

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสท
จากไหมอีรี่ (Leave on)

ผลการทดลอง

1.การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไหมอีรี่

1.1 การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกจากการศึกษาด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion)

จากผลการอภิปรายกลุ่มกับผู้บริโภค เพื่อรวบรวมแนวความคิด และทัศนคติของผู้บริโภค(ในเชิงคุณภาพ) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมชนิดไม่ต้องล้างออกในผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเพศผู้หญิงและชาย อายุ 18 - 55 ปี โดยแยกศึกษาเป็น 3 ช่วงอายุ คือ 18-30 ปี 31-43 ปี และ 44-55 ปี กลุ่มละ 8-10 คน โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์จากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผม หรือเป็นผู้ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมต่อเนื่องอยู่เป็นประจำ ซึ่งผลการศึกษาได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวคิดพฤติกรรมและทัศนคติผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม

หัวข้อ	แนวคิด พฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก
1. ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก (leave on)	- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้บำรุงเส้นผม ช่วยให้ผมลื่นและนุ่มขึ้น - สามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์จัดแต่งทรงผมได้และจัดทรงผมระหว่างวัน - ช่วยให้เส้นผมเงางาม มีน้ำหนัก ไม่ชี้ฟู - ผลิตภัณฑ์สามารถช่วยปกป้องเส้นผมจากความร้อนได้ - ช่วยปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้น ไม่ทำให้ผมแห้ง
2. วัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก	- เพื่อให้ผมนุ่มลื่น และบำรุงเส้นผม สามารถป้องกันไม่ให้เส้นผมชี้ฟูหลังการสระ - ปกป้องเส้นผมจากมลภาวะและการถูกทำลายจากแสงแดด
3. ช่วงเวลาในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก	- เมื่อผมหมาดๆ และหรือเมื่อผมแห้ง - สามารถใช้ทุกครั้งหลังสระผมหรือในระหว่างวันได้
4. ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก	- ผมเหนียว เหนอะหนะ ถ้าใช้น้อยเกินไปจะทำให้ผมฟูเร็ว ถ้าใช้มากเกินไปทำให้ผมเหนียว ผมลื่น ผมมันเกินไปมีลักษณะเป็นน้ำมันเยิ้ม คั้นหนังศีรษะ เมื่อเกามีเศษสีขาวคล้ายรังแคอยู่บนผมและหนังศีรษะ ความไม่สะดวกในการใช้งานเนื่องจากต้องใช้เวลาในการหมักนานจึงทำให้ผมมันและหรือดูสกปรกเร็วกว่า - ซึมซาบสู่เส้นผมได้ -ช่วยทำให้ผมลื่นแบน - เหนียวติดมือหลังการใช้

หัวข้อ	แนวคิด พฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก
5. ความต้องการ / ความคาดหวัง ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้อง ล้างออกที่มีส่วนประกอบของ โปรตีนไหมอีรี	- ช่วยให้เส้นผมมีน้ำหนัก เรียบตรงไม่ชี้ฟู - ป้องกันปัญหาเส้นผมแตกปลายได้ - ฟิ้นฟูผมที่แห้งเสีย บำรุงผมให้มันน้ำหนัก - ผลิตภัณฑ์ซึมซาบสู่เส้นผมได้อย่างรวดเร็ว - ช่วยปกป้องเส้นผมจากการถูกทำลาย เช่น แสงแดด ความร้อน - ช่วยไม่ให้เส้นผมพันกัน หวีง่าย นุ่มลื่น - เพิ่มความชุ่มชื้นและความเงางามให้กับเส้นผม - ต้องไม่เหนียวติดมือ - สามารถใช้บำรุงเส้นผมและจัดแต่งทรงผมได้ในคราวเดียวกัน - สามารถใช้ได้ทั้งในสภาพผมแห้งและผมเปียก - สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับเส้นผมได้ - ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันและไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์
6. ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มี ส่วนประกอบของโปรตีนไหมอีรีที่ ต้องการ	- เป็นแบบของเหลวชนิดใส - เนื้อสัมผัสคล้ายน้ำมัน - เป็นเจล หรือ เป็นครีมข้น อาจมีสีทอง - เป็นครีม ไม่ข้นมาก มีสีชมพูอ่อนๆ - ไม่เหนียวเหนอะหนะ และไม่เหนียวติดมือ - ไม่มีสี หรือมีสีอ่อนๆ และกลิ่นหอมอ่อนๆ
7. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการ	- เป็นหัวสเปรย์ หลอดบีบ และหัวปั๊ม - ขวดบรรจุแบบไทยๆ เรียบเก๋
8. ถ้ามีผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ ต้องล้างออกที่มีส่วนประกอบของ โปรตีนไหมอีรี คิดว่ามีความ น่าสนใจหรือไม่ อย่างไร	- น่าสนใจ แต่ควรผสมอยู่ในแชมพูหรือครีมนวดผมมากกว่า - น่าสนใจ เพราะคงให้ความชุ่มชื้นกับเส้นผมได้ดี - น่าสนใจ เพราะน่าจะทำให้เส้นผมแข็งแรง เรียบลื่น - น่าสนใจ เพราะมีสภาพผมแห้ง และสามารถทดลองใช้ได้ - ไม่น่าสนใจ เพราะคิดว่าไม่จำเป็น
9. ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มี ส่วนประกอบของโปรตีนไหมอีรี	- ต่ำกว่า 100 บาท / 100 ml - 150 – 200 บาท / 200 ml - 200 บาท / 200 ml - 400 บาท / 200 ml - 500 บาท / 200 ml - 600 – 1,000 บาท / 200 ml



1.2 ผลการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยการออกแบบสอบถาม

จากการนำผลการอภิปรายกลุ่ม มาเป็นแนวทางในการออกแบบสอบถาม เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้

ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ โดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่เป็นเพศหญิงและชายอายุระหว่าง 18 - 60 ปี ในเขตกรุงเทพมหานครแบบไม่เจาะจงเพศ จำนวน 145 คน ซึ่งข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าเป็นผู้หญิงถึงร้อยละ 82.8 และผู้ชายร้อยละ 17.2 โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.8 รองลงมา คือ ช่วงอายุระหว่าง 26 ถึง 35 ปี คิดเป็นร้อยละ 34.5 อาชีพส่วนใหญ่คือ นักเรียน/นักศึกษา โดยคิดเป็นร้อยละ 47.6 รองลงมาคือ รับราชการ ร้อยละ 21.4 ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับอนุปริญญา / ปวส. คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุด คือ ร้อยละ 57.9 รองลงมาคือ ปริญญาตรี ร้อยละ 29.7 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,000 ถึง 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 44.1 รองลงมาคือ มากกว่า 20,000 บาท ร้อยละ 29.0 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการสำรวจผู้บริโภค

n=145		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	25	17.2
หญิง	120	82.8
2. อายุ		
ต่ำกว่า 18 ปี	2	1.4
18-25 ปี	62	42.8
26-35 ปี	50	34.5
36-45 ปี	19	13.1
46-55 ปี	8	5.5
สูงกว่า 55 ปีขึ้นไป	4	2.8
3. อาชีพ		
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	0	0
นักเรียน/นักศึกษา	69	47.6
รับราชการ	31	21.4
รัฐวิสาหกิจ	4	2.8
ธุรกิจส่วนตัว	9	6.2
พนักงานบริษัทเอกชน	19	13.1
รับจ้าง	6	4.1
อื่นๆ	7	4.8
4. การศึกษาสูงสุด		
มัธยมต้น	0	0
มัธยมปลาย / ปวช.	13	9.0
อนุปริญญา / ปวส.	84	57.9
ปริญญาตรี	43	29.7
ปริญญาโท	4	2.8
สูงกว่าปริญญาโท	1	0.7

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
5. รายได้เฉลี่ย/เดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	12	8.3
5,000-10,000 บาท	64	44.1
10,001-15,000 บาท	17	11.7
15,001-20,000 บาท	10	6.9
มากกว่า 20,000 บาท	42	29.0

จากข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ลักษณะผมของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผมยาว คิดเป็นร้อยละ 29.8 รองลงมาคือ ผมสั้น ร้อยละ 15.9 โดยประเภทของผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกใช้เป็นประจำคือ เป็นคอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก) คิดเป็นร้อยละ 37.4 รองลงมาคือ น้ำมัน (Hair Coat) ร้อยละ 20.1 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก คิดเป็นร้อยละ 86.9 ส่วนผู้ที่ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก เนื่องจากสาเหตุที่เมื่อใช้แล้วจะมีผลทำให้เส้นผมเหนียวเหนอะหนะ คิดเป็นร้อยละ 52.8 รองลงมาคือคิดว่าไม่มีความจำเป็นต้องใช้ ร้อยละ 22.2 ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก ให้เหตุผลว่าเมื่อใช้แล้วทำให้เส้นผมเรียบตรง ไม่ชี้ฟู รองลงมาคือ เพื่อป้องกันหรือแก้ปัญหาผมแห้ง แตก ปลาย คิดเป็นร้อยละ 22.3 และ 17.0 ตามลำดับ ส่วนความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกส่วนใหญ่ตอบว่าใช้ 1 ครั้ง / วัน คิดเป็นร้อยละ 62.1 รองลงมาคือนาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 26.9 โดยส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกจากห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 55.9 รองลงมา คือ ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 35.9 จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีขนาดเล็ก (50-150 มล.) คิดเป็นร้อยละ 68.3 รองลงมา คือ ขนาดกลาง (200-300 มล.) ร้อยละ 30.3 ส่วนค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ตอบว่า 101-200 บาท รองลงมาคือ 201-300 บาท คิดเป็นร้อยละ 33.1 และร้อยละ 30.3 ตามลำดับ และจะเป็นผู้ที่เคยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนประกอบของสารสกัดจากธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 64.8 โดยปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก คือ เหนียวเหนอะหนะ คิดเป็นร้อยละ 22.3 รองลงมาคือ ทำให้ผมมันเร็วกว่าปกติ ร้อยละ 19.1

ตารางที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก

n=145		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
ลักษณะผม		
ผมยาว	73	29.8
ผมสั้น	39	15.9
ผมหยักศก	37	15.1
ผมหยิก	3	1.2
ผมตรง	26	10.6
ผมผ่านการย้อมทำสี	29	11.8
ผมผ่านการตัดหรือขีด	36	14.7
อื่นๆ	2	0.8

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประจำ		
คอนดิชันเนอร์ (แบบล้างออก)	65	37.4
คอนดิชันเนอร์ (แบบไม่ต้องล้างออก)	32	18.4
เจล	12	6.9
สเปรย์	5	2.9
น้ำมัน (Hair Coat)	35	20.1
โลชั่น	2	1.1
ครีม / โคลนหมักผม	22	12.6
อื่นๆ	1	0.6
เคยใช้ผลิตภัณฑ์		
เคย	126	86.9
ไม่เคย	19	13.1
เหตุผลที่ไม่เลือกใช้		
คิดว่าไม่มีความจำเป็น	8	22.2
มีราคาแพง	2	5.6
ใช้แล้วทำให้เส้นผมเหนียวเหนอะหนะ	19	52.8
มีกลิ่นแรงเกินไป / ไม่เหมาะสม	4	11.1
อื่นๆ	3	8.3
เหตุผลที่ท่านใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิด "ไม่ต้องล้างออก"		
เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับเส้นผม	50	12.0
เพื่อป้องกันหรือแก้ปัญหาผมแห้ง แตกปลาย	71	17.0
เพื่อจัดแต่งทรงผม	41	9.8
เพื่อบำรุงผมให้เนียนนุ่ม เรียบลื่น	54	12.9
เพื่อให้เส้นผมเงางาม มีน้ำหนัก	68	16.3
เพื่อให้เส้นผมเรียบตรง ไม่ชี้ฟู	93	22.3
เพื่อฟื้นฟูผมเสียจากการถูกทำลายด้วยความร้อนหรือสารเคมี	36	8.6
อื่นๆ ระบุ	4	1.0
ความถี่ในการใช้		
1 ครั้ง / วัน	90	62.1
2 ครั้ง / วัน	15	10.3
มากกว่า 2 ครั้ง / วัน	1	0.7
นานๆ ครั้ง	39	26.9
สถานที่ที่ซื้อ		
ร้านค้าทั่วไป	4	2.8
ร้านค้าสะดวกซื้อ	2	1.4
ซูเปอร์มาร์เก็ต	52	35.9

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
ห้างสรรพสินค้า	81	55.9
อื่นๆ	6	4.1
ขนาดของผลิตภัณฑ์		
ขนาดเล็ก (50-150 มล.)	99	68.3
ขนาดกลาง (200-300 มล.)	44	30.3
ขนาดใหญ่ (400 มล. หรือมากกว่า)	2	1.4
ค่าใช้จ่ายในการซื้อ		
ต่ำกว่า 100 บาท	26	17.9
101-200 บาท	48	33.1
201-300 บาท	44	30.3
301-400 บาท	9	6.2
401-500 บาท	10	6.9
มากกว่า 500 บาท	8	5.5
เคยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของสารสกัดธรรมชาติ		
เคย	94	64.8
ไม่เคย	51	35.2
ปัญหาที่พบในการใช้ผลิตภัณฑ์ ^{1/}		
เหนียวเหนอะหนะ	78	22.3
ซึมซาบสู่เส้นผมได้ช้า	21	6.0
ทำให้ผมมันเร็วกว่าปกติ	67	19.1
ทำให้ผมลื่นเกินไป	29	8.3
มีปัญหารังแคตามมาหลังการใช้	16	4.6
มีอาการคันศีรษะ	34	9.7
ผลิตภัณฑ์มีลักษณะข้นเกินไป	21	6.0
ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหลวเกินไป	9	2.6
กระจายตัวได้ยาก	18	5.1
ขณะทาเกิดเป็นครีมหยาบเกาะเส้นผม	14	4.0
มีกลิ่นแรงเกินไป	21	6.0
ให้ความชุ่มชื้นเส้นผมในระยะเวลาสั้น	22	6.3
อื่นๆ	0	0.0

หมายเหตุ ^{1/} คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

นอกจากนี้ลำดับยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายนิยมใช้ในปัจจุบันมากเป็นลำดับแรกคือ ยี่ห้อ Oriental Priencess รองลงมาคือ Free&Free และ sulsilk ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลำดับยี่ห้อของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่ใช้ในปัจจุบัน

ยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันด้วยการเรียงลำดับ	ร้อยละ		
	อันดับ 1	อันดับ 2	อันดับ 3
The Body shop	1.4	2.8	7
L'oreal	6.9	7.6	8.3
Schwarzkopt	6.2	4.1	3.4
Sulsilk	11.0	10.3	10.3
Pantheane	5.5	9.7	8.3
Dove	4.8	6.2	4.1
Rejoice	1.4	3.4	1.4
Oriental Priencess	19.3	11.7	1.4
Free&Free	18.6	10.3	17.2
Just Modern	3.4	3.4	2.1
อื่นๆ	9.0	1.4	2.8



จากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก ดังตารางที่ 5 พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ จะมีค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยอยู่ในช่วง 2.25 - 4.59 โดยปัจจัยในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคือง มีคุณสมบัติช่วยบำรุงเส้นผม มีคุณสมบัติในการดูแลเส้นผมแห้ง แตกปลาย รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ และมีเนื้อครีมเนียนนุ่ม ไม่เหนียวเหนอะหนะ ส่วนปัจจัยที่มีสำคัญมาก ได้แก่ ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับเส้นผมตลอดวัน กลิ่นของผลิตภัณฑ์ มีส่วนผสมจากธรรมชาติ มีคุณสมบัติช่วยจัดแต่งทรงผม มีราคาเหมาะสม มีสรรพคุณหลากหลาย มีกลิ่นหอมติดทนนาน มีสีและกลิ่นที่สอดคล้องกับส่วนผสมที่เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์ สุดท้ายคือปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญปานกลาง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นที่สอดคล้องกับส่วนผสมที่เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์ เฉพาะยี่ห้อที่มีชื่อเสียง สีของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ และการจัดโปรโมชั่น ตามลำดับ และปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญน้อยคือ ผลิตภัณฑ์มีราคาถูก ซึ่งค่าเฉลี่ยโดยรวมของทั้งคุณลักษณะคือ 3.72 สรุปได้ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมชนิดไม่ต้องล้างออก อยู่ในระดับที่สำคัญมาก

ตารางที่ 5 คะแนนความสำคัญเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผม จากการสำรวจผู้บริโภค

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ (ความถี่จำนวนคน)					เฉลี่ย	ความสำคัญของปัจจัย
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด		
1.ผลิตภัณฑ์เฉพาะยี่ห้อที่มีชื่อเสียง	4	34	28	68	11	3.33	ปานกลาง
2.ผลิตภัณฑ์มีราคาเหมาะสม	0	13	19	97	16	3.80	มาก
3.ผลิตภัณฑ์มีราคาถูก	19	74	48	4	0	2.25	น้อย
4.ผลิตภัณฑ์การจัดโปรโมชั่น (ข้อ 1 แถม 1)	7	38	43	55	2	3.05	ปานกลาง

ตารางที่ 5

ปัจจัย	ระดับความคิดเห็น(ความถี่จำนวนคน)					เฉลี่ย	ความสำคัญของปัจจัย
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด		
6.ผลิตภัณฑ์มีสรรพคุณหลากหลายในขวดเดียว	2	17	26	83	17	3.66	มาก
7.สีของผลิตภัณฑ์	0	50	27	62	6	3.16	ปานกลาง
8.กลิ่นของผลิตภัณฑ์	0	9	11	107	18	3.92	มาก
9.ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	0	2	32	101	10	3.82	มาก
10.ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมติดทนนาน	2	16	43	77	7	3.49	มาก
11.ผลิตภัณฑ์มีเนื้อครีมเนียนนุ่ม ไม่เหนียว เหนอะหนะ	0	1	7	96	41	4.22	มากที่สุด
12.ผลิตภัณฑ์ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับเส้นผมตลอดวัน	0	3	13	88	41	4.15	มาก
13.ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการดูแลเส้นผมแห้ง แดง ปลาย	0	0	8	76	61	4.37	มากที่สุด
14.ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติช่วยบำรุงเส้นผม	0	0	2	71	72	4.48	มากที่สุด
15.ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติช่วยจัดแต่งทรงผม	0	10	30	81	24	3.82	มาก
16.ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นที่สอดคล้องกับส่วนผสมที่เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์	0	31	32	77	5	3.39	ปานกลาง
17.ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคือง	1	3	2	43	96	4.59	มากที่สุด
18.รูปแบบของบรรจุภัณฑ์	1	1	1	97	45	4.27	มากที่สุด
หมายเหตุ	คะแนนเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.80 หมายถึง สำคัญน้อยที่สุด 1.81 – 2.60 หมายถึง สำคัญน้อย 2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง 3.41 – 4.20 หมายถึง สำคัญมาก 4.21 – 5.00 หมายถึง สำคัญมากที่สุด						

