การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน โดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง

OPTIMIZATION OF DIETARY FIBER EXTRACTION FROM DURIAN RIND USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

ปิยวรรณ ใจเบิกบาน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน
โดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง
Optimization of Dietary fiber extraction from Durian rind using Response Surface Methodology

จัดทำโดย

ปิยวรรณ ใจเบิกบาน รหัสนักศึกษา 58080182

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 18 / มิ.ย. / 2562

(ดร.ระจิตร สุวพานิช)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง
ชื่อนักศึกษา	ปิยวรรณ ใจเบิกบาน รหัสนักศึกษา 58080182
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ระจิตร สุวพานิช

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ได้ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง โดยการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design โดยทำการศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย 3 ระดับ ได้แก่ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด (5, 10, 15) อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส (5, 10, 15) และเวลา Autoclave (5, 10, 15) พบว่าในการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกทุเรียนเบื้องต้นด้วยวิธีการประมาณค่า มีความชื้นร้อยละ 12.33 เถ้าร้อยละ 4.68 โปรตีนร้อยละ 0.21 ไขมันร้อยละ 0.55 และกากใยร้อยละ 49.59 และสภาวะที่เหมาะสมในการได้ผลผลิตที่ดีที่สุดคือ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด 1:15 อัตราส่วนของผงเปลือกทุเรียนต่อเบส 1:15 g/mL และเวลาในการ Autoclave ที่ 10 นาที ได้ปริมาณเส้นใยอาหาร 41% เส้นใยอาหารที่สกัดได้มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 50.70 10.39 และ 15.51 ตามลำดับ และมีปริมาณค่าน้ำอิสระ (Aw) เท่ากับ 0.5285 และ 0.4980

คำสำคัญ: เปลือกทุเรียน การสกัด เส้นใยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Optimization of Dietary fiber extraction from Durian Rind using response surface Methodology
Student name	Piyawan Jaiboekban Student ID 58080182
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2019
Advisor	Dr.Rachit Suwapanich

ABSTRACT

This special problem was studied the optimum condition of dietary fiber extraction using response surface. The experimental was designed by Box-Behnken Design with 3 independences variable at 3 level including the ratio of Durian Rind powder to acid ratio (5, 10, 15), ratio Durian Rind powder to alkaline ratio (5, 10, 15) and autoclave time(5, 10, 15). The result shown that the compositions of the durian rind analyzed by proximate analysis was 12.33% of humidity, 4.68 % of ash, , 0.21% of protein, 0.55% of fat and 49.59% of crude fiber. The optimum condition of dietary fiber extraction was Durian Rind powder to acid ratio of 1:15, Durian Rind powder to alkaline ration of 1:15 and autoclave for 10 minutes which was 41% of dietary fiber yield. Dietary Fiber extracted has L *, a * and b * color values of 50.70 and 10.39 and 15.51 respectively, and the amount of free water (Aw) is 0.5285 and 0.4980

Keyword: Durian Rind, Extraction, Dietary Fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.ระจิตร สุวพานิช และ ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม ขอขอบคุณอาจารย์ทั้งสองท่านที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษนี้ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ออกมาสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณทางคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาวิจัย ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณพี่นักวิทยาศาสตร์ที่คอยสอน ให้คำปรึกษา แนะนำการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเครื่องมือเฉพาะทาง

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ทางครอบครัว และเพื่อนๆที่ได้คอยให้กำลังใจ คอยส่งเสริม และคอยช่วยสนับสนุนการทำงานต่างๆ จนสามารถทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ออกมาลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปิยวรรณ ใจเบิกบาน

25 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ขอบเขตการดำเนินงานของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทุเรียน	3
2.2 เส้นใยอาหาร	3
2.3 กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล	4
2.4 กระบวนการไฮโดรไลซิส	4
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	7
3.2 อุปกรณ์	7
3.3 การเตรียมตัวอย่างและการทดลอง	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของผงเปลือกทุเรียน	17
4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด	17
4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพเส้นใยอาหาร	23
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
บรรณานุกรม	26
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	29
ประวัติผู้เขียน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ปัจจัยและระดับตัวแปร	10
3.2	ออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	14
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียน	17
4.2	การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design	17
4.3	การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย	18
4.4	ผลการทดลองการยืนยันผลผลิตเส้นใยอาหาร	23
4.5	ค่าสีของเส้นใยอาหาร	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การไฮโดรไลซ์ไตรกลีเซอไรด์	5
2.2	แสดงผลของการละลายน้ำในอุณหภูมิที่ต่างกัน	6
3.1	ผงเปลือกทุเรียน	10
3.2	กระดาษลิตมัส pH 1.5 – 2	10
3.3	Water bath	11
3.4	ปรับ pH ด้วยน้ำกลั่น	11
3.5	เข้าเครื่อง Centrifuge	11
3.6	กระดาษลิตมัน pH 10 – 11	12
3.7	กระดาษลิตมัส pH 7.0-7.2	12
3.8	เข้าเครื่อง Centrifuge	12
3.9	Autoclave	13
3.10	นำตัวอย่างเข้า Hot air oven	13
3.11	เครื่องวัดสี Konica Minolta	15
3.12	ตัวอย่างในเครื่อง Aw	16
3.13	เครื่อง Aw อ่านค่าเสร็จสมบูรณ์	16
4.1	การวิเคราะห์ความคาดเคลื่อนของการทดลอง	19
4.2	แผนภูมิพาเรโต	20
4.3	แสดงความสัมพันธ์พื้นที่ผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส	21
4.4	แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและ เวลาที่ใช้ Autoclave	21
4.5	แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสและ เวลาที่ใช้ Autoclave	22
4.6	ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเกิดผลผลิต	22
4.7	สภาวะที่เหมาะสมในการสกัด	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียน เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของไทย โดยเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในและต่างประเทศโดยมีมูลค่าการส่งออกในแต่ละปีไม่น้อย ส่วนตลาดในประเทศก็เป็นที่นิยมรับประทานกันมากของคนทั่วไป ทุเรียนสด 1 ตันมีเปลือกสูงถึง 585.60 กิโลกรัม หรือ 58.60% เกษตรกรส่วนใหญ่จะทิ้งไว้เป็นขยะสร้างปัญหาในเรื่องการกำจัดขยะจำนวนมาก (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

องค์ประกอบของเปลือกทุเรียนพบว่ามีสารพอลิแซคคาไรด์ เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ประกอบด้วยมอโนแซ็กคาไรด์เรียงต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซต์เป็นสายยาว เช่น สตาร์ช เซลลูโลส และเพคติน เป็นต้น สารเหล่านี้จัดเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารและไม่ให้พลังงาน

โดยทั่วไปเส้นใยอาหารที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้มีการละลายน้ำได้ดีกว่าเส้นใยอาหารที่ได้จากธัญพืช อัตราส่วนเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำกับไม่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 1ต่อ3 ซึ่งจะมีความสามารถในการกักเก็บน้ำหรือการสร้างเจล เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้อาจทำให้สมบัติทางกายภาพดีขึ้นกว่าเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ นอกจากนี้เส้นใยอาหารในผลไม้ ยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ เช่น polyphenols ปริมาณเส้นใยอาหารของแป้งข้าวสาลีอยู่ที่ 2-4% และจากแหล่งอื่น เช่น ธัญพืชและผลไม้ ในอาหารสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้ ประสิทธิภาพของเส้นใยอาหารในการส่งเสริมประโยชน์ต่อสุขภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการบริโภคเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงแหล่งที่มาของเส้นใย โครงสร้างทางเคมีและส่วนประกอบ ซึ่งวิธีการสกัดมีหลายวิธีดังตัวอย่างของ Winotapun (2014) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เอนไซม์ในรูปอิสระและรูปตรึงสำหรับการสกัดสารธรรมชาติจากพืช โดยวิธีที่นิยมในการแยกสารธรรมชาติออกจาพืชได้แก่ การสกัด การสกัดสามารถแบ่งได้ 3 วิธีคือ การสกัดด้วยวิธีทางเคมี การสกัดด้วยวิธีการทางกายภาพ และการใช้เอนไซม์ในการช่วยสกัด การสกัดด้วยวิธีทางเคมีทำได้ง่ายแต่อาจเหลือความเป็นพิษของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ซึ่งการใช้เอนไซม์ในการสกัดทำโดยใช้เอนไซม์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยองค์ประกอบของพืช ทำให้สารสำคัญที่ต้องการสกัดหลุดออกมามากยิ่งขึ้น จึงช่วยลดปริมาณการใช้ตัวทำละลายในการสกัดลง และงานวิจัยของ Yang (2014) ศึกษาการพัฒนาและลักษณะเส้นใยอาหารจากกากถั่วเหลืองโดยวิธีการไฮโดรไลซิสของกรดและไฮโดรเทอร์มอลด้วย autoclave ซึ่งสามารถสกัดเส้นใยอาหารได้สูงถึง 88.5 % เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) อยู่ในเปอร์เซ็นต์ที่ยอมรับได้

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนองและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดเส้นใยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการไฮโดรไลซิส และไฮโดรเทอร์มอล

