การเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลที่ได้จากดอกอัญชันลงบนสับปะรด

IMPREGNATION OF POLYPHENOLS DERIVED FROM BUTTERFLY PEA FLOWERS INTO PINEAPPLE

ชนากานต์ ภูมิเจริญ

ณัฐวรรณ ไชยสัตย์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สาถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลที่ได้จากดอกอัญชันลงบนสับปะรด

Impregnation of polyphenols derived from Butterfly pea flowers into pineapple

จัดทำโดย

ชนากานต์ ภูมิเจริญ รหัสนักศึกษา 59080143

ณัฐวรรณ ไชยสัตย์ รหัสนักศึกษา 59080147

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

คริษฐา อิ่มเอิบ ..... 27 / พ.ค / 63

(ดร. คริษฐา อิ่มเอิบ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลที่ได้จากดอกอัญชันลงบนสับปะรด

ชื่อนักศึกษา ชนากานต์ ภูมิเจริญ รหัสนักศึกษา 59080143

ณัฐวรรณ ไชยสัตย์ รหัสนักศึกษา 59080147

หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

พ.ศ. 2563

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. คริษฐา อิ่มเอิบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเติมสารโพลีฟีนอลที่สกัดจากดอกอัญชันเข้าไปในเนื้อสับปะรดผ่านกระบวนการเคลือบฝังในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศแบบที่มีและไม่มีการเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์ โดยใช้สารละลายโพลีฟีนอลที่มีอัตราส่วนการสกัดเป็นผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย 1:10 และ 1:50 ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการเคลือบฝังแล้วสารตัวอย่างจะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล, ความชื้น, และค่าสี ผลการวิเคราะห์พบว่าการเสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลือบฝังสารโพลีฟีนอล โดยจะให้ปริมาณโพลีฟีนอลมากกว่าการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราส่วนการสกัดที่มีผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย ประมาณ 1:50 สามารถเติมสารโพลีฟีนอลลงไปบนสับปะรดได้มากกว่า เนื่องจากสารโพลีฟีนอลที่สกัดได้มีความเข้มข้นสูงกว่ากรณีที่ใช้อัตราส่วนการสกัดเป็น 1:10 ในขณะที่ปริมาณความชื้นและค่าสีของสับปะรดที่ได้จากการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศและที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าวาวด์จะให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยสับปะรดที่มีปริมาณสารโพลีฟีนอลมากที่สุดเท่ากับ 1150 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จะเตรียมได้จากการเคลือบฝังด้วยสารโพลีฟีนอลที่ใช้อัตราส่วนการสกัดเป็นผงอัญชัน : ตัวทำละลาย เท่ากับ 1:50 ซึ่งที่สภาวะนี้สับปะรดที่ได้จะมีปริมาณความชื้นและค่าสีเป็น 57.05 ± 3.66^{a} และ 52.04 ± 5.31^{a} ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเคลือบฝัง โพลีฟีนอล อัลตร้าซาวด์ ความดันบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Impregnation of polyphenols derived from Butterfly pea flowers into pineapple
Student name	Chanakarn Poomjarean Student ID 59080143
	Natthawan Chaiyasat Student ID 59080147
Program	Bachelor of Since in Food Process Engineering
Year	2020
Advisor	Dr. Karittha Im-orb

ABSTRACT

The incorporation of polyphenol derived Butterfly pea flower into a pineapple pieces was studied in this work. The effect of different incorporation methods (i.e. atmospheric impregnation and ultrasound assisted atmospheric impregnation) using polyphenol solution prepared from different extraction ratio (i.e., butterfly pea powder : solvent of 1:10 and 1:50) on the amount of phenolic compound, moisture content and color of pineapple is investigated. The ultrasound assisted impregnation method under atmospheric pressure offers better performance in polyphenol content. However, the moisture content and color of pineapple derived from both impregnation methods did not show any significant difference. The solution prepared from the extraction ratio of 1:50 is more concentrated than that prepared from the ratio of 1:10. Therefore, it can batter penetrate into the pineapple. The maximum amount of total phenolic compound of 1150 µg/ml was achieved from ultrasound assisted impregnation method under atmospheric pressure. At this condition, the moisture content, solid gain and color of 85.81±1.45%, 14.19% and 52.04±5.31, were found respectively.