จากผลการสำรวจผู้บริโภค พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ศึกษาในครั้งนี้รวมทั้งสิ้น 18 ปัจจัย ดังนั้น จึงทำการลดจำนวนปัจจัยโดยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ซึ่งคือวิธีลดจำนวนปัจจัยโดยใช้หลักการรวมปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันมาก จัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยปัจจัยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมาก (กลยา, 2548) ซึ่งผลจากวิธีดังกล่าว สามารถลดจำนวนปัจจัยจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ 18 ปัจจัย ให้เหลือเพียง 6 ปัจจัย โดย

ในการจัดกลุ่มเดียวกัน แสดงในตารางที่ 6 จากค่า Factor loading ของแต่ละปัจจัยสามารถจัดกลุ่มของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันได้ 6 กลุ่ม ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 หมายถึง ประสิทธิภาพและคุณภาพในการบำรุงผม ประกอบด้วย 6 ปัจจัย คือ ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับเส้นผมตลอดวัน ช่วยบำรุงเส้นผม มีเนื้อครีมเนียนนุ่ม ไม่เหนียวเหนอะหนะ มีคุณสมบัติในการดูแลเส้นผมแห้ง แดกปลาย มีสีและกลิ่นที่สอดคล้องกับส่วนผสมที่เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง มีความปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคือง และมีราคาเหมาะสม

ปัจจัยที่ 2 หมายถึง ผู้ผลิตและการส่งเสริมการขาย และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย คือ เป็นยี่ห้อที่มีชื่อเสียงและมีการจัดโปรโมชัน มีสรรพคุณหลากหลายในขวดเดียว และผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยที่ 3 หมายถึง ราคา ประกอบด้วย 1 ปัจจัย คือ ราคาถูก

ปัจจัยที่ 4 หมายถึง ส่วนผสมและภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ต้องมีส่วนผสมจากธรรมชาติ มีกลิ่นหอมติดทนนาน และมีบรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้

ปัจจัยที่ 5 หมายถึง คุณภาพในการแก้ปัญหาผม ประกอบด้วย 1 ปัจจัย คือ ช่วยจัดแต่งทรงผม

ปัจจัยที่ 6 หมายถึง ปริมาตรสุทธิของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 1 ปัจจัย คือ ปริมาณ

จากปัจจัยทั้ง 6 พบว่า มีค่า %Cumulative หรือความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรได้ 64.11% โดยปัจจัยที่ 1 อธิบายได้ 22.80% ปัจจัยที่ 2 อธิบายได้ 10.57% ปัจจัยที่ 3 อธิบายได้ 9.91% ปัจจัยที่ 4 อธิบายได้ 7.58% ปัจจัยที่ 5 อธิบายได้ 6.74% และปัจจัยที่ 6 อธิบายได้ 6.33% ตามลำดับ ดังนั้นกลุ่มของปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุดในการตัดสินใจซื้อ คือ ปัจจัยที่ 1 เนื่องจากสามารถอธิบายความแปรปรวนของกลุ่มตัวแปรได้มากที่สุด

ตารางที่ 6 ค่า Factor loading ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมจากวิธีวิเคราะห์ปัจจัย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ	ค่า factor loading					
	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4	ปัจจัยที่ 5	ปัจจัยที่ 6
1.ผลิตภัณฑ์เฉพาะยี่ห้อที่มีชื่อเสียง		0.570	0.146	-0.417		
2.ผลิตภัณฑ์มีราคาเหมาะสม	0.607		0.316		-0.189	
3.ผลิตภัณฑ์มีราคาถูก	0.218	0.337	0.452		0.369	-0.184
4.ผลิตภัณฑ์การจัดโปรโมชัน(ซื้อ 1 แถม 1)	0.239	0.549	0.348	0.255	-0.202	
5.ปริมาณของผลิตภัณฑ์	0.455	-0.255	0.294	0.167	-0.445	-0.472
6.ผลิตภัณฑ์มีสรรพคุณหลากหลายในขวดเดียว	0.165	0.612			-0.252	0.463
7.สีของผลิตภัณฑ์	0.415	-0.635	0.307			
8.กลิ่นของผลิตภัณฑ์	0.563	-0.283	0.120	0.188	0.102	0.283
9.ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	0.191		-0.467	0.514	0.164	0.337
10.ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมติดทนนาน	0.441		0.162	0.508	-0.209	0.309
11.ผลิตภัณฑ์มีเนื้อครีมเนียนนุ่ม ไม่เหนียวเหนอะหนะ	0.610	-0.121	-0.206	-0.227	0.214	
12.ผลิตภัณฑ์ช่วยให้ความชุ่มชื้นกับเส้นผมตลอดทั้งวัน	0.671		-0.335		0.208	
13.ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการดูแลเส้นผมแห้งแตกปลาย	0.591	0.181	-0.538	0.127		-0.343

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ	ค่า factor loading					
	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4	ปัจจัยที่ 5	ปัจจัยที่ 6
15.ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติช่วยจัดแต่งทรงผม	0.355		0.357		0.658	
16.ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นที่สอดคล้องกับส่วนผสมที่เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์	0.620	0.110	0.316			
17.ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคือง	0.596			-0.460	-0.341	0.105
18.รูปแบบของบรรจุภัณฑ์	0.494	-0.268		-0.510		0.340

หมายเหตุ Extraction Method: Principal Component Analysis

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี แสดงในตารางที่ 7 พบว่า หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นว่าคุณสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก คือ ต้องซึมซาบเข้าสู่เส้นผมได้เร็ว ไม่เหนียวเหนอะหนะ คิดเป็นร้อยละ 15.8 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นแก่เส้นผม ร้อยละ 15.0 นอกจากนี้ยังพบว่า ส่วนใหญ่ให้ความสนใจถึงร้อยละ 94.5 ซึ่งส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าเพราะมีการใช้สารผสมจากธรรมชาติ และเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค ส่วนในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรีส่วนใหญ่ต้องการให้มีกลิ่นหอมของดอกกุหลาบ และกลิ่นหอมของดอกกล้วยไม้ คิดเป็นร้อยละ 20.7 รองลงมาคือ ร้อยละ 15.9 ตามลำดับ ส่วนสีของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากที่สุดคือ สีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 46.9 รองลงมาคือ แบบใสไม่มีสี ร้อยละ 39.3 โดยรูปแบบของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออก ส่วนใหญ่ตอบว่าควรเป็นแบบขวดมีหัวบีบร้อยละ 55.2 รองลงมาคือ แบบขวดหัวสเปรย์ ร้อยละ 13.8

ตารางที่ 7 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี

n=145

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
1. คุณสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ^{1/}		
ซึมซาบสู่เส้นผมได้เร็ว ไม่เหนียวเหนอะหนะ	115	15.8
มีกลิ่นหอมอ่อนๆ	72	9.9
มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	67	9.2
สามารถใช้ในการจัดแต่งทรงผมได้	63	8.7
ใช้แล้วสามารถแก้ปัญหผมแตกปลายได้	93	12.8
ให้ความชุ่มชื้นแก่เส้นผม	109	15.0
ช่วยในการปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้น	107	14.7
มีหลายคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เดียว	99	13.6
อื่นๆ	1	0.1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่	ร้อยละ
2. ความสนใจผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนประกอบของโปรตีนจากไหมอีรี่		
สนใจ	137	94.5
ไม่สนใจ	8	5.5
3. กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ		
ไม่มีกลิ่น	33	22.8
กลิ่นหอมของดอกกุหลาบ	30	20.7
กลิ่นหอมของดอกกล้วยไม้	23	15.9
กลิ่นหอมของดอกมะลิ	18	12.4
กลิ่นหอมของดอกโมก	13	9.0
กลิ่นหอมของดอกปีป	14	9.7
กลิ่นหอมของดอกจำปี	1	0.7
กลิ่นหอมของดอกจำปา	0	0
กลิ่นหอมของต้นทม	2	1.4
กลิ่นหอมของกระดังงา	0	0
อื่นๆ	11	7.6
4. สีของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ		
สีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์	68	46.9
ใส ไม่มีสี	57	39.3
มีสีขาว	10	6.9
สีชมพู	4	2.8
สีเหลือง	1	0.7
สีครีม	1	0.7
สีฟ้า	2	1.4
สีเขียว	2	1.4
อื่นๆ	0	0
5. ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการ		
ขวดฝาปิดแบบเกลียว	17	11.7
ขวดฝาปิดแบบพับ	17	11.7
ขวดแบบหัวปั๊ม	80	55.2
ขวดแบบหัวสเปรย์	20	13.8
เป็นกระปุกครีม	6	4.1
เป็นแบบหลอด	4	2.8
อื่นๆ	1	0.7

หมายเหตุ ^{1/} คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

จากการออกสำรวจสภาพตลาดในกลุ่มผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกในช่วงเดือน ตุลาคม - พฤศจิกายน 2550 พบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นส่วนผสมของสารจากธรรมชาติหลากหลายชนิด ได้แก่ เคราติน สารสกัดจากว่านหางจระเข้ สารสกัดจาก โรสแมรี่ โปรตีนจากไข่ไก่ สารสกัดจากน้ำมันงาบริสุทธิ์ สารสกัดจากสาหร่ายสไปรูลิน่า โปรตีนสกัดจากนมถั่วเหลือง hydrolyzed silk และ wheat protein เป็นต้น ดังภาพที่ 1 ซึ่งกล่าวอ้างสรรพคุณต่างๆ ได้แก่ ช่วยฟื้นฟูสภาพเส้นผม บำรุงเส้นผม ให้ความชุ่มชื้น ลดปัญหาการแตกปลาย ช่วยให้ผมเรียบลื่น ไม่พันกัน ช่วยให้ผมมีน้ำหนัก ไม่ชี้ฟู เพิ่มความนุ่มลื่นให้เส้นผม ช่วยให้เส้นผมเงางามแลดูมีสุขภาพดี ปกป้องเส้นผมจากสภาวะภายนอก จัดแต่ง สภาพผม และพบว่าภาชนะบรรจุส่วนใหญ่จะบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์แบบขวดพลาสติกมีหัวบีบ หัวสเปรย์ ฝาปิดแบบฟลิป (flip top) และ แบบฝาเกลียว และมี ปริมาตรสุทธิระหว่าง 70 - 300 มิลลิลิตร และมีราคาประมาณการขายในท้องตลาดอยู่ในช่วงราคา 100 - 700 บาท



ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

2. การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมพันธุ์รี

2.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging assay)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีของ (Jung *et al.*, 2006) ด้วยวิธี 1,1 - diphenyl - 2-picryl-hydrazil (DPPH) radical scavenging โดยใช้สารสกัดโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมรี นำมาทดสอบการต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน ได้แก่ วิตามินซี (L-ascorbic acid), วิตามินอี (Trolox) และ BHT ที่ความเข้มข้นต่างๆ นำมาวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) Radical Scavenging Capacity Assay โดยตัวอย่างหรือสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐานปริมาณ 100 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH-H ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ใน 96-well microplates บ่มที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) นาน 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (triplicate) จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระตามสูตร จากนั้นคำนวณหาค่าความเข้มข้นของตัวอย่างที่ทำให้เกิดการยับยั้งอนุมูลอิสระ 50% (SC_{50}) จากกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระและความเข้มข้นของสาร โปรตีนไหมรี

$$\% \text{ DPPH radical scavenging activity} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

A เป็นค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม (ซึ่งประกอบด้วยสารทั้งหมด ยกเว้นตัวอย่างทดสอบ)

B เป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างทดสอบ

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณ DPPH radical scavenging (SC₅₀) ของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่

ไหมพันธุ์อีรี่และวิธีการย่อย	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (mg/ml)
	SC ₅₀ (mg/ml)
Standard antioxidants	
Vitamin C	0.42
Vitamin E	0.54
BHT	0.53
การย่อยด้วยเอนไซม์	
ไหมอีรี่	14.00

ผลจากการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ พบว่าค่า SC₅₀ ของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ ดังแสดงในตารางที่ 8 มีค่าเท่ากับ 14.00 มก./มล. (0.014กรัม)เมื่อเทียบกับค่าสารมาตรฐาน Vitamin C, Vitamin E และ BHT มีค่าเท่ากับ 0.42 0.54 และ 0.53 มก./มล. ตามลำดับ

2.2 การออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase inhibition activity)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Modified dopachrome (พรสุข, 2548) โดยนำสารละลายตัวอย่างความเข้มข้นต่างๆ กัน มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เทียบกับสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสวิตามินซี (L-ascorbic acid) และกรดโคจิก (Kojic acid) โดยเติมสารละลาย L-dopa ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ร่วมกับสารสกัดโปรตีนไหมอีรี่ที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส100 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ใน 96-well microplates ดังตารางที่ 9

ทำการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 60 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้งที่ความยาวคลื่นเดิม คำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (Triplicate)

ตารางที่ 9 แสดงระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

A		B		C		D	
ไทโรซิน	50µl	ไทโรซิน	50µl	ไทโรซิน	50µl	ไทโรซิน	50µl
น้ำกลั่น	50µl	น้ำกลั่น	50µl	ตัวอย่าง	50µl	ตัวอย่าง	50µl
ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100µl		ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100µl		ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100µl		ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100µl	
ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50µl		ไทโรซิเนส	50µl	ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50µl		ไทโรซิเนส	50µl

คำนวณตามสูตร จากนั้นคำนวณหาค่าความเข้มข้นของตัวอย่างที่ทำให้เกิดการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส 50% (IC₅₀) จากกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและความเข้มข้นของสารสกัดโปรตีนไหมอีรี่

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{[(A-B) - (C-D)] \times 100}{(A-B)}$$

ตารางที่ 10 ปริมาณการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสและค่า IC₅₀ ของวิธีการสกัดโปรตีนไหมอี่รี่ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เทียบกับ สารมาตรฐานวิตามินซีและ Kojic acid

วิธีการสกัด/Sample	% Tyrosinase Inhibition	IC ₅₀ (mg/ml)
วิตามินซี	103.1	0.1400
Kojic acid	100.0	0.0605
การย่อยด้วยเอนไซม์ไหมอี่รี่	61.30	7.486

ผลจากการนำสารสกัดโปรตีนจากไหมอี่รี่ที่ผ่านการสกัดโดยใช้เอนไซม์ มาทดสอบในปฏิกิริยาเปลี่ยน L- Dopa ไปเป็นโดปาโครม (Dopachrome) โดยเอนไซม์ไทโรซิเนสจากเห็ด เทียบกับสารละลายมาตรฐาน kojic acid พบว่า สารสกัดโปรตีนจากไหมอี่รี่ ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่ามีค่า IC₅₀ = 7.486 มก./มล.(0.0075 กรัม) เมื่อเทียบกับค่า IC₅₀ ของสารละลายมาตรฐาน kojic acid (IC₅₀ = 0.006 มก./มล.) vitamin C (IC₅₀ = 0.14 มก./มล.) และด้วยที่มีองค์ประกอบของสารที่สามารถออกฤทธิ์ฝาดสมาน จึงบ่งชี้ถึงประสิทธิผลที่จะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้ โดยจะนำระดับความเข้มข้นของการออกฤทธิ์ทั้งสองชนิดมาเป็นตัวกำหนดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในขั้นตอนการพัฒนาสูตรต่อไป

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผผชนิดไม่ต้องล้างออก

3.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม

3.1.1 ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผผชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์บำรุงผผชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจัดอยู่ในหมวดของผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผผ ซึ่งส่วนใหญ่มียี่ห้อยี่ห้อที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกับผลิตภัณฑ์ประเภทแชมพูและคอนดิชันเนอร์ มีสรรพคุณช่วยในการปกป้องเส้นผผ จัดแต่งทรงผผ สามารถใช้ได้ระหว่างวัน ทั้งในสภาพผผแห้งและผผเปียก แบ่งแยกตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โดยอาศัยสารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์

ผลการตรวจผลิตภัณฑ์บำรุงผผชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 5 ยี่ห้อยี่ห้อ คือ ยี่ห้อยี่ห้อ A ถึง ยี่ห้อยี่ห้อ E ในคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางเคมี ดังแสดงผลตามตารางที่ 11 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของ ยี่ห้อยี่ห้อ A ถึง ยี่ห้อยี่ห้อ E อยู่ในช่วง 5.44-9.59 ในขณะที่ค่าสี L* a* และ b* ของทั้ง 5 ยี่ห้อยี่ห้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลจากการตรวจสอบคุณภาพสามารถนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการคัดเลือกสูตรต่อไป

ตารางที่ 11 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์บำรุงผผชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	ค่าสี			ความเป็นกรด - ด่าง
	L*	a*	b*	
ยี่ห้อยี่ห้อ A	45.83 ^b	19.64 ^c	3.87 ^d	5.86 ^d
ยี่ห้อยี่ห้อ B	51.21 ^a	15.11 ^c	2.40 ^c	6.09 ^c
ยี่ห้อยี่ห้อ C	50.59 ^b	26.11 ^c	14.64 ^c	5.44 ^c
ยี่ห้อยี่ห้อ D	72.07 ^a	19.92 ^d	17.60 ^a	9.59 ^a
ยี่ห้อยี่ห้อ E	70.91 ^a	20.86 ^d	15.89 ^b	6.32 ^b

หมายเหตุ ^{a-d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดังเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.1.2 คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม

ผลจากการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน โดยทำการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออก จากสูตรที่ได้ดัดแปลงจากสูตร Leave on conditioner (www.noveon.com), Leave on conditioner (www.noveon.com) และ Leave on hair (สุพิณชติ ทรัพย์เจริญ, 2006) จำนวน 3 สูตร ดังแสดงผลสูตรผลิตในตารางที่ 12 และภาพที่ 2 – 4

