รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและจุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มมูลค่าและพัฒนานวัตกรรม
2. **โครงการวิจัย** : โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายขนาดเล็ก
   กิจกรรม : การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายขนาดเล็ก
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : การผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากสาหร่ายขนาดเล็ก
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : **-**
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	: นางสาวสุรีย์รัตน์ รักเหลือ	กวป.
ผู้ร่วมงาน	: นายนราทร สุขวิเสส	กวป.
	นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	กวป.
	นางสาวจารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	กวป.
	นางสาวปาริชาติ อยู่แพทย์	กวป.

5. **บทคัดย่อ**

สาหร่ายขนาดเล็กที่มีในแหล่งน้ำตามธรรมชาติสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมและสกัดสารสำคัญได้แก่สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น เบต้าแคโรทีน ไลโคปีน ลูทีน ซีแซนทีน และแอสตราแซนทีนได้ โดยการทดลองนี้ได้นำสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 และ SK-KhY6 มาเลี้ยงในบ่อเปิด โดยใช้สูตรปุ๋ย 16-8-8 เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการชักนำให้เซลล์สาหร่ายเกิดการสะสมสารสำคัญในเซลล์โดยการเติมโซเดียมคลอไรด์ 0.3 โมลาร์ เป็นเวลา 15 วัน จึงเก็บเกี่ยวสาหร่ายขนาดเล็กด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกกากเซลล์จุลินทรีย์แบบอัตโนมัติและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำไปสกัดสารสำคัญ ซึ่งการใช้เครื่องสกัดสารโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะยิ่งยวด โดยใช้ความดัน 500 บาร์ และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารสำคัญในกลุ่มแคโรทีนอยด์สูงสุด โดยสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ได้สารกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ 5.2 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสาหร่าย โดยได้สารต้านอนุมูลอิสระคุณภาพสูงอย่างแอสตราแซนทิน 1.05 กรัมต่อกิโลกรัมของสาหร่ายแห้ง สำหรับสายพันธุ์ SK-KhY6 ได้สารกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ 6.53 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสาหร่าย โดยได้สารต้านอนุมูลอิสระที่มากที่สุดคือ ซีแทนทีน รองลงมาคือแอสตราแซนทิน ได้ทำการทดลองนำสารสกัดในกลุ่มแคโรทีนอยด์ทั้ง 2 สายพันธุ์ไปเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง โดยสายพันธุ์ SK-

กรมวิชาการเกษตร

QSGMF6 นำสารสำคัญไปผสมในผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว ซึ่งดัดแปลงสูตรเซรั่มจากสูตรทั่วไปและใส่สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ในปริมาณ 0.02% โดยผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวได้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้แก่ สี ความหนืด การซึมสู่ผิว ความเหนอะหนะ กลิ่น และ ความชุ่มชื่นหลังทา คือ 4.89 4.44 4.41 3.96 3.67 และ 4.67 จาก 7 คะแนนตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวมีอายุการเก็บรักษาอย่างน้อย 9 เดือน โดยเซรั่มบำรุงผิวขนาด 300 กรัม มีต้นทุน 269.301 บาท สำหรับสายพันธุ์ SK-KhY6 นำสารสำคัญไปผสมในผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้าโดยใช้เจลว่านหางจระเข้เป็นเบสและมีการเติมแต่งสารอื่นๆเพื่อช่วยให้ความชุ่มชื่นและสามารถซึมเข้าสู่แผ่นมาร์กหน้าได้ โดยใส่สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ในปริมาณ 0.015% โดยผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้าได้คะแนนความชอบในด้านต่างๆจากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้แก่ สี การซึมสู่ผิว ความเหนียวเหนอะหนะ กลิ่นหลังมาร์ก ความชุ่มชื่นหลังมาร์ก และ ความชอบโดยรวม คือ 5.57 5.48 4.86 4.38 5.48 และ 5.38 คะแนนจาก 7 คะแนนตามลำดับ โดยแผ่นมาร์หน้าจำนวน 10 แผ่น ปริมาณ 300 กรัม มีต้นทุน 127.806 บาท

Abstract

Microalgae in natural water, can be added value through suitable farming and extraction. The value substances were carotenoids group such as beta-carotene, lycopene, lutein, zeaxanthin and astaxanthin etc. For this experiment, SK-QSGMF6 and SK-KhY6 microalgae species were cultured in an open pool. The 16-8-8 fertilizer was applied for 14 days. Then they were induced algae cells to accumulated value substances by adding 0.3 molar sodium chloride for 15 days. The microalgae were harvested, then they were centrifuged by an automatic microbial cell machine and dried at a temperature of 60 degrees Celsius. For the extraction used superheated carbon dioxide fluid at pressure of 500 bar, temperature of 60 ° C for 3 hours with SFE machine, there were the highest amount of carotenoids group. The carotenoids group of SK-QSGMF6 microalgae specie had 5.2 mg per gram of dry weight microalgae that there were high quality antioxidants like astaxanthin 1.05 grams per kilogram of dried microalgae. For the carotenoids group of SK-QSGMF6 microalgae specie had 6.53 mg per gram of dry weight microalgae that there were high quality antioxidants like zeaxanthin and astaxanthin. Both carotenoids group from 2 species microalgae were used as an ingredient in cosmetics. For SK-QSGMF6 specie was used as an active ingredient in skin care serum products.

The serum formula was applied from general formulas and added 0.002% of carotenoids extract. The skincare serum was chosen by 30 peoples after they used it, namely color, viscosity, skin absorbed, skin stickiness, smell and skin moisturizing were 4.89 4.44 4.41 3.96 3.67 and 4.67 from 7 points, respectively. And the skincare serum has a shelf life of at least 9 months. And the cost of serum amount 300 grams were 269.301 bath. For SK-KhY6 species, the carotenoids extract was mixed in the mask sheet product by using aloe vera gel as a base. And added other additives to help hydrate and can be absorbed into the mask sheet. The mask

สำนักวิทยบริการฯ

sheet was added carotenoids extract amount of 0.015%. The mask sheet products were chosen by 30 people after they masked onto the arms, namely color, skin absorbed, skin stickiness, smell, skin moisturizing and overall liking were 5.57, 5.48, 4.86, 4.38, 5.48 and 5.38, from 7 points, respectively. And the cost of 10 mask sheets amount 300 grams were 127.806 bath.

6. คำนำ

ปัจจุบันมีการนำสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) มาสกัดนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดมูลค่าสูงเป็นวิธีที่สำคัญ โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตชีวมวลของสาหร่ายขนาดเล็ก ได้แก่ แสง ธาตุอาหาร เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส คาร์บอนไดออกไซด์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ออกซิเจน เป็นต้น ซึ่ง ปกติจะใช้เกลือแอมโมเนียมไนเตรทและยูเรียเป็นอาหารหลัก (นุชนาถ, 2557)

สารสำคัญในสาหร่ายขนาดเล็กที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งเป็นรงควัตถุอินทรีย์มีสีอยู่ในช่วงตั้งแต่สีเหลืองถึงสีแดง ซึ่งปัจจุบันมีการพบโครงสร้างมากกว่า 750 รูปแบบ (Takaichi, 2011) ซึ่งแคโรทีนอยด์ในสาหร่ายขนาดเล็กเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ตามธรรมชาติในเซลล์สาหร่าย จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับแคโรทีนอยด์ในสาหร่ายกันมากขึ้น เนื่องจากสาหร่ายขนาดเล็กเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีศักยภาพในการผลิตแคโรทีนอยด์ต่อหน่วยพื้นที่ในระดับสูง โดยใช้เพียงธาตุอาหารหลัก แสง และคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น (Krinsky, 1989) แคโรทีนอยด์แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มแคโรทีน (Carotene) โมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจน เช่น เบต้าแคโรทีน (β-carotene) และ ไลโคปีน (Lycopene) เป็นต้น กลุ่มต่อมาคือ กลุ่มแซนโทฟิลล์ (Xanthophylls) ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้แก่ แอสตราแซนทิน (Astraxanthin) ลูทีน (Lutein) และ ซีแซนทิน (Zeaxanthin) เป็นต้น (Goodwin, 2012)

เบต้าแคโรทีน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นวิตามินชนิดหนึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีส้ม สีเหลือง เป็นแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ

ไลโคปีน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์มากกว่าเบต้าแคโรทีน 2 เท่า และมากกว่าวิตามินอี 10 เท่า ช่วยปกป้อง บำรุง และฟื้นฟูผิวพรรณและเส้นผม ช่วยลดการทำงานของเม็ดสีเมลานินทำให้เสริมความขาวใส ช่วยลดความรุนแรงจากรังสี UVA และ UVB ทำให้ผิวทนต่อแดดมากขึ้น ไม่คล้ำเสียง่าย ลดมะเร็งผิวหนัง และช่วยต่อต้านริ้วรอยแห่งวัย ลดริ้วรอยให้ดูตื้นขึ้น ช่วยลดการอักเสบของผิวหนัง ลดผื่นแดง ทำให้ผิวแข็งแรงขึ้นไม่แพ้ง่าย เรียบเนียน และเปล่งปลั่ง ช่วยในการสร้างเซลล์ผิวใหม่แทนผิวหนังชั้นเดิมที่เสื่อมแล้ว (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)

ลูทีนและซีแซนทิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสีเหลือง หากรับประทานจะเป็นประโยชน์ต่อดวงตา บำรุงตา ทำให้จอประสาทตาไม่เสื่อมเร็ว ในร่างกายจะพบลูทีนได้มากบริเวณเซลล์รับภาพภายในจอประสาทตา ท ทำหน้าที่กรองแสงสีฟ้าซึ่งเป็นอันตรายต่อจอประสาทตา ส่วนซีแซนทีนจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในจอตา ทำหน้าที่กรองแสงที่จะผ่านเข้าสู่จอตาและช่วยลดการสะท้อนของแสง ป้องกันรังสีจากแสงแดด ที่เป็นอันตรายต่อดวงตา (กฤติยา. 2018)

ครุวิทยาการเกษตร

แอสตาแซนทิน เป็นรงควัตถุที่ให้สีชมพูถึงแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงมาก โดยสูงกว่าวิตามินอีประมาณ 500 เท่า และสูงกว่าวิตามินซีประมาณ 6000 เท่า มีความสามารถในการต้านปฏิกริยาออกซิเดชั่นของไขมันซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนัง มีประสิทธิภาพในการป้องกันการอักเสบ ทำให้ผิวมีสุขภาพดี ลดเลือนริ้วรอยได้ทั้งริ้วรอยลึกและตื้น ลดจุดด่างดำ ทำให้ผิวเรียบเนียนเต่งตึงและผิวกระชับ ให้ความชุ่มชื่นแก่ผิว ทำให้ผิวมีความยืดหยุ่นดีขึ้น แลดูอ่อนกว่าวัย (วรรณวิมล และมารุจ, 2552)

สำหรับเครื่องสำอางที่เหมาะผมกับผิวของมนุษย์จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 3.5-5.5 เครื่องสำอางส่วนมากจึงมีการเติมสาร Alpha Hydroxy acids (AHAs) เพื่อให้ได้ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมกับผิว เนื่องจากสาร AHAs จะกระตุ้นให้มีการสร้างกรดไฮยาลูโรนิก ซึ่งจะช่วยทำให้ผิวหนังอุ้มน้ำได้ดีขึ้น และคงความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง AHAs ในธรรมชาติ เช่น กรดไกลลิค สกัดจากอ้อย สับปะรด และองุ่น กรดมาลิกเป็นผงสีขาวสกัดได้จากแอบเปิ้ล กรดซิตริกได้จากมะนาว และกรดทาร์ทาริค ซึ่งสัดได้จากมะขาม ซึ่งโดยทั่วไปกำหนดให้ได้ไม่เกิน 10% (กองเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย. 2551)

ปัจจุบันจึงมีนำสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีมกันแดด มอยส์เจอร์ไรเซอร์ ผลิตภัณฑ์ลดเลือนริ้วรอย ผลิตภัณฑ์เพื่อผิวขาวกระจ่างใส และผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม เป็นต้น (Maria *et al*.,2017) นอกจากนี้ Farahin *et al.*, (2018) ได้ผลิตนาโนอิมัลชั่นโลชั่น จากสารสกัดสาหร่าย Tetraselmis tetrathele 1% โดยใช้ Tween 80 ที่ 10 15 และ 20% เป็นอิมัลซิไฟเออร์ สารสกัดจากสาหร่ายสามารถใช้เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำหรับผลิตภัณฑ์นาโนเวชสำอางซึ่งมีความสม่ำเสมอและความคงตัวสูง

อย่างไรก็ตามการสกัดสารสำคัญจากสาหร่ายขนาดเล็กส่วนใหญ่ใช้ตัวทำละลายในการสกัด เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ ไอโซโพรพรนอล เอทานอล ตัวทำละลายที่มีขั้ว และน้ำ เป็นต้น ซึ่งสารสกัดที่ได้ยังมีสิ่งแปลกปลอมอยู่

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กให้ได้สารที่มีคุณภาพและปริมาณสูงและประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง คือ เซรั่มบำรุงผิว และแผ่นมาร์กหน้า

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. บ่อเลี้ยงสาหร่ายแบบเปิด
2. เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกกากเซลล์จุลินทรีย์แบบอัตโนมัติ (ยี่ห้อ: GEA Westfalia รุ่น: SSE10-06-007)
3. เครื่องสกัดแบบซอกเล็ท
4. เครื่องสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะยิ่งยวด (Supercritical fluid extraction, SFE: รุ่น Speed SFE)
5. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
6. สาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ Coelastrella sp. (SK-QSGMF6) และ Coelastrum sp. (SK-KhY6)
7. เอทานอล 95%

กรมวิชาการเกษตร

8. สารเคมีสำหรับผลิตเซรั่ม เช่น น้ำมันหอมระเหยคาโมมาย ไฮดรอกซี่เอทธิลเซลลูโลส (Hydroxyethyl Cellulose) กลีเซอรีน ไกลแดนท์ (Glydant) ทวีน 80

9. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับผลิตมาร์กหน้า เช่น แผ่นมาร์กหน้า สารสกัดว่านหางจระเข้เข้มข้นแบบผง คาร์โบพอล 940 ไตรเอทาโนลาไมล์ (TEA) Unigerm G-2 (Propylene Glycol and Diazolidinyl Urea and Methylparaben and Propylparaben) กลีเซอรีน วิตามินอี น้ำมันหอมระเหยกลิ่นกุหลาบ และกรดมาลิก

วิธีการ

1. การผลิตชีวมวลสาหร่ายขนาดเล็ก (Biomass production)

นำสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ SK-QSGMF6 และ SK-KhY6 ซึ่งศักยภาพสูงในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (นราทร และคณะ, 2562) ที่มีมูลค่าสูงมาเพาะเลี้ยงในระดับขยายขนาดแบบบ่อเปิด (Raceway pond) โดยเพาะเลี้ยงสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ในบ่อขนาด 10,000 ลิตร และสายพันธุ์ SK-KhY6 ในบ่อขนาด 5000 ลิตร ใช้สูตรปุ๋ย 16-8-8 อัตราส่วน 1/500 สำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่าย โดยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีปริมาณความเข้มของแสงแดดอยู่ในช่วง 10-17 kLux และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28-37 องศาเซลเซียส ทำการเพาะเลี้ยงจนสาหร่ายเจริญเข้าสู่ช่วงแรกของระยะพักตัว (Early stationary phase) จากนั้นทำการชักนำให้เซลล์สาหร่ายเกิดการสะสมสารสำคัญในเซลล์โดยการเติมโซเดียมคลอไรด์ 0.3 โมลาร์ เป็นเวลา 15 วัน โดยใช้ใบพัดมอเตอร์ (paddle wheel) ที่มีความเร็วรอบในการหมุน 30-50 rpm เพื่อให้เกิดการไหลเวียนน้ำบ่อเพื่อให้สาหร่ายได้รับแสงและอากาศอย่างสม่ำเสมอ และป้องกันการตกตะกอนของเซลล์สาหร่ายในระหว่างการเพาะเลี้ยง เก็บเกี่ยวชีวมวลสาหร่ายด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกกากเซลล์จุลินทรีย์แบบอัตโนมัติและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายที่ 2 สายพันธุ์เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องสำอาง

2. การผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีมูลค่าสูงจากเซลล์สาหร่ายขนาดเล็ก

การศึกษาวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพออกจากเซลล์สาหร่าย โดยใช้ 2 กรรมวิธี คือ

1) วิธีการสกัดด้วยวิธีซอกเล็ท โดยมีเอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย สารที่สกัดได้นำไประเหยเอาตัวทำละลายออก

2) วิธีการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะยิ่งยวด ที่ความดันและอุณหภูมิต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างสาหร่ายแห้งจำนวน 40 กรัม บดพอหยาบ เข้าเครื่องสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารสำคัญที่สกัดได้ ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography - mass spectrometry (HPLC-MS)

บันทึกข้อมูล

- ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กด้วยการสกัดด้วยเอทานอลด้วยวิธีซอกเล็ท
- ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กด้วยการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะยิ่งยวด

3. การศึกษาการออกฤทธิ์ของสารสำคัญที่สกัดได้จากสาหร่ายขนาดเล็ก

กรมวิชาการเกษตร

1) ศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีววิทยาเบื้องต้นหรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ดัดแปลงจากวิธีการของ Farrukh, 2006)

2) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในหลอดทดลอง โดยใช้ Kojic acid เป็นสารมาตรฐาน (ดัดแปลงวิธีของ Kubo et al. (2000) และ Saewan et al. (2011))

บันทึกข้อมูล

- ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
- ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในหลอดทดลอง

4. การศึกษาการนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

4.1. ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสำคัญที่สกัดจากสาหร่ายในผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว

1) นำสารสกัดที่สกัดได้จากข้อ 2 ละลายในน้ำมันหอมระเหยคาโมมาย ที่ความเข้มข้นสารสกัดสาหร่าย 2% โดยน้ำหนัก ปั่นกวนผสมให้เข้ากันด้วย Vortex

2) นำเซรั่มบำรุงผิวสูตรพื้นฐานที่ขายทั่วไปมาประยุกต์โดยการปรับลักษณะเนื้อสัมผัสของเซรั่ม และเติมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กที่ละลายในน้ำมันหอมระเหยคาโมมาย ดังตารางที่ 1

วางแผนการทดลองแบบ RCBD 8 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ และมีกรรมวิธีที่ 1 เป็นกรรมวิธีควบคุม

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวสูตรพื้นฐานและสูตรประยุกต์เพิ่มสารสกัดจากสาหร่าย

Method	Samples	Water phase				Oil phase (Algae Extracted in chamomile essential oil :2% wt)	Emulsifier (Tween 80) (%)
		Hydroxyethyl Cellulose (HEC) %	Glycerin (%)	Glydant (%)	Water (%)		
1	Serum base	1.2	3	0.5	95.3	0	0
2	H0.6T2	0.6	3	0.5	92.9	1	2
3	H0.6T4	0.6	3	0.5	90.9	1	4
4	H0.8T2	0.8	3	0.5	92.7	1	2
5	H0.8T4	0.8	3	0.5	90.7	1	4
6	H1.0T2	1.0	3	0.5	92.5	1	2
7	H1.0T4	1.0	3	0.5	90.5	1	4
8	H1.2T2	1.2	3	0.5	92.3	1	2
9	H1.2T4	1.2	3	0.5	90.3	1	4

กรมวิชาการเกษตร

การเตรียมผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) การเตรียมส่วนที่ 1 เตรียมโดยผสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย (Microalgae extract) ละลายใน น้ำมันหอมระเหยคาโมมาย (Chamomile essential oil) ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กวนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องกวนผสมแบบ Vortex

2.2) การเตรียมส่วนที่ 2 เป็นส่วนของวัฏภาคน้ำ หรือเบสเซรั่ม เตรียมโดย ละลาย Hydroxyethyl Cellulose (HEC) ในน้ำกลั่น โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กวนผสมจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน 30 นาทีจะได้เป็นสารละลายลักษณะข้นหนืดและใส จากนั้นทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิห้อง เติม Glycerine และ Glydant กวนผสมต่อจนได้สารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน

2.3) เติมทวีน 80 และสารสกัดสาหร่ายในน้ำมันหอมระเหยคาโมมายใส่ลงในวัฏภาคน้ำ กวนผสมต่อจนเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว

3) วิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวผสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กโดยวิเคราะห์ค่าสี ความเป็นกรดด่าง ความหนืด ความคงตัวหลังการปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 4000 รอบ/นาที

4) ทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว ทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสหลังการทาเซรั่ม ได้แก่ สี ความหนืด การซึมสู่ผิว ความเหนียว กลิ่นหลังทา และความชุ่มชื่นหลังทาโดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยให้ผู้ทดสอบแบ่งช่องที่ท้องแขน และทาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวใต้ท้องแขนแต่ละกรรมวิธีลงในช่องที่แบ่งไว้ที่ละกรรมวิธี และให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ระดับคะแนน 1-7 คะแนน และคัดเลือกสูตรกรรมวิธีที่ได้คะแนนความชอบสูงสุด

5) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่ระยะเวลา 3 เดือน โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพทุกเดือน

บันทึกข้อมูล

- ข้อมูลทางกายภาพของเซรั่มบำรุงผิวในแต่ละกรรมวิธี
- ข้อมูลด้านประสาทสัมผัสของเซรั่มบำรุงผิวในแต่ละกรรมวิธี
- อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

4.2. ศึกษาการประยุกต์ใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดจากสาหร่ายในผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้า

1) เตรียมเนื้อเจลสำหรับแผ่นมาร์กหน้า โดยใช้เบสเจลว่านหางจระเข้มาปรับปรุงสูตร

1.1) การเตรียมเบสเจลว่านหางจระเข้สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้า

ส่วนประกอบ: ได้เบสว่านหางจระเข้ปริมาณ 1500 กรัม

- สารสกัดว่านหางจระเข้เข้มข้นแบบผง จำนวน 15 กรัม
- คาร์โบพอล 940 จำนวน 7.5 กรัม
- ไตรเอททาโนลาไมล์ (TEA) จำนวน 30 กรัม
- Unigerm G-2 (Propylene Glycol and Diazolidinyl Urea and Methylparaben and Propylparaben) จำนวน 15 กรัม
- น้ำสะอาด จำนวน 1432.5 กรัม

สำนักวิชาการเกษตร

ขั้นตอนการผลิต:

1) เติม Unigerm G-2 ในน้ำสะอาด 1297.5 กรัม คนให้เข้ากัน จากนั้นค่อยๆ เติมคาร์โบพอล คนให้กระจายตัว ปิดฝาให้สนิท พักไว้ 1 คืน

2) ละลายสารสกัดว่านหางจระเข้ 15 กรัม ในน้ำสะอาด 135 กรัม คนให้ละลายจนใส

3) เทสารละลายว่านหางจระเข้ลงในสารละลายคาร์โบพอลใน ข้อ 1. ผสมให้เข้ากัน

4) ค่อยๆ หยดไตรเอททาโนลาไมล์ทีละน้อยๆ และคนผสมเรื่อยๆ สารละลายจะเริ่มหนืดมากขึ้น หยดจนครบ 30 กรัม ผสมให้เข้ากันจะได้เบสเจลว่านหางจระเข้ที่มีลักษณะหนืดใส