Keywords: Impregnation, Polyphenols, Ultrasound, Atmospheric pressure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษ 2 ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.ศริษฐา อิ่มเอิบ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ2 และ Dr.Sri Charan Bindo Bavisetty กรรมการสอบปัญหาพิเศษ 2 ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำรายงานฉบับนี้ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดในระหว่างการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขเล่มรายงานให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งช่วยแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษ 2 ฉบับนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจจนกระทั่งรายงานปัญหาพิเศษ 2 ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ชนากานต์ ภูมิเจริญ

ณัฐวรรณ ไชยสัคย์

26 พฤษภาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... V

สารบัญภาพ..... VI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ทฤษฎี..... 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.2.1 วิธีการเคลือบฝังแบบดั้งเดิม..... 4

2.2.2 กระบวนการไฮเดรชั่นของถั่วขาว..... 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 6

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 6

3.2 อุปกรณ์..... 6

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... 7

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 10

4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น..... 10

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม..... 11

4.3 การเปลี่ยนแปลงสีของสับปะรดที่ถูกเคลือบฝังด้วยสารประกอบฟีนอล..... 12

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 14

บรรณานุกรม..... 15

ประวัติผู้เขียน..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงองค์ประกอบของสารละลายที่ใช้ในการเคลือบฝังรูปแบบต่างๆ ของสับปะรด..... 4

3.1 ปริมาณของกรดแกลลิกและน้ำกลั่นสำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน..... 9

4.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้น ปริมาณของแข็งของสับปะรดที่ถูกเติมด้วยสารประกอบฟีนอลด้วยวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์..... 11

4.2 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลรวมในสับปะรดที่ถูกเติมสารประกอบฟีนอลผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์..... 12

4.3 การเปลี่ยนแปลงของสีในสับปะรดที่ถูกเติมสารประกอบฟีนอลผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์..... 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 คลื่นความถี่ของอัลตร้าซาวด์ในช่วงต่างๆ..... 3

2.2 เปรียบเทียบจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการเพิ่มความชื้นของถั่วขาว (Phaseolus vulgaris) เมื่อใช้น้ำในอุณหภูมิต่างๆ ในระบบที่มีและไม่มีคลื่นอัลตร้าซาวด์..... 5

4.1 กราฟมาตรฐานที่ใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐาน..... 12

4.2 ตัวอย่างของสับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

สับปะรดเป็นผลไม้ที่สำคัญชนิดหนึ่งและมีปลูกอยู่อย่างแพร่หลายในประเทศไทย สับปะรดเป็นผลไม้ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ในระหว่างการเจริญเติบโตและการแปรรูป ดังนั้นการนำเอาสับปะรดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้คือการเติมสารอาหารที่มีประโยชน์เข้าไปในเนื้อสับปะรด นอกจากจะช่วยเพิ่มมูลค่าและยืดอายุของสับปะรดแล้วยังตอบโจทย์สำหรับกลุ่มคนรักสุขภาพที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

ปัจจุบันคนไทยป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) หรือโรคอัมพฤกษ์ อัมพาต ซึ่งเป็นสภาวะที่สมองขาดเลือดไปเลี้ยง ทำให้สูญเสียการทำงานอย่างเฉียบพลัน เป็นสาเหตุของความพิการและเสียชีวิตมากเป็นอันดับ 1 ของประเทศ ดังนั้นการศึกษาแนวทางเพื่อยับยั้งและป้องกันการเกิดโรคดังกล่าว จะสามารถช่วยลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้ซึ่งการเติมสารอาหารกลุ่มโพลีฟีนอลซึ่งเป็นสารที่พบมากในผักผลไม้ที่มีสีเข้ม เช่น ดอกอัญชัน องุ่น และ กะหล่ำม่วง ฯลฯ ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมองดังกล่าวลงในอาหารที่บริโภคในชีวิตประจำวันก็เป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ

ดอกอัญชันเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลที่สำคัญแหล่งหนึ่ง เนื่องจากดอกอัญชันเป็นดอกอัญชันซึ่งเป็นดอกไม้ที่หาได้ทั่วไป สามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และมีราคาถูก ดอกอัญชันประกอบด้วยรงควัตถุสีที่เป็นสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอล โดยสารชนิดนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งสามารถชะลอการเสื่อมของเซลล์ ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ และเส้นเลือดอุดตันในสมอง

การนำคลื่นอัลตร้าซาวด์มาใช้สำหรับกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น ใช้ในการสกัดน้ำผลไม้ ใช้ในการทำความสะอาด ใช้ในการผสมส่วนผสมให้เข้ากัน ใช้ในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในกระบวนการหมัก

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษากรเพิ่มมูลค่าให้กับสับปะรดโดยการเติมสารประกอบโพลีฟีนอลลงบนชิ้นสับปะรด โดยอาศัยวิธีการเคลือบฝังสารโพลีฟีนอล ที่ได้จากสารละลายโพลีฟีนอลที่อัตราส่วนต่างๆภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศและการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบของกระบวนการเติมสารโพลีฟีนอลที่ได้จากสารละลายโพลีฟีนอลในอัลตร้าส่วนต่างๆ ได้แก่ กระบวนการเคลือบฝังภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ ที่มีต่อประสิทธิภาพการเติมสารทั้งในด้านปริมาณของสารโพลีฟีนอลที่เติมลงไปได้ ปริมาณความชื้น และสีของสับปะรดที่ได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้กระบวนการที่เหมาะสมสำหรับเติมสารโพลิฟีนอลในสับปะรด

