

การศึกษาการเติมสารโพลีฟีนอลจากดอกอัญชันลงในชมพู

STUDY OF POLYPHENOL DERIVED BUTTERFLY PEA
IMPREGNATION INTO ROSE APPLE



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาการเติมสารโพลีฟีนอลจากดอกอัญชันลงในชมพู

Study of polyphenol derived butterfly pea impregnation into
rose apple

จัดทำโดย

ดวงหทัย อังคปรีชาเศรษฐ์ รหัสนักศึกษา 59080149

พูนสุข ลิ้มโพธิ์ รหัสนักศึกษา 59080171

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....คริษฐา อิมเอิบ.....

.....27 / พ.ค / 63.....

(ดร.คริษฐา อิมเอิบ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การศึกษาการเติมสารโพลีฟินอลจากดอกอัญชันลงในชมพู
 ชื่อนักศึกษา ดวงหทัย อังครปรีชาเศรษฐ์ รหัสนักศึกษา 59080149
 พูนสุข ลีมีโพธิ์ รหัสนักศึกษา 59080171
 หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
 พ.ศ. 2563
 อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศิริษฐา อิมเอิบ

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ได้ดำเนินการศึกษาและเปรียบเทียบการเติมสารโพลีฟินอลจากดอกอัญชันลงในชมพูผ่านกระบวนการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศโดยใช้ตัวอย่างชมพูที่มีรูปทรงต่างกัน และการเคลือบฝั้ภายใต้บรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ โดยใช้ตัวอย่างชมพูที่มีรูปทรงต่างกัน ได้แก่ รูปทรงกระบอกและรูปทรงลูกบาศก์ ที่มีต่อประสิทธิภาพการเติมสารโพลีฟินอล พบว่าวิธีการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเติมสารโพลีฟินอลในชมพู และเมื่อพิจารณาที่สภาวะการเคลือบฝั้เดียวกันตัวอย่างชมพูที่มีรูปทรงกระบอกจะมีปริมาณสารโพลีฟินอลสูงกว่ารูปทรงลูกบาศก์เนื่องจากมีปริมาณพื้นที่ผิวที่สูงกว่า นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างชมพูรูปทรงต่าง ๆ ที่ผ่านการเคลือบจากทั้งสองกระบวนการ พบว่าให้ผลแตกต่างกันเล็กน้อยโดยในตัวอย่างชมพูที่มีรูปทรงกระบอกจะมีค่าความแตกต่างสีโดยรวม (TCD) มากกว่ารูปทรงลูกบาศก์ และวิธีเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริม ด้วยคลื่นอัลตราซาวด์มีค่าTCDมากกว่าวิธีการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศ จากงานวิจัยนี้พบว่าตัวอย่างชมพูที่มีปริมาณสารโพลีฟินอลสูงที่สุดที่ 3400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถเตรียมได้จากกระบวนการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่มีการเสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ โดยใช้ชมพูที่ผ่านการลดขนาดเป็นรูปทรงกระบอก

คำสำคัญ : ชมพู ดอกอัญชัน โพลีฟินอล การเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศ อัลตราซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Investigation of polyphenol derived butterfly pea impregnation into
rose apple

Student name Danghatai Angkaprechases Student ID 59080149

Poonsuk Limpho Student ID 59080171

Program Bachelor of Science in Food Process Engineering

Year 2020

Advisor Dr. Karittha Im-orb

Abstract

The present study was carried out on the effect of impregnation of polyphenols derived from butterfly pea flowers into rose apple. The objective of the study was to compare the process of adding polyphenols in fresh rose apple through the atmospheric impregnation and ultrasound assisted atmospheric impregnation. The effect of shapes like cylindrical and cubic was also investigation. It was found that the ultrasound assisted atmospheric impregnation method enhanced the efficiency of polyphenol addition in rose apple. For the same impregnation conditions, cylindrical shape rose apple showed a higher polyphenol content compared to cubic shape. In addition, the color value of the impregnated rose apple samples was also been analyzed. It was found that the enamel coating method and the shape of the rose apple sample had only slight effect on the color values of fresh rose apple. The samples with cylindrical shape have more color difference (TCD) than the cubic shape. And the method of ultrasound assisted atmospheric impregnation wave has a higher TCD than the method of atmospheric impregnation. Therefore ultimately the samples with cylindrical shape impregnated through ultrasonication method showed highest polyphenol content of 3400 $\mu\text{g/ml}$.

Keywords : Rose apple, Butterfly pea, Polyphenols, Atmospheric e impregnation , Ultrasound

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานวิชาปัญญาพิเศษในหัวข้อเรื่องการศึกษาการเติมสารโพลีฟีนอล (Polyphenols) จากอัญชันลงในชมพู (Study of polyphenol derived butterfly pea impregnation into rose apple) สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาคำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ศรีชฎา อิมเอิบ อาจารย์ที่ปรึกษาและ Dr. Sri Charan Bindu Bavisetty กรรมการสอบปัญหาพิเศษ สำหรับคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงาน การดูแลเอาใจใส่ ตลอดจนช่วยเรียบเรียงและแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณอาจารย์และเพื่อนๆ ทุกคนสำหรับคำแนะนำในข้อบกพร่องต่างๆ และคอยเป็นกำลังใจในการทำรายงานฉบับนี้ สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากรายงานปัญญาพิเศษฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาอันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ดวงหทัย อังคปริชาเศรษฐ์

พูนสุข ลิ้มโพธิ์

28 พฤษภาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
2.1 ชมพู่.....	3
2.2 อัญชัน.....	4
2.3 โพลีฟีนอล (polyphenol)	4
2.4 การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ (Atmospheric pressure impregnation)....	5
2.5 อัลตราซาวด์ (Ultrasound)	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	7
3.2 อุปกรณ์.....	7
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอล.....	13
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (TCD)	15
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	
5.1 สรุปผล.....	17
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	17
บรรณานุกรม.....	18
ประวัติผู้เขียน.....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ค่าการดูดกลืนแสงสารละลายมาตรฐาน Galic acid.....	13
4.2	ค่าการดูดกลืนแสงหลังกระบวนการเคลือบฝูง.....	14
4.3	ค่าปริมาณโพลีฟีนอล.....	15
4.4	ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด.....	16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ดอกอัญชัน.....	8
3.2	ชมพู่รูปทรงกระบอก.....	9
3.3	ชมพู่รูปทรงลูกบาศก์.....	9
3.4	เครื่อง ultrasonic bath.....	10
3.5	สารละลายมาตรฐานของ Galic acid.....	11
4.1	แผนภูมิเส้นมาตรฐาน.....	13
4.2	แผนภูมิเส้นแสดงปริมาณโพลีฟีนอล.....	14
4.5	ชมพู่ที่ผ่านการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศ.....	15
4.6	ชมพู่ที่ผ่านการเคลือบฝั้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลีนอัลตราชาวด์.....	16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

ชมพู เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่นิยมปลูก และบริโภคภายในประเทศมากกว่าการส่งออก ชมพูเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วย วิตามินเอสูงเมื่อเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น และยังมีวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และธาตุเหล็ก อีกด้วย นอกจากนี้ชมพูยังเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวาน ฉ่ำน้ำ มีความกรอบ เนื้อโฟม กลิ่นหอม เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากให้พลังงานต่ำและช่วยให้อิ่มท้องเร็ว

อัญชัน เป็นไม้เถา มีดอกสีม่วงอมน้ำเงินที่ประกอบด้วยสารโพลีฟีนอล ดอกอัญชัน มักนำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร (coloring agent) สารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน เป็นสีที่ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่คงตัวในสารละลายที่เป็นกรด ปกติจะให้สีม่วงครามแต่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนจะให้สีม่วงแดงนอกจากนี้ดอกอัญชันนั้นยังมีสรรพคุณทางยาช่วยในการลดไข้ และแก้หอบหืด สารที่เป็นองค์ประกอบในดอกอัญชันได้แก่ แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ และไตรเทอร์ปีนอยด์ ยังมีสรรพคุณในการรักษาอาการปวดบวมอักเสบ ถอนพิษแมลงสัตว์กัดต่อย ขับปัสสาวะ รักษาโรคเบาหวาน และต้านการแข็งตัวของเลือด ได้อีกด้วย

จากประโยชน์ของโพลีฟีนอล (Polyphenols) ซึ่งเป็นสารพฤกษเคมี (Phytochemical) หรือสารเคมีตามธรรมชาติที่พบในพืช ประกอบด้วย bioflavonoids เช่น anthocyanins, coumestanes, flavonoids , isoflavonoids และ stilbenes เป็นต้น หากสามารถเพิ่มสารชนิดนี้ลงไปในอาหารที่บริโภคในชีวิตประจำวันได้ นอกจากจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้วยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับอาหารอีกด้วยซึ่งวิธีการเพิ่มสารโพลีฟีนอลลงในอาหารสามารถดำเนินการผ่านเทคนิคการเคลือบฝักรายใต้ความดันบรรยากาศ (atmospheric impregnation) และเทคนิคการเคลือบฝักรายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ (Ultrasound assisted atmospheric impregnation) เป็นคลื่นเสียงความถี่สูงที่นิยมใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมอาหารดังนั้นการเพิ่มสารโพลีฟีนอลลงไปบนชมพูที่เป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคในชีวิตประจำวันจึงเป็นประเด็นศึกษาที่น่าสนใจ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการเพิ่มโพลีฟีนอลที่สกัดจากดอกอัญชันลงในชั้นชมพูผ่านกระบวนการเคลือบฝักรายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบฝักรายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ เพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภค และเพิ่มมูลค่าให้กับชมพูอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 ศึกษาผลการเติมสารโพลีฟีนอลจากดอกอัญชัน ลงในเนื้อชมพูสด
- 1.2.2 เปรียบเทียบกระบวนการเติมสารโพลีฟีนอลในเนื้อชมพูสดผ่านการเคลือบฝงภายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบฝงภายใต้บรรยากาศเสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์
- 1.2.3 ศึกษาผลของรูปร่างของชิ้นชมพู ได้แก่ รูปทรงกระบอก และรูปทรงลูกบาศก์ ที่มีต่อประสิทธิภาพการเติมสารโพลีฟีนอล

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้กระบวนการเหมาะสมสำหรับการเติมสารโพลีฟีนอลในชมพู
- 1.3.2 ได้ชมพูที่ประกอบด้วยสารโพลีฟีนอลซึ่งเป็นการเพิ่มสารอาหารและมูลค่าให้กับชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชมพู

ชมพู (Java apple หรือ wax apple, rose apple, malay apple) ชื่อทางวิทยาศาสตร์: Syzygium samarangense (Blume) Merr. et L. M. Perry (ชื่อพ้อง: Eugenia javanica L.) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นสกุลพืชดอกชนิดหนึ่ง ที่สามารถนำผลมารับประทานได้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 1,100 สปีชีส์ สำหรับประเทศไทยจะออกผลแค่ช่วงเดือนมกราคมของทุกปี ชมพูเป็นผลไม้เขตร้อน (tropical fruit) และจัดอยู่ในกลุ่ม nonclimacteric fruit ต้องเก็บเกี่ยวเมื่อผลแก่จัดพร้อมบริโภคจึงจะมีรสชาติดี พันธุ์ชมพูปลูกในเชิงการค้ามีหลายพันธุ์ โดยทั่วไปผลชมพูนิยมบริโภคเป็นผลสด เนื่องจากมีรสชาติดี คือหวานอมเปรี้ยว หรือมีรสหวานอ่อนๆ ไม่หวานจนเกินไป ผลชมพูส่วนใหญ่จะมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมฐานกว้างคือ ผลครึ่งบนด้านข้างจะค่อนข้างเล็ก แล้วค่อยใหญ่ไปทางด้านล่าง มีก้านติดอยู่ตรงปลาย เมื่อผ่าครึ่งตามยาวจะมีลักษณะคล้ายจุมูกคน พันธุ์ของชมพูที่นิยมบริโภคในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ทับทิมจันทร์ ชมพูเพชรบุรี ชมพูมะเหมี่ยว ชมพูแก้มแหม่ม และชมพูนาก เป็นต้น (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ, 2554)

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณ

ชมพูเป็นผลไม้ที่มีวิตามินเอสูงมากเมื่อเทียบกับผลไม้ทั่วไป ช่วยชะลอความชรา ช่วยบำรุงผิวพรรณ ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ป้องกันโรคหวัด แก้ไข้ ช่วยบำรุงกระดูก ช่วยบำรุงฟัน ช่วยระบบขับถ่าย แก้ท้องเสีย ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ช่วยลดคอเรสเตอรอล ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ช่วยบำรุงหัวใจ ป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย แก้กษหายน้ำ ช่วยบำรุงสายตา

สารอาหารในชมพู ประกอบไปด้วย

2.1.1.1 วิตามินเอ (Vitamin A) ช่วยบำรุงสายตา บำรุงรักษาเซลล์ประสาท รักษาโรคตาได้หลายโรค นอกจากนี้ยังช่วยสร้างเม็ดสีที่มีคุณสมบัติไวต่อแสง บำรุงผิวพรรณ ช่วยลดจุดด่างดำ และรอยแผลเป็นบนผิวหนังได้อีกด้วย (เอิร์ล, 2560)

2.1.1.2 วิตามินบี 1 หรือไทอะมีน (Thiamine) ช่วยการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เพื่อสร้างพลังงานให้ร่างกาย และเป็นสารสื่อประสาทช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และหัวใจ (เอิร์ล, 2560)

2.1.1.3 วิตามินบี 2 หรือ ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) ช่วยเปลี่ยนโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ที่รับประทานเข้าไปให้อยู่ในรูปที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ช่วยกระบวนการเจริญเติบโตและระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบทพันธุ์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น และบรรเทาอาการอ่อนล้าของดวงตา ช่วยลดความเจ็บปวดจากอาการไมเกรน และช่วยลดอาการเจ็บแสบในปาก ริมฝีปาก และลิ้น (เอิร์ล, 2560)

2.1.1.4 วิตามินซี (Vitamin C) หรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในกระบวนการสร้างคอลลาเจนที่จำเป็นต่อการสร้างผิวหนังและรักษาบาดแผล ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคกระดูกและข้อ ป้องกันเส้นเลือดเปราะช่วยลดรอยฟกช้ำ และป้องกันอาการเลือดออกตามไรฟัน

2.1.1.5 แคลเซียม (Calcium) และแมกนีเซียม (Magnesium) ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกระดูกและฟัน และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกเสื่อมและกระดูกหักง่าย

2.1.1.6 เส้นใยทั้งชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบขับถ่าย ลดและควบคุมปริมาณคอเลสเตอรอลในร่างกาย ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจ และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

2.1.1.7 ไลโคพีน ซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดงที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคติดต่อเรื้อรัง ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะอาหาร

2.2 อัญชัน

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Clitoria ternatea* L. เป็นไม้เลื้อย ลำต้นมีขนนุ่ม มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อน เมื่อกั้นน้ำออกมาจะได้เป็นสีม่วง อัญชันเป็นดอกไม้ที่นิยมนำไปประกอบอาหารชนิดต่าง ๆ โดยทั่วไปจะใช้สีจากการต้มและคั้นน้ำของดอกอัญชันมาผสมกับแป้งต่าง ๆ และทำเป็นขนมชั้น ทับทิมกรอบ บัวลอย ฯลฯ นอกจากการทำของหวานแล้ว อัญชันสามารถนำมาประกอบเป็นอาหารจานหลักได้อีกด้วย เช่น ซุปแป้งทอด สลัด ไข่เจียว เป็นต้น นอกจากการนำไปประกอบอาหารแล้วอัญชันยังมีสรรพคุณอื่น ๆ อีกหลากหลาย เช่น ช่วยทำให้ผมดกดำเงางาม ลดอาการฟกช้ำ เนื่องจากดอกอัญชันประกอบด้วยสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด ทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ได้ดีมากขึ้น ช่วยบำรุงระบบประสาท และบำรุงสมอง ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ และลดอาการความจำเสื่อมที่เกิดจากไฟฟ้าช็อต โดยการเพิ่มสารอะซิติลโคลีน (acetylcholine) ในสมอง

