การสกัดโปรตีนจากรำข้าวและศึกษาคุณสมบัติ

RICE BRAN PROTEIN EXTRACTION AND PROPERTIES

ฉัตรเทพ แซ่ลิ้ม

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การสกัดโปรตีนจากรำข้าวและศึกษาคุณสมบัติ

RICE BRAN PROTEIN EXTRACTION AND PROPERTIES

จัดทำโดย

ฉัตรเทพ แซ่ลิ้ม รหัสนักศึกษา 58080157

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ประมวล ศรีกาหลง ..... 23 / พ.ค. / 2562

ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การสกัดโปรตีนจากรำข้าวและศึกษาคุณสมบัติ
ชื่อนักศึกษา	ฉัตรเทพ แซ่ลิ้ม รหัสนักศึกษา 58080157
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง

บทคัดย่อ

ข้าว เป็นอาหารจานหลักที่ประชากรไทยส่วนใหญ่รับประทาน ในข้าวมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักให้พลังงานที่ดีแก่ร่างกายและ สมองและ ข้าวยังถือว่าเป็นอาหารหลักประจำชาติไทยเลยก็ว่าได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกข้าวเองเป็นจำนวนมากจึงมีผลผลิตมากต่อปีและเมื่อข้าวมีผลผลิตมากจึงทำให้ผลพลอยได้ที่ได้จากการสีข้าวมากตามไปด้วย ผลพลอยได้ส่วนใหญ่ที่ได้จากการสีข้าว คือ รำข้าว

รำข้าว คือ ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวและถูกขัดสีออกในการขัดสีให้ได้ข้าวสาร รำข้าวถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมมากมาย เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันรำข้าว อุตสาหกรรมอาหารเสริม นั่นเป็นเพราะในรำข้าวมีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีที่สำคัญ ในรำข้าวจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก (ร้อยละ 25-43) รองลงมาคือ ไขมัน (ร้อยละ 13-20) โปรตีน (ร้อยละ 13-18) เถ้า (ร้อยละ 12) และ กากใย (ร้อยละ 8-14) และเมื่อสกัดไขมันออกแล้วยังคงมีองค์ประกอบหลักที่มีอยู่มากคือ โปรตีน (ร้อยละ 13-18)

การตกตะกอนโปรตีน ค่าพีเอชของโปรตีนที่พบในธรรมชาติมีประจุรวมเป็นลบ ซึ่งประจุที่เหมือนกันจะเกิดแรงจะผลักกัน โปรตีนที่แขวนลอยในน้ำได้จะเป็นไฮโดรคอลลอยด์ การปรับค่าพีเอชของโปรตีนด้วยกรดจะทำให้ค่าพีเอชลดลงจนมีค่าพีเอชเท่ากับจุดบวกและจุดลบที่มีอยู่เท่าๆกัน ณ จุดนี้จะเกิดแรงดูดเข้าหากันมีผลให้โปรตีนเกิดการตกตะกอนและ จากที่ทำการวิจัยพบว่าที่พีเอช 12 (ร้อยละ 13.29) มีการตกตะกอนโปรตีนมากที่สุดเมื่อเทียบกับพีเอช 10 และ 11

คำสำคัญ: รำข้าว โปรตีน การตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem	Rice bran protein extraction and properties
Student name	CHATTHEP SAE-LIM ID 58080157
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2019
Advisor	Assist.Prof.Dr. Pramoun Srikalhong

ABSTRACT

Rice is the main food of Thai people eat. Carbohydrates are the main component, providing good energy for the body and brain and rice is still considered to be the main food of Thailand. Thailand is a country that has grown a lot of rice itself, so it has a lot of production per year, and when rice is very productive, it makes the by-products obtained from rice milling much as well. Most of the by-products from rice milling are rice bran.

Rice bran is the seed coat of the rice and Being scrubbed for polishing. Rice bran is used in many industries such as Rice bran oil industry, Food supplement industry. Because rice bran has important chemical elements In rice bran, carbohydrates are the main component (25-43%), Fats (13-20%), protein (13-18%), ash (12%) and fiber (8-14%) and when extracting fat, there are still many major components that are proteins (13-18%). Protein precipitation, PH values of proteins found in general have a negative charge Which the same charge will cause force to be pushed together proteins suspendible in water are hydrocolloids. Adjusting the pH value of the protein with acid will decrease the pH value until the pH value is equal to the same positive and negative points. At this point, Pulling force together, resulting in precipitation proteins and from the research found that pH 12 (13.29 %) has the highest protein precipitation compared to pH 10 and 11.

Keyword: Rice bran, Protein, Precipitation

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการสกัดโปรตีนจากรำข้าวและ ศึกษาคุณสมบัติ สามารถประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และ การสนับสนุนจาก อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง อาจารย์ประจำสาขา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะ อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ทุกแขนงแก่ ผู้จัดทำ โดยให้คำปรึกษาข้อชี้แนะและ คอยให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ ที่ประโยชน์ในการศึกษาปัญหาพิเศษเล่มนี้ ตลอดทั้งให้ความเมตตาและ เสียสละเวลาให้แก่ผู้จัดทำมาโดยตลอดจนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆนิสิตที่ช่วยเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนเรื่องต่างๆ รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณและระลึกอยู่เสมอว่า ไม่มีความสำเร็จใดๆในชีวิตของผู้จัดทำ หากปราศจากความรัก ความเข้าใจและกำลังใจจากผู้มีพระคุณที่คอยให้การสนับสนุนการศึกษาของผู้จัดทำมาโดยตลอด ขอขอบคุณ บิดา มารดา และ สถาบันการศึกษาอันทรงเกียรติที่มอบโอกาสการศึกษาหาความรู้แก่ผู้จัดทำ

ผู้จัดทำหวังว่าปัญหาพิเศษเล่มนี้คงมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ที่สนใจเรื่อง การสกัดโปรตีนจากรำข้าวและศึกษาคุณสมบัติ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยและน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ฉัตรเทพ แซ่ลิ้ม

29 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญ (ต่อ)	V - VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 รำข้าว	4
2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว	4
2.1.2 มูลค่ารำข้าวและการใช้ประโยชน์	6
2.1.3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย	6
2.1.3.1 การเลือกตัวทำละลายที่นำมาใช้ในการสกัดมีหลักทั่วไป	7
2.2 การตกตะกอนโปรตีน	7
2.3 การสกัดด้วยด่าง	8
2.4 kjeldahl method	9
2.4.1 หลักการ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 การวิเคราะห์หาโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก 10

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น 11

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 12

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 12

3.2 อุปกรณ์ 13

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 14

3.3.1 การเตรียมรำข้าว 14

3.3.2 การสกัดโปรตีนด้วยด่าง 15

3.3.3 การทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน 16

3.3.4 การวิเคราะห์หาค่าทางเคมี (โปรตีน) 16

3.3.4.1 การย่อย 16

3.3.4.2 การกลั่น 17

3.3.4.3 การไตเตรท 18

3.3.4.4 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง 18

3.3.4.5 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง 18

3.3.5 การทดสอบการละลายของผลิตภัณฑ์ 19

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 20

4.1 การทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน 20

4.2 วิเคราะห์ค่าทางเคมี (โปรตีน) 22

4.3 การทดสอบการละลายของผลิตภัณฑ์ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	27
5.1 สรุปผลการทดลอง	27
5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	34
ประวัติผู้เขียน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) 4

2.2 ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นในตัวอย่างโปรตีนอาหาร 5

4.1 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของการทดลองการอบแบบตู้อบลมร้อน 21

4.2 ตารางแสดงผลค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของโปรตีนสกัดจากรำข้าวหลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 23

4.3 ตารางแสดงผลการทดสอบการละลายของโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอชต่างๆ (วินาที) 25

ข.1 แสดงค่าความชื้นของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (pH 12) ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 34

ข.2 แสดงค่าความชื้นของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (pH 12) ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 34

ข.3 ตารางแสดงค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอชต่างๆ 34

ข.4 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 50 มิลลิลิตร (วินาที) 35

ข.5 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 40 มิลลิลิตร (วินาที) 35

ข.6 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 30 มิลลิลิตร (วินาที) 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
2.1	โครงสร้างของกรดอะมิโน	9
2.2	เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน	10
3.1	เตรียมรำข้าว 500 กรัม	14
3.2	นำรำข้าวเข้าเครื่อง Lab stirrer	14
3.3	รำข้าวในตู้ดูดควัน	15
3.4	เครื่องย่อยโปรตีน	16
3.5	ทำการกลั่น	17
3.6	สารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วก่อนและหลังไตเตรท	18
4.1	โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอช 12 อบที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน	20
4.2	แผนภูมิแท่งแสดงค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิที่ต่างกัน	21
4.3	โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ผ่านการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	22
4.4	แผนภูมิแสดงผลเปอร์เซ็นต์โปรตีนของโปรตีนสกัดจากรำข้าวแต่ละพีเอช	24
4.5	แผนภูมิแท่งแสดงผลการทดทสอบการละลายผงโปรตีนที่สกัดจากรำข้าวที่ช่วงพีเอชและปริมาณน้ำระดับต่างๆและอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ประชากรในประเทศไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักและเป็นประเทศที่ปลูกข้าวเองมีผลผลิตต่อปีเป็นจำนวนมากจึงทำให้มีผลพลอยได้มากตามไปด้วย ผลพลอยได้ส่วนใหญ่ที่ได้จากการสีข้าว ก็คือ รำข้าว

