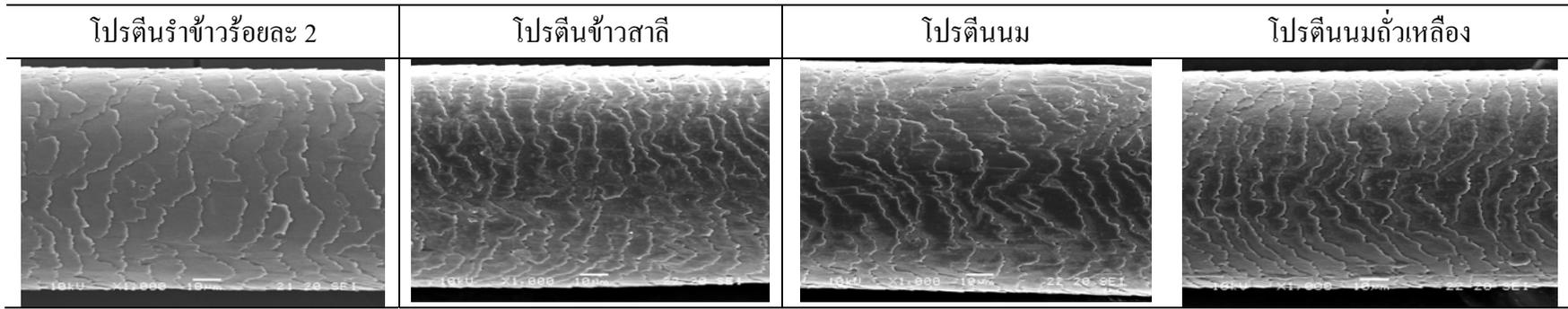
ตารางที่ 35 สภาพเส้นผมจากการใช้ผลิตภัณฑ์ฟอออนบำรุงผมสูตรต่างๆ ระยะเวลา 8 สัปดาห์

สูตร	เริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8
คววม					
สูตร พื้นฐาน					
โปรตีน รำข้าว ร้อยละ 2					

ตารางที่ 35 (ต่อ)

สูตร	เริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8
โปรตีน รำข้าว ร้อยละ 4					
โปรตีน รำข้าว ร้อยละ 6					
โปรตีน ข้าวสาลี ร้อยละ 4					

ตารางที่ 36 สภาพเส้นผมจากการใช้ผลิตภัณฑ์ฟอนบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนข้าวเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟอนบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด



เนื่องจากใส่ผงโปรตีนรำข้าวเข้มข้นลงไปในลิปออนบำรุงผมแล้วทำให้เส้นผมมีความนุ่มน้อยลง จึงได้เติม Dimethicone ซึ่งมีคุณสมบัติเพิ่มความนุ่มให้กับเส้นผมลงไปในสูตรร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ลงไปในผลิตภัณฑ์ พบว่าคุณลักษณะต่างๆของลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และสูตรพื้นฐาน มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความนุ่ม ความลื่น และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 35 โดยลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 10 มีความนุ่มบนเส้นผมมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชุ่มชื้นด้านความรู้สึก โดยลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 10 ได้คะแนนความชุ่มชื้นด้านความรู้สึกว่าพอดีร้อยละ 90 ด้านความลื่นบนเส้นผมและคะแนนความชอบรวมของลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีความลื่นไม่แตกต่างกัน และมีคะแนนความชุ่มชื้นด้านความรู้สึกว่าพอดีร้อยละ 76.7 และ 83.3 เมื่อพิจารณาคะแนนความชุ่มชื้นด้านความรู้สึกในคุณลักษณะต่างๆ จะพบว่าลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 10 มีคุณลักษณะต่างๆ ที่ได้รับคะแนนความชุ่มชื้นด้านความรู้สึกว่าพอดีมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 38 จึงนำลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ Dimethicone ร้อยละ 10 ไปพัฒนาสูตรต่อไป

ตารางที่ 37 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆ ของลิปออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานเดิม

Dimethicone ร้อยละ 5, 10 และผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐานไม่เติม Dimethicone

Dimethicone	ความเหนียว เหนอะหนะ ^{ns}	ความเรียบ ตรง ^{ns}	ความมัน ^{ns}	ความเงา งาม ^{ns}	ความนุ่ม	ความลื่น	ความชอบ รวม
ร้อยละ 5	6.63±0.99	6.73±0.74	6.57±1.25	6.77±0.94	6.60 ^{ab} ±0.86	6.93 ^{ab} ±0.78	6.77 ^a ±0.73
ร้อยละ 10	7.00±0.87	7.00±0.64	6.70±1.06	6.57±1.10	6.80 ^a ±0.83	7.03 ^a ±0.72	6.80 ^a ±0.96
ไม่เติม	6.90±1.25	6.70±0.92	6.50±1.36	6.37±0.85	6.17 ^b ±0.91	6.57 ^b ±0.82	6.20 ^b ±0.96

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 38 ร้อยละของคะแนนความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของลิฟออนบำรุงผมสูตรพื้นฐานเดิม Dimethicone ร้อยละ 5, 10 และผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรพื้นฐานไม่เติม Dimethicone

Dimethicone	คุณลักษณะ	ร้อยละ				
		น้อยที่สุด	น้อย	พอดี	มาก	มากที่สุด
ร้อยละ 5	ความเหนียวเหนอะหนะ	3.3	3.3	60.0	30.0	3.3
	ความเรียบตรง	0.0	30	63.3	6.7	0
	ความมัน	0.0	16.7	53.3	26.7	3.3
	ความเงางาม	3.3	26.7	60.0	10.0	0.0
	ความนุ่ม	0.0	26.7	73.3	0.0	0.0
	ความลื่น	0.0	16.7	76.7	0.0	0.0
ร้อยละ 10	ความเหนียวเหนอะหนะ	0.0	6.7	56.7	30.0	6.7
	ความเรียบตรง	3.3	16.7	76.7	3.3	0.0
	ความมัน	0.0	20.0	60.0	13.3	6.7
	ความเงางาม	0.0	40.0	56.7	3.3	0
	ความนุ่ม	0.0	10.0	90.0	0.0	0.0
	ความลื่น	0.0	16.7	83.3	0.0	0.0
ไม่เติม	ความเหนียวเหนอะหนะ	3.3	3.3	60.0	30.0	3.3
	ความเรียบตรง	0.0	30.0	63.3	6.7	0.0
	ความมัน	0.0	16.7	53.3	26.7	3.3
	ความเงางาม	3.3	26.7	60.0	10.0	0.0
	ความนุ่ม	3.3	70.0	26.67	0.0	0.0
	ความลื่น	0.0	33.33	60.0	2.0	0.0

3.3 กลิ่นของผลิตภัณฑ์

3.3.1 กลิ่นที่เหมาะสม

นำสูตรลิฟออนบำรุงผมที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดลองเพื่อหากลิ่นที่เหมาะสม โดยใช้กลิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กลิ่นดอกทานตะวัน (กลิ่นดอกไม้) กลิ่นฟิงค์แองเจิล (กลิ่นที่ช่วยให้ผ่อนคลาย) และกลิ่นแอปเปิ้ลเขียว (กลิ่นผลไม้) ซึ่งเป็นชนิดของกลิ่นที่ผู้บริโภคต้องการมาก

ที่สุด 3 อันดับแรกจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค โดยทดลองเดิมกลิ่นลงในสูตรลิฟออนบำรุงผม ที่ร้อยละ 0.2 และเรียงลำดับความชอบกลิ่น (preference ranking) โดยกำหนดให้ 1 = ชอบน้อยที่สุด 2 = ชอบปานกลาง และ 3 = ชอบมากที่สุด ซึ่งทำการวิเคราะห์และแปลผลการทดสอบด้วยวิธี Friedman's test แสดงดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านกลิ่นของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีน ราช้าว

	กลิ่นดอกทานตะวัน	กลิ่นฟิงค์เองเจิล	กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว
ค่าผลรวมของลำดับ (ความชอบ Rank sum)	48 ^c	63 ^b	69 ^a

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 39 พบว่า กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว มีค่าผลรวมของลำดับความชอบมากที่สุดและมากกว่ากลิ่นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ จะให้ลำดับความชอบของกลิ่นแอปเปิ้ลเขียว ในลำดับต้นๆ ส่วนกลิ่นที่ได้ลำดับความชอบรองลงมาคือ กลิ่นฟิงค์เองเจิล และ กลิ่นดอกทานตะวัน ตามลำดับ ดังนั้นกลิ่น กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว จึงถูกเลือกเพื่อนำมาพัฒนาเรื่องปริมาณกลิ่นต่อไป

3.3.2 ปริมาณกลิ่นที่เหมาะสม

นำกลิ่นที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดลองเพื่อหาปริมาณกลิ่นที่เหมาะสม โดยศึกษาปริมาณกลิ่น 3 ระดับ คือ 0.05, 0.2 และ 0.4 ตามลำดับ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะของกลิ่นก่อนใช้ กลิ่นระหว่างการใส่ (กลิ่นเมื่อใช้ลูบเส้นผม) กลิ่นภายหลังการใช้ (กลิ่นหลังใช้ลูบผมเสร็จแล้ว) ร่วมกับการทดสอบค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกจากผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่นมีความแตกต่างกันทุกคุณลักษณะ โดยที่ระดับกลิ่นร้อยละ 0.2 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใส่ กลิ่นภายหลังการใช้และความชอบรวมมากที่สุด แสดงผลดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 คะแนนความชอบปริมาณกลิ่นของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 0.05	ร้อยละ 0.2	ร้อยละ 0.4
กลิ่นก่อนการใช้	5.93 ^b ±1.36	6.83 ^a ±0.95	6.20 ^{ab} ±1.49
กลิ่นระหว่างการใช้	5.73 ^b ±1.17	7.00 ^a ±0.95	6.13 ^b ±0.97
กลิ่นภายหลังการใช้	5.63 ^b ±1.35	6.83 ^a ±0.99	6.03 ^b ±1.10
ความชอบรวม	5.86 ^b ±1.43	6.90 ^a ±0.80	6.13 ^b ±0.94

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกด้านกลิ่น ด้วยวิธี Just About Right ดังตารางที่ 41 พบว่า ผู้ทดสอบมีความรู้สึกต่อความเข้มของกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ และกลิ่นภายหลังการใช้ ของกลิ่นที่ระดับร้อยละ 0.2 ในระดับพอดี คิดเป็นร้อยละสูงสุด คือ 70.00, 73.33 และ 46.67 ส่วนกลิ่นที่ระดับร้อยละ 0.05 มีกลิ่นก่อนการใช้ และกลิ่นภายหลังการใช้ ในระดับอ่อนเล็กน้อย คิดเป็นร้อยละ 43.33 ทั้งสองคุณลักษณะ ส่วนกลิ่นระหว่างการใช้ มีกลิ่นระดับพอดี คิดเป็นร้อยละ 73.33 ที่กลิ่นระดับร้อยละ 0.4 มีกลิ่นก่อนการใช้ และกลิ่นภายหลังการใช้ ในระดับกลิ่นแรงเล็กน้อย คิดเป็นร้อยละ 50.00 และ 40.00 ส่วนกลิ่นระหว่างการใช้ มีกลิ่นระดับพอดี คิดเป็นร้อยละ 53.33 ดังนั้นระดับกลิ่นที่เหมาะสมที่สุด คือที่กลิ่นระดับ 0.2 เนื่องจากผู้ทดสอบมีความรู้สึกถึงความเข้มกลิ่นอยู่ในระดับที่พอดีคิดเป็นร้อยละสูงสุดเมื่อเทียบกับระดับกลิ่นที่ระดับอื่นๆ นอกจากนี้กลิ่นดังกล่าวยังได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะของกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ กลิ่นภายหลังการใช้ และความชอบรวมสูงที่สุด แสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 41 ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right

ระดับกลิ่น	คุณลักษณะ	ร้อยละ				
		กลิ่น อ่อนมาก	กลิ่นอ่อน เล็กน้อย	พอดี	กลิ่นแรง เล็กน้อย	กลิ่น แรงมาก
0.05	กลิ่นก่อนการใช้	13.33	43.33	36.67	6.67	0.00
	กลิ่นระหว่างการใช้	10.00	50.00	73.33	3.33	13.33
	กลิ่นภายหลังการใช้	26.67	43.33	30.00	0.00	0.00
0.2	กลิ่นก่อนการใช้	0.00	6.67	70.00	16.67	6.67
	กลิ่นระหว่างการใช้	0.00	10.00	73.33	3.33	13.33
	กลิ่นภายหลังการใช้	23.33	46.67	16.67	13.33	0.00
0.4	กลิ่นก่อนการใช้	0.00	6.67	23.33	50.00	20.00
	กลิ่นระหว่างการใช้	0.00	0.00	53.33	30.00	16.67
	กลิ่นภายหลังการใช้	0.00	10.00	9.30	40.00	20.00

3.4 สีที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

3.4.1 ปริมาณสีที่เหมาะสม

นำสูตรสีฟอนที่ผ่านการคัดเลือกกลิ่นมาศึกษาปริมาณสีที่เหมาะสม เนื่องจากกลิ่นที่เลือกคือ กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว จึงนำสีเขียวมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสม โดยใช้ปริมาณสีเขียว 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 42 ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านสีของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีน
รำข้าว

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ปริมาณสีร้อยละ 0.1	ปริมาณสีร้อยละ 0.3	ปริมาณสีร้อยละ 0.5
สี	6.45 ^c	7.38 ^b	8.35 ^a
ความชอบรวม	6.50 ^c	7.54 ^b	8.28 ^a