1.3.2 ได้สับปะรดที่ประกอบด้วยสารโฟลิฟีนอลซึ่งเป็นการเพิ่มสารอาหารและมูลค่าให้กับสับปะรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

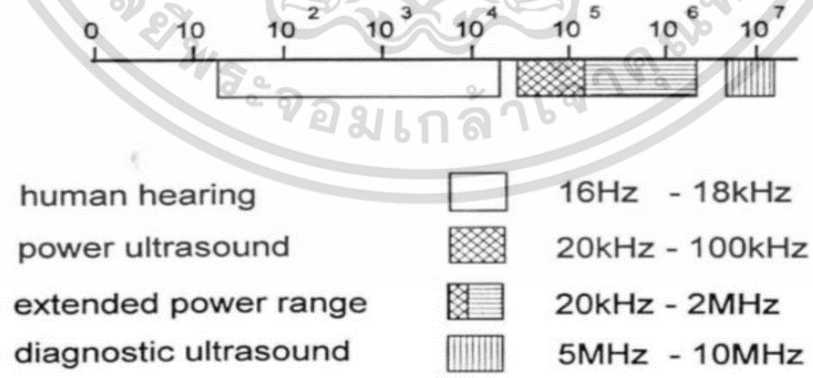
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

การสกัด (extraction) ที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวน์จะช่วยทำให้ตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปในวัสดุที่นำมาสกัดได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทมวลสาร (mass transfer) เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้นคลื่นอัลตร้าซาวด์ยังไปทำลายพื้นผิวที่บริเวณผนังเซลล์และภายในเซลล์ทำให้สารที่ต้องการสกัดสามารถออกมาได้ง่ายขึ้น เช่น การสกัดน้ำตาลออกจากหัวบีท (sugar beets) การสกัดโปรตีนจากสาหร่ายและจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันเป็นต้น

ในการศึกษา การใช้ประโยชน์จากคลื่นอัลตร้าซาวน์ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน พบว่ามีการนำอัลตร้าซาวด์ มาประยุกต์ ใช้ในอุตสาหกรรมหรือในกระบวนการแปรรูปอาหาร โดยสามารถแบ่ง เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ การใช้อัลตร้าซาวด์กำลังต่ำและความถี่สูง (low power and high frequencies) หรือที่เรียกว่าอัลตร้าซาวด์เพื่อการวินิจจัย ซึ่งใช้ในด้านการวิเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ และการใช้อัลตร้าซาวด์กำลังสูงและความถี่ต่ำ หรือที่เรียกว่าพาวเวอร์อัลตร้าซาวด์ (power ultrasound) ที่มักนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร (Mason, 1998) คลื่นความถี่ของอัลตร้าซาวด์ในช่วงต่างๆ แสดงดังภาพท 2.1



รูปที่ 2.1 คลื่นความถี่ของอัลตร้าซาวด์ในช่วงต่างๆ

ที่มา : Mason (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วิธีการเคลือบฝังแบบดั้งเดิม

กระบวนการ Hipertonic และ Isotonic น้ำตาลและน้ำกลั่นพร้อมด้วยกรดแอสคอร์บิคและแคลเซียมแลคเตท ใช้เป็นสารตัวกลางของการเคลือบฝัง ในการประเมินผลของการเคลือบฝังในสภาวะต่างๆ จะมีการพิจารณาองค์ประกอบของกระบวนการเคลือบฝังที่ 40°C ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ในกระบวนการ IT, IT_{CaAA}, HT และ HT_{CaAA} นั้น ตัวอย่างสับปะรดจะถูกวางไว้ในบีกเกอร์ที่มีสารละลายอิ่มตัว โดยมวลของสารละลายอิ่มตัวต่อมวลผลไม้เป็น 4:1 และบีกเกอร์ที่มีสารตัวอย่างนี้จะถูกวางใน Thermostatic bath ที่มีอุณหภูมิคงที่ 40°C และปั่นกวนด้วยความเร็ว 60 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยจะมีการสุ่มเก็บตัวอย่าง อย่างต่อเนื่องในชั่วโมงที่ 1, 2, 3, 6, และ 24 ซึ่งตัวอย่างที่นำออกมาจะถูกล้างด้วยน้ำกลั่นและใช้กระดาษทิชชู่ซับน้ำที่อยู่บนพื้นผิวนอก จากนั้นนำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้จะมีการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารละลายที่ใช้ในการทดลอง ณ เวลาต่างๆ ด้วยเช่นกัน โดยจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณของของแข็งที่สามารถละลายได้, กรดแอสคอร์บิคและแคลเซียม และทำการวัดค่า pH ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของสารละลายที่ใช้ในการเคลือบฝังรูปแบบต่างๆของสับปะรด