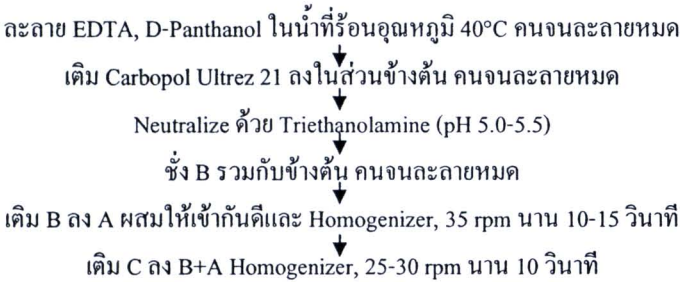
ตารางที่ 12 สูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกจำนวน 3 สูตร

Phase	Raw Material	Formulations (%)		
		1	2	3
A	Disodium EDTA	0.05		
	D - Panthanol	0.05		
	Carbopol® Ultrez 21 Polymer	0.2		
	Olivem 1000		4	
	Ethylene glycol dis			0.87
	Triethanolamine	0.17		
	Xanthan gum			0.17
	Distilled water	92.13		39.34
B	DCRM 2051	1.5		
	Sorbitan laurate	0.5		
	L - 102 lanolin	0.5		
	Silsense™ DM-18	1		
	Tocopherol acetate	0.2		
	Xanthan gum		0.6	
	Glycerin (99.5%)		2	
	Sepic cap MP or Silk			2.62
	Distilled water		76	
C	Propylene glycol	3		
	Germaben® II E	0.5		
	DC 5-7137		5	
	Simugel EG			2
D	Perfume	0.2		
	Microkil COS		0.8	
	Butylene glycol			4.37
	Lanol 99			4.37
	Sepicide HB			0.26
	DMDM hydration			0.18

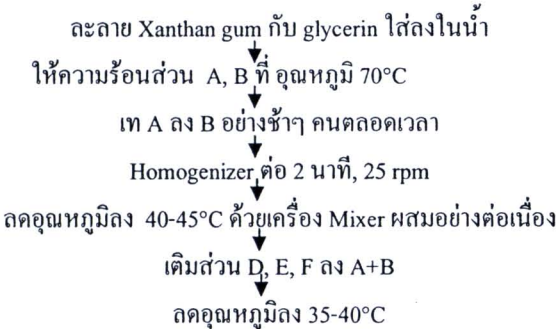
ตารางที่ 12 (ต่อ)

Phase	Raw Material	Formulations (%)		
		1	2	3
E	Active ingredients		1	
	Distilled water		10	21.85
	Carbopol [®] Ultrez 21 Polymer			0.26
	Triethanolamine			0.55
F	Perfume		0.6	
	Distilled water			10.31
G	Dimethicone (X665-B3803)			8.74
H	Perfume			0.18
I	Color			0.44
	Glycolic acid 70% (adjust pH)			0.24

กรรมวิธีการผลิตสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรที่ 1
ที่มา คัดแปลงจากสูตร Leave on conditioner คัดแปลงจาก www.noveon.com



ภาพที่ 3 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรที่ 2
ที่มา คัดแปลงจากสูตร Leave on conditioner คัดแปลงจาก www.noveon.com

ซึ่งส่วน A รวมกันเทลงนำไปผสมด้วยเครื่อง Mixer จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
↓
ซึ่งส่วน E รวมกัน นำไปผสมด้วยเครื่อง Mixer จนละลายหมดปรับเนื้อเจลด้วย TEA
↓
Homogenizer, 35 rpm 5 นาที ส่วนผสมในส่วน A เทลง ส่วน B
↓
เทส่วนผสม C, D, E, F, G, H และ I ลงในส่วน A และ B Homogenizer



ภาพที่ 4 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรที่ 3
ที่มา คัดแปลงจากสูตร Leave on hair (สุพัตถิ ทรัพย์เจริญ, 2006)

ผลจากการผลิตและคัดเลือกสูตรด้วยการตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมี ดังแสดงผลตามตารางที่ 13 -15 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.65-7.01 ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 752.82 – 45,603 rpm ค่าสี ในระบบ CIE LAB ซึ่งผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมมีลักษณะเป็นเนื้อเจลใสสีขาวขุ่น และเป็นเนื้อครีมขาวปนเหลือง โดยเมื่อพิจารณาที่ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 24.30 - 41.53 ค่า a^* หรือค่าที่บ่งบอกความเป็นสีแดงและสีเขียวของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า a^* มีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีแดง ถ้าค่า a^* เป็นลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียว

ตารางที่ 13 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรพื้นฐาน

สูตรพื้นฐาน	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์	ภาพตัวอย่าง
1	เป็นเนื้อเจลใส ขุ่นเล็กน้อย มีความเป็นเนื้อเดียวกัน	
2	เป็นเนื้อครีมสีขาวปนเหลือง ขุ่น มีความเป็นเนื้อเดียวกัน	
3	เป็นเนื้อครีมสีขาวปนเหลือง ขุ่น มีความเป็นเนื้อเดียวกัน	

ซึ่งจากที่วัดได้ พบว่าสีของผลิตภัณฑ์มีสีขาวปนเหลือง ดังนั้นค่า a^* จึงมีค่าเป็นบวกซึ่งอยู่ในช่วง 10.55 - 31.98 และค่า b^* หรือค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า b^* มีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ถ้าค่า b^* เป็นลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีน้ำเงิน ซึ่งจากที่วัดได้พบว่าสีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองนวล ดังนั้นค่า b^* จึงมีค่าเป็นบวกซึ่งอยู่ในช่วง 4.08 - 6.14 และในแต่ละสูตรมีค่าสีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 14 ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรพื้นฐาน

สูตรพื้นฐาน	ค่าสี			ความเป็นกรด	ความหนืด(cp)
	L^*	a^*	b^*	- ค่า	
1	24.30 ^c	31.98 ^a	6.14 ^a	7.01 ^a	1209.9 ¹
2	35.20 ^b	13.21 ^b	4.26 ^b	5.65 ^b	752.8 ²
3	41.53 ^a	10.55 ^c	4.08 ^c	5.66 ^b	4560 ³

หมายเหตุ ^{abc} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scaling test ของสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 15 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความชื้นหนืดของเนื้อมะพร้าว การกระจายตัวของเนื้อมะพร้าว การชิมเข้าสู่เส้นผมและความนุ่มของเส้นผมของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกในสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสูตรที่ 1 จะมีคะแนนความชอบด้านความรู้สึกมันและความเหนอะหนะหลังใช้และความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตร 2 และ 3 นั่นคือ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 15 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ความชื้นหนืดของเนื้อมะพร้าว (ก่อนทา)	6.40 ^a	6.42 ^a	6.56 ^a
การกระจายตัวของเนื้อมะพร้าว (ขณะทา)	6.84 ^a	6.64 ^a	6.48 ^a
การชิมเข้าสู่เส้นผม (ขณะทา)	6.72 ^a	6.22 ^a	6.40 ^a
ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา)	6.28 ^a	6.24 ^a	6.32 ^a
ความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา)	6.78 ^a	6.08 ^b	6.24 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	6.84 ^a	6.26 ^b	6.30 ^b

หมายเหตุ ^{a,b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

แต่เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกในคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธี Just about right ดังแสดงผลในตารางที่ 16 พบว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกในสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ผู้ทดสอบมีความรู้สึกต่อความเข้มข้นของปัจจัยคุณลักษณะด้านความชื้นหนืดของเนื้อมะพร้าว การกระจายตัวของเนื้อมะพร้าว การชิมเข้าสู่เส้นผม ความนุ่มของเส้นผมและความรู้สึกมันและความเหนอะหนะทั้งก่อนและหลังการใช้ของสูตรพื้นฐานสูตร 1 อยู่ในระดับพอดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุด คือ ร้อยละ 58, 86, 72, 70 และ 68 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรที่ 1 มาเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาต่อไป เนื่องจากผู้ทดสอบมีความรู้สึกถึงความเข้มข้นในคุณลักษณะทั้ง 5 คุณลักษณะ อยู่ในระดับพอดีคิดเป็นร้อยละสูงสุดเมื่อเทียบกับสูตรพื้นฐานสูตร 2 และ 3

ตารางที่ 16 ร้อยละของคะแนนความรู้สึก(ความถี่)ของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตร	ร้อยละของคะแนนความรู้สึก				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
ความชื้นหนืดของเนื้อมะพร้าว (ก่อนทา)	1	0	32	58	10	0
	2	0	14	50	36	0
	3	0	12	52	32	4
การกระจายตัวของเนื้อมะพร้าว (ก่อนทา)	1	0	8	86	4	2
	2	0	10	68	22	0
	3	0	16	58	24	2

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คุณลักษณะ	สูตร	ร้อยละของคะแนนความรู้สึก				
		น้อยเกินไป	น้อย	พอดี	มาก	มากเกินไป
ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา)	1	0	20	70	10	0
	2	0	30	58	12	0
	3	0	26	58	14	2
ความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา)	1	0	28	68	4	0
	2	0	42	36	22	0
	3	0	30	38	30	2

3.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่เหมาะสม

3.2.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก

นำผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 12 มาทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle (-4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงและ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง) เป็นจำนวน 5 รอบ (พิมพ์ร, 2540) พบว่า สูตรพื้นฐานที่ 1 ในทุกรอบการทดลอง (รอบที่1- รอบที่ 5) มีความคงตัวดี โดยไม่เกิดการแยกชั้นแสดงถึงความคงตัวของอิมัลชันของสูตรพื้นฐานที่ดี ด้านค่าคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ คือ ค่าความหนืดและค่าความเป็นกรดด่าง ไม่มีความแตกต่างกันจากตัวอย่างเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงความคงตัวของสูตรพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 17 ดังนั้นผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐานดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาสูตร

ตารางที่ 17 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐานจากการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Freeze-thaw cycle

จำนวนรอบการทดลอง	ค่าคุณภาพ		
	ค่าความหนืด ^{ns} (cP)	ค่าความเป็นกรดด่าง ^{ns}	ความคงตัว
รอบที่ 0	1,209	7.01	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 1	1,210	7.01	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 2	1,211	7.02	คงตัว ไม่แยกชั้น
รอบที่ 3	1,211	7.03	คงตัว ไม่แยกชั้น

ด้านการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกชนิดอิมัลชันที่กำหนดในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อคือ ยี่ห้อ A₁ ยี่ห้อ B₂ และยี่ห้อ D₃ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐาน ในคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 18 พบว่าคุณภาพด้านกายภาพและเคมีของสูตรพื้นฐานไม่อยู่ในช่วงเดียวกับค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ท้องตลาด ยกเว้นค่าความเป็นกรดด่างมีค่า 7.83 ที่มีค่าเป็นกลางและใกล้เคียงค่าความเป็นกรดด่างของผิวหนังคนที่จะไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองได้ง่าย ส่วนค่าความหนืดมีค่าต่ำกว่าช่วงผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดทำให้ยังต้องมีการพัฒนาสูตรพื้นฐาน โดยจะต้องหาสารมาช่วยเพิ่มความหนืด ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานในคุณลักษณะความสว่างของสี ความเป็นเนื้อเดียวกัน การกระจายตัว ความยากง่ายในการทา ความมันบนเส้นผม ความเงาของเส้นผม และความลื่นของเส้นผม ให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ

เชื่อมันร้อยละ 95 ทั้งนี้เนื่องจากมีสารประกอบหลักที่ใช้ในสูตรที่เตรียมได้จากสารก่อเจลและสารสร้างเนื้อ คือ Carbopol® Ultrez 21 Polymer กับ DCRM 2051 ทำปฏิกิริยากับสารอิมัลชัน คือ Sorbitan stearate ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกันกับสารประกอบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ท้องตลาดซึ่งปรากฏบนฉลากผลิตภัณฑ์จึงทำให้คุณลักษณะของสูตรพื้นฐานมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ส่วนคุณลักษณะของความหนืด ความเหนียวเหนอะหนะ ความเรียบตรงของเส้นผม และความนุ่มของเส้นผม มีค่าคุณภาพที่ไม่อยู่ในช่วงของผลิตภัณฑ์ท้องตลาด ดังนั้นคุณลักษณะที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดจะถูกนำมาปรับปรุงต่อโดยใช้สารประกอบที่เหมาะสมมาช่วยเพิ่มคุณภาพให้กับสูตรพื้นฐานดังกล่าว

ตารางที่ 18 ค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมชนิดไม่ล้างออกสูตรพื้นฐาน

ปัจจัยคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออก	
	ผลิตภัณฑ์ท้องตลาด	สูตรพื้นฐาน
1. คุณภาพทางเคมี		
ค่าความเป็นกรดค่า	6.2-9	7.83
2. คุณภาพทางกายภาพ		
ความหนืด (cP)	2,370-6,988	1,223
3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
ความสว่างของสี ^{ms}	11.06-13.3	11.60
ความหนืด (cP)	7.46 - 8.57	5.40
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ms}	9.02-11.22	10.83
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ ^{ms}	9.18-11.40	10.46
ความยากง่ายในการทา ^{ms}	10.10-11.38	10.26
ความเหนียวเหนอะหนะ	6.25-7.05	7.23
ความเรียบตรง	8.41-9.22	6.37
ความมันบนเส้นผม ^{ms}	7.94-8.44	8.37
ความเงาของเส้นผม ^{ms}	6.11-7.45	6.54
ความนุ่มของเส้นผม	6.56-7.03	5.64
ความลื่นของเส้นผม ^{ms}	6.90-8.55	7.18

หมายเหตุ ^{ms} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.2 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสม

เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไหมไฮโดรไลเสท จึงทำการพัฒนาสูตรที่ผ่านการคัดเลือก ดังแสดงในตารางที่ 19 ทั้งนี้กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาและวางแผนการทดลองแบบ CRD คือ DCRM 2051 ที่ระดับร้อยละ 2, 4 และ 6 และ DCCB 3031 ที่ระดับร้อยละ 2,4 และ 6 ซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญต่อความหนืด การกระจายตัว ความนุ่ม ลื่น เรียบตรงของเส้นผมนำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ พบว่าคุณลักษณะของของสิ่งทดลองทั้งหมดไม่มีความคงตัวเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยเกิดการแยกชั้นอย่างเห็นได้ชัดภายในระยะเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากผ่านเครื่อง high homogenizer (Microfluidizer) จำนวน 1 รอบ(12K) ทั้งนี้เป็นผลมาจากระดับของสาร DCRM 2051 และ DCCB 3031 ที่มากเกินไปและด้วยคุณสมบัติของ DCCB 3031 ที่ไม่สามารถทนต่อแรงเฉือนในระดับสูงได้ จากผลการทดลองทำให้สามารถทำนายได้ว่า ความไม่คงตัว

ที่เกิดขึ้นของสิ่งทดลองทั้งหมดเกิดจากความไม่สมดุลกันระหว่างเฟสของน้ำ น้ำมัน และสารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ จึงทำการพัฒนาต่อ โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาและวางแผนการทดลองแบบ CRD คือ DCRM 2051 ที่ระดับร้อยละ 0.5 และ DCCB 3031 ที่ระดับร้อยละ 0.5 Sorbitan stearate ที่ระดับร้อยละ 1, 2 และ 4 จากนั้นทำการศึกษานิคของสารให้ความหนืด (Thickener) อีก 1 ชนิด คือ Seppic gel 305 (ใช้แทน DCRM 2051) ที่ระดับร้อยละ 0.5 และระดับของ Sorbitan stearate ที่ระดับร้อยละ 4 ได้สูตรทั้งหมด 4 สูตร ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 19 สูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกทั้ง 9 สูตรที่กำหนดระดับและปัจจัยศึกษา

Phase	Raw material	Treatment (%)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	Disodium EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	D-Panthenol	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Carbopol® Ultrez 21 Polymer	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Triethanolamine	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
	Distilled water	92.13	92.13	92.13	92.13	92.13	92.13	92.13	92.13	92.13
B	DCRM 2051	2	2	2	4	4	4	6	6	6
	Sorbitan laurate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	L-101 lanolin	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Silense™ DM-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tocopherol acetate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
C	DCCB 3031	2	4	6	2	4	6	2	4	6
D	Propylene glycol	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Germaben® II E	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E	Perfume	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

ตารางที่ 20 สูตรพื้นฐานที่มีการกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยใหม่

Phase	Ingredients	Treatment (%)			
		1	2	3	4
A	Disodium EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05
	D - Panthenol	1	1	1	1
	Carbopol® Ultrez 21 Polymer	0.2	0.2	0.2	0.2
	Triethanolamine	0.17	0.17	0.17	0.17
	Distilled water	92.13	92.13	92.13	92.13
B	DCRM 2051	0.5	0.5	0.5	-
	Seppic gel 305	-	-	-	0.5
C	Sorbitan laurate	1	2	3	4
	L - 101 lanolin	0.5	0.5	0.5	0.5

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Phase	Ingredients	Treatment (%)			
		1	2	3	4
D	Silsense™ DM-18	1	1	1	1
	Tocopherol acetate	0.2	0.2	0.2	0.2
E	DCCB 3031	0.5	0.5	0.5	0.5
F	Propylene glycol	3	3	3	3
	Germaben® II E	0.5	0.5	0.5	0.5
G	Perfume	0.2	0.2	0.2	0.2

ผลจากการทดลองโดยนำสูตรไปผ่านเครื่อง Homogenize และ high homogenize (12K) จำนวน 1 รอบ พบว่าทั้ง 4 สูตรมีความคงตัวที่อุณหภูมิห้อง และสูตร 1-3 มีความหนืดที่แตกต่างกัน เป็นเพราะระดับของ Sorbitan stearate ที่แตกต่างกัน โดยสูตรที่มีปริมาณ Sorbitan stearate มากจะมีความหนืดมาก ขณะที่สูตรที่ 4 มีความหนืดมากที่สุด ดังตารางที่ 21 โดยสูตรที่ 1 ไม่มีความคงตัวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเร่ง (45 °C) โดยมีการแยกชั้น เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ขณะที่สูตรที่ 2-4 ไม่มีการแยกชั้นเกิดขึ้น จึงสรุปได้ว่า Sorbitan stearate เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่มีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ การกำหนดระดับปริมาณของ Sorbitan stearate ในสูตรจึงต้องคำนึงถึงความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นภายหลังด้วย ขณะเดียวกันเมื่อเติมสาร Seppic gel 305 เป็นสารให้ความหนืด มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดมากกว่าการใช้ DCRM 2051 ดังนั้นช่วงระดับของ Sorbitan stearate ที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 2-4 จึงทำการศึกษาต่อไป การกำหนดปัจจัยในระดับของสารอิมัลซิไฟเออร์ ให้ได้ความหนืดที่เหมาะสมในการนำไปผลิตด้วยเครื่อง High Homogenizer คือ DCRM 2051 ที่ระดับร้อยละ 0.5 (คงที่) , DCCB 3031 ที่ระดับร้อยละ 0.5 (คงที่) และ Sorbitan stearate ที่ระดับร้อยละ 1.5, 2, 2.5 และ 3 ได้ทั้งหมด 4 สูตร ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 21 คุณสมบัติของสิ่งทดลองทั้ง 4 สิ่งทดลองที่เกิดจากการกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยใหม่