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นสีเขียวของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ใช้สารละลายสีเขียว (0.1% w/v) ในปริมาณร้อยละ 0.5 ได้รับคะแนนความชอบสีสูงกว่าสูตรที่ใช้สารละลายสีเขียวในปริมาณ ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.3 แสดงดังตารางที่ 39 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความรู้สึกพบว่า ปริมาณสีร้อยละ 0.5 ได้คะแนนความรู้สึกว่าพอดีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมาคือ ปริมาณสีร้อยละ 0.3 ได้คะแนนความรู้สึกว่าพอดีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30.00 แสดงดังตารางที่ 43 ดังนั้นจึงให้ความเข้มข้นของสีเขียวที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด โดยสามารถสรุปส่วนประกอบของลิฟออนบำรุงผมที่ผ่านการพัฒนาแล้วได้ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 43 ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right

ปริมาณสี	ร้อยละ				
	สีอ่อนมาก	สีอ่อนเล็กน้อย	พอดี	สีเข้มเล็กน้อย	สีเข้มมาก
0.1	66.67	43.33	23.33	0.00	0.00
0.3	3.33	46.67	30.00	20.00	0.00
0.5	0.00	0.00	56.67	23.33	20.00

ตารางที่ 44 ส่วนประกอบของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

	ส่วนประกอบ	ร้อยละ
ส่วนที่1	Water (ส่วนที่ 1)	39.34
	Ethylene glycol distearate	0.87
	Xanthangam	0.17
ส่วนที่2	Sodium cocoyl amino acid and potassium dimethicone copolyol panthenyl phosphate	2.62
ส่วนที่3	Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80	3.50
ส่วนที่4	Butylene glycol	4.37
	Isononyl isononanoate	4.37
	Phenoxyethanol and methylparaben and ethylparaben and propylparaben and Butylparaben	0.26
	Dimethylol dimethyl	0.18
ส่วนที่5	Carbopol polymer	0.26
	Water (ส่วนที่ 5)	21.85
	Triethanolamine	0.55
ส่วนที่6	Rice bran protein	1.75
	Water (ส่วนที่ 6)	10.31
ส่วนที่7	Dimethicone	8.74
ส่วนที่8	Paradise'n green apple	0.18
ส่วนที่9	Green color (0.1% w/v)	0.44
ส่วนที่10	Glycolic acid 70%	0.24

3.5 จำนวนต้นทุนในการผลิตลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมจากโปรตีนรำข้าว

ตารางที่ 45 ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

วัตถุดิบที่ใช้	ปริมาณที่ใช้ (กรัม/1,000 กรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาท/1,000กรัม)	ต้นทุน (บาท)
Water (Reverse Osmosis)	715.0	50	35.76
Ethylene glycol distearate	8.7	105	0.91
Xanthangam	1.7	1,000	1.70
Sodium cocoyl amino acid and potassium dimethicone copolyol panthenyl phosphate	26.2	3,500	91.70
Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80	35.0	1,250	43.75
Butylene glycol	43.7	520	22.72
Isononyl isononanoate	43.7	280	12.24
Phenoxyethanol and methylparaben and Ethylparaben and propylparaben and butylparaben	2.6	750	1.95
Dimethylol dimethyl	1.8	180	0.32
Carbopol polymer	2.6	1,000	2.60
Triethanolamine	5.5	150	0.83
Protein	17.5	4,941	86.47
Dimethicone	87.4	800	69.92
Paradise'n green apple	1.8	850	1.53
Green color (0.1% w/v)	4.4	1,000	4.40
Glycolic acid 70%	2.4	1,700	4.08
รวม	1000.0	-	380.88

หมายเหตุ การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการผลิต (% weight loss) เท่ากับ 10%

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว จำนวน 1,000 กรัม แสดงดังตารางที่ 45 พบว่า มีราคาประมาณ 380.88 บาท แต่เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการผลิตเท่ากับ 10% ดังนั้นต้นทุนค่าวัตถุดิบของลิฟออนบำรุงผมจำนวน 1,000 กรัม จึงมีราคาประมาณ 423.20 บาท และเมื่อคิดเป็นราคาค่าวัตถุดิบและ ภาชนะบรรจุต่อ 1 หน่วยการผลิต หรือลิฟออน 1 ขวด ซึ่งมีขนาดบรรจุ 60 กรัม พบว่าต้นทุนทั้งหมดต่อการผลิตลิฟออน 1 ขวด มีราคาประมาณ 40.39 บาท โดยราคาวัตถุดิบต่อหน่วยเป็นราคาที่ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งทำการวิเคราะห์ต้นทุนอยู่ในช่วงเดือนปี พ.ศ. 2549 มีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ต้นทุนค่าวัตถุดิบในการผลิตลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวจำนวน 1,000 กรัมมีราคาประมาณ 423.20 บาท ดังนั้นต้นทุนวัตถุดิบต่อ 1 หน่วย (60 กรัมต่อ 1 ขวด) จึงมีราคาเท่ากับ
$$\frac{423.20 \times 60}{1,000} = 25.39 \text{ บาท}$$

เมื่อรวมค่าภาชนะบรรจุซึ่งมีราคา 15 ดังนั้นต้นทุนค่าวัตถุดิบของลิฟออน 1 ขวด จึงมีราคา = $25.39 + 15 = 40.39$ บาท

3.6 คุณภาพของดีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ตารางที่ 46 คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ของดีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าที่วัดได้
1. คุณภาพทางเคมี	
- ค่าความเป็นกรดค่า	5.00
2. คุณภาพทางกายภาพ	
- ค่าสี L*	76.82
a*	-8.81
b*	21.85
- ความหนืด (cP)	2,507.00
3. คุณภาพทางจุลินทรีย์	
- Total plate count	น้อยกว่า 10
- <i>Clostridium spp.</i> (โคโลนีต่อกรัม)	ไม่พบ
- <i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ
- <i>Streptococcus spp.</i>	ไม่พบ
- <i>Salmonella spp.</i>	ไม่พบ
- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ไม่พบ
- Coliform bacteria (MPNต่อกรัม)	น้อยกว่า 3
- <i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ
- ยีสต์และรา	น้อยกว่า 10

ตารางที่ 47 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความเข้มข้น
1. คุณลักษณะปรากฏ	
ความเข้มข้น	5.01±0.53
กลิ่น	7.31±0.75
ความหนืด	5.46±0.77
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	11.35±0.98
2. คุณลักษณะระหว่างการใช้	
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	9.36±0.85
ความยากง่ายในการทา	9.10±0.97
ความเหนียวเหนอะหนะ	7.23±0.95
3. คุณลักษณะหลังการใช้	
ความเรียบตรง	8.92±0.86
ความมัน	6.69±0.98
ความเงาเป็นประกาย	8.75±0.82
ความนุ่ม	8.37±1.00
ความลื่น	8.36±1.00

4. การเปลี่ยนแปลงของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษา บรรจุในขวดบีบพลาสติกขนาด 60 กรัม มาทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle (4 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง และ 45 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง) เป็นจำนวน 5 รอบ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียสและ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ความคงตัวของผลิตภัณฑ์

การศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle เป็นจำนวน 5 รอบ พบว่าตัวอย่างลีฟออนบำรุงผมมีความคงตัว ไม่เกิดการแยกชั้น ไม่เปลี่ยนแปลงจากเริ่มต้น คุณภาพทางเคมี คือค่าความเป็นกรดต่าง พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อตัวอย่างผ่านจำนวนรอบทดลองที่มากขึ้น ด้านคุณภาพทางกายภาพ ค่าความหนืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าสี L^* a^* b^* พบว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า L^* มีแนวโน้มลดลง ซึ่งหมายถึง ลีฟออนบำรุงผมมีแนวโน้มมีสีเข้มขึ้น ส่วนค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นั่นคือ และมีความเป็นสีเขียวและสีเหลืองมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ค่าคุณภาพทางกายภาพของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวจากการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle

จำนวนรอบ	คุณภาพทางเคมี	คุณภาพทางกายภาพ			ความคงตัว	
	ความเป็นกรดต่าง	ความหนืด (cP)	L*	a*	b*	คงตัวไม่แยกชั้น
เริ่มต้น	5.00 ^a	2,507.00 ^c	76.82 ^a	-8.81 ^d	21.85 ^f	คงตัวไม่แยกชั้น
รอบที่ 1	4.84 ^{ab}	2,524.67 ^d	74.76 ^b	-8.78 ^c	22.16 ^b	คงตัวไม่แยกชั้น
รอบที่ 2	4.86 ^{ab}	2,541.00 ^c	74.36 ^c	-8.71 ^b	23.26 ^d	คงตัวไม่แยกชั้น
รอบที่ 3	4.74 ^b	2,546.00 ^{bc}	73.43 ^d	-8.66 ^a	23.86 ^c	คงตัวไม่แยกชั้น
รอบที่ 4	4.81 ^b	2,550.33 ^b	73.26 ^c	-8.63 ^a	24.43 ^b	คงตัวไม่แยกชั้น
รอบที่ 5	4.87 ^{ab}	2,565.00 ^a	73.16 ^f	-8.62 ^a	24.47 ^a	คงตัวไม่แยกชั้น

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

4.2.1 คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรดต่างของลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าลดลงเริ่มต้นจากสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 6 ลดลงเล็กน้อย จากนั้นมีแนวโน้มคงที่ ในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5.00 - 4.81 และผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสมีความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 5.00 - 4.78 เนื่องจากส่วนผสมที่เป็นกรดอาจเกิดการแตกตัวของไฮโดรเจนไอออน ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างน้อยลง โดยมีค่าลดลงไม่เกินร้อยละ 50 แสดงดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ห้อง	35	45
0	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a
1	4.89 ^b	4.88 ^b	4.86 ^b
2	4.72 ^f	4.69 ^e	4.67 ^f
3	4.72 ^f	4.86 ^c	4.83 ^c
4	4.90 ^b	4.86 ^c	4.86 ^b
5	4.85 ^c	4.85 ^c	4.84 ^c
6	4.82 ^d	4.82 ^d	4.80 ^d
7	4.80 ^c	4.80 ^d	4.81 ^d
8	4.81 ^{de}	4.81 ^d	4.78 ^c

หมายเหตุ ^{a-f} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2 คุณภาพทางกายภาพ

4.2.2.1 ค่าความหนืด

ค่าความหนืดของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ มีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์แรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยลิฟออนบำรุงผมที่เก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และที่เก็บอุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากลิฟออนบำรุงผมเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ไขมันในสูตรระเหยออกไป (พิมพร, 2544) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 50

ตารางที่ 50 ค่าเฉลี่ยของค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ห้อง	35	45
0	2,507 ^e	2,507 ^g	2,507 ⁱ
1	2,499 ^f	2,513 ^f	2,514 ^h
2	2,509 ^e	2,527 ^e	2,526 ^g
3	2,513 ^d	2,543 ^d	2,537 ^f
4	2,524 ^c	2,544 ^d	2,553 ^e
5	2,533 ^b	2,550 ^c	2,566 ^d
6	2,546 ^a	2,558 ^b	2,579 ^c
7	2,530 ^b	2,571 ^a	2,587 ^b
8	2,543 ^a	2,573 ^a	2,591 ^a

หมายเหตุ ^{a-i} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2.2 ค่าสี (L*a*b*)

ค่า L*

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว โดยวัดค่าในระบบ CIE L* a* b* ซึ่งลิฟออนบำรุงผมที่พัฒนาได้จะมีสีเขียวยอ่อน เมื่อพิจารณาค่า L* หรือค่าความสว่างของลิฟออนบำรุงผม พบว่าเมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษาโดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ค่า L* ลดลงในสัปดาห์แรก และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปค่า L* มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เป็นผลให้ความสว่างน้อยลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นซึ่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะมีค่าความสว่างน้อยที่สุดหรือมีสีเข้มมากที่สุด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากความเป็นกรดต่างที่ลดลงของลิฟออนบำรุงผมส่งผลต่อการตกตะกอนของเม็ดสีที่อยู่โปรตีนรำข้าวหรือเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Chen and Houston, 1970; Connor and *et al.*, 1976)

โดยค่าความสว่างสุดท้ายของสีลิปออนบำรุงผมเมื่อผ่านระยะเวลาการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ ทั้งใน 3 สภาวะ จะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง แสดงดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ยของค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ห้อง	35	45
0	76.82 ^a	76.82 ^a	76.82 ^a
1	75.16 ^d	74.60 ^g	75.87 ^b
2	75.55 ^b	76.16 ^b	74.53 ^c
3	75.45 ^c	76.06 ^c	74.32 ^c
4	74.84 ^e	75.64 ^d	74.04 ^d
5	74.65 ^f	75.04 ^e	73.94 ^{de}
6	74.25 ^h	74.75 ^f	73.74 ^e
7	74.35 ^g	74.55 ^g	73.95 ^{de}
8	74.65 ^f	74.35 ^h	73.90 ^{de}

หมายเหตุ ^{a-h} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่า a*

จากการวัดค่าสี a* คือค่าที่บอกความเป็นสีแดงและสีเขียวของตัวอย่าง โดยถ้าค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึงผลิตภัณฑ์เป็นสีแดง ถ้าค่า a* มีค่าเป็นลบ หมายถึงผลิตภัณฑ์เป็นสีเขียว ซึ่งผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมเป็นสีเขียว ค่า a* จึงเป็นลบ โดยจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่า a* เป็นลบน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมมีสีเขียวอ่อนลง หลังจาก

สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไปค่า a* เป็นลบมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมมีสีเขียวยิ่งขึ้น ซึ่งค่า a* มีค่าลดลงไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า a* แสดงดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ค่าเฉลี่ยของค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ห้อง	35	45
0	-8.81 ^c	-8.81 ^c	-8.81 ^c
1	-8.54 ^{b^c}	-8.55 ^b	-8.66 ^b
2	-8.24 ^a	-8.31 ^a	-8.44 ^a
3	-8.54 ^b	-8.44 ^{ab}	-8.64 ^b
4	-8.55 ^{bc}	-8.57 ^b	-8.77 ^{cd}
5	-8.60 ^{cd}	-8.63 ^{bc}	-8.83 ^e
6	-8.62 ^d	-8.54 ^b	-8.79 ^{de}
7	-8.60 ^{cd}	-8.85 ^b	-8.74 ^c
8	-8.63 ^d	-8.60 ^{bc}	-8.81 ^c

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่า b*

ค่า b* คือค่าที่บอกความเป็นสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า b* เป็นบวก หมายถึงผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ถ้า b* เป็นลบ หมายถึงผลิตภัณฑ์มีสีน้ำเงิน ลิฟออนบำรุงผมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีแนวโน้มค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยลิฟออนบำรุงผมที่เก็บรักษาในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บ หมายถึง ลิฟออน มีความ

เป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า b^* ไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับเริ่มต้น แสดงดังตารางที่ 53 ถ้าผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนคุณสมบัติใดๆ เกินร้อยละ 62 ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้น ไม่มีความคงตัวและไม่ควรนำออกสู่ตลาด (พนิดา, 2545) ดังนั้นค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพของลิฟออนบำรุงผมที่พัฒนาได้ จึงถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่น้อยกว่าร้อยละ 62 แสดงให้เห็นถึงความคงตัวของสูตรดังกล่าวในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์ของการเก็บรักษา

ตารางที่ 53 ค่าเฉลี่ยของค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่ เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ห้อง	35	45
0	21.85 ⁱ	21.85 ^h	21.85 ^h
1	21.97 ^h	22.63 ^g	22.85 ^d
2	22.37 ^g	23.21 ^c	22.16 ^g
3	22.47 ^f	22.77 ^f	22.26 ^f
4	22.67 ^e	22.96 ^e	22.46 ^e
5	22.97 ^d	23.05 ^d	22.96 ^e
6	23.01 ^c	23.25 ^c	23.65 ^b
7	23.23 ^b	23.53 ^b	24.13 ^a
8	23.43 ^a	23.83 ^a	24.13 ^a

หมายเหตุ ^{a-i} หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่า ΔE

ค่า ΔE คือ ค่าความแตกต่างของสี โดยถ้า ΔE มีค่ามาก หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างของสีมาก และถ้า ΔE มีค่าน้อย หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างของสี น้อย ลิฟออนบำรุงผมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีค่า ΔE ใกล้เคียงกัน โดยลิฟออนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่า ΔE น้อยที่สุด แสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของสีน้อยที่สุด และ

ลิฟออนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ΔE มากที่สุด แสดงถึงความปลอดภัยมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 54

ตารางที่ 54 ค่าความแตกต่างของสี ΔE ของผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีน รำข้าวที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
ห้อง	35	45
3.07	3.20	3.88

5.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการทดสอบด้วยวิธีเชิงพรรณนา ของลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกๆ 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เริ่มต้นการเก็บรักษา พบว่าลิฟออนบำรุงผมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทั้งคุณลักษณะปรากฏ คุณลักษณะระหว่างการใช้และภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยมีค่าคะแนนความเข้มไม่แตกต่างกันจากค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญแสดงดังตารางที่ 55 ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ที่เก็บในสภาวะเร่งที่ 35 องศาเซลเซียส พบว่าคุณลักษณะปรากฏด้านสีมีคะแนนความเข้มเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยลักษณะด้านสีจะมีคะแนนความเข้มเพิ่มขึ้นหรือมีความเข้มมากขึ้น และสัปดาห์ที่ 8 มีคะแนนความเข้มมากขึ้นเช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างจากสัปดาห์ที่ 4 ส่วนคุณลักษณะระหว่างการใช้และภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 56 ส่วนการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่าค่าคุณลักษณะปรากฏด้านสีและกลิ่นมีคะแนนความเข้มที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคุณลักษณะด้านสีมีการเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 4 มีคะแนนความเข้มเพิ่มขึ้นหรือมีความเข้มมากขึ้นและสัปดาห์ที่ 8 มีคะแนนความเข้มมากขึ้นเช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างจากสัปดาห์ที่ 4 คุณลักษณะด้านกลิ่นมีการเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 4 โดยมีคะแนนความเข้มลดลงหรือมีกลิ่นอ่อนลง และสัปดาห์ที่ 8 มีคะแนนความเข้มมากขึ้น

เช่นกันแต่ไม่มีความแตกต่างจากสัปดาห์ที่ 4 ส่วนคุณลักษณะระหว่างการใช้และภายหลังการ 110 ใช้ผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 57

ตารางที่ 55 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลิฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวใน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) นาน 8 สัปดาห์

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความเข้มเฉลี่ย		
	สัปดาห์ 0	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
1. คุณลักษณะปรากฏ			
ความเข้มข้น ^{ns}	5.01±0.53	5.20±0.75	5.64±0.84
กลิ่น ^{ns}	7.31±0.75	7.64±0.69	7.04±0.67
ความหนืด ^{ns}	5.46±0.77	5.25±0.80	5.36±0.93
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	11.35±0.98	11.43±0.42	11.31±0.83
2. คุณลักษณะระหว่างการใช้			
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ ^{ns}	9.36±0.85	9.13±0.96	9.21±1.05
ความยากง่ายในการทา ^{ns}	9.10±0.97	9.13±0.53	9.06±0.78
ความเหนียวเหนอะหนะ ^{ns}	7.23±0.95	7.10±0.57	7.20±0.95
3. คุณลักษณะหลังการใช้			
ความเรียบตรง ^{ns}	8.92±0.86	8.90±0.45	8.71±0.87
ความมัน ^{ns}	6.69±0.98	6.75±0.73	6.79±1.00
ความเงาเป็นประกาย ^{ns}	8.75±0.82	8.68±0.48	8.60±0.91
ความนุ่ม ^{ns}	8.37±1.00	8.20±0.52	8.23±0.94
ความลื่น ^{ns}	8.36±1.00	8.55±1.00	8.64±0.93

หมายเหตุ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 56 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลีฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความเข้มเฉลี่ย		
	สัปดาห์ 0	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
1. คุณลักษณะปรากฏ			
ความเข้มข้น	5.01±0.53 ^b	5.29±0.92 ^{ab}	5.92±0.704 ^a
กลิ่น ^{ns}	7.31±0.75	7.70±0.58	7.01±0.58
ความหนืด ^{ns}	5.46±0.77	5.18±0.95	5.30±0.71
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	11.35±0.98	11.39±0.85	11.28±0.88
2. คุณลักษณะระหว่างการใช้			
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ ^{ns}	9.36±0.85	9.20±1.00	9.32±0.91
ความยากง่ายในการทา ^{ns}	9.10±0.97	9.11±0.71	9.01±0.81
ความเหนียวเหนอะหนะ ^{ns}	7.23±0.95	7.21±0.96	7.15±0.91
3. คุณลักษณะหลังการใช้			
ความเรียบตรง ^{ns}	8.92±0.86	8.84±0.77	8.79±0.72
ความมัน ^{ns}	6.69±0.98	6.78±0.95	6.78±0.73
ความเงาเป็นประกาย ^{ns}	8.75±0.82	8.64±0.88	8.74±0.92
ความนุ่ม ^{ns}	8.37±1.00	8.26±0.83	8.38±0.88
ความลื่น ^{ns}	8.36±1.00	8.54±0.95	8.55±1.00

หมายเหตุ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 57 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลีฟออนบำรุงผิวที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความเข้มเฉลี่ย		
	สัปดาห์ 0	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
1. คุณลักษณะปรากฏ			
ความเข้มข้น	5.01±0.53 ^b	5.51±0.79 ^{ab}	6.10±0.96 ^a
กลิ่น	7.31±0.75 ^a	6.98±0.89 ^{ab}	6.40±0.57 ^b
ความหนืด ^{ns}	5.46±0.77	5.10±0.81	5.45±1.00
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	11.35±0.98	10.79±1.00	10.19±1.00
2. คุณลักษณะระหว่างการใช้			
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ ^{ns}	9.36±0.85	9.19±0.86	9.20±1.00
ความยากง่ายในการทา ^{ns}	9.10±0.97	9.15±1.00	9.23±1.00
ความเหนียวเหนอะหนะ ^{ns}	7.23±0.95	7.26±1.00	7.33±1.00
3. คุณลักษณะหลังการใช้			
ความเรียบตรง ^{ns}	8.92±0.86	8.86±1.00	8.92±1.00
ความมัน ^{ns}	6.69±0.98	6.60±1.00	6.76±0.87
ความเงาเป็นประกาย ^{ns}	8.75±0.82	8.70±1.00	8.80±1.00
ความนุ่ม ^{ns}	8.37±1.00	8.29±0.81	8.35±0.89
ความลื่น ^{ns}	8.36±1.00	8.50±0.85	8.62±1.00

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ใช้วิธีการทดสอบแบบ Home Used Test กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้บริโภคเพศหญิงอายุ ระหว่าง 18 - 40 ปี จำนวน 50 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น โดยการแจกแบบสอบถามและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ทดสอบเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18 – 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือ 26 – 33 ปีคิดเป็นร้อยละ 36 ผู้บริโภคมีการศึกษาระดับปริญญาตรีและสูงกว่า ปริญญาตรีเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 42 อาชีพของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คือ นักเรียนและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมาคือ รับราชการ คิดเป็นร้อยละ 20

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะผมผ่านการตัดหรือยัดคิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ ผมตรงคิดเป็นร้อยละ 42 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุดคือ แบบล้างออกและไม่ต้องล้างออก เท่ากันคิดเป็นร้อยละ 36 ร้อยละ 28 ใช้ทั้งสองแบบ ยี่ห้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุด ได้แก่ แพนทีน คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือ ชันซิล คิดเป็นร้อยละ 26 แสดงดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออน
บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

n = 50		
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ ¹
1. อายุ		
18 -25 ปี	21	42
26 - 33 ปี	18	36
34 - 40 ปี	11	22
2. การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	1	2
มัธยมศึกษา	4	8
อนุปริญญา	3	6
ปริญญาตรี	21	42
สูงกว่าปริญญาตรี	21	42
3. อาชีพ		
นักเรียน /นักศึกษา	22	44
ข้าราชการ	10	20
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	4	8
พนักงานบริษัทเอกชน	5	10
เจ้าของกิจการ	2	4
ลูกจ้าง	7	14
4. ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้บ่อย		
แบบล้างออก	18	36
แบบไม่ต้องล้างออก	18	36
แบบล้างออกและแบบไม่ต้องล้างออก	14	28

ตารางที่ 58 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	n = 50
		ร้อยละ ¹
5. ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้บ่อย		
แพนทีน	15	30
ชันซิล	13	26
โคฟ	6	12
ฟรีแอนด์ฟรี	3	6
โอเรียลทัลพรินเซส	3	6
ซิลกี้ แฮร์โล้ท	2	4
จัสท์โมเดิร์น	2	4
เม็ควิตามิน	1	2
โลแลน	1	2
ซาทีนิก	1	2
คิวเพรส	1	2
เฮคแอนด์โซเคอร์	1	2
แคโรล เฮอร์เบิด เอสเซนส์	1	2

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูล

5.2 การเปลี่ยนแปลงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

การเปลี่ยนแปลงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว หลังจากสระผมเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า หลังจากการชโลมผลิตภัณฑ์ลีฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวขณะผมเปียก ผู้บริโภคส่วนใหญ่พบว่าหวีผมได้ง่ายและผมมีความลื่นปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 54 และ 80 ตามลำดับ หลังจากผมแห้งแล้วผู้บริโภคหวีผมได้ง่ายมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50 ผมมีความนุ่มของปานกลางคิดเป็นร้อยละ 76 สามารถจัดทรงได้ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 60 ผู้บริโภคที่ผมไม่ชี้ฟูเลยและผมชี้ฟูปานกลางมีจำนวนเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 48 มีความเรียบตรงของผมปานกลางคิดเป็นร้อยละ 78 และมีความเงาเป็นประกายของผมปานกลางคิดเป็นร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 59

ด้านปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่มีปัญหาคิดเป็นร้อยละ 82 และร้อยละ 18 มีปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ ผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระเร็วขึ้น รองลงมาคือ ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะคิดเป็นร้อยละ 8 และร้อยละ 4 ผู้บริโภคเห็นว่าผมแห้ง พองฟู และผมลื่นเกินไป แสดงดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	n = 50
		ร้อยละ ¹
1.ความยากง่ายในการหวี ขณะผมเปียก		
หวียาก	0	0
หวีได้ง่ายปานกลาง	23	46
หวีง่าย	27	54
2.ความลื่นของเส้นผม ขณะเปียก		
ผมไม่ลื่น	2	4
ผมลื่นปานกลาง	40	80
ผมลื่นมาก	8	16
3.ความยากง่ายในการหวี ขณะผมแห้ง		
หวียาก	2	4
หวีไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป	23	46
หวีง่าย	25	50
4.ความนุ่มของผม		
ผมไม่นุ่มเลย	3	6
ผมนุ่มปานกลาง	38	76
ผมนุ่มมาก	9	18
5.ความสามารถในการจัดทรง		
จัดทรงไม่ได้เลย	1	2
จัดทรงได้ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป	30	60
จัดทรงได้ง่าย	19	38

