

ปริมาณโพรงดินและน้ำคางเมื่อข้าวอยู่ในสภาวะแห้ง และการคัดเลือกข้าวทนแห้ง

นางสาววิรัชญา คำปิ่น



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพฤกษศาสตร์

ภาควิชาพฤกษศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-088-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**PROLINE AND SUGAR CONTENT IN RICE DURING DROUGHT STRESS CONDITION AND
THE SELECTION OF DROUGHT TOLERANCE RICE**



Miss Waranya Kampan

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Botany

Department of Botany

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

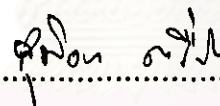
ISBN 974-331-088-6

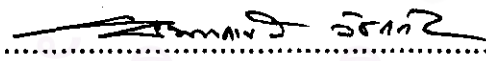
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปริมาณโพสตรีนและน้ำตาลเมื่อข้าวอยู่ในสถานะแห้ง และการคัดเลือกข้าวทนแล้ง
โดย นางสาววรัญญา คำปิ่น
ภาควิชา พฤษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์มนทกานติ วัชรภักย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์

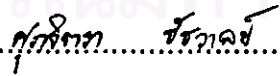
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

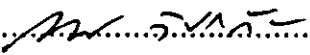

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุมิตรา คงชื่นสิน)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์มนทกานติ วัชรภักย์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์)


.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ถาวร วัชรภักย์)

วรัญญา คำปิ่น : ปริมาณโปรตีนและน้ำตาลเมื่อข้าวอยู่ในสภาวะแล้ง และการคัดเลือกข้าวทนแล้ง
(PROLINE AND SUGAR CONTENT IN RICE DURING DROUGHT STRESS CONDITION AND THE
SELECTION OF DROUGHT TOLERANT RICE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.มนทกานติ วัชรากิจ, อ.ที่ปรึกษาร่วม :
อ. ดร.ศุภจิตรา ชีชาวาลย์ ; 106 หน้า. ISBN 974-331-088-6

การคัดเลือกข้าว กษ23 (*Oryza sativa* L. cultivar RD23) สายพันธุ์ทนแล้ง โดยใช้หลักการการเกิด
การแปรผันของเซลล์ร่างกายจากการเลี้ยงเนื้อเยื่อในหลอดทดลอง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็น
การคัดเลือกในระยะแคลลัส โดยการเลี้ยงแคลลัสจากเอ็มบริโอของเมล็ดข้าวในอาหารที่ผสม PEG 6000 ความเข้มข้น
125 กรัมต่อลิตร เป็นเวลานาน 1 เดือน จากนั้นนำแคลลัสที่รอดตายไปเลี้ยงในอาหารปกติและชักนำให้เป็นต้นข้าว
ที่สมบูรณ์ จำนวน 295 ต้น แล้วนำไปปลูกในสภาพธรรมชาติเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ ขั้นตอนที่สองเป็นการนำเมล็ดที่ได้
มาคัดเลือกความทนแล้งในระดับต้นกล้าอีก 6 รุ่น โดยนำกล้าข้าวอายุ 7 วัน ที่มี coleoptiles ยาว 1 เซนติเมตร มาเลี้ยง
ในสารละลายธาตุอาหารที่เติม PEG6000 ความเข้มข้น 150 กรัมต่อลิตร ภายได้แสงฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสง
1500 ลักซ์ ความยาวช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 30-33 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ต้นข้าวที่รอดตาย
ถูกคัดเลือกเป็นสายพันธุ์ทนแล้ง

ในส่วนของงานวิจัยนี้เป็นการคัดเลือกความทนแล้งในระดับต้นกล้าในรุ่น R4 ถึง R6 และตรวจวัด
ปริมาณโปรตีนและน้ำตาลในใบข้าวเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตในสภาวะแล้ง โดยใช้ PEG6000 เป็นสารจำลองความแล้ง
สายพันธุ์ที่ดีที่สุดจากรุ่น R5 และ R6 มีอัตราการรอดตาย 99% สายพันธุ์ทนแล้งนี้มีการสะสมโปรตีนและน้ำตาลใน
ระดับสูงมากกว่าสายพันธุ์หลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเจริญเติบโตในสภาวะแล้ง ข้อมูลดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นความ
สามารถในการสะสมโปรตีนและน้ำตาลของข้าวเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้งว่ามีความสัมพันธ์กับความสามารถ
ในการทนแล้งของแต่ละสายพันธุ์