สิ่งทดลอง	ลักษณะปรากฏ		ความหนืด (mPa.s)	ความเป็นกรด-ด่าง
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิเร่ง (45°C)		
1	มีความหนืดน้อย ไหลเทได้ ไม่แยกชั้น	ความหนืดลดลง มีการแยกชั้นเกิดขึ้นอย่างชัดเจน (ส่วนล่างที่เป็นน้ำมีความสูงประมาณ 1.5 ซม)	235.7 ^d	6.65 ^c
2	มีความหนืดน้อย ไหลเทได้ ไม่แยกชั้น	ความหนืดลดลง ไม่มีการแยกชั้น	1,042 ^c	6.31 ^d
3	ความหนืดปานกลาง ไหลเทได้ ไม่แยกชั้น	ความหนืดลดลง ไม่มีการแยกชั้น	1,353.7 ^b	6.74 ^a
4	มีความหนืดมาก ไม่สามารถไหลเทได้ ไม่แยกชั้น	ความหนืดลดลง ไม่มีการแยกชั้น	1,637.5 ^a	6.67 ^b

หมายเหตุ ^{a-d} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 22 สิ่งทดลองที่มีการกำหนดระดับของอิมัลซิไฟเออร์

Phase	Ingredients	Treatment (%)			
		1	2	3	4
A	Disodium EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05
	D - Panthanol	1	1	1	1
	Carbopol [®] Ultrez 21 Polymer	0.2	0.2	0.2	0.2
	Triethanolamine	0.17	0.17	0.17	0.17
	Distilled water	92.13	92.13	92.13	92.13
B	DCRM 2051 (Dow dorning)	0.5	0.5	0.5	0.5
C	Sorbitan laurate (Span [™] 20)	1.5	2	2.5	3
	L - 101 lanolin	0.5	0.5	0.5	0.5
D	Silsense [™] DM-18	1	1	1	1
	Tocopherol acetate	0.2	0.2	0.2	0.2
E	DCCB 3031	0.5	0.5	0.5	0.5
F	Propylene glycol	3	3	3	3
	Germaben [®] II E	0.5	0.5	0.5	0.5
G	Perfume	0.2	0.2	0.2	0.2

จากตารางที่ 23 พบว่า สูตรทั้ง 4 สูตรไม่เกิดการแยกชั้น ทั้งในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิเร่ง (45°C) ขณะเดียวกันระดับปริมาณของ Sorbitan stearate ก็มีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ เมื่อผ่านเครื่อง homogenize และผ่านเครื่อง high homogenize (12K) 1 รอบ ดังนั้นจึงเลือกระดับที่ร้อยละ 1.5 ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับ 1.5 กับ 2 มีความหนืดต่างกันไม่มาก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตจึงเลือกระดับ Sorbitan stearate ที่ร้อยละ 1.5 มาพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 23 คุณลักษณะทางกายภาพ เคมี ของสูตรทั้ง 4 สูตรเมื่อเติมสารอิมัลซิไฟเออร์

สิ่งทดลอง (treatment)	ลักษณะปรากฏ		ความหนืด (mPa.s)	ความเป็น กรด-ด่าง
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิเร่ง (45°C)		
1	มีความหนืดน้อย ไหลเทได้ ไม่มี การแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	1,343.3 ^d	6.66 ^c
2	มีความหนืดน้อย ไหลเทได้ ไม่มี การแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	1,402 ^c	6.88 ^a
3	มีความหนืดค่อนข้างมาก ไหลเท ได้เล็กน้อย ไม่มีการแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	2342 ^b	6.69 ^b
4	มีความหนืดมาก ไม่สามารถไหล เทได้ ไม่มีการแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	3,738.7 ^a	6.68 ^b

หมายเหตุ ^{a-d} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากนั้นทำการศึกษานิคของซิลิโคนที่เหมาะสม โดยนำสูตรที่ผ่านการพัฒนาจากข้างต้นมาพัฒนาต่อ เดิมในการพัฒนาสูตรข้างต้นโดยใช้ซิลิโคน เป็น DCCB 3031 ดังแสดงในตารางของสูตรผลิตภัณฑ์ 22 พบว่าเมื่อผ่านเครื่อง high homogenize (12K) 1 รอบ ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้เปลี่ยนไป คือ มีความเป็นเจลมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสจากการใช้ของผู้บริโภคไม่กระจายตัวดี เห็นวุ้นเหนอะติดมือ ดังนั้นจึงได้ศึกษานิคของซิลิโคนที่ให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการมากที่สุด คือ มีความหนืดน้อย เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ก่อให้เกิดฟองอากาศในเนื้อผลิตภัณฑ์ สามารถเคลือบผผและให้ความชุ่มชื้นผผได้ดีและไม่เหนียวเหนอะหนะ โดยกำหนดปัจจัยและระดับดังนี้คือ SF 1288 ที่ระดับร้อยละ 2 (กำหนดจากเอกสารอ้างอิง) DUB DIOL ที่ระดับร้อยละ 2 (กำหนดจากเอกสารอ้างอิงทางการค้าของผู้จำหน่าย) DCCB 3031 ที่ระดับร้อยละ 2 (กำหนดเพื่อให้เปรียบเทียบผลการทดลองได้) Xs65-b3803 silicone ที่ระดับร้อยละ 2 (กำหนดเพื่อให้เปรียบเทียบผลการทดลองได้) สามารถได้สูตรทั้งหมด 4 สูตร ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สูตรการผลิตทั้ง 4 สูตรที่กำหนดชนิดและระดับของสารซิลิโคน

Phase	Ingredients	Treatment (%)			
		1	2	3	4
A	Water	92.13	92.13	92.13	92.13
	Disodium EDTA	0.05	0.05	0.05	0.05
	D - panthanol	1	1	1	1
	Carbopol ® Ultrez 21 Polymer	0.2	0.2	0.2	0.2
B	Triethanolamine	0.17	0.17	0.17	0.17
C	DCRM 2051	0.5	0.5	0.5	0.5
D (fix)	Sorbitan laurate	1.5	1.5	1.5	1.5
	L - 101 lanolin	0.5	0.5	0.5	0.5
E	Silsense™ DM-18	1	1	1	1
	Tocopherol acetate	0.2	0.2	0.2	0.2
F	SF 1288	2	-	-	-
	Dub Diol	-	2	-	-
	DCCB 3031	-	-	2	-
	Xs65-b3803 silicone	-	-	-	2
G	Propylene glycol	3	3	3	3
	Germaben® II E	0.5	0.5	0.5	0.5
H	Perfume	0.2	0.2	0.2	0.2

จากผลการทดลองการศึกษานิคของสารซิลิโคน คือ SF 1288, DUB DIOL, DCCB 3031 และ Xs65-b3803 silicone พบว่า ก่อนนำไปผ่านเครื่อง high homogenize (12K) 1 รอบ สูตรทั้ง 4 สูตร มีลักษณะเป็นครีมเจตสีขาว เนื้อสัมผัสเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถไหลเทได้ หลังจากผ่านเครื่อง high homogenize (12K) 1 รอบ พบว่า สูตรที่ 1 มีลักษณะเป็นโลชั่นสีขาว มีความหนืดลดลง (ความเป็นเนื้อเจลลดลง) มีความเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถไหลเทได้ ขณะที่สูตรที่ 2 และ 3 พบว่า มีลักษณะกึ่งนํ้าขาวปนอยู่ในเนื้อผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย โดยสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีลักษณะเป็นโลชั่นสีขาว มีความหนืดลดลง ดังตารางที่ 25 เมื่อพิจารณาความคงตัว พบว่า สูตรที่ 1 เกิดการแยกชั้นอย่างชัดเจนที่อุณหภูมิห้อง และมีการแยกชั้นที่อุณหภูมิเร่ง (45°C) ขณะที่สูตรที่



2, 3 และ 4 ไม่มีการแยกชั้น จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าสารซิลิโคนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาสูตรมีทั้งหมด 3 ชนิด คือ DUB DIOL, DCCB 3031 และ Xs65-b3803 silicone

ตารางที่ 25 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของสูตรทั้ง 4 สูตรที่ผสมสารซิลิโคนชนิดต่างๆ

สิ่งทดลอง (treatment)	ความคงตัว		ความหนืด (mPas)	ความเป็นกรด-ด่าง
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิเร่ง (45°C)		
SF 1288	มีการแยกชั้นเกิดขึ้นอย่างชัดเจน	ไม่มีการแยกชั้น	60.2 ^d	6.72 ^a
DUB DIOL	ไม่มีการแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	290.7 ^b	6.38 ^d
DCCB 3031	ไม่มีการแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	175.7 ^c	6.64 ^c
Xs65-b3803 silicone	ไม่มีการแยกชั้น	ไม่มีการแยกชั้น	389.3 ^a	6.67 ^b

หมายเหตุ ^{a-d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากนั้นจะทำการคัดเลือกชนิดของสารเคลือบเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาสูตร คือ การนำผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารเคลือบแต่ละชนิดไปทดสอบความชอบกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 40 คน ด้วยวิธี Hedonic scaling test และ Just about right ผลจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของสารเคลือบผมที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อใช้สารเคลือบผมของ DUB DIOL ผู้บริโภคได้ให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะ การกระจายตัวของเนื้อครีม (ขณะทา), การซึมเข้าสู่เส้นผม (ขณะทา) ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 26 ในขณะที่คุณลักษณะด้านความชื้นหนืดของเนื้อครีม (ก่อนทา), ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา) และ ความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 26 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของสารซิลิโคน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชนิดของสารเคลือบผม		
	DCCB 3031	Xs65-b3803 silicone	DUB DIOL
ความชื้นหนืดของเนื้อครีม (ก่อนทา)	6.40 ^b	6.78 ^b	7.53 ^a
การกระจายตัวของเนื้อครีม (ขณะทา) ^{ns}	6.95	6.88	7.1
การซึมเข้าสู่เส้นผม (ขณะทา) ^{ns}	6.68	6.58	6.85
ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา)	6.93 ^a	6.40 ^b	6.90 ^a
ความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา)	6.95 ^a	6.50 ^b	7.10 ^a
ความชอบโดยรวม	6.90 ^b	6.90 ^b	7.50 ^a

หมายเหตุ a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการให้คะแนนความรู้สึกของผู้ทดสอบ ในแต่ละคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just About Right ดังตารางที่ 27 พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อคุณลักษณะความรู้สึกต่อความชื้นหนืดของเนื้อครีม (ก่อนทา) การกระจายตัวของเนื้อ

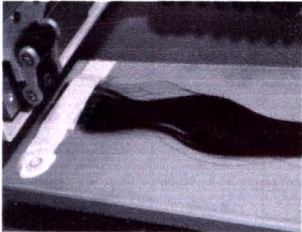
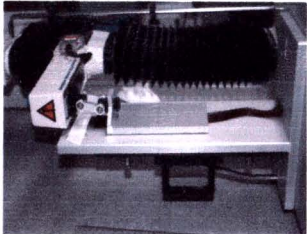
ครีม (ขณะทา) และความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา) ของ DUB DIOL มีความเข้มอยู่ในระดับที่พอดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 57.5, 72.5 และ 42.5 ตามลำดับ ในคุณลักษณะทางด้านการซึมเข้าสู่เส้นผมในผู้บริโภคให้ความรู้สึกว่าคุณมีความเข้มพอดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 72.5 ของ Xs65-b3803 silicone ขณะที่ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา) มีความเข้มอยู่ในระดับที่พอดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 55 และ 50 ของ Xs65-b3803 silicone และ DCCB 3031 ส่วนคุณลักษณะทางด้านการรู้สึกลื่น / เหนอะหนะ (หลังทา) ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความเข้มของ DUB DIOL อยู่ในระดับที่พอดีคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 42.5 รองลงมาคือ DCCB 3031 และ Xs65-b3803 silicone และ คิดเป็นร้อยละ 40 และ 27.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ความรู้สึกของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกที่มีส่วนผสมของสารเพิ่มความชุ่มชื้นที่ชนิดต่าง ๆ จากการทดสอบด้วยวิธี Just About Right

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สารเพิ่มความชุ่มชื้น	ร้อยละ				
		น้อยเกินไป	ค่อนข้างน้อยเกินไป	พอดี	ค่อนข้างมากเกินไป	มากเกินไป
ความชุ่มชื้นของเนื้อครีม(ก่อนทา)	DCCB 3031	17.5	47.5	30.0	5.00	0.00
	Xs65-b3803 silicone	2.50	7.50	50.0	35.0	5.0
	DUB DIOL	0.00	25.0	57.5	15.0	2.00
การกระจายตัวของเนื้อครีม(ขณะทา)	DCCB 3031	0.00	15.0	42.5	35.0	7.50
	Xs65-b3803 silicone	2.50	15.0	50.0	30.0	2.50
	DUB DIOL	0.00	12.5	72.5	15.0	0.00
การซึมเข้าสู่เส้นผม (ขณะทา)	DCCB 3031	2.50	22.5	50.0	25.0	0.00
	Xs65-b3803 silicone	0.00	20.0	72.5	7.50	0.00
	DUB DIOL	2.50	17.50	57.50	22.50	0.00
ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา)	DCCB 3031	0.00	40.0	37.5	22.5	0.00
	Xs65-b3803 silicone	0.00	25.0	55.0	20.0	0.00
	DUB DIOL	0.00	25.0	50.0	25.0	0.00
ความรู้สึกมัน / เหนอะหนะ (หลังทา)	DCCB 3031	10.0	42.50	40.0	7.50	0.00
	Xs65-b3803 silicone	5.00	52.5	27.5	15.0	0.00
	DUB DIOL	2.50	22.5	42.5	32.5	0.00

เมื่อนำเส้นผมไปทดสอบความนุ่มลื่นของแรงเสียดทานด้วยเครื่อง TEXTURE ANALYZER TA.TX2 หัววัดแบบ Friction Rig (For Hair root=Smoothness/softness) Code A/FRC ตามวิธี Janusz Jachowicz,*et al.* 2006 แสดงดังภาพที่ 5 จากตารางที่ 28 พบว่าสูตรที่ผสม DCCB3031 ให้ความลื่นแก่เส้นผมดี รองลงมาคือ Xs65-b3803 silicone และ DUB DIOL ตามลำดับ จากนั้นเพื่อให้ผลจากการใช้สารซิลิโคนที่ช่วยเพิ่มความนุ่ม ความลื่น ความเรียบตรง และความเปราะบางของเส้นผมเป็นไปในทางเดียวกัน และสามารถสนองความพอใจของผู้บริโภคสูงสุด ได้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 40 คน ทดสอบความชอบด้วยวิธี 9- point Hedonic scaling test พบว่า สารซิลิโคนของ DUB DIOL และ DCCB 3031 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูง ก็อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางในคุณลักษณะความนุ่ม ความลื่น ความเรียบ ความเงาและความชอบรวม มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 29 ในขณะที่ Xs65-b3803 silicone มีระดับความชอบที่บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ จากผลการให้คะแนนความรู้สึกของผู้ทดสอบ ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just about right แสดงผลดังตารางที่ 30

พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจต่อลักษณะของสูตรบำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่ใช้ DCCB 3031 สูงที่สุด โดยผู้ทดสอบได้ประเมินคุณลักษณะในด้านความนุ่ม ความลื่น ความเรียบ ความมัน และความเงาของเส้นผมในระดับพอคิสูงถึงร้อยละ 45, 40, 40, 57.5 และ 47.5 ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ DUB DIOL ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความรู้สึกว่าความนุ่ม และความลื่นของเส้นผมน้อยเกินไปแค่ร้อยละ 27.5 และ 30 เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าสาร DUB DIOL มีความสามารถด้านการให้คุณลักษณะดังกล่าวน้อยกว่า DCCB 3031 ถึงแม้ว่าจะให้คะแนนความชอบสูงกว่า DCCB 3031 ก็ตาม ดังนั้นจึงได้เลือกสาร DCCB 3031 มาใช้เป็นส่วนประกอบและได้สูตรที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาในขั้นต่อไป

 1. กดตัวอย่าง leave on 2-5 กรัม ลงบนฝ่ามือและลูบบนข้อผมตามแนวยาว		
2. เส้นผมที่ผ่านการลูบด้วย Leave on แล้ววางติดบนแท่นวัดและอ่านค่าความลื่นด้วยเครื่อง Texture Analyser		

ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการทดสอบความนุ่มลื่นด้วยเครื่อง TEXTURE ANALYZER หัววัดแบบ Friction Rig

ตารางที่ 28 ค่าความนุ่มลื่นของเส้นผม(วัดด้วยแรงเสียดทานเฉลี่ยที่เกิดขึ้นตลอดการทดสอบ)

สูตรผลิตภัณฑ์	ค่าความนุ่มลื่นของเส้นผม (แรงเสียดทานเฉลี่ย หน่วย กรัม)
Xs65-b3803 silicone	59.67 ^b
DCCB 3031	32.33 ^a
DUB DIOL	71.00 ^c

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 29 คะแนนความชอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกด้วยวิธี Hedonic Scaling Test

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	DCCB 3031	DUB DIOL	Xs65-b3803 silicone
ความนุ่มของเส้นผม (หลังทา)	6.40±1.35 ^a	6.70±1.32 ^a	5.45±1.55 ^b
ความลื่นของเส้นผม (หลังทา)	6.250±1.63 ^a	6.675±1.37 ^a	5.575±1.63 ^b
ความเรียบของเส้นผม (หลังทา)	6.30±1.57 ^b	6.957±1.29 ^a	5.35±1.64 ^c
ความมันของเส้นผม (หลังทา)	6.125±1.32 ^a	6.025±1.66 ^a	5.725±1.45 ^a
ความเงาบนเส้นผม (หลังทา)	6.025±1.54 ^{ab}	6.40±1.53 ^a	5.80±1.60 ^c
ความชอบโดยรวม	6.375±1.15 ^a	6.775±1.39 ^a	5.475±1.40 ^b

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P ≤ 0.05)

ตารางที่ 30 ร้อยละของคะแนนความรู้สึกที่มีต่อคุณลักษณะในผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกด้วยวิธี Just about right

