แบบ 1

(แบบฟอร์ม)

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย** : โครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพ คุณภาพผลผลิตและเพิ่มมูลค่าทางการตลาด

2. **โครงการวิจัย** : โครงการคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์

   กิจกรรม : การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ศึกษาฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่นของสารสกัดจากเปลือกกล้วยและการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Antioxidant Activity of Banana Peel Extracts and Their Application in Lotion

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง : นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร
   สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

   ผู้ร่วมงาน : นายโกเมศ สัตยาวุธ
   นายประยูร เอ็นมาก
   นางสาวศิริพร เต็งรัง
   สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

การทดลองศึกษาฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่นของสารสกัดจากเปลือกกล้วยและการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยชนิดต่างๆ ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เวชภัณฑ์เพื่อความงามและสุขภาพที่มีคุณภาพและนำไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมได้ ดำเนินการที่สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2554 – 2555 โดยศึกษาผลของอัตราส่วนของเอทานอลต่อเปลือกกล้วยที่ 5 : 1 และ 10 : 1 และความเข้มข้นของของเอทานอลที่ใช้สกัด ที่ 95 % v/v และ 70 v/v ต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างเปลือกกล้วย 4 ชนิด ได้แก่กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง พบว่าอัตราส่วนของเอทานอลต่อเปลือกกล้วย 5 : 1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมกว่า 10 : 1 และการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้สารละลายเอทานอล 70 % v/v สามารถสกัดสารสกัดเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95 % v/v และจากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH• และ ABTS• โดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของคาเตชิน พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า โดยมีค่า VCEAC อยู่ระหว่าง 36.53 – 147.90 mg/100 g น้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้ง 4 ชนิด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 104.40 – 179.01 mg กรดแกลลิก/100 g น้ำหนักสด และมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.51 – 50.92 mg คาเตชิน/100 g น้ำหนักสด นอกจากนี้การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกกล้วยในผลิตภัณฑ์โลชั่น โดยการผลิตด้วยสูตร 1 และ สูตร 2 ได้โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยเนื้อสีขาว มีที่ช่วง pH เหมาะสมมีความคงสภาพ และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

6. คำนำ

กล้วย (Musa spp.) เป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งประเทศไทยอยู่ในเขตพื้นที่ที่เหมาะแก่การเพาะปลูกกล้วย และให้ผลผลิตมากในแถบเอเชีย โดยทุกภาคของประเทศไทยสามารถปลูกกล้วยได้และให้ผลิตผลได้ตลอดทั้งปี จึงทำให้ง่ายต่อการส่งเสริมการปลูกหากต้องการเพิ่มผลผลิต ทุกส่วนของกล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ กล้วยที่นิยมบริโภคส่วนใหญ่ ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่ คุณค่าทางอาหารของกล้วยสูงเมื่อเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ กล้วยอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต นอกจากใช้เป็นอาหารแล้วยังใช้ประโยชน์ในการเป็นสมุนไพร เช่น ราก และลำต้นใต้ดิน ช่วยแก้ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก กาบกล้วยมาวางที่ลำตัวช่วย

ลดไข้ ใบใช้อังไฟนำมาประคบบริเวณปวดเมื่อย ผลใช้บำรุงน้ำนมมารดา เปลือกกล้วยทาบริเวณยุงกัด กานกล้วยใช้ห้ามเลือด ผลดิบแก้ท้องผูก เป็นต้น ส่วนของเปลือกกล้วยเหลือทิ้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพราะมีสารแทนนินเป็นส่วนประกอบ แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอล พบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช สามารถนำไปประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมฟอกหนัง ทำหมึกพิมพ์ สีย้อมผ้า กาว เครื่องสำอางค์และยา ปัจจุบันมีการนำแทนนินมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยใช้เป็นสารเสริมรสชาติของอาหาร

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีการบริโภคมากที่สุดชนิดหนึ่งของโลก จึงทำให้กล้วยเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล (Vinson, Su, Zubik, and Bose, 2001) และกล้วยยังมีสารประกอบโดพามีน (dopamine) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความสามารถในการทำลานอนุมูลอิสระ DPPH• ได้ดีกว่าอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น glutathione, butylated hydroxyanisole, hydroxytoluene, flavone luteolin, flavonol quercetin, catechin โดยโดพามีนจะพบมากในเปลือกและปลีกล้วย รวมถึงกล้วยสุก (Kanazawa and Sakakibara, 2000) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าในสารสกัดเปลือกกล้วยมีสารต้านอนมูลอิสระ gallocatechin โดยในเปลือกกล้วยจะมีปริมาณสูงกว่าในปลี (Someya, Yoshiki, and Okubo, 2002)

ประเทศไทยมีการแปรรูปผลไม้จำนวนมากโดยเฉพาะกล้วย ก่อให้เกิดเปลือกผลไม้ซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้ในระดับอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด เปลือกของผลไม้เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และสารสำคัญอื่นๆ (De Sotillo, Hadley, and Holm, 1994) โดยมีรายงานว่าเปลือกกล้วยและเปลือกมะเขือเทศเป็นแหล่งของสารประกอบแคโรทีนอยด์ที่ดี (Subagio, Morita, and Sawada, 1996) นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยอาหารที่ได้จากเปลือกผลไม้เช่นเปลือกมะม่วงมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันสูง โดยพบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า DL-α-tocopherol ที่ใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันทางการค้า (Larrauri, Rupérez, and Saura-Calixto, 1997)

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์และสารเคมี

- เครื่องชั่งไฟฟ้า Metter AE 200
- UV-Visible recording spectrophotometer UV-240 , Shimadzu
- เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400)
- pH meter
- ethanol
- L- ascorbic acid
- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•)

- Gallic acid
- Folin-Ciocalteu reagent
- ตัวอย่างเปลือกกล้วยในท้องตลาด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง

7.2 วิธีการ

7.2.1 การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย

การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ได้ศึกษาถึงผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลาย และศึกษาผลความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย โดยเปลือกกล้วยที่ใช้ศึกษาเป็นเปลือกกล้วยสุกในระยะที่ 7 ตามเกณฑ์การพิจารณาการสุกของกล้วยตามการอธิบายของ ชุลีกร (2549) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. การศึกษาผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลายต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกกล้วย

ศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยในตัวอย่างกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ โดยชั่งตัวอย่างเปลือกกล้วยปั่นละเอียด เติมเอทานอล 95 % v/v ลงในตัวอย่างเปลือกกล้วย ในอัตราส่วน เอทานอล : เปลือกสด 10 : 1 และ 5 : 1 แช่ทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นกรองแยกกาก แล้วนำกากไปสกัดซ้ำจนกระทั่งสารละลายที่ได้มีสีจาง แล้วนำสารละลายที่ได้จากการสกัดระเหยแห้งแบบลดความดัน และปรับปริมาตรด้วย เอทานอล 95 % v/v เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ 4 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

2. ศึกษาผลความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 คือความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้สกัด 2 ความเข้มข้น คือ 95 และ 70 % v/v และปัจจัยที่ 2 คือ กล้วย 4 ชนิดได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง สกัดตัวอย่างเปลือกกล้วยโดยชั่งตัวอย่างเปลือกกล้วยปั่นละเอียด เติมตัวทำละลายลงในตัวอย่างเปลือกกล้วย ในอัตราส่วน เอทานอล : เปลือกสด 5 : 1 แช่ทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นกรองแยกกาก แล้วนำกากไปสกัดซ้ำจนกระทั่งสารละลายที่ได้มีสีจาง แล้วนำสารละลายที่ได้จากการสกัดระเหยแห้งแบบลดความดัน และปรับปริมาตรด้วย เอทานอล 95 % v/v เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ 4 °□C เพื่อรอการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

3. การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH•(Scavenging of the Stable Radical DPPH• assay)

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH• (Scavenging of the Stable Radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl- DPPH• assay) โดยสร้างกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน L-ascorbic acid (วิตามิน ซี) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 – 0.10 mg/mL กับเปอร์เซ็นต์การจับอนุมูล DPPH• (%SA) วิธีการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ปิเปตสารละลาย DPPH ในเมทานอล ความเข้มข้น 0.1 mmol/L ปริมาตร 4 mL ใส่ในหลอดทดลอง
2. ใส่ตัวอย่างปริมาตร 0.2 mL แล้วเก็บไว้ในที่มืด 30 นาที
3. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 nm
4. คำนวณค่าการจับกับอนุมูล DPPH• จากสูตร

$$\text{\% การจับอนุมูล DPPH}^{\cdot}\ (\text{\% SA}) = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100$$

โดย A_0 และ A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุมและตัวอย่างตามลำดับ

4. การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS radical

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS radical โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Kim, et al.,(2003) โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียม สารละลาย ABTS• โดยผสม 1 mM AAPH กับ 2.5 mM ABTS ใน phosphate-buffered saline (pH 7.4; 100 mM potassium phosphate buffer ที่มี 150 mM NaCl) ให้ความร้อนสารละลายผสมในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 68°□C เป็นเวลา 13 นาที จะได้สารละลาย ABTS• สีเขียวน้ำเงิน ปรับค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm ให้เป็น 0.650 ± 0.020 โดยเติม phosphate-buffered saline

ตัวอย่าง 20 µL เติมใน สารละลาย ABTS• 980 µL บ่มในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 37°□C เป็นเวลา 10 นาที ในที่มืด เทียบกับตัวอย่างควบคุม วัดการดูดกลืนแสงที่ลดลงที่ 734 nm หาค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดของตัวอย่างโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ ABTS• โดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ในรูปมิลลิกรัม vitamin C ต่อ 100 mL

5. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกกล้วย จะใช้วิธีคำนวณจากกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกในเมทานอล ความเข้มข้น 0.01 – 0.10 mg/mL โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. ปิเปตตัวอย่าง 0.4 mL ใส่ในหลอดทดลอง
2. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 10 % v/v ปริมาตร 2 mL
3. เติมสารละลาย Na2CO3 ความเข้มข้น 7.5 % w/v ปริมาตร 1.6 mL
4. ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที
5. วัดการดูดกลืนแสงที่ 765 nm
6. คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของกรดแกลลิก (gallic acid equivalents, GAE) โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

6. การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกกล้วย ใช้วิธีคำนวณจากกราฟมาตรฐานโดยจากสารละลายมาตรฐานคาเตชินในเอทานอล ความเข้มข้น 0 – 100 mg/L (Kim, Jeong, and Lee, 2003) โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. ใส่น้ำกลั่น 2 mL ในหลอดทดลอง
2. เติมตัวอย่าง 0.5 mL
3. เติมสารละลาย $NaNO_2$ ความเข้มข้น 0.5 % w/v ปริมาตร 0.15 mL เริ่มจับเวลา
4. นาทีที่ 5 เติม สารละลาย $AlCl_3$ ความเข็มข้น 10 % w/v ปริมาตร 0.15 mL
5. นาทีที่ 6 เติม สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 1 mL จะได้สารละลายสีชมพู
6. เติมน้ำกลั่น 1.2 mL แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 nm
7. คำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมของคาเตชินโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

7.2.2 ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

1. เตรียมโลชั่นจำนวน 2 ตำรับโดยปรับปรุงสูตรจาก Hand and body Lotion (BF Goodrich Specialty Chemicals, 1999) โดยส่วนประกอบดังตาราง 1 สูตรละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการเตรียมโลชั่นดังนี้