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารออกจากเปลือกทุเรียน

1.3 ขอบเขตการดำเนินงานของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดเส้นใยอาหารเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการไฮโดรไลซิสและไฮโดรเทอร์มอล

1.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมโดยการออกแบบ Box - Behnken Design ใช้การวิเคราะห์แบบ Response surface methodology (RSM) โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ อัตราส่วนของผงเปลือกทุเรียนต่อกรด อัตราส่วนของผงเปลือกทุเรียนต่อเบส และเวลาในการ autoclave

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

1.4.2 ทราบถึงคุณสมบัติของเส้นใยอาหารที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมของการสกัด

1.4.3 เพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกทุเรียน

1.4.4 ช่วยลดปริมาณขยะที่เกิดจากการบริโภคทุเรียน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทุเรียน

ทุเรียน ชื่อทางวิทยาศาสตร์: Durio ziberhinus Merr. เป็นไม้ผลในวงศ์ฝ้าย (Malvaceae) ในสกุลทุเรียน (Durio) เป็นผลไม้ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ ผลทุเรียนมีขนาดใหญ่และมีหนามแข็งปกคลุมทั่วเปลือก อาจมีขนาดยาวถึง 30 ซม. และอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวถึง 15 ซม. โดยทั่วไปมีน้ำหนัก 1-3 กิโลกรัม ผลมีรูปรีถึงกลม เปลือกมีสีเขียวถึงน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลืองซีดถึงแดง แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งเป็นส่วนผสมของสารระเหยที่ประกอบไปด้วย เอสเทอร์ คีโตน และสารประกอบกำมะถัน ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีน้ำตาลสูง ทั้งยังอุดมไปด้วยกำมะถันและไขมัน จึงไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน เนื้อในของทุเรียนกินได้หลากหลายไม่ว่าจะห่าม หรือสุกงอม ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการนำทุเรียนมาทำอาหารได้หลายอย่าง ทั้งเป็นอาหารคาวและอาหารหวาน แม้แต่เมล็ดก็ยังรับประทานได้เมื่อทำให้สุก

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีน้ำตาลสูง วิตามินซี โพแทสเซียม และกรดอะมิโนซีโรโทเนอร์จิก ทริปโตเฟน และยังเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน อย่างดีทุเรียนถือเป็นแหล่งไขมันสดที่ดีในอาหารไม่ผ่านความร้อนหลาย ๆ ชนิด นอกจากนี้ทุเรียนยังมีค่าดัชนีน้ำตาลที่สูงหรือเป็นอาหารที่มีไขมันมาก จึงมีการแนะนำให้บริโภคทุเรียนแต่น้อย และทุเรียนยังอุดมไปด้วยกำมะถันและไขมัน ไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานเพราะหากกินเข้าไป นอกจากจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว ยังทำให้ร้อนในและรู้สึกไม่สบายเนื้อไม่สบายตัวอีกด้วย

เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจของไทยจึงมีเปลือกทุเรียนเป็นของเหลือทิ้งและเป็นขยะจากการรับประทานและจากอุตสาหกรรมการส่งออกแปรรูปทุเรียน ซึ่งภายในทุเรียนมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์จำนวนมากจัดเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ให้พลังงาน

2.2 เส้นใยอาหาร

2.2.1 เส้นใยอาหารหรือสารเส้นใย (Fiber) หมายถึงสารที่ประกอบกันเป็นส่วนต่างๆ โดยเฉพาะผนังเซลล์ของพืช ที่มีโมเลกุลซับซ้อนมากจนน้ำย่อยในร่างกาย ไม่สามารถย่อยเส้นใยเหล่านี้ได้ เส้นใยจึงไม่ถูกดูดซึม ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เมื่อเรากินพืชผักที่มีเส้นใยอาหารเข้าไปร่างกายจะทำหน้าที่ย่อยสารอาหารในพืชผัก ซึ่งได้แก่ วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ ส่วนกากใยที่เหลืออยู่ที่ร่างกายย่อยไม่ได้จะผ่านออกไปยังลำไส้ใหญ่ และถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ ประเภทของเส้นใยอาหารแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.2.1.1. เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (Insoluble Dietary Fiber) หมายถึงเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ แต่จะพองตัวในน้ำเหมือนฟองน้ำไม่ให้ความหนืด ทำให้เพิ่มปริมาตรน้ำในกระเพาะอาหาร จึงรู้สึกอิ่ม เส้นใยอาหารเหล่านี้ แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถย่อยได้ ช่วยเพิ่มเนื้ออุจจาระ ลดปัญหาท้องผูกได้ และลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่ ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 เส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ (Soluble Dietary Fiber) หมายถึงเส้นใยอาหารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วดูดซับน้ำไว้กับตัว ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น สารเหล่านี้ร่างกายย่อยไม่ได้ แต่แบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยได้ เช่น hetero-polysaccharide

2.2.2 จำนวนที่ควรบริโภคต่อวันของเส้นใยอาหาร

นักโภชนาการได้แนะนำให้คนเรารับประทานเส้นใยอาหารวันละประมาณ 25-30 กรัม แต่ในความเป็นจริงแล้ว คนส่วนใหญ่กินอาหารที่มีเส้นใยเพียง 2 ใน 3 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการเท่านั้น

2.2.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารแม้จะมีคุณค่าทางโภชนาการเพียงเล็กน้อย (เพราะ ร่างกายย่อยไม่ได้) แต่ก็ให้สารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งได้แก่ วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่หลายอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหารและการขับถ่าย มีงานศึกษาวิจัยหลายชิ้นที่ได้พยายามค้นหาประโยชน์ของเส้นใยอาหารจนปัจจุบันได้คำตอบที่แน่ชัดแล้วว่า เส้นใยอาหารช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โรคความดันเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคมะเร็งต่างๆ โดยเฉพาะโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ และโรคอื่นๆ (นิรนาม, 2544)

2.3 กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล

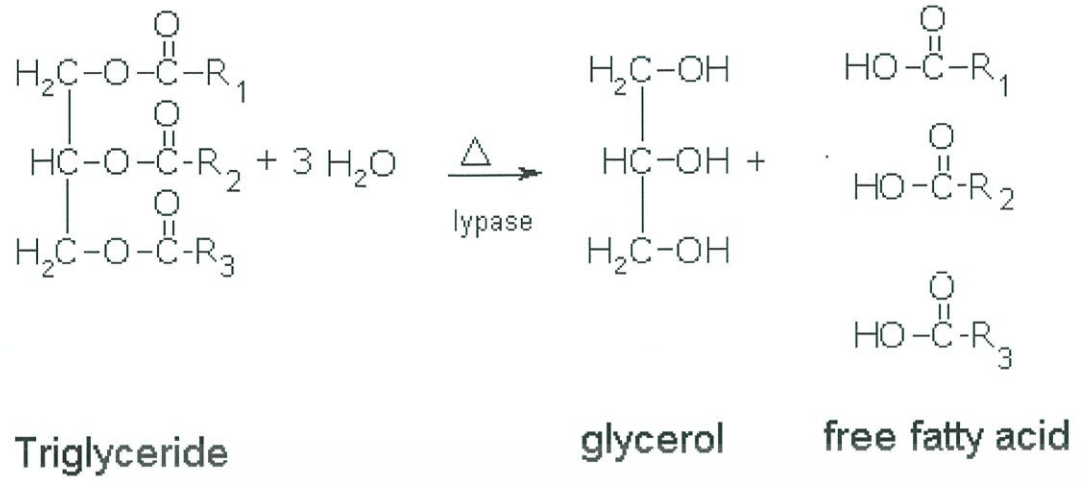
กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) เป็นวิธีการสังเคราะห์สารหรือการทำให้เกิดผลึก ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเกิดขึ้นได้ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองคือ Autoclave ข้อดีของการสังเคราะห์สารหรือการตกผลึกด้วยวิธีนี้คือ สามารถสังเคราะห์สารที่ผลึกไม่มีเสถียรภาพที่จุดหลอมเหลว, ผลึกวัสดุที่มีความดันไอสูงใกล้กับจุดหลอมเหลว, สามารถควบคุมขนาดผลึกให้เล็กหรือใหญ่ได้โดยการปรับอัตราส่วนของสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบ และผลึกที่ได้ยังมีคุณภาพดีอีกด้วย ส่วนข้อเสีย คือใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูง และ ไม่สามารถสังเกตเห็นกระบวนการเกิดผลึกในขณะทำการทดลองได้

2.4 กระบวนการไฮโดรไลซิส

ไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) คือปฏิกิริยาที่มีน้ำเข้าไปสลายพันธะทำให้สารโมเลกุลใหญ่แตกตัวเป็นสารโมเลกุลเล็กลง และทำให้สารละลายมี pH เปลี่ยนไป ทำให้ได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง

ตัวอย่างของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่สำคัญในอาหาร ได้แก่ การไฮโดรไลซ์สตาร์ซ (starch) ทำให้โมเลกุลเล็กลง เรียกว่า starch hydrolysate การไฮโดรไลซ์ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ให้เป็นโมเลกุลของกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