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ	ร้อยละ				
		น้อยที่สุด	น้อย	พอดี	มาก	มากที่สุด
DCCB 3031	ความนุ่มของเส้นผม(หลังทา)	5.00	35.0	45.0	10.0	5.00
	ความลื่นของเส้นผม(หลังทา)	2.50	32.5	40.0	22.5	2.50
	ความเรียบของเส้นผม(หลังทา)	7.50	30.0	40.0	20.0	2.50
	ความมันของเส้นผม(หลังทา)	10.0	27.5	57.5	5.00	0.00
	ความเงาบนเส้นผม(หลังทา)	7.50	30.0	47.5	15.0	0.00
DUB DIOL	ความนุ่มของเส้นผม(หลังทา)	0.00	30.0	27.5	40.0	2.50
	ความลื่นของเส้นผม(หลังทา)	5.00	27.5	30.0	37.5	0.00
	ความเรียบของเส้นผม(หลังทา)	2.50	17.5	47.5	25.0	7.50
	ความมันของเส้นผม(หลังทา)	2.50	17.5	50.0	22.5	7.50
	ความเงาบนเส้นผม(หลังทา)	5.00	10.0	57.5	25.0	2.5
Xs65-b3803 silicone	ความนุ่มของเส้นผม(หลังทา)	5.00	57.5	30.0	7.50	0.00
	ความลื่นของเส้นผม(หลังทา)	7.50	52.5	32.5	7.50	0.00
	ความเรียบของเส้นผม(หลังทา)	20.0	35.0	30.0	10.0	5.00
	ความมันของเส้นผม(หลังทา)	7.50	32.5	52.5	7.50	0.00
	ความเงาบนเส้นผม(หลังทา)	2.50	47.5	45.0	5.00	0.00

3.2.3 การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ต้องล้างออกทางด้านประสาทสัมผัส

เมื่อได้ระดับของ DCCB 3031 ที่ร้อยละ 2 ซึ่งเป็นระดับเหมาะสมแล้วนั้น จะทำการพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เนื่องจากสูตรพื้นฐานยังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านความหนืด ความมัน และความเหนียวเหนอะหนะของเนื้อโลชั่นต่ำกว่าค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยสารที่คัดเลือกมาเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ Carbopol polymer ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มความหนืด และทำอิมัลชันที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้อิมัลชัน มีคุณสมบัติในด้านความหนืด ความ

เหนียวเหนอะหนะ การกระจายตัวที่ดี ส่วนอีกชนิด คือ Sorbitan laurate เป็นอิมัลชันที่อ่อนโยนต่อผิว ช่วยด้านความคงตัว และสามารถยึดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี จึงนิยมใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากช่วยในด้านลดความมัน และการกระจายตัวของเนื้อโลชั่น (www://en.mimi.hu/beauty/peg-80_sorbitan_laurate.html) โดยทำการศึกษาปัจจัยของ Carbopol polymer ที่ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 และ Sorbitan laurate ที่ร้อยละ 1.5, 2 และ 2.5 ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล ซึ่งผลจากการวัดค่าคุณภาพของสิ่งทดลองทางด้านประสาทสัมผัสจากการให้คะแนนความชอบด้วยวิธี Hedonic scaling test พบว่า ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม เมื่อผ่านการเติมสารที่ช่วยเพิ่มคุณภาพ ทั้ง 2 ชนิด ดังที่ได้กล่าวข้างต้น จะส่งผลให้มีค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ แสดงผลดังตารางที่ 31 โดยที่คุณลักษณะความเป็นเนื้อเดียวกัน ความมัน และความนุ่มลื่นของผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมทั้ง 9 สูตร มีค่าที่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นคุณลักษณะในด้านของการกระจายตัว ความยากง่ายในการทา ความเหนียว ความลื่นและความชอบรวมเท่านั้นที่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยสูตรที่มีปริมาณของ Carbopol polymer และ Sorbitan laurate อยู่ในระดับสูง จะมีผลให้ค่าคุณภาพในด้านคะแนนความชอบรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากสารดังกล่าวมีผลให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อคะแนนความชอบของปัจจัยการกระจายตัว ความยากง่ายในการทา ความเหนียวเหนอะหนะ และความลื่นของเส้นผมลดลงด้วย ซึ่งเป็นผลดีที่ช่วยให้ด้านความมันของผลิตภัณฑ์ที่ทาบนเส้นผมดีขึ้น และช่วยลดลักษณะปรากฏที่เป็นมันเยิ้ม (reduced greasiness) ของสารประกอบอื่นในสูตร และเมื่อทาบนผิวจะช่วยเป็นตัวหล่อลื่นให้เนื้อผลิตภัณฑ์เคลือบและกระจายตัวได้ง่ายขึ้น

เมื่อนำข้อมูลจากการทดลองในตารางที่ 31 มาสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือ สมการที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมกับปัจจัยในการผลิต ได้แก่ ความเข้มข้นของสาร carbopol polymer และ ความเข้มข้นของสาร sorbitan laurate จะได้สมการรีเกรสชันแสดงดังตารางที่ 32 โดยจะทำการคัดเลือกเฉพาะสมการที่เหมาะสมที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างค่าคะแนนความชอบและปัจจัยในการผลิต และพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) ที่มากกว่า 0.75 เพื่อให้เป็นตัวแทนของชุดข้อมูลและใช้ในการทำนายสภาวะการผลิตของสูตรที่เหมาะสมได้ ซึ่งพบว่าสมการที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ สมการที่อธิบายความสัมพันธ์ของคะแนนความชอบทางด้านความเรียบตรง และคะแนนความชอบรวม และเมื่อนำแบบจำลองทั้งสองมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ Response Surface จะได้ดังภาพที่ 6

ตารางที่ 31 ค่าคะแนนความชอบทางด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์บำรุงผม

ปัจจัย											
ค่าคะแนนความชอบ											
สูตร	x ₁	x ₂	ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	ความยากง่ายในการทา	ความเหนียวเหนอะหนะ	ความเรียบตรง	ความมันบนเส้นผม ^{ns}	ความนุ่มลื่นของเส้นผม ^{ns}	ความลื่นของผม	ความชอบโดยรวม
1	0.1	1.5	7.93	8.35 ^a	8.15 ^a	7.50 ^b	6.23 ^b	7.46	7.73	8.33 ^{ab}	7.23 ^a
2	0.1	2.0	7.7	8.13 ^a	8.09 ^{ab}	7.10 ^{bc}	6.28 ^{ab}	7.39	7.71	8.41 ^a	7.21 ^a
3	0.1	2.5	7.69	8.09 ^{ab}	8.08 ^{ab}	6.90 ^c	6.39 ^{ab}	7.39	7.74	8.34 ^a	7.19 ^a
4	0.2	1.5	7.69	7.69 ^{bc}	7.76 ^{bc}	8.40 ^a	6.54 ^a	7.48	7.95	8.18 ^{ab}	6.51 ^b
5	0.2	2.0	7.61	7.68 ^{bc}	7.66 ^c	7.40 ^b	6.50 ^{ab}	7.51	7.71	8.23 ^{ab}	6.50 ^b
6	0.2	2.5	7.55	7.51 ^c	7.53 ^c	8.00 ^a	6.54 ^a	7.38	7.77	8.06 ^b	6.48 ^b
7	0.3	1.5	7.6	6.85 ^d	6.77 ^d	6.80 ^c	6.48 ^{ab}	7.50	7.89	8.28 ^{ab}	5.14 ^c
8	0.3	2.0	7.64	6.8 ^d	6.43 ^d	6.70 ^c	6.46 ^{ab}	7.51	7.85	8.34 ^a	5.08 ^c
9	0.3	2.5	7.74	6.73 ^d	6.66 ^d	5.80 ^d	6.49 ^{ab}	7.48	7.85	8.39 ^a	4.90 ^c

หมายเหตุ x₁ คือ ความเข้มข้นของสาร Carbopol polymer (ร้อยละ)

x₂ คือ ความเข้มข้นของสาร Sorbitan laurate (ร้อยละ)

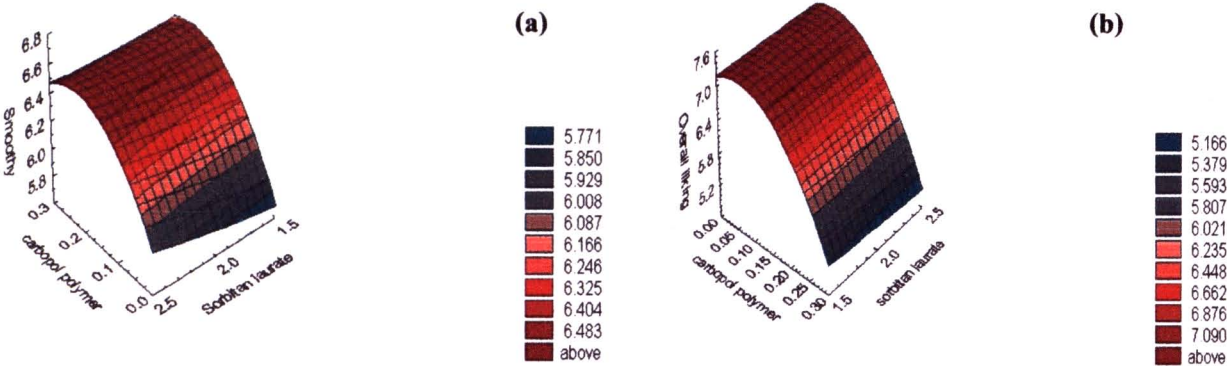
^{a-d} หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 32 สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมกับปัจจัยในการผลิต

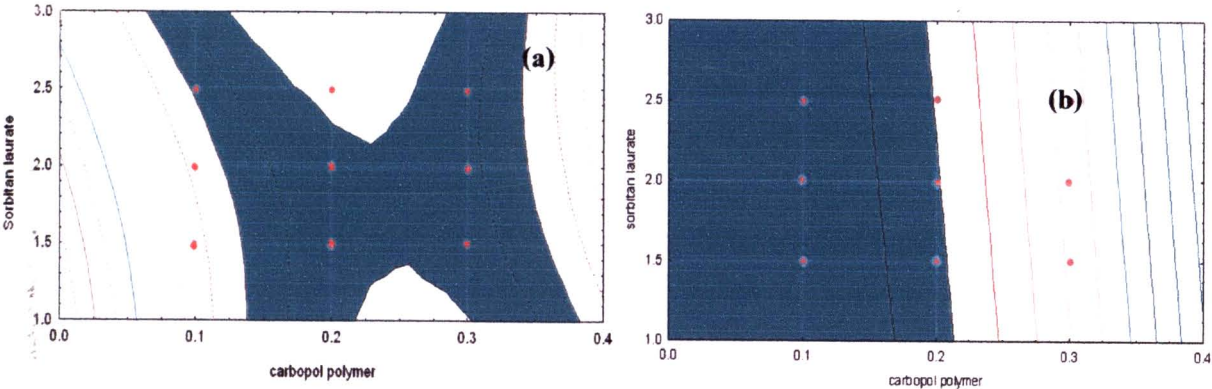
ค่าคุณภาพของลิฟออน	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R ²)
ความเรียบตรง	$7.180 + 5.188x_1 - 0.586x_1x_2 - 37.167x_1^2$	0.999
ความชอบรวม	$5.570 + 8.007x_1 - 0.795x_1x_2 - 13.833x_1^2 + 0.054x_2^2$	0.968

หมายเหตุ x_1 คือ ความเข้มข้นของสาร Carbopol polymer , x_2 คือ ความเข้มข้นของสาร Sorbitan laurate



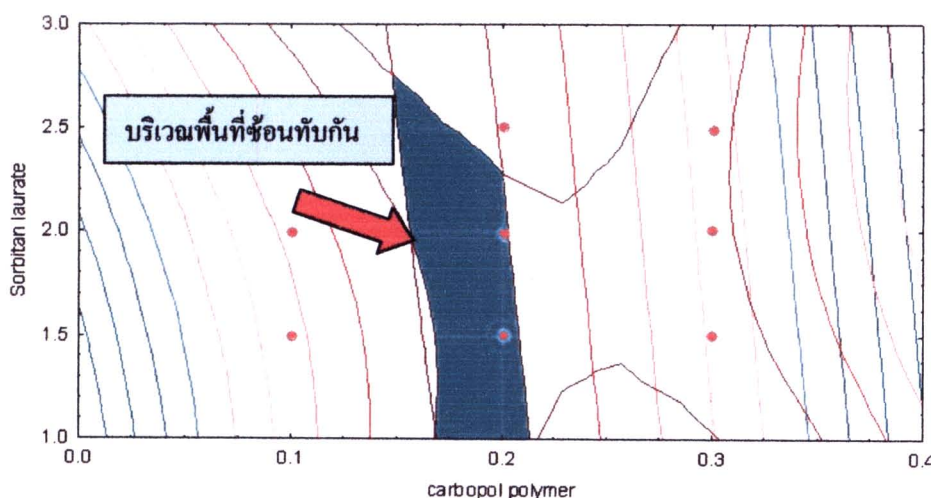
ภาพที่ 6 กราฟ Response Surface แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร carbopol polymer และความเข้มข้นของสาร Sorbitan laurate ที่มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านความเรียบตรง (a) และความชอบโดยรวม (b)

โดยจากกราฟ Response Surface พบว่า การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของ Carbopol polymer มีผลให้คะแนนความชอบทั้งทางด้านความเรียบตรงและความชอบโดยรวมมีค่าลดลง ส่วนปัจจัยทางด้านปริมาณความเข้มข้นของ Sorbitan laurate พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารดังกล่าว คะแนนความชอบมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ดังนั้นจึงนำสมการที่ผ่านการคัดเลือกไปสร้างกราฟ Contour plot เพื่อแสดงถึงช่วงที่เหมาะสมของปริมาณ Carbopol polymer แสดงดังภาพที่ 7 โดยพื้นที่สีเขียวในกราฟ Contour plot จะแสดงถึงช่วงค่าคะแนนความชอบทางด้านความเรียบตรง (a) และความชอบโดยรวม (b) ที่มีค่าในแนวโน้มที่สูง โดยพบว่าค่าคะแนนความเรียบตรงมีค่าสูงอยู่ในช่วงที่ความเข้มข้นของ Carbopol polymer ประมาณร้อยละ 0.15 ถึง 0.38 และปริมาณ Sorbitan laurate อยู่ในช่วงที่กว้างขึ้นอยู่กับปริมาณ Carbopol polymer ส่วนค่าคะแนนความชอบโดยรวมจะมีค่าสูงอยู่ในช่วงความเข้มข้นของ Carbopol polymer ประมาณต่ำกว่าร้อยละ 0.22 ส่วนทางด้านปริมาณ Sorbitan laurate พบว่าค่าคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 7 กราฟ Contour plot แสดงช่วงคะแนนความชอบที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมได้แก่ ความชอบทางด้านความเรียบตรง (a) และความชอบโดยรวม (b)

เมื่อนำกราฟ Contour plot ทั้งสองกราฟที่ได้มาซ้อนทับจะได้พื้นที่สีเขียว แสดงดังภาพที่ 8 ซึ่งเป็นช่วงของปริมาณ Carbopol polymer และ Sorbitan laurate ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ค่าคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวมและความเรียบตรงให้ค่าดีที่สุด ซึ่งจากพื้นที่ดังกล่าวพบว่า สูตรที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม คือ ปริมาณ Carbopol polymer ร้อยละ 0.2 และปริมาณ Sorbitan laurate ไม่เกินร้อยละ 2.5 ดังนั้นจึงเลือกปริมาณ Sorbitan laurate ร้อยละ 1.5 เนื่องจากให้ค่าคะแนนความชอบสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นที่มีปริมาณ Carbopol polymer เท่ากัน ดังนั้นจึงนำสูตรที่ 4 ไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

