

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 6

1 เมษายน 2547— 30 กันยายน 2547



โครงการ

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและกลยุทธ์การจัดการ
ที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105
โดยใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ

รายงานฉบับสมบูรณ์

สัญญาเลขที่ RDG4520008



สนับสนุนโครงการโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สัญญาเลขที่ RDG4520008

โครงการ "การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อ
คุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ"

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2547 – 30 กันยายน 2547

ชื่อหัวหน้าโครงการ: ผศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา

หน่วยงาน: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์โครงการ

1. วิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105
2. ศึกษาวิถีเมแทบอลิซึม (metabolic pathway) ของต้นข้าวที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline
3. ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการชีวเคมี และสรีระของข้าวในการสร้างสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline และคุณภาพเมล็ดทั้งทางกายภาพ เคมีและคุณภาพการขัดสี

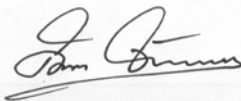
รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป

งานทดลองปี 2547/48 (รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 6)

กิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีผลต่อความแปรปรวนของคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายในทุ่งกุลารุ	ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 และวิธีการกระตุ้นให้ข้าวสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในระยะที่เหมาะสม	อยู่ในระหว่างการดำเนินการศึกษา	เป็นงานวิจัยที่ทำเพิ่มนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ

2.สภาวะเครียดในระยะตั้งท้องและออกรวงที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP	ศึกษาความเป็นไปได้ในการชักนำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เกิดการสร้างสารหอม 2AP ที่เพิ่มขึ้น	อยู่ในระหว่างการศึกษา	เป็นงานวิจัยที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ
3. ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนในระบบการปลูกข้าวและคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105	ทราบถึงบทบาทของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในต้นข้าวที่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105	อยู่ในระหว่างการศึกษา	เป็นงานวิจัยที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ
4. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105	ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีที่สัมพันธ์กับการตรึงสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105	ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าไขมันในเมล็ดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว	เป็นงานวิจัยที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ
5. ศึกษาารูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ในข้าวหอมพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105	ทราบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบโปรตีนที่ต่างกันอันเนื่องจากปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ แสง และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่สัมพันธ์กับการสังเคราะห์สารหอม 2AP	อยู่ในระหว่างการการศึกษา	เป็นงานวิจัยที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ

ลงนาม



ผศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา
หัวหน้าโครงการ

รายชื่อผู้ทำงานในโครงการ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คณะเกษตรศาสตร์

1. ผศ.ดร. ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา
2. น.ส. ปวีณา โภชนสมบูรณ์
3. นายไกรสิทธิ์ พิธิษฐ์กุล
4. น.ส.มุกดา หย่างถาวร
5. นายไตรรงค์ ชาญพิชิต

หัวหน้าโครงการ

นักศึกษาปริญญาเอก/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาเอก/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์

1. ผศ.ดร. สุกัญญา วงศ์พรชัย
2. นายทินกร สีเสียดคำ
3. นายพรเทพ สุขสรณจิต

นักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. รศ.ดร. วรธนา ตุลยธัญ
2. นายณัฐวัฒน์ ชินะโยธิน
3. นายบัณฑิต สิริหารักษ์
4. น.ส. นันทินี ศรีสุภัทรวณิช

ผู้ร่วมวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

นักศึกษาปริญญาโท/ผู้ช่วยนักวิจัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. รศ.ดร. อนันต์ พลธานี
2. สดสวงน เทียมไธสงค์
3. อรุณี พรหมคำบุตร

นักวิจัย

ผู้ช่วยนักวิจัย

ผู้ช่วยนักวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สถาบันวิจัยข้าว

1. นายอานันท์ ผลวัฒนะ

นักวิจัย

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

1. ผศ.ดร. สาวิตร์ มีจ้อย
2. นายเดชา น่วมแหยม

นักวิจัย

ผู้ช่วยนักวิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทสรุปผู้บริหาร		1
งานวิจัยที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ		
Project 1	ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีผลต่อความแปรปรวนของคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทุ่งกุลารักษ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรกรลำปาง	6
Project 2	สภาวะเครียดในระยะตั้งท้องและออกรวง ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรกรลำปาง	14
Project 3	ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนในระบบการปลูกข้าวและคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรกรลำปาง	18
Project 4	ศึกษารูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	24
Project 5	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	36
วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัยที่ดำเนินงานมาตลอดโครงการ		
	การศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่	44
	การศึกษาผลกระทบของสภาวะเครียด และการจัดการการเพาะปลูก	54
	การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ด้านสรีรวิทยา(Physiology) และสัณฐานวิทยา(Morphology)	93
	สรุปสาระสำคัญที่ได้จากโครงการวิจัย	129
	ประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงในการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพความหอมข้าว	132

บทสรุปของผู้บริหาร

งานวิจัยภายใต้โครงการ “การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธการจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ” ได้ดำเนินงานวิจัยมาเป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2544 ถึง กันยายน 2547 โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อ และมีงานวิจัยที่ทำอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์ ดังนี้

วัตถุประสงค์ 1

วิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อ คุณภาพกายภาพ และคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ปี 2544-45)

- 1.1 อิทธิพลของปัจจัยทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ที่มีต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 (เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 1.2 อิทธิพลของชนิดดิน ที่มีต่อการสร้างและสะสมสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP)
- 1.3 เปรียบเทียบคุณภาพความหอมของข้าวที่ปลูกในดินทุ่งกุลารุ และดินชุดอื่นๆ

(ปี 2545-46)

- 1.4 อิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและโซเดียมคลอไรด์ ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าว (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 1.5 ผลของความเค็มและการขาดน้ำ ที่มีต่อการสร้างสารหอมในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพแปลงนาเกษตรกร
- 1.6 สภาพภูมิอากาศทุ่งกุลารุให้ ที่สัมพันธ์กับความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105
- 1.7 ผลของสภาพให้น้ำ ที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP และศักยภาพการสร้างผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105
- 1.8 ผลของความเค็มและการขาดน้ำ ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการสร้างสารหอมในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพเรือนทดลอง
- 1.9 เปรียบเทียบวิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม และนาดำของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้การจัดการน้ำและการใช้สารโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่ต่างกัน (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 1.10 อิทธิพลของความเค็มดิน ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105

(ปี 2546-47)

- 1.11 อิทธิพลของการจัดการน้ำและความเค็มที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด
ข้าวขาวดอกมะลิ 105

(ปี 2547-48)*

- 1.12 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีผลต่อความแปรปรวนของ
คุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายในทุ่งกุลารุ
1.13 ภาวะเครียดในระยะตั้งท้องและออกรวงที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP

วัตถุประสงค์ 2

ศึกษาวิถีเมแทบอลิซึม (metabolism pathway) ของต้นข้าวที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง
สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ปี 2544-45)

- 2.1 รูปแบบของโปรตีนของข้าว
2.2 การสกัดสารหอม 2AP จากเมล็ดข้าวด้วยตัวทำละลายและการวิเคราะห์ปริมาณ
ด้วยเทคนิค Flow Injection Electrospray Ionization Liquid
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสารต้นตอ (proline) และสารให้ความหอมหลัก (2AP) ในข้าว
ขาวดอกมะลิ 105 (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)

(ปี 2545-46)

- 2.4 รูปแบบของโปรตีนที่สัมพันธ์กับสารหอม 2AP ในข้าวขาวดอกมะลิ 105
2.5 ปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

(ปี 2546-47)

- 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สัมพันธ์กับการสะสมสาร
หอม 2AP ในเมล็ด

(ปี 2547-48)*

- 2.7 ศึกษาารูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวหอมพันธุ์ขาว
ดอกมะลิ 105
2.8 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณสารหอม 2AP ใน
เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

วัตถุประสงค์ 3

ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการชีวเคมี และสรีระของข้าว ใน
การสร้างสารหอม 2AP และคุณภาพเมล็ดทั้งกายภาพ เคมี และคุณภาพขัดสี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(ปี 2544-45)

- 3.1 การเปรียบเทียบวงจร (diurnal cycle) สาร proline และ 2AP ที่พบในใบข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และมีเทนในดินนา ระหว่างการปลูกในดินทรายร่วนและดินเหนียว (ทำ 2 ปี)
- 3.2 อิทธิพลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2AP ของพันธุ์ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 3.3 ผลกระทบของการบังแสงและการจัดการน้ำ ต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวข้าวดอกมะลิ 105 (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 3.4 ศึกษาปริมาณสารหอม 2AP ที่สร้างในรอบวัน
- 3.5 ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สัมพันธ์กับการสร้างสารหอม 2AP

(ปี 2545-46)

- 3.6 ความแปรปรวนภายในรวงข้าวต่อคุณภาพความหอมของข้าว (เป็นงานวิจัยสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา)
- 3.7 ปริมาณสารหอม 2AP ในช่วงพัฒนาเมล็ด ภายใต้สภาพปลูกที่ต่างกัน
- 3.8 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตของข้าว ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทน
- 3.9 ลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอม 2AP และก๊าซมีเทน ในต้นข้าว ภายใต้สภาพให้น้ำที่ต่างกัน
- 3.10 อิทธิพลของระดับการสุกแก่และสัณฐานวิทยาของเปลือก ต่อการชะลอการสูญเสียสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวข้าวดอกมะลิ 105
- 3.11 อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวข้าวดอกมะลิ 105
- 3.12 ระดับความเข้มข้นของเกลือ ที่มีผลต่อใบจากต้นอ่อนของข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาวะมีแสงและไม่มีแสง

(ปี 2547-48)*

- 3.13 ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนในระบบการปลูกข้าวและคุณภาพเมล็ดข้าวข้าวดอกมะลิ 105

หมายเหตุ: * เป็นงานวิจัยที่ทำเพิ่มนอกเหนือจากแผนงานวิจัยปกติ

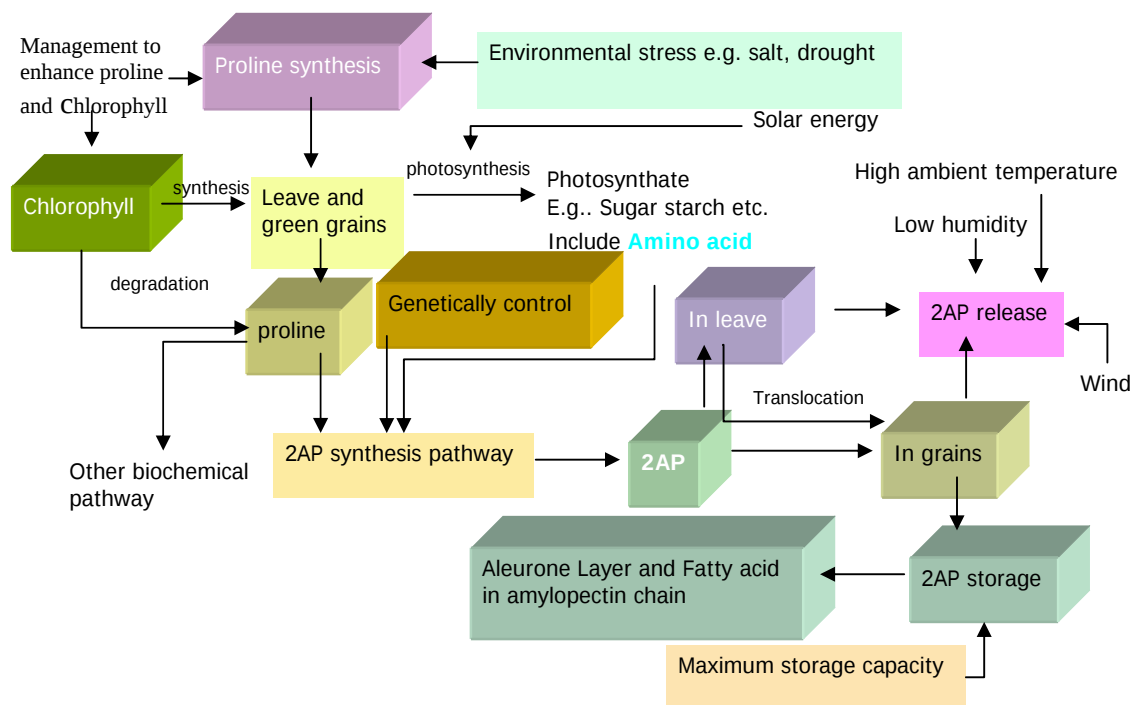
จากผลการวิจัยที่ผ่านมาสรุปประเด็นได้ว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความแปรปรวนของคุณภาพความหอมในเมล็ด ที่เกิดจากการสร้างและสะสมสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) แม้แต่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้เองก็ยังพบความแปรปรวนดังกล่าว สำหรับอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการสร้างสารหอม 2AP ตั้งแต่ระยะกล้าข้าว ซึ่งกลิ่นหอมที่เราสามารถรับรู้ได้ในแปลงข้าวนั้น เป็นส่วนของสารหอม 2AP ที่ต้นข้าวปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ นอกจากนี้ผลการจัดการที่เกิดการกระตุ้นให้เกิดสภาวะเครียด เช่น สภาวะขาดน้ำ และ/หรือดินเค็ม ส่งผลให้เกิดการสร้างสาร proline ที่เป็นสารตั้งต้นของการสร้างสารหอม 2AP ในข้าว อย่างไรก็ตามสภาวะเครียดที่เกิดขึ้นในช่วงการเจริญเติบโตทางต้นและใบ (vegetative stage) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว นอกจากนี้การสร้างสภาวะเครียดที่มากเกินไป แม้ว่ามีผลให้เกิดการสร้างสาร proline มากขึ้นก็ตาม แต่ไม่ได้ส่งผลให้ข้าวสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในเมล็ดในระดับสูงขึ้น และยังเกิดผลเสียโดยทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงขึ้นอีกด้วย

ผลการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการชีวเคมี และสรีระของข้าวที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารหอม 2AP พบว่า สารหอม 2AP ถูกสร้างจากใบและสามารถส่งถ่ายไปสู่เมล็ดข้าวได้ อย่างไรก็ตามเมล็ดบนรวงข้าวเอง ก็สามารถสร้างสารหอมได้เอง นอกจากนี้พบว่าการสร้างสารหอม 2AP ในใบและเมล็ดมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าว

ผลงานวิจัยหลายโครงการที่ศึกษาความแปรปรวนของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่ต่างกัน ชี้ประเด็นสำคัญว่า การศึกษาอิทธิพลปัจจัยเดียวของสภาพพื้นที่หรือภูมิอากาศ ที่มีต่อคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 นั้น ไม่สามารถตอบปัญหา หรือชี้ประเด็นให้เห็นถึงสาเหตุของความแปรปรวนของคุณภาพความหอมได้ ดังนั้นการวิจัยเชิงระบบ จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงสาเหตุของความแปรปรวนดังกล่าวได้ ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมดนี้สามารถนำมาสรุปเป็นแผนภาพของระบบสภาพแวดล้อมและการจัดการที่สัมพันธ์กับคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ดังแสดงในภาพที่ 1

โครงการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นแนวทางวิจัยที่จะกระตุ้น (induce) ให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 สร้างสารหอม 2AP ในระยะสะสมน้ำหนัเมล็ด โดยการสร้างสภาวะที่เหมาะสมในช่วงระยะการเจริญเติบโตที่ถูกต้อง เพื่อทำให้เมล็ดข้าวสะสมสารหอม 2AP ในปริมาณที่สูงแทนที่จะปลดปล่อยสารหอมดังกล่าวออกไป ซึ่งแนวทางวิจัยดังกล่าวนี้จะต้องทำการศึกษากันต่อไป โดยคาดหวังว่างานวิจัยสภาวะที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 สร้างสารหอม 2AP เพื่อส่งถ่ายไปสู่เมล็ดในระดับสูงนั้น จะเป็นกุญแจสำคัญในการรักษาคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะคุณภาพความหอมให้คงที่ ซึ่งเป็นการสร้างระดับมาตรฐานคุณภาพข้าวหอม ไม่

ว่าจะเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่ในเขตหรือนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ก็ตาม อย่างไรก็ตามการสูญเสียสารหอมในเมล็ดดังกล่าว ยังเกิดขึ้นได้อีกภายหลังเก็บเกี่ยวไปแล้ว ซึ่งมีแนวโน้มว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณกรดไขมันในเมล็ดที่เปลี่ยนแปลงไป ผลการวิจัยดังกล่าวก็เป็นประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่จะต้องหาแนวทางป้องกันแก้ไขเพื่อรักษามาตรฐานคุณภาพผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในตลาดโลกต่อไป



ภาพที่ 1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ส่งผลต่อระบบการสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในข้าวขาวดอกมะลิ 105

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและการจัดการ
ที่มีผลต่อความแปรปรวนของคุณภาพข้าว
ชาวดอกมะลิ 105 ภายในทุ่งกุลาร้องไห้

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรกรลำปาง

หลักการและเหตุผล

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวชาวดอกมะลิ 105 มีความแปรปรวนในพื้นที่ปลูกของในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ และไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเค็มดิน อีกทั้งผลการวิจัยคุณภาพความหอมของข้าวที่ผ่านมาเป็นการศึกษาอิทธิพลปัจจัยเดี่ยวซึ่งยังไม่สามารถบ่งบอกถึงความสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP ได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามพบว่าพื้นที่นาดินทราย ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด มีแนวโน้มสูงกว่าพื้นที่นาดินเหนียว ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในพื้นที่อีกครั้งถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในพื้นที่ทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ในพื้นที่ จ.สุรินทร์ โดยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความหลากหลายของลักษณะพื้นที่มากขึ้น

ในการคัดเลือกพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรครั้งนี้ ใช้หลักการทางสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ (GIS) ในการจำแนกและคัดเลือกพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ่งการคัดเลือกนี้ใช้ลักษณะเชิงพื้นที่จากแผนที่ภูมิศาสตร์ของจังหวัดสุรินทร์มาเป็นตัวกำหนดจุด เพื่อให้พื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างมีความหลากหลาย และมีการกระจายตัวของลักษณะพื้นที่มากขึ้น โดยการคัดเลือกพื้นที่นั้น ใช้หลักการการกระจายตัวของพื้นที่ตามลุ่มแม่น้ำมูล และใช้ระดับความสูงที่ต่างกันมาเป็นตัวช่วยแบ่งพื้นที่ให้กระจายตัวมากขึ้น จากนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกพื้นที่แปลงเกษตรกรจำนวน 34 จุด ที่มีการกระจายตัวของลักษณะพื้นที่ และอีก 2 จุดจากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์

วัตถุประสงค์

วิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการ ที่มีผลต่อคุณภาพความหอมในข้าวชาวดอกมะลิ 105 ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จ.สุรินทร์

การดำเนินงาน

คัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง 36 จุดของแปลงปลูกข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ เช่น ระดับความสูงของพื้นที่ ลักษณะดิน และลักษณะการจัดการ เป็นต้น บันทึกข้อมูลพื้นที่โดยใช้พิกัดภูมิศาสตร์ โดยเครื่อง

Geographic Position System (GPS) และบันทึกข้อมูลด้านการจัดการของเกษตรกรโดยการสัมภาษณ์

แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ครั้ง

1. การสำรวจ เพื่อคัดเลือกพื้นที่โดยวิธีดังกล่าวข้างต้น (ภาพที่ 1 และ 2) และทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเพื่อนำกลับมาทำการวิเคราะห์ เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอ ออกเก็บตัวอย่างวันที่ 2-6 สิงหาคม 2547

2. ออกสำรวจลักษณะระยะของต้นข้าว และเก็บตัวอย่างใบข้าวเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในต้น ออกเก็บตัวอย่างวันที่ 16-20 ตุลาคม 2547

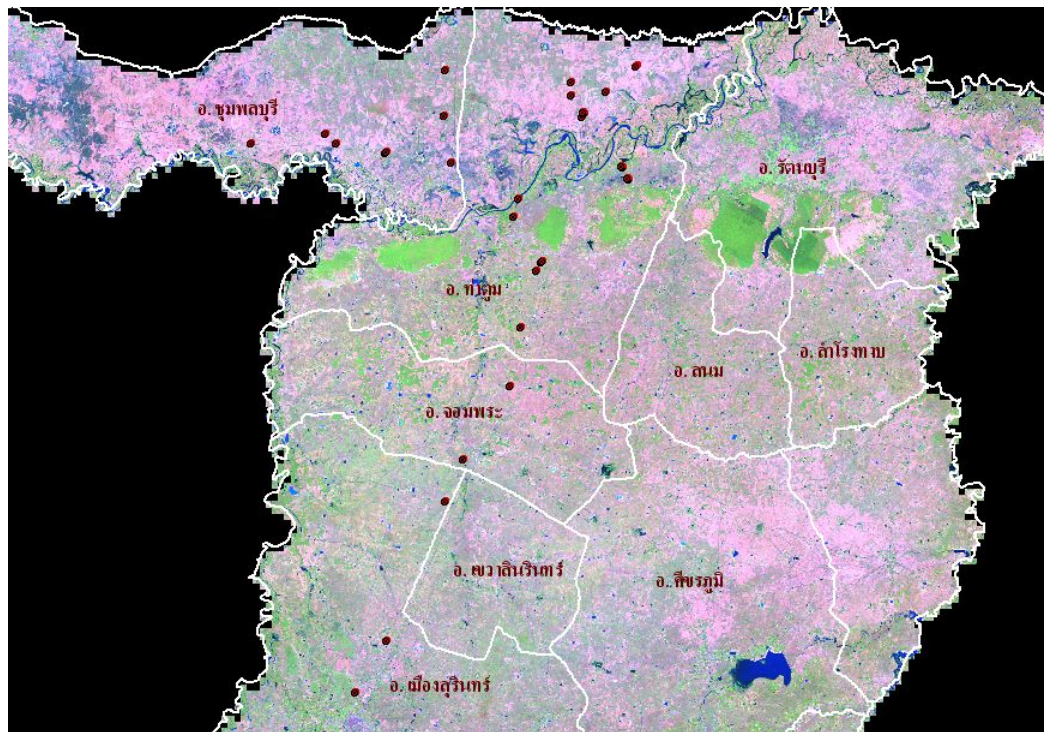
3. ออกเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงเกษตรกร เป็นพื้นที่ 2 ตารางเมตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆกับปริมาณสารหอม 2AP ออกเก็บตัวอย่างวันที่ 8-12 พฤศจิกายน 2547

การเก็บข้อมูล

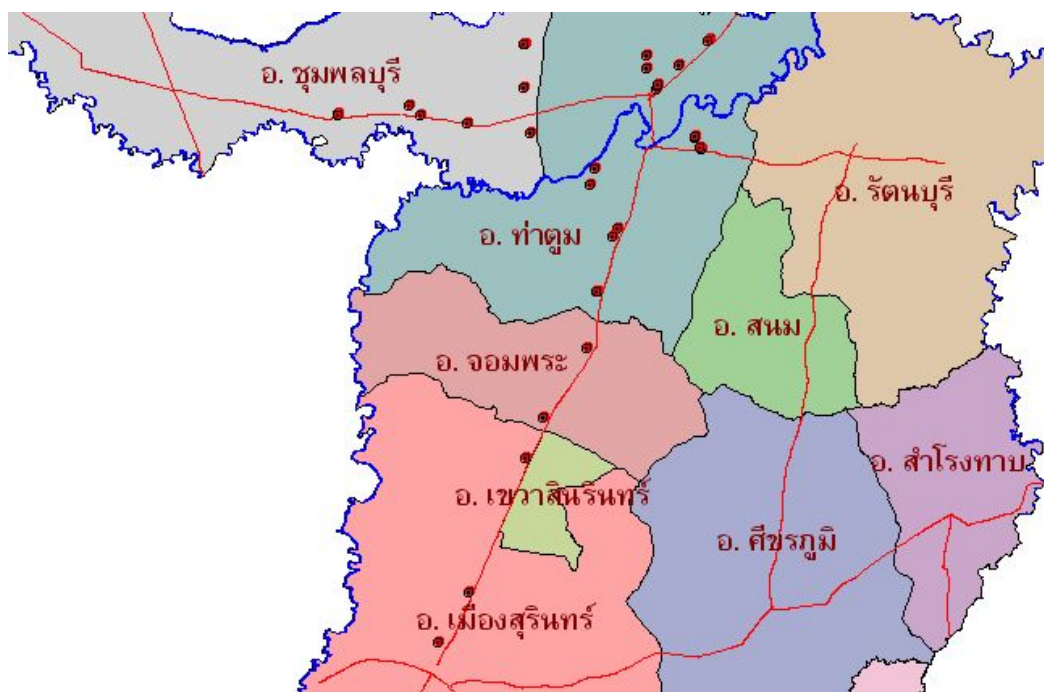
- 1) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน สุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่ปลูกข้าว ก่อนปลูก นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บได้ไปวิเคราะห์หา เนื้อดิน ค่าความเป็นกรดต่างของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
- 2) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวที่ระยะออกรวง ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502 วัดใบที่คลี่ขยายเต็มที่ (youngest fully expanded leaf) ที่อยู่ด้านบนสุด 1 ใบต่อต้น
- 3) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่เก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 2 ตารางเมตร ที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ เพื่อหาจำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด
- 4) คุณภาพสารหอมในเมล็ดข้าว โดยวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในเมล็ดข้าว ด้วยวิธีสกัดด้วยสารละลายกรดและตัวทำละลายอินทรีย์และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารให้กลิ่นหอมด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) ตามวิธีของสุกัญญา (2545) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างระยะเก็บเกี่ยว

ผลการศึกษาเบื้องต้น

จากการออกสำรวจพื้นที่ในระหว่างวันที่ 2-6 สิงหาคม 2547 ได้ข้อมูลเบื้องต้นดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่จังหวัดสุรินทร์และพื้นที่ 36 จุดที่ทำการคัดเลือก



ภาพที่ 2 แผนที่จังหวัดสุรินทร์ และพื้นที่ 36 จุดที่ทำการคัดเลือก

ตารางที่ 1 ข้อมูลจากการออกสำรวจพื้นที่ครั้งที่ 1

POINT	X	Y	ชื่อ-สกุล	ชนิด นา	ลักษณะดิน	ชุดดิน	อำเภอ
1	329518	1697741	ดาบดอง	ดำ	เหนียวปนทราย	7	ชุมพลบุรี
2	329599	1697706		หว่าน	เหนียวปนทราย	7	ชุมพลบุรี
3	337169	1697666	นายเสริม คำนึ่งสุข	หว่าน	เหนียวปนทราย	59	ชุมพลบุรี
4	336206	1698532	นายเสริม คำนึ่งสุข	หว่าน	เหนียวปนทราย	59	ชุมพลบุรี
5	341591	1696878	นายจุน สร้อยเสน	ดำ	เหนียวปนทราย	6	ชุมพลบุรี
6	341630	1696905	นายจุน สร้อยเสน	หว่าน	ทราย	6	ชุมพลบุรี
7	347427	1696022	นายเพี้ย สิดาม	หว่าน	ทราย	35	ชุมพลบุรี
8	346872	1700192	สทาร์ตัน จรรย์ภูมิ	หว่าน	ทรายปนเหนียว	n/a	ชุมพลบุรี
9	346949	1704274	สมศรี คานทอง	ดำ	เหนียว	6	ชุมพลบุรี
10	346896	1704278	สุนีย์	หว่าน	ทรายเทา	6	ชุมพลบุรี
11	358232	1703204	นายจิ้น	หว่าน	ทรายออกแดง	59	ท่าตูม
12	358208	1702025	สมควร สลักอินทร์	หว่าน	ทรายร่วน	59	ท่าตูม
13	359120	1700107	โอวาท งามขัน	หว่าน	ทรายปนเหนียว	6	ท่าตูม
14	359336	1700410	สังวร สิงมา	ดำ	ทราย	6	ท่าตูม
15	359299	1700494		หว่าน	เหนียวปนทราย	6	ท่าตูม
16	361340	1702264	สุธี ศรีรางค์	หว่าน	เหนียวปนทราย	n/a	ท่าตูม
17	364060	1704677		หว่าน	ทรายปนเหนียว	n/a	ท่าตูม
18	363957	1704559	ศรีกานดา สีพ้ายพ	ดำ	เหนียวปนทราย	n/a	ท่าตูม
19	355488	1687082	ศรีกานดา สีพ้ายพ	ดำ	เหนียว	n/a	ท่าตูม
20	355579	1687149	สุพรรณ ศรีแก้ว	หว่าน	ทรายปนเหนียว	n/a	ท่าตูม
21	353701	1681287	นางหั่น สาลี	ดำ	ทรายแดง	59	ท่าตูม
22	353646	1681307	อบต.สุภาพ บุญมี นวมินทร์	หว่าน	ทรายละเอียด	59	ท่าตูม
23	352728	1676034	พรหมบุตร	ดำ	ทรายเทา ทรายละเอียด	41/41b	จอมพระ
24	363330	1694530	นายแก้ว สาแก้ว นายบุญเลิศ ทอง มาก	ดำ	เทา	6	ท่าตูม
25	363286	1694594		หว่าน	ทราย	6	ท่าตูม
26	362762	1695512	จำศรี จงใจรัก	ดำ	ทรายปนเหนียว	41b	ท่าตูม
27	362751	1695621	นายพล	หว่าน	ทราย	41b	ท่าตูม
28	353460	1692716	นายรักษ เอ็นดู	หว่าน	เหนียว	59	ท่าตูม
29	353019	1691200	นายนาถ ผลโพธิ์	หว่าน	ทรายแดง	n/s	ท่าตูม
30	355132	1686345	ผู้ใหญ่ไสว สงนวน	หว่าน	ทราย	41b	ท่าตูม
31	348587	1669491	นายเมธา ทองแมน	ดำ	เหนียวปนทราย	n/a	จอมพระ
32	348591	1669491	นายเมธา ทองแมน	หว่าน	ทรายปนร่วน	n/a	จอมพระ
33	346943	1665730	ประสิทธิ์ รุ่งเรือง	ดำ	ทรายปนเหนียว	40/40b	เมือง
34	341723	1653336	นายบุญช่วย กกร้า	หว่าน	เหนียวปนทราย	22	เมือง
35	338873	1648701	วรินทร์	ดำ	ทรายละเอียด	n/a	เมือง
36	338878	1648707	วรินทร์	ดำ	ทรายปนเหนียว	n/a	เมือง

ภาพภาคผนวก



ภาพแสดงลักษณะแปลงนาดำ ดินเหนียว พื้นที่ปลายลุ่มแม่น้ำมูลในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ของ
นายสังวร สิงมา



ภาพแสดงลักษณะแปลงนาหวาน ดินเหนียว พื้นที่ปลายลุ่มแม่น้ำมูลในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ของ
นายสังวร สิงมา



ภาพแสดงลักษณะแปลงนาหว่าน ดินทราย พื้นที่ลุ่มแม่น้ำมูลในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ของนางสุนีย์



ภาพแสดงลักษณะแปลงนาหว่าน ดินทรายปนเหนียว นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ของ
นายบุญช่วย กกรำ



ภาพแสดงลักษณะแปลงนาดำ ดินทราย นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์

สภาวะเครียดในระยะตั้งท้องและออกรวง
ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง

หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าปริมาณสารหอม 2AP มีความแปรปรวนเป็นอย่างยิ่ง ทั้งพื้นที่ปลูกเดียวกันหรือต่างพื้นที่ปลูกกันก็ตาม จากการศึกษาพบว่าในบางสภาวะ ข้าวสามารถที่จะมีแนวโน้มของปริมาณสารหอม 2AP ที่สูงขึ้นได้ ซึ่งจากการศึกษาของ นันทวรรณ(2546) พบว่าข้าวเมื่อมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบเพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้การสังเคราะห์สารหอม 2AP ที่ใบเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยระยะที่น่าจะทำการศึกษาก็คือ ภายหลังจากข้าวออกรวง จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้เห็นถึงแนวทางเบื้องต้นที่จะทำการศึกษการเพิ่มปริมาณสารหอม 2AP จากการศึกษาของ แซ่สมุลย์ (2543) พบว่าการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดต์ในอัตราการฉีดพ่นที่เหมาะสม ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว โปรตีน ไอโอไดน์ และโพแทสเซียมของข้าว มีค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งไม่ทำให้เป็นพิษต่อต้นข้าว นอกจากจะทำให้เกิดอาการใบเหลืองเล็กน้อยและปรากฏอาการ 3 – 4 วัน แต่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวแต่อย่างใด

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงสภาวะเครียดที่น่าจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารหอม 2AP โดยศึกษาผลของสภาวะเครียดที่เกิดจากปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เปลี่ยนแปลงในต้นข้าวที่ระยะออกรวง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะเครียดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ตั้งท้องและระยะออกรวง ที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด
2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเปลือกกับเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด กับปริมาณสารหอม 2AP

การดำเนินงาน

ปลูกข้าวใน lysimeter ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร จ.ลำปาง (ภาพที่ 1)วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block กำหนดให้มีการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดต์ 2 อัตราคือ 0.2 และ 0.4 g%สารประกอบ และสารโซเดียมคลอไรด์ 0.075 g%

สารประกอบ ทางใบให้กับข้าวที่ระยะตั้งท้อง 1 ครั้ง และระยะออกรวง 1 ครั้ง และไม่ทำการฉีดพ่นสารประกอบเป็นตัวแทนควบคุม ผังกระถางการทดลองแสดงได้ดังภาพที่ 2

การเก็บข้อมูล

1. ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวก่อนและหลังทำการฉีดพ่น ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502 วัดใบที่คลี่ขยายเต็มที่ (youngest fully expanded leaf)
2. ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์และการฟื้นตัวของข้าว
3. สัดส่วนของขนาดข้าวสารกับข้าวเปลือก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด
4. ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด



ภาพที่ 1 กระถาง Lysimeter ที่ปลูกทดลองสภาวะเครียดที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จ.ลำปาง

	KI 0.2%			KI 0.4%			NaCl			ปุ๋ยเกร็ด	
Rep I	1	42		1	42		1	42		1	42
	2	41		2	41		2	41		2	41
	3	40		3	40		3	40		3	40
	4	39		4	39		4	39		4	39
	5	38		5	38		5	38		5	38
	6	37		6	37		6	37		6	37
	7	36		7	36		7	36		7	36
Rep II	8	35		8	35		8	35		8	35
	9	34		9	34		9	34		9	34
	10	33		10	33		10	33		10	33
	11	32		11	32		11	32		11	32
	12	31		12	31		12	31		12	31
	13	30		13	30		13	30		13	30
	14	29		14	29		14	29		14	29
Rep III	15	28		15	28		15	28		15	28
	16	27		16	27		16	27		16	27
	17	26		17	26		17	26		17	26
	18	25		18	25		18	25		18	25
	19	24		19	24		19	24		19	24
	20	23		20	23		20	23		20	23
	21	22		21	22		21	22		21	22

หมายเหตุ : ตัวเลขคือหมายเลขกระถาง

ภาพที่ 2 ผังแปลงงานทดลองการปลูกข้าวในกระถาง lysimeter

เอกสารอ้างอิง

- แจสุมาลย์ จันทร์เครือญาติ. 2543. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมไอโอไดค์ที่มีต่อคุณภาพการสีและคุณภาพทางโภชนาการของข้าว. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (พืชไร่) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 125 หน้า.
- นันทวรรณ รักพงษ์. 2547. อิทธิพลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (พืชไร่) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 175 หน้า.

ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทน
ในระบบการปลูกข้าวและคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง

หลักการและเหตุผล

เนื่องจากการที่ประเทศไทยได้เข้าเป็นสมาชิกองค์การการค้าโลก (WTO) และมีการส่งข้าว
ออกต่างประเทศมาก ดังนั้นการแข่งขันและกีดกันทางการค้าก็เริ่มมากขึ้นด้วย การปลดปล่อย
ก๊าซมีเทนจากนาข้าวจึงถูกนำมาเป็นประเด็นหนึ่งของการกีดกันทางการค้าในปัจจุบันและ
อนาคต และพื้นที่ปลูกข้าวที่เป็นพื้นที่น้ำขังก็เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทนแหล่งหนึ่ง โดยคาด
ว่าถูกปลดปล่อยประมาณ 20% ของแหล่งที่ปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมด หรือ ประมาณ 20-150
ล้านตันต่อปี (Houghton *et al.* , 1996) และรายงานว่าการปล่อยก๊าซมีเทนที่ถูกปลดปล่อยจากแปลงนาสู่
บรรยากาศมากกว่า 95% จะปลดปล่อยผ่านทางต้นข้าว (Banker, 1995) ซึ่งการเกิดและการ
ปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงนามีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายปัจจัย เช่น การใช้ปุ๋ย
คุณสมบัติของดิน ระดับน้ำในแปลงนา การเขตรกรรม และพันธุ์ข้าว และสภาพแวดล้อมในนาข้าว
โดยเฉพาะอุณหภูมิดิน (Sass *et al.*, 1991; Kimura *et al.*, 1993; Wang *et al.*, 1995;
Ranganathan *et al.*, 1995; Adachi *et al.*, 1996; Buendia *et al.*, 1997)

แม้ว่าทราบถึงปัจจัยทางพันธุกรรมข้าว การจัดการปลูกและสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพล
ต่อการเกิดและการปลดปล่อยก๊าซมีเทน และคุณภาพข้าว แต่ปัจจุบันปัจจัยเหล่านี้ยังมีความ
ซับซ้อนแตกต่างกันในระบบการปลูกข้าว ซึ่งมีข้อมูลน้อยอยู่มากที่ศึกษาถึงความเกี่ยวเนื่องกันของ
ปัจจัยต่างๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเกิดและการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและความสัมพันธ์
ระหว่างก๊าซมีเทนในข้าวกับคุณภาพข้าวในพื้นที่ปลูกข้าว ซึ่งมีปัจจัยลักษณะดิน วิธีการปลูก
และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาถึงพลวัตของการเกิดก๊าซมีเทนในข้าว ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว
2. ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ในสภาพแวดล้อมการปลูกข้าว ได้แก่ สภาพพื้นที่
อากาศ และการจัดการปลูกที่มีต่อปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว
3. ศึกษาความสัมพันธ์กันระหว่างคุณภาพข้าวและก๊าซมีเทนในต้นข้าวภายใต้
สภาพแวดล้อมการปลูกข้าวที่แตกต่างกัน

แผนดำเนินงาน

แบ่งงานทดลองย่อยๆ ดังนี้

งานทดลองที่ 1 ศึกษาพลวัตปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในต้นข้าวในแต่ละระยะการเจริญเติบโต
2. อิทธิพลการจัดการปลูก และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในต้นข้าวตลอดอายุ

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 2 กรรมวิธี (treatment) ได้แก่ การปลูกแบบหว่าน และการปลูกแบบปักดำ โดยการศึกษาในครั้งนี้ทำการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร จังหวัดลำปางในฤดูนาปี

แต่ละตำรับทดลองวิธีปลูกใช้ขนาดแปลง 20 X 40 เมตร และใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีการปลูก ใช้ระยะปลูก 25 X 25 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อจับ ใช้อายุกล้า 30 วันส่วนวิธีหว่าน ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ ดูแลป้องกันวัชพืชและศัตรูพืชโดยทั่วไปทำตามความเหมาะสม

การบันทึกข้อมูล

- 1) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินนา ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวก่อนปลูก นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บได้ไปวิเคราะห์หา เนื้อดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
- 2) ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าว โดยการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) ที่ระยะการเจริญเติบโตของข้าว 9 ระยะ ได้แก่ ระยะแตกกอ, ระยะกำเนิดช่อดอก, ระยะยี้ดปล้อง, ระยะตั้งท้อง (ใบธงคลี่เต็มที่), ระยะออกรวง, ระยะเมล็ดนํ้านม, และระยะสุกแก่ทางสรีระ โดยวิธีของสวาวิตร์ และคณะ (2545)
- 3) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502 วัดใบที่คลี่ขยายเต็มที่ (youngest fully expanded leaf) ที่อยู่ด้านบนสุด 1 ใบต่อต้น สุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กอ กอละ 3 ใบ ในระยะการเจริญเติบโตของข้าว 9 ระยะ ได้แก่ ระยะแตกกอ, ระยะกำเนิดช่อดอก, ระยะยี้ดปล้อง, ระยะตั้งท้อง (ใบธงคลี่เต็มที่), ระยะออกรวง, ระยะเมล็ดนํ้านม, และระยะสุกแก่ทางสรีระ

- 4) การพัฒนาการเจริญเติบโตของข้าว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างต้นข้าว เพื่อวัดหาความสูง ขนาดปล้อง และชั่งน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก ในระยะการเจริญเติบโตของข้าว 9 ระยะ ได้แก่ ระยะแตกกอ, ระยะกำเนิดช่อดอก, ระยะยี้ดปล้อง, ระยะตั้งท้อง (ใบธงคลี่เต็มที), ระยะออกรวง, ระยะเมล็ดนํ้านม, และระยะสุกแก่ทางสรีระ
- 5) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่เก็บตัวอย่างข้าวในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 1 ตารางเมตร ที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ เพื่อหาจำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด
- 6) ข้อมูลตรวจอากาศในรอบวัน ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ ฝนเปลี่ยนแปลงปลูก

งานทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว ผลผลิตและคุณภาพเมล็ด ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ต่างกัน

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว ผลผลิตและคุณภาพเมล็ด ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ต่างกัน
2. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการจัดการปลูก ที่มีต่อปริมาณในต้นข้าวในรอบวัน

โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว ผลผลิตและคุณภาพเมล็ด ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ต่างกันแบ่งงานทดลองออกเป็นสองงานดังนี้

งานทดลองที่ 2.1 อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการจัดการปลูก ที่มีต่อปริมาณในต้นข้าวในรอบวัน

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี (treatment) ได้แก่ พื้นที่ตัวอย่าง 4 จุดของแปลงปลูกข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ เช่น นาสุ่ม นาดอน นาหวาน นาดำ เป็นต้น ซึ่งได้จัดแบ่งโดยใช้พิกัดภูมิศาสตร์ โดยเครื่อง Geographic Position System (GPS) และข้อมูลด้านการจัดการของเกษตรกรโดยการสัมภาษณ์

การบันทึกข้อมูล

1) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินนา ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวก่อนปลูก นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บได้ไปวิเคราะห์หา เนื้อดิน ค่าความเป็นกรดต่างของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

2) บันทึกทำการบันทึกปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวโดยการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) โดยวิธีของสาวิตร และคณะ(2545) โดยทำการเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซมีเทนในระยะตั้งท้อง ทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00-18.00 น. เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

3) บันทึกข้อมูลตรวจอากาศในรอบวัน ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ ณ บริเวณแปลงเพาะปลูก โดยอุปกรณ์บันทึกสภาพภูมิอากาศ

งานทดลองที่ 2.2 ความสัมพันธ์กันระหว่างผลผลิต คุณภาพข้าวและปริมาณก๊าซมีเทนในข้าว ภายใต้สภาพแวดล้อมแตกต่าง

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 36 กรรมวิธี (treatment) ได้แก่ พื้นที่ตัวอย่าง 36 จุดของแปลงปลูกข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ ที่มีความแตกต่างกันของข้อมูลด้านสารสนเทศศาสตร์เชิงพื้นที่ เช่น นาห่ม นาดอน นาหวาน นาดำ เป็นต้น ซึ่งได้จัดแบ่งโดยใช้พิกัดภูมิศาสตร์ โดยเครื่อง Geographic Position System (GPS) และข้อมูลด้านการจัดการของเกษตรกรโดยการสัมภาษณ์

การบันทึกข้อมูล

- 1) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินนา ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวก่อนปลูก นำตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บได้ไปวิเคราะห์หา เนื้อดิน ค่าความเป็นกรดต่างของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
- 2) ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวโดยการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) โดยวิธีของสาวิตร และคณะ(2545)โดยทำการเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซมีเทนในระยะตั้งท้อง
- 3) คุณภาพสารหอมในเมล็ดข้าว โดยวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในเมล็ดข้าว ด้วยวิธีสกัดด้วยสารละลายกรดและตัวทำละลายอินทรีย์และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารให้ความหอมด้วยเทคนิค Gas Chromatography (GC) ตามวิธีของ สุกัญญา (2544) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างระยะเก็บเกี่ยว

- 4) คุณภาพการสี โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการสีข้าว โดยเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดแบบ Satake จะได้ส่วนที่เป็นข้าวกล้องและแกลบ นำข้าวกล้องมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 100 กรัม เพื่อเข้าเครื่องขัดขาวแบบ McGill No.2 จะได้ส่วนที่เป็นข้าวกล้องนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง นำข้าวกล้องมาผ่านกระบวนการขัดขาวจะได้ส่วนที่เป็นข้าวสารที่มีความยาวต่างๆ กันเนื่องจากการแตกหักในระหว่างการสี นำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก

ผลการศึกษา

อยู่ระหว่างดำเนินการ

เอกสารอ้างอิง

- Adachi, K., G. Oyediran, and T. Senboku. 1996. Effect of application of rice straw and cellulose on methane emission and biological nitrogen fixation in a subtropical paddy field. 2 : Enumeration.
- Banker, B.C., H.K. Kludze, D.P. Alford, R.D. DeLaune, C.W. Lindau. 1995. Methane source and sink in paddy rice soil : relationship to emissions. Agriculture Ecosystem and Environment. 53 : 243-251.
- Buendia, V. L., U.H. Neue, R. Wassman, S.R. Lantin, M.A. Javellana, X. Yuchang, K.A. Makarim, M.T. Corton, and N. Charoensilp. 1997. Understanding the nature of methane emission from rice ecosystem as basis of mitigation strategies. Applied Energy. 56 : 433-444.
- Houghton J.T., L.G. Meira, B.A. Callander, N. Harris, A. Katterberg and K. Maskell. 1996. IPCC report on climate change : The science of climate change. WG1 contribution to the IPCC second assessment report on methane emission from Rice Research : Medium-term Plan 2000-2002, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 130 p.
- Kimura, M., T. Minoda, and J. Murase. 1993. Water-soluble organic materials in paddy Soil ecosystem II. Effects of temperature on contents of total organic materials, organic acids and methane in leachate from submerged paddy soil amended with rice straw. Soil Science Plant Nutrition. 39(49) : 713-724.

- Ranganathan, R., H.U. Neue, and p.L. Pingali. 1995. Global climate change : role of rice in methane emissions and prospects for mitigation. *In* Climate Change and Rice by S. Peng, K.T. Ingram, H.U. Neue, and L.H. Ziska (eds.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 122-135.
- Sass, R.L., F.M. Fisher, F.T. Tuurner, and M.F. Jund. 1991. Methane emission from rice fields as influenced by solar radiation, temperature and straw incorporation. *Global Biogeochemical Cycles*. 5(4) : 335-350.
- Wang, B., H.U. Neue, and P.H. Samonte. 1997. Effect of cultivar difference ("IR 72", "IR 65598", and "Dular") on methane emission. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 62: 31-40.

รูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline
ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ข้าวเป็นพืชที่นิยมนำมาทำการศึกษาในด้านต่าง ๆ เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจ และได้รับความนิยมในปริมาณที่สูงมาโดยตลอด ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะนิยมศึกษารูปแบบโปรตีนในส่วนของใบ ใบอ่อน ส่วนลำต้น และแคลลัสเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่มีรายงานในส่วนของเมล็ด หรือเอมบริโอ แต่จากการศึกษาเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทยมาเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) พบว่าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกได้ในสภาพดินชนิดต่าง ๆ ทั้งในดินเหนียว และดินทราย มีปริมาณสารหอม 2AP ที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการศึกษาแบบของโปรตีนในส่วนเมล็ด หรือเอมบริโอของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 โดยทำการเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน (Crude protein) เพื่อใช้เป็นวิธีการในการศึกษาขั้นต่อไป และศึกษาปัจจัยของสภาพดินที่อาจมีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

การศึกษารูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ได้แบ่งการศึกษาดังกล่าวออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ การศึกษาเปรียบเทียบชนิดตัวทำละลายและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน การศึกษารูปแบบโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสง ทั้งสามขั้นตอนของการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน (Crude protein) เพื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนในส่วนเมล็ด หรือเอมบริโอของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 โดยทำการเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน (Crude protein)

วิธีการทดลอง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยของสภาพดินที่อาจมีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP นี้ คือ เมล็ดของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินเหนียว และดินทราย ที่อยู่ในระยะสุกแก่

ปัจจัยที่ทำการศึกษา

ในงานวิจัยเกี่ยวกับข้าวที่ผ่านมา ได้รายงานว่าทำการศึกษารูปแบบของโปรตีนในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ใช้ส่วนของใบ ใบอ่อน ราก และส่วนของลำต้นในการศึกษา แต่ยังไม่มีรายงานใดเลยที่ทำการศึกษารูปแบบโปรตีนในส่วนของเมล็ด หรือเอมบริโอของข้าว ในงานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องหาสภาวะที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นวิธีการในการศึกษาขั้นต่อไป โดยสภาวะที่นำมาเปรียบเทียบมาจากการงานวิจัยที่มีผู้เคยรายงานมาแล้ว แบบเป็นปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. วิธีการนำตัวอย่างมาสกัด (Homogenization)
ทำการเปรียบเทียบระหว่างการ Homogenize ทั้งเปลือก และการแยกเปลือกออกก่อน homogenize
2. ชนิดของตัวทำละลาย (Extraction buffer solution)
ทำการเปรียบเทียบระหว่างการสกัดด้วย 55 % n-propanol และ Tris-HCl buffer pH 7.8
3. การทำให้สารละลายเข้มข้น (Precipitation)
ทำการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ 99 % TCA 100 ul และ 99 % TCA 200 ul
4. การแยกสารละลาย (Centrifugation)
ทำการเปรียบเทียบระหว่างการ Centrifuge ที่ 12000g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และการ centrifuge ที่ 4000g ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส 10 นาที

ขั้นตอนการศึกษา

ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแต่ละปัจจัย และนำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาวัดปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Bradford's method โดยทำการเปรียบเทียบกับ Bovine Serum Albumin (BSA) ที่ใช้เป็น standard protein

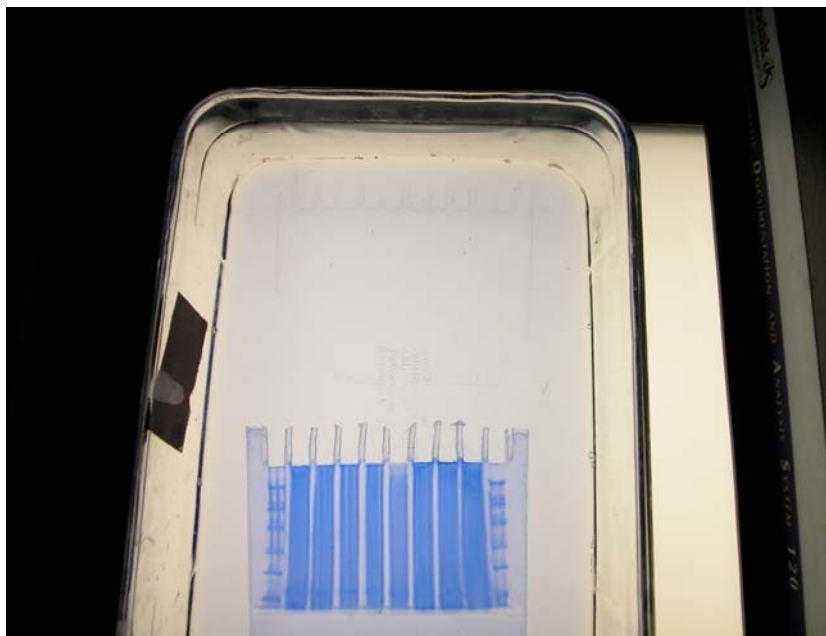
ผลการทดลอง

เมื่อทำการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัย พบว่าได้ผลที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. วิธีการนำตัวอย่างมาสกัด (Homogenization) พบว่าการบดทั้งเปลือก จะได้สารละลายที่ค่อนข้างข้น และไม่ใช่น้ำเนื้อเดียวกัน (heterogenous) เมื่อเปรียบเทียบ

กับการบดแยกเปลือก พบว่า สารละลายที่ได้ชั้น และเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous)