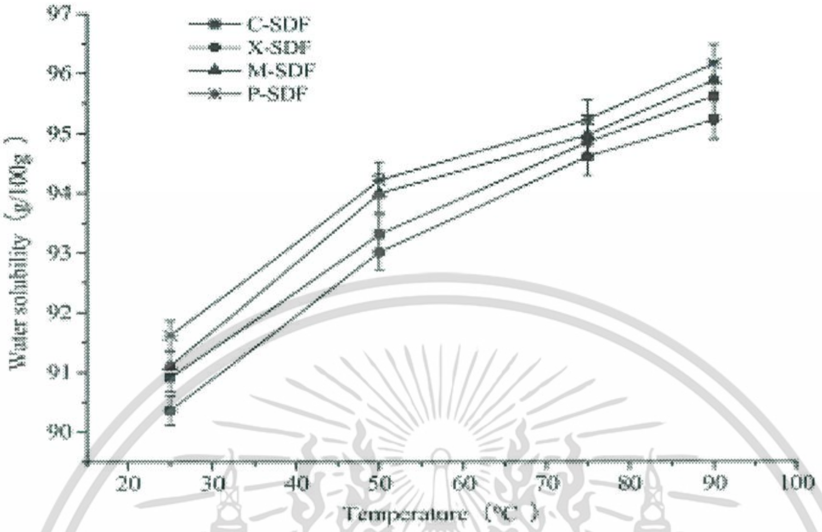
ภาพที่ 2.1 การไฮโดรไลซ์ไตรกลีเซอไรด์
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา. (2546)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสกัดเส้นใยอาหารมีหลายวิธีดังตัวอย่างของ Kontogiorgos (2018) ศึกษาการแยกและลักษณะของเส้นใยอาหารจากกากแบล็คเคอร์แรนท์โดยวิธีการใช้สารเคมีเพื่อแยกกากของแบล็คเคอร์แรนท์ในส่วนที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เริ่มต้นด้วยการแยก acid-soluble pectin ด้วยกรดไฮโดรคลอลิกต่อโพแทสเซียม--คลอไรด์ (pH 2.0) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตามด้วยการแยก calcium-bound pectin ด้วยแอมโมเนียมออกซาเลต (pH 4.6) ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง การสกัดเพคตินด้วยกรดร้อนจะได้ประสิทธิภาพสูง ส่วนของ calcium-bound pectin ไม่ละลายในกรดร้อน จึงต้องมีสารเคมีที่เป็นคีเลตช่วยกำจัดแคลเซียมออกจากโครงสร้างเหลือแต่เพคตินที่ละลายน้ำได้ ส่วนที่ไม่ละลายน้ำที่เหลืออยู่หลังการสกัดแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลสและลิกนิน เฮมิเซลลูโลสแยกได้จากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เซลลูโลสถูกแยกออกจาก lignocellulose ในส่วนของเฮมิเซลลูโลสที่เป็นของแข็ง ในขณะที่ลิกนินถูกตกตะกอนด้วยน้ำที่เป็นกรด จากการทดลองพบว่าเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fibre) มีประมาณ 47% โดยน้ำหนัก ปริมาณเซลลูโลสเท่ากับ 13.6% และ 17.2% ส่วนลิกนินเป็นเซลล์หลักของผนังและส่วนประกอบเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ลิกนินที่ได้ในเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับวิธีการในการสกัด งานวิจัยของ Zhengbiao (2017) ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพเคมีและสมบัติเชิงหน้าที่ของเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจากมันฝรั่งบดโดยวิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ โดยเริ่มจากนำมันฝรั่งดิบผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วนของแข็ง/ของเหลว 20% (w/v) และปรับค่า pH ด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ปรับสภาพด้วยอัตราส่วนเซลลูโลส/สารตั้งต้น เวลา 240 นาที ที่ pH 4.5 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, อัตราส่วนไซลาเนส/สารตั้งต้น เวลา 120 นาที ที่ pH 5.0 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, อัตราส่วนเซลลูเลส/สารตั้งต้น และ ไซลาเนส/สารตั้งต้น เวลา 150 นาที ที่ pH 4.8 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมากำจัดแป้งด้วยแอลฟา – อะไมเลส ที่ pH 5.5 อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และกลูโคซิเดส ที่ pH 5.5 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ตามด้วยขจัดโปรติเอส ด้วยเอนไซม์แอลคาเลส pH 7.5 อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ทำการหมุนเหวี่ยงด้วยวิธีการสุญญากาศและตกตะกอนด้วยเอทานอล 95% (w/w) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำตะกอนที่ได้มาล้างด้วยเอทานอล 95 % และทำการหมุนเหวี่ยงอีกครั้ง นำไปทำให้แห้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะได้โพลีแซคคาไรด์ที่เป็นเส้นใยอาหารส่วนที่ละลายน้ำได้ ความสามารถในการละลายน้ำได้ของทั้ง3ตัวอย่างที่เตรียมโดยเซลลูเลส/ไซลาเนส ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.2 ความสามารถในการละลายของตัวอย่างทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 25-50 องศาเซลเซียส จากนั้นจะเริ่มช้าลงที่ 50 องศาเซลเซียส และสุดท้ายสูงสุดที่ 95กรัม/100กรัม เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2.2 แสดงผลของการละลายน้ำในอุณหภูมิที่ต่างกัน
ที่มา: Zhengbiao Gu, (2017)

งานวิจัยของ Yang (2014) ศึกษาการพัฒนาและลักษณะเส้นใยอาหารจากกากถั่วเหลืองโดยวิธีการไฮโดรไลซิสของกรดและไฮโดรเทอร์มอลด้วย autoclave โดยเริ่มจากเตรียมกากถั่วเหลืองบดให้ได้ขนาด 18 เมท มาทำการย่อยด้วยไฮโดรคลอลิก 2 โมล .ให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ล้าง และปรับ pH ด้วยน้ำกลั่น ทำการตกตะกอนโดยเข้าเครื่อง Centrifuge จากนั้นนำมาย่อยต่อด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2 โมล ให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ล้างและปรับ pH ด้วยน้ำกลั่น ทำการตกตะกอนโดยเข้าเครื่อง Centrifuge ทำการไฮโดรเทอร์มอลด้วย autoclave เป็นเวลา 10 นาที 120 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ จากนั้นมาอบจนความชื้นเหลืออยู่ 10 % แล้วทำการบดให้มีขนาด 70 เมช แล้วจะได้ผงเส้นใยอาหารออกมา เมื่อนำผงเส้นใยอาหารจากกากถั่วเหลืองมาวัดสีพบว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 58.55 และ 76.05 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

ผงเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

3.1.2 สารเคมี

น้ำกลั่น (Distilled water, Better Syndicate, Bangkok, Thailand)
กรดซัลฟิวริก 98% (Sulfuric acid 98%, Ar grade, Merck, Darmstadt, Germany)
กรดบอริก 2% (Boric acid 2%, Ar grade, Merck, Darmstadt, Germany)
กรดไฮโดรคลอริก 37% (Hydrochloric acid 37%, Ar grade, Merck, Darmstadt, Germany)
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, Ar grade, Merck, Darmstadt, Germany)
ปิโตเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether, Ar grade, Leonid Chemicals, India)
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide, Ar grade, Merck, Darmstadt, Germany)

3.2 อุปกรณ์

กระดาษลิตมัส (pH-Fix, Macherey-Nagel, Germany)
ขวดชมพู่ขนาด 250 มล. (Duran, Germany)
ขวดชมพู่ขนาด 500 มล. (Duran, Germany)
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (SI-234, Denver instrument, USA)
เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave Tomy ss-245, Japan)
เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge Eppendorf, Germany)
เครื่องอบถาด (Tray dryer: Champ, Thailand)
เครื่องวัดสี (Konica Minolta: CR-400, Japan)
ชุดสกัดซอกซ์เล็ต (Soxhlet apparatus, S306A7, Gerhardt, Germany)
ตู้อบลมร้อน (Hot air oven: Model 3000, Japan)
เตาไฟฟ้า (Hot plate stirrer, U.S.A.)
เตาเผาไฟฟ้า (Muffle furnace, Germany)
ตะแกรงร่อนขนาด 18 เมช (Mesh, Thailand)
ผ้าขาวบาง (Nylon cloths: Newline, Thailand)
บีกเกอร์ไขมัน (Duran, Germany)
อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl apparatus, Germany)
อ่างน้ำร้อน (Water bath: Model WNB Basic, Bangkok, Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเตรียมตัวอย่างและการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำผงเปลือกทุเรียนเข้าเครื่องอบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเป็นการเตรียมตัวอย่างให้พร้อมการทดลองขึ้นต่อไป

3.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกทุเรียน

3.3.2.1 ความชื้น

3.3.2.1.1 นำถ้วยอลูมิเนียมไปอบไล่ความชื้นที่ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น รอทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3.3.2.1.2 ใส่ผงเปลือกทุเรียนลงในถ้วยอลูมิเนียม ชั่งน้ำหนัก

3.3.2.1.3 นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง

3.3.2.1.4 เมื่อครบเวลานำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก อบซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่

3.3.2.1.5 คำนวณ

3.3.2.2 เถ้า

3.3.2.2.1 เผาถ้วยกระเบื้องที่สะอาดในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

3.3.2.2.2 ชั่งตัวอย่างที่บดแล้วใส่ในถ้วยกระเบื้อง

3.3.2.2.3 เผาตัวอย่างบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน

3.3.2.2.4 เผาตัวอย่างในเตาเผาไฟฟ้าที่ 600 องศาเซลเซียส 8-10 ชั่วโมง หรือจนกว่าตัวอย่างจะกลายเป็นสีขาวหรือสีเทา

3.3.2.2.5 รอให้เตาเผาไฟฟ้าเย็นลง จึงคีบถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผา ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องหลังเผา

3.3.2.2.6 คำนวณ

3.3.2.3 โปรตีน

3.3.2.3.1 ชั่งผงเปลือกทุเรียนลงในหลอดย่อยโปรตีน เติมตัวเร่ง 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว 2-3 ลูก

3.3.2.3.2 นำหลอดย่อยโปรตีนวางลงในแลค ก่อนนำไปประกอบเข้าเครื่องย่อย ปิดที่บังความร้อนและสวมที่ดูดควัน ที่ต่อเข้ากับชุดกำจัดไอกรด ก่อนเปิดสวิทซ์

3.3.2.3.3 ตั้งอุณหภูมิที่ใช้ย่อย 380-400 องศาเซลเซียส

3.3.2.3.4 ทำการย่อยจนได้สารละลายใสหรือสีฟ้าใส

3.3.2.3.5 ปิดสวิทซ์ ยกแลคขึ้นพักรอให้สารละลายเย็น

3.3.2.3.6 นำหลอดย่อยตัวอย่างต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน

3.3.2.3.7 เติมกรดบอริกเข้มข้น 2% ใส่ในขวดชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ทั้งสองอย่างละ 1 หยด จะได้สารละลายสีชมพูม่วง วางขวดลูกชมพู่ลงในชุดกลั่น

3.3.2.3.8 เปิดเครื่องเพื่อเติมน้ำกลั่นและโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย สารละลายในหลอดย่อยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ

3.3.2.3.9 เปิดไอน้ำและตั้งเวลาในการกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3.10 นำขวดชมพู่ที่บรรจุสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วมาไทเทรตกับไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพูม่วง

3.3.2.3.11 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่างเพื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร

3.3.2.4 ไขมัน

3.3.2.4.1 อบบีกเกอร์ไขมันพร้อมกับลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก

3.3.2.4.2 ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้ว ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ในทิมเบิล

3.3.2.4.3 ตวงตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์จำนวน 140-150 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ไขมัน ต่อทิมเบิลใส่ตัวอย่างและบีกเกอร์ไขมันเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน ทำการสกัดไขมันตามโปรแกรมเครื่อง

3.3.2.4.4 เมื่อครบเวลานำบีกเกอร์ไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 30 นาที เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก

3.3.2.4.5 นำบีกเกอร์ไขมันใส่ในโถดูดความชื้น เพื่อรอให้เย็นก่อนไปชั่งน้ำหนักแล้วมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

3.3.2.5 กากใย

3.3.2.5.1 นำผงเปลือกทุเรียนที่สกัดไขมันแล้วใส่บีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร

3.3.2.5.2 ตวงกรดซัลฟิวริก 200 มิลลิลิตร ใส่ในตัวอย่าง นำไปให้ความร้อนเมื่อเดือดปรับอุณหภูมิลงให้อุณหภูมิ reflux 30 นาที

3.3.2.5.3 กรองตัวอย่างด้วยผ้าขาวบาง ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 1 ลิตร

3.3.2.5.4 ตวงโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร ใส่ในตัวอย่างจากข้อ 3.3.3.5.3 ทำให้เดือดปรับอุณหภูมิลงให้อุณหภูมิ reflux 30 นาที

3.3.2.5.5 เมื่อครบเวลาแล้วล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อนจนโซเดียมไฮดรอกไซด์หมด จากนั้นนำตัวอย่างใส่ crucible แล้วไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 16-18 ชั่วโมง

3.3.2.5.6 นำ crucible ใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

3.3.2.5.7 นำ crucible ที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง

3.3.2.5.8 เมื่อครบเวลารอให้เตาเผาอุณหภูมิลดลง นำ crucible ออกปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กากใย

3.3.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีไฮโดรไลซิสและไฮโดรเทอร์มอล

3.3.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดศึกษา 3 ตัวแปร ได้แก่ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส และเวลาที่ใช้ autoclave ใช้หลักการพื้นที่ผิวตอบสนอง โดยเลือกการวางแผนการทดลองแบบ Box-Behnken design เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องมี 3 ปัจจัย คือ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด (A), อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส (B), และ เวลาที่ใช้ในการ Autoclave (องศาเซลเซียส) โดยระดับตัวแปร 3 ระดับ ดังตารางที่ 3.1

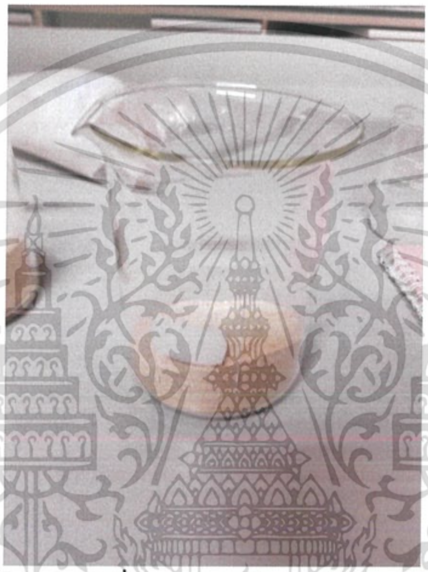
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยและระดับตัวแปร

ปัจจัย	ระดับ	
	ต่ำ	สูง
อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด (A)	5	15
อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส (B)	5	15
เวลาที่ใช้ Autoclave (C)	5	15

3.3.3.2 การสกัดโดยวิธีไฮโดรไลซิสและไฮโดรเทอร์มอล

3.3.3.2.1 นำผงเปลือกทุเรียนที่อบแห้งแล้วมาบดละเอียดให้มีขนาด 18 เมช



ภาพที่ 3.1 ผงเปลือกทุเรียน

3.3.3.2.2 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติม HCl 2 โมล ในอัตราส่วน 1:5 1:10 และ 1:15 ตามลำดับ ปรับ pH ให้ได้ 1.5 ถึง 2 (ภาพที่ 3.2) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.2 กระดาษลิตมัส pH 1.5 – 2

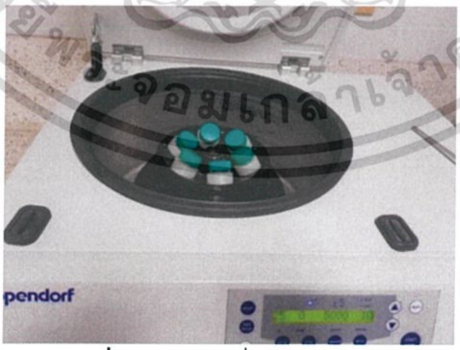
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 Water bath

3.3.3.2.3 ล้างผงเปลือกทุเรียนด้วยน้ำกลั่น จนมี pH เท่ากับ 6.8 ถึง 7

ภาพที่ 3.4 ปรับ pH ด้วยน้ำกลั่น

3.3.3.2.4 ทำการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อแยกตัวอย่างของแข็งออกจากของเหลว โดยใช้ความเร็วรอบ 5000 g เป็นเวลา 10 นาที กรองเอาน้ำออก



ภาพที่ 3.5 เข้าเครื่อง Centrifuge

3.3.3.2.5 นำผงเปลือกทุเรียนที่ได้จากข้อ 3.3.3.1.4 มาเติม KOH 2 โมล ในอัตราส่วน 1:5 1:10 และ 1:15 ตามลำดับ ปรับ pH ให้เป็น 10 ถึง 11(ภาพที่ 3.6) และนำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.6 กระดาษลิตมัน pH 10 - 11

3.3.3.2.6 ล้างผงเปลือกทุเรียนด้วยน้ำกลั่น จนมี pH เท่ากับ 7.0 ถึง 7.2 (ภาพที่ 3.7)

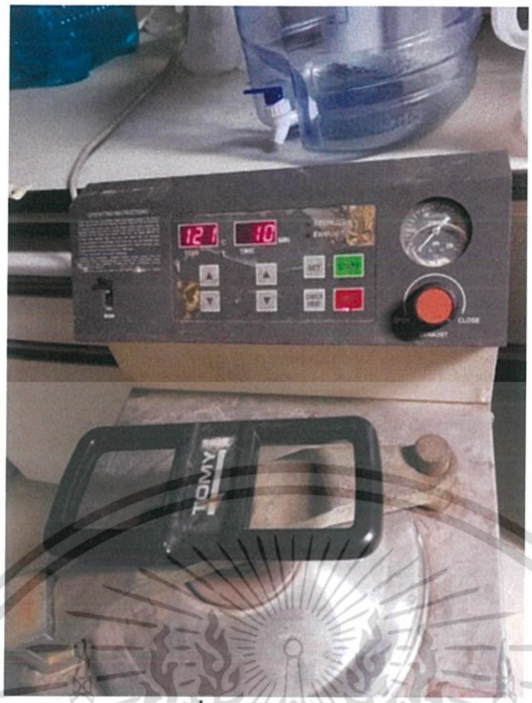
ภาพที่ 3.7 กระดาษลิตมัส pH 7.0-7.2

3.3.3.2.7 ทำการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อแยกตัวอย่างของแข็งออกจากของเหลว โดยใช้ความเร็วรอบ 5000 g เป็นเวลา 10 นาที กรองเอาน้ำออก