ลักษณะอื่นๆ ในทางการเกษตรที่พบจากการแปรผันของเซลล์ร่างกายเช่น ความสูง จำนวนหน่อตอก
อายุการออกดอก และการผลิตเมล็ดพันธุ์ สายพันธุ์ที่ดีที่สุดที่คัดเลือกได้จากการทดลองนี้ คือสายพันธุ์ TC RD23
2777-01-03-13-07 ซึ่งมีอัตราการรอดตาย 99% สายพันธุ์นี้มีลักษณะต้นเตี้ยกว่าสายพันธุ์หลัก อายุการออกดอกสั้น
เพียง 91 วัน และให้ให้ผลผลิตที่สูง

ภาควิชา พฤษศาสตร์
สาขาวิชา พฤษศาสตร์
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติกร วรัญญา คำปิ่น
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศุภจิตรา ชีชาวาลย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศุภจิตรา ชีชาวาลย์

C825720 : MAJOR BOTANY

KEY WORD: DROUGHT TOLERANCE / SOMACLONAL VARIATION / SELECTION / OSMOTIC ADJUSTMENT / PROLINE / SUGAR

WARANYA KAMPAN : PROLINE AND SUGAR CONTENT IN RICE DURING DROUGHT STRESS CONDITION AND THE SELECTION OF DROUGHT TOLERANT RICE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. MONTAKAN VAJRABHAYA. THESIS CO-ADVISOR : SUPACHITRA CHADCHAWAN, Ph.D. 106 pp. ISBN 974-331-088-6

The selection of drought tolerance rice (*Oryza sativa* L cultivar RD23) line from somaclonal variation in tissue culture was done *in vitro* in two steps. First step was the selection in callus stage by subjecting the embryogenic calli to medium containing 125 grams/liter PEG6000 for one month. The survival calli were transferred onto normal medium and regenerated to complete plants. Total of 295 regenerated plants were planted in natural condition for seed collections. The second step of the selection was done at 7 day old seedling stage for 6 generations, by culturing the seedlings with 1 cm coleoptiles in nutrient solution containing 150 grams/liter PEG for one month under 1500 lux fluorescent light intensity, 12/12 hour photoperiod at 30-33°C. The survival plants were collected as the drought tolerant lines.

The present project was the selection of the seedlings in R4 to R6 generations and the determination of the proline and sugar contents in their leaves when plants were grown in drought condition using PEG. The best drought tolerant lines from R5 and R6 generations have the survival rate of 99%. It was found that the tolerant lines accumulated higher levels of proline and sugar contents than the original RD23 line significantly under stress condition, while in the normal condition, the original RD23 line and the selected drought tolerance lines showed the same ability in proline and sugar accumulation. These data suggested that the ability in proline and sugar accumulation during drought stress were correlated to drought resistant.

Other agronomic characteristics were also found from somaclonal variation, e.g. plant height, amount of tillers, heading date and seed production. The best variety selected from this experiment were TCRD23 2777-01-03-13-07 with survival rate of 99%. This line is more dwarf than original line and has the short heading date of 91 days with high yield.

ภาควิชา.....พฤกษศาสตร์.....

สาขาวิชา.....พฤกษศาสตร์.....

ปีการศึกษา.....2541.....

ลายมือชื่อนิสิต.....จรัสญา กิ่งเงิน.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....~~สมชาย อัคร~~.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....ศรศักดิ์ ช่างทอง.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้แต่งต้องขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์มนทกานติ วัชรภักย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรีกษา แนะนำความคิด ข้อเสนอแนะ และ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลงไปได้ด้วยดีอีกทั้งให้ความกรุณาดูแล ห่วงใย และให้กำลังใจ ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ถาวร วัชรภักย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรีกษา และข้อเสนอแนะในการทำงาน และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สุมิตรา คงชื่นสิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทรงศักดิ์ สำราญสุข ที่ให้ความกรุณาแนะนำเทคนิคในการถ่ายภาพ และคอมพิวเตอร์ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วราลักษณ์ ตันติบรรพกุล ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์สถิติ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เรณู ถาวโรฤทธิ์ และ อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาพฤษศาสตร์ที่ได้ให้ความกรุณาอบรมให้ความรู้ และข้อคิดเห็นในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้ความเมตตากรุณา ให้โอกาสได้รับความสำเร็จในการศึกษา ให้กำลังใจ และคอยห่วงใยเสมอมา ขอขอบพระคุณคุณสุวรรณ ชีรพงษ์ธนากร ขอขอบคุณที่วรรณวิภา อธิรัตน์ คุณพินิดา ศรีระวงษ์ นื่องฐาปณา อัครเอกปัญญา นื่องอัญชลี ใจดี นื่องพรทิพย์ ดิ่งสวัสดิ์ นิตติภาควิชาพฤษศาสตร์ทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง.....	22
3. ผลการทดลอง.....	28
4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	83
รายการอ้างอิง.....	91
ภาคผนวก.....	100
ประวัติผู้แต่ง.....	106

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 อัตราการรอดตาย และลักษณะพิเศษของกล้าข้าว กข 23 สายพันธุ์ทนแล้ง 8 สายพันธุ์ และสายพันธุ์หลักในรุ่น R1, R2 และ R3	7
2 ตัวอย่างการสะสมปริมาณโพรงินและน้ำตาลในพืชแต่ละชนิด และแต่ละสายพันธุ์ เมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาวะแล้ง.....	13
3 ความสูง จำนวนหน่อตอกออก อายุการออกดอก และน้ำหนักตอกออก ในรุ่น R4 ที่ไม่ผ่านสภาวะแล้ง (เฉลี่ยจากสายพันธุ์ละ 10 กอ)	31
4 อัตราการรอดตายของกล้าข้าว กข 23 คัดเลือกจากสายพันธุ์ทนแล้ง สายพันธุ์ละ 100 ต้น ยกเว้นสายพันธุ์หลักใช้ 400 ต้น ในรุ่น R4 เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดียวกันในรุ่น R3.....	35
5 อัตราการรอดตายของกล้าข้าว กข 23 คัดเลือกจากสายพันธุ์ทนแล้ง สายพันธุ์ละ 100 ต้น ยกเว้นสายพันธุ์หลักใช้ 400 ต้น ในรุ่น R5 เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดียวกันในรุ่น R4.....	36
6 อัตราการรอดตายของกล้าข้าว กข 23 คัดเลือกจากสายพันธุ์ทนแล้ง สายพันธุ์ละ 100 ต้น ยกเว้นสายพันธุ์หลักใช้ 400 ต้น ในรุ่น R6 เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดียวกันในรุ่น R5.....	37
7 ความสูง จำนวนหน่อตอกออก อายุการออกดอก และน้ำหนักตอกออก ในรุ่น R4 ที่ผ่านสภาวะแล้ง 1 เดือน (เฉลี่ยจากสายพันธุ์ละ 10 กอ).....	42
8 ความสูง จำนวนหน่อตอกออก อายุการออกดอก และน้ำหนักตอกออก ในรุ่น R5 ที่ผ่านสภาวะแล้ง 1 เดือน (เฉลี่ยจากสายพันธุ์ละ 8 กอ)	47
9 ความสูง จำนวนหน่อตอกออก อายุการออกดอก และน้ำหนักตอกออก ในรุ่น R6 ที่ผ่านสภาวะแล้ง 1 เดือน (เฉลี่ยจากสายพันธุ์ละ 10 หรือ 15 กอ).....	50
10 อัตราการรอดตาย และลักษณะที่น่าสนใจของข้าว กข 23 สายพันธุ์ทนแล้ง ในรุ่น R6 จำนวน 16 สายพันธุ์.....	52
11 ปริมาณโพรงิน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสภาวะปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	55
12 ปริมาณโพรงิน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสภาวะปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	57
13 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสภาวะปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสถานะปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	61
15 ปริมาณโพรตีน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสถานะแล้ง ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	65
16 ปริมาณโพรตีน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสถานะแล้ง ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	67
17 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสถานะแล้ง ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	69
18 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสถานะแล้ง ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	71
19 ปริมาณโพรตีน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสถานะแล้งและปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	74
20 ปริมาณโพรตีน ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสถานะแล้งและปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	75
21 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R4 สะสมในสถานะแล้งและปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	76
22 ปริมาณน้ำตาล ($\mu\text{mole/g fw}$) ที่ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในรุ่น R5 สะสมในสถานะแล้งและปกติ ในช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ (เฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ).....	77
23 ข้าวในรุ่น R6 ของสายพันธุ์ทนแล้งที่มีคุณสมบัติที่ต้องการจำนวน 5 สายพันธุ์.....	89

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 สูตรโครงสร้างของ PEG.....	9
2 water potential แต่ละระดับที่เกิดจากความสัมพันธ์ของความเข้มข้นกับขนาดของโมเลกุลของ PEG	9
3 water potential แต่ละระดับที่เกิดจากความเข้มข้นของ PEG ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างๆ.....	10
4 ความสัมพันธ์ของสารละลายที่มี PEG ที่ความเข้มข้นในระดับต่างๆ กับ osmotic potential และอุณหภูมิ.....	11
5 การยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลของ PEG กับน้ำ.....	11
6 การเกิด cation – active polyoxonium compounds จาก PEG ที่ละลายในน้ำ.....	12
7 แสดงแผนภาพกระบวนการสร้าง โพรตีนจาก arginine.....	17
8 แผนภาพกระบวนการสร้าง โพรตีนจาก glutamic acid.....	18
9 การสังเคราะห์ galactinol จาก myo-inositol และ UDP-galactose เพื่อร่วมกับ sucrose ในการสังเคราะห์ raffinose และ stachyose.....	20
10 สภาพของต้นกล้าข้าวตั้งแต่ระยะคัดเลือกความทนแล้งจนถึงระยะเก็บเกี่ยว.....	40
11 ความสูงของต้นข้าวที่ใช้ในการทดลองวัดจากระดับ โคนต้นข้าว ไปจนถึงใบธง.....	32
12 สภาพของกล้าข้าวที่ผ่านการคัดเลือกใน PEG6000 เป็นเวลา 1 เดือน.....	34
13 อัตราการรอดตายของสายพันธุ์ทนแล้งที่คัดเลือกจาก somaclonal variation ขณะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และคัดเลือกต่อในระยะกล้าอายุ 7 วัน.....	39
14 ตัวอย่างลักษณะที่กลายไปในสายพันธุ์ทนแล้ง รุ่น R4.....	43
15 ลักษณะรวงข้าวของสายพันธุ์ทนแล้ง TC RD 23 2777-01-04 ในรุ่น R4.....	44
16 ตัวอย่างลักษณะที่กลายไปในรุ่น R6.....	51
17 ปริมาณโพรตีนในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R4 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะปกติ ในระยะเวลา 7 สัปดาห์.....	56
18 ปริมาณโพรตีนในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R5 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะปกติ ในระยะเวลา 7 สัปดาห์.....	58
19 ปริมาณน้ำตาลในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R4 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะปกติ ในระยะเวลา 7 สัปดาห์.....	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
20 ปริมาณน้ำตาลในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R5 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะปกติ ในระยะเวลา 7 สัปดาห์.....	62
21 ปริมาณโปรตีนในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R4 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้ง ในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	66
22 ปริมาณโปรตีนในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R5 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้ง ในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	68
23 ปริมาณน้ำตาลในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R4 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้ง ในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	70
24 ปริมาณน้ำตาลในข้าวแต่ละสายพันธุ์ ในรุ่น R5 เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแล้ง ในระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	72
25 ระดับของโปรตีนที่ลดลงในข้าวแต่ละสายพันธุ์ในรุ่น R4 เมื่อย้ายมาเลี้ยงในสภาวะที่ ได้รับน้ำตามปกติ.....	79
26 ระดับของโปรตีนที่ลดลงในข้าวแต่ละสายพันธุ์ในรุ่น R5 เมื่อย้ายมาเลี้ยงในสภาวะที่ ได้รับน้ำตามปกติ.....	80
27 ระดับของน้ำตาลที่ลดลงในข้าวแต่ละสายพันธุ์ในรุ่น R4 เมื่อย้ายมาเลี้ยงในสภาวะที่ ได้รับน้ำตามปกติ.....	81
28 ระดับของน้ำตาลที่ลดลงในข้าวแต่ละสายพันธุ์ในรุ่น R5 เมื่อย้ายมาเลี้ยงในสภาวะที่ ได้รับน้ำตามปกติ.....	82