ตารางที่ 2 ส่วนผสมในการเตรียมเนื้อเจลสำหรับทำแผ่นมาร์กหน้าในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธีที่	กลีเซอรีน (%)	วิตามินอี (%)	เบสว่านหางจระเข้ (%)	ปริมาณสารสกัดในน้ำมันหอมระเหย (%)	กรดมาลิก (%)	น้ำกลั่น (%)
1	5	2	80	0.3	0.4	12.3
2	5	2	80	0.6	0.4	12
3	5	2	90	0.3	0.4	2.3
4	5	2	90	0.6	0.4	2

2) วิธีเตรียมแผ่นมาร์กหน้าจากสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็ก

วางแผนการทดลองแบบ RCBD 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

2.1) เตรียมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบความเข้มข้น 5 % โดยนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดได้จากเครื่อง SFE เติมน้ำมันหอมระเหยกุหลาบโดยให้ได้ความเข้มข้นของสารสกัด 5% จากนั้นแช่ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้สารสกัดละลายในน้ำมันหอมระเหย หลังจากนั้นนำมากวนผสมให้เข้ากันด้วย เครื่อง vortex จนกว่าสารสกัดจะละลายหมด

2.2) ชั่งเบสว่านหางจระเข้ตามกรรมวิธีต่างๆ ดังตารางที่ 2

2.4) เติมกลีเซอรีน วิตามินอี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบความเข้มข้น 5 % ตามกรรมวิธี และกวนผสมให้ทุกอย่างเข้ากัน

2.5) เติมน้ำกลั่นตามกรรมวิธี กวนแรงๆ ผสมจนส่วนผสมทั้งหมดกลายเป็นเนื้อเจล

2.6) เติมกรดมาลิก ลงในเนื้อเจล และคนแรงๆ ให้เข้ากัน เนื้อเจลจะหนืดน้อยลง

2.7) ชั่งเนื้อเจลสำหรับแผ่นมาร์กหน้าจำนวน 30 กรัม นำแผ่นมาร์กหน้าใส่ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์จากนั้นนำเนื้อเจลมาร์กหน้าใส่ลงไป ค่อยๆไล่ให้เจลไหลเต็มแผ่นมาร์กหน้า

2.8) ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เจลซึมเคลือบแผ่นมาร์กหน้า

3. ทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อเจลและลักษณะของแผ่นมาร์กหน้า

4. ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อทดสอบสมบัติด้านกายภาพ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความชุ่มชื้นหลังมาร์ก ความเหนียวเหนอะหนะ การซึมสู่ผิว

บันทึกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร

- ข้อมูลทางกายภาพของแผ่นมาร์กหน้าในแต่ละกรรมวิธี
- ข้อมูลด้านประสาทสัมผัสของแผ่นมาร์กหน้าในแต่ละกรรมวิธี

เวลาและสถานที่ เริ่มต้น ตุลาคม 2561- สิ้นสุด กันายน 2563

สถานที่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ในบ่อเปิด 10000 ลิตร ด้วยอาหารปุ๋ยสูตร 16-8-8 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในวันที่ 14 ของการเพาะเลี้ยง โดยมีความหนาแน่นของเซลล์สูงสุดที่ 7.12 x 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร หลังการชักนำด้วยการเติมโซเดียมคลอไรด์ 0.3 โมลาร์ หลังการเก็บเกี่ยวได้อัตราการให้ผลผลิตชีวมวลสาหร่าย 1.95 กรัมต่อลิตร และเมื่อนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้สาหร่ายแห้งประมาณ 2000 กรัมโดยมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 ในบ่อเปิด 5000 ลิตร ด้วยสูตรอาหารปุ๋ย 16-8-8 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในวันที่ 14 ของการเพาะเลี้ยง โดยมีความหนาแน่นของเซลล์สูงสุดที่ 5.37 x 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ได้อัตราเลี้ยงต่อเนื่องหลังเติมโซเดียมคลอไรด์อีก 15 วัน หลังการเก็บเกี่ยวได้อัตราการให้ผลผลิตชีวมวลสาหร่าย 1.75 กรัมต่อลิตร และเมื่อนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้สาหร่ายแห้งประมาณ 1000 กรัมโดยมีลักษณะเป็นสีเขียวน้ำตาล

2. การผลิตสารสำคัญที่มีมูลค่าสูงจากเซลล์สาหร่ายขนาดเล็ก

2.1. โดยนำสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ที่แห้งแล้วมาสกัดแคโรทีนอยด์ (Total carotenoids) โดยการสกัดด้วยวิธีซอกเล็ทที่มีเอทานอลเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ ได้ผลผลิตสารสกัดแคโรทีนอยด์ 2.49 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง

2.2. ผลการสกัดด้วยเทคนิค Supercritical fluid extraction (SFE) ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลายภายใต้สภาวะวิกฤติยิ่งยวด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณแคโรทีนอยด์(มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จากสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ที่สกัดด้วยเทคนิค SFE

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Bar)		
	300	400	500
40	2.89	2.84	3.28
50	3.37	3.55	3.97
60	3.15	4.21	**5.20**

พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 500 บาร์ สามารถสกัดแคโรทีนอยด์ได้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 5.20 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ดังนั้นจึงเลือกวิธีการสกัดสารด้วยด้วยเทคนิค SFE ที่ความดัน 500 บาร์ เนื่องจากได้ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่าและยังไม่มีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัดทำให้สารสกัดที่ได้เป็นสารสกัดแคโรทีนอยด์ (Total carotenoids) ที่ปราศจากสารเคมี

กรมวิชาการเกษตร

วิเคราะห์หาองค์ประกอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสารแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้เพื่อทดสอบอิทธิพลของการใช้อุณหภูมิในการสกัดที่สูงขึ้นในการส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญ โดยวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography - mass spectrometry (HPLC-MS)

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์สารสำคัญ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากสาหร่ายไอโซเลท SK-QSGMF6 ด้วยเทคนิค SFE

Carotenoids	อุณหภูมิในการสกัด (°C) ที่ความดัน 500 บาร์		
	40	50	60
Beta-carotene	**132.44**	107.77	92.60
Lutein	**178.01**	134.16	131.88
Zeaxanthin	**252.84**	212.84	188.32
Astaxanthin	**265.77**	205.14	202.33

ปริมาณสารสำคัญสูงสุดในสารสกัดแคโรทีนอยด์ประกอบด้วย Beta-carotene Lutein Zeaxanthin และ Astaxanthin ดังตารางที่ 4 โดยได้ปริมาณ Astaxanthin สูงสุดเท่ากับ 265.77 mg/kg และที่อุณหภูมิสกัด 40 องศาเซลเซียสมีปริมาณ Astaxanthin สูงสุด แต่ปริมาณสารสำคัญแต่ละชนิดจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิในการสกัดสูงขึ้น

ซึ่งเมื่อเทียบจากปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้มากที่สุดที่ 60 องศาเซลเซียส คือ 5.2 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ที่ 40 องศาเซลเซียส คือ 2.89 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง พบว่าปริมาณ Astaxanthin โดยรวมที่สกัดได้ที่ 60 องศาเซลเซียสมีปริมาณโดยรวมมากกว่า ที่ 40 องศาเซลเซียส จึงเลือกใช้การสกัดด้วย SFE ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 500 บาร์ ในการสกัดสารสำคัญเพื่อทำการทดลองต่อไป โดยสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1. สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายเล็กด้วยเครื่องสกัด SFE

เมื่อนำสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 มาสกัดด้วยเทคนิค SFE โดยเลือกใช้สภาวะความดัน 500 บาร์ ซึ่งเป็นสภาวะเดียวกับสาหร่ายไอโซเลท SK-QSGMF6 แสดงดังตารางที่ 5

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 ด้วยเทคนิค SFE ที่เลือกใช้สภาวะความดัน 500 บาร์

อุณหภูมิในการสกัด (องศาเซลเซียส)	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (mg/g dried solid)	ปริมาณสารประกอบแคโรทีนอยด์ (mg/g dried solid)				
		β-carotene	Lycopene	Lutein	Zeaxanthin	Astaxanthin
40	2.38	30.56	44.24	24.32	118.67	54.23
50	3.60	34.24	24.76	88.32	106.77	88.37
60	**4.28**	27.74	32.77	84.47	**266.37**	**137.22**