ตารางที่ 59 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	n = 50
		ร้อยละ ¹
6.การฉีฟู้ของผม		
ผมไม่ฉีฟู้เลย	24	48
ผมฉีฟู้ปานกลาง	24	48
ผมฉีฟู้มาก	2	4
7.ความเรียบตรงของผม		
ไม่เรียบตรงเลย	3	6
เรียบตรงปานกลาง	39	78
เรียบตรงมาก	8	16
8.ความเงาเป็นประกายของผม		
ไม่มีความเงาเป็นประกายเลย	8	16
มีความเงาเป็นประกายปานกลาง	35	70
มีความเงาเป็นประกายมาก	7	14
9.ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์		
มี (ทำต่อข้อ 9.1)	9	18
ไม่มี (ทำต่อข้อ 17)	41	82
9.1 ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์		
ผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระเร็วขึ้น	5	10
ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะ	4	8
ผมพองฟู	2	4
ผมลื่นเกินไป	2	4
ทำให้เกิดรังแค	1	2
คันหนังศีรษะ	1	2
ระคายเคืองหนังศีรษะ	1	2

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูล

หมายเหตุ ² หมายถึง คำถามที่ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

5.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

การยอมรับโดยใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ผู้บริโภคมีความคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีกว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดคิดเป็นร้อยละ 30 กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีเท่ากับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดคิดเป็นร้อยละ 58 และร้อยละ 12 เห็นว่าดีน้อยกว่า ส่วนด้านการยอมรับพบว่า ร้อยละ 96 ยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวและร้อยละ 4 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เนื่องจากมีสีและกลิ่นไม่น่าใช้และทำให้ผมแห้งพองฟู แสดงดังตารางที่ 60

ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว แจกแจงตามยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ยี่ห้อที่ผู้บริโภคแต่ละคนใช้อยู่เป็นประจำ) พบว่าผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมยี่ห้อ C_1 , C_2 , C_3 และ C_4 ให้ความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีกว่าคิดเป็นร้อยละ 30.77, 100, 26.67 และ 16.67 ตามลำดับ และให้ความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ C_1 , C_2 , C_3 และ C_4 คิดเป็นร้อยละ 53.85, 0.00, 60.00 และ 83.33 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 61

จากผลคะแนนด้านความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์และความง่ายในการทำ อยู่ในระดับชอบมาก และให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ สีกลิ่น ความหนืด ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเหนียวเหนอะหนะบนผม ความเรียบตรง ความมันบนผม ความเงาเป็นประกาย ความนุ่มความลื่น และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 62

ตารางที่ 60 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

n = 50		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ ¹
1.ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์		
ดีกว่า	15	30
ดีเท่ากัน	29	58
ดีน้อยกว่า	6	12
2.การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ (ตอบข้อ 20)	48	96
ไม่ยอมรับ (ตอบข้อ 19)	2	4
3.เหตุผลที่ไม่ยอมรับ ²		
สีและกลิ่นไม่น่าใช้	1	2
ผมแห้งพองฟู	1	2
เหนียวเหนอะหนะ	0	0
ผมลื่นเกินไป	0	0
ทำให้ผมมัน	0	0
เกิดคราบสีขาวบนผม หรือหนังศีรษะ	0	0

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูล

หมายเหตุ ² หมายถึง คำถามที่ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

ตารางที่ 61 ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจก
แจกตามยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด

ยี่ห้อ	ดีกว่า	ดีเท่ากัน	ดีน้อยกว่า	รวม
C ₁	4 (30.77%)	7 (53.85%)	2 (15.38%)	13 (26.00%)
C ₂	2 (100.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (4.00%)
C ₃	4 (26.67%)	9 (60.00%)	2 (13.33%)	15 (30.00%)
C ₄	1 (16.67%)	5 (83.33%)	0 (0.00%)	6 (12.00%)
C ₅	1 (33.33)	2 (66.67%)	0 (0.00%)	3 (6.00%)
C ₆	0 (0.00%)	3 (100.00%)	0 (0.00%)	3 (6.00%)
C ₇	1 (50.00%)	0 (0.00%)	1 (50.00%)	2 (4.00%)
C ₈	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (100.00%)	1 (2.00%)
C ₉	0 (0.00%)	1 (100.00%)	0 (0.00%)	1 (2.00%)
C ₁₀	0 (0.00%)	1 (100.00%)	0 (0.00%)	1 (2.00%)
C ₁₁	1 (100.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (2.00%)
C ₁₂	0 (0.00%)	1 (100.00%)	0 (0.00%)	1 (2.00%)
C ₁₃	1 (100.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (2.00%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

ตารางที่ 62 ข้อมูลคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คุณลักษณะด้านความชอบ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความชอบ
1. ความชอบรวม	7.20	ชอบปานกลาง
2. ความยากง่ายในการทา	7.36	ชอบมาก
3. การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	7.24	ชอบมาก
4. ความลื่น	7.22	ชอบปานกลาง
5. ความเป็นเนื้อเดียวกัน	7.16	ชอบปานกลาง
6. ความเหนียวเหนอะหนะ บนผม	7.10	ชอบปานกลาง
7. ความนุ่ม	7.10	ชอบปานกลาง
8. ความหนัก	6.96	ชอบปานกลาง
9. กลิ่น	6.94	ชอบปานกลาง
10. ความเงาเป็นประกาย	6.78	ชอบปานกลาง
11. ความเรียบตรง	6.78	ชอบปานกลาง
12. ความมันบนผม	6.56	ชอบปานกลาง
13. สี	6.40	ชอบปานกลาง

5.4 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ภายหลังทดลองใช้ พบว่า ผู้บริโภคสนใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 94 เหตุผลที่ซื้อเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติคิดเป็นร้อยละสูงสุดคือ 68 ร้อยละ 38 เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม และ ร้อยละ 34 เห็นว่าทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟูและไม่ทำให้เกิดอาการแพ้ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่สนใจซื้อ โดยให้เหตุผลว่า มีสีและกลิ่นไม่น่าใช้ ผมแห้งพองฟูและทำให้ผมมัน จากการสอบถามราคาผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่เหมาะสม ผู้บริโภคเห็นว่าลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวขนาด 100 กรัม ควรมีราคาอยู่ระหว่าง 100 - 200 บาท มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 70 และร้อยละ 26 เห็นว่าควรมีราคาต่ำกว่า 100 บาท ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ต้องการให้มีราคาอยู่ระหว่าง 100- 200 บาท แสดงดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 ข้อมูลการซื้อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

n = 50		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ ¹
21.หากมีจำหน่ายจะซื้อหรือไม่		
ซื้อ (ตอบข้อ 22)	47	94
ไม่ซื้อ (ตอบข้อ 23)	3	6
22.เหตุผลที่ซื้อผลิตภัณฑ์ ²		
ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	34	68
ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม	19	38
ทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟู	17	34
ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้	17	34
ทำให้ผมลื่นหวีง่ายไม่พันกัน	16	32
ช่วยปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้น	15	30
ทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น	13	26
ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการบำรุงผม	12	24
ทำให้ผมจัดทรงง่ายและอยู่ทรงได้นาน	10	26
ทำให้ผมสวยเป็นประกายเงางาม	3	6
ไม่ทำให้ผมมันและไม่เหนียวเหนอะหนะ	1	2
23.ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ต่อ 100 กรัม		
ไม่เกิน 100 บาท	13	26
100 – 200 บาท	35	70
201 – 300 บาท	2	4
301 – 400 บาท	0	0
401 – 500 บาท	0	0
มากกว่า 500 บาท	0	0

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูล

หมายเหตุ ² หมายถึง คำถามที่ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับปัจจัยด้านต่างๆ

ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ของข้อมูลด้านการยอมรับและการตัดสินใจซื้อเกี่ยวกับความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าการยอมรับมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด การตัดสินใจซื้อที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดและการตัดสินใจซื้อที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับผลิตภัณฑ์ฟอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ดังแสดงดังตารางที่ 64

ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ของข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ฟอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว พบว่า การศึกษามีความสัมพันธ์กับการยอมรับ โดยผู้บริโภคยิ่งมีการศึกษาสูงขึ้นการยอมรับก็เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ผู้บริโภคที่มีการศึกษาระดับอนุปริญญาทั้งหมดให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกันกับผู้บริโภคที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีและผู้บริโภคที่มีการศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่าปริญญาโทแสดงดังตารางที่ 65

ตารางที่ 64 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับปัจจัยด้านต่างๆ

ข้อมูลการสำรวจ	χ^2 -test
การศึกษา×การยอมรับ	0.000*
การยอมรับ× ความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	0.000*
การตัดสินใจซื้อ× ความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	0.000*
การตัดสินใจซื้อ ×การยอมรับ	0.007*

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 65 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการศึกษากับการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

การศึกษา	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	รวม ¹
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	0 (0.00%)	1 (100.00%)	1 (2.00%)
มัธยมศึกษา	3 (75.00%)	1 (25.00%)	4 (8.00%)
อนุปริญญา	3 (100.00%)	0 (0.00%)	3 (6.00%)
ปริญญาตรี	21 (100.00%)	0 (0.00%)	21 (42.00%)
ปริญญาโทหรือสูงกว่าปริญญาโท	21 (100.00%)	0 (0.00%)	21 (42.00%)
รวม ²	48 (96.00%)	2 (4.00%)	50 (100.00%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

ความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าผู้บริโภคที่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด และยอมรับผลิตภัณฑ์มีร้อยละของการยอมรับเท่ากับผู้บริโภคที่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดและยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนผู้บริโภคที่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดและยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 66.67 และไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 33.33 แสดงดังตารางที่ 66

ความสัมพันธ์ระหว่างการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าผู้บริโภคที่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด และจะซื้อผลิตภัณฑ์มีร้อยละของการซื้อผลิตภัณฑ์เท่ากับผู้บริโภคที่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดและจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 100 และผู้บริโภคที่มีความเห็นว่า

ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวดีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดและจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 67 แสดงดังตารางที่ 67

ความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับกับการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว พบว่าผู้บริโภคที่ยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวและจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 97.87 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวและจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 66.67 แสดงดังตารางที่ 68

ตารางที่ 66 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่าย ในท้องตลาด

ความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	รวม ¹
ดีกว่า	15 (100.00%)	0 (0.00%)	15 (30.00%)
ดีเท่ากัน	29 (100.00%)	0 (0.00%)	29 (58.00%)
ดีน้อยกว่า	4 (66.67%)	2 (33.33%)	6 (12.00%)
รวม ²	48 (96.00%)	2 (4.00%)	50 (100.00%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

ตารางที่ 67 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด	ซื้อ	ไม่ซื้อ	รวม ¹
ดีกว่า	15 (100.00%)	0 (0.00%)	15 (30.00%)
ดีเท่ากัน	29 (100.00%)	0 (0.00%)	29 (58.00%)
ด้อยกว่า	3 (50.00%)	3 (50.00%)	6 (12.00%)
รวม ²	47 (94.00%)	3 (6.00%)	50 (100.00%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

ตารางที่ 68 ความสัมพันธ์ (χ^2 -test) ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวกับการตัดสินใจซื้อ

การศึกษา	ซื้อ	ไม่ซื้อ	รวม ¹
ยอมรับ	46 (97.87%)	1 (2.12%)	47 (94.00%)
ไม่ยอมรับ	2 (66.67%)	1 (33.33%)	3 (6.00%)
รวม ²	48 (96.00%)	2 (4.00%)	50 (100.00%)

หมายเหตุ ¹ หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามคอลัมน์

หมายเหตุ ² หมายถึง ความถี่รวมและร้อยละจากความถี่รวมของข้อมูลแสดงตามแถว

เมื่อพิจารณาข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบภายหลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามการตัดสินใจซื้อ พบว่าคุณลักษณะความเงาเป็นประกาย ความนุ่ม ความลื่นและความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อ

โดยคุณลักษณะความเงาเป็นประกายผู้บริโภครู้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ชอบเล็กน้อย ส่วนคุณลักษณะด้านความนุ่ม ความลื่นและความชอบรวมผู้บริโภครู้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ชอบปานกลาง ส่วนคุณลักษณะอื่นๆ คะแนนความชอบและระดับความชอบไม่มีสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อแสดงดังตารางที่ 69 ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบภายหลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามการยอมรับ พบว่าคุณลักษณะด้านความหนืด ความเงาเป็นประกาย ความนุ่ม ความลื่นและความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับการยอมรับ โดยคุณลักษณะด้านความหนืด ผู้บริโภครู้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ชอบเล็กน้อย ส่วนคุณลักษณะด้านความเงาเป็นประกาย ด้านความนุ่ม ความลื่น และความชอบรวมผู้บริโภครู้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ชอบปานกลางส่วนคุณลักษณะอื่นๆ คะแนนความชอบและระดับความชอบไม่มีสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อแสดงดังตารางที่ 70

จากตารางที่ 71 เมื่อพิจารณาข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบภายหลังการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่ามีเพียงคุณลักษณะด้านความเรียบตรงของผมเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยผู้บริโภครู้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ชอบปานกลาง

ตารางที่ 69 ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ลิฟออนบำรุงผมที่มี ส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว แจกแจงตามการตัดสินใจซื้อ