Treatment	Sucrose (% W/W)	Calcium (% W/W)	Ascorbic acid(% W/W)
Isotonic (IT)	~ 14[a]	0	0
Isotonic$_{CaAA}$ (IT_{CaAA})	~ 14[a]	2	1
Hipertonic (HT)	50	0	0
Hipertonic$_{CaAA}$ (HT_{CaAA})	50	2	1

หมายเหตุ: ความเข้มข้นที่กำหนดสำหรับผลไม้แต่ละชนิดได้จากงานวิจัยที่ผ่านมา

ที่มา: Mauro และคณะ (2016)

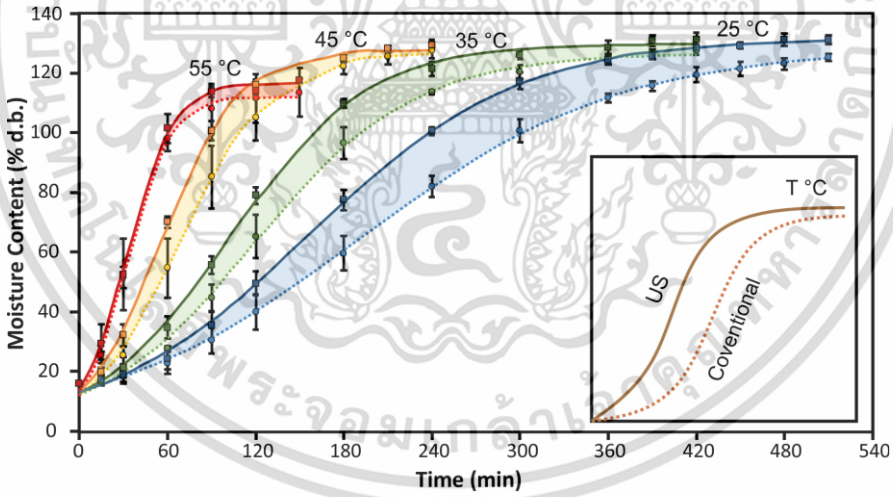
พบว่าการทำให้สับปะรดมีปริมาณแคลเซียมและวิตามินซีสูง แต่คงความกรอบและมีปริมาณน้ำและน้ำตาลใกล้เคียงกับสับปะรดสด สามารถดำเนินการผ่านกระบวนการ isotonic และการทำให้สับปะรดมีปริมาณแคลเซียมปานกลาง แต่มีวิตามินสูง และมีความกรอบและปริมาณน้ำตาลมากขึ้น สามารถดำเนินการได้ด้วยกระบวนการ hypertonic กระบวนการเคลือบฝังของสับปะรดด้วยแคลเซียมและวิตามินซี จะมีประสิทธิภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้สารละลาย isotonic ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเชิงกลและปริมาณแคลเซียมนั้น พบว่า การเพิ่มความกรอบของสับปะรดไม่เกี่ยวของกับปริมาณแคลเซียมที่เติมเข้าไป แต่จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการ osmotic dehydration ในขณะเดียวกันการสูญเสียน้ำและการเพิ่มขึ้นของซูโครสระหว่างกระบวนการ osmotic dehydration ก็ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเติมสารอาหารแต่อย่างใด

2.2.2 กระบวนการไฮเดรชั่นของถั่วขาว

Miano และคณะ (2018) ศึกษากระบวนการไฮเดรชั่น (การเพิ่มความชื้น) ของถั่วขาวโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิสูงและอัลตราซาวนด์ พบว่ากระบวนการไฮเดรชั่นของถั่วเกิดขึ้นได้ดี โดยปริมาณน้ำในถั่วขาวจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่มีและไม่มีอัลตร้าซาวด์ พบว่าระบบที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์พบว่าปริมาณน้ำในถั่วขาวสูงกว่าในระบบที่ไม่มี และจากกราฟจะพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาของกระบวนการไฮเดรชั่น ปริมาณน้ำในถั่วขาวจะมีแนวโน้มคงที่



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาการเพิ่มความชื้นของถั่วขาว (Phaseolus vulgaris) เมื่อใช้น้ำในอุณหภูมิต่างๆ ในระบบที่มีและไม่มีคลื่นอัลตร้าซาวด์

ที่มา: Miano และคณะ (2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

สับปะรด

ดอกอัญชัน

3.1.2 สารเคมี

Ethanol 95%

Folin-Ciocalteu reagent

Gallic acid

Sodium carbonate (10%)

3.2 อุปกรณ์

Ultrasonic probe

Ultra thermostatic bath

Centrifuge

Refractometer

Oven with air circulation

Rotary evaporator vacuum

Vacuum filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spectrophotometer

Colorimeter

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

เลือกสับปะรดที่มีความสุกใกล้เคียงกัน ล้างและปลอกเปลือกและเอาตาสับปะรดออก หั่นสับปะรดเป็นรูปสามเหลี่ยมให้ได้น้ำหนัก 5 กรัม

นำดอกอัญชันอบแห้งไปปั่นในเครื่องปั่นจะได้เป็นผงดอกอัญชัน จากนั้นนำไปใส่ถุงเข้าเครื่อง Vacuum pack เพื่อเก็บรักษาและรอการใช้งานต่อไป

3.3.2 ขั้นตอนการสกัดสารโพลิฟีนอลจากดอกอัญชัน

ใช้อัตราส่วนผงดอกอัญชัน 8 กรัม ต่อ ตัวทำละลาย เอทานอล 133 ml/267 ml solution และใช้อัตราส่วนผงดอกอัญชัน 40 กรัม ต่อ ตัวทำละลาย เอทานอล 133 ml/267 ml solution ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml ผสมให้เข้ากัน และนำไปควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 17 องศาเซลเซียส จุ่ม Ultrasonic probe ความลึกอยู่ระหว่างกลางบีกเกอร์ ใช้พลังงาน 45% เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปตกตะกอนในเครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) โดยตั้งความเร็วรอบเท่ากับ 8000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที และนำไปกรองตะกอนที่เครื่องกรองสุญญากาศ จากนั้นนำสารที่สกัดได้ไปแยกสารโพลีฟีนอลจากเอทานอลที่เครื่องระเหยชนิด Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะได้โพลีฟีนอลที่มีความบริสุทธิ์

3.3.3 กระบวนการเติมสารโพลีฟีนอลในชิ้นสับปะรด

3.3.3.1 กระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ

นำสับปะรด 5 กรัม แช่ในสารละลายโพลีฟีนอล 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที

3.3.3.2 กระบวนการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ภายใต้ความดันบรรยากาศ

นำสับปะรด 5 กรัม แช่ในสารละลายโพลีฟีนอล 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปใส่ในเครื่อง Ultrasonic bath ที่ความดันบรรยากาศ เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์

3.3.4.1 ความชื้นและปริมาณของแข็งส่วนเพิ่ม (Moisture content and Solid gain)

อบจานหาความชื้น (moisture can) พร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นชั่งตัวอย่างสับปะรดประมาณ 5 กรัม ใส่จานหาความชื้นพร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 135 องศา เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่ คำนวณปริมาณร้อยละความชื้นของตัวอย่างสับปะรด จากสมการที่ 1

$$\% \text{ moisture content} = \frac{\text{น้ำหนักสับปะรดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักสับปะรดหลังอบ}}{\text{น้ำหนักสับปะรดก่อนอบ}} \times 100 \qquad (1)$$

ปริมาณร้อยละของของแข็งที่เพิ่มขึ้นในสับปะรด หาได้ จากสมการที่ 2

$$SG\ (\%) = ((WS\text{-}WS_0)\times 100)/W_0 \qquad (2)$$

โดยที WS คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดของสัปปะรดภายหลังกระบวนการเคลือบฝัง (กรัม), WSo คือ ปริมาณของแข็งเริ่มต้นของสับปะรดสด (กรัม), Wo คือ น้ำหนักรวมของแข็งและน้ำในสับปะรดสด (กรัม)

3.3.4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (Total phenolics compound)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลรวมทำได้โดยการนำตัวอย่างสารสกัดดอกอัญชันมา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5% ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง นาน 25 นาทีจนปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยเครื่อง spectrophotometer นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปหาปริมาณโพลีฟีนอลจากกราฟมาตราฐาน (standard curve) ที่สร้างจากการวิเคราะห์กรดแกลลิก ที่ใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน ซึ่งวิธีเตรียมสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก ทำได้โดยละลายกรดแกลลิก 0.0200 กรัม ด้วยเอทานอล (95%) ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน (working standard) ปิเปตสารละลายมาตรฐานลงในหลอดทดลองขนาด 50 ไมโครลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิก ตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณของกรดแกลลิกและน้ำกลั่นสำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน

หลอดที่	สารละลายมาตาฐาน (ไมโครลิตร)	กรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	0	0	10.00
2	50	20	9.95
3	150	60	9.85
4	200	80	9.80
5	250	100	9.75
6	300	120	9.70
7	350	140	9.65

จากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที เติมสารละลาย Sodium carbonate (เข้มข้น 10%) หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้อีก 10 นาที วัดค่าการดูดกลื่นแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายหลอดที่ 1 เป็น blank นำผลที่ได้ไปพลอตกราฟ เพื่อสร้างเป็นกราฟมาตรฐาน (standard curve)

3.3.4.3 สี

สับปะรดที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝังสารประกอบฟีนอลจะถูกนำมาวิเคราะห์สี โดยใช้เครื่อง Colorimeter ยิงเข้าไปในเนื้อสับปะรด ค่าที่ได้จะแสดงในเครื่องเป็นตัวแปร L*-a*-b* โดยทั้ง 3 ตัวแปรมีรายละเอียด ดังนี้ แกน L* บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว แกน a* บรรยายแกนสี จากสีเขียว (-a*) จนถึง สีแดง (+a*) แกน b* บรรยายแกนสี จากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*) และนำไปคำนวณค่าความแตกต่างของสีโดยใช้สมการที่ 3

$$TCD = ((L^*-L_0^*)^2+(a^*-a_0^*)^2+(b^*-b_0^*)^2)^{1/2} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการเติมสารประกอบฟีนอล ที่อัตราส่วนต่างๆ ผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ ประกอบด้วยผลการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น และปริมาณของแข็งในสับปะรด ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม และค่าสีของสับปะรด แสดงได้ดังต่อไปนี้

4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นและปริมาณของแข็งส่วนเพิ่ม

การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นและปริมาณของแข็งส่วนเพิ่ม ของสับปะรดแสดงดังตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ได้พบว่าสับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ โดยใช้สารละลายโพลีฟีนอลที่มีอัตราส่วนผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย เป็น 1:10 และ 1:50 มีค่าความชื้นเท่ากับ 70.01 ± 2.79^{a} และ 86.04 ± 1.00^{a} % ตามลำดับ และมีปริมาณของแข็งส่วนเพิ่มเท่ากับ 29.99 ± 2.79^{a} และ 13.96 ± 1.00^{a} % ตามลำดับ การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ ที่อัตราส่วนผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย เป็น 1:10 และ 1:50 มีค่าความชื้นเท่ากับ 67.36 ± 1.11^{a} และ 85.81 ± 1.45^{a} % ตามลำดับ และมีค่าของแข็งส่วนเพิ่มเท่ากับ 32.64 ± 1.11^{a} และ 14.19 ± 1.45^{a} % ตามลำดับ จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นของสับปะรด ทั้งวิธีการเคลือบฝังในความดันบรรยากาศและวิธีเคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้น ปริมาณของแข็งของสับปะรดที่ถูกเติบด้วยสารประกอบฟีนอล ด้วยวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์

	ค่าความชื้น (%)		ค่าของแข็งที่เพิ่มขึ้น (%)	
อัตราส่วนผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย	1:10	1:50	1:10	1:50
เคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ	70.01±2.79[a]	86.04±1.00[a]	29.99±2.79[a]	13.96±1.00[a]
เคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์	67.36±1.11[a]	85.81±1.45[a]	32.64±1.11[a]	14.19±1.45[a]

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่มีตัวอักษรเดียวกันภายในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

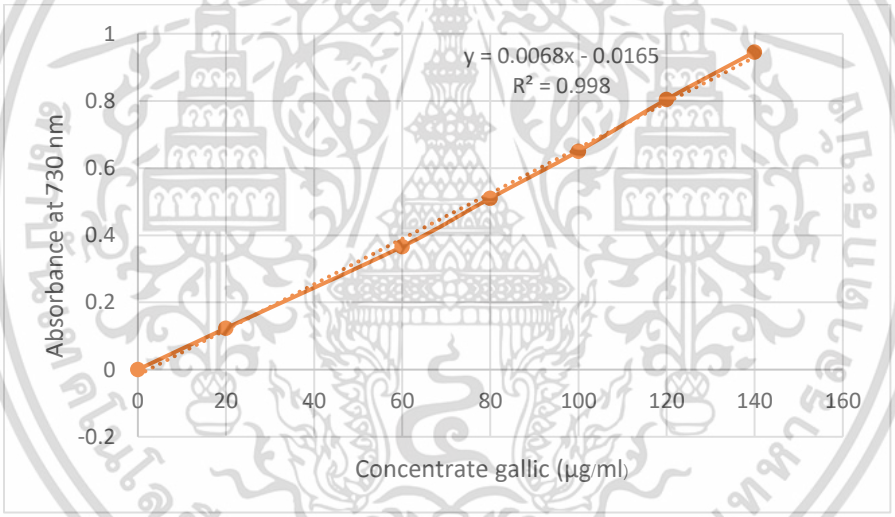
4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของสับปะรดที่ได้จากวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่ใช้สารละลายโพลีฟีนอลที่มีอัตราส่วนการสกัดผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลายเป็น 1:10 และ 1:50 ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 0.5405 และ 0.6723 ซึ่งคิดเป็นสารประกอบฟีนอล 860 และ 1010 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่สับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์ กรณีที่ใช้อัตราส่วนการสกัดผงดอกอัญชัน : สารละลายเป็น 1:10 และ 1:50 ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 0.6184 และ 0.7783 ซึ่งคิดเป็นสารประกอบฟีนอล 930 และ 1150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซึมสารประกอบฟีนอลของสับปะรดโดยวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าสารโพลีฟีนอลที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะสามารถเติมสารโพลีฟีนอลลงไปบนเนื้อสับปะรดได้มากกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลรวมในสับปะรดที่ถูกเติมสารประกอบฟีนอลผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์