รำข้าว คือ ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวและถูกขัดสีออกในการขัดสีให้ได้ข้าวสาร รำข้าวถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมมากมาย เช่น อุตสาหกรรมน้ำมันรำข้าว อุตสาหกรรมอาหารเสริม นั่นเป็นเพราะในรำข้าวมีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีที่สำคัญ ในรำข้าวจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก (ร้อยละ 25-43) รองลงมาคือ ไขมัน (ร้อยละ 13-20) โปรตีน (ร้อยละ 13-18) เถ้า (ร้อยละ 12) และกากใย (ร้อยละ 8-14) และเมื่อสกัดไขมันออกแล้วยังคงมีองค์ประกอบหลักที่มีอยู่มากคือ โปรตีน (ร้อยละ 13-18). รำข้าวที่ผ่านการสกัดไขมันออกไปแล้วยังสามารถเพิ่มมูลค่าแก่ รำข้าว ได้อีก เช่น การสกัดโปรตีนรำข้าวจากรำข้าวที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วในอุตสาหกรรม

โปรตีนรำข้าวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตอาหารเชิงหน้าที่ หรืออาหารที่เป็นยา ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นเหนือธัญพืชอื่นๆ คือไม่ทำให้เกิดการแพ้ มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการลดโคเลสเตอรอล ช่วยปรับระดับกลูโคสในคนที่เป็นโรคเบาหวาน ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ รวมทั้งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ การต่อต้านมะเร็ง ดังนั้นหากสามารถสกัดโปรตีนรำข้าวออกมาได้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหารเสริมสุขภาพ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการ คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และฤทธิ์ทางชีวภาพที่โดดเด่นของโปรตีนรำข้าวทำให้ผู้จัดทำสนใจ ค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและวิจัยเพื่อศึกษาการใช้กากรำข้าวที่เหลือหลังจากสกัดน้ำมันออกไปแล้วมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตโปรตีนที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่และฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยคำนึงถึงการรักษาสาระสำคัญที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาสภาวะการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อนที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

1.2.2 ศึกษาสภาวะความเป็นด่างที่ดีที่สุดในการสกัดโปรตีนจากรำข้าว

1.2.3 วิเคราะห์ค่าทางเคมี (โปรตีน)

1.2.4 ทดสอบการละลายของสารสกัดโปรตีนจากรำข้าว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพิ่มมูลค่าแก่รำข้าวที่เป็นของทิ้งจากการสกัดน้ำมันออกจากรำข้าว

1.3.2 ผลที่ได้จากการทดลองอาจนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เพราะโปรตีนจากรำข้าวไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้

1.3.3 ได้ทราบถึงสภาวะด่างที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนให้ออกมามากที่สุด

1.3.4 ได้ทราบถึงคุณสมบัติในการละลายของผงโปรตีนรำข้าว เป็นแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป

1.3.5 ได้ทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดความชื้นโดยใช้ตู้อบลมร้อนกับตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รำข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญของคนไทย คนเอเชีย รวมไปถึงประชากรอีกหลายชนชาติบนโลกใบนี้ จากพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวของโลกในปี 2554 ซึ่งมีประมาณ 981.32 ล้านไร่ มีปริมาณผลผลิตโดยรวม 453.22 ล้านตันข้าวสาร ในจำนวนผลผลิตข้าวดังกล่าว จีนเป็นประเทศผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ของโลก (137.00 ล้านตันข้าวสาร) รองลงมาได้แก่ อินเดีย และอินโดนีเซีย มีปริมาณผลผลิต 95.98 และ 35.50 ล้านตันข้าวสาร ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวลำดับที่ 6 ของโลกรองจากจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม โดยมีผลผลิตข้าว 20.26 ล้านตันข้าวสาร (USDA,2012) อย่างไรก็ตามข้าวจัดเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่ครองสถิติอันดับหนึ่งของประเทศไทยในด้านปริมาณการผลิตหลายทศวรรษติดต่อกันโดยการส่งออกข้าวของไทยตลอด 10 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 6.37 ล้านตันข้าวสาร ในปี พ.ศ. 2541 เป็น 10.01 ล้านตันข้าวสาร ในปี พ.ศ. 2551 สำหรับปริมาณการส่งออกข้าวในปี 2554 ประเทศไทยมียอดการส่งออกข้าวมากถึง 10.50 ล้านตันข้าวสาร (กิตติมา ไตรรัตนศิริชัย และ สาโรจน์ รอดคืน,2555)

ในกระบวนการสีข้าวนอกจากจะได้เมล็ดข้าวเป็นผลผลิตหลักกว่าร้อยละ 69.5 แล้วยังมีผลิตผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการได้แก่ รำข้าว อีกประมาณร้อยละ 10.5 ของข้าวทั้งเมล็ด (ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2555) จากข้อมูลส่วนประกอบดังกล่าว หากเราคิดเทียบปริมาณรำข้าวที่เกิดขึ้นจากปริมาณผลผลิตข้าวที่ประเทศไทยผลิตได้ในปี 2554 จะมีปริมาณสูงถึง 3.06 ล้านตัน และเมื่อนำแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่า รำข้าวให้ปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ในเมล็ดข้าว โดยมีโปรตีนสูงถึง 11.3-14.9 (g Nx5.95) ในขณะที่ในข้าวสารมีโปรตีนอยู่ที่ 6.3-7.1 (g Nx5.95) และปริมาณโปรตีนต่ำสุดในเปลือกข้าว 2.0-2.8 (g Nx5.95) (Shih, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว

รำข้าวมีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีที่สำคัญดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยพบว่าในรำข้าวไขมันเต็มจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก (ร้อยละ 25-43) รองลงมาคือ ไขมัน (ร้อยละ 13-20) โปรตีน (ร้อยละ 12-14) เถ้า (ร้อยละ 12) และกากใย (ร้อยละ 8-14) และเมื่อสกัดไขมันออกแล้วองค์ประกอบหลักซึ่งมีมากเป็นอันดับที่ 2 ในรำข้าวสกัดไขมันรองจากคาร์โบไฮเดรตคือ โปรตีน (ร้อยละ 13-18) จากองค์ประกอบดังกล่าวทำให้รำข้าวมักจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดเป็นน้ำมันรำข้าว หรือถูกนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ และในบางครั้งก็มีการผลิตโปรตีนเข้มข้นจากกากรำข้าวที่เหลือจากการสกัดน้ำมันได้อีกด้วย

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)

ชนิดของรำข้าว	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	กากใย	คาร์โบไฮเดรต
ไขมันเต็ม[a]	12	13.7	12.1	14.4	25.4
ไขมันเต็ม[b]	14.1	20.9	12.8	8.4	43.5
สกัดน้ำมันออก[a]	18.3	5.4	11.2	8.6	31.6
สกัดน้ำมันออก[b]	18.2	1.6	15.3	10.5	54.3

ที่มา: [a] Connor (1976) และ [b] Prakash (1991)

จากรายงานวิจัยซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนในรำข้าวนั้นมีค่าอยู่ประมาณร้อยละ 10-16 (Juliano, 1985 และ Saunders, 1990) ซึ่งถือว่ามากเป็นอันดับ 2 รองจากไขมันนั้น สามารถจำแนกโปรตีนออกได้เป็น 4 ประเภทตามคุณสมบัติในการละลาย ได้แก่ อัลบูมิน (ร้อยละ 37) โกลบูลิน (ร้อยละ 31) โพรลามีน (ร้อยละ 2) และ กลูเตลิน (ร้อยละ 27) (Fabian และJu, 2011) อย่างไรก็ตามชนิดและปริมาณของโปรตีนที่แสดงข้างต้นเป็นเพียงองค์ประกอบซึ่งมาจากตัวอย่างรำข้าวญี่ปุ่นเท่านั้น หากพิจารณาจากรำข้าวชนิดอื่นๆ ก็จะได้สัดส่วนของโปรตีนแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป เช่น จากการศึกษาปริมาณโปรตีนจากรำข้าว 6 สายพันธุ์ของ Hamada (1997) พบว่ามีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยแต่ละชนิดดังนี้ อัลบูมิน (ร้อยละ 34) โกลบูลิน (ร้อยละ 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพรลามีน (ร้อยละ 6) และ กลูเตลิน (ร้อยละ 11) เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์ลึกลงไปถึงองค์ประกอบของกรดอะมิโน พบว่าโปรตีนรำข้าวจะประกอบไปด้วยกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential amino acids) ในปริมาณที่สามารถเทียบเคียงได้กับโปรตีนเข้มข้นจากถั่วเหลืองและเคซีนในนม (ตารางที่ 2.2) โดยพบว่าโปรตีนจากรำข้าวให้กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายบางตัว (ฮิสทีดีน ทรีโอนีน วาลีน) ดีกว่าโปรตีนเข้มข้นจากถั่วเหลือง ในขณะที่กรดอะมิโนบางตัวมีปริมาณเทียบเคียงได้กับเคซีนในนม (ฮิสทีดีน ทรีโอนีน ทริปโตแฟน วาลีน) รำข้าวนอกจากประกอบไปด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นแล้ว ยังอุดมไปด้วยวิตามินซึ่งได้แก่ วิตามินอี ไทอามีน ไนอาซิน รวมไปถึงเกลือแร่ เช่น อะลูมิเนียม แคลเซียม คลอรีน เหล็ก แมงกานีส แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และสังกะสี อีกด้วย (Sunders, 1990) Ryan (2011) ได้รายงานเพิ่มเติมไว้ด้วยว่ารำข้าวยังประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์สำคัญในปริมาณสูง เช่น Ferulic acid g-oryzanol Inositol hexaphosphate Campesterol b-sitosterol Linoleic acid a-tocopherol Tocotrienol Salicylic acid Caffeic acid Coumaric acid และ Tricin เป็นต้น โดยสารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างยิ่งในกิจกรรมด้านการป้องกันโรคร้ายต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจและโรคมะเร็ง

