บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกากสับปะรด

การตรวจสมบัติทางกายภาพกากสับปะรดหลังจากผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) จากนั้นนำมาปั่นเพื่อลดขนาดกากสับปะรดด้วยเครื่องบดความเร็วสูง และคัดแยกขนาดต่างๆ คือ 20, 40, 60, และ 100 mesh ตามลำดับ จากการศึกษาทางกายภาพของกากสับปะรดที่ขนาดต่างๆ โดยการส่องดูลักษณะของรูปทรงด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่าพบว่ากากสับปะรดขนาดต่างๆ มีลักษณะรูปทรงกระบอกสั้นๆ โดยมีความลักษณะความหยาบเรียงตามลำดับคือ หยาบมาก หยาบปานกลาง หยาบเล็กน้อย และละเอียดมีรูปทรงไม่แน่นอนตามลำดับ จากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าขนาดกากสับปะรดที่เหมาะสมสำหรับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์พอกผิวกายคือขนาด 100 mesh เพราะเนื่องจากมีขนาดที่ค่อนข้างละเอียด ซึ่งไม่ทำให้เกิดบาดแผลได้

การตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพกากสับปะรดโดยการทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี Total phenol assay วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ Gallic acid และรายงานผลเป็นมิลลิกรัม gallic acid ต่อน้ำหนัก 100 กรัม (mg GAE/100 g) พบว่าปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 40.02±1.08 (GAE/100g FW) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ในสารตัวอย่างกากสับปะรดอบแห้ง

ตัวอย่าง	ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/100g)
กากสับปะรดอบแห้ง	40.02±1.08

การตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพกากสับปะรดโดยทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH assay (Dasgupta N, 2005) โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Ascorbic acid พบว่าความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (% antioxidation activity) เท่ากับ 86.11±1.68 (%AA) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณร้อยละในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างกากสับปะรดอบแห้ง

ตัวอย่าง	% antioxidation activity (%AA)
กากสับปะรดอบแห้ง	86.11±1.68

4.2 ผลการศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากสับปะรดบดละเอียด 100 mesh โดยใช้ปริมาณเท่ากับ 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย จากนั้นนำมาทดสอบความคงตัว (stability) ของผลิตภัณฑ์แบบ Heat cooling cycle (บ่มผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง และบ่มต่อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง) โดยทำสลับกันเป็นจำนวน 4 รอบ จากนั้นสังเกตผลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์และจดบันทึกการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดมีผลทางกายภาพดังนี้คือ เนื้อของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายมีความเนียน โดยมีปริมาณกากใยสับปะรดกระจายตัวในผลิตภัณฑ์ เนื้อสัมผัสของครีมพอกผิวกายมีความหยาบ และหนืดเพิ่มขึ้นตามลำดับของปริมาณกากใยสับปะรดตามสูตรโดยใช้ปริมาณคือ 3%, 5%, 7% และ 10% และลักษณะของกลิ่นแต่ละสูตรมีความหอมอ่อนๆ จากกากสับปะรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดด่างมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ที่ระหว่าง 5.41-6.20 ตามปริมาณของกากสับปะรดตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3 ดังตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ

สมบัติทางกายภาพ	ผลการตรวจ				วิธีการ
	สูตร 3%	สูตร 5%	สูตร 7%	สูตร 10%	
ลักษณะปรากฏ	เนื้อครีมเนียนมีกากสับปะรดกระจายตัวเล็กน้อย	เนื้อครีมเนียนมีกากสับปะรดกระจายตัวปานกลาง	เนื้อครีมเนียนมีกากสับปะรดกระจายตัวปานกลาง เนื้อสัมผัสดูหยาบเล็กน้อย	เนื้อครีมเนียนมีกากสับปะรดกระจายตัวมาก เนื้อสัมผัสดูหยาบมาก	Visual test
กลิ่น	กลิ่นหอมจากกากสับปะรดและมีแอลกอฮอล์เล็กน้อย	กลิ่นหอมจากกากสับปะรดและมีแอลกอฮอล์เล็กน้อย	กลิ่นหอมจากกากสับปะรดและมีแอลกอฮอล์เล็กน้อย	กลิ่นหอมจากกากสับปะรดและมีแอลกอฮอล์เล็กน้อย	Sniff test
ความเป็นกรด-ด่าง	5.6	5.49	5.47	5.40	pH meter