จากตารางที่ 5 สภาวะการสกัดแคโรทีนอยด์จากเซลล์สาหร่ายขนาดเล็กด้วยเทคนิค SFE พบว่าที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 500 บาร์ สามารถสกัดแคโรทีนอยด์ได้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 4.28 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งกลุ่มสารแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้มีปริมาณสารสำคัญประกอบด้วย Beta-carotene Lycopene Lutein Zeaxanthin และ Astaxanthin โดยได้ปริมาณ Zeaxanthin สูงสุดเท่ากับ 266.37 mg/kg และ Astaxanthin สูงสุดเท่ากับ 137.22 mg/kg จึงเลือกใช้การสกัดด้วย SFE ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความดัน 500 บาร์ ในการสกัดสารสำคัญเพื่อทำการทดลองต่อไป

3. การศึกษาการออกฤทธิ์ของสารสำคัญที่สกัดได้จากสาหร่ายขนาดเล็ก

1) ศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีววิทยาเบื้องต้นหรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

นำสารสกัดในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Total carotenoids) ที่ได้ไปศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการเป็นสารต้านการออกซิเดชัน (antioxidant) โดยใช้วิธี DPPH assay พบว่าสาหร่ายไอโซเลท SK-QSGMF6 มีค่าปริมาณสารต้านอิสระรวม = 10.35 miligram eq Trolox /100 g. สำหรับสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 มีค่า IC_{50} = 13.64 ± 4.51 µg/ml และมีค่า Percent inhibition เท่ากับ 78.71 ± 4.51 (ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงศักยภาพสูง

2) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในหลอดทดลอง

นำสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายไอโซเลท SK-QSGMF6 ที่สกัดได้จาก SFE โดยละลายในตัวทำละลายเอทานอลที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรเอทานอล ศึกษาฤทธิ์การต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสในหลอดทดลอง โดยดัดแปลงวิธีของ Kubo *et al.* (200) และ Saewan *et al.* (2011) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในหลอดทดลองของสารสกัดกลุ่มแคโรมีนอยด์ มีค่า IC_{50} = 16.706 ± 0.47 mg/ml โดยใช้ Kojic acid เป็นสารละลายมาตรฐานและมีค่า Percent inhibition = 88.34 ± 2.61 ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรเอทานอล ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงศักยภาพสูง

4. การศึกษาการนำสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

นำเซรั่มบำรุงผิวสูตรพื้นฐานที่ขายทั่วไปมาประยุกต์โดยการปรับลักษณะเนื้อสัมผัสของเซรั่ม และเติมสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กที่ละลายในน้ำมันหอมระเหยคาโมมาย นำเซรั่มทั้ง 9 กรรมวิธีจากตารางที่ 1 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 6000 รอบ/นาที ระยะเวลา 20 นาที เพื่อดูความคงตัวของเนื้อเซรั่ม แสดงผลดังตารางที่ 6

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 สมบัติเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็ก

No.	Samples	Color			pH	Viscosity (cP)	Stability*
		L*	a*	b*			
1	Serum base	30.40	4.71	-5.66	6.03	60.50	√
2	H0.6T2	28.14	5.44	-6.24	5.17	16.67	x
3	H0.6T4	28.69	5.17	-5.93	5.29	18.03	x
4	H0.8T2	29.76	5.88	-5.67	5.12	23.40	x
5	H0.8T4	27.98	5.31	-6.27	5.25	40.47	x
6	H1.0T2	27.87	5.28	-6.45	5.09	39.28	x
7	H1.0T4	27.60	5.44	-6.38	5.23	51.37	√
8	H1.2T2	27.00	5.50	-6.70	5.11	62.33	√
9	H1.2T4	27.19	5.47	-6.43	5.21	77.63	√

* เครื่องหมาย √ แสดงถึงความคงตัวของเซรั่มบำรุงผิวหลังการทดสอบด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ 6000 รอบ/นาที ระยะเวลา 20 นาที เครื่องหมาย x แสดงถึงเซรั่มมีการแยกชั้น ไม่มีความคงตัว

จากตารางที่ 6 ลักษณะเซรั่มบำรุงผิวที่ได้เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนจากสีของสารสกัด (ภาพที่ 2) มีความหนืดที่แตกต่างกันไปตามกรรมวิธี ค่า pH ของเซรั่มบำรุงผิวอยู่ในช่วง 5.09 – 5.29 ซึ่งเป็นค่า pH ที่เหมาะกับผิวหนังซึ่งอยู่ในช่วง 3.5 - 5.5 (กองเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย, 2551) โดยค่า pH ที่เหมาะสมจะช่วยรักษาความอ่อนนุ่ม ชุ่มชื้นให้ผิว ลดปัญหาหน้ามัน รวมถึงปกป้องผิวจากเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สาเหตุของการเกิดสิว หาก pH สูงเกินไปทำให้เกราะปกป้องผิวตามธรรมชาติจะถูกทำลาย สูญเสียน้ำและผิวแห้งเสีย เพราะชั้นผิวที่ปกคลุมด้านนอกไม่สามารถทำงานเป็นเกราะปกป้องผิวได้ ทำให้ผิวบอบบาง แพ้ง่าย

ภาพที่ 2 เซรั่มผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสารสกัดขนาดเล็ก

เมื่อทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที พบว่า กรรมวิธี 2-6 มีการแยกชั้นของสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยคาโมมายออกเป็นหยดเล็กๆ กระจายในเนื้อเซรั่ม จึงคัดเลือกกรรมวิธีที่มีความคงตัวหลังการปั่นเหวี่ยง ได้แก่กรรมวิธี 7-9 เพื่อทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสหลังการทาเซรั่ม เพื่อคัดเลือกสูตรและความหนืดที่เหมาะสมต่อไป

กรมวิทยาศาสตร์

ทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้วย 7-point hedonic scale โดยนำผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว ทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสหลังการทาเซรั่ม ได้แก่ สี ความหนืด การซึมสู่ผิว ความเหนียว กลิ่นหลังทา และความชุ่มชื่นหลังทาโดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยให้ผู้ทดสอบแบ่งช่องเป็น 3 ช่อง ที่ท้องแขน และทาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวใต้ท้องแขนแต่ละกรรมวิธีลงในช่องที่แบ่งไว้ที่ละกรรมวิธี และให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ระดับคะแนน 1-7 คะแนน และคัดเลือกสูตรกรรมวิธีที่ได้คะแนนความชอบสูงสุด

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวจากสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็ก

กรรมวิธี	ตัวอย่าง	สี	ความหนืด	การซึมสู่ผิว	ความเหนอะหนะ	กลิ่น	ความชุ่มชื่นหลังทา
7	H1.0T4	4.74 c	3.81 c	3.89 c	3.59 c	3.78 a	4.19 b
8	H1.2T2	4.89 b	4.44 a	4.41 a	3.96 b	3.67 b	4.67 a
9	H1.2T4	5.07 a	4.08 b	4.11 b	4.04 a	3.78 a	4.19 b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ ที่ระดับคะแนนความชอบ 1-7 คะแนน พบว่า กรรมวิธีที่ 8 H1.2T2 เป็นที่ชื่นชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบด้านสี 4.89 คะแนน ความหนืด 4.44 คะแนน การซึมสู่ผิว 4.41 คะแนน ความเหนอะหนะ 3.96 คะแนน กลิ่น 3.67 คะแนน และความชุ่มชื่นหลังทา 4.67 คะแนน จะเห็นได้ว่าความชอบด้านกลิ่นมีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยคาโมมายมีกลิ่นฉุน ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัว

5. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่ระยะเวลา 3 เดือน โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพทุกเดือน โดยสุ่มวิเคราะห์ ค่าสี ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความหนืด ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ผลการเก็บรักษาเซรั่มผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสหร่ายขนาดเล็ก

Samples	Month	Color			pH	Viscosity (cP)
		L*	a*	b*		
กรรมวิธีที่8 H1.2T2	0	26.90	3.54	-4.09	4.59	95.16
	1	26.73	3.76	-4.29	4.16	94.36
	2	27.36	3.65	-4.23	4.05	94.47
	3	28.01	3.75	-4.41	3.87	94.69
	9	28.35	3.64	-3.95	3.98	-

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 9 พบว่าเซรั่มบำรุงผิวเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น เซรั่มจะมีค่าความสว่าง (L*) สูงขึ้น และมีค่าความเป็นสีน้ำเงิน (b*-) ลดลง ทำให้เซรั่มมีสีดูซีดลง เนื่องจากการเก็บรักษานี้ต้องการเห็นความเปลี่ยนแปลงของเซรั่มจึงเก็บในขวดแก้วใส ซึ่งอาจมีส่วนทำให้สีเปลี่ยนไป สำหรับค่าความเป็นกรดด่างของเซรั่มเมื่อระยะการเก็บนานขึ้น เซรั่มมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น สำหรับการเก็บที่ระยะเวลา 9 เดือน ค่าความเป็นกรดยังอยู่ในช่วงที่

กรมวิชาการเกษตร

สามารถใช้กับผิวหน้าได้และยังอยู่ในลักษณะปกติไม่มีการแยกชั้น จากผลของข้อมูลการเก็บรักษาที่ได้สามารถสรุปได้ว่าเซรั่มบำรุงผิวที่ผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายขนาดเล็กมีอายุการเก็บรักษาที่ 9 เดือน ถ้าทำการทดลองนานขึ้น เป็นไปได้ว่าอายุการก็บรักษาที่แท้จริงอาจจะมากกว่า 9 เดือนได้

4. การศึกษาการนำสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

นำสารสกัดที่ได้จากสาหร่ายขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้า โดยใช้เบสเจลว่านหางจระเข้ตามวิธีปฏิบัติเป็นเนื้อน้ำเคลือบแผ่นมาร์กหน้า ได้ดังภาพ

ภาพที่ 4 เนื้อเบสเจลว่านหางจระเข้

1) เมื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของเบสว่านหางจระเข้ : มีลักษณะใส หนืด มีค่าสีเฉลี่ยดังนี้ ค่าความสว่าง L* = 27.24 ค่าความเป็นสีเขียว-แดง a* = 3.05 และค่าความเป็นน้ำเงิน-เหลือง b* = -2.92 และค่า pH 8.24 ซึ่งมีความเป็นด่างมากไปยังไม่เหมาะกับผิวหน้า จึงต้องพิจารณาการปรับกรดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะกับผิวหน้า

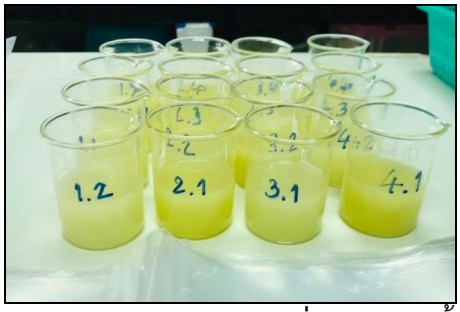
2) สมบัติเบื้องต้นของสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยกลิ่นกุหลาบ

เมื่อนำสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กมาละลายในน้ำมันหอมระเหยกลิ่นกุหลาบที่ความเข้มข้น 5% โดยน้ำหนักแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพดังนี้ สารสกัดสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบความเข้มข้น 5% มีสีน้ำตาลเข้มออกแดงเล็กน้อย มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ที่ 27.18 ± 0.04 ค่าความเป็นสีเขียวแดง (a*) อยู่ที่ 4.35 ± 0.04 และค่าความเป็นสีน้ำเงินเหลือง (b*) อยู่ที่ 0.93 ± 0.02 มี pH เป็นกรดอ่อน อยู่ที่ 6.46 ± 0.1 เมื่อผสมกับเบสเจลว่านหางจระเข้แล้วทำให้ได้เนื้อเจลที่มี pH เป็นด่าง จึงต้องเติมกรดมาลิกซึ่งเป็น AHAs ธรรมชาติในการช่วยปรับกรดเพื่อให้เหมาะกับผิว

3) การเตรียมแผ่นมาร์กหน้าจากสารสกัดสาหร่ายขนาดเล็ก

ผลการเตรียมเนื้อเจลสำหรับแผ่นมาร์กหน้าที่เติมสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็กในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบความเข้มข้น 5 % ในแต่ละกรรมวิธี ได้ลักษณะเนื้อเจลและหลังเตรียมแผ่นมาร์กหน้า ใส่ลงในถุงซึ่งบรรจุแผ่นมาร์กหน้าแล้ว ค่อยๆเกลี่ยเนื้อเจลให้เต็มแผ่นมาร์กหน้า ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เนื้อเจลซึมลงสู่แผ่นมาร์กหน้า ดังภาพที่ 5 การใส่เนื้อเจลเต็มแผ่นและใส่ถุงซิบล็อคใส เพื่อสังเกตุลักษณะการซึม และสักษณะของแผ่นมาร์กหน้าหากต้องทำการเก็บรักษาควรพับแผ่นมาร์กหน้าและใส่ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งกันแสงได้

กรมวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 5 ลักษณะเนื้อเจลสำหรับแผ่นมาร์กหน้าและตัวอย่างแผ่นมาร์กหน้า

ตารางที่ 9 สมบัติของเนื้อเจลและลักษณะของแผ่นมาร์กหน้า

Sample	Color			pH	Viscosity (cP)	ลักษณะแผ่นมาร์กหน้า
	L*	a*	b*			
1	30.00b	3.00c	-2.14b	5.71a	13.68b	เนื้อเจลซึมกระจายตัวดี มีลักษณะค่อนข้างเหลว เมื่อดึงแผ่นมาร์กหน้าออกมามีน้ำเจลหยดเล็กน้อย
2	30.75ab	2.68ab	-0.92a	5.76a	14.54b	เนื้อเจลซึมกระจายตัวดี มีลักษณะค่อนข้างเหลว เมื่อดึงแผ่นมาร์กหน้าออกมามีน้ำเจลหยดเล็กน้อย
3	30.81ab	2.84bc	-1.71b	6.10b	32.03a	เนื้อเจลซึมกระจายตัวดี มีลักษณะเป็นเนื้อเจลเคลือบแผ่นอยู่ค่อนข้างมาก
4	31.77a	2.44a	-0.30a	6.11b	32.10a	เนื้อเจลซึมกระจายตัวดี มีลักษณะเป็นเนื้อเจลเคลือบแผ่นอยู่ค่อนข้างมาก

หมายเหตุ: วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield โดยใช้ spindle#3 ที่ความเร็วรอบ 100 rpm

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบสมบัติของเนื้อเจลและลักษณะของแผ่นมาร์กหน้าจากตารางที่ 11 พบว่าทุกกรรมวิธีเนื้อเจลสามารถซึมเข้าสู่แผ่นมาร์กหน้าได้ โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีส่วนประกอบของเบสว่านหางจระเข้มากที่สุด โดยค่าความสว่างของเนื้อเจลมีความสว่างในช่วง 30.0 – 31.77 ส่วนค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) มีค่าอยู่ในช่วง 2.44 – 3.0 ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อใส่เบสว่านหางจระเข้เพิ่มขึ้น ในส่วนค่า b* หรือค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลืองนั้น มีค่าในช่วง -1.71 ถึง - 2.4 โดยมีความเป็นสีเหลืองลดลง เมื่อเติมเบสว่านหางจระเข้ที่มากขึ้นตามสูตร pH ของทุกกรรมวิธี เป็นค่าที่เข้ากับผิวได้

4) การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน เพื่อทดสอบสมบัติด้านกายภาพ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความชุ่มชื้นหลังมาร์ก ความเหนียวเหนอะหนะ การซึมสู่ผิว แล้วคัดเลือกกรรมวิธีที่ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบที่สุด

4.1) การทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัส

- เตรียมตัดแผ่นมาร์กหน้าเป็นชิ้น ที่มีขนาดเท่ากัน โดยคำนวณมาจากน้ำหนักแผ่นมาร์กหน้าแผ่นใหญ่ จะได้แผ่นมาร์กหน้าขนาดเล็กสำหรับการทดสอบ โดยจะทดสอบที่ท้องแขน

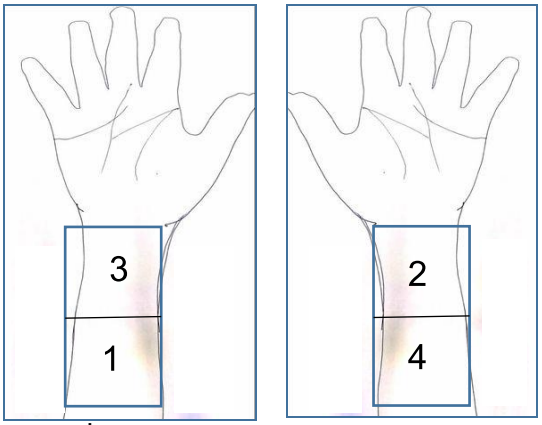
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 6 การตัดแผ่นมาร์กหน้ามำหรบทดสอบทางประสาทสัมผัส

- เตรียมเนื้อเจลสำหรับแผ่นมาร์กหน้าทั้ง 4 กรรมวิธี โดยใส่เนื้อเจลจำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในแผ่นมาร์กหน้าที่ตัดสำหรับการทดสอบ ได้ภาพที่ 7

ภาพที่ 7 แผ่นมาร์กสำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

- ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยให้ผู้ทดสอบล้างท้องแขนทั้ง 2 ข้าง ให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง จากนั้นแบ่งท้องแขน 2 ข้างเป็น 4 ช่อง และเขียนหมายเลขผลิตภัณฑ์ แปะไว้ทั้ง 4 ช่อง โดยการสุ่ม แปะแผ่นมาร์กลงในช่องที่เลือกไว้ ทิ้งไว้นิ่งๆ 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ติดตามการแพ้หลังจากผ่านไป 1 ชั่วโมง ดังภาพที่ 5 โดยทดสอบความชอบด้านสี การซึมสู่ผิว ความเหนียวเหนอหนะ กลิ่นหลังมาร์ก ความชุ่มชื่นหลังมาร์ก และความชอบโดยรวม



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ระบบการเกษตร

ตารางที่ 10 ความชอบด้านต่างๆจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

กรรมวิธี	สี	การซึมสู่ผิว	ความเหนียวเหนอะหนะ	กลิ่นหลังมาร์ก	ความชุ่มชื่นหลังมาร์ก	ความชอบโดยรวม
1	5.62	4.81	4.57	4.33	5.19	4.81
2	4.95	4.05	4.00	4.10	5.24	4.81
3	5.57	5.48	4.86	4.38	5.48	5.38
4	5.00	5.00	4.48	4.19	4.71	4.81

จากการทดสอบด้านความชอบในทุกด้านของแผ่นมาร์กหน้า พบว่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่เนื่องจากในใบทดสอบมีการให้กรอกสูตรที่ชอบที่สุด ซึ่งเมื่อทำการนับคะแนนแล้วปรากฏว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีจำนวนผู้ชอบใกล้เคียงกัน จึงเลือกกรรมวิธีที่ 3 ในการผลิตแผ่นมาร์กชีทผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายขนาดเล็กเนื่องจากได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย hedonic scale 7 point จากตารางที่ 12 พบว่าสีของแผ่นมาร์กมีความชอบในช่วง 4.95 – 5.57 คะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง การซึมสู่ผิวมีความชอบในช่วง 4.05-4.86 ซึ่งอยู่ในช่วงเฉยๆถึงชอบเล็กน้อย ความเหนียวเหนอะหนะมีความชอบในช่วง 4.00-4.86 ซึ่งอยู่ในช่วงเฉยๆถึงชอบเล็กน้อย กลิ่นหลังมาร์ก คะแนนอยู่ในช่วง 4.10-4.38 ค่อนข้างจะเฉยๆ ความชุ่มชื่นหลังมาร์ก คะแนนอยู่ในช่วง 4.71-5.48 คะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้าจากสารสกัดขนาดเล็กนี้มีจำนวนผู้แพ้มีอาการแดงและคันเล็กน้อยจำนวน 4 คน

4.2) การทดสอบชนิดสารที่แพ้ในแผ่นมาร์กหน้าผสมสารสกัดจากสาหร่ายขนาดเล็ก

เนื่องจากมีผู้ทดสอบที่แพ้แผ่นมาร์กหน้า จึงทำการทดลองเพิ่มโดยให้ผู้แพ้แผ่นมาร์กหน้าทั้ง 4 คน ทดสอบการแพ้จำนวน 4 วิธีคือ 1. เบสว่านหางจระเข้ 2. เบสว่านหางจระเข้ผสมกรดมาลิก 3. เบสว่านหางจระเข้ผสมน้ำมันหอมระเหยกุหลาบ และ 4. เบสว่านหางจระเข้ผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบ (ไม่ปรับกรดมาลิก) พบว่า

ผู้ทดสอบคนที่ 1 มีอาการแพ้ แสบเล็กน้อยในทุกกรรมวิธี อาจเนื่องมาจากแพ้สารสกัดว่านหางจระเข้ หรือสารก่อเจล แต่มีอาการแพ้เป็นรอยแดงจุดเล็กๆ ใน 2. เบสว่านหางจระเข้ผสมกรดมาลิกมากที่สุด ซึ่งแพ้กรดมาลิกซึ่งเป็น AHAs มากกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ผู้ทดสอบคนที่ 2 มีอาการแพ้ มีรอยแดงเป็นจุดเล็กๆ ใน 2. เบสว่านหางจระเข้ผสมกรดมาลิกเพียงชนิดเดียว ซึ่งอาการแพ้มาจากกรดมาลิกซึ่งเป็น AHAs ตามธรรมชาติ

ผู้ทดสอบคนที่ 3 มีอาการแพ้ เป็นรอยแดง และมีจุดแดงเล็กๆ มีอาการแสบเล็กน้อย ใน 2.เบสว่านหางจระเข้ผสมกรดมาลิกเพียงชนิดเดียวซึ่งอาการแพ้มาจากกรดมาลิกซึ่งเป็น AHAs ตามธรรมชาติ

ผู้ทดสอบคนที่ 4 มีอาการแพ้เป็นรอยแดงเล็กๆ แต่ไม่มีผื่น ใน2. เบสว่านหางจระเข้ผสมกรดมาลิก และอาการแพ้มีรอยแดงเล็กน้อย ใน 4. เบสว่านหางจระเข้ผสมสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ในน้ำมันหอมระเหยกุหลาบ (ไม่ปรับกรดมาลิก) ซึ่งเป็นอาการแพ้กรดมาลิก และสารสกัดสาหร่าย แต่แพ้ไม่มาก

สรุปผลการทดสอบการแพ้แผ่นมาร์กชีทจากผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน มีผู้แพ้สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายขนาดเล็กจำนวน 1 คน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 ต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวปริมาณ 300 กรัม และ แผ่นมาร์กหน้า จำนวน 10 แผ่น ปริมาณ 300 กรัม

ลำดับ	เซรั่มบำรุงผิว 300 กรัม		แผ่นมาร์กหน้า 10 แผ่น (300 กรัม)	
	ส่วนประกอบ	ราคา (บาท)	ส่วนประกอบ	ราคา (บาท)
1	สาหร่ายแห้ง	0.801	สาหร่ายแห้ง	4.5
2	CO2	80.1	CO2	73
3	คาโมมาย	176.16	น้ำมันหอมระเหยกลิ่นกุหลาบ	0.86
4	HEC	2.67	กลีเซอรีน	2.7
5	Glycerin	1.44	วิตามินอีอะซิเตท	21.6
6	Glydant	0.36	เบสว่านหางจระเข้	5.46
7	Tween 80	2.04	กรดมาลิก	0.18
8	น้ำกลั่น	5.73	น้ำกลั่น	0.006
9	-	-	แผ่นมาร์กหน้า 10 แผ่น	19.5
รวม		269.301	รวม	127.806