ภาพที่ 3.8 เข้าเครื่อง Centrifuge

3.3.3.2.8 นำผงเปลือกทุเรียนที่ได้จากข้อ 3.3.3.1.7 มาเข้ากระบวนการไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) โดยใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ที่ความดัน 15 ปอนด์ และอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 Autoclave

3.3.3.2.9 นำผงเปลือกทุเรียนที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 3.10 นำตัวอย่างเข้า Hot air oven

เมื่อนำปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย มาออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design จะได้การทดลองทั้งหมด 30 การทดลอง ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design

RunOrder	StdOrder	PtType	Blocks	A	B	C
29	1	0	1	10	10	10
10	2	2	1	10	15	5
2	3	2	1	15	5	10
4	4	2	1	15	15	10
20	5	2	1	5	10	5
6	6	2	1	15	10	5
3	7	2	1	5	15	10
28	8	0	1	10	10	10
7	9	2	1	5	10	15
9	10	2	1	10	5	5
27	11	2	1	10	15	15
8	12	2	1	15	10	15
1	13	2	1	5	5	10
16	14	2	1	5	5	10
19	15	2	1	15	15	10
18	16	2	1	5	15	10
25	17	2	1	10	15	5
15	18	0	1	10	10	10
26	19	2	1	10	5	15
13	20	0	1	10	10	10
21	21	2	1	15	10	5
22	22	2	1	5	10	15
12	23	2	1	10	15	15
24	24	2	1	10	5	5
23	25	2	1	15	10	15
30	26	0	1	10	10	10
11	27	2	1	10	5	15
17	28	2	1	15	5	10
5	29	2	1	5	10	5
14	30	0	1	10	10	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

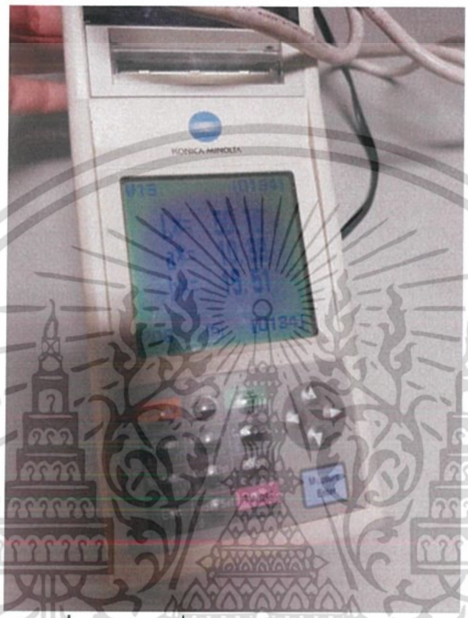
3.3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของเส้นใยอาหารจากผงเปลือกทุเรียน

3.3.4.1 วัดสี

3.3.4.1.1 เปิดเครื่อง Konica Minolta รุ่น CR400 โดยเลื่อนสวิทซ์ไปที่ on

3.3.4.1.2 ทำการ Calibration เครื่องกับแผ่น white plate

3.3.4.1.3 นำเส้นใยอาหารที่ได้จากข้อ 3.3.3.2.9 มาวิเคราะห์สี โดยใส่ตัวอย่างลงถ้วยขนาดเล็กให้พอดีกับหัววัดแล้วใช้หัววัดแบบปิดทำการวัด เครื่องจะแฟลชไฟอัตโนมัติสามครั้ง แล้วค่าจะเข้าสู่หน้าดังภาพที่ 3.11



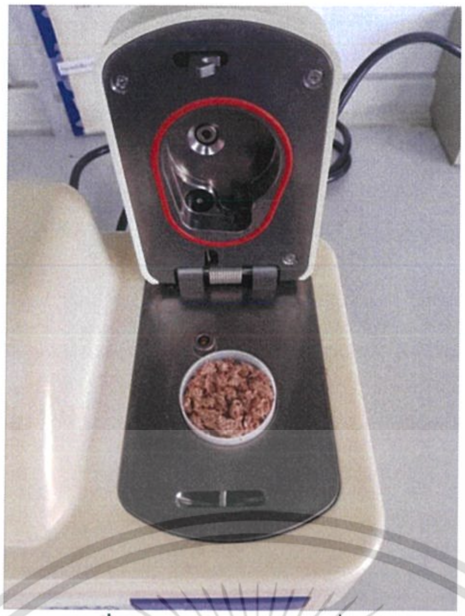
ภาพที่ 3.11 เครื่องวัดสี Konica Minolta

3.3.2.2 หาปริมาณน้ำอิสระ (Aw)

3.3.2.2.1 นำเส้นใยอาหารประมาณ 3 กรัม หรือให้ได้ประมาณครึ่งหนึ่งของภาชนะ

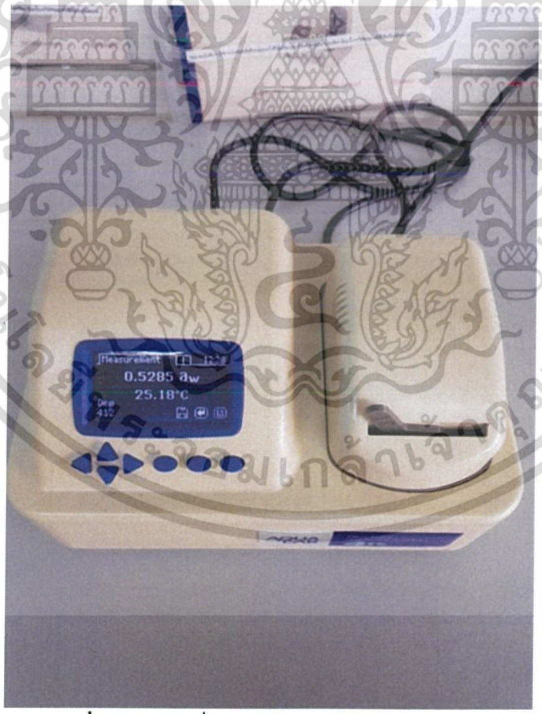
3.3.2.2.2 ใส่ตัวอย่างลงไปในเครื่องแล้วปิดฝา เครื่องจะทำการวิเคราะห์ค่าอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างในเครื่อง Aw

3.3.2.2.3 เมื่อเครื่องวิเคราะห์ค่าเสร็จสมบูรณ์จะทำการส่งสัญญาณแสดงเตือนว่าค่าวิเคราะห์เสร็จแล้ว อ่านค่าที่ได้บนหน้าจอ



ภาพที่ 3.13 เครื่อง Aw อ่านค่าเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของเปลือกทุเรียน

จากการทดลองนำผงเปลือกทุเรียนมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ภายในเปลือกทุเรียนมีปริมาณของกากใยอาหารเป็นจำนวนมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของโปรตีนและไขมันเพียง 0.21 เปอร์เซ็นต์ และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียน

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
ความชื้น	12.33
เถ้า	4.68
โปรตีน	0.21
ไขมัน	0.55
กากใย	49.59

4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

4.2.1 หาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโดยทำการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design ศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ เวลาในการ autoclave อัตราส่วนผงเลือกทุเรียนต่อกรด และอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 30 การทดลอง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design

RunOrder	Acid	Base	Autoclave	% yield
1	10	5	15	33.9861
2	10	10	10	38.0985
3	15	10	15	36.0273
4	15	5	10	39.4131
5	5	15	10	41.3127
6	5	15	10	41.4382
7	10	15	15	33.7894
8	10	10	10	37.1521
9	10	5	5	34.0123
10	5	10	5	33.7489
11	10	15	5	34.9641
12	10	5	5	34.237
13	15	5	10	39.8713

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken design (ต่อ)

RunOrder	Acid	Base	Autoclave	% yield
14	10	10	10	38.6973
15	10	5	15	34.9884
16	5	5	10	38.0262
17	10	10	10	38.7725
18	15	10	5	36.3297
19	15	15	10	42.3896
20	15	15	10	42.9815
21	15	10	15	36.8643
22	5	10	15	33.6152
23	5	10	15	33.9841
24	5	10	5	34.1983
25	10	15	5	33.0126
26	5	5	10	37.8409
27	15	10	5	35.4906
28	10	10	10	38.7813
29	10	15	15	33.5416
30	10	10	10	38.8497

จากตารางที่ 4.2 ได้ค่าผลผลิตการเกิดเส้นใยอาหารสูงสุดเท่ากับ 42.98 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 33.01 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	38.370	0.411	93.28	0.000	
A	0.949	0.252	3.77	0.001	1.00
B	0.690	0.252	2.74	0.013	1.00
C	0.049	0.252	0.20	0.847	1.00
A*A	1.503	0.371	4.05	0.001	1.01
B*B	0.534	0.371	1.44	0.165	1.01
C*C	-4.840	0.371	-13.05	0.000	1.01
A*B	-0.101	0.356	-0.28	0.779	1.00
A*C	0.178	0.356	0.50	0.624	1.00
B*C	-0.171	0.356	-0.48	0.636	1.00