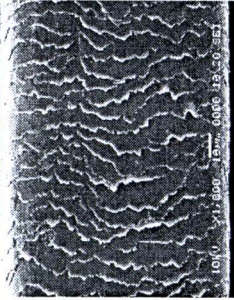
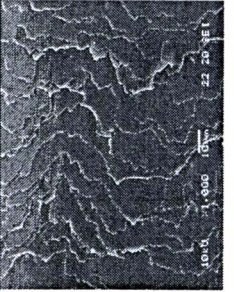
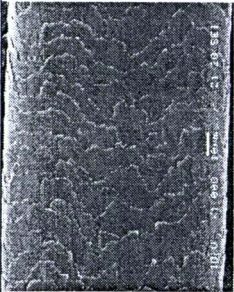
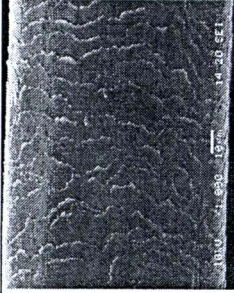
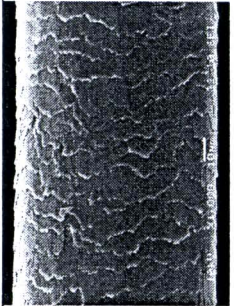
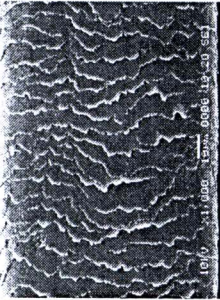
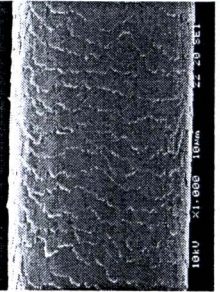
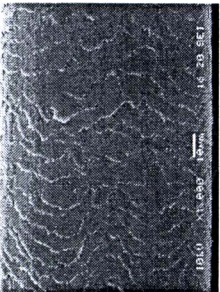
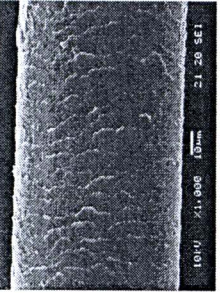
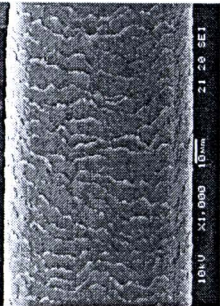
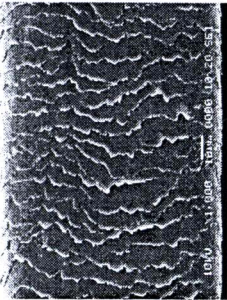
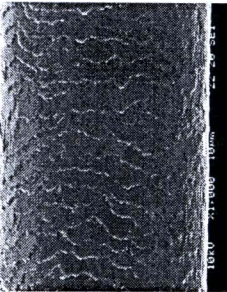
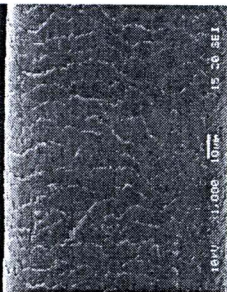
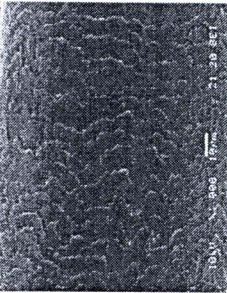
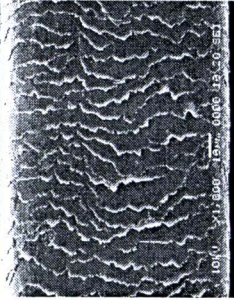
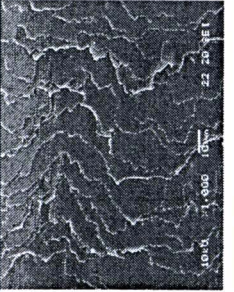
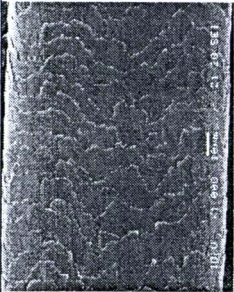
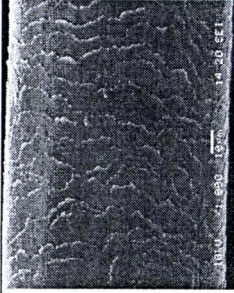
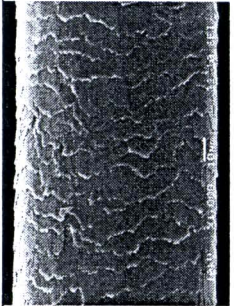
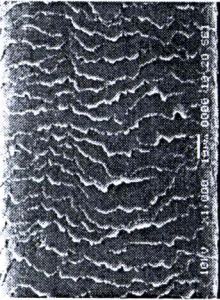
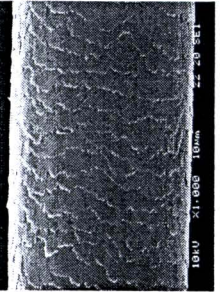
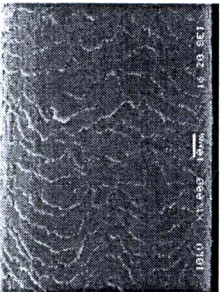
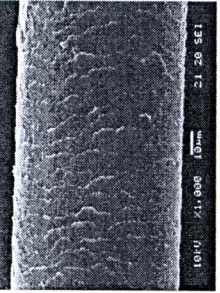
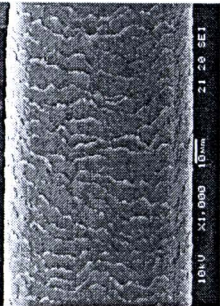
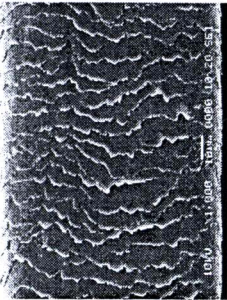
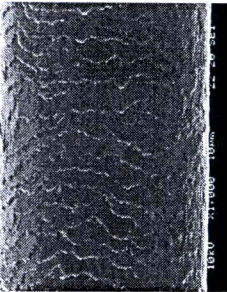
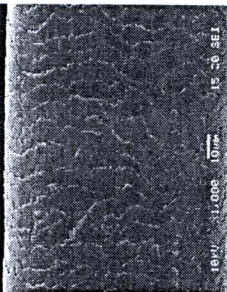
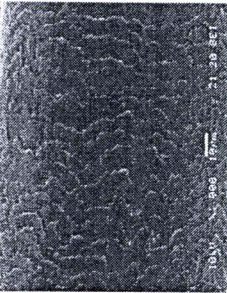
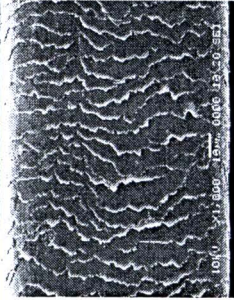
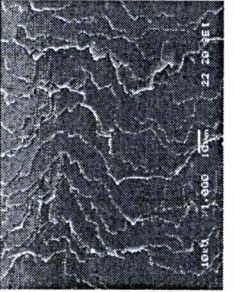
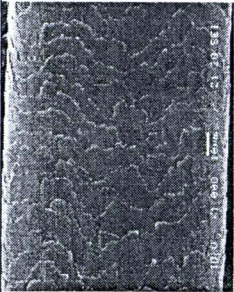
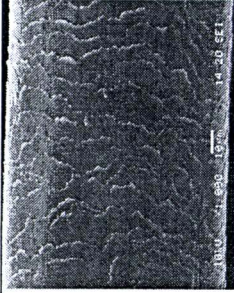
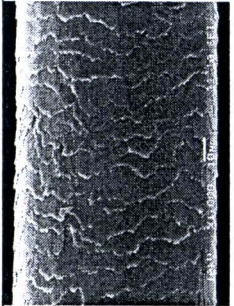
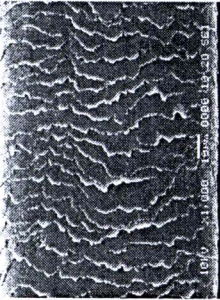
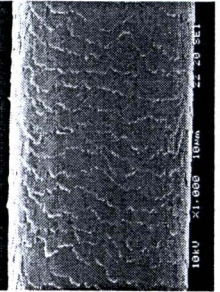
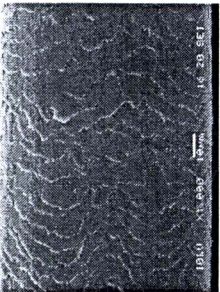
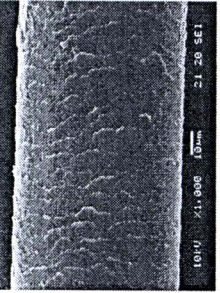
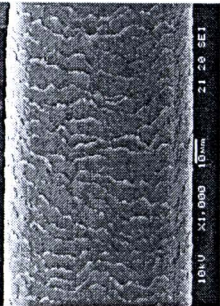
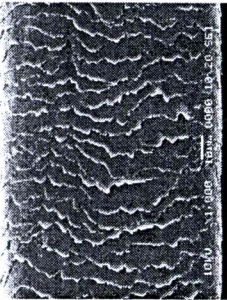
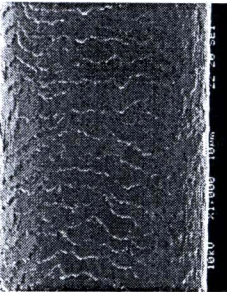
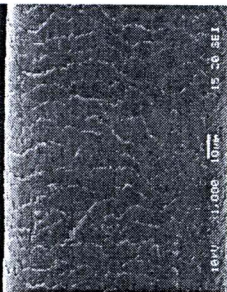
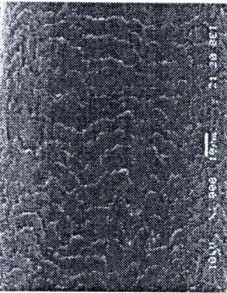


ภาพที่ 8 กราฟ Contour plot ของค่าคะแนนความชอบทางด้านความเรียบตรงและความชอบโดยรวมเมื่อนำมาซ้อนทับกันจะได้พื้นที่สีเขียวคือปริมาณ Carbopol polymer และ Sorbitan laurate ที่เหมาะสม

3.3 ปริมาณโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ที่เหมาะสม

นำสูตรที่เหมาะสมทำการผลิต เพื่อดูคุณลักษณะของปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมโดยใช้สูตรที่เหมาะสมที่พัฒนาได้ใส่โปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 1.4, 1.6 และ 1.8 โดยกำหนดจากผลการทดสอบพฤติกรรมการดำเนินอนุโมลิตระดังรายงานข้างต้น ภายหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์แล้ว 1 ครั้ง นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อดูการลักษณะของเส้นผม พบว่าปอยผมที่ไม่ได้ใส่ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม มีร่องของเคราตินลึกและค่อนข้างเปิดตลอดการใช้ ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมสูตรพื้นฐาน (ไม่ใส่โปรตีน) ร่องของเคราตินยังคงลึกและเปิดอยู่บ้างแต่น้อยกว่าปอยผมที่ไม่ได้ใส่ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมอยู่เล็กน้อย ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมสูตรที่ใส่โปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ร้อยละ 1.4 และ 1.6 สามารถลดรอยเปิดของเคราติน ร่องของเคราตินตื้นขึ้นและแน่นขึ้นได้ ขณะที่ปอยผมที่ใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมสูตรที่ใส่โปรตีนไหมอีรี่ร้อยละ 1.8 สามารถลดรอยเปิดของเคราตินและร่องของเคราตินให้ตื้นขึ้นได้เช่นกันแต่จะมีส่วนของตะกอนโปรตีนที่ไม่ละลายมากเกินไปจึงเกาะติดเส้นผม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความรู้สึกสะอาดของผู้ทดสอบ ดังตารางที่ 35 และเมื่อเปรียบเทียบปอยผมที่ใส่ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมโปรตีนทั้ง 3 ระดับกับผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมโปรตีนข้าวสาลีและโปรตีนชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าปอยผมสูตรที่ใส่โปรตีนไหมอีรี่ร้อยละ 1.4 มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 36 จึงเลือกผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมสูตรที่ใส่โปรตีนไหมอีรี่ร้อยละ 1.4 เนื่องจากมีต้นทุนที่ถูกกว่าร้อยละ 1.8 ขณะเดียวกันก็มีประสิทธิภาพและความสามารถในการซ่อมแซมเคราตินบนเส้นผมได้ไม่ต่างกันเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3.5 ลักษณะของเส้นผมก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมทั้ง 3 สูตรเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สูตร	เริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8
ควบคุม					
					
					
สูตรพื้นฐาน					
					
					
โปรตีนไหมอีรี่อยละ 1.4					
					
					

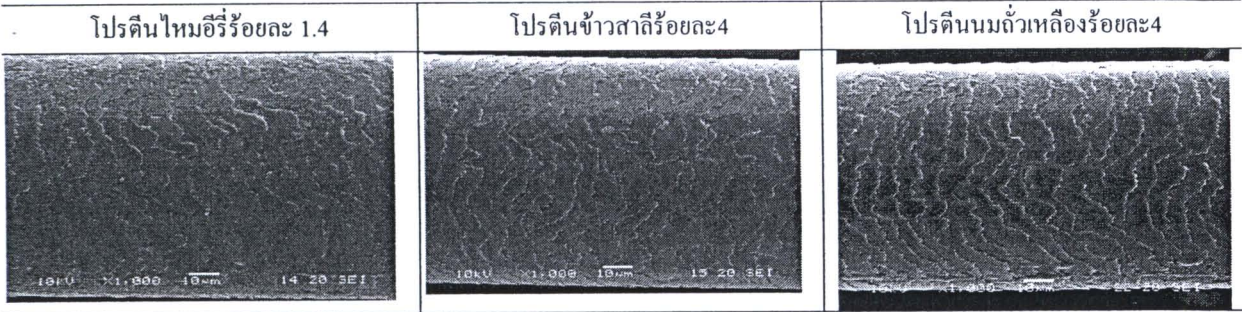
หมายเหตุ ที่กำลังขยาย X1000, 10 µm

ตารางที่ 35 (ต่อ)

สูตร	เริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8
โพรตีน ไฮมอริ ร้อยละ 1.6					
โพรตีน ไฮมอริ 1.8					
โพรตีน ข้าวสาลี ร้อยละ 4					

หมายเหตุ ที่กำลังขยาย X1000, 10 µ m

ตารางที่36 ลักษณะของปอยเส้นผมผ่านการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไหมอี่รี่เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนชนิดต่างๆที่มีจำหน่ายท้องตลาด



หมายเหตุ ที่กำลังขยาย X1000, 10 µ m ภายหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องเป็นเวลา 8 สัปดาห์

และเมื่อนำปอยเส้นผมที่มีสุขภาพดีมาทำการทดสอบกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ระดับความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ จากนั้นนำไปวัดค่าคุณภาพทางด้านความนุ่มลื่นของเส้นผมด้วยเครื่อง Texture analyzer (วัดจากแรงเสียดทานที่กระทำต่อเส้นผม) พบว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ใส่ปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอี่รี่ทั้ง 3 ระดับให้ผลความนุ่มและลื่นของเส้นผมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอี่รี่ที่ใส่ในผลิตภัณฑ์บำรุงผมจะแปรผันตรงกันข้ามกับแรงเสียดทานที่กระทำกับเส้นผม(หรือความนุ่มและลื่นของเส้นผม) นั่นคือ หากผลิตภัณฑ์บำรุงผมมีปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอี่รี่ในร้อยละที่มากขึ้น ทำให้แรงเสียดทานที่กระทำกับเส้นผมมากขึ้นส่งผลให้ ความนุ่มลื่นของเส้นผมลดลงแสดงดังตารางที่ 37 ดังนั้นร้อยละของโปรตีนไหมอี่รี่ที่ 1.4 จึงมีความเหมาะสมในการนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์บำรุงผม ซึ่งสอดคล้องกับการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ตารางที่ 37 ค่าความนุ่มลื่นของเส้นผมทั้ง 3 ระดับจากการวัดด้วยเครื่อง Texture analyzer

ร้อยละ โปรตีนไหมอี่รี่ (%)	ค่าความนุ่มลื่นของเส้นผม (แรงเสียดทานเฉลี่ย : หน่วย กรัม)
1.4	74.35 ^c ± 1.45
1.6	82.61 ^b ± 1.20
1.8	98.80 ^a ± 2.26

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4 กลิ่นของผลิตภัณฑ์

3.4.1 กลิ่นที่เหมาะสม

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่เหมาะสม นำมาทดสอบเพื่อหากลิ่นที่เหมาะสม โดยใช้กลิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กลิ่นดอกทานตะวัน (กลิ่นดอกไม้) กลิ่นรีเล็ก (กลิ่นที่ช่วยให้ผ่อนคลาย) และกลิ่นแอปเปิ้ลเขียว (กลิ่นผลไม้) ซึ่งเป็นชนิดของกลิ่นที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด 3 อันดับแรกจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค โดยทดลองเติมกลิ่นลงในสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ร้อยละ 0.2 และเรียงลำดับความชอบกลิ่น (preference ranking) โดยกำหนดให้ 1 = ชอบน้อยที่สุด 2 = ชอบปานกลาง และ 3 = ชอบมากที่สุด ซึ่งทำการวิเคราะห์และแปลผลการทดสอบด้วยวิธี Friedman’s test แสดงดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

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

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 38 พบว่า กลิ่นรีเล็กมีค่าผลรวมของลำดับความชอบมากที่สุดและมากกว่ากลิ่นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ จะให้ลำดับความชอบของกลิ่นรีเล็ก ในลำดับต้นๆ ส่วนกลิ่นที่ได้ลำดับความชอบรองลงมาคือ กลิ่นแอปเปิ้ลเขียว และ กลิ่นดอกทานตะวัน ตามลำดับ ดังนั้นกลิ่นรีเล็ก จึงถูกเลือกเพื่อนำมาพัฒนาปริมาณของกลิ่นต่อไป

3.4.2 ปริมาณกลิ่นที่เหมาะสม

นำกลิ่นที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดลองเพื่อหาปริมาณกลิ่นที่เหมาะสม โดยศึกษาปริมาณกลิ่น 3 ระดับ คือ 0.2, 0.4 และ 0.6 ตามลำดับ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะของกลิ่นก่อนใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ (กลิ่นเมื่อใช้/ดู/สัมผัส) กลิ่นภายหลังการใช้ (กลิ่นหลังใช้/ดู/สัมผัสเสร็จแล้ว) ร่วมกับการทดสอบค่าคะแนนทางด้านความรู้สึกจากผลการทดสอบด้วยวิธี Just About Right พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่นมีความแตกต่างกันทุกคุณลักษณะ โดยที่ระดับกลิ่นร้อยละ 0.6 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ กลิ่นภายหลังการใช้และความชอบรวมมากที่สุด แสดงผลดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 คะแนนความชอบปริมาณกลิ่นของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 0.2	ร้อยละ 0.4	ร้อยละ 0.6
กลิ่นก่อนการใช้	5.93 ^b ±1.36	6.20 ^{ab} ±1.49	6.83 ^a ±0.95
กลิ่นระหว่างการใช้	5.73 ^b ±1.17	6.13 ^b ±0.97	7.00 ^a ±0.95
กลิ่นภายหลังการใช้	5.63 ^b ±1.35	6.03 ^b ±1.10	6.83 ^a ±0.99
ความชอบรวม	5.86 ^b ±1.43	6.13 ^b ±0.94	6.90 ^a ±0.80

หมายเหตุ ^{a-b} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อทำการทดสอบความรู้สึกด้านกลิ่น ด้วยวิธี Just About Right พบว่า ผู้ทดสอบมีความรู้สึกต่อความเข้มข้นของกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ และกลิ่นภายหลังการใช้ โดยกลิ่นที่ระดับร้อยละ 0.6 ในระดับพอดี คิดเป็นร้อยละสูงสุด คือ 70.00, 73.33 และ 16.67 ส่วนกลิ่นที่ระดับร้อยละ 0.2 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 0.6 เนื่องจากผู้ทดสอบมีความรู้สึกถึงความเข้มข้นอยู่ในระดับที่พอดีคิดเป็นร้อยละสูงสุดเมื่อเทียบกับระดับกลิ่นที่ระดับอื่นๆ นอกจากนี้กลิ่นดังกล่าวยังได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะของกลิ่นก่อนการใช้ กลิ่นระหว่างการใช้ กลิ่นภายหลังการใช้ และความชอบรวมสูงที่สุด แสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right

ระดับกลิ่น	คุณลักษณะ	ร้อยละ				
		กลิ่น อ่อนมาก	กลิ่นอ่อน เล็กน้อย	พอดี	กลิ่นแรง เล็กน้อย	กลิ่น แรงมาก
0.2	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
0.4	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
0.6	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