*ไม่รวมค่าหัวเชื้อสาหร่าย ไม่รวมค่าไฟฟ้าและค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์จากการใช้งานเครื่องมือ และไม่รวมค่าบรรจุภัณฑ์

เมื่อคิดต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์แล้ว ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวขนาด 300 กรัม มีต้นทุนรวม 269.301 บาท เนื่องจากใช้น้ำมันหอมระเหยคาโมมายซึ่งมีราคาสูง หากเปลี่ยนเป็นน้ำมันชนิดอื่นจะทำให้เซรั่มมีราคาถูกลง สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้า จำนวน 10 แผ่น คิดเป็นปริมาณน้ำเคลือบแผ่นมาร์กหน้า 300 กรัม มีต้นทุนอยู่ที่ 127.806 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

กรมวิทยาศาสตร์

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็กที่มีอยู่ในประเทศไทย มีศักยภาพสูง หากมีการเลี้ยงและการสกัดที่เหมาะสมจะสามารถสกัดสารสำคัญได้บริสุทธิ์ โดยเทคนิคการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะยิ่งยวด (Carbon dioxide: Supercritical Fluid Extraction (SFE)) เป็นเครื่องหนึ่งที่สามารถสกัดสารสำคัญคุณภาพดีได้ โดยการใช้ความดัน 500 บาร์และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสทำให้ได้สารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์มากที่สุด โดยสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 ได้ปริมาณ 5.2 มิลลิกรัมต่อกรัมสาหร่ายแห้ง และสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 ได้ปริมาณ 4.28 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสาหร่ายทั้ง 2 สายพันธุ์นี้ล้วนมีแอสตาแซนทินในปริมาณสูง จึงเหมาะสมกับการใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ซึ่งการทำผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวและแผ่นมาร์กหน้าเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายขนาดเล็กเท่านั้น โดยสาหร่ายทั้ง 2 สายพันธุ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางอื่นๆได้ ทางผู้วิจัยจึงเลือกสาหร่ายสายพันธุ์ SK-QSGMF6 มาทำผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิว ซึ่งมี

ส่วนประกอบคือ HEC, Glycerin, Glydant, Water, Algae Extracted in chamomile essential oil :2% และ Tween 80 ในอัตราส่วน 1.2 : 3 : 0.5 : 92.3 : 1 : 2 ซึ่งได้รับความชอบในด้านต่างๆ คือ สี ความหนืด การซึมสู่ผิว ความเหนอะหนะ กลิ่น และความชุ่มชื่นหลังทา เป็น 4.89, 4.44, 4.41, 3.96, 3.67 และ 4.67 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ 300 กรัม มีต้นทุนรวม 269.301 บาท สำหรับสาหร่ายไอโซเลท SK-KhY6 ผู้วิจัยเลือกทำผลิตภัณฑ์มาร์กหน้า ซึ่งประกอบด้วย กลีเซอรีน วิตามินอี เบสว่านหางจระเข้ สารสกัดในน้ำมันหอมระเหย กรดมาลิก และน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 5 2 90 0.3 0.4 และ 2.3 ซึ่งได้รับความชอบในด้านต่างๆ คือ สี การซึมสู่ผิว ความเหนียวเหนอะหนะ กลิ่นหลังมาร์ก ความชุ่มชื่นหลังมาร์ก ความชอบโดยรวม คือ 5.57 5.48 4.86 4.38 5.48 และ 5.38 คะแนน ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์แผ่นมาร์กหน้า จำนวน 10 แผ่น คิดเป็นปริมาณน้ำเคลือบแผ่นมาร์กหน้า 300 กรัม มีต้นทุนอยู่ที่ 127.806 บาท

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ละลายในน้ำมัน ควรเลือกใช้น้ำมันที่สามารถละลายสารสกัดได้และเป็นชนิดที่ไม่มีกลิ่น และใช้การปรับแต่งกลิ่นเพื่อกลบกลิ่นสารสกัด อาจทำให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นสูงขึ้น

ก่อนใช้แผ่นมาร์กหน้าควรทดสอบที่ท้องแขนก่อนเนื่องมาจากมีส่วนประกอบของ AHAs ซึ่งอาจแพ้ได้

การเก็บรักษาเซรั่มบำรุงผิวควรเก็บในขวดสีชา เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี

การเก็บแผ่นมาร์กหน้าควรเก็บในถุงทึบแสงเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี

นอกจากจะนำสารสกัดกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากเครื่อง SFE มาประยุกต์เป็นเครื่องสำอางแล้ว หากสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้สาหร่ายมากขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ประกอบสามารถนำวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายและวิธีการสกัดเพื่อนำไปต่อยอดได้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานและพนักงานทุกท่านที่ทำให้งานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

12. เอกสารอ้างอิง

กองเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย. 2551. ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสาร Alpha hydroxyl acids (AHAs). กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

กฤติยา ไชยนอก. 2018. ดาวเรือง ดอกไม้สีเหลืองที่ดีต่อดวงตา. **Med Hurb Guru รอบรู้เรื่องสมุนไพร** สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 02 CED 2018.

นราทร สุขวิเสส. จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม. และวุฒิพล จันทร์สระคู. 2562. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กในระดับขยายขนาด. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2562 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร: 492-507

กรมวิชาการเกษตร

นุชนาถ แช่มช้อย. 2557. สาหร่ายขนาดเล็ก : การเพาะเลี้ยงและการนำมาใช้ประโยชน์. **วารสาร มฉก.วิชาการ ปีที่ 17** ฉบับที่ 34 มกราคม-มิถุนายน 2557: 169-183.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.บทที่ 53 รายละเอียดข้อมูลยาทางชีวภาพ:ไลโคปีน (Lycopene).**โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมยาทางชีวภาพและเชื้อเพลิงชีวภาพ**: 53.1-53.8

วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์ และ มารุจ ลิมปะวัฒนะ. 2552. แอสตาแซนธิน: คุณค่าที่มากกว่าความเป็นสี. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 5** ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2552-พฤษภาคม 2553:7-12.

Farahin A. W, Yusoff F. M, Basri M, Nagao N. and Shariff M. 2018. Use of microalgae: Tetraselmis tetrathele extract in formulation of nanoemulsions for cosmeceutical application. **Journal of Applied Phycology** Springer Nature B.V. 2018.

Goodwin A. L. 2012. Teaching as a profession: Are we there yet? In C. Day (Ed.), the Routledge International Handbook of Teacher and School Development (pp. 44-56). Abingdon, UK: **Taylor & Francis**.

Krinsky, N. I. 1989. Antioxidant functions of carotenoids. **Free Radic Biol Med.** 1989;7(6):617-35. doi: 10.1016/0891-5849(89)90143-3.

Kubo I, Kinst-Hori I, Chaudhuri SK, Kubo Y, Sánchez Y, Ogura T. 2000. Flavonols from Heterotheca inuloides: tyrosinase inhibitory activity and structural criteria. **Bioorg. Med. Chem. 2000**; 8:1749–1755.

Maria B. A., Thalita M. C. , Ana L. M. J., Maria V. R. V., Joao C. and Andre R. B. 2017. Cosmetic attributes of algae- A review. **Algal Research 25** (2017): 483-487

Saewan N, Koysomboon S, and Chantrapromma K.2011.Anti-tyrosinase and anti-cancer activities of flavonoids from Blumea balsamifera DC. **Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(6)**, pp. 1018-1025.

Takaichi S. 2011. Carotenoids in Algae: Distributions, Biosyntheses and Functions. **Mar. Drugs 2011,** 9, 1101-1118; doi:10.3390/md906110.

สถาบันวิทยบริการ