คุณลักษณะด้านความชอบ	การตัดสินใจซื้อ		เฉลี่ย	χ^2 -test
	ซื้อ	ไม่ซื้อ		
1.ความชอบรวม	7.26	6.33	6.80	16.822*
	ชอบมาก	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
2.ความลื่น	7.30	6.00	6.65	17.579*
	ชอบมาก	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
3.ความนุ่ม	7.17	6.00	6.59	17.333*
	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
4.ความเงาเป็นประกาย	6.87	5.33	6.10	19.128*
	ชอบปานกลาง	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	
5.ความขากง่ายในการทาให้ทั่วผม	7.38	7.00	7.19	8.207
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
6.ความเป็นเนื้อเดียวกัน	7.17	7.00	7.01	1.581
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
7.การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	7.28	6.67	6.98	5.345
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
8.ความเหนียวเหนอะหนะ บนผม	7.13	6.67	6.90	2.753
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
9.กลิ่น	6.81	6.67	6.74	2.153
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
10.ความหนืด	7.02	6.00	6.51	8.023
	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
11.ความมันบนผม	6.60	6.00	6.30	2.262
	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	
12.ความเรียบตรง	6.85	5.67	6.26	6.659
	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	
13.สี	6.17	5.37	5.77	5.472
	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 70 ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มี ส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามการยอมรับ

คุณลักษณะด้านความชอบ	การยอมรับ		เฉลี่ย	χ^2 -test
	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ		
1.ความชอบรวม	7.23	6.50	6.87	25.142*
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
2.ความลื่น	7.27	6.00	6.65	25.818*
	ชอบมาก	เฉยๆ	ชอบปานกลาง	
3.ความนุ่ม	7.15	6.00	6.58	25.694*
	ชอบปานกลาง	เฉยๆ	ชอบปานกลาง	
4.ความเงาเป็นประกาย	6.81	6.00	6.41	25.962*
	ชอบปานกลาง	เฉยๆ	ชอบปานกลาง	
5.ความหนืด	7.02	5.5	6.26	12.941*
	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	
6.ความยากง่ายในการทำให้ทั่วผม	7.56	7.50	7.53	0.818
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	
7.ความเหนียวเหนอะหนะบนผม	7.50	6.50	7.00	2.053
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
8.การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	7.27	6.50	6.89	7.562
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
9.ความเป็นเนื้อเดียวกัน	7.18	6.50	6.84	3.299
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
10.ความมันบนผม	6.54	7.00	6.77	3.178
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
11.กลิ่น	6.96	6.5	6.73	1.695
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
12.ความเรียบตรง	6.81	6.00	6.40	2.619
	ชอบปานกลาง	เฉยๆ	ชอบปานกลาง	
13.สี	6.25	6.00	6.13	2.020
	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 71 ข้อมูลคะแนนความชอบและระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มี ส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวแจกแจงตามความคิดเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับท้องตลาด

คุณลักษณะด้านความชอบ	ความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับ				χ^2 -test
	ท้องตลาด			เฉลี่ย	
	ดีกว่า	ดีเท่ากัน	ดีน้อยกว่า		
1.ความชอบรวม	7.33	7.28	6.5	7.03	13.85
	ชอบมาก	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
2.ความเรียบตรง	7.33	6.72	5.67	6.40	22.03*
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	เล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
3.ความยากง่ายในการทำให้ ทั่วผม	7.47	7.28	7.5	7.42	9.00
	ชอบมาก	ชอบมาก	ชอบมาก	ชอบมาก	
4.ความเป็นเนื้อเดียวกัน	7.20	7.17	7.00	7.12	4.82
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
5.ความลื่น	7.27	7.31	6.67	7.08	9.01
	ชอบมาก	เฉยๆ	เล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
6.ความนุ่ม	7.20	7.14	6.67	7.00	9.06
	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
7.กลิ่น	6.87	7.00	6.83	6.90	9.89
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
8.การกระจายตัวของ เนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	7.47	7.14	7.17	6.89	11.19
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
9.ความเหนียวเหนอะหนะ บนผม	7.20	6.97	6.50	6.89	9.47
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	
10.ความหนืด	7.26	6.93	6.33	6.84	7.16
	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
11.ความมันบนผม	7.00	6.45	5.5	6.77	13.92
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	เล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
12.ความเงาเป็นประกาย	7.00	6.83	6.00	6.61	12.47
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	เล็กน้อย	ชอบปานกลาง	
13.สี	6.73	6.41	5.5	6.21	15.80
	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ชอบเล็กน้อย	

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เริ่มจากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การศึกษากระบวนการผลิตโปรตีนรำข้าว การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ลิปออนบำรุงผมที่พัฒนาได้ในระหว่างการเก็บรักษา และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

การสำรวจความคิดเห็นผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม พบว่าผู้บริโภคมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ร้อยละ 92.9 โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่ามีส่วนผสมจากธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 80.7 รองลงมาคือ เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค คิดเป็นร้อยละ 52.1 โดยต้องการให้รูปแบบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมเป็นแบบคอนดิชันเนอร์แบบไม่ต้องล้างออก เช่น ลิปออน คิดเป็นร้อยละ 49.3

การสกัดโปรตีนจากรำข้าว เริ่มจากการนำรำข้าวสดไปสกัดไขมันออก จากนั้นนำไปสกัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยสกัดโปรตีนรำข้าวด้วยการตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และไม่ตกตะกอนโปรตีนรำข้าวก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าโปรตีนรำข้าวที่ไม่ตกตะกอนโปรตีนที่ความเป็นกรดต่าง 4.5 ก่อนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีร้อยละของผลผลิตสูงกว่าเมื่อเทียบกับโปรตีนของโปรตีนรำข้าวที่ตกตะกอนโปรตีนคือร้อยละ 19.94 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 30.53 มีปริมาณกรดอะมิโนกรดกลูตามิก, อาร์จินีนและกรดแอสปาทิกมากที่สุด ตามลำดับ มีค่าสี L^* a^* b^* เท่ากับ 62.27, 1.75 และ 16.77 ตามลำดับ โดยต้นทุนของการผลิตโปรตีนรำข้าว 1 กิโลกรัม ราคา 4,941 บาท

เนื่องจากการสำรวจความคิดเห็นผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผม มีความต้องการให้เป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผม แบบคอนดิชันเนอร์แบบไม่ต้องล้างออก หรือ ลิปออน จึงทำการพัฒนาสูตรลิปออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว โดยมีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ Carbopol polymer ร้อยละ 0.26, Sodium acrylate and acryloyldimethyltaurate copolymer and polysorbate 80 ร้อยละ 3.50, โปรตีนรำข้าวร้อยละ 1.75, Dimethicone ร้อยละ 8.74, กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว

ร้อยละ 0.18 และสารละลายสีเขียวร้อยละ 0.44 ตามลำดับ โดยมีค่าความหนืด 2,507 cP มีสีเขียวอ่อนในระบบ $L^* a^* b^*$ 76.82, -8.81 และ 21.85 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดต่าง 5.00 มีความคงตัวดีไม่แยกชั้น จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์และราทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และมียุทธศาสตร์ทางประสาทสัมผัสจากการทดสอบด้วยวิธีเชิงพรรณนา อยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมในท้องตลาดที่นำมาศึกษา ด้านต้นทุนทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวต่อ 1 หน่วย (60 กรัมต่อ 1 ขวด) มีราคาประมาณ 40.39 บาท ต่อ 60 กรัม

การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) ในสภาวะแรงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่าค่าคุณภาพส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นถึงความคงตัวที่ดีของสูตร

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว พบว่าส่วนใหญ่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีคุณภาพดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด คิดเป็นร้อยละ 58 และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 96 ซึ่งผู้ที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า สีและกลิ่นไม่น่าใช้ โดยผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่พัฒนาได้มีคะแนนความชอบโดยรวมในระดับปานกลาง

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่พัฒนาได้ยังมีต้นทุนการผลิตที่สูง เนื่องจากส่วนของต้นทุนการผลิตโปรตีนรำข้าว ซึ่งต้นทุนการผลิตส่วนนี้สามารถลดลงได้ถ้ามีการขยายการผลิตในระดับอุตสาหกรรม
2. ผลิตภัณฑ์สีฟออบบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวสูตรที่พัฒนาได้ควรมีการตรวจสอบปริมาณกรดอะมิโน เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์

3. นอกจากการนำโปรตีนรำข้าวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมแล้ว ควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของโปรตีนเพื่อการนำโปรตีนรำข้าวไปใช้ประโยชน์ในเครื่องสำอางประเภทอื่นๆ

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวควรใช้ระยะเวลาการศึกษาที่นานขึ้น เพื่อสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลีโอออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวได้จริง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เครือวัลย์ อัดตะวีริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด, ใน เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าว พัทลุง. ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. ความรู้เกี่ยวกับข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตรกระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงเคมีกายภาพของอาหาร. ฟอรัมแพทรีนติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

บัญชา ธนบุญสมบัติ และ สุภกาญจน์ คำมณี. 2544. จุลทรรศน์อิเล็กทรอนิกส์แบบสแกนิง ประตูลูโลกระดับจุลภาค. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

พนิดา อัสวาพิชยนต์. 2545. การประเมินคุณภาพเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสมุนไพร, น. 203-215. ในการประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์เทคนิคทางเทคโนโลยีเภสัชกรรม เพื่อการผลิตตำรับยาและเครื่องสำอางจากสมุนไพร. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์, นครปฐม.

พรรณนภา ดันดิศิริรินทร์. 2545. การปรับปรุงประสิทธิภาพในการสกัดโปรตีนจากรำสกัด โดยใช้สารละลายต่างและเอนไซม์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พานี ปรีชาชัยสุรัตน์, จารุภา วิโยชน์ และ ศิริพร ลาภสมบุญฉานนท์. 2537. การเปรียบเทียบสารที่มีคุณสมบัติปรับสภาพเส้นผม และการพัฒนาสูตรตำรับครีมนวดผม. ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พิมพ์ร ลีลาพรพิสิฐ. 2540. อิมัลชันทางเครื่องสำอาง. ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

- _____. 2543. เครื่องสำอางเพื่อความสะอาดฉบับปรับปรุง. ภาควิชาเทคโนโลยี
เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- วัชรวิ คุณกิติ. 2545. การประเมินผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- ศิริวัฒน์ มงคลกาญจนศิริ. 2545. การผลิตโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศ, กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: [http://ictc.
doae.go.th](http://ictc.doae.go.th), 5 มกราคม 2549.
- สุภารัตน์ เข็มยั้งยืน และ วรนุช ศรีเจษฎารักษ์. 2548. การสกัดโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าวและ
การประยุกต์ใช้ในขนมปัง. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 55-64 น.
- อดิณพ, บริษัท จำกัด. 2548. Formulation. Leave-on protector anti-stress hair care formulation
6779. แหล่งที่มา: <http://www.adinop.co.th>, 15 มิถุนายน 2549.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2534. ผลิตภัณฑ์ข้าวไทย: จากอดีตถึงปัจจุบันสู่อนาคต. วารสารอาหารและ
ยา 8(3): 70-74.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. การใช้ประโยชน์จากรำข้าว ในการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อการส่งออก.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อนันต์ ลือขจร. 2535. กล้องจุลทรรศน์และเทคนิคการถ่ายภาพทางชีววิทยา. โอ.เอส พรินต์ติ้ง
เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.
- Alan, J., S.P. Swift and E. Chahal. 2001. Flexabrasion: a method for evaluating hair
strength, *J. Cosmetics & Toiletries*. 12(116) : 54 p.

- Barber, S. and C. Benedito de Barber. 1980. Rice bran: Chemistry and technology, pp. 791-862. *In* B.S. Luh (ed.). **Rice: Production and Utilization**. AVI Publ. Co., Inc., Westport.
- Bera, M.B. and R.K Mukherjee. 1989. Solubility emulsifying and foaming properties of Rice bran protein concentrates. **J. Food Sci.** 54(1): 142-145.
- Bethany, K., K. Johnson., M. Quackenbush and J.S. Brian. 2007. Silicone for Hair Strengthening. **J. Cosmetics & Toiletries.** 3(122) : 59.
- Busch, P., K. Thiele., D. Fischer and D. Hollenberg. 1996. Teating permanent weves. **J. Cosmetics & Toiletries.** 4(111) : 41-54.
- Challoner, N.I., S.P. Chahal and R.T. Jones. 1997. Cosmetic proteins for skin care. **J. Cosmetics & Toiletries.** 12(112) : 51-63.
- Charles, F. 2002. Claims support listerature review part 3, hair care. **J. Cosmetics & Toiletries.** 11(117) : 56.
- Chen, L. and D.F. Houston. 1970. Solubilization and recovery of protein from defatted rice bran. **Cereal Chem.** 47:72-79.
- Colleen, R., B. Emily and W. Ellen. 2004. Asia hair : Its Properties, Physiology, Protection and the market for asian hair care. **J. Cosmetics & Toiletries.** 2(119) : 54-55.
- Connor, M.A., R.M. Saunder and G.O. Kohler. 1976. Rice bran protein concentrates obtained by wet alkaline extraction. **Cereal Chem.** 53:488-496.

- Damodaran, S. 1994. Structure-function relationship of food proteins, pp. 1-38. *In* N.S. Hettiarachchy and G.R. Ziegler, ed. **Protein functionality in food systems**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- _____. 1996. Funtional properties, pp. 167-224. *In* S. Nakai and H.W. Modler, eds. **Food Protein Properties and Characterization**. VHC Publishers, Inc., New York.
- Gnanasambam, R. and N.S. Hettiarachchy. 1995. Protein concentrates from unsabilizaed and stabilized rice bran: preparation and properties. **J. Food Sci.** 60: 1066-1074.
- Hamada, J.S. 1996. Separation and molecular mass distribution of rice protein by size-exclusion high performance liquid chromatography in a dissociating buffer. **J. Chromatogr. A.** 734: 195-203.
- _____. 1997. Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. **Cereal Chem.** 74(5): 662-668.
- Helm, R.M., and A.W. Brurk. 1996. Hypoallergenicity of rice protein. **J Cereal Food World**, 41: 839-843.
- Juliano, R.O. 1972. The rice caryopsis and its composition. **Cereal Chem.** 47 (5): 662-668.
- _____. 1985. **Rice: Chemistry and Technology**. 2nd ed. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota.
- _____. 1993. **Rice in Human Nutrition**. **FAO Food and Nutrition Series**, The International Rice Research Institute (IRRI), Laguna, and Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Rome.

- Kensella, J.E. 1976. Functional properties of food proteins: A review. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 7: 219-280.
- Kato, T., E. Katayama., S. Matsubara., Y. Omi and Matsuda. 2000. Release of allergenic protein from rice grains induced by high hydrostatic pressure. *J. Agri. Food Chem.* 48: 3124-3129.
- Klavon, J.A., R.D. Bennett and S.H. Vanier. 1992. Stable coupling agent from isolated soy protein. *J Food Sci.* 59: 945-947.
- Landers, P.S. and B.R. Hamaker. 1994. Antigenic properties of albumin, globulin, and protein concentrate fraction from rice bran. *Cereal Chem.* 71 : 409-411
- Lasztity, R. 1996. **The Chemistry of cereal Proteins.** 2nd ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Larzar, L.A. 1990. Salon testing. *In* WC, ed. **Clinical safety and efficacy testing of cosmetics.** USA: Marcel Dekker, Inc., New York.
- Luh, B.S. 1991. Rice hulls, *In* B.S. Luh, ed. **Rice: Utilization.** Volume II. 2nd ed. AVI. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Padhye, E.W., N. Begum and Q. Baset. 1995. Electrophoretic characterization of albumin and globulin protein of rice grains. *Bang. J. Bot.* 24: 115-120.
- Perry, R. and S. Randy. 1999. Tress testing procedures. **J. Cosmetics & Toiletries.** 11(114) : 47-52.

- Prakash, J. and G. Ramanatham. 1995. Effect of stabilization treatment of rice bran on functional properties of protein concentrates. **J. Food Agric.** 67: 181-18.
- Randy, S. and R. Perry. 1999. **Conditioning Agents for Hair and Skin.** Marcel Dekker, Inc., New York. 253-272.
- Schueller, R. and P. Romanowski. 1999. **Conditioning Agents for Hair and Skin.** Marcel Dekker, Inc., New York. 186-195.
- Sugimoto, T., K. Tanaka and Z. kasia. 1986. Improved extraction of rice prolamins. **Agric. Biol. Chem.** 50: 2409-2413.
- Starch, M.S. 1999. Screening silicones for hair luster. **J. Cosmetics & Toiletries.** 11(114): 55-60.
- Taira, H. 1989. Fatty acid composition of Indica and Japonica – types of Rice Bran and Milled Rice. **JAOCs.** 66 (9): 1326-1329.
- Ute, G., K. Maya. and H. Viola. 1998. Proteins: Classic Additives and Actives for Skin and Hair Care. **J. Cosmetics & Toiletries.** 13(113): 69-73.
- Villareal, R.M. and B.O., Juliano. 1978. Properties of glutelin from mature and developing rice grain. **Phytochem.** 17: 177-180.
- Wang, M., N. S. Hettiarachchy, M. Qi, W. Burks and T. Siebenmorgan. 1999. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. **J. Agric. Food Chem.** 47(2): 411-416.

Wickett, R. 2546. การประชุมวิชาการ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินคุณภาพเครื่องสำอาง
สำหรับเส้นผม. คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

Williams, D.F. and W.H. Schmitt. 1996. **Chemtics and Technology of the Cosmetics
and Toiletries Industry**. 2nd ed. Blackie Academic & Professional. London. 62-65 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การตรวจสอบคุณภาพของโปรตีน

1. ความสามารถในการละลายของไนโตรเจน

ทดสอบคุณสมบัติการละลาย (ดัดแปลงจาก Gnanasambandam และ Hettiaachchy, 1995) โดยนำตัวอย่างโปรตีน รำข้าวเข้มน้ำ 1.0 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และนำมาปรับค่า pH 4.5, 7.0 และ 9.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1.0 N กวนด้วยเครื่อง mixer เป็นเวลา 30 นาที จากนั้น เหยียงแยกด้วยเครื่องเหียงแยกที่ 5,000 ×g อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 15 นาที นำสารละลายส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี kjeldahl (A.O.A.C., 1995)

$$\text{ความสามารถในการละลายของไนโตรเจน} = \frac{\text{ปริมาณไนโตรเจนในสารละลายส่วนบน} \times 100}{\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างที่ใช้}}$$

2. คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน

Emulsion capacity (EC) ดัดแปลงจากวิธีการของ Prakash และ Ramanatham (1995) สารละลายโปรตีนรำข้าว ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปั่นผสมด้วยเครื่อง Homoginizer นาน 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 27 °C เติมน้ำมันถั่วเหลืองจากบิวเรต ด้วยอัตราเร็วคงที่ 5 มิลลิลิตรต่อนาที ในขณะที่ปั่นผสมอย่างต่อเนื่อง เติมน้ำมันถั่วเหลืองจนกระทั่งถึงจุดที่เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน บันทึกปริมาตรของ น้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ไป

$$EC = \text{ปริมาตรน้ำมันที่ถูกอิมัลซิไฟด์ด้วยตัวอย่าง 1 กรัม}$$

3. คุณสมบัติการเกิดฟอง

ทดสอบคุณสมบัติการเกิดโฟม (ดัดแปลงจาก Prakash และ Ramanatham, 1995) โดยนำตัวอย่างโปรตีนรำข้าวเข้มข้น 2.0 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 7.0 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1.0 N จากนั้นนำมาใส่ในเครื่องปั่นผสมไฟฟ้าและปั่นผสมที่ความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที จากนั้น เทใส่กระบอกตวงขนาด 150 มิลลิลิตร อย่างช้าๆ วัดปริมาตรของโฟมและรายงานเป็นค่า Foaming Capacity

$$\text{Foaming capacity (FC)} = \frac{V_0 - 15 \times 100}{15}$$

ภาคผนวก ข

การวิจัยผู้บริโภค

การอภิปรายกลุ่ม, การสำรวจผู้บริโภคและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion)

Moderator's Guide

สวัสดีค่ะ วันนี้ดิฉันนางสาวสุพรรณชลิ ทรัพย์เจริญ เป็นผู้ดำเนินการในการอภิปรายแบบ Focus group ซึ่งคุณเป็นส่วนสำคัญในการอภิปรายในหัวข้อที่น่าสนใจต่างๆ ดิฉันหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรมทัศนคติ ความต้องการเกี่ยวกับหัวข้อที่กำหนด ทุกคนสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องคำนึงว่าจะถูกหรือผิด มีความคิดเห็นอย่างไรสามารถออกมาได้โดยที่เห็นด้วยหรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและปฏิบัติต่อไปในการอภิปรายครั้งนี้

ความเป็นมาของโครงการนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผม โดยเพิ่มส่วนผสมจากธรรมชาติ คือ โปรตีนสกัดจากรำข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค วัตถุประสงค์ของการอภิปรายกลุ่มครั้งนี้ เพื่อเป็นการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับ ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีอยู่ในตลาดและที่จะพัฒนา รวมทั้งสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ก่อนการอภิปรายจะเริ่มขึ้น ดิฉันขอชี้แจงข้อกำหนดบางประการให้ทุกท่านได้ทราบดังนี้

1. จะมีการบันทึกเทปรหว่างการร่วมอภิปราย เพื่อช่วยทำให้ปฏิบัติงานได้เร็วขึ้น และนำข้อมูลไปศึกษาต่อไป โดยไม่มีการอ้างอิงถึงชื่อทุกท่านไม่ว่ากรณีใดก็ตาม
2. ขอให้ทุกท่านพูดเสียงดัง เพื่อให้ทุกคนได้ยินชัดเจน
3. เมื่อต้องการพูดแสดงความคิดเห็น หรือถามคำถามใดๆ กรุณาบอกชื่อของคุณก่อนทุกครั้ง
4. ขอให้ทุกท่านเคารพความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปราย และขอให้แสดงความคิดเห็นของคุณ แต่กรุณาอย่าพูดแข่งคนอื่น
5. กรุณาปิดเครื่องมือสื่อสารทุกชนิด เพื่อไม่ให้รบกวนผู้อื่นขณะอภิปราย

ขอเปิดการอภิปรายโดยเริ่มจากคำถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ทุกท่านเคยใช้

1. คำถามเกี่ยวกับพฤติกรรม ทักษะ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมทั่วไป
 - 1.1 เหตุผลที่คุณใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมเพื่ออะไร
 - 1.2 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่คุณเคยใช้ยี่ห้ออะไร คุณชอบหรือไม่ และผลิตภัณฑ์เป็นแบบใด
 - 1.3 ทำไมจึงใช้ยี่ห้อนี้ ดีหรือแตกต่างจากยี่ห้ออื่นอย่างไร
 - 1.4 เมื่อใดที่คุณจะใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม
 - 1.5 คุณใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมบ่อยครั้งแค่ไหน
 - 1.6 ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมพิจารณาจากสิ่งใด
 - 1.7 เมื่อคุณใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมแล้ว พบปัญหาใดเกิดขึ้นบ้าง
 - 1.8 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่คุณต้องการจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร
 - 1.9 คุณคาดหวังอะไรในผลิตภัณฑ์บำรุงผมบ้าง
 - 1.10 สถานที่ที่คุณซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมคือที่ใดบ้าง
 - 1.11 คุณเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมในแต่ละครั้งเท่าไร
 - 1.12 ปริมาณของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่คุณซื้อคือเท่าใด

ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่จะทำการพัฒนา จะเพิ่มส่วนผสมที่มาจากธรรมชาติ คือ โปรตีนสกัดจากรำข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม โปรตีนมีคุณสมบัติในการให้ความชุ่มชื้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผม ลดการแตกปลายของเส้นผม ปรับสภาพผมทำให้ผมสุขภาพดีมีชีวิตชีวา ดิฉันขอให้ทุกท่านแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. คำถามเกี่ยวกับ พฤติกรรม ทักษะ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าว

- 2.1 คุณเคยเห็นหรือรู้จักผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดมารมาก่อนหรือไม่
- 2.2 ถ้ามีผลิตภัณฑ์บำรุงผม ที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าว ออกสู่ตลาดคุณสนใจหรือไม่
- 2.3 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่คุณต้องการควรเป็นแบบใด

2.4 สี ที่ต้องการควรเป็นกลิ่น และอย่างไร

2.5 ขนาดและราคาที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมควรเป็นเท่าใด

ท่านใดมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ หรือ มีคำถามที่สงสัยก่อนจบการอภิปรายครั้งนี้หรือไม่
ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี

การสำรวจผู้บริโภคเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง แบบสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมของผู้บริโภค ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในวิทยานิพนธ์ของ นางสาวสุพัฒน์ชลิ ทรัพย์เจริญ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยคำตอบของท่าน ผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับ ซึ่งไม่มีผลเสียหายต่อท่านแต่ประการใด จึงขอให้ท่านกรุณาตอบแบบสอบถามตามความคิดเห็นของท่าน ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย หน้าข้อที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านมีอายุอยู่ในช่วงใด

18 - 25 ปี

26 - 33 ปี

34 - 40

2. ท่านมีการศึกษาในระดับใด

ต่ำกว่ามัธยม

มัธยม

อนุปริญญา

ปริญญาตรี

ปริญญาโท หรือ สูงกว่า

3. ท่านมีอาชีพใด

นักเรียน/นักศึกษา

รับราชการ

พนักงานรัฐวิสาหกิจ

พนักงานบริษัท

เจ้าของกิจการ

อื่นๆ โปรดระบุ.....

4. ลักษณะผมของท่านเป็นแบบใด (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ผมยาว () ผมสั้น () ผมตรง
 () ผมหยักศก () ผมหยิก () ผมผ่านการย้อมทำสี
 () ผมผ่านการตัดหรือยัด () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการใช้และการบริโภคผลิตภัณฑ์บำรุงผม

5. ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ท่านใช้เป็นประจำเป็นแบบใด (เลือก 1 ข้อ)

- () คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก) () คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก)
 () น้ำมัน (hair coat) () สเปรย์
 () เจล () โลชั่น
 () ครีม/โคลนหมักผม () อื่นๆ โปรดระบุ.....

6. ผลิตภัณฑ์บำรุงผมยี่ห้อใดที่ท่านใช้ (เลือก 1 ข้อ)

- () แพนทีน () ซัลซิด () โดฟ
 () ลอรีอัล () ออเรนทัล () ฟรีแอนด์ฟรี
 () ริจอยส์ () อื่นๆ โปรดระบุ.....

7. ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ท่านใช้เป็นประจำ มีวิธีการใช้อย่างไร

- () ใช้ชโลมผมก่อนสระผม
 () ใช้หมักผมหลังสระผมแล้วล้างออก (เช่น คอนดิชันเนอร์แบบล้างออก ครีม/โคลนหมักผม)
 () ใช้ชโลมผมหลังสระขณะเปียกหมาด
 () ใช้ชโลมผมขณะผมแห้ง
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมของท่าน

- () มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน () วันละ 1 ครั้ง () 2-3 วันต่อครั้ง
 () สัปดาห์ละ 1 ครั้ง () เดือนละ 1 ครั้ง () 5. อื่นๆ โปรดระบุ.....

9. เหตุผลของท่านในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () บำรุงเส้นผมให้สวยและเงางาม
 () ทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟู
 () ทำให้ผมจัดทรงง่ายและอยู่ทรงได้นาน
 () ทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น

- () ป้องกันและแก้ไขปัญหามมแตกปลาย
- () ทำให้ผมหวีง่ายไม่พันกัน
- () ป้องกันอันตรายจากมลภาวะต่างๆ เช่น ความร้อน ควันพิษ
- () อื่นๆ โปรดระบุ.....

10. ท่านชอบอะไรบ้าง ในตัวผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใช้อยู่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ใช้ง่ายและสะดวก
- () ชอบเพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องล้างออกทำให้ประหยัดเวลา (ในกรณีที่ใช้แบบไม่ต้องล้างออก)
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์สามารถล้างออกได้ง่าย (ในกรณีที่ใช้แบบล้างออก)
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ไม่เหนียวเหนอะหนะ
- () ชอบเพราะสามารถแก้ปัญหามผมให้ลดลงได้ (เช่น ทำให้ผมเรียบตรง, ผมนุ่มและชุ่มชื้น, ลดการแตกปลาย)
- () ชอบเพราะช่วยปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้นจากการได้รับอันตรายต่างๆ เช่น การทำสี คัด ยืด เป่าผม
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์ทำให้ผมสวยและเงางามขึ้น
- () ชอบเพราะผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ
- () อื่นๆ โปรดระบุ.....

11. ปัญหาใดบ้างที่ท่านเคยพบ ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ยุ่งยากในการใช้งาน เช่น ต้องหมักผมทิ้งไว้, ต้องใช้ควบคู่กับการอาบน้ำ
- () ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะและมันเร็วกว่าปกติ
- () ทำให้ผมมันเร็วกว่าปกติ
- () ทำให้ผมลื่นเกินไป
- () คันหนังศีรษะ
- () มีปัญหารังแคตามมาหลังจากการใช้
- () ผลิตภัณฑ์ มีราคาค่อนข้างแพง
- () ไม่พบปัญหาใดๆ
- () อื่นๆ โปรดระบุ.....

12. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมของท่าน / ครั้ง ประมาณเท่าไร

- () ไม่เกิน 100 บาท () 100-200 บาท () 201-300 บาท
 () 301-400 บาท () 401-500 บาท () มากกว่า 500 บาท

13. ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ท่านใช้อยู่มีปริมาณเท่าใด

- () 50 - 100 ml. () 101 - 150 ml. () 151 - 200 ml.
 () 201 - 250 ml. () 251 - 300 ml. () อื่นๆ

15. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมของท่าน ข้างล่างนี้มีความสำคัญระดับใด

(กรุณาให้เครื่องหมาย \surd ในช่องว่างให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด)

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ต้องมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ					
ผลิตภัณฑ์ควรมีกลิ่นหอม					
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งสี					
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้ง่ายสะดวก					
ควรเป็นผลิตภัณฑ์แบบชนิดที่ไม่ต้องล้างออก					
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมเหนียว					
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมหลุดหรือร่วงไป					
เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำให้ผมมันเร็วเกินไป					
มีประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม					
เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยแก้ปัญหาผมให้ลดลงได้ (เช่น ทำให้ผมเรียบตรง, ผมนุ่มและชุ่มชื้น, ลดการแตกปลาย)					
เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยปรับสภาพเส้นผมที่ได้รับอันตรายต่างๆ เช่น การทำสี คัด ยืด เป่าผม					
มีส่วนผสมของสารที่ช่วยในการบำรุงผม					
อ่อนโยนกับผม ใช้น้ำแล้วไม่แพ้					
บรรจุภัณฑ์สวยงาม					
บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้					
มีราคาไม่แพงเกินไป					
สามารถหาซื้อได้ง่าย					
มีการโฆษณาและฟรีเซนต์อร์ที่น่าเชื่อถือ					
ผลิตโดยบริษัทที่มีชื่อเสียง					

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าว มีคุณสมบัติที่สำคัญคือเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม ให้ความชุ่มชื้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผม ลดการแตกปลายของเส้นผม ปรับสภาพผมทำให้ผมสุขภาพดีมีชีวิตชีวา

16. ถ้ามีผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าว ท่านจะใช้หรือไม่
- () 1. ใช่ เพราะ
- () 2. ไม่ใช่ เพราะ
17. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมโปรตีนจากรำข้าว น่าสนใจเพราะเหตุใด (เลือกได้หลายคำตอบ)
- () เพราะใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติ
- () เพราะสามารถนำรำข้าวมาสกัดเป็นโปรตีนได้ เป็นการช่วยเพิ่มมูลค่า
- () เพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค
- () อื่นๆ.....
18. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าวเป็นแบบใด
- () คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก) () คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก)
- () น้ำมัน (hair coat) () สเปรย์
- () เจล () โลชั่น
- () ครีม/โคลนหมักผม () อื่นๆ โปรตระกูล.....
19. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าวมีสีหรือไม่
- () มี โปรตระกูล.....
- () ไม่มีสี (เป็นสีธรรมชาติ)
20. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากรำข้าวมีกลิ่นหรือไม่
- () มี โปรตระกูล.....
- () ไม่มีกลิ่น (กลิ่นธรรมชาติ)
21. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผม ควรมีรูปแบบภาชนะบรรจุที่เหมาะสมเป็นแบบใด
- () แบบขวดบีบ () แบบขวดมีหัวปั๊ม () แบบขวดสเปรย์
- () แบบกระปุกครีม () แบบหลอด () อื่นๆ

22. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวขนาด 100 ml. ควรเป็นเท่าใด

- () ไม่เกิน 100 บาท () 100-200 บาท () 201-300 บาท
() 301-400 บาท () 401-500 บาท () มากกว่า 500 บาท

---- ขอขอบคุณค่ะ ----

แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวที่พัฒนาได้
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าวเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ นางสาวสุพรรณชลิ ทรัพย์เจริญ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

คำอธิบาย ลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว เป็นการนำผลพลอยได้จากการผลิตข้าวมาใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่ม และพัฒนาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ซึ่งโปรตีนรำข้าว (Rice Bran Protein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดอาการแพ้ต่ำโปรตีนในรำข้าวมีปริมาณกรดอะมิโนที่สำคัญหลายชนิด เช่น กรดกลูตามิก, อาร์จินีน, กรดแอสปาดิก และ ลิวซีน ซึ่งกรดอะมิโนมีประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม เนื่องจากมีคุณสมบัติในการให้ความชุ่มชื้น เหมาะในการบำรุงเส้นผม ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผม ป้องกันการถูกทำลายของเส้นผม ปรับสภาพผมทำให้ผมสุขภาพดี ลดการแตกปลายของเส้นผม นอกจากนี้ยังมีโปรวิตามินบีที่ช่วยบำรุงเส้นผม จากประโยชน์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว และในการทดสอบครั้งนี้ ต้องการทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภค เพศหญิงที่มีปัญหาด้านเส้นผม ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

ตัวอย่างที่แจกให้: ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลึฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

คำแนะนำในการใช้: หลังจากการสระผมกรุณาคัดตัวอย่างที่ได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับความยาวเส้นผมของท่าน ซิลอมตัวอย่างลงบนเส้นผมขณะผมเปียกหมาดให้ทั่ว แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม

- หมายเหตุ** - กรุณาเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง ไม่ควรเก็บไว้ในที่กลางแจ้ง
 - หากมีอาการระคายเคืองใดๆ กรุณาหยุดใช้ทันที

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านมีอายุอยู่ในช่วงใด

<input type="checkbox"/> 18 - 25 ปี	<input type="checkbox"/> 26 - 33 ปี	<input type="checkbox"/> 34 - 40 ปี
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------
2. ท่านมีการศึกษาในระดับใด

<input type="checkbox"/> ต่ำกว่ามัธยม	<input type="checkbox"/> มัธยม	<input type="checkbox"/> อนุปริญญา
<input type="checkbox"/> ปริญญาตรี	<input type="checkbox"/> ปริญญาโท หรือ สูงกว่า	
3. ท่านมีอาชีพใด

<input type="checkbox"/> นักเรียน/นักศึกษา	<input type="checkbox"/> รับราชการ	<input type="checkbox"/> พนักงานรัฐวิสาหกิจ
<input type="checkbox"/> พนักงานบริษัท	<input type="checkbox"/> เจ้าของกิจการ	<input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....
4. ลักษณะของผมนของท่านเป็นแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

<input type="checkbox"/> ผมตรง	<input type="checkbox"/> ผมหยักศก	<input type="checkbox"/> ผมหยิก
<input type="checkbox"/> ผมแห้ง	<input type="checkbox"/> ผมมัน	<input type="checkbox"/> ผมพองฟู
<input type="checkbox"/> ผมแตกปลาย	<input type="checkbox"/> ผมไม่มีน้ำหนัก จัดทรงยาก	<input type="checkbox"/> ผมผ่านการย้อมทำสี
<input type="checkbox"/> ผมผ่านการตัดหรือยัด <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ.....		
5. ผลลัพธ์ที่บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุดเป็นแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

<input type="checkbox"/> แบบล้างออก	<input type="checkbox"/> แบบไม่ต้องล้างออก
-------------------------------------	--
6. ผลลัพธ์ที่บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุดยี่ห้ออะไร

.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

7. ความยากง่ายในการหวีผม ขณะผมเปียก

<input type="checkbox"/> หวียาก	<input type="checkbox"/> หวีไม่ยากและไม่ยากเกินไป	<input type="checkbox"/> หวีง่าย
---------------------------------	---	----------------------------------
8. ความลื่นของเส้นผม ขณะเปียก

<input type="checkbox"/> ผมไม่ลื่น	<input type="checkbox"/> ผมลื่นปานกลาง	<input type="checkbox"/> ผมลื่นมาก
------------------------------------	--	------------------------------------
9. ความยากง่ายในการหวีผม ขณะผมแห้ง

<input type="checkbox"/> หวียาก	<input type="checkbox"/> หวีไม่ยากและไม่ยากเกินไป	<input type="checkbox"/> หวีง่าย
---------------------------------	---	----------------------------------
10. ความนุ่มของผม

<input type="checkbox"/> ผมไม่นุ่มเลย	<input type="checkbox"/> ผมนุ่มปานกลาง	<input type="checkbox"/> ผมนุ่มมาก
---------------------------------------	--	------------------------------------

11. ความสามารถในการจัดทรง
 จัดทรงไม่ได้เลย จัดทรงได้ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป จัดทรงได้ง่าย
12. การชี้ฟูของผม
 ผมไม่ชี้ฟูเลย ผมชี้ฟูปานกลาง ผมชี้ฟูมาก
13. ความเรียบตรงของผม
 ไม่เรียบตรงเลย เรียบตรงปานกลาง เรียบตรงมาก
14. ความเงาเป็นประกายของผม
 ไม่มีความเงาเป็นประกายเลย มีความเงาเป็นประกายปานกลาง
 มีความเงาเป็นประกายมาก
15. ปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์
 มี (ทำต่อข้อ 15.1) ไม่มี (ทำต่อข้อ 16)
- 15.1 ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 ผมแห้ง พองฟู ผมลึบเกินไป
 ทำให้เกิดรังแค คันหนังศีรษะ
 เกิดคราบสีขาวบนผมผมหรือหนังศีรษะ ระคายเคืองหนังศีรษะ
 ผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระเร็วกว่าปกติ ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะ
 ไม่มีปัญหาเลย อื่นๆ โปรดระบุ.....
16. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นี้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สีฟออนบำรุงผมที่ท่านใช้เป็นประจำ
 ดีกว่า ดีเท่ากัน ดีน้อยกว่า
17. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่
 ยอมรับ (ข้ามไปตอบข้อ 18)
 ไม่ยอมรับ (ตอบข้อ 17 ต่อ)
18. เหตุผลที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 สีและกลิ่นไม่น่าใช้ ผมแห้งพองฟู
 เหนียวเหนอะหนะ ผมลึบเกินไป
 ทำให้ผมมัน เกิดคราบสีขาวบนผมหรือหนังศีรษะ
 ทำให้เกิดรังแค เกิดอาการแพ้ เช่น ผื่น คันหนังศีรษะ ตุ่มน้ำใส
 อื่น ๆ โปรดระบุ

19. กรุณาให้คะแนนความชอบด้านต่างๆ ให้ตรงกับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (กรุณาให้เครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างให้ตรงกับความรู้สึกของท่าน)

คุณลักษณะ	ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปาน กลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปาน กลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด
1.สี									
2.กลิ่น									
3.ความขื่นหนืด									
4.ความเป็นเนื้อเดียวกัน									
5.การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ									
6.ความยากง่ายในการทา									
7.ความเหนียวเหนอะหนะ									
8.ความยากง่ายในการหวี									
9.ความเรียบตรง									
10.ความมันบนผม									
11.ความเงาเป็นประกาย									
12.ความนุ่ม									

20. หากผลิตภัณฑ์มีวางจำหน่ายในท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ (ตอบข้อ 21)

() ไม่ซื้อ (ข้ามไปตอบข้อ 22)

21. เหตุผลที่ซื้อผลิตภัณฑ์

- () ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม () ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม
- () ทำให้ผมลื่นหวีง่ายไม่พันกัน () ทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟู
- () ทำให้ผมจัดทรงง่ายและอยู่ทรงได้นาน () ทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น
- () ช่วยปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้น () ทำให้ผมสวยเป็นประกายเงางาม
- () ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ () ง่ายและสะดวกในการใช้
- () ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้ () อื่น ๆ โปรดระบุ

22. เหตุผลที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์

- () สีและกลิ่นไม่น่าใช้ () ผมแห้งพองฟู
- () เหนียวเหนอะหนะ () ผมลื่นเกินไป
- () ทำให้ผมมัน () เกิดคราบสีขาบบนผมเส้นผมหรือหนังศีรษะ
- () ทำให้เกิดรังแค () เกิดอาการแพ้ เช่น ผื่น คันหนังศีรษะ ตุ่มน้ำใส
- () อื่น ๆ โปรดระบุ

23. ราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ต่อ 100 กรัม

- () ไม่เกิน 100 บาท () 100-200 บาท () 201-300 บาท
- () 301-400 บาท () 401-500 บาท () มากกว่า 500 บาท

24. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ค

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเชิงพรรณนา

ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ฝึกฝนโดยวิธีเชิงพรรณนาโดยวิธีพื้นฐาน เริ่มจากการพัฒนา คำศัพท์ที่ใช้ในการทดสอบ คือการให้ผู้ทดสอบทุกคนได้สังเกตคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ และแสดงความคิดเห็น ตกลงกันเพื่อให้ได้คำศัพท์ที่ใช้อธิบายคุณลักษณะ และวิธีการทดสอบ คุณลักษณะนั้นๆ ที่ผู้ทดสอบทุกคนยอมรับ และเข้าใจตรงกัน แล้วทำการฝึกฝนผู้ทดสอบจน สามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่าง และสามารถให้ระดับความเข้มของคุณลักษณะเป็นไปใน ทิศทางเดียวกัน จึงจะสามารถให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ ซึ่งคำศัพท์ ที่อธิบายคุณลักษณะก่อนการใช้ คุณลักษณะระหว่างการใช้ และคุณลักษณะภายหลังการใช้ และ วิธีการประเมินคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ฟองอบนุ่มที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ ค1 และมีขั้นตอนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดังนี้

1. ประเมินคุณลักษณะก่อนใช้ โดยกดตัวอย่างออกจากขวดลงให้มีปริมาณตัวอย่างขนาดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร (ขนาดประมาณเหรียญ 50 สตางค์)
2. ทาตัวอย่างลงบนปอขมให้ทั่ว ประเมินคุณลักษณะระหว่างใช้และหลังใช้
3. ล้างมือให้สะอาดเช็ดให้แห้ง และพัก 1-2 นาที แล้วทดสอบตัวอย่างต่อไป

ตารางผนวกที่ ๑1 ปัจจัยคุณภาพจากการฝึกฝนผู้ทดสอบจำนวน 10 คน โดยวิธีเชิงพรรณนา

คุณลักษณะ	วิธีการประเมิน	หน่วยวัดความเข้มปัจจัย
คุณลักษณะก่อนใช้		
1. ความสว่าง	เปรียบเทียบสว่างของสี	อ่อน - เข้ม
2. กลิ่น	เปรียบเทียบกลิ่นแอปเปิ้ลของตัวอย่างกับกลิ่นแอปเปิ้ลที่กำหนดให้	อ่อน - เข้ม
3. ความหนืด	เทตัวอย่างบนฝ่ามือแล้วพลิกฝ่ามือให้ตัวอย่างไหล	น้อย - มาก
4. ความเป็นเนื้อเดียวกัน	สังเกตความเร็วในการไหลของตัวอย่าง	น้อย - มาก
	สังเกตเนื้อผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนมือ เป็นเนื้อเดียวกันหรือแยกชั้นหรือไม่	น้อย - มาก
คุณลักษณะระหว่างการใช้		
1. การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	สังเกตการกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	น้อย - มาก
2. ความยากง่ายในการเสียนม	สังเกตการเกลี่ยผลิตภัณฑ์ระหว่างทาปอยผม	น้อย - มาก
3. ความเหนียวเหนอะหนะ	ทาผลิตภัณฑ์ลงบนปอยผมสังเกตความเหนียวเหนอะหนะที่เกิดขึ้นขณะทา	น้อย - มาก
คุณลักษณะหลังการใช้		
1. ความยากง่ายในการหวี	หวีปอยผมสังเกตความยากง่ายในการหวีว่าหวีได้ยากง่ายเพียงใด	ยาก - ง่าย
2. ความเรียบตรง	ชูปอยผมที่ทำตัวอย่างสังเกตความเรียบตรงว่ามีความชี้ฟู และความพองของปอยผม	น้อย - มาก
3. ความมันบนเส้นผม	สัมผัสปอยผมที่ทำตัวอย่างสังเกตความมันแบบน้ำมันที่ตกค้างอยู่บนปอยผม	น้อย - มาก
4. ความเงาเป็นประกาย	สังเกตปริมาณแสงสะท้อนที่ตกกระทบบนปอยผมในมุม 45°	น้อย - มาก
5. ความนุ่ม	กำปอยผมที่ทำตัวอย่างจากนั้นค่อยๆ คลายมือออก	น้อย - มาก
	สังเกตความนุ่ม	น้อย - มาก

แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสวิธีเชิงพรรณนา

แบบประเมินผลิตภัณฑ์บำรุงผม

ชื่อ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์สีฟอนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว แล้วทำเครื่องหมายบนเส้นแสดงความเข้มของแต่ละคุณลักษณะในตำแหน่งที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน

ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

สีขา

 อ่อน เข้ม

ความหนืด

 น้อย มาก

ความเป็นเนื้อเดียวกัน

 น้อย มาก

คุณลักษณะระหว่างการใช้

การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ

 น้อย มาก

ความยากง่ายในการทาเส้นผม

 ยาก ง่าย

แบบทดสอบ

วิธี Hedonic และ Just about Right

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างลิฟออนบำรุงผม โดยกดตัวอย่างพอประมาณ สังเกตลักษณะของ
ผม จากนั้นให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก

คะแนนความชอบ

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คะแนนความเข้มข้น

- 1 = น้อยเกินไปมาก 2 = ค่อนข้างน้อยเกินไป 3 = พอดี
4 = ค่อนข้างมากเกินไป 5 = มากเกินไปมาก

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	ความชอบ	ความเข้มข้น	ความชอบ	ความเข้มข้น	ความชอบ	ความเข้มข้น
1. สี						
2. กลิ่น						
3. ความเป็นเนื้อเดียวกัน						
4. ความหนืด						
5. การกระจายตัวของผลิตภัณฑ์						
6. ความชอบรวม						

แบบทดสอบ

วิธี Hedonic และ Just about Right

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างลิฟออนบำรุงผม โดยกดตัวอย่างพอประมาณ สังเกตลักษณะของผม จากนั้นให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก

คะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

คะแนนความเข้มข้น

- | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|
| 1 = น้อยเกินไปมาก | 2 = ค่อนข้างน้อยเกินไป | 3 = พอดี |
| 4 = ค่อนข้างมากเกินไป | 5 = มากเกินไปมาก | |

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	ความชอบ	ความเข้มข้น	ความชอบ	ความเข้มข้น	ความชอบ	ความเข้มข้น
1. ความเหนียว เหนอะหนะ						
2. ความเรียบตรง						
3. ความมันบนเส้น ผม						
4. ความเงาบนผม						
5. ความนุ่ม						
6. ความยากง่ายใน การหวี						
7. ความชอบรวม						

แบบทดสอบ

วิธี Hedonic และ Just about Right

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างลิฟออนบำรุงผม โดยกดตัวอย่างพอประมาณ คมกลิ่นของตัวอย่าง จากนั้นให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก

คะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

คะแนนความเข้ม

- | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|
| 1 = น้อยเกินไปมาก | 2 = ค่อนข้างน้อยเกินไป | 3 = พอดี |
| 4 = ค่อนข้างมากเกินไป | 5 = มากเกินไปมาก | |

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	ความชอบ	ความเข้ม	ความชอบ	ความเข้ม	ความชอบ	ความเข้ม
1. กลิ่นก่อนใช้						
2. กลิ่นขณะใช้						
3. กลิ่นหลังใช้						
4. ความชอบรวม						

แบบทดสอบความชอบด้านกลิ่นของลิฟออนบำรุงผม

ด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบ (Preference ranking)

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลิฟออนบำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ คมกลิ่นของตัวอย่างลิฟออนบำรุงผม จากนั้นเรียงลำดับความชอบด้านกลิ่น

ลำดับความชอบ

1 = ชอบน้อยที่สุด

2 = ชอบปานกลาง

3 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

ลำดับที่

แบบทดสอบความชอบด้านสีของสีฟอนบารุงผม

ด้วยวิธี Hedonic และ Just about Right

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สีฟอนบารุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนรำข้าว

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างสีฟอนบารุงผม โดยกดตัวอย่างพอประมาณ คมกลื่นของตัวอย่าง จากนั้นให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก

คะแนนความชอบ

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

คะแนนความเข้ม

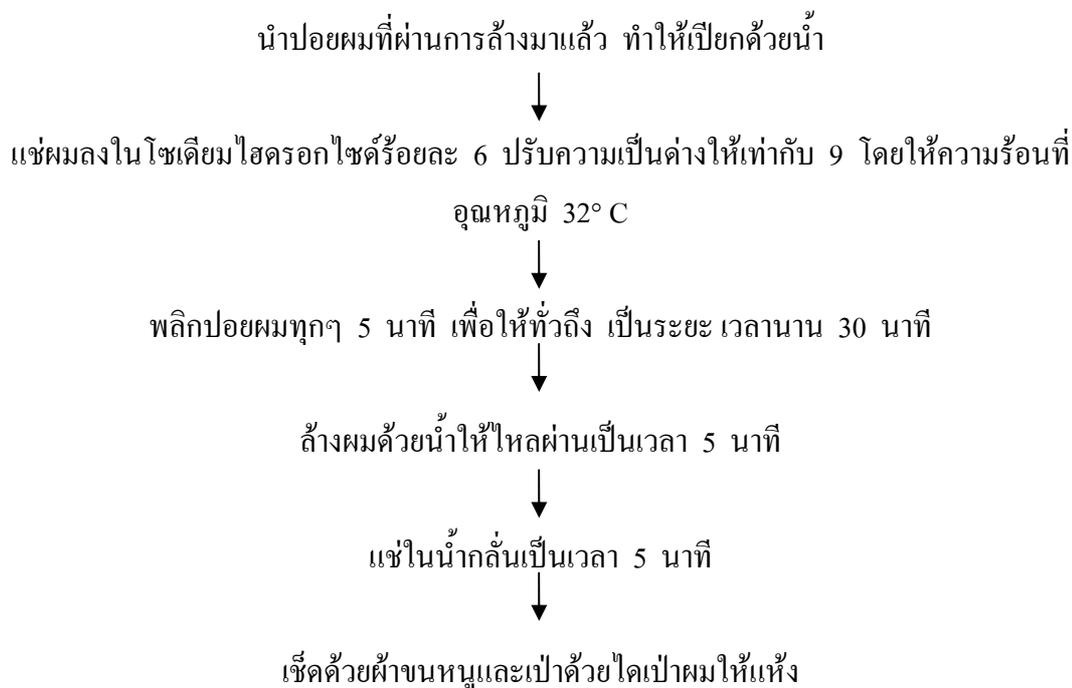
- | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|
| 1 = น้อยเกินไปมาก | 2 = ค่อนข้างน้อยเกินไป | 3 = พอดี |
| 4 = ค่อนข้างมากเกินไป | 5 = มากเกินไปมาก | |

คุณลักษณะ	รหัส _____		รหัส _____		รหัส _____	
	ความชอบ	ความเข้ม	ความชอบ	ความเข้ม	ความชอบ	ความเข้ม
สี						
ความชอบรวม						

ภาคผนวก ง

การเตรียมผม

การฟอกสี (Bleaching)



ภาพผนวกที่ 1 การฟอกสีปอยผมเพื่อการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ
ที่มา : Perry and Randy (1999)

การล้างผม

ผสมน้ำกับ Sodium laureth sulfate ด้วยอัตราส่วนร้อยละ 2



นำปอยผมแช่ในสารละลาย Sodium laureth sulfate ที่เตรียมไว้
เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40° C



ล้างผมด้วยน้ำให้ไหลผ่านเป็นเวลา 5 นาที



แช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที



เช็ดด้วยผ้าขนหนูและเป่าด้วยไดเป่าผมให้แห้ง

ภาพผนวกที่ ๒ การล้างปอยผมเพื่อการทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ

ที่มา : Perry and Randy (1999)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นางสาวสุพัฒน์ชลิ ทรัพย์เจริญ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	4 พฤศจิกายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดพิษณุโลก
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2547)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	1. ผู้ช่วยสอน ในวิชาโครงการงานการพัฒนา ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ระดับปริญญาตรี (พ.ศ. 2547 - 2548) 2. ผู้ช่วยวิจัย สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทาง การเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (KAPI) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในฝ่ายปฏิบัติการเทคโนโลยี การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (พ.ศ. 2548 - 2550)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาประจำปี งบประมาณ 2549