3.5 สีที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

3.5.1 ปริมาณสีที่เหมาะสม

นำสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ผ่านการคัดเลือกกลิ่นศึกษาหาปริมาณสีที่เหมาะสม เนื่องจากกลิ่นที่เลือกคือกลิ่นรีเล็ก จึงนำสีเหลืองมาศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสม ทั้งนี้สืบเนื่องจากผู้บริโภคต้องการให้เป็นสีตามธรรมชาติของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ พบว่ามีสีเหลืองออกน้ำตาลเข้มจัด จึงนำสีเหลืองมาเพิ่มความสดของผลิตภัณฑ์โดยใช้ปริมาณสีเหลือง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ จากนั้นผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบและคะแนนความรู้สึก ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 41 ค่าผลรวมของลำดับความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	ปริมาณสีร้อยละ 0.1	ปริมาณสีร้อยละ 0.2	ปริมาณสีร้อยละ 0.3
สี	6.45 ^c	7.38 ^b	8.35 ^a
ความชอบรวม	6.50 ^c	7.54 ^b	8.28 ^a

หมายเหตุ ^{abc} หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลจากการทดลอง พบว่าความเข้มข้นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ ที่ใช้สารละลายสีเหลือง (0.15 % w/v) ในปริมาณร้อยละ 0.3 ได้รับคะแนนความชอบที่สูงกว่าสูตรที่ใช้สารละลายสีเหลืองในปริมาณ ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.2 แสดงดังตารางที่ 41 และเมื่อเปรียบคะแนนความรู้สึกพบว่า ปริมาณสีร้อยละ 0.3 ได้คะแนนความรู้สึกว่าพอดิมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมา คือ ปริมาณสีร้อยละ 0.2 ได้คะแนนความรู้สึกว่าพอดิมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30.00 แสดงดังตารางที่ 42 ดังนั้นจึงใช้ความเข้มข้นของสีเหลืองที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดมาเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมโดยผลการพัฒนาสูตรบำรุงผม สามารถสรุปส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้วแสดงดังตารางที่ 43 และภาพที่ 9 ได้ดังนี้



ตารางที่ 42 ความรู้สึกของผู้ทดสอบในคุณลักษณะด้านกลิ่น โดยวิธี Just About Right

ปริมาณสี	ร้อยละ				
	สีอ่อนมาก	สีอ่อนเล็กน้อย	พอดี	สีเข้มเล็กน้อย	สีเข้มมาก
0.1	66.67	43.33	23.33	0.00	0.00
0.2	3.33	46.67	30.00	20.00	0.00
0.3	0.00	0.00	56.67	23.33	20.00

ตารางที่ 43 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ที่พัฒนาได้

ส่วน	วัตถุดิบที่ใช้	ร้อยละ
A	Water (Reverse Osmosis)	85.2
	Disodium EDTA	0.05
	DL-panthanol	0.2
	Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer	0.2
	(Carbopol® Ultrez 21 Polymer)	
B	Triethanolamine	0.17
C	Sodium Polyacrylate (and)Dimethicone (and) Cyclopentasiloxane (and)Trideceth-6 (and) PEG/PPG -18/18Dimethicone (DCRM 2051)	1.8
D	Sorbitan laurate	1.5
	Sansanov WR	1.25
	L-102 lanolin	0.5
E	Dimethicone PEG-7 Isostearate (Silsense™ DM-18)	1
	Tocopherol acetate	0.3
F	Cyclopentasiloxane,dimethiconol,dimethicone crosspolymer (and) phenyltrimethicone blend (DCCB 3031)	2
G	Butylene glycol	3
	Phenoxyethanol and methylparaben and Ethylparaben and propylparaben and butylparaben	0.5
H	Perfume (relax EAC)	0.6
	Musk	0.03
I	Eri silk hydrolysate	1.4
J	Yellow color water(0.15% w/v)	0.3
รวม		100

หมายเหตุ การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการผลิต (% weight loss) เท่ากับ 10%



ภาพที่9 ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนไฮโดรไลเสตจากไหมอีรี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

4. คุณภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไหมอีรี่ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว

ผลจากการพัฒนาสูตรบำรุงผมที่มีส่วนผสมของ โปรตีนไฮโดรไลเสตจากไหมอีรี่ จากการทดลองในข้อข้างต้น เมื่อนำสูตรบำรุงเส้นผมที่ผ่านการพัฒนาแล้ว มาทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัส ทางจุลินทรีย์ และค่าคุณภาพทางคลินิก ได้ผลแสดงดังตารางที่ 44

ผลจากการตรวจสอบคุณภาพทางทางด้านเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัส คุณภาพการใช้งาน และทางจุลินทรีย์ ของสูตรบำรุงเส้นผมที่พัฒนาได้ พบว่าค่าคุณภาพในด้านต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดโดยเฉพาะคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะเมื่อผ่านการพัฒนาสูตรแล้วจะได้คุณภาพอยู่ในช่วงเดียวกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ดังแสดงผลในตารางที่ 45

ตารางที่ 44 คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไหมอีรี่

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าที่วัดได้
1. คุณภาพทางเคมี	
- ค่าความเป็นกรดค่า	5.62
2. คุณภาพทางกายภาพ	
- ค่าสี L*	68.67
a*	4.22
b*	21.43
- ความหนืด (cP)	2650

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าที่วัดได้
3. คุณภาพทางจุลินทรีย์	
- Total plate count	น้อยกว่า 10 (2.33x10)
- <i>Clostridium spp.</i> (โคลิฟอร์มแกรม)	ไม่พบ
- <i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ
- <i>Streptococcus spp.</i>	ไม่พบ
- <i>Salmonella spp.</i>	ไม่พบ
- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ไม่พบ
- Coliform bacteria (MPNต่อกรัม)	ไม่พบ
- <i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ
- ยีสต์และรา	ไม่พบ

ตารางที่ 45 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไหมอีรี่

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความเข้มเฉลี่ย
1. คุณลักษณะปรากฏ	
ความเข้มสี	6.65±0.53
กลิ่น	7.25±0.75
ความหนืด	8.94±0.77
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	9.21±0.98
2. คุณลักษณะระหว่างการใช้	
การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์	9.26±0.85
ความยากง่ายในการทา	9.14±0.97
ความเหนียวเหนอะหนะ	8.13±0.95
3. คุณลักษณะหลังการใช้	
ความเรียบตรง	8.54±0.86
ความมัน	8.19±0.98
ความเงาเป็นประกาย	8.75±0.82
ความนุ่ม	8.67±1.00
ความลื่น	8.46±1.00

จากผลการวัดค่าคุณภาพการใช้งานจริงในผู้ทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมสามารถให้เกิดประกาย ความเงา ความเรียบ และเส้นผมตรง จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ระยะใกล้ 105 มม.แสดงดังภาพที่ 10

วัตถุดิบที่ใช้	ปริมาณที่ใช้ (กรัม/1,000 กรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาท/1,000 กรัม)	ต้นทุน (บาท)
Silsense™ DM-18	10	1,100	11
Tocopherol acetate	3	380	1.14
DCCB 3031	20	350	7
Propylene glycol	30	520	15.6
Germaben® II E	5	750	3.75
Perfume	2	1,200	2.4
Eri Silk Hydrolysate	14	5,000	90
(ครอบคลุม DPPH and Tyrosinase)			
รวม	1,000		274.37

หมายเหตุ การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างกระบวนการผลิต (% weight loss) เท่ากับ 10%

6. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่

ทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลสจากไหมอีรี่ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Home Use Test กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้บริโภคเพศหญิง อายุ 20-60 ปี จำนวน 80 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) โดยการแจกแบบสอบถามและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ทดสอบเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

6.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 26-33 ปี ร้อยละ 43.8 รองลงมาคือ 18-25 ปี ร้อยละ 38.8 อายุ 34-41 ปี ร้อยละ 11.3 และอายุ 42-49 ปี ร้อยละ 6.3 การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ ส่วนใหญ่จบปริญญาตรี ร้อยละ 61.3 รองลงมาคือปริญญาโทหรือสูงกว่า ร้อยละ 23.8 อาชีพของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คือ นักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 36.3 รองลงมาคือ พนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 28.8 โดยเมื่อถามถึงลักษณะของผผมของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าเป็นผผมตรงสูงที่สุดคือ ร้อยละ 45 รองลงมาคือ ผมผ่านการย้อมทำสีและผ่านการคัดหรือยัดคัตเป็นร้อยละ 48.8 และร้อยละ 47.5 ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

n=80		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. อายุ		
18-25 ปี	31	38.8
26-33 ปี	35	43.8
34-41 ปี	9	11.3
42-49 ปี	5	6.3
2. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	1	1.3
มัธยมศึกษา/ ปวช.	1	1.3
อนุปริญญา/ปวส.	10	12.5
ปริญญาตรี	49	61.3
สูงกว่าปริญญาตรี	19	23.8

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
3. อาชีพ		
นักเรียน / นักศึกษา	29	36.3
พนักงานบริษัทเอกชน	23	28.8
ข้าราชการ	15	18.8
ธุรกิจส่วนตัว	3	3.8
อื่น ๆ (ลูกจ้างหน่วยงานราชการ)	10	12.5
4. ลักษณะของผม		
ผมผ่านการซ่อมทำสี	39	48.8
ผมผ่านการตัดหรือยึด	38	47.5
ผมตรง	36	45.0
ผมหยักศก	34	42.5
ผมแตกปลาย	34	42.5
ผมแห้ง	28	35.0
ผมไม่มีน้ำหนัก จัดทรงยาก	26	32.5
ผมพองฟู	23	28.8
ผมหยิก	15	18.8
ผมมัน	11	13.8
5. ผลลัพธ์ที่บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุด		
แบบล้างออก	66	82.5
แบบไม่ต้องล้างออก	40	50.0
6. ผลลัพธ์ที่บำรุงผมที่ใช้บ่อยที่สุด		
แพนทีน	37	46.3
ชันซิล	24	30.0
ฟรีแอนด์ฟรี	12	15
โอเรียลทัลพรีนเซส	4	5.0
ซิลกี้ แฮร์โค้ท	2	2.5
โลแลน	1	1.3

6.2 การเปลี่ยนแปลงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอิตาลี

ผลจากการใช้ผลิตภัณฑ์จะพบการเปลี่ยนแปลงจากกการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมภายหลังการสระผมตลอดช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า หลังจากใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอิตาลีขณะผมเปียก ผู้บริโภคส่วนใหญ่ เห็นว่าผลิตภัณฑ์ช่วยให้ผมได้ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป และมีความลื่นปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 67.5 และ 72.5 ตามลำดับ เมื่อผมแห้งผลิตภัณฑ์จะช่วยให้ผมได้ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 66.3 เส้นผมมีความนุ่มปานกลางคิดเป็นร้อยละ 65 สามารถจัดทรงได้ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.8 ผู้บริโภคที่ผมไม่ชี้ฟูเลยและผมชี้ฟูปานกลางมีจำนวนเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 37.5 เส้นผมเรียบตรงปานกลางคิดเป็นร้อยละ 65 และมีความเงาเป็นประกายระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 65 แสดงดังตารางที่ 48

ด้านปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่มีปัญหา คิดเป็นร้อยละ 82.5 และร้อยละ 17.5 มีปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะรองลงมาคือ ผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระเร็วขึ้น คิดเป็นร้อยละ 11.3 และ 10 ตามลำดับ และร้อยละ 1.3 ผู้บริโภคเห็นว่าผมลื่นเกินไป แสดงดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

n=80		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. ความยากง่ายในการหวีผม ขณะผมเปียก		
หวียาก	8	10.0
หวีไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป	54	67.5
หวีง่าย	18	22.5
2. ความลื่นของเส้นผม ขณะเปียก		
ผมไม่ลื่น	9	11.3
ผมลื่นปานกลาง	58	72.5
ผมลื่นมาก	13	16.3
3. ความยากง่ายในการหวีผม ขณะผมแห้ง		
หวียาก	11	13.8
หวีไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป	53	66.3
หวีง่าย	16	20.0
4. ความนุ่มของผม		
ผมไม่นุ่มเลย	1	1.3
ผมนุ่มปานกลาง	52	65.0
ผมนุ่มมาก	27	33.8
5. ความสามารถในการจัดทรง		
จัดทรงไม่ได้เลย	28	35.0
จัดทรงได้ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป	39	48.8
จัดทรงได้ง่าย	13	16.3
6. การชี้ฟูของผม		
ผมไม่ชี้ฟู	30	37.5
ผมชี้ฟูปานกลาง	30	37.5
ผมชี้ฟูมาก	20	25.0
7. ความเรียบตรงของผม		
ไม่เรียบตรงเลย	1	1.3
เรียบตรงปานกลาง	52	65.0
เรียบตรงมาก	27	33.8

ตารางที่ 48 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
8. ความพอใจเป็นประกายของผม		
ไม่มีความพอใจเป็นประกายเลย	2	2.5
มีความพอใจเป็นประกายปานกลาง	50	62.5
มีความพอใจเป็นประกายมาก	28	35.0
9. ปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์		
มี (ทำค่อข้อ 15.1)	14	17.5
9. ปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์		
ไม่มี (ทำค่อข้อ 16)	66	82.5
9.1 ปัญหาที่พบจากการใช้ผลิตภัณฑ์		
ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะ	9	11.3
ผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระเร็วกว่าปกติ	8	10.0
ผมลื่นเกินไป	1	1.3

6.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

การยอมรับโดยใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ผู้บริ โภค มีความคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ดีกว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดคิดเป็นร้อยละ23.7 และดีเท่ากับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดคิดเป็นร้อยละ 70 ขณะที่มีความเห็นว่าคิน้อยกว่าร้อยละ 6.3 ส่วนด้านการยอมรับพบว่า ร้อยละ 88.8 ยอมรับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่แ่ร้อยละ 11.3 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ เนื่องจากมีสีและกลิ่นไม่น่าใช้ ทำให้ผมเหนียวเหนอะหนะและผมลื่นเกินไปแสดงดังตารางที่ 49

จากผลคะแนนด้านความชอบของผู้บริ โภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่พบว่า ผู้บริ โภคให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ความข้นหนืด ความเป็นเนื้อเดียวกัน การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ ความเหนียวเหนอะหนะ ความยากง่ายในการหวี และความนุ่มอยู่ในระดับชอบปานกลาง และให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับเล็กน้อย ได้แก่ สี ความยากง่ายในการทำ ความเรียบตรง ความมันบนผม และความพอใจเป็นประกาย แสดงดังตารางที่ 50

ตารางที่ 49 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

n=80		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด		
ดีกว่า	19	23.7
ดีเท่ากัน	56	70
คิน้อยกว่า	5	6.3
2. การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	71	88.8
ไม่ยอมรับ	9	11.3

ตารางที่ 49 (ต่อ)

ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
3. เหตุผลที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ¹		
สีและกลิ่นไม่น่าใช้	5	6.3
เหนียวเหนอะหนะ	2	2.5
ผมลืมหืมไป	2	2.5
ทำให้ผมมัน	1	1.3

หมายเหตุ ¹ หมายถึง คำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามตอบได้มากกว่า 1 ข้อ และถามเฉพาะผู้ที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 50 ข้อมูลคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรีจากการทดสอบการยอมรับ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ย	ระดับความชอบ
1. สี	5.48	ชอบเล็กน้อย
2. กลิ่น	6.83	ชอบปานกลาง
3. ความขื่นหนืด	6.78	ชอบปานกลาง
4. ความเป็นเนื้อเดียวกัน	6.35	ชอบปานกลาง
5. การกระจายตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์บนมือ	6.40	ชอบปานกลาง
6. ความง่ายในการทำ	5.86	ชอบเล็กน้อย
7. ความเหนียวเหนอะหนะ	6.60	ชอบปานกลาง
8. ความง่ายในการหวี	6.65	ชอบปานกลาง
9. ความเรียบตรง	6.19	ชอบเล็กน้อย
10. ความมันบนผม	6.00	ชอบเล็กน้อย
11. ความเงาเป็นประกาย	5.66	ชอบเล็กน้อย
12. ความนุ่ม	6.43	ชอบปานกลาง

6.4 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์

ด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี ภายหลังทดลองใช้ พบว่า ผู้บริโภคสนใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 83.8 เหตุผลที่ซื้อเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติคิดเป็นร้อยละสูงสุดคือ 48.8 ร้อยละ 31.3 เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทำให้ผมลื่นหวีง่ายไม่พันกัน และร้อยละ 27.5 เห็นว่าทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่สนใจซื้อ โดยให้เหตุผลว่า มีสีและกลิ่นไม่น่าใช้ ผมเหนียวเหนอะหนะ ผมลืมหืมไปและทำให้ผมมัน จากการสอบถามราคาผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรีที่เหมาะสม ผู้บริโภคเห็นว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรีขนาด 100 กรัม ควรมีราคาอยู่ระหว่าง 100 - 200 บาทมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 95 และร้อยละ 5 เห็นว่าควรมีราคา 200-300 บาท ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ต้องการให้มีราคาอยู่ระหว่าง 100- 200 บาท แสดงดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่จากการทดสอบการยอมรับ

n=80		
ข้อมูลการสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
1. หากผลิตภัณฑ์มีวางจำหน่ายในท้องตลาดจะซื้อหรือไม่		
ซื้อ (ข้ามไปตอบข้อ 21)	67	83.8
ไม่ซื้อ (ตอบข้อ 22 ต่อ)	13	16.3
2. เหตุผลที่ซื้อผลิตภัณฑ์ ²		
ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม	3	3.8
ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการบำรุงเส้นผม	4	5.0
ทำให้ผมลื่นหวีง่ายไม่พันกัน	25	31.3
ทำให้ผมเรียบตรงไม่ชี้ฟู	6	7.5
ทำให้ผมจัดทรงง่ายและอยู่ทรงได้นาน	11	13.8
ทำให้ผมนุ่มและชุ่มชื้น	22	27.5
ช่วยปรับสภาพเส้นผมให้ดีขึ้น	7	8.8
ทำให้ผมสวยเป็นประกายเงางาม	5	6.3
ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมจากธรรมชาติ	39	48.8
ง่ายและสะดวกในการใช้	2	2.5
ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้	20	25
3. เหตุผลที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ²		
สีและกลิ่นไม่น่าใช้	12	15
เหนียวเหนอะหนะ	4	5
ผมลื่นเกินไป	3	3.8
ทำให้ผมมัน	1	1.3
4. ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือ 100 กรัม		
100 - 200 บาท	76	95.0
201 - 300 บาท	4	5.0