- ชั่งส่วนผสมตามสูตร โดยแยกส่วนของวัฏภาคน้ำ ได้แก่ น้ำ Carbopol 940 propylene glycol glycerin และน้ำมัน ได้แก่ Mineral oil, Stearic acid, Glyceryl monostearate, Lanolin, Cetyl alcohol, glyceryl myristate

- ให้ความร้อนส่วนผสมในวัฏภาคน้ำและน้ำมันที่ 65°C เพื่อให้ส่วนผสมที่เป็นของแข็งหลอมละลาย

- เทส่วนผสมวัฏภาคน้ำมันลงในน้ำ ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีไข่แบบไฟฟ้า ประมาณ 2 นาที

- เติม Triethanolamine

- คนส่วนผสมจนอุณหภูมิลดลงเป็น 40°C เติมสารกันเสีย glydant น้ำหอม และสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง

- คนส่วนผสมให้เข้ากันประมาณ 10 นาที จะได้โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของโลชั่น สูตร 1 และ สูตร 2

วัฏภาค	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (%)	
		สูตร 1	สูตร 2
Water phase	Water	80.0	81.5
	Carbopol 940	0.1	0.1
	Propylene glycol	0.8	0.8
	Glycerin	5.0	5.0
	Glydant	0.2	0.2
	สารสกัดเปลือกกล้วยเล็บมือนาง	5.0	5
Oil phase	Mineral oil	4.0	4.0
	Stearic acid	2.0	0.5
	Glyceryl monostearate	1.1	1.1
	Lanolin	0.5	0.5
	Cetyl alcohol	0.2	0.2
	glyceryl myristate	0.5	0.5
	Triethanolamine	0.5	0.5
	น้ำหอม	0.1	0.1

2. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย ได้แก่ ค่า pH และวัดค่าสี L* a* b* และทดสอบความคงสภาพ (มผช.551/2553) โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ (4 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ (45 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้จนครบ 4

ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์

3. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นผลสมสารสกัดเปลือกกล้วย

วัดค่าทางประสาทสัมผัสวิธี Descriptive Analysis ในอาสาสมัครจำนวน 30 คน ให้คะแนนความเข้ม ในคุณลักษณะ สีขาว, กลิ่น, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความละเอียดของเนื้อโลชั่น, ความยากง่ายในการทา, การซึมสู่ผิว, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความชุ่มชื้นผิว และกลิ่นหลังทา

ระยะเวลาดำเนินการ : ตุลาคม 2553 - กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ : สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย

การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ได้ศึกษาถึงผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลาย และศึกษาผลความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย

8.1.1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลายต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกกล้วย

การศึกษาอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลาย จะทำให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกล้วยต่อตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารสารเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งจากการศึกษาสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ในตัวอย่างกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ โดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วย เป็น 10 : 1 และ 5 : 1 พบว่า การสกัดทั้งสองอัตราส่วน สกัดซ้ำ 3 ซ้ำ จึงทำให้สารละลายที่สกัดได้มีสีจาง โดยหลังจากการระเหยแห้งแล้วสารสกัดจากเปลือกกล้วยจะมีสีน้ำตาลดำ ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกกล้วยหอมทอง

จากการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยสังเกตความสามารถในการจับ DPPH• ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง สารสกัดเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิดแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH• และเมื่อหาความสามารถของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ในรูปมิลลิกรัม vitamin C ต่อ 100 mL จากกราฟมาตรฐานของ vitamin C ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นว่าโดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือก 5 : 1 มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับการสกัดโดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือก 10 : 1 ในตัวอย่างเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นอัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วยที่สามารถสกัดสารสกัดเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระเหมาะสมคือ 5 : 1 เนื่องจากใช้ปริมาณตัวทำละลายน้อยกว่า นอกจากนี้การสกัดทั้งสองอัตราส่วนพบว่าสารสกัดกล้วยหอมทองมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาได้แก่ กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า โดยมีค่า VCEAC จากการสกัดในอัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วย 5 : 1 เป็น 103.65 46.98 และ 3.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 Vitamin C equivalent antioxidation capacity (VCEAC) (mg/100g fresh wt.) ในตัวอย่างสารสกัดเปลือกกล้วยชนิดต่าง ๆ ในการสกัดโด้วยอัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วย 5 : 1 และ 10 : 1

No.	Sample	อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วย	
		5 : 1	10 : 1
1	กล้วยน้ำว้า	3.13 ± 1.05	3.37 ± 1.56
2	กล้วยหอมทอง	103.65 ± 11.25	115 ± 10.34
3	กล้วยไข่	46.98 ± 2.78	45.68 ± 3.08

8.1.2 ศึกษาผลความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการสกัดที่นิยมใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวทำละลาย เนื่องจากองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระและความเป็นขั้วของสารประกอบที่แตกต่างกัน (Sultana, Anwar, and Ashraf, 2009) จึงทำให้ความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดมีผลต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากการศึกษาผลของความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้สารละลายเอทานอล 95 %v/v และ 70 %v/v สกัดเปลือกกล้วยสุก 4 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง แล้วหาความสามารถ

ต้านอนุมูลอิสระ DPPH• และ ABTS• ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ให้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 3 จะเห็นได้ว่าการสกัดด้วยเอทานอล 70 %v/v สามารถสกัดเปลือกกล้วยให้ความสามารถต้านอนูมลอิสระ ปริมาณสารประกอลฟีนอลทั้งหมด ดีกว่าใช้เอาทานอล 95 %v/v โดยความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH• สอดคล้องกับ วิธี ABTS• และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด โดยเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีความสามารถต้านอนมูลอิสระสูงที่สุด สำหรับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดเปลือกล้วยทั้ง 4 ชนิด จะเห็นสารสกัดเปลือกกล้วยทั้ง 4 ชนิด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ อยู่ระหว่าง 1.67 - 50.92 mg/100 g fresh wt. as catechin ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลมาก ชี้ให้เห็นว่า สารประกอบฟีนอลในสารสกัดเปลือกกล้วยมีสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบและยังมีสารประกอบฟีนอลชนิดอื่นอยู่อีกด้วย

ตารางที่ 3 ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ในเปลือกกล้วยชนิดต่าง ๆ สกัดด้วยเอทานอล 70 และ 90 % v/v

ชนิดกล้วย	ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ (mg vitamin C/100 g Fw)		total phenolic (mg/100 g fresh wt. as gallic acid)	total flavonoid (mg/100 g fresh wt. as catechin)
	DPPH	ABTS		
95 % v/v EtOH				
กล้วยน้ำว้า	24.00e	69.21e	104.74g	2.93e
กล้วยหอม	88.87b	174.19bc	124.81d	35.78b
กล้วยไข่	47.08cd	100.50d	107.83f	1.67e
กล้วยเล็บมือนาง	87.80b	189.28b	159.72b	29.78c
70 % v/v EtOH				
กล้วยน้ำว้า	36.53de	145.00c	104.40g	0.51e
กล้วยหอม	64.33c	171.70bc	115.79e	11.34d
กล้วยไข่	59.43c	164.89bc	128.97c	13.85d
กล้วยเล็บมือนาง	147.90a	286.08a	179.01a	50.92a

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

8.2 ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

8.2.1 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

จากการศึกษาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยโดยศึกษาคุณสมบัติของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 มีความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 7.35 – 7.55 ซึ่งตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว กำหนดความเป็นกรดด่างระหว่าง 5.0 – 8.0 (มผช.551/2553) สีของโลชั่นเป็นสีขาว ดังแสดงในตารางที่ 4 และจากการทดสอบความคงสภาพพบว่าโลชั่นทั้งสองสูตรเป็นโลชั่นที่มีความคงตัวไม่แยกชั้น (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2