2.3 โพลีฟีนอล (polyphenol)

เป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนแอโรแมติก (aromatic ring) ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) รวมอยู่ในโมเลกุล ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป โพลีฟีนอลเป็นสารเคมีตามธรรมชาติที่พบในพืช ประกอบด้วย bioflavonoids เช่น anthocyanins, coumestanes, flavonoids, isoflavonoids และ stilbenes เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของโพลีฟีนอลต่อสุขภาพ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งและโรคหัวใจ โดยช่วยลดระดับของคลอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด โดยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันชนิดแอลดีแอล (Weisburger, 1999) และช่วยควบคุมความดันโลหิตไม่ให้สูงเกินไป โดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ angiotensin-I converting enzyme (ACE) นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยแป้ง ทั้งในน้ำลาย และลำไส้ ทำให้แป้งถูกย่อยช้าลงทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลในเลือดเป็นไปอย่างช้า ๆ

2.4 การเคลือบฝัγγายใต้ความดันบรรยากาศ (Atmospheric impregnation)

เป็นวิธีในการถ่ายโอนสารที่ต้องการลงในผลไม้สดหรือเนื้อเยื่อผักที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุน (Fito และคณะ, 2001) กลไกของการเคลือบฝัγγายใต้ความดันนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยกลไก Hydrodynamic mechanism (HDM) และ Deformation relaxation phenomena models (DRP) (Fito และคณะ, 2001; Zhao และ Xie , 2004) ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการเคลือบฝัγγายใต้ความดันบรรยากาศ มีหลายปัจจัยซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลไม้ ได้แก่ ชนิด พันธุ์ ขนาด รูปร่าง และความพรุน ส่วนปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการสามารถแบ่งออกเป็นสองวิธี คือ

1. สถานะของสารละลายสำหรับกระบวนการเคลือบฝัγγ (iso-, ไฮเปอร์ - หรือ hypotonic)
2. ชนิดและความเข้มข้นของตัวถูกละลาย ชนิดและความหนืดของตัวทำละลาย และตัวแปรการผลิตกระบวนการ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และเวลา เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดปกติในโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งการหยุดชะงักของโครงสร้างเซลล์อาจมีผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพในผลิตภัณฑ์ (Mujica-Paz และคณะ, 2003; Panarese และคณะ, 2013)

2.5 อัลตราโซนิคส์ (Ultrasonics)

คลื่นอัลตราซาวนด์ หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่การสั่นของคลื่นประมาณ 20,000 เฮิรตซ์หรือสูงกว่า (Hoover, 2000) โดยทั่วไปแล้วคลื่นเสียงที่มนุษย์ได้ยินนั้นเกิดจากการสั่นสะเทือนของตัวกลางที่มีความถี่อยู่ในช่วง 20 - 20,000 เฮิรตซ์ สมบัติเด่นของคลื่นย่านอัลตราโซนิคส์ คือเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถส่งผ่านคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้อย่างเจาะจง ไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เรียกว่ามีทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นย่านอัลตราโซนิกสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งเพื่อการตรวจวัดคุณภาพ และใช้ในการแปรรูปอาหาร (food processing) เช่น การแยกสาร (sonication) การทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsification) การทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรีย เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งอาจใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น เช่น การแปรรูปด้วยความร้อน (thermal processing) และการใช้ความดันสูง นอกจากนี้คลื่นอัลตราโซนิกยังนำมาใช้ในการล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร โดยให้น้ำเกิดการสั่นที่ความถี่สูง สิ่งสกปรกจะหลุดออกมาได้ง่ายขึ้น เช่น ultrasonic plate for meat cutting นอกจากนี้คลื่นอัลตราโซนิก [k,ki] ใช้ในการวัดและควบคุมระยะไกล (ultrasonic remote control) และประยุกต์ใช้ในเครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยการสังเกตจากระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมาเครื่องวัดความถี่มาการใช้งาน อย่างแพร่หลายในการผลิตเนื้อสัตว์ เพื่อวัดความหนาของชั้นไขมันในสัตว์ขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ และในซากสัตว์ เพื่อประเมินคุณภาพซากสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ สามารถประเมินความนุ่มของเนื้อสัตว์ (meat tenderness) ในส่วนของกระบวนการผลิตสามารถใช้คลื่นอัลตราโซนิกในการวัดอัตราการไหลของของเหลว และทดสอบการรั่วไหลของท่อ (พิมพ์พิเศษ, 2553)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัลตราซาวด์ในงานด้านอาหารพบว่าจะทำให้เกิดในเนื้อสัตว์ เนื่องจากคลื่นอัลตราซาวด์จะทำให้เกิดการสั่นและแตกตัวของฟองอากาศในเนื้อสัตว์ซึ่งการเกิดโพรงอากาศในเนื้อสัตว์นี้จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายเทมวลสารและพลังงานผ่านเนื้อสัตว์เกิดขึ้นได้ดี (Yilmaz และ Bilek, 2018)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

ผลชมพู
ดอกอัญชัน

3.1.2 สารเคมี

น้ำกลั่น
Folin-ciocalteu reagent
Gallic acid
Sodium carbonate
alcohol 95%

3.2 อุปกรณ์

เครื่องปั่น
บีกเกอร์ 500 ml
บีกเกอร์ 50 ml
เตาให้ความร้อน Hot plate
กระดาษกรอง Whatman no.4
ขวดสีชา
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
เครื่องปั่นเหวี่ยง Centrifuge
เครื่องวัดสี Konica Minolta: CR-400
ผ้าขาวบาง
เครื่องกรองแบบสุญญากาศ
พิมพ์กดผัก, ผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารตัวอย่าง