ตารางที่ 2.2 ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นในตัวอย่างโปรตีนอาหาร

กรดอะมิโน	กรัมของกรดอะมิโน/กรัมโปรตีน		
	โปรตีนรำข้าว	โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น	เคซีน
ไลซีน	5.1	6.1	8.5
ฮิสทีดีน	3	2.5	3.2
ไอโซลิวซีน	3.8	4.7	5.4
ลิวซีน	7.6	7.9	9.5
ทรีโอนีน	4.1	3.7	4.2
ทริปโตแฟน	1	1.2	1.4
วาลีน	6.2	4.8	6.3

ที่มา: Fabian และJu (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 มูลค่ารำข้าวและการใช้ประโยชน์

โดยทั่วไปราคาของรำข้าวจะอยู่ที่ประมาณกิโลกรัมละ 4-5 บาท ในขณะที่ราคาของน้ำมันรำข้าวมีค่าอยู่ที่ลิตรละ 90-100 บาท และหากผู้ผลิตสามารถนำรำข้าวมาผลิตเป็นโปรตีนรำข้าวได้ก็จะสามารถสร้างมูลค่าให้กับรำข้าวสูงถึงกว่ากิโลกรัมละ 1,700 บาทเลยทีเดียว ซึ่งถือเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าวได้เป็นอย่างดี โปรตีนจากรำข้าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้หลายชนิด เช่น ขนมปัง (Jiamyangyuen และคณะ, 2005) อาหารทารกหรืออาหารเด็กเล็ก เนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นที่เด็กต้องการและไม่ทำให้เกิดอาการแพ้ (Shih, 2003) อาหารเช้าธัญพืช อาหารเสริมโปรตีน เครื่องดื่ม และใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เนื้อและไส้กรอก (Prakash, 1996) อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็งได้อีกด้วย (Kawamura และ Muramoto, 1993) ด้วยคุณค่าที่หลากหลายของรำข้าวดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่สนใจของนักวิจัย โดยจะเห็นได้จากมีผลงานวิจัยเกี่ยวกับรำข้าวเกิดขึ้นมากมายหลายฉบับในแต่ละวัน ซึ่งส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าวซึ่งในอดีตเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาหารอันโอชะให้กับหมูหรือสัตว์เลี้ยงอื่นๆ แต่รำข้าวในวันนี้กำลังจะกลายเป็นส่วนประกอบอาหาร อาหารเสริม หรืออาหารสุขภาพที่มีมูลค่าสูงมาก และมีความสำคัญต่อมนุษย์โลกในยุคปัจจุบัน

2.1.3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

รำข้าวทั้งชนิดรำหยาบและรำละเอียดสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้หลากหลายชนิด เช่น น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันสำหรับบริโภคที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีคอเลสเตอรอลต่ำจัดเป็นน้ำมันบริโภคที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีกรดไขมันมันไม่อิ่มตัวจำนวนมากถึง 77% โดยในจำนวนนี้เป็นกรดไขมันที่จำเป็น 31.7% เป็นแหล่งที่ดีของวิตามินอีและยังมีสาร oryzanol มีสมบัติเป็นสารกันหืนและมีประโยชน์ในการช่วยเร่งการเจริญเติบโตรวมทั้งช่วยให้ระบบการหมุนเวียนของเลือดดีขึ้น น้ำมันรำข้าวเมื่อนำมาปรับปรุงคุณสมบัติด้วยกระบวนการเคมีฟิสิกส์สามารถผลิตเป็นกะทิแปลงไขมัน ผลิตสบู่และเนยขาวอเนกประสงค์ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว,2552)

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (sovent extraction) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ในอุตสาหกรรม เช่น การสกัดน้ำมันพืชเพื่อใช้ประกอบอาหาร โดยนำวัตถุดิบมาจากเมล็ดของพืชชนิดต่าง ๆ เช่น เมล็ดทานตะวัน ถั่วเหลือง ปาล์ม ถั่วลิสง ข้าวโพด เมล็ดบัว งา และ รำข้าว ในการสกัดน้ำมันพืชนิยมใช้เฮกเซนเป็นตัวทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลาย หลังการสกัดจะได้สารละลายที่มีน้ำมันพืชละลายอยู่ในเฮกเซน จากนั้นนำไปกรองเอากากเมล็ดพืชออก แล้วนำสารละลายไปกลั่นแยกลำดับส่วนเพื่อแยกเฮกเซนจะได้น้ำมันพืช ซึ่งต้องนำไป ฟอกสี ดูดกลิ่น และกำจัดสารอื่น ๆ ออกก่อน จึงจะได้น้ำมันพืชสำหรับใช้ปรุงอาหาร ทั้งนี้ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน เป็นการแยกสาร ที่ต้องการออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชหรือจากของผสมต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการ (ดนัย,2559)

2.1.3.1 การเลือกตัวทำละลายที่นำมาใช้ในการสกัดมีหลักทั่วไป ดังนี้

1. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
3. ถ้าต้องการแยกสี ตัวทำละลายจะต้องไม่มีสี ถ้าต้องการแยกกลิ่น ตัวทำละลายต้องไม่มีกลิ่น
4. ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ และแยกตัวออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย
5. ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกับสารที่นำมาสกัด
6. มีราคาถูก

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัด ได้แก่ น้ำ เบนซิน อีเทอร์ โทลูอีน และเฮกเซน สำหรับการสกัดน้ำมันพืชนิยมใช้เฮกเซน ในการสกัดน้ำมันพืชนั้น เมื่อใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันออกจากพืชแล้วต้องนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นเพื่อแยกเฮกเซนออกไปจากสารที่สกัดได้ การสกัดด้วยตัวทำละลาย อาจสกัดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าซอกซ์เลต เครื่องมือดังกล่าวนี้ใช้ตัวทำละลายปริมาณน้อย เพราะใช้วิธีการให้ตัวทำละลายหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลายๆ ครั้งต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งสกัดสารออกมาได้เพียงพอ (ดนัย,2559)

2.2 การตกตะกอนโปรตีน

การสูญเสียสภาพทางธรรมชาติด้วยการปรับพีเอช ค่าพีเอชของโปรตีนที่พบในธรรมชาติจะสูงกว่าจุดไอโซอิเล็กทริกซึ่งทำให้โปรตีนที่พบในธรรมชาติมีประจุรวมเป็นลบและเมื่อมีประจุที่เหมือนกันจะเกิดแรงผลักกันโปรตีนที่แขวนลอยในน้ำได้จะเป็นไฮโดรคอลลอยด์การปรับค่าพีเอชของโปรตีนด้วยกรดจะทำให้ค่าพีเอชลดลงจนมีค่าพีเอชเท่ากับจุดไอโซอิเล็กทริกจะทำให้ประจุรวมของโปรตีนเป็นศูนย์แรงผลักกันระหว่างประจุที่เหมือนกันจะลดลง ประจุบวกและลบที่มีอยู่เท่าๆกัน ณ จุดนี้จะดูดกันมีผลให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน ถึงแม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนบางชนิดจะยังละลายได้แต่ค่าพีเอชที่จุดนี้จะทำให้โปรตีนมีการละลายได้น้อยที่สุด ถ้าหากปรับค่าพีเอชของโปรตีนต่ำกว่าจุดไอโซอิเล็กทริกมากจะทำให้โปรตีนมีประจุรวมเป็นบวกถ้ามีประจุบวกมากแรงผลักกันระหว่างประจุก็จะมากขึ้น หากแรงผลักรุนแรงอาจทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนสายของพอลิเพปไทด์อาจเกิดการคลายตัว สูญเสียโครงสร้างตามธรรมชาติซึ่งจะมีผลคล้ายกับการสูญเสียสภาพธรรมชาติด้วยความร้อน (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา,2553-3561)

2.3 การสกัดด้วยด่าง

การสกัดโปรตีนจากร้าข้าวนิยมใช้กระบวนการสกัดที่สภาวะด่างและตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเลกตริกจะเห็นว่าวิธีการนี้สามารถตกตะกอนโปรตีนส่วนใหญ่ในสารละลายโปรตีนสกัด ที่สกัดที่สภาวะด่างในขณะที่วิธีการนี้ทำให้คาร์โบไฮเดรทที่อยู่ในสารละลายโปรตีนสกัดตกตะกอนด้วยบางส่วนและผสมในผงโปรตีนหลังทำแห้งดังนั้นปริมาณโปรตีนในผงโปรตีนมีประมาณร้อยละ 73 การตกตะกอนโปรตีนจากสารละลายโปรตีนสกัดด้วยเอนไซม์พบว่าโปรตีนตกตะกอนด้วยวิธีนี้น้อย (เพียงประมาณร้อยละ 27 ของโปรตีนที่สกัดได้) น้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรทที่ละลายในสารละลายโปรตีนสกัดไม่ตกตะกอนลงมาพร้อมโปรตีนเนื่องจากเอนไซม์ไฮโดรไลซ์คาร์โบไฮเดรทเป็นสายสั้น การตกตะกอนลงมาน้อยของโปรตีนทำให้ผลผลิตโปรตีนน้อยกว่าวิธีการสกัดด้วยด่างอย่างไรก็ตามความความบริสุทธิ์ของโปรตีนผงเพิ่มขึ้นเป็นประมาณร้อยละ 90 (ในกรณีที่ enzymatic hydrolysis time เป็น 6 ชั่วโมง) อาจเป็นเพราะคาร์โบไฮเดรตที่ตกตะกอนพร้อมโปรตีนมีน้อยเนื่องจากถูกไฮโดรไลซ์เป็นสายสั้นและไม่ตกตะกอนหรืออาจเป็นเพราะคาร์โบไฮเดรตที่จับกับโปรตีนถูกไฮโดรไลซ์เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก ผลผลิตโปรตีนที่ได้จากการสกัดโปรตีนโดยการใช้ด่างหลังท้าแห้งแล้ว คือ ร้อยละ 5.04 ± 0.038 ของน้าหนักกากร้าข้าว ในขณะที่ปริมาณโปรตีนในกากร้าข้าวคือร้อยละ 14.82 ± 0.20 แสดงว่าวิธีการสกัดด้วยด่างยังสกัดโปรตีนได้น้อยแต่ก็ได้ผลดีกว่าการสกัดด้วยเอนไซม์ (ทิพวรรณ,2559)

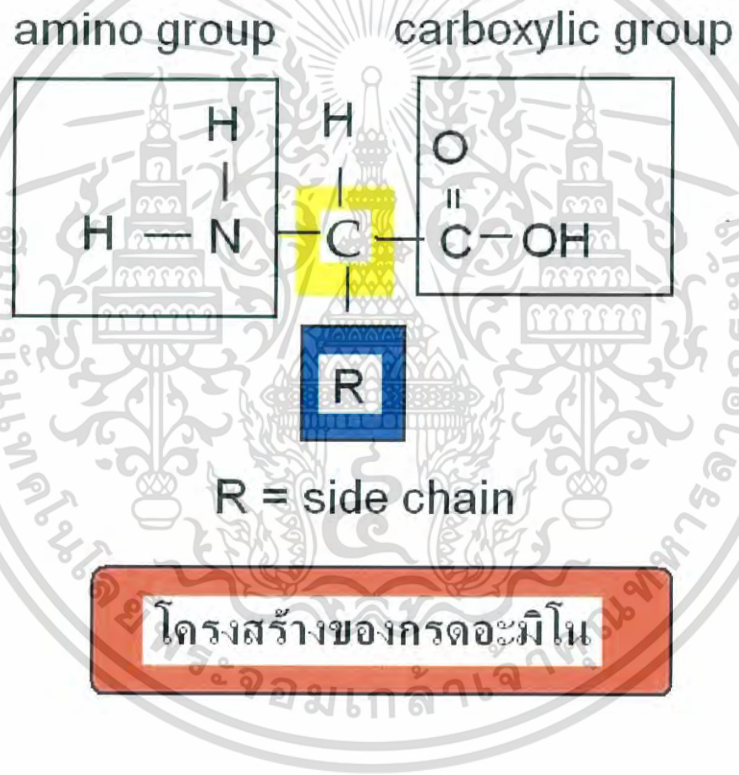
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Kjeldahl method

วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl method) เป็นการวิเคราะห์โปรตีนในอาหาร โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง วิธีนี้พัฒนาโดย Dane Johan Kjeldahl เป็นชาวเดนมาร์ก ในช่วงปี ค.ศ. 1800 เป็นวิธีที่ใช้วัดปริมาณโปรตีนอย่างแพร่หลาย ได้รับการยอมรับว่ามีความแม่นยำสามารถใช้ได้กับอาหารหลากหลายชนิด รวมทั้งอาหารสัตว์

2.4.1 หลักการ

Kjeldahl method การย่อยสลายโปรตีน ซึ่งประกอบด้วยกรดแอมิโน (amino acid) ที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบใน amino group การย่อยสลายโปรตีน จะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา และถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของกรดอะมิโน

(อ้างอิง : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2065/kjeldahl-method-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน

อ้างอิง : (http://www.foodnetworksolution.com และ http://www.sec.psu.ac.th/th/equipment)

2.4.2 การวิเคราะห์หาโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก

1. การย่อยตัวอย่าง (digestion) ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น ไนโตรเจนในตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงโดยมีสารเร่งปฏิกิริยา เช่น $CuSO_4$, Se, $HgSO_4$, HgO หรือ $FeSO_4$

2. การกลั่นแอมโมเนีย (distillation) โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ มาทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ได้จากการย่อยตัวอย่างแล้ว จะได้ก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจับก๊าซนี้ได้ด้วยสารละลายบอริก

3. การไทเทรตพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (titration) เป็นการนำสารละลายกรดบอริก ซึ่งจับก๊าซแอมโมเนียไว้ มาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก

4. การคำนวณ นำปริมาณสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค ที่ใช้ในการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน แล้วคูณกับ Kjeldahl factor ซึ่งค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนในโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 16 ได้เป็นค่าปริมาณโปรตีนหยาบ (crude protein)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ความชื้น (Moisture Content) หมายถึง ปริมาณสารที่ระเหยได้ทั้งหมด ซึ่งเรามักเข้าใจว่าคือน้ำ ส่วนจองแข็งที่เหลืออยู่เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total solid) น้ำที่มีอยู่ในอาหารมีอยู่3รูปได้แก่ Bound Water, Adsorbed Water และ Free Water การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารในการวิเคราะห์หาค่า Moisture Content น้ำที่สูญเสียไปจะเป็น Free Water ส่วน Bound Water และ Adsorbed Water จะเกาะติดกับโมเลกุลของอาหารซึ่งยากที่จะแยกออกจากอาหาร อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็ทำให้เรามีเครื่องมือในการวิเคราะห์ค่า Moisture Content ที่มีประสิทธิภาพสูงในการดึงน้ำออกจากโมเลกุลของอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยของน้ำในอาหารได้แก่ ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อน นอกจากนี้การเลือกสภาวะการระเหยน้ำควรคำนึงถึงการสลายตัว (Decomposition) ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดด้วย (กิตติมา,2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

รำละเอียด จาก โรงสีไฟ ศรีกรุงลาดกระบัง

น้ำกลั่น

3.1.2 สารเคมี

เฮกเซน

โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32%

โซเดียมไฮดรอกไซด์

ไฮโดรคลอริก

กรดซัลฟูริกเข้มข้น

กรดบอริก 2%

คอปเปอร์ซัลเฟต

โพแทสเซียมฟัลเฟต

0.1% เมทธิลกรีนในแอลกอฮอล์ 95%

0.1% เมทธิลเรดในแอลกอฮอล์ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

เครื่องเจลดาห์ล

ลูกแก้ว

เครื่องกลั่นไนโตรเจน

เครื่องปั่นเหวี่ยง

โถดูดความชื้นแก้ว

กระป๋องอลูมิเนียม

ฮอทเพลท

ตู้ดูดควัน

ตู้อบลมร้อน

เครื่องกรองสุญญากาศ

กระดาษกรอง เบอร์ 1

ถาด

บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร

ขวดรูปชมพู่ 2 ลิตร

ขวดรูปชมพู่ 250 และ 500 มิลลิลิตร

กระบอกตวง 500 มิลลิลิตร

เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

กระบวย

ตะแกรงกรอง ขนาด 80 mesh

ที่คีบ

ช้อนตักสาร

หลอดย่อยโปรตีน

บิวเรต 50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมรำข้าว

1. นำรำข้าว 500 กรัม ทำการแยกไขมัน 3 ครั้ง โดยใช้ Hexane ผสมในอัตราส่วนรำข้าวต่อสารละลาย 1 : 3

ภาพที่ 3.1 เตรียมรำข้าว 500 กรัม

2. ทำการเขย่าโดยใช้ Lab stirrer 250 rpm เป็นเวลา 45 นาที

ภาพที่ 3.2 นำรำข้าวเข้าเครื่อง Lab stirrer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการหมุนเหวี่ยงโดยใช้เครื่อง Centrifuged ที่ (4000g) ใช้เวลา 10 นาที อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส

4. ทำการกรองผ่านตัวกรองขนาด 80 mesh

ภาพที่ 3.3 รำข้าวในตู้ดูดควัน

5. นำรำข้าวผ่านการแยกไขมันแล้วไปตากลมทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน ทิ้งไว้ในนั้นค้างคืน

6. เก็บตัวอย่างในถุง (PE) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดลองต่อ

3.3.2 การสกัดโปรตีนด้วยด่าง

1. นำรำข้าวที่ปราศจากน้ำมัน 100 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่น ให้มีของแข็งร้อยละ 20
2. ปรับให้เป็นด่าง (pH 10,11,12 และ control) ด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 0.2 M ทำการแช่ไว้ การสกัดจะทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 45 นาที
3. ปรับ pH ให้เหลือ 7 ด้วย HCL ที่มีความเข้มข้น 0.2 M เพื่อหยุดปฏิกิริยา
4. แยกตะกอนรำข้าวออกจากของเหลว ด้วยการกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1
5. นำตะกอนที่ได้ไปอบแห้งที่ 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน และจดบันทึกน้ำหนักหลังจากอบเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน

1. อบจานหาความชื้น (moisture can) พร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่จานหาความชื้นพร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศา ประมาณ 4 ชม. ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน
4. ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่
5. คำนวณปริมาณร้อยละความชื้นของตัวอย่างอาหาร (% moisture content) และปริมาณร้อยละของของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างอาหาร (% total solid)

3.3.4 การวิเคราะห์หาค่าทางเคมี (โปรตีน)

3.3.4.1 การย่อย

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบ 80 องศาเซลเซียส 1 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนเติมตัวเร่ง 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ boiling chip 2-3 ลูก

ภาพที่ 3.4 เครื่องย่อยโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำหลอดย่อยโปรตีน (ภาพที่ 3.4) วางลงในแลคก่อนไปประกอบกับเครื่องย่อย ปิดที่บังความร้อนและสวมที่ดูดควัน ที่ต่อเข้ากับชุดกำจัดไอกรด ก่อนเปิดสวิทช์

3. ตั้งอุณหภูมิที่ใช้ย่อยเป็น 380-400 องศาเซลเซียส

4. ทำการย่อย จนได้สารละลายใสหรือสีฟ้าใส รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นลงซึ่งในช่วงนี้ยังคงปิดชุดกำจัดไอกรดไว้จนไม่มีไอกรด ก่อนนำไปต่อกับชุดไอกรด

3.3.4.2 การกลั่น

1. นำหลอดย่อยตัวอย่างต่อกับชุดกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบน้ำสำหรับสารหล่อเย็นถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32%

2. เติมกรดบอริกเข้มข้น 2% ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์อย่างละ 1 หยด จนได้สารละลายสีชมพูม่วง วางขวดชมพู่ลงในชุดกลั่นเสียบท่อพลาสติกที่ต่อจากคอนเด็นเซอร์ลงในกรดบอริก เพื่อดักจับแก๊สแอมโมเนียที่กลั่นออกมาได้

3. เปิดเครื่องเพื่อเติมน้ำกลั่นและ โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย สารละลายในหลอดย่อยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ

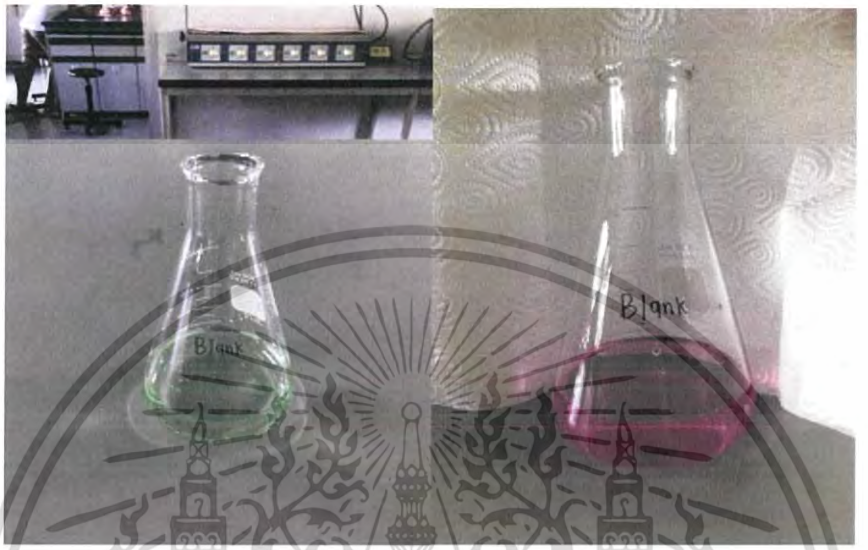
ภาพที่ 3.5 ทำการกลั่น

4. เปิดไอน้ำและตั้งเวลาในการกลั่นเวลาที่ใช้ในการกลั่นขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.3 การไตเตรท

1. นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วมีสีเขียว มาไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 หรือ 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพูม่วง บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้



ภาพที่ 3.6 สารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วก่อนและหลังไตเตรท

3.3.4.4 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง

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

A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ Control

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

3.3.4.5 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง

1. เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x 6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การทดสอบการละลายของผลิตภัณฑ์

1 นำผงโปรตีนที่ได้จากการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน 80 องศาเซลเซียส จำนวน 1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์

2 ใส่น้ำเพื่อผสม กำหนดปริมาณน้ำที่ใช้ละลายเป็น 30 40 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

3 นำไปต้มบนเครื่องกวนสารให้ความร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้แท่งแก้วคนเรื่อยๆจนผงละลาย

4 จับเวลาที่ใช้ในการละลายแล้วบันทึกผล

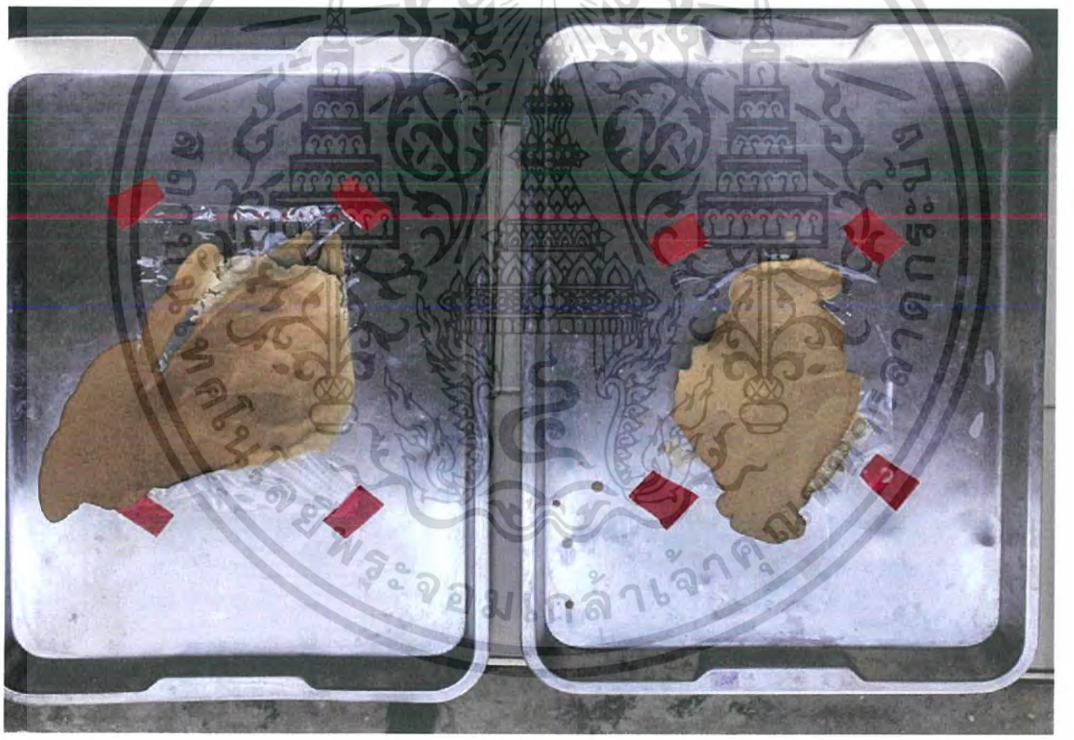
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน

ผลการทดลองหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันที่ 60 องศาเซลเซียส และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมงแสดงดัง ภาพที่ 4.1 โดยนำผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดที่มีค่าพีเอชเท่ากัน คือ พีเอช 12 มาทำการอบที่อุณหภูมิต่างกันและ พบว่ามีปริมาณความชื้นต่างกันเพียงเล็กน้อยดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอช 12 อบที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ภาพที่ 4.1 แสดงถึง โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่อบอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ทางซ้ายมืออบที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส และ ขวามืออบที่อุณหภูมิ 80 องสาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยรำข้าวทั้งสองนี้มีค่าพีเอชที่เท่ากัน คือ พีเอช 12