	ค่าดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร		สารประกอบฟีนอลรวม (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	
อัตราส่วนผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย	1:10	1:50	1:10	1:50
เคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ	0.5405±0.01[a]	0.6723±0.09[a]	860	1010
เคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์	0.6184±0.03[b]	0.7783±0.05[a]	930	1150



รูปที่ 4.1 กราฟมาตรฐานที่ใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐาน

4.3 การเปลี่ยนแปลงของสีสับปะรดที่ถูกเคลือบฝังด้วยสารฟีนอล

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสีของเนื้อสับปะรดที่ได้จากวิธีการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่ใช้สารละลายโพลีฟีนอลที่มีอัตราส่วนการสกัดเป็นผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย 1:10 และ 1:50 หลังจากการเติมสารประกอบฟีนอลด้วยกระบวนการเคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์จะคล้ำกว่าการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ เนื่องจาก a* แสดงการเปลี่ยนแปลงสีในทิศทางสีแดงจนถึงสีน้ำเงิน หลังจากการเคลือบฝังโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

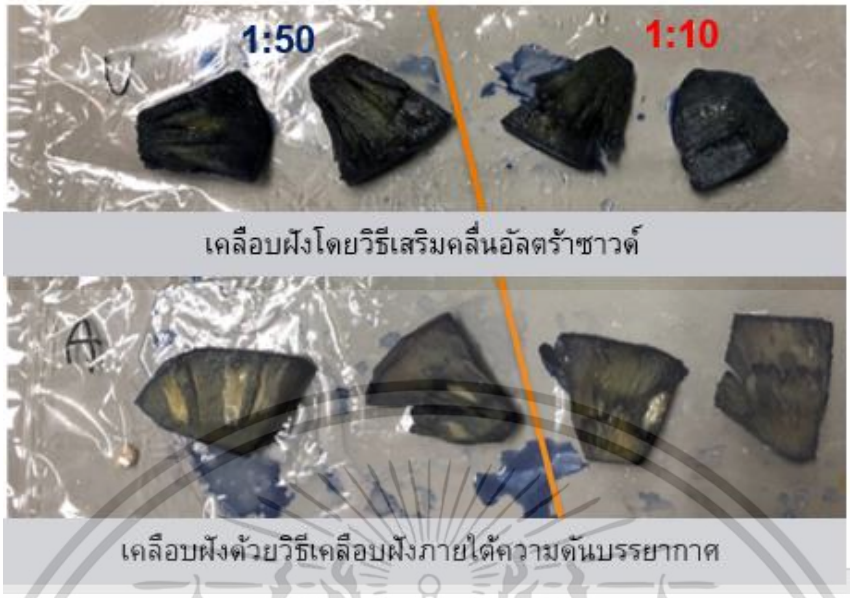
สารประกอบฟีนอล a* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วน b* แสดงการเปลี่ยนแปลงสีในทิศทางสีเหลืองจนถึงสีเขียว หลังจากการเคลือบฝังโดยสารประกอบฟีนอลิก b* มีแนวโน้มลดลง ส่วน TCD ที่แสดงความแตกต่างของ L*, a* และ b* พบว่าเนื้อสับปะรดที่เคลือบฝังด้วยวิธีเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศกับที่เคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างของสับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์แสดงได้ดังรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของสีในสับปะรดที่ถูกเติมสารประกอบฟีนอลผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์

ตัวอย่างสับปะรด	ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของสับปะรด			
	L*	a*	b*	TCD
อัตราส่วนการสกัด ผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย (1:10)				
ก่อนการเคลือบฝัง	68.43±8.04[a]	-1.68±1.00[a]	32.40±1.91[a]	-
เคลือบฝังในความดันบรรยากาศ	47.52±12.83[b]	10.93±4.94[b]	9.92±10.10[b]	33.19±22.54[a]
เคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์	36.30±4.36[b]	10.46±0.10[c]	5.79±5.50[b]	43.45±11.82[a]
อัตราส่วนการสกัด ผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย (1:50)				
ก่อนการเคลือบฝัง	76.60±2.03[a]	-1.72±0.42[a]	37.07±2.92[a]	-
เคลือบฝังในความดันบรรยากาศ	34.12±2.96[b]	11.79±2.66[b]	1.47±0.73[b]	57.05±3.66[a]
เคลือบฝังโดยวิธีเสริมคลื่นอัลตร้าซาวด์	38.77±8.43[b]	7.17±2.26[c]	2.44±1.38[b]	52.04±5.31[a]

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่มีตัวอักษรเดียวกันภายในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างของสับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเติมสารโฟลิฟีนอลที่สกัดจากดอกอัญชันเข้าไปในเนื้อสับปะรดผ่านกระบวนการเคลือบฝังในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ ซึ่งหลังจากผ่านกระบวนการเคลือบฝังสารตัวอย่างจะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล ความชื้นและค่าสี ซึ่งการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเติมสารประกอบฟีนอลได้ โดยจะสามารถเติมสารโพลีฟีนอลลงไปในเนื้อสับปะรดได้มากกว่ากระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ และ อัตราส่วนการสกัดที่มีผงดอกอัญชัน : ตัวทำละลาย ต่ำประมาณ 1:50 พบว่าสามารถเติมสารโพลีฟีนอลลงไปบนสับปะรดได้มากกว่า เนื่องจากสารโพลีฟีนอลที่สกัดได้มีความเข้มข้นสูงกว่าที่อัตราส่วนต่ำ โดยสับปะรดที่มีปริมาณสารโพลีฟีนอลมากที่สุด 1150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถเตรียมได้จากกระบวนการเคลือบฝังที่เสริมด้วยคลื่นอัลตร้าซาวด์ภายใต้ความดันบรรยากาศ โดยใช้สารโพลีฟีนอลที่ได้จากกระบวนการสกัดที่มีอัตราส่วนผงดอกอัญชัน : สารละลาย 1:50 ในขณะที่ปริมาณความชื้นและค่าของสีของสับปะรดที่ผ่านการเคลือบฝังจากทั้ง 2 กระบวนการให้ผลลัพธ์ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 นักวิจัยและผู้ที่สนใจด้านงานวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนงาน พัฒนา และประยุกต์ งานวิจัยให้มีประสิทธิภาพ

5.2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบด้าน ขนาด รูปร่าง ของสับปะรด และความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกอัญชันให้มีความเหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมในงานวิจัยมากที่สุด และทางคณะควรมีอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องแก้ว ให้เพียงพอต่อการใช้งานของนักศึกษา และควรมีมาตรการในการกำจัดหนูให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เบญจมาศ จิตรสมบูรณ์และคณะ. 2547. จุลชีววิทยาปฏิบัติการ. สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Fernandez, P., Mascheroni, R. and Ramallo, L. 2019. Ascorbic acid and Calcium uptake in pineapple tissue through different sucrose concentration of solution. Journal of Food Engineering. 261:150-157.

Mason, T. J. 1998. Power ultrasound in food processing – the way forward. pp. 105- 126. In " Ultrasound in Food Processing". Povey, M. J. W. and Mason, T. J. (eds.). Blackie Academic & Professional, London.

Medeiros, R., Jonior, E.,Silva, J., Neto, O., Brandao, Z., Rocha,O. and Azoubel, P. 2019.Effect of different grape residues polyphenols impregnation techiques in mango. Journal of Food Engineering. 262 : 1-8.

Miano, A., Sabadoti, V. and Augusto, P. 2018. Enhancing the hydration process of common beans by ultrasound and high temperatures: Impact on cooking and thermodynamic properties. Journal of Food Engineering. 225:53-61.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวชนากานต์ ภูมิเจริญ

วัน เดือน ปี เกิด 12 กันยายน 2540

ประวัติการศึกษา จบมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

ประสบการณ์การทำงาน ฝึกงานที่บริษัท แม่ลี้ฟรุ๊ต โปรดักส์ จำกัด

และผลงานวิจัย วิจัยเรื่องการทำมะม่วงอบแห้งกับทางบริษัท แม่ลี้ฟรุ๊ต โปรดักส์

ชื่อ-นามสกุล นางสาวณัฐวรรณ ไชยสัตย์

วัน เดือน ปี เกิด 28 ธันวาคม 2540

ประวัติการศึกษา จบมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดอยุธยา

ประสบการณ์การทำงาน ฝึกงานที่บริษัท เอฟแอนด์เอ็น แดรี่ส์ ประเทศไทย จำกัด

และผลงานวิจัย วิจัยเรื่องการหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในช่วงการเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ ที่บริษัท เอฟแอนด์เอ็น แดรี่ส์ ประเทศไทย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้