S = 1.00763 R^2 = 91.76% R^2(adj) = 88.06%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

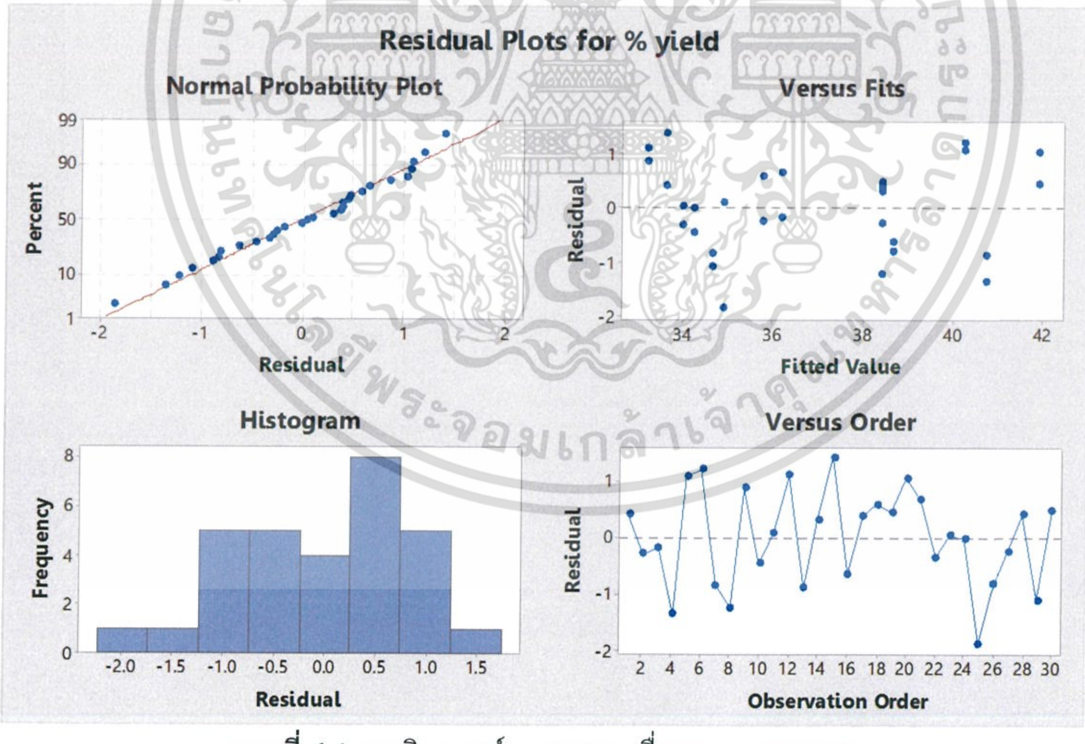
จากตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 91.76 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถสร้างสมการถดถอยเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดเส้นใยอาหารได้ ดังสมการที่ 4.1

$$\% \text{ yield} = 23.40 - 1.043 A - 0.180 B + 3.879 C + 0.0601 A*A + 0.0213 B*B - 0.1936 C*C - 0.0040 A*B + 0.0071 A*C - 0.0068 B*C \quad (4.1)$$

เมื่อ A คือ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด (กรัมต่อมิลลิลิตร)
B คือ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส (กรัมต่อมิลลิลิตร)
C คือ เวลาที่ใช้ autoclave (นาที)

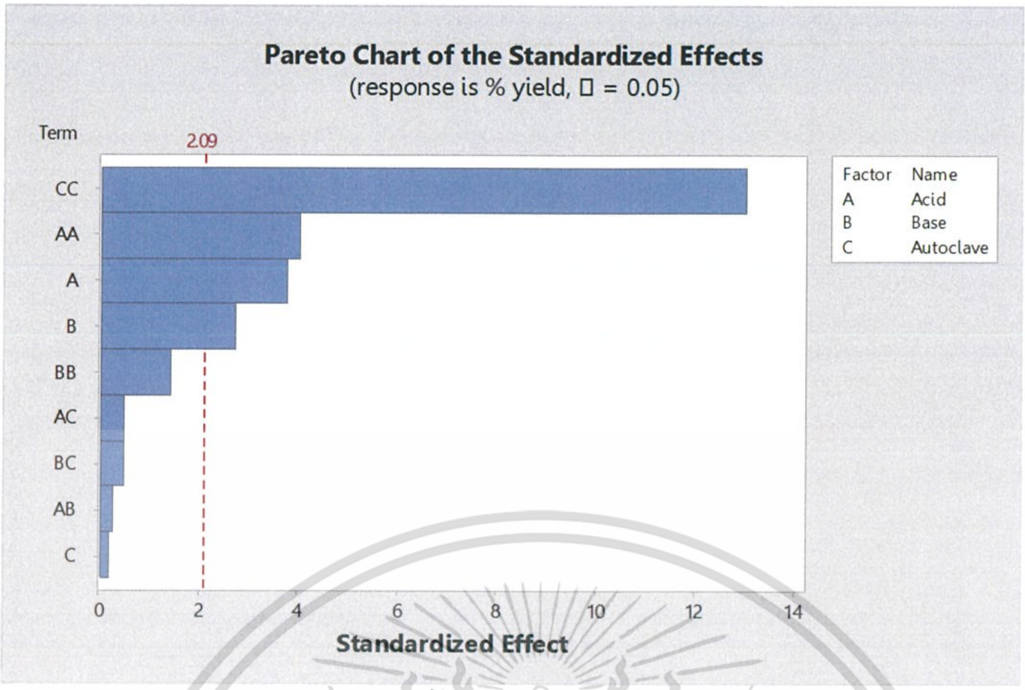
4.2.2 การวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

การหาสภาวะที่เหมาะสมเมื่อนำผลการทดลองทั้ง 30 การทดลอง มาวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟดังภาพที่ 4.1 แสดงข้อมูลผลการทดลอง จากกราฟ Normal Probability พบว่า ข้อมูลมีการกระจายเป็นลักษณะเส้นตรง ซึ่งแสดงว่าค่าไม่มีความผิดปกติ กราฟ Residual กับ Versus Fits ข้อมูลมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลมีความเสถียร กราฟ Residual กับ Versus Order แสดงความเป็นอิสระของข้อมูลพบว่าข้อมูลในกราฟมีการกระจายตัวกัน และจากกราฟ Histogram แสดงความถี่ของข้อมูลซึ่งมีลักษณะเป็นทรงระฆังคว่ำ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อพิจารณาทั้ง 4 กราฟ ข้อมูลมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ



ภาพที่ 4.1 การวิเคราะห์ความคาดเคลื่อนของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิพาเรโต

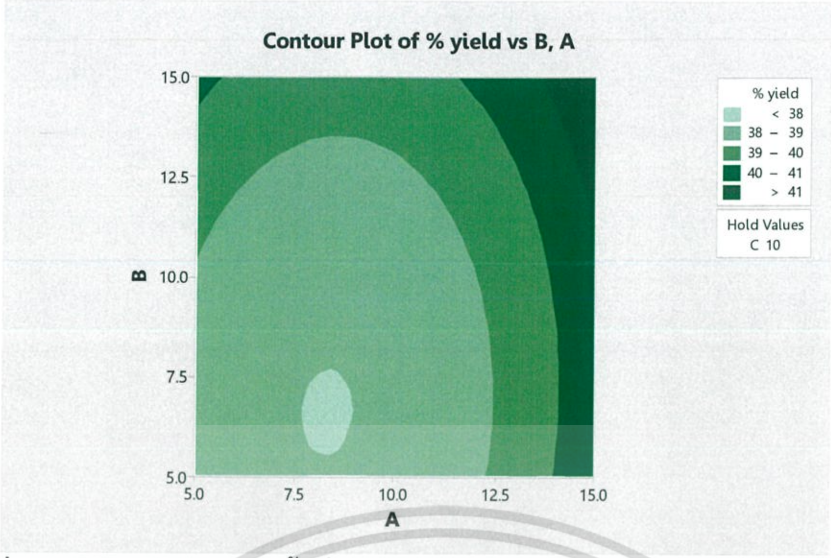
4.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิต

จากภาพที่ 4.2 แผนภูมิพาเรโตแสดงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเส้นใยอาหารในการทดลอง และปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ คือ ผลกระทบของกรด (A) มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่สุด และผลกระทบของเบส (B) ผลกระทบระหว่างกรดและกรด (AA) ผลกระทบระหว่างเวลาและเวลา (CC) มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