คุณสมบัติ	สูตรโลชั่น	
	สูตร 1	สูตร 2
pH	7.35	7.55
L	78.01	80.02
a*	-0.77	-0.82
b*	0.87	0.85

ตารางที่ 5 ลักษณะปรากฏของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยก่อนและหลังทดสอบความคงสภาพ

สูตร	ก่อนทดสอบความคงสภาพ	หลังทดสอบความคงสภาพ
สูตร 1	เป็นเนื้อเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กน้อย สี และกลิ่นปกติ	เป็นเนื้อเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กน้อย สี และกลิ่นปกติ
สูตร 2	เป็นเนื้อเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กน้อย สี และกลิ่นปกติ	เป็นเนื้อเดียวกัน มีฟองอากาศเล็กน้อย สี และกลิ่นปกติ

8.2.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นผลสมสารสกัดเปลือกกล้วย

วัดค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสในอาสาสมัครจำนวน 30 คน ให้คะแนนความเข้ม ในคุณลักษณะ สีขาว, กลิ่น, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความละเอียดของเนื้อโลชั่น, ความยากง่ายในการทา, การซึมสู่ผิว, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความชุ่มชื้นผิว และกลิ่นหลังทาโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 พบว่าโลชั่นผสมสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสูตร 1 และ สูตร 2 ผู้บริโภคให้การยอมรับให้ด้านคุณลักษณะ สีขาว กลิ่น ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความชุ่มชื่นของผิว กลิ่นหลังการทา และการยอมรับโดยรวมในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

ทางสถิติ แต่การยอมรับความละเอียดของเนื้อโลชั่น ความยากง่ายในการทา และความเหนียวเหนอะหนะ ของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากมีการปรับลดปริมาณของกรดสเตียริกซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มความข้นหนืดในโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 2 ลง ทั้งนี้ผู้บริโภคทั้งหมดยังให้การยอมรับโดยรวมของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

ตารางที่ 6 ค่าการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2

คุณลักษณะ	คะแนนความเข้ม	
	สูตร 1	สูตร 2
สีขาว ^{ns}	4.4 ± 0.5	4.3 ± 0.5
กลิ่น ^{ns}	4.6 ± 0.5	4.4 ± 0.5
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	3.5 ± 0.5	3.4 ± 0.5
ความละเอียดของเนื้อโลชั่น	3.7 ± 0.6	3.3 ± 0.5
ความยากง่ายในการทา	4.0 ± 0.5	3.7 ± 0.5
การซึมสู่ผิว ^{ns}	4.3 ± 0.5	4.4 ± 0.5
ความเหนียวเหนอะหนะ	4.0 ± 0.6	4.5 ± 0.5
ความชุ่มชื่นของผิว ^{ns}	4.4 ± 0.5	4.4 ± 0.5
กลิ่นหลังการทา ^{ns}	4.3 ± 0.5	4.4 ± 0.5
การยอมรับโดยรวม ^{ns}	4.2 ± 0.5	4.3 ± 0.5

หมายเหตุ ns หมายถึงค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 สูตร ในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- การสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อเปลือกกล้วยที่ 5 : 1 เหมาะสมกว่า 10 : 1
- การสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้สารละลายเอทานอล 70 % v/v สามารถสกัดสารสกัดเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95 % v/v

- สารสกัดเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่ากล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า ตามลำดับ
- สารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเปลือกกล้วยส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบและยังมีสารประกอบฟีนอลชนิดอื่นอยู่อีกด้วย
- การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกกล้วยในผลิตภัณฑ์โลชั่น โดยการผลิตด้วยสูตร 1 และ สูตร 2 ได้โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยเนื้อสีขาว มีที่ช่วง pH เหมาะสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว (มผช. 551/2553) มีความคงสภาพ และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน
- ควรศึกษาถึงองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบโดพามีน กาแลกโตคาเตชิน ในเปลือกกล้วย เพื่อให้ทราบถึงสารสำคัญที่มีอยู่ในเปลือกกล้วย
- ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพทางด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์โลชั่น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ความสามารถต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดเปลือกกล้วย 4 ชนิด ไดแก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง และสามารถนำสูตรผลิตภัณฑ์ต่อยอดในเชิงพาณิชน์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้สสารสกัดจากเปลือกกล้วยได้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางค์ต่าง ๆ และยังเป็นเพิ่มมูลค่าโดยใช้ประโยชน์จากเปลือกผลไม้เหลือทิ้งอีกด้วย

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยพืชสวน ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างกล้วยสำหรับใช้วิเคราะห์ในการทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2553. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว. มผช. 551/2553. 7 หน้า

De Sotillo, D. R., Hadley, M., and Holm, E. T. 1994. Potato Peel Waste: Stability and Antioxidant Activity of a Freeze-Dried Extract. *Journal of Food Science, 59*(5), 1031-1033. doi: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb08182.x

Kanazawa, K., and Sakakibara, H. 2000. High Content of Dopamine, a Strong Antioxidant, in Cavendish Banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48*(3), 844-848. doi: 10.1021/jf9909860

Kim, D. O., Jeong, S. W., and, and Lee, C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry, 81*, 321–326.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., and Saura-Calixto, F. 1997. Mango peel fibres with antioxidant activity. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, 205*(1), 39-42. doi: 10.1007/s002170050120

Someya, S., Yoshiki, Y., and Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry, 79*(3), 351-354. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00186-3

Subagio, A., Morita, N., and Sawada, S. 1996. Carotenoids and Their Fatty-Acid Esters in Banana Peel. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 42*(6), 553-566.

Sultana, B., Anwar, F., and Ashraf, M. 2009. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules, 14*(6), 2167-2180.

Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., and Bose, P. 2001. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(11), 5315-5321. doi: 10.1021/jf0009293

หมายเหตุ

รูปแบบ :

- หัวเรื่องข้อ 1-13 : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวหนา
- เนื้อหา : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวธรรมดา
- Page Setup : ด้านบน 2.5 ซม. ด้านซ้าย 2.5 ซม. ด้านขวา 2 ซม. ด้านล่าง 2.5 ซม.
- ขนาด A4 โดยใช้ Program Microsoft Word

* ให้แนบไฟล์รูปภาพประกอบด้วย เพื่อนำไปจัดทำรูปเล่มต่อไป

* จัดส่งข้อมูลไปยังกลุ่มติดตามและประเมินผล กองแผนงานและวิชาการในรูปเอกสารหรือส่งข้อมูลทาง Email Address : nonglux.k@doa.in.th

De Sotillo, D. R., Hadley, M., and Holm, E. T. 1994. Potato Peel Waste: Stability and Antioxidant Activity of a Freeze-Dried Extract. *Journal of Food Science, 59*(5), 1031-1033. doi: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb08182.x

Kanazawa, K., and Sakakibara, H. 2000. High Content of Dopamine, a Strong Antioxidant, in Cavendish Banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48*(3), 844-848. doi: 10.1021/jf9909860

Kim, D. O., Jeong, S. W., and, and Lee, C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry, 81*, 321–326.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., and Saura-Calixto, F. 1997. Mango peel fibres with antioxidant activity. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, 205*(1), 39-42. doi: 10.1007/s002170050120

Someya, S., Yoshiki, Y., and Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry, 79*(3), 351-354. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00186-3

Subagio, A., Morita, N., and Sawada, S. 1996. Carotenoids and Their Fatty-Acid Esters in Banana Peel. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 42*(6), 553-566.

Sultana, B., Anwar, F., and Ashraf, M. 2009. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules, 14*(6), 2167-2180.

Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., and Bose, P. 2001. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(11), 5315-5321. doi: 10.1021/jf0009293