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพค่าสีของผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดบดละเอียด 100 mesh ตามสูตรดัดแปลง ผสมกากใยสับปะรดปริมาณ 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ พบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์เมื่อมีการสังเกตด้วยตาเปล่าจะมีลักษณะสีขาวค่อนข้างเหลือง โดยจะมีความเข้มข้นของสีเพิ่มขึ้นเมื่อมีการทดสอบความคงตัวแบบ heat cooling cycle โดยการบ่มด้วยอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง ทำสลับกันจำนวน 4 รอบตามลำดับ จากนั้นนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีระบบ CIE Hunter L*a*b* พบว่าค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าลดลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นตามลำดับ ค่า a* หมายถึงค่าที่แสดงถึงค่าสีที่อยู่ในช่วงสีเขียวและสีแดง มีค่ามาทางบวกและเพิ่มขึ้นตามปริมาณกากใยสับปะรด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีทางสีแดง และค่า b* หมายถึงค่าสีที่แสดงอยู่ในช่วงสีน้ำเงินและสีเหลืองมีค่ามาทางบวกและเพิ่มขึ้นตามปริมาณกากสับปะรดจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเทา ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าสีผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย	L*	a*	b*
สูตร 0%	86.49±0.02	0.63±0.12	8.44±0.08
สูตร 3%	72.21±0.01	4.30±0.08	21.35±0.11
สูตร 5%	54.69±0.02	5.67±0.08	23.31±0.11
สูตร 7%	49.94±0.02	6.39±0.02	23.74±0.04

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพค่าความหนืดผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากสับปะรดบดละเบียดขนาด 100 mesh ผสมกากสับปะรดปริมาณ 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ พบว่าค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับของปริมาณกากสับปะรดดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนืดผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย	ค่าความหนืด ($x10^3$ cP)
สูตร 0%	4.56±0.21
สูตร 3%	8.47±0.18
สูตร 5%	12.24±0.30
สูตร 7%	28.53±0.17
สูตร 10%	27.82±0.20

ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (Toatal plate count) โดยนำผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ มาหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Total plate count ตามมาตรฐานเครื่องสำอางทั่วไป มอก. 152/2539 ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ดังตาราง 4.6 ทั้งนี้ เนื่องจากสูตรผลิตภัณฑ์เป็นสูตรปราศจากน้ำ กากสับปะรดที่อบแห้ง และมีการใส่สารกันเสียและน้ำมันหอมระเหย

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10% ตามลำดับ

จุลินทรีย์	ผลการตรวจ				
	สูตร 0%	สูตร 3%	สูตร 5%	สูตร 7%	สูตร 10%
แบคทีเรียทั้งหมด	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ยีสต์ ราทั้งหมด	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดโดยวิธีการทดสอบสมบัติการให้อิเลคตรอน (reducing property) โดยวิธี Total Phenol Assay วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานความเข้มข้นของ Gallic acid และรายงานค่าเป็นมิลลิกรัม gallic acid ต่อน้ำหนัก 100 กรัม (mg GAE/100 g FW) พบว่ามีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามลำดับปริมาณของกากสับปะรด คือ 3.00±0.03, 0.29±0.03, 0.35±0.01, 0.48±0.11 และ 0.57±0.08 (mg GAE/100 g FW) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g) ในผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10%

ตัวอย่าง	ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g)
สูตร 0%	3.00±0.03
สูตร 3%	0.29±0.03
สูตร 5%	0.35±0.01
สูตร 7%	0.48±0.11
สูตร 10%	0.57±0.08

ผลการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดโดยทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นโดยวิธี DPPH assay (Dasgupta N, 2005) โดยวิธีการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตฐานความเข้มข้นของ Ascorbic acid และรายงานค่าเป็น ร้อยละ antioxidant activity (%AA) พบว่าผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นตามลำดับตามปริมาณกากสับปะรด คือ 0.47±0.02, 0.35±0.04, 0.45±0.00, 0.42±0.00 และ 0.53±0.05 (%AA) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.8 ทั้งนี้ความสามารถ

ในการต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าค่อนข้างมากนั้นอาจเป็นผลมาจากความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่เกิดจากส่วนของน้ำมันหอมระเหยก็เป็นได้

ตารางที่ 4.8 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด 3%, 5%, 7% และ 10%

ตัวอย่าง	% antioxidant activity (%AA)
สูตร 0%	0.36±0.00
สูตร 3%	0.58±0.00
สูตร 5%	0.56±0.02
สูตร 7%	0.54±0.02
สูตร 10%	0.53±0.05

ผลการตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์พอกผิวกาย ด้วยวิธีการไทเทรตแบบ Direct titration และคำนวณเป็นร้อยละโดยมวลของวิตามินซี พบว่าปริมาณวิตามินซีมีปริมาณเฉลี่ย 1.66±0.01, 1.68±0.12, 1.74±0.04, 1.76±0.00, 1.82±0.02 (%โดยมวลของวิตามินซี) ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดสูตร 3%, 5%, 7%, 10%

ตัวอย่าง	% โดยมวลของวิตามินซี
สูตร 0%	1.66±0.01
สูตร 3%	1.68±0.12
สูตร 5%	1.74±0.04
สูตร 7%	1.76±0.00
สูตร 10%	1.82±0.02

4.3 ผลการทดสอบความคงตัวทางกายภาพ (Stability Test) ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรด

ผลการทดสอบความคงตัวทางกายภาพ (Stability Test) ผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดโดยทำการทดสอบแบบ Heating Cooling Cycle โดยนำผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมาเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ทำสลับไปมาจำนวน 4 รอบ 1 สัปดาห์

ค่าสีเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าจะมีลักษณะสีขาวค่อนข้างไปทางสีเทา มีความเข้มของสีเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกากใยสับปะรดเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3 และเมื่อทำการวัดด้วยเครื่องวัดสีระบบ CIE Hunter L*a*b* พบว่าเมื่อวิเคราะห์ทุกค่าตรงกับการสังเกตด้วยตาคือผลิตภัณฑ์มีสีออกขาวไปทางเทา และเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ ค่าสี L*a*b* ทุกสูตรผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 4.10-4.12

ตารางที่ 4.10 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพ แสดงค่าสี L* ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดสูตร 3%, 5%, 7%, 10% ที่สภาวะ heating cooling cycle

สูตรผสมกากใยสับปะรด	L*	
	T_0	T_4
สูตร 0%	86.49±0.02	76.54±0.01
สูตร 3%	72.21±0.01	64.14±0.02
สูตร 5%	54.69±0.02	57.80±0.02
สูตร 7%	49.94±0.02	48.11±0.01
สูตร 10%	64.78±0.04	48.11±0.00

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยของ T_0 และ T_4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.11 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพ แสดงค่าสี a* ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดสูตร 3%, 5%, 7%, 10% ที่สภาวะ heating cooling cycle

สูตรผสมกากใยสับปะรด	a*	
	T_0	T_4
สูตร 0%	0.63±0.12	1.79±0.02
สูตร 3%	4.30±0.08	5.11±0.02
สูตร 5%	5.67±0.08	6.44±0.04
สูตร 7%	6.39±0.02	7.40±0.10
สูตร 10%	7.57±0.07	7.80±0.05

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยของ T_0 และ T_4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.12 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพ แสดงค่าสี b* ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดสูตร 3%, 5%, 7%, 10% ที่สภาวะ heating cooling cycle

สูตรผสมกากใยสับปะรด	b*	
	T_0	T_4
สูตร 0%	8.44±0.08	11.52±0.03
สูตร 3%	21.35±0.11	23.95±0.07
สูตร 5%	23.31±0.02	25.91±0.62
สูตร 7%	23.74±0.04	25.35±0.08
สูตร 10%	25.93±0.20	26.30±0.20

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยของ T_0 และ T_4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ เมื่อทดสอบค่าความคงตัว แบบ Heating Cooling Cycle 4 รอบ พบว่าความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การทดสอบความคงตัวทางกายภาพ แสดงค่าความหนืดตัวอย่างผลิตภัณฑ์พอกผิวกายผสมกากใยสับปะรดสูตร 3%, 5%, 7%, 10% ที่สภาวะ heating cooling cycle

สูตรผสมกากใยสับปะรด	ค่าความหนืด ($x10^3$ cP)	
	T_0	T_4
สูตร 0%	4.56±0.21	3.97±0.05
สูตร 3%	8.47±0.18	6.23±0.09
สูตร 5%	12.24±0.30	10.84±0.91
สูตร 7%	28.53±0.17	25.54±0.72
สูตร 10%	27.82±0.20	25.38±0.11

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยของ T_0 และ T_4 มีความแตกต่างอย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)