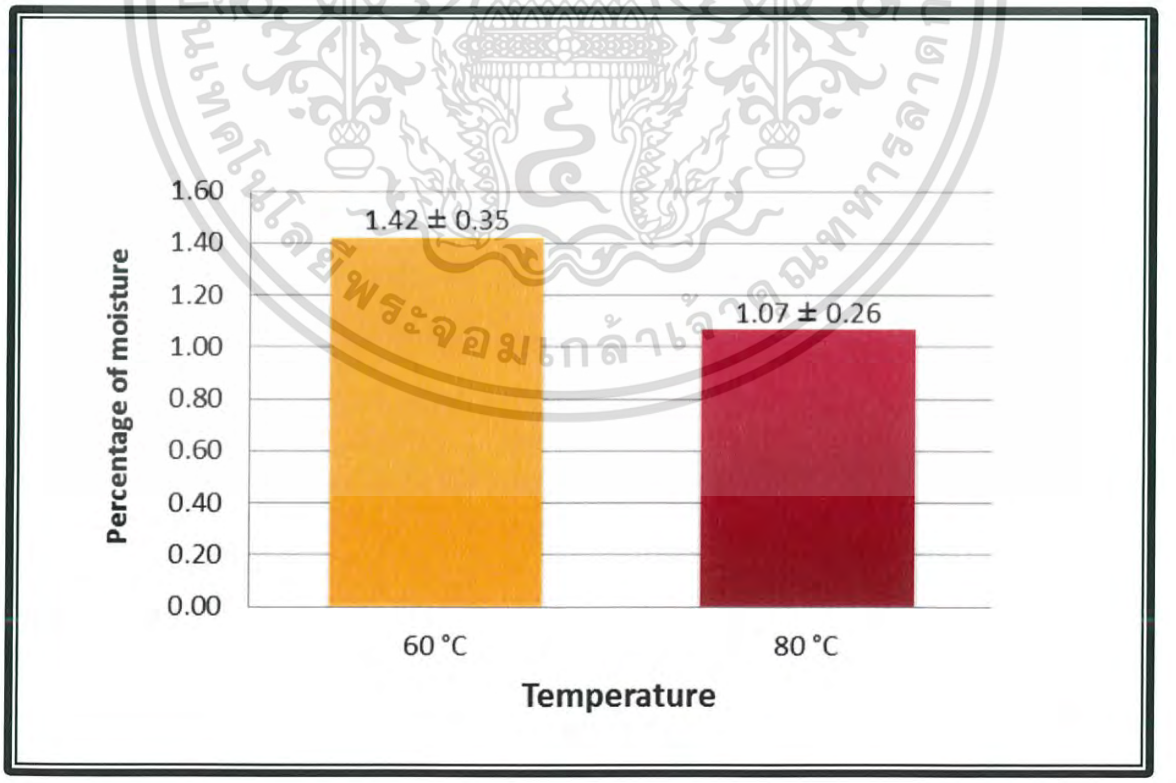
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของการทดลองการอบแบบตู้อบลมร้อน

อุณหภูมิ	เปอร์เซนต์ ความชื้น		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
60 °C	1.67	1.17	1.42	0.35
80 °C	1.25	0.89	1.07	0.26

ตารางที่ 4.1 แสดงถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ทำการอบที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันโดย การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ครั้งที่ 1 มี ความชื้นที่ 1.67 เปอร์เซ็นต์และครั้งที่ 2 มีความชื้นเท่ากับ 1.17 และการอบที่อุณหภูมิที่ 60 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35

การอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ครั้งที่ 1 มีความชื้นอยู่ที่ 1.25 และครั้งที่ 2 มีความชื้นเท่ากับ 0.89 และการอบที่อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 คือแผนภูมิแท่งแสดงค่าความชื้นของโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ พีเอช 12 ที่ทำการอบที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (กราฟแท่งสีเหลือง) และ 80 องศาเซลเซียส (กราฟแท่งสีแดง) เวลาที่ใช้ในการอบคือ 10 ชั่วโมง

ผลปรากฏว่าการอบที่อุณหภมิที่ 80 องศาเซลเซียสมีความชื้นเฉลี่ย 1.07±0.26 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีความชื้นเฉลี่ยที่ 1.42±0.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณความชื้นของอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส ต่างกับอุณหภูมิ 60 องศาเซียสอยู่ที่ 0.35 เปอร์เซ็นต์

4.2 วิเคราะห์ค่าทางเคมี (โปรตีน)

การทดลองหาค่าโปรตีนในโปรตีนสกัดจากรำข้าว ได้นำรำข้าวที่ผ่านการปรับค่า กรด-เบส ให้เป็นพีเอช 10,11,12 และสกัดโปรตีนและนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.3) มาวิเคราะห์หาค่าทางเคมี (โปรตีน) แสดงดัง ตารางที่ 4.2

ภาพที่ 4.3 โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ผ่านการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.3 คือ โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ถูกปรับพีเอชแล้วไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในภาพไล่จากทางซ้ายเป็น คอนโทรล ที่ไม่ถูกปรับพีเอชใดๆและไล่ลำดับต่อมาคือ พีเอช 10,11 และ 12 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีเอช	เปอร์เซ็นต์ โปรตีน		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
คอนโทรล	9.89	8.44	9.16	1.03
10	10.45	9.18	9.81	0.9
11	12.87	11.23	12.05	1.16
12	13.8	12.77	13.29	0.73

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของโปรตีนสกัดจากรำข้าวหลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.2 เป็นตารางที่แสดงค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ถูกปรับค่ากรด-เบสต่างๆ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าพีเอชที่ไม่ถูกปรับใดๆ (คอนโทรล) มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนครั้งที่ 1 เท่ากับ 9.89 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีน เท่ากับ 8.44 และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน 9.16 ในการวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนช่วงพีเอชคอนโทรลนั้นมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03

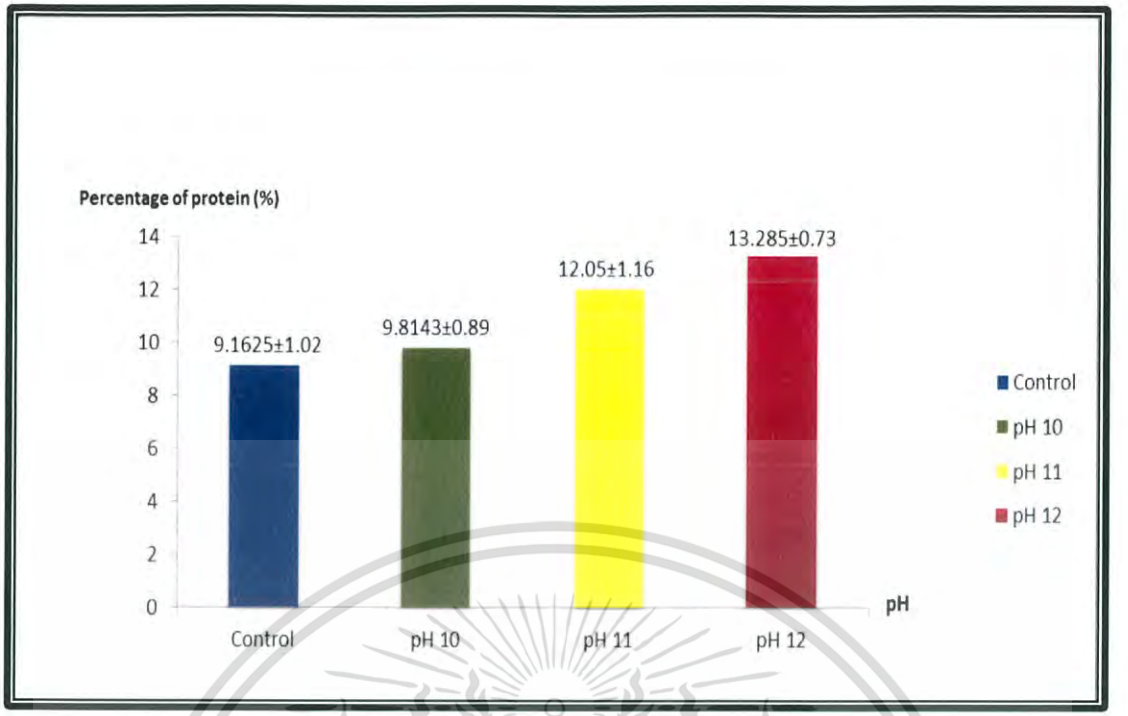
ช่วงพีเอชที่ 10 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนครั้งที่ 1 เท่ากับ 10.45 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 9.18 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 9.81 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.90

ช่วงพีเอชที่ 11 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนครั้งที่ 1 เท่ากับ 12.87 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 11.23 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 12.05 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 1.16

ช่วงพีเอชที่ 12 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนครั้งที่ 1 เท่ากับ 13.80 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 12.77 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 13.29 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.73

โดยสรุปแล้วพบว่าที่พีเอชที่ใช้ในการสกัดโปรตีนจากรำข้าวที่พีเอช 12 จะมีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงผลเปอร์เซ็นต์โปรตีนของโปรตีนสกัดจากรำข้าวแต่ละพีเอช

แผนภูมิในภาพที่ 4.4 แสดงถึงค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ผ่านการ (อบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ปรับพีเอชด้วยด่างจนได้ความต่างของแต่ละพีเอช ช่วงพีเอชที่มีการตกตะกอนโปรตีนมากที่สุด คือ ช่วงพีเอช 12 มีค่าเท่ากับ 13.29 เปอร์เซ็นต์และรองลงมาคือ ช่วงพีเอช 11 เท่ากับ 12.05 เปอร์เซ็นต์ ช่วงพีเอช 10 เท่ากับ 9.81 และช่วงคอนโทรล มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนน้อยที่สุด 9.16 เปอร์เซ็นต์

4.3 การทดสอบการละลายของผลิตภัณฑ์

ทำการทดสอบโดยนำโปรตีนสกัดจากรำข้าวปรับพีเอชเป็นพีเอช 10,11,12 แล้วและผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มาละลายกับน้ำกลั่นที่ปริมาตรแตกต่างกันแล้วจับเวลาเพื่อทดสอบว่ารำข้าวช่วงพีเอชไหนละลายได้ดีที่สุดและละลายได้ดีที่ปริมาตรเท่าใด แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรของสารละลาย (น้ำกลั่น)	คอนโทรล	พีเอช 10	พีเอช 11	พีเอช 12
50 มิลลิลิตร ครั้งที่ 1	33.56	35.1	31.26	29.15
ครั้งที่ 2	34.11	32.55	27.52	30.49
ครั้งที่ 3	41.06	36.06	32.18	27.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	4.18	1.81	2.47	1.75
ค่าเฉลี่ย	36.24	34.57	30.32	28.89
40 มิลลิลิตร ครั้งที่ 1	45.18	54.08	44.46	38.76
ครั้งที่ 2	39.1	48.12	41.86	42.54
ครั้งที่ 3	45.37	44.17	49.74	40.55
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	3.57	4.99	4.02	1.89
ค่าเฉลี่ย	43.22	48.79	45.35	40.62
30 มิลลิลิตร ครั้งที่ 1	49.38	52.08	48.51	43.79
ครั้งที่ 2	54.56	48.12	43.46	40.64
ครั้งที่ 3	48.11	51.77	50.17	37.67
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	3.42	2.20	3.49	3.06
ค่าเฉลี่ย	50.68	50.66	47.38	40.70

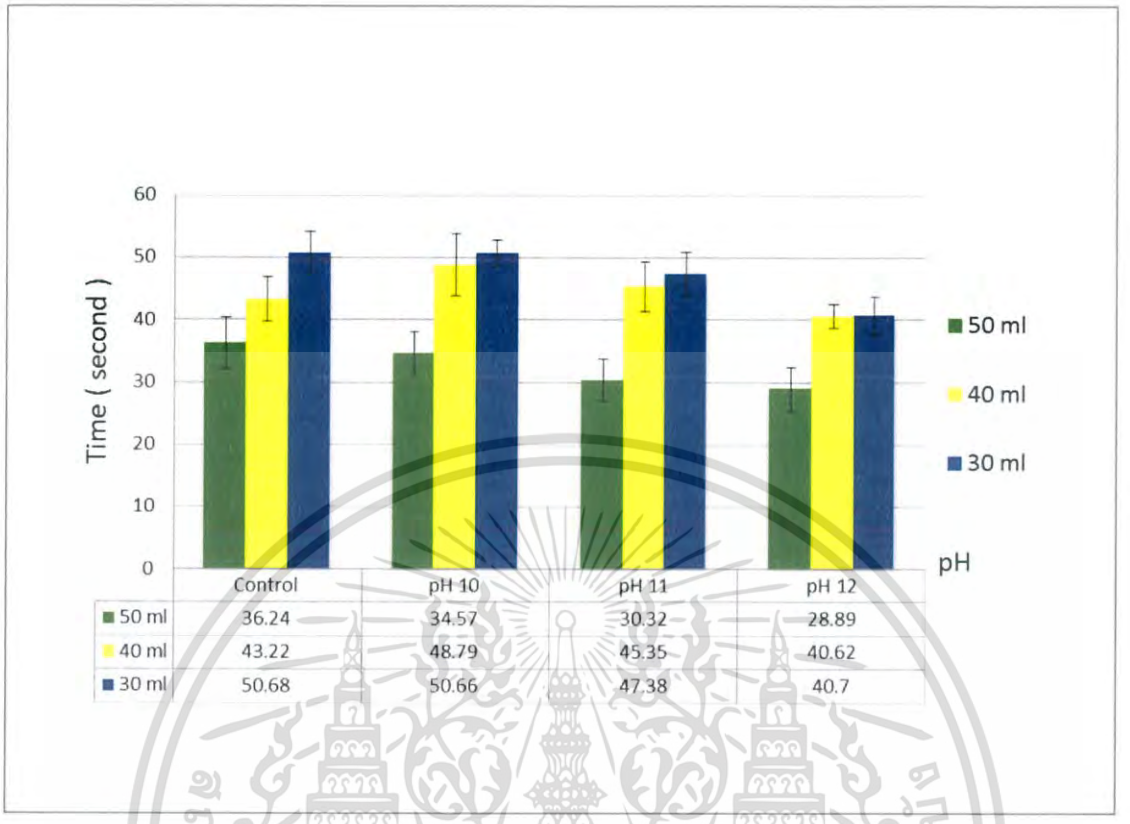
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดสอบการละลายของโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอชต่างๆ (วินาที)

ตารางที่ 4.3 คือตารางที่แสดงผลของการทดสอบการละลายของพีเอช 10,11,12 และ คอนโทรลด้วยตัวทำละลาย (น้ำกลั่น) การละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 50 มิลลิลิตร พีเอชคอนโทรลใช้เวลาเฉลี่ย 36.24 วินาที พีเอช 10 ใช้เวลาเฉลี่ย 34.57 วินาที พีเอช 11 ใช้เวลาเฉลี่ย 30.32 วินาที และพีเอช 12 ใช้เวลาเฉลี่ย 28.89 วินาที ซึ่งโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอช 12 ใช้ระยะเวลาในการละลายน้อยที่สุด

การละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 40 มิลลิลิตร พีเอชคอนโทรลใช้เวลาเฉลี่ย 43.33 วินาที พีเอช 10 ใช้เวลาเฉลี่ย 48.79 วินาที พีเอช 11 ใช้เวลาเฉลี่ย 45.35 วินาที และพีเอช 12 ใช้เวลาเฉลี่ย 40.62 วินาที ซึ่งโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอช 12 ใช้ระยะเวลาในการละลายน้อยที่สุด

การละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 30 มิลลิลิตร พีเอชคอนโทรลใช้เวลาเฉลี่ย 50.68 วินาที พีเอช 10 ใช้เวลาเฉลี่ย 50.66 วินาที พีเอช 11 ใช้เวลาเฉลี่ย 47.38 วินาทีและพีเอช 12 ใช้เวลาเฉลี่ย 40.70วินาที (ในการทดสอบการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวนี้ได้ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง) ซึ่งโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอช 12 ใช้ระยะเวลาในการละลายน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	Control	pH 10	pH 11	pH 12
50 ml	36.24	34.57	30.32	28.89
40 ml	43.22	48.79	45.35	40.62
30 ml	50.68	50.66	47.38	40.7

ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงผลการทดทสอบการละลายผงโปรตีนที่สกัดจากรำข้าวที่ช่วงพีเอชและปริมาณน้ำระดับต่างๆและอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส

การทดสอบการละลายที่มีปริมาตรของตัวทำละลายที่แตกต่างกันได้แก่ 30 40 และ 50 มิลลิลิตร จากภาพที่ 4.5 ปริมาตรของตัวทำละลายละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวได้เร็วที่สุดในช่วงปริมาตร 50 มิลลิลิตร และช่วงพีเอช 12 ใช้เวลาในการละลายน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพีเอชอื่นๆที่ปริมาตรตัวทำละลายเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการสกัดโปรตีนจากรำข้าวและ คุณสมบัติบางประการพบว่าการใช้ด่างมาเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนได้ผลจริง การปรับรำข้าวให้เป็นพีเอช 10,11 และ 12 ทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอนซึ่งโปรตีนที่ตกตะกอนนั้นก็จะมีปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับพีเอชที่ปรับใช้กับรำข้าว จากที่ศึกษาทำการทดลองพบว่า พีเอช 12 เป็นพีเอชที่ทำปฏิกิริยาการตกตะกอนโปรตีนรำข้าวได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับปฏิกิริยาการตกตะกอนโปรตีนรำข้าวที่พีเอช 10 และ พีเอช 11 และ เมื่อคิดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สกัดได้พบว่าที่พีเอช 12 มี 13.29 % ในขณะที่พีเอช 10 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ที่ 9.81% พีเอช 11 มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 12.05 % และ ตัวคอนโทรลไม่ได้ใช้ด่างทำปฏิกิริยามีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 9.16 % ซึ่งจะทราบได้เป็นที่แน่ชัดว่าพีเอช 12 มีผลต่อการตกตะกอนโปรตีนรำข้าวมากที่สุด

หลังจากนำรำข้าวไปปรับพีเอชเพื่อการเกิดปฏิกิริยาการตกตะกอนโปรตีนแล้วนั้น ได้ทำการทดลองนำรำข้าวที่ปรับพีเอชเป็นพีเอช 12 แล้วมาหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน นำโปรตีนสกัดรำข้าวไปลองอบที่ 2 อุณหภูมิที่แตกต่างกันได้แก่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง และนำออกมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของทั้ง 2 อุณหภูมิ พบว่า ทั้ง 2 อุณหภูมิมีความชื้นที่แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 1.42% ที่อุณหภูมิ และ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 1.25% เมื่อนำทั้ง 2 อุณหภูมิมาเทียบกันแล้ว ปริมาณความชื้นของอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีมากกว่าอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.35%

การทดสอบการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวด้วยตัวทำละลาย (น้ำกลั่น) ซึ่งตัวทำละลายในที่นี้จะมีปริมาตรที่แตกต่างกัน 50 มิลลิลิตร 40 มิลลิลิตร และ 30 มิลลิลิตร ละลายโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ผ่านขั้นตอนการปรับพีเอชแล้วได้แก่ พีเอช 10,11,12 และคอนโทรล พบว่าตัวทำละลายที่ 50 มิลลิลิตรใช้เวลาในการละลายน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ30 มิลลิลิตรและ 40 มิลลิลิตร และที่ พีเอช 12 ใช้เวลา 28.89 วินาทีในการละลายซึ่งเป็นการละลายที่ใช้เวลาน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับพีเอชอื่นๆที่สารละลายในปริมาตรเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในขั้นตอนการแยกไขมันออกจากรำข้าวโดยใช้ Hexane มาผสมกับรำข้าวแล้วเขย่าหรือเข้าเครื่อง lab stirrer แรงเหวี่ยงจะต้องมากพอที่จะทำให้รำข้าวใต้ๆหรือก้นขวดผสมกับ Hexane แล้วได้ทำปฏิกิริยากันอย่างทั่วถึง

5.2.2 การวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธีเจลดาห์ ขั้นตอนการย่อยควรใส่ตัวผลิตภัณฑ์รำข้าวแค่ 1 กรัม เพราะถ้าใส่ในปริมาณที่มากกว่านั้นในระหว่างขั้นตอนการย่อย ผลิตภัณฑ์ในหลอดย่อยโปรตีนจะขึ้นฟูจนล้นออกจากหลอดย่อยโปรตีนทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้

5.2.3 การปรับสภาพพีเอชให้รำข้าวด้วยด่างควรจะปรับน้ำกลั่นก่อนที่จะผสมกับรำข้าว หากปรับด่างหลังจากน้ำกลั่นผสมรำข้าวไปแล้วจะทำให้เกิดค่าพีเอชที่คลาดเคลื่อน

5.2.4 ในขั้นตอนการละลายผงโปรตีนด้วยตัวทำละลาย (น้ำกลั่น) ควรจะใช้แท่งแก้วคนมาช่วยในการละลาย เพราะผงรำข้าวค่อนข้างที่จะละลายได้ช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติมา ไตรรัตนศิริชัย และ สาโรจน์ รอดคืน . 2555. รำข้าว: จากอาหารหมูสู่อาหารเพื่อสุขภาพของคน [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://agro-industry.mfu.ac.th/events/298. 6 กรกฎาคม 2555.

ทิพวรรณ ทองสุข.2559. การสกัดโปรตีนและน้ำตาลจากรำข้าวสกัดน้ำมัน. นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะเกษตรศาสตร์.มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์.2553-2561.การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0936/protein-denaturation-การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน.23 พฤษภาคม 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์.2553-2561.รำข้าว.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3639/rice-bran-..23 พฤษภาคม 2562.

สุคนธรส ธาดากิตติสาร.2560.โปรตีนจากรำข้าวสกัดไขมัน.[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=41404. .23 พฤษภาคม 2562.

อรุณี เจตศรีสุภาพ.2554.แพ้นมวัว.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก http //haamor.com/th/แพ้นมวัว/ 23 พฤษภาคม 2562

Sereewatthanawut,I.,Prapintip,S.,Watchiraruji,K.,Goto,M.,and Shotipruk.,A, 2007 Extraction of protein and amino acids from deoiled rice bran by subcritical water hydrolysis. Department of chemical Engineering. Chulalongkorn University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

ก.1 การตรวจวัดค่าความชื้น (Moisture contents)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
2. โถดูดความชื้น (desiccators)
3. ภาชนะหาความชื้น (moisture can)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

วิธีวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 °c เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. ทำข้อ 1. ซ้ำ จนได้ผลต่างกันของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 5 – 6 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 130 c นาน 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์) = (W1-W2/W2)×100

M = ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (g.)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (g.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การตรวจวัดปริมาณโปรตีน (Protein contents)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อย
2. อุปกรณ์การกลั่น
3. อุปกรณ์การไตเตรท

สารเคมี

1. Sulfuric acid
2. NaOH 40%
3. Boric acid 4%
4. Catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยา) ประกอบด้วย K_2SO_4 98% และ $CuSO_4$ 2%
5. Indicator Methyl-red
6. HCL 0.1 N

วิธีวิเคราะห์

เตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1.0 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน
2. ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา 10 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบาๆ

การย่อย

4. เปิดเครื่องย่อย แล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรดโดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน

5. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 380 องศาเซลเซียสแล้วเครื่องจะทำการย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส (หากเมื่อครบ 1 ชั่วโมงแล้วยังไม่เป็นสีเขียวใสให้ทำกำรย่อยต่อ)

6. ยกหลอดย่อยออกมาตั้งพักไว้ให้เย็นแล้วปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกลั่น

8. นำหลอดย่อยตัวอย่างต่อกับชุดกลั่นโปรตีนตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบน้ำสำหรับสารหล่อเย็นถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32%

9. เติมกรดบอริกเข้มข้น 2% ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์อย่างละ 1 หยด จนได้สารละลายสีชมพูม่วง วางขวดชมพู่ลงในชุดกลั่นเสียบท่อ พลาสติกที่ต่อจากคอนเด็นเซอร์ลงในกรดบอริก เพื่อดักจับแก๊สแอมโมเนียที่กลั่นออกมาได้

10. เปิดเครื่องเพื่อเติมน้ำกลั่นและ โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย สารละลายในหลอดย่อยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ

การไตเตรท

11. นำขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วมีสีเขียว มาไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 หรือ 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพูม่วง บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง

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

A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับคอนโทรล

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x 6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 แสดงค่าความชื้นของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (pH 12) ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ	เปอร์เซนต์ความชื้น	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน
60 °C (ครั้งที่ 1)	1.67	1.67	0.35
60 °C (ครั้งที่ 2)	1.17		

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 แสดงค่าความชื้นของโปรตีนสกัดจากรำข้าว (pH 12) ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ	เปอร์เซนต์ความชื้น	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน
80 °C (ครั้งที่ 1)	1.25	1.07	0.26
80 °C (ครั้งที่ 2)	0.89		

ตารางภาคผนวกที่ ข.3 ตารางแสดงค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนสกัดจากรำข้าวที่พีเอชต่างๆ

พีเอช	เปอร์เซ็นต์โปรตีน		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
คอนโทรล	9.89	8.44	9.16	1.03
10	10.45	9.18	9.81	0.90
11	12.87	11.23	12.05	1.16
12	13.80	12.77	13.29	0.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 50 มิลลิลิตร (วินาที)

ปริมาตรสารละลาย	คอนโทรล	พีเอช 10	พีเอช 11	พีเอช 12
50 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 1)	33.56	35.1	31.26	29.15
50 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 2)	34.11	32.55	27.52	30.49
50 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 3)	41.06	36.06	32.18	27.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	4.18	1.81	2.47	1.75
ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการละลาย	36.24	34.57	30.32	28.89

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 40 มิลลิลิตร (วินาที)

ปริมาตรสารละลาย	คอนโทรล	พีเอช 10	พีเอช 11	พีเอช 12
40 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 1)	45.18	54.08	44.46	38.76
40 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 2)	39.1	48.12	41.86	42.54
40 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 3)	45.37	44.17	49.74	40.55
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.57	4.99	4.02	1.89
ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการละลาย	43.22	48.79	45.35	40.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.6 ตารางเวลาที่ใช้ในการละลายผงโปรตีนสกัดจากรำข้าวที่ตัวทำละลายปริมาตร 30 มิลลิลิตร (วินาที)

ปริมาตรสารละลาย	คอนโทรล	พีเอช 10	พีเอช 11	พีเอช 12
30 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 1)	49.38	52.08	48.51	43.79
30 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 2)	54.56	48.12	43.46	40.64
30 มิลลิลิตร (ครั้งที่ 3)	48.11	51.77	50.17	37.67
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	3.42	2.20	3.49	3.06
ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการละลาย	50.68	50.66	47.38	40.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล ฉัตรเทพ แซ่ลิ้ม (ไจ๋)

วัน เดือน ปี เกิด 29 ตุลาคม พ.ศ. 2539

E-mail chatthep_smile@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2557 มัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ชลบุรี

2562 ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้