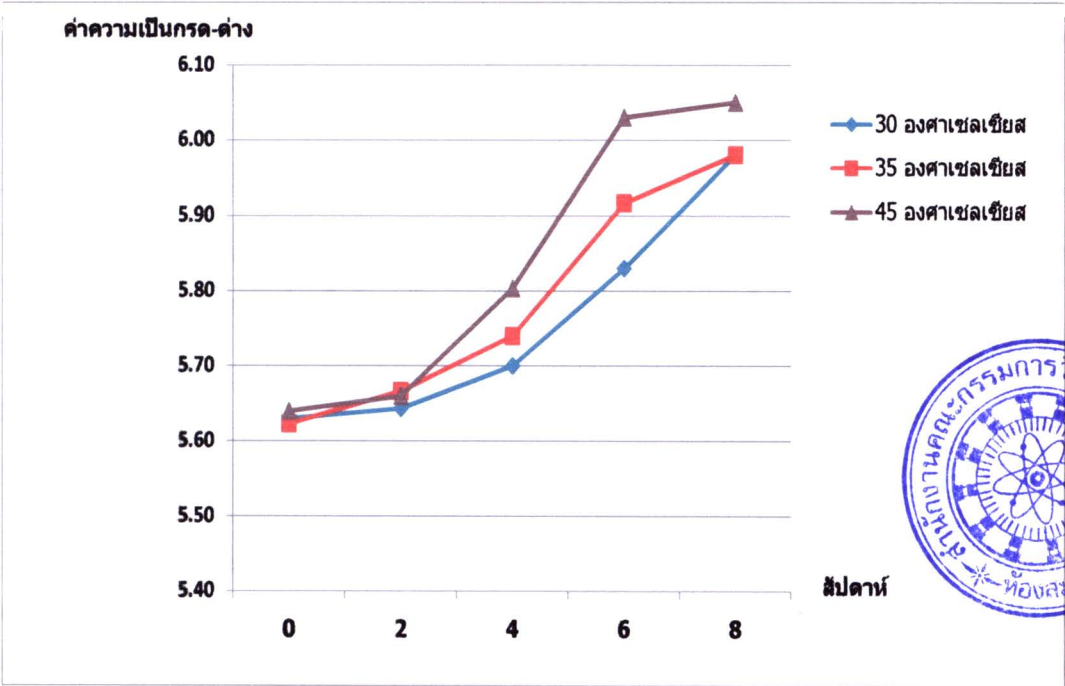
หมายเหตุ ² หมายถึง คำตอบที่ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

7. การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรี่ ในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรี่ที่พัฒนาได้ บรรจุในขวดบี๊มพลาสติก ขนาด 120 มิลลิลิตร นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และในสภาวะเร่งที่ 35 °C และ 45 °C โดยสุ่มตัวอย่างมาวัดค่าคุณภาพทุกสัปดาห์เว้นสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรี่ที่เก็บในสภาวะเร่ง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเพิ่มขึ้นนับจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) ซึ่งเป็นสภาวะควบคุม จะมีค่าความเป็นกรดค้างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไป เช่นเดียวกับ ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 °C ส่วนการเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 °C มีผลให้ค่าความเป็นกรดค้างลดลง ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไปอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเก็บรักษาอิมัลชันในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิสูง มีส่วนเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วขึ้น โดยค่าความเป็นกรดค้างสุดท้าย ในช่วงเวลาการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 สภาวะ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าที่เวลาเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยสาเหตุที่ค่าความเป็นกรดค้างเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโปรตีนไฮโดรไลเสทที่เดิมเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบของสายโซ่ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (oxidized chain) ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งคือการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมัน ทำให้เกิดกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (free fatty acid) จึงเป็นผลให้ค่าความเป็นกรดค้างเพิ่มขึ้น (Masmoudi *et al.*, 2004) เนื่องจากน้ำมันจากพืชและสัตว์ จะเกิดการหืนง่ายและเมื่ออยู่ในสภาวะที่ได้รับความร้อนมากเกินไปจะเป็นการเร่งให้เกิดการสลายตัว (พิมพร, 2544) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่างๆ แสดงดังภาพที่ 11



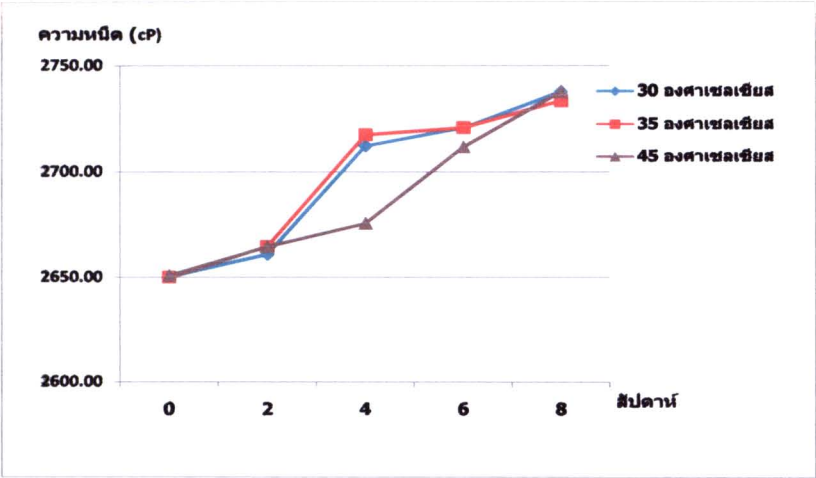
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรี่ในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

2. คุณภาพทางกายภาพ

2.1 ค่าความหนืด

ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรี่ เมื่อเก็บรักษาในสภาวะเร่ง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดไปจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเก็บในสภาวะควบคุมที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 °C และ 45 °C มีผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นับตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 เป็นต้นไป

จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งค่าความหนืดสุดท้ายของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 °C จะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 ในขณะที่การเก็บในสภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีผลให้ค่าความหนืดสุดท้ายเปลี่ยนแปลง และเพิ่มขึ้นเกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าที่เวลาเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ จัดเป็นอิมัลชันชนิด O/W ถ้าเก็บรักษาในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป จะมีผลให้น้ำในสูตรซึ่งเป็นเฟสภายนอกกระเหยออกไป ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งง่าย (พิมพร,2544) ดังนั้นการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิสูง (45 °C) จึงมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอิมัลชัน โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความหนืดสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 35 °C ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราการระเหยของน้ำในสูตรออกไปจากเนื้อครีมสูงมากกว่า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังภาพที่ 12

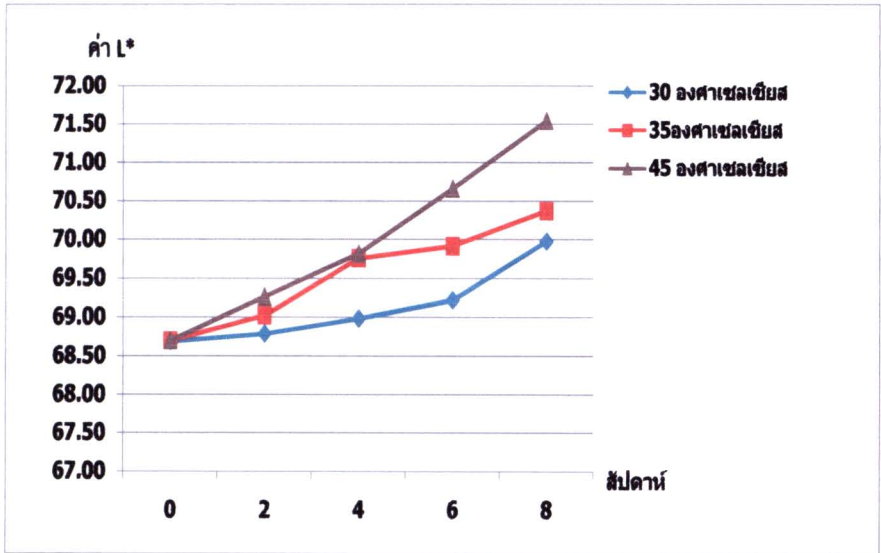


ภาพที่12 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดค้างของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอิรีในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

2.2 ค่าสี (L* a* b*)

ค่า L*

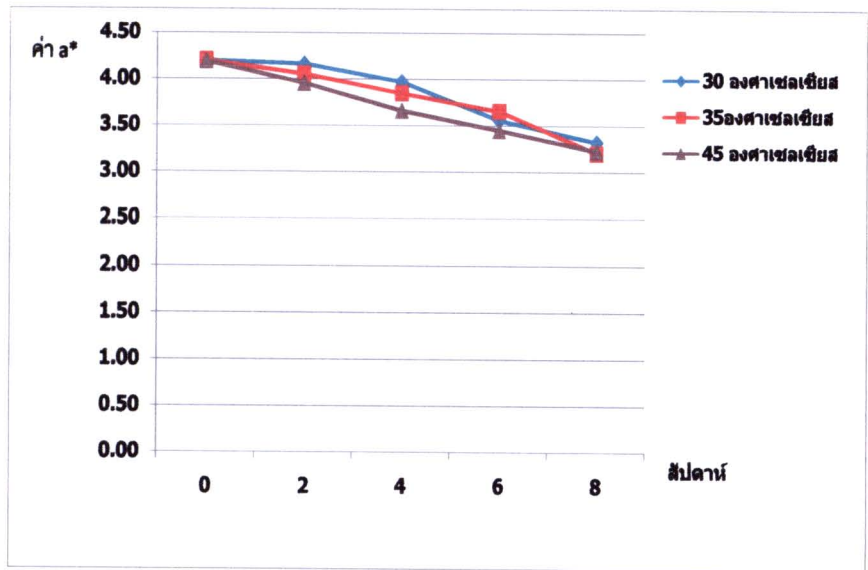
ค่าสีของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอิรี โดยวัดค่าในระบบ CIE L* a* b* ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้จะมีสีเหลืองออกเข้ม โดยเมื่อพิจารณาที่ ค่า L* หรือค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 °C และ 45 °C เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ จะมีแนวโน้มของค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หรือสีของผลิตภัณฑ์จะซีดหรืออ่อนลงนั่นเอง ซึ่งที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีผลให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้นสูงสุด หรือมีสีซีดลงมากที่สุด โดยค่าความสว่างสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เมื่อผ่านระยะเวลาการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ ทั้งใน 3 สภาวะ จะมีค่าเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา ทั้งนี้การพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างเพียงอย่างเดียว อาจจะอธิบายผลได้ไม่ชัดเจน ซึ่งควรจะพิจารณาที่ค่า b* หรือค่าที่บอกความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์จะเห็นผลที่ชัดเจนกว่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองออกเข้ม โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสท ไหมอีรีในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ค่า a^*

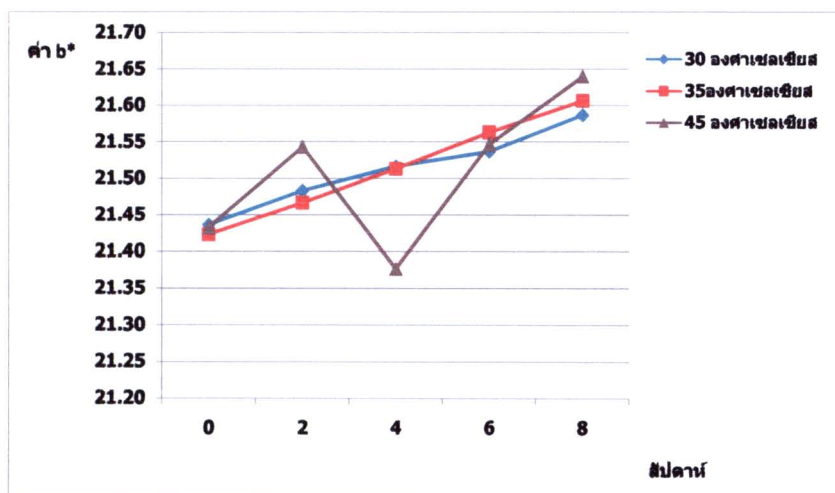
เมื่อพิจารณา ค่า a^* หรือค่าที่บอกความเป็นสีแดงและสีเขียวของตัวอย่าง โดยถ้าค่า a^* มีค่าเป็นบวก แสดงว่าผลิตภัณฑ์เป็นสีแดง ถ้าค่า a^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์เป็นสีเขียว ซึ่งจากค่าที่วัดได้ พบว่า สีของผลิตภัณฑ์เป็นสีเขียว ดังนั้นค่า a^* จึงมีค่าเป็นลบ โดยในช่วงระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 °C และ 45 °C เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ พบว่า ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3-4 เป็นต้นไป หรือผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองที่ซีดหรืออ่อนลงนั่นเอง โดยที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีผลให้ค่า a^* ลดลงใกล้เคียงกันและมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่สูงเกินไปในการเก็บรักษา จะมีผลก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏในด้านสีของผลิตภัณฑ์ให้มีความเข้มสีที่อ่อนลง ส่วนการเก็บรักษาในสภาวะควบคุมที่อุณหภูมิห้อง (30°C) และอุณหภูมิ 35 °C นาน 8 สัปดาห์ พบว่าค่า a^* จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่า a^* สุดท้ายเมื่อผ่านการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ จะมีค่าลดลงไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น โดยการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงค่าสี ในส่วนของค่า a^* ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสท ไหมอีรีในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์

ค่า b^*

เมื่อพิจารณาค่า b^* หรือค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินของตัวอย่างโดยถ้ามค่า b^* เป็นบวก แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง และถ้ามค่า b^* เป็นลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีน้ำเงิน ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ จะมีแนวโน้มของค่า b^* เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น โดยเฉพาะเก็บรักษาที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45°C ยกเว้นที่อุณหภูมิห้อง (30°C) และอุณหภูมิ 35°C จะให้ค่า b^* ที่เพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า b^* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่า b^* ในส่วนของค่า b^* ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 35 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรีในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ พบว่าค่าคุณภาพโดยส่วนใหญ่ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30°C) และในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35°C และ 45°C จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีความคงตัวพอที่จะนำออกสู่ตลาดได้หรือไม่ จะพิจารณาที่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติใดๆ ถ้าหากมีค่าการเปลี่ยนแปลงมากกว่าร้อยละ 62 ของค่าเริ่มต้น ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีความคงตัว และไม่ควรนำออกสู่ตลาด (พนิดา, 2545) ดังนั้นค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทไหมอีรีที่พัฒนาได้ จึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่น้อยกว่าร้อยละ 62 แสดงให้เห็นถึงความคงตัวของสูตรดังกล่าวในช่วงระยะเวลา 8 สัปดาห์ของการเก็บรักษา ส่วนสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิใดก็ตามที่มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าร้อยละ 62 ของค่าเริ่มต้น จึงถือเป็นข้อควรระวังของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นี้ ว่าไม่ควรเก็บที่อุณหภูมิสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่เริ่มจากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผม การศึกษาคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์ โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าเพราะมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติโดยเฉพาะกลุ่มสารเคราติน สารสกัดจากว่านหางจระเข้ โปรตีนจากพืชและสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 94.5 โดยต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่ทำการพัฒนาจะต้องมีคุณสมบัติด้านความสามารถในการซึมเข้าสู่เส้นผมได้เร็ว ไม่เหนียวเหนอะหนะ คงความชุ่มชื้น โดยผลจากการทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมอยู่ในรูปแบบของอิมัลชันมากที่สุด บรรจุในขวดปั๊ม และรูปแบบดังกล่าวถือว่ามีความเป็นไปได้สูงที่สุดในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่

2. จากการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ พบว่า โปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่จากการทดสอบฤทธิ์การด้านอนุมูลอิสระมีค่า SC_{50} เท่ากับ 14.00 มก./มล. และสามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส มีค่า IC_{50} เท่ากับ 7.486 มก./มล.

3. สูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่มีส่วนผสมโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ที่พัฒนาได้ มีส่วนประกอบสำคัญคือ Carbopol polymer ร้อยละ 0.2, Sorbitan s laurate ร้อยละ 1.5, DCCB 3031 ร้อยละ 2 Eri silk protein hydrolysate ร้อยละ 1.4, กลิ่นรีเล็กที่ร้อยละ 0.6, Yellow color (0.15% w/v) ร้อยละ 0.3 ตามลำดับ ซึ่งสูตรที่พัฒนาได้มีค่าความหนืด 2,650 cP ค่าความเป็นกรดค่า 5.62 ให้สีเหลืองเข้มออกน้ำตาลในระบบ $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 68.67 4.22 และ 21.43 ตามลำดับ มีความคงตัวดีไม่แยกชั้น จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์ และ ราทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และมีค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการทดสอบด้วยวิธีเชิงพรรณนาอยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์บำรุงผมในท้องตลาดที่นำมาศึกษา โดยผลการทดสอบคุณภาพทางการใช้งานในผู้ทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์บำรุงผมสูตรที่ผ่านการพัฒนาแล้ว สามารถช่วยให้เส้นผมเกิดประกาย เป็นเงางาม และให้ความเรียบตรง นอกจากนี้ยังให้ความนุ่มและลื่นเมื่อทดสอบด้วยเครื่องมือ โดยต้นทุนทั้งหมดของการผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่มีส่วนผสมโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ ต่อ 1 หน่วย (100 กรัม/1 ขวดปั๊ม) ราคาประมาณ 48.49 บาท

4. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บำรุงผมชนิดไม่ล้างออกที่มีส่วนผสมโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าหลังใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผมแล้วจะหวีผลได้ง่ายขึ้น เส้นผมมีความเรียบตรง นุ่มและลื่นขึ้น สามารถลดการชี้ฟูได้ โดยปัญหาที่พบหลังใช้ส่วนใหญ่เป็นผมเหนียวเหนอะหนะและผมมันเร็วกว่าปกติทำให้ต้องสระบ่อย ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีคุณภาพดีเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด คิดเป็นร้อยละ 70 และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 88 ซึ่งผู้ที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าสีเข้มเกินไป ผมลื่นไป คิดเป็นร้อยละ 11.3 โดยผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมที่พัฒนาได้มีคะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยผู้บริโภคให้ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 83.8 ด้วยมีส่วนผสมของสารจากธรรมชาติ ผมลื่นหวีง่ายไม่พันกัน

5. การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์บำรุงผมที่มีส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลเสทจากไหมอีรี่ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยวัดค่าคุณภาพในด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30°C) ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35°C และอุณหภูมิ 45°C พบว่า ค่าคุณภาพโดยส่วนใหญ่จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่น้อยกว่าร้อยละ 62 เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้นของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นถึงความคงตัวที่ดีของสูตรที่พัฒนาได้