3.3.1.1 เตรียมดอกอัญชัน

1. นำดอกอัญชันมาปั่นให้ละเอียด (ภาพที่ 3.1)
2. นำดอกอัญชันมาต้มกับน้ำ ในอัตราส่วน ผงดอกอัญชัน 1 g: น้ำ 10 ml
3. ต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
4. แยกน้ำอัญชันออกจากกากโดยกรองด้วยผ้าขาวบาง
5. นำน้ำอัญชันที่ได้มาทำการเหวี่ยงแยกกากขนาดเล็กออกอีกครั้งหนึ่งโดยเครื่อง Centrifuge
6. กรองน้ำอัญชันที่ได้อีกครั้งหนึ่งด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ



ภาพที่ 3.1 ดอกอัญชันปั่นละเอียด

3.3.1.2 เตรียมตัวอย่างชมพู

1. ล้างทำความสะอาดผลชมพูมาด้วยน้ำเปล่า
2. นำชมพูที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วมาหั่นเป็นรูปทรงกระบอก และรูปทรงลูกบาศก์ โดยให้มีน้ำหนักของตัวอย่างชมพูแต่ละรูปทรงเป็น 5 กรัม และมีขนาดของรูปทรงดังนี้

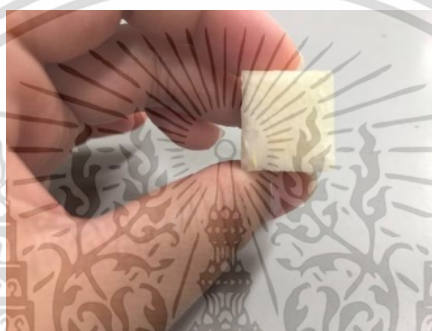
— ทรงกระบอก : รัศมี 1.25 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.2)

— ทรงลูกบาศก์ : กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตรและสูง 1 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ชมพู่รูปทรงกระบอก



ภาพที่ 3.3 ชมพู่รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์

3.3.2 การเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลลงบนตัวอย่างชมพู่

3.3.2.1 การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ

- 1 นำชมพู่ที่เตรียมไว้ทั้งสองรูปทรงใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml
- 2 เติมสารละลายโพลีฟีนอลที่สกัดจากดอกอัญชัน 25 ml ลงในบีกเกอร์
- 3 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 34 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3.3.2.2 การทดลองที่สภาวะการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์

- 1 นำชมพู่ที่เตรียมไว้ทั้งสองรูปทรงใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml
- 2 เติมสารละลายโพลีฟีนอลสกัดจากดอกอัญชัน 25 ml ลงในบีกเกอร์
- 3 นำบีกเกอร์ใส่ในอ่างอัลตราโซนิก (ภาพที่ 3.4) ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 34 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 เครื่อง ultrasonic bath

3.3.3 วิธีการวิเคราะห์

3.3.3.1 ปริมาณโพลีฟีนอลรวม

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic acid)

1.1 ละลายกรดแกลลิก 0.0200 กรัม ด้วยแอลกอฮอล์ (95%) ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร ความเข้มข้นจะทำให้ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

1.2 ปิเปต สารละลายมาตรฐาน ลงในหลอดทดลองที่สะอาดขนาด 50 ไมโครลิตร โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิก ตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม

1.3 เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดทดลองเป็น 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที (ภาพที่ 3.5)

1.4 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (10%) หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที

1.5 นำสารละลายที่ได้เตรียมได้ในข้อ 1.1 - 1.4 มาวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายหลอดที่ 1 เป็น blank

1.6 นำข้อมูลการดูดกลืนแสงที่ได้สร้าง เป็นกราฟมาตรฐาน (Standard curve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 สารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก

2. หาปริมาณโพลีฟีนอลรวมในสารตัวอย่าง

2.1 นำชมพูหั่นชิ้นที่ผ่านกระบวนการ เคลือบฝง มาบดให้ได้น้ำ

2.2 ปิเปตตัวอย่างน้ำชมพู 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งได้ปริมาตรรวมเป็น 10 มิลลิลิตร

2.3 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้ว ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

2.4 เติมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต (10%) หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที

2.5 นำสารละลายที่เตรียมได้ในขั้นตอนที่ 2.1 - 2.4 มาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

2.6 นำข้อมูลการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณปริมาณโพลีฟีนอล จากกราฟมาตรฐาน

3.3.3.2 ค่าสี

ตัวอย่างชมพูที่สดและที่ผ่านกระบวนการ เคลือบฝง สารโพลีฟีนอลแล้ว จะถูกนำไปวิเคราะห์ ค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter ซึ่งกำหนดพารามิเตอร์เป็นสามสี: ความสว่างสู่ความมืด (L^*) ($100-0$); สีแดง ($+a^*$) เป็นสีเขียว ($-a^*$); และสีเหลือง ($+b^*$) ถึงสีน้ำเงิน ($-b^*$) ในขณะที่ค่าความแตกต่างสีโดยรวม (Total Color Difference : TCD) เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมของชมพูที่ผ่านการเคลือบ ฝงสารโพลีฟีนอล สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

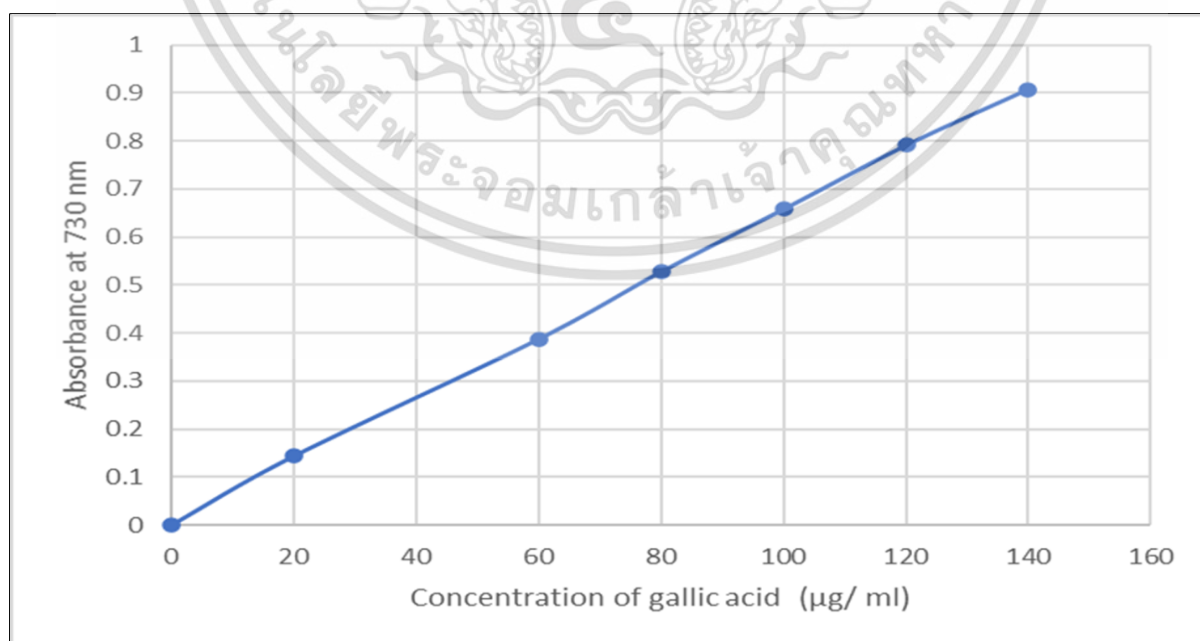
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ปริมาณสารโพลีฟีนอล

ข้อมูลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่เตรียมจากกรดแกลลิกที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตรแสดงดังตารางที่ 4.1 โดยเมื่อนำมาพลอตกราฟจะได้เป็นกราฟมาตรฐานดัง ภาพที่ 4.1 ส่วนข้อมูลการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าการดูดกลืนแสงสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

ครั้งที่	ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) × 100						
	0	20	60	80	100	120	140
1	0	0.1451	0.3901	0.5323	0.6597	0.8002	1.0023
2	0	0.1423	0.3849	0.5229	0.6559	0.7816	0.8131
ค่าเฉลี่ย	0	0.1437	0.3875	0.5276	0.6578	0.7909	0.9077

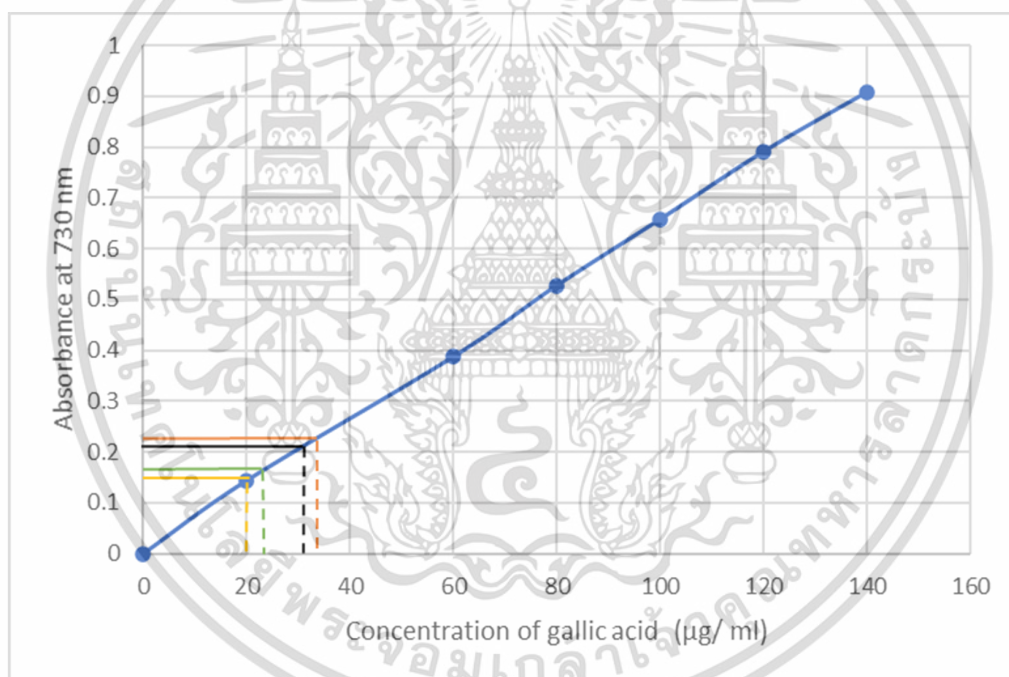


ภาพที่ 4.1 กราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสงหลังกระบวนการเคลือบฝูที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

ครั้งที่	การเคลือบฝูภายใต้ความดันบรรยากาศ		การเคลือบฝูภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์	
	รูปทรงลูกบาศก์	รูปทรงกระบอก	รูปทรงลูกบาศก์	รูปทรงกระบอก
1	0.1552	0.1703	0.1936	0.1996
2	0.1541	0.1694	0.2103	0.2258
3	0.1542	0.1586	0.2033	0.201
ค่าเฉลี่ย	0.1545	0.1661	0.2024	0.2088



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณโพลีฟีนอล

จากตารางที่ 4.2 เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝูรูปแบบต่างๆ มาพลอตลงในกราฟมาตรฐาน ผลที่ได้ผลจะออกมาดังภาพที่ 4.2 โดยสามารถหาปริมาณโพลีฟีนอลจากกราฟโดยการ กำหนดค่าการดูดกลืนแสงหลังกระบวนการเคลือบฝูบนแกน y จากนั้นลากเส้นขนานกับแกน x ไปตัดกับเส้นกราฟมาตรฐานและลากเส้นขนานกับแกน y จากจุดตัดบนกราฟไปตัดกับแกน x จากนั้นจะสามารถอ่านค่าปริมาณโพลีฟีนอลได้ซึ่งปริมาณสารโพลีฟีนอลในชมพู่รูปทรงต่างๆที่ได้จากการเคลือบฝูภายใต้เอกซเรย์นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันบรรยากาศและที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ สามารถสรุปได้ในตารางที่ 4.3 ผลที่ได้พบว่าปริมาณโพลีฟีนอลของรูปทรงกระบอกจะมีค่ามากกว่ารูปทรงลูกบาศก์ และที่สภาวะการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศที่มีการให้คลื่นเสียงความถี่สูง จะมีค่ามากกว่า การเคลือบฝัภายใต้ความดัน

ตารางที่ 4.3 ค่าปริมาณโพลีฟีนอลในชมพูรูปทรงต่างๆที่ผ่านการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศและที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์

	การเคลือบฝัภายใต้ความดัน บรรยากาศ		การเคลือบฝัภายใต้ความดัน บรรยากาศที่เสริมด้วยอัลตราซาวด์	
	รูปทรงลูกบาศก์	รูปทรงกระบอก	รูปทรงลูกบาศก์	รูปทรงกระบอก
	ปริมาณสารโพลีฟีนอล (ไมโครกรัม / มิลลิลิตร) × 100	21	24	32

4.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าสีของชมพูสด L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 66.99, 7.81 และ 49.96 ตามลำดับ ส่วนชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝัสารโพลีฟีนอล (Polyphenols) จากดอกอัญชันลงเนื้อชมพู โดยมีค่า L^* ลดลง โดยชมพูที่ผ่านการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ จะมีค่า L^* มากกว่าวิธีการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศ และเมื่อพิจารณาวิธีการเคลือบฝัรูปแบบเดียวกัน ชมพูรูปทรงกระบอกจะมีค่า L^* มากกว่า รูปทรงลูกบาศก์

ส่วนพารามิเตอร์ a^* ที่แสดงถึงการแปรผันของสีในช่วงระหว่างสีเขียว ($-a^*$) และสีแดง ($+a^*$) พบว่าค่า a^* ของชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝัสารโพลีฟีนอลมีค่าเพิ่มขึ้น โดยชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ จะมีค่า a^* มากกว่าการเคลือบฝัภายใต้ความดันบรรยากาศ และในวิธีการเคลือบฝัรูปแบบเดียวกันชมพูรูปทรงกระบอกจะมีค่า a^* มากกว่ารูปทรงลูกบาศก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าของพารามิเตอร์ b^* ที่แสดงถึงความแปรผันของสีในช่วงระหว่างสีน้ำเงิน ($-b^*$) และสีเหลือง ($+b^*$) ในเนื้อชมพูของชมพูรูปทรงต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝังสารโพลีฟีนอลมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกับค่า L^* และ a^* และเมื่อนำค่า L^* , a^* และ b^* มาคำนวณหาค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (TCD) จะให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 ตัวอย่างชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศและที่เสริมด้วยคลีนอัลตราซาวด์ แสดงได้ดังภาพที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

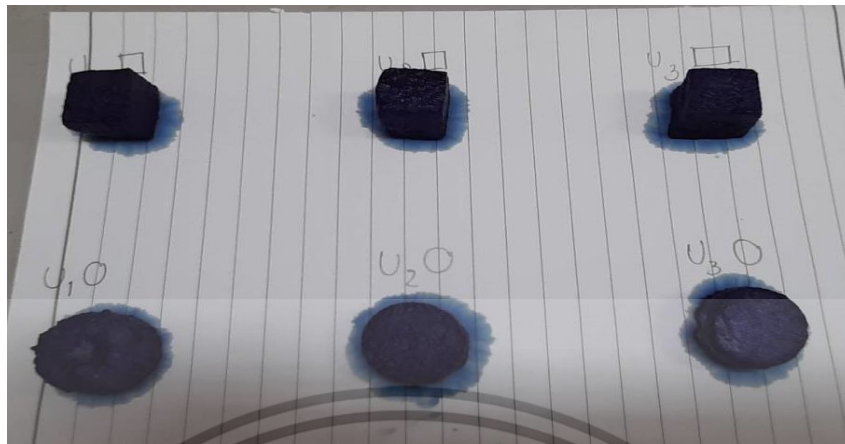
ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี

ตัวอย่างชมพู	ค่าสี			TCD
	L^*	a^*	b^*	
ชมพูสด	66.99 ± 6.36 ^a	-1.97 ± 1.14 ^a	-11.10 ± 3.88 ^a	-
การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ				
รูปทรงลูกบาศก์	24.49 ± 1.73 ^b	12.54 ± 1.64 ^b	-10.00 ± 0.33 ^b	49.61 ± 0.78 ^a
รูปทรงกระบอก	24.84 ± 1.88 ^b	14.44 ± 2.17 ^{bc}	-10.29 ± 1.22 ^{bc}	50.03 ± 0.49 ^b
การเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลีนอัลตราซาวด์				
รูปทรงลูกบาศก์	25.18 ± 1.91 ^b	14.12 ± 1.51 ^{bc}	-11.22 ± 0.93 ^{bc}	50.05 ± 0.49 ^{bd}
รูปทรงกระบอก	26.11 ± 2.32 ^b	16.18 ± 2.62 ^c	-12.87 ± 1.22 ^c	50.74 ± 0.74 ^d



ภาพที่ 4.3 ชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบฝังภายใต้ความดันบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ชมพูที่ผ่านกระบวนการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ศึกษาการเติมสารโพลิฟินอลลงในเนื้อชมพูที่มีรูปร่างเป็นทรงลูกบาศก์และทรงกระบอกผ่านกระบวนการเคลือบผง 2 รูปแบบ คือ การเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศและการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ ผลที่ได้พบว่าการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเติมสารโพลิฟินอลในชมพู และเมื่อพิจารณาที่สภาวะการเคลือบผงเดียวกัน ตัวอย่างชมพูที่มีรูปร่างทรงกระบอกจะมีปริมาณโพลิฟินอลที่สูงกว่ารูปทรงลูกบาศก์ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างชมพูที่ผ่านการเคลือบผง พบว่าวิธีการเคลือบผงและรูปร่างของตัวอย่างชมพูมีผลต่อค่าของสีบนเนื้อชมพูแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยตัวอย่างชมพูที่มีรูปร่างทรงกระบอกจะมีค่าความแตกต่างสีโดยรวม (TCD) มากกว่ารูปทรงลูกบาศก์ และวิธีการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์จะมีค่าความแตกต่างสีโดยรวม (TCD) มากกว่าวิธีการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศ ตัวอย่างชมพูที่มีปริมาณของสารโพลิฟินอลสูงที่สุด 3400 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม จะได้จากกระบวนการเคลือบผงภายใต้ความดันบรรยากาศที่เสริมด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ กรณีที่ตัดตัวอย่างชมพูเป็นรูปทรงกระบอก โดยสภาพนี้ตัวอย่างชมพูจะมีค่าความต่างสีโดยรวม 50.74 ± 0.74^d

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานควรวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานซ้ำ 2-3 ครั้ง

5.2.2 เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการทดลองควรทำการวิเคราะห์หาค่าโพลิฟินอล และค่าสีซ้ำ 2-3 ครั้ง

บรรณานุกรม

- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ. 2554. Java apple / ชมพู. [ออนไลน์] . [สืบค้นเมื่อ 14 พฤษภาคม 2563.] เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2641/java-apple-%E0%B8%8A%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B9%E0%B9%88>.
- เว็บไซต์เมดไทย (Medthai). (2017). อัญชัน.[ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563.] เข้าถึงได้จาก <https://medthai.com/อัญชัน/>.
- PIZZAANDFOODITALIA.2562.ชมพู ประโยชน์ [ออนไลน์] . [สืบค้นเมื่อ 14 พฤษภาคม 2563.] เข้าถึงได้จาก <http://pizzaandfooditalia.com/2019/11/29/%E0%B8%8A%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B9%E0%B9%88/>
- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). Polyphenol / พอลิฟีนอล.[ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2563.] เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3145/polyphenol>
- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) ultrasonic / อัลตราโซนิกส์. [ออนไลน์] . [สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2563.] เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0535/ultrasonic-อัลตราโซนิกส์>.
- Yilmaz, F. and Bilek, S. 2018. Ultrasound-assisted vacuum impregnation on the fortification of fresh-cut apple with calcium and black carrot phenolics. Ultrasonics Sonochemistry, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.007>
- Yilmaz, F. and Bilek, S. 2017. International Journal of Food Science and Technology. Ultrasonics Sonochemistry, doi:10.1111/ijfs.13426

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวดวงหทัย อังคปริษาเศรษฐ์
 วัน เดือน ปี เกิด 1 กันยายน 2540
 ประวัติการศึกษา จบมัธยมศึกษาต้นจาก โรงเรียนสารสาสน์วิเทศบางบอน
 จบมัธยมศึกษาปลายจาก โรงเรียนวัดอินทาราม
 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรีที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง
 ประสบการณ์การทำงาน นักศึกษาฝึกงาน บริษัท กรไทย จำกัด
 และผลงานวิจัย
 รางวัลที่เคยได้รับ -

ชื่อ-นามสกุล นางสาวพูนสุข ลิ้มโพธิ์
 วัน เดือน ปี เกิด 29 สิงหาคม 2540
 ประวัติการศึกษา จบมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนสตรีวิทยา 2
 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรีที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง
 ประสบการณ์การทำงาน นักศึกษาฝึกงาน บริษัท กรไทย จำกัด
 และผลงานวิจัย
 รางวัลที่เคยได้รับ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้