การสกัดแป้งจากเมล็ดข้าวฟ่างโดยการโม่แห้ง

นางสาวณัฐกฤตา สุวรรณทีป

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ
หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-376-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 19206598

# EXTRACTION OF SORGHUM FLOUR BY DRY MILLING

Miss Natthakitta Suwannateep

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Science in Biotechnology

Program of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

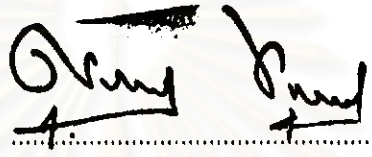
Academic Year 1998

ISBN 974-332-376-7

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การสกัดแป้งจากเมล็ดข้าวฟ่างโดยการโม่แห้ง |
| โดย | นางสาวณัฐกฤตา สุวรรณทีป |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีทางชีวภาพ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตฤศาสน์ |

---

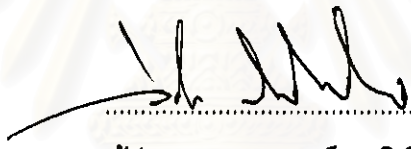
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

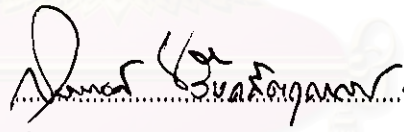
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์



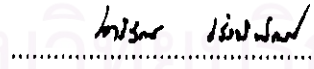
.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ริมพณิชยกิจ)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตฤศาสน์)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐกฤตา สุวรรณทีป : การสกัดแป้งจากเมล็ดข้าวฟ่างโดยการโม่แห้ง
(EXTRACTION OF SORGHUM FLOUR BY DRY MILLING)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์, 110 หน้า. ISBN 974-332-376-7.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแป้งจากเมล็ดข้าวฟ่างด้วยวิธีการขัดเปลือกร่วมกับการโม่แห้งและแยกขนาดด้วยลมและตะแกรงร่อน การปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดก่อนการบดด้วยการแช่น้ำเป็นขั้นตอนที่จำเป็น ทำการทดลองกับเมล็ดข้าวฟ่าง 5 พันธุ์ คือ KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 พบว่าควรปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 4, 6, 4, 6 และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ก่อนการนำไปบดหยาบ เมื่อบดแล้วสามารถแยกเมล็ดได้ 3 ส่วน คือ เปลือก เนื้อเมล็ดที่แตกหัก และส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1000 ไมครอน จากนั้นนำส่วนเนื้อเมล็ดไปบดละเอียดและแยกขนาด สามารถแยกแป้งออกเป็น 3 ส่วน คือ แป้งส่วนที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน (C) ขนาด 100 - 200 ไมครอน (M) และขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน (F) นำทั้ง 3 ส่วนนี้ รวมทั้งส่วนเปลือกและส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1000 ไมครอน ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะส่วนแป้งทั้ง 3 ส่วนที่ได้จากการบดละเอียด พบว่าแป้งที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน (C) มีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 5 ส่วน พบว่าแป้งที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน (C) มีปริมาณเถ้าและไขมันเป็นองค์ประกอบต่ำที่สุด แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ส่วนเปลือกมีปริมาณเถ้า ไขมันและเส้นใยเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น

## C827104 : MAJOR BIOTECHNOLOGY
KEY WORD: SORGHUM / FLOUR / DRY MILLING

NATTHAKITTA SUWANNATEEP : EXTRACTION OF SORGHUM FLOUR BY DRY MILLING.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SURAPONG NAVANKASATTUSAS, Ph.D. 110 pp.

ISBN 974-332-376-7.

The optimal condition for sorghum flour extraction by dry milling and air jet sieving techniques was studied. Increasing the moisture content of the sorghum seeds prior to milling was established as a crucial step. Experiments were carried out using five sorghum strains of KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 and KU 439. Before grinding, the sorghum seeds were soaked to increase the moisture content. The moisture content of seeds of KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 and KU 439 should be increased by approximately 4, 6, 4, 6 and 6 % respectively. After milling the seeds were separated into 3 parts namely bran, broken kernels and flour which particle sizes were less than 1000 μ (G). Later, broken kernels were ground and separated by sieving into three fractions namely those with particle sizes more than 200 μ (C), between 100 - 200 μ (M) and less than 100 μ (F). All the three fractions of broken kernels, bran and G were analyzed for chemical composition. Comparison among the three fractions of ground broken kernels, fraction C had the highest protein content. Among all five fractions, fraction C had the least ash and oil contents but the highest carbohydrate content. The bran had the highest ash, oil and fibre contents but the least carbohydrate content.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางชีวภาพ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2541..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....-.....