4.2.4 ความสัมพันธ์พื้นที่ผิวตอบสนองที่มีผลต่อร้อยละการเกิดผลผลิตเส้นใยอาหาร

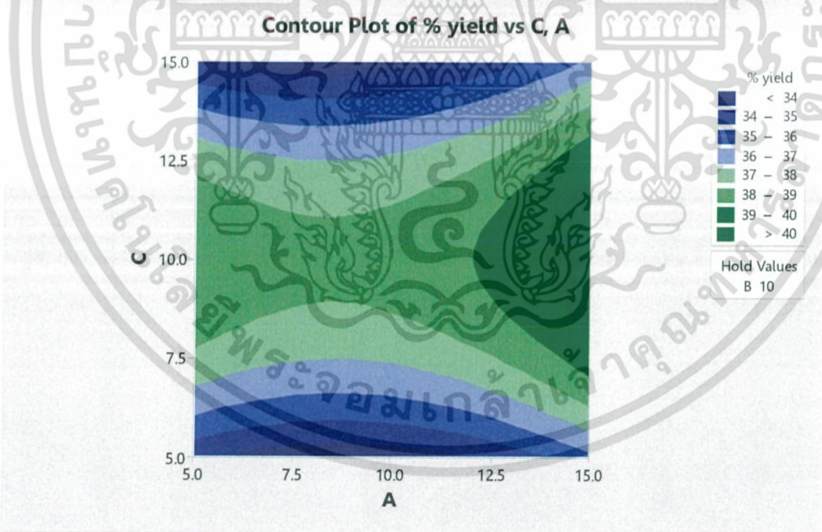
จากภาพที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์พื้นที่ผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส พบว่า อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารสูงสุด อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดอยู่ในช่วง 1:13 – 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร และอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสอยู่ในช่วง 1:11 – 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ได้ผลผลิตเส้นใยอาหารสูงมากกว่า 41 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์พื้นที่ผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส

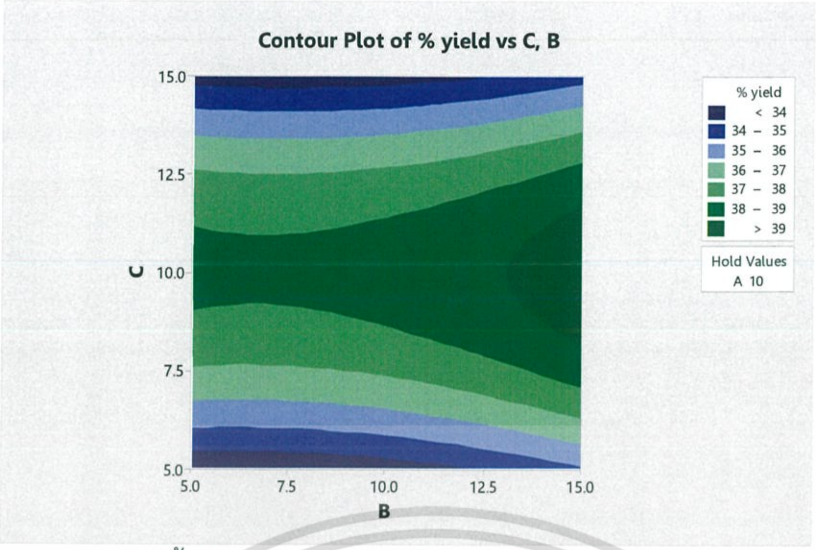
ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและเวลาที่ใช้ autoclave พบว่า อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดช่วง 1:13 – 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร และเวลาที่ใช้ autoclave ช่วง 8 – 11 นาที ทำให้เกิดผลผลิตร้อยละเส้นใยอาหารสูงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรดและเวลาที่ใช้ autoclave

ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสและเวลาที่ใช้ autoclave พบว่า อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสช่วง 1:13 – 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร และเวลาที่ใช้ autoclave ช่วง 8 – 11 นาที ทำให้ได้ผลผลิตเส้นใยอาหารสูงมากกว่า 39 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



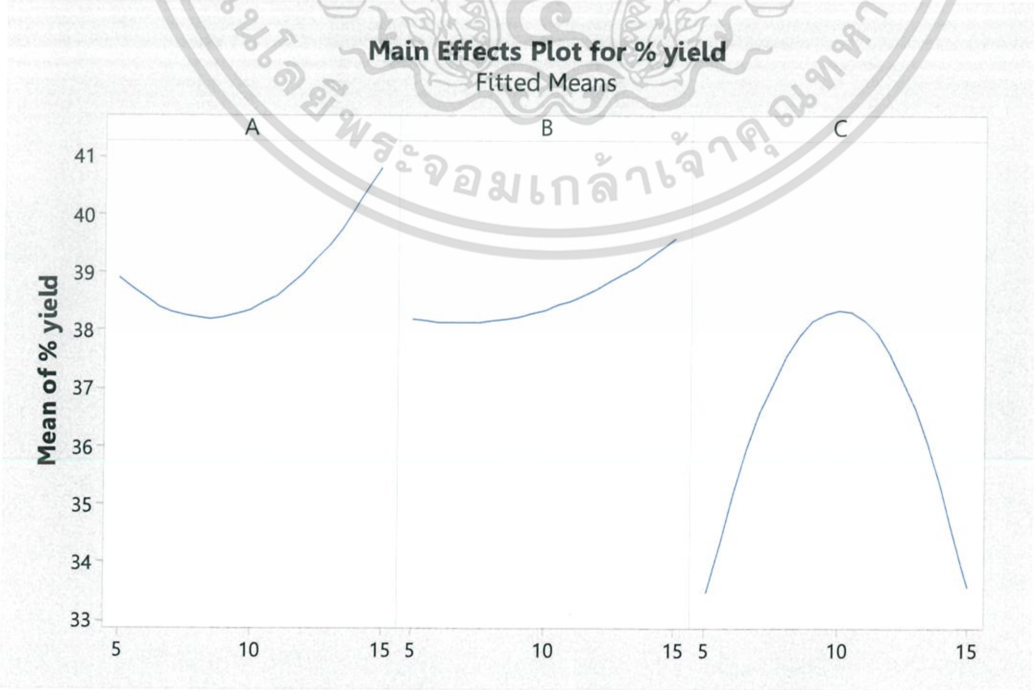
ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์พื้นผิวตอบสนองอัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบสและเวลาที่ใช้ autoclave

4.2.5 ผลของปัจจัยหลักที่มีต่อผลผลิต

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.3 พบว่า อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร จะทำให้สกัดเส้นใยอาหารออกมาได้ปริมาณมากที่สุด เทียบกับ 1:5 และ 1:10 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่ได้ปริมาณที่น้อยกว่าเนื่องจากในเปลือกทุเรียนมีแป้งเป็นองค์ประกอบจำนวนมากจึงต้องใช้กรดในปริมาณมาก

เมื่อใช้เบสในอัตราส่วน 1:5 และ 1:10 กรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณการเกิดเส้นใยอาหารในการสกัดที่ได้จะต่ำกว่า การใช้อัตราส่วน 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของเบสที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อปริมาณการเกิดเส้นใยอาหาร

จากการทดลองเมื่อใช้เวลาน้อยเกินไปหรือมากเกินไปจะทำให้ปริมาณผลผลิตของเส้นใยอาหารที่ได้ต่ำ ดังนั้นเวลาในการ autoclave ที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดคือ 10 นาที

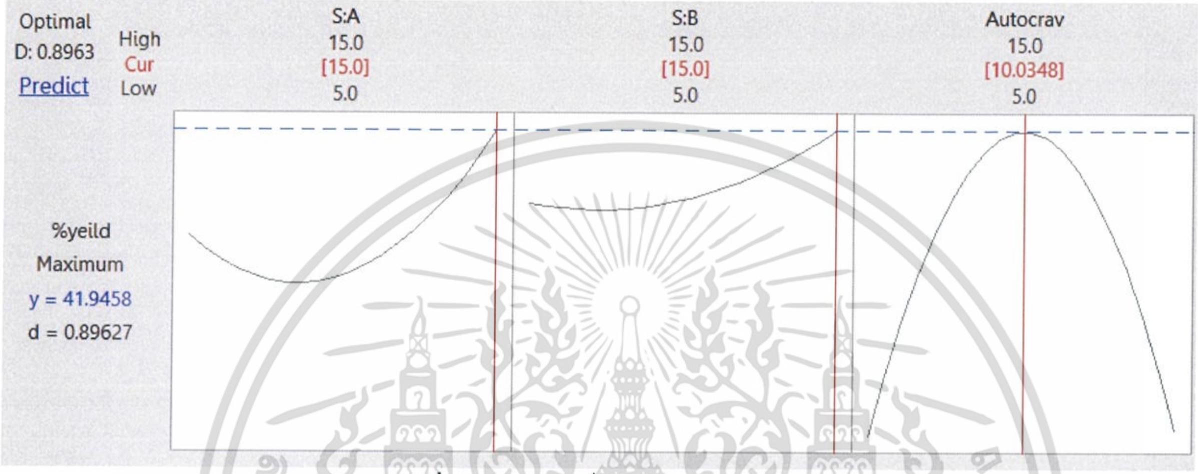


ภาพที่ 4.6 ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเกิดผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการไฮโดรไลซิสและไฮโดรเทอร์มอล คือ ใช้ตัวอย่างผงเปลือกทุเรียน 1 กรัม ต่อกรด 15 มิลลิลิตร pH 1.5-2.0 จากนั้นนำมาปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 7.0-7.2 ทำการไฮโดรไลซิสด้วยการเข้าเครื่อง centrifuge กรอง เติมเบส 15 มิลลิลิตร pH 10-11 นำมาปรับ pH แล้วทำการไฮโดรไลซิสอีกครั้ง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลด้วย autoclave เป็นเวลา 10 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ จะได้ผลผลิตการเกิดเส้นใยอาหารเท่ากับ 41.95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.7 สภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

4.2.7 การยืนยันสภาวะที่เหมาะสม

นำผงเปลือกทุเรียนมาสกัดตามสภาวะเหมาะสมพบว่า ทั้ง 5 การทดลอง ผลของร้อยละการเกิดเส้นใยอาหารเท่ากับ 41 % (±2) ซึ่งตรงตามผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab 18 ได้ค่าดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการยืนยันผลผลิตเส้นใยอาหาร

% yield
40.93
41.90
41.20
42.45
41.50

4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของเส้นใยอาหาร

4.3.1 สี

การวัดสีด้วยเครื่อง Konaica Minolta CR400 จะแสดงผลของค่า L*, a* และ b* โดย L* บอกถึงความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 - 100 ยิ่งค่ามากแสดงว่ามีความสว่างมาก a* แสดงค่าสีจากสีเขียว (-a*) ไปจนถึงสีแดง (+a*) และค่า b* แสดงค่าสีเหลือง (-b*) ไปจนถึงสีน้ำเงิน (+b*) จากการทดลองได้ค่าตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 พบว่า สีของเส้นใยอาหารที่ได้จากผงเปลือกทุเรียนมีสีเข้มขึ้นเมื่อเทียบกับผงเปลือกทุเรียนก่อนการสกัด เนื่องจากการใส่เบสมีการสกัดลิกนินออกมาทำให้ผงเปลือกทุเรียนมีสีเข้มขึ้น

ตารางที่ 4.5 ค่าสีของเส้นใยอาหาร

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
เส้นใยอาหาร	50.70	10.39	15.51

4.3.2 ปริมาณน้ำอิสระ

Water activity เป็นค่าปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ แต่ไม่สามารถเกิดพันธะใดและจะอยู่ภายในช่องว่างของอาหาร ซึ่งต่างจากปริมาณความชื้นที่เป็นน้ำภายในอาหารทั้งหมด จากการทดลองนำเส้นใยอาหารจากผงเปลือกทุเรียนมาวิเคราะห์ได้ค่า Aw เท่ากับ 0.5285 และ 0.4980

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผงเปลือกทุเรียนพบว่า ภายในเปลือกทุเรียนมีกากใยอาหารเป็นส่วนประกอบมากที่สุดถึง 49.59 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.33 เปอร์เซ็นต์ 4.68 เปอร์เซ็นต์ 0.55 เปอร์เซ็นต์ และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำผงเปลือกทุเรียนมาศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเส้นใยอาหารโดยการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดผลผลิตเส้นใยอาหาร 3 ปัจจัยได้แก่ อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อกรด อัตราส่วนผงเปลือกทุเรียนต่อเบส และเวลาที่ใช้ autoclave จากการออกแบบการทดลองทำให้ได้กรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดมากที่สุดคือ นำผงเปลือกทุเรียนมากำจัดแป้งด้วย HCl 2 โมล ในอัตราส่วน 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร กำจัดโปรตีนด้วย KOH 2 โมล อัตราส่วน 1:15 กรัมต่อมิลลิลิตร และเวลาที่ใช้ในกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลด้วย autoclave เท่ากับ 10 นาที ที่ความดัน 15 ปอนด์ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสมทำให้ได้ปริมาณเส้นใยอาหารเฉลี่ยอยู่ที่ 41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่ามีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 50.70 10.39 และ 15.51 ตามลำดับ และมีปริมาณค่าน้ำอิสระ (Aw) เท่ากับ 0.5285 และ 0.4980

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปริมาณกรดและเบสที่ใช้มีผลต่อผลผลิตเส้นใยอาหารที่สกัด เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตออกมามาก

5.2.2 การปรับ pH ในแต่ละขั้นควรปรับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

5.2.3 เวลาในการไฮโดรเทอร์มอลที่ 10 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด

5.5.4 ความดันในการไฮโดรเทอร์มอลเท่ากับ 15 ปอนด์ เนื่องจากเป็นความดันที่ใช้ในเครื่อง autoclave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนกกานต์ วีระกุล. 2558. การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้าโดยใช้เอนไซม์และการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiscience.info/journals/Article/SDUJ/10981846.pdf. 20 พฤษภาคม 2562

ธารดาว ทองแก้ว. 2544. กินเส้นใยอาหารอย่างไรให้พอดีทั้งชนิดและปริมาณ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doctor.or.th/article/detail/3319. 15 พฤษภาคม 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2546. Hydrolysis. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0373/hydrolysis-. 2 พฤษภาคม 2562.

เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์. 2561. เปลือกทุเรียนมีค่าอย่าทิ้งเปลี่ยนโฉมใหม่เป็นพลาสติกชีวภาพสร้างรายได้มหาศาล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.prachachat.net/general/news-168522. 20 พฤษภาคม 2562.

สุคนธ์ กาละสังข์. 2558. ศึกษาการเตรียมและการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของโครงสร้างแท่งนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล สำหรับการประยุกต์ใช้ ในพื้นผิวขยายสัญญาณการกระเจิงแบบรามาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5509033543_3643_2933.pdf. 18 พฤษภาคม 2562.

Gu, Z. et al, (2017). Characterisation of physicochemical and functional properties of soluble dietary fibre from potato pulp obtained by enzyme-assisted extraction. International Journal of Biological Macromolecules 101. 1004-1011

Journal of Power Sources, 2018. Hydrothermal Method. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/hydrothermal-method

J.Yang, V. et al, (2014). Novel Development and characterization of dietary fibre from yellow soybean hulls. Food Chemistry 161. 367-375.

Kongtogiorgos, V. et al, (2018). Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. Food Hydrocolloids 81. 398 – 408.

W.Winotapun, (2014). Appllcations of Free Enzyme and Immobilized Enzyme for Extraction of Natural Componds from Plants. [Online]. Available: https://tci-thaijo.org/index.php/TBPS/article/view/32444/27684. 23 November 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณ

ก.1 ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W-W1) - (W-W2)}{(W-W1)} \times 100$$

W = น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม

W1 = น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมกับตัวอย่าง

W2 = น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมกับตัวอย่างหลังอบ

ก.2 เถ้า

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{W2-W}{W1-W} \times 100$$

W = น้ำหนักของ crucible

W1 = น้ำหนักของ crucible กับน้ำหนักตัวอย่าง

W2 = น้ำหนักของ crucible กับน้ำหนักเถ้าหลังเผา

ก.3 โปรตีน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในอาหาร} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 100}{W \times 1000}$$

A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เมื่อได้เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนในอาหารแล้วสามารถนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนได้จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$

ก.4 ไขมัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{W2 - W1}{W} \times 100$$

W = น้ำหนักตัวอย่าง

W1 = น้ำหนักของบีกเกอร์ไขมันก่อนสกัด

W2 = น้ำหนักของบีกเกอร์ไขมันหลังสกัด

ก.5 กากใย

$$\text{เปอร์เซ็นต์กากใย} = \frac{(W2 - W3)}{W1} \times 100$$

W1 = น้ำหนักตัวอย่าง

W2 = น้ำหนัก crucible รวมกับน้ำหนักตัวอย่างหลังการอบ

W3 = น้ำหนัก crucible รวมกับน้ำหนักตัวอย่างหลังการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
อุปกรณ์วัดและเครื่องวิเคราะห์

ข.1 เครื่องวัดสี

ภาพที่ ข.1 Konica Minolta

ข.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

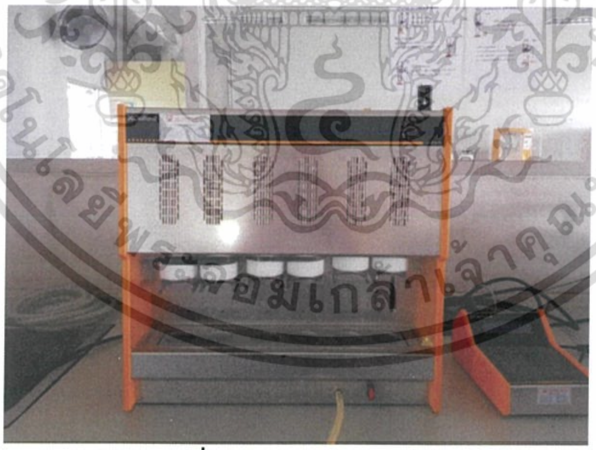
ภาพที่ ข.2 Water activity meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 ชุดวิเคราะห์โปรตีน

ภาพที่ ข.3 ชุดวิเคราะห์โปรตีน

ข.4 ชุดสกัดซอกซ์เล็ต



ภาพที่ ข.4 ชุดสกัดซอกซ์เล็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ปิยวรรณ ใจเบิกบาน
วัน เดือน ปีเกิด 13 พฤศจิกายน 2539
ประวัติการศึกษา จบมัธยมศึกษาต้นจาก โรงเรียนมาเรียลัย
จบมัธยมศึกษาปลายจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สุวินทวงศ์
กำลังศึกษาระดับปริญญาตรีที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน นักศึกษาฝึกงาน แผนกประกันคุณภาพการผลิต บริษัท ไมเนอร์ แดรี่ จำกัด
และผลงานวิจัย -
รางวัลที่เคยได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้