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ ที่ได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาข้อแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ริมพณิชยกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าอย่างยิ่ง พร้อมกับให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจสอบรายละเอียดต่างๆในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้กรุณามอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ และหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพที่ได้กรุณามอบทุนผู้ช่วยสอนให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คณะผู้บริหาร และอาจารย์ทุกท่านที่สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพที่กรุณาให้คำแนะนำและแนวคิดอันมีค่ายิ่งต่อการทำวิจัยตลอดจนเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และสารเคมีในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคนิค และเจ้าหน้าที่ธุรการประจำสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในระหว่างการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้ความรักและความเข้าใจซึ่งเป็นกำลังใจอันสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณน้องสาวทุกคนและเพื่อนสนิท ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ น้องๆ Biotech ชาวสถาบันทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฑ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ท

บทที่

1. บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา ..... 1

1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ..... 2

1.3 ชนิดของข้าวฟ่าง ..... 5

1.4 ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าวฟ่าง ..... 7

1.5 องค์ประกอบของเมล็ดข้าวฟ่าง ..... 14

1.6 การโม่ข้าวฟ่าง ..... 20

1.7 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ข้าวฟ่างโม่แห้ง ..... 33

1.8 มูลเหตุจูงใจในการทำวิจัย ..... 34

1.9 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 35

1.10 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ..... 35

2. วิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ..... 36

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ..... 37

2.3 เมล็ดข้าวฟ่าง ..... 37

2.4 วิธีดำเนินการทดลอง ..... 38

2.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ต่างๆ ..... 38

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.4.2 ศึกษาการปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่าง..... | 38 |
| | 2.4.3 ศึกษาวิธีการและลำดับขั้นตอนการบดและแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวฟ่าง..... | 39 |
| | 2.4.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้... | 41 |
| | 3. ผลการทดลอง | |
| | 3.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่าง ๆ..... | 44 |
| | 3.2 ศึกษาการปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่าง..... | 45 |
| | 3.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการแช่น้ำกับปริมาณความชื้นภายในเมล็ดข้าวฟ่าง..... | 45 |
| | 3.2.2 ศึกษาปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่าง ๆ ที่ถูกแช่น้ำในช่วงเวลา 0 - 120 นาที..... | 48 |
| | 3.3 ศึกษาผลกระทบของปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างต่อการบดและแยกส่วนประกอบต่าง ๆ..... | 51 |
| | 3.3.1 การบดเมล็ดข้าวฟ่าง..... | 52 |
| | 3.3.2 การแยกขนาดแป้งข้าวฟ่าง..... | 62 |
| | 3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้..... | 70 |
| | 4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง..... | 97 |
| รายการอ้างอิง..... | | 101 |
| ภาคผนวก..... | | 107 |
| ประวัติผู้เขียน..... | | 110 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1-1 | องค์ประกอบของเมล็ดข้าวฟ่าง | 15 |
| 1-2 | องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวฟ่างทั้งเมล็ดและแต่ละส่วน | 16 |
| 1-3 | องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ข้าวฟ่างที่ถูกโม่แห้ง (% โดยน้ำหนักแห้ง) | 26 |
| 1-4 | องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จากการโม่เปียกข้าวฟ่าง(% โดยน้ำหนักแห้ง) | 31 |
| 3-1 | ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย | 45 |
| 3-2 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 (เก่า) ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 24 ชั่วโมง | 46 |
| 3-3 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 (เก่า) ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 120 นาที | 47 |
| 3-4 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 120 นาที | 49 |
| 3-5 | เวลาที่เหมาะสมสำหรับการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียสของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 เพื่อปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ | 50 |
| 3-6 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 55 |
| 3-7 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 56 |
| 3-8 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 57 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-9 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 58 |
| 3-10 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 59 |
| 3-11 | ปริมาณแป้งที่ได้จากการบดเนื้อเมล็ดข้าวฟ่างที่แตกหักพันธุ์ KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 | 61 |
| 3-12 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 65 |
| 3-13 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 66 |
| 3-14 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 67 |
| 3-15 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 68 |
| 3-16 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 69 |
| 3-17 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 71 |
| 3-18 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 72 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-19 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 73 |
| 3-20 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 74 |
| 3-21 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 75 |
| 3-22 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 76 |
| 3-23 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 77 |
| 3-24 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 78 |
| 3-25 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 79 |
| 3-26 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 80 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-27 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 82 |
| 3-28 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 83 |
| 3-29 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 84 |
| 3-30 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 85 |
| 3-31 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 86 |
| 3-32 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 87 |
| 3-33 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 88 |
| 3-34 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 89 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-35 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 90 |
| 3-36 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 91 |
| 3-37 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 92 |
| 3-38 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 93 |
| 3-39 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 94 |
| 3-40 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 95 |
| 3-41 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 96 |
| 4-1 | ส่วนที่สกัดแยกได้ของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่างๆ ที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ สูงสุด | 100 |
| 4-2 | ส่วนที่สกัดแยกได้ของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่างๆ ที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ต่ำสุด | 100 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1-1 | ช่อดอกข้าวฟ่างลูกผสมที่โตเต็มที่ | 4 |
| 1-2 | ภาพตัดตามยาวของเมล็ดข้าวฟ่างขยาย 30 เท่า | 8 |
| 1-3 | แสดงโครงสร้างเมล็ดข้าวฟ่าง S.A. คือ stylar area ; E คือ เอนโดสเปิร์ม ; S คือ scutellum ; E.A. คือ embryonic axis | 9 |
| 1-4 | สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครกราฟของภาพตัดขวางเนื้อเมล็ดข้าวฟ่าง ขอบนอกของเมล็ดแสดงเอพิคาร์พ (EP), มีโซคาร์พ (M), เอนโดคาร์พ (EN), inner integument (I) และเซลล์อะลูโรน (AL) สังเกตเม็ดแป้งขนาดเล็กในชั้นมีโซคาร์พ | 11 |
| 1-5 | สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครกราฟของภาพตัดขวางเนื้อเมล็ดข้าวฟ่าง ขอบนอกแสดงชั้นที่หนาของ inner integument ที่มีรงควัตถุ (I) แถบคือ 20 ไมครอน | 12 |
| 1-6 | สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครกราฟของภาพตัดขวางเนื้อเมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มี inner integument แสดงเปลือกหุ้มเมล็ด (SC) หรือเปลือกใน | 12 |
| 1-7 | สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครกราฟของภาพตัดขวางเนื้อเมล็ดข้าวฟ่าง ส่วนที่ใสของเนื้อเมล็ดแสดงปริมาณของเซลล์เอนโดสเปิร์ม สังเกตดูว่าไม่มีช่องว่างอากาศ เม็ดแป้งเป็นรูปหลายเหลี่ยมและรูปร่างของโปรตีน (P) | 13 |
| 1-8 | สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครกราฟของภาพตัดขวางของส่วนที่ขุ่นของเนื้อเมล็ดข้าวฟ่าง สังเกตช่องว่างอากาศ และความมากน้อยของเม็ดแป้งรูปกลม แถบคือ 10 ไมครอน | 14 |
| 1-9 | แผนผังสำหรับกระบวนการแปรรูปของมิลเลตและข้าวฟ่าง | 23 |
| 1-10 | ผลของปริมาณความชื้นต่อขนาดแกรนูลของแป้งที่บดด้วย hammer mill (ตะแกรงร่อนขนาด 1.0 มิลลิเมตร) | 29 |
| 2-1 | แผนผังแสดงขั้นตอนการบดเมล็ดข้าวฟ่าง | 40 |
| 2-2 | แผนผังแสดงขั้นตอนการแยกขนาดแป้งข้าวฟ่าง | 41 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-1 | เมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย | 44 |
| 3-2 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 (เก่า) ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 24 ชั่วโมง | 46 |
| 3-3 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 (เก่า) ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 120 นาที | 48 |
| 3-4 | ปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501, KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 ที่ถูกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 26 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 0 - 120 นาที | 50 |
| 3-5 | เมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์สีขาว แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดหยาบ | 53 |
| 3-6 | เมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์สีแดง แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดหยาบ | 54 |
| 3-7 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 55 |
| 3-8 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 56 |
| 3-9 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 57 |
| 3-10 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 58 |
| 3-11 | ปริมาณของเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 แต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดที่ได้ปรับปริมาณความชื้นให้เพิ่มขึ้นจากเดิม 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ | 59 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-12 | ปริมาณแป้งที่ได้จากการบดเนื้อเมล็ดข้าวฟ่างที่แตกหักพันธุ์ KU 9501,KU 9502, KU 804, KU 630 และ KU 439 | 61 |
| 3-13 | แป้งข้าวฟ่างพันธุ์สีขาว แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) | 63 |
| 3-14 | แป้งข้าวฟ่างพันธุ์สีแดง แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) | 64 |
| 3-15 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 65 |
| 3-16 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 66 |
| 3-17 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 67 |
| 3-18 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 68 |
| 3-19 | ปริมาณแป้งข้าวฟ่างพันธุ์KU 439 แต่ละส่วนที่แยกด้วยเครื่องแยกขนาด (Air Jet Sieve) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 200 และ 100 µm ตามลำดับ | 69 |
| 3-20 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 71 |
| 3-21 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตวมลำดับ | 72 |
| 3-22 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 73 |
| 3-23 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 74 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-24 | ปริมาณโปรตีนของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 75 |
| 3-25 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 76 |
| 3-26 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 77 |
| 3-27 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 78 |
| 3-28 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 79 |
| 3-29 | ปริมาณเถ้าของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 80 |
| 3-30 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 82 |
| 3-31 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 83 |

## สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-32 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 84 |
| 3-33 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 85 |
| 3-34 | ปริมาณไขมันของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 86 |
| 3-35 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 87 |
| 3-36 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 88 |
| 3-37 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 89 |
| 3-38 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 90 |
| 3-39 | ปริมาณเส้นใยของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 91 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-40 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9501 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 92 |
| 3-41 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 9502 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 93 |
| 3-42 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 804 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 94 |
| 3-43 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 630 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 95 |
| 3-44 | ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเปลือกและแป้งแต่ละส่วนที่แยกได้จากการบดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ KU 439 ที่ถูกปรับปริมาณความชื้นของเมล็ดให้เพิ่มขึ้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ | 96 |


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | | |
|---|---|---|
| % | = | เปอร์เซ็นต์ |
| F | = | Flour (แป้ง) |
| % d.b. | = | % dry basis หรือ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง |
| μm | = | ไมโครเมตร หรือ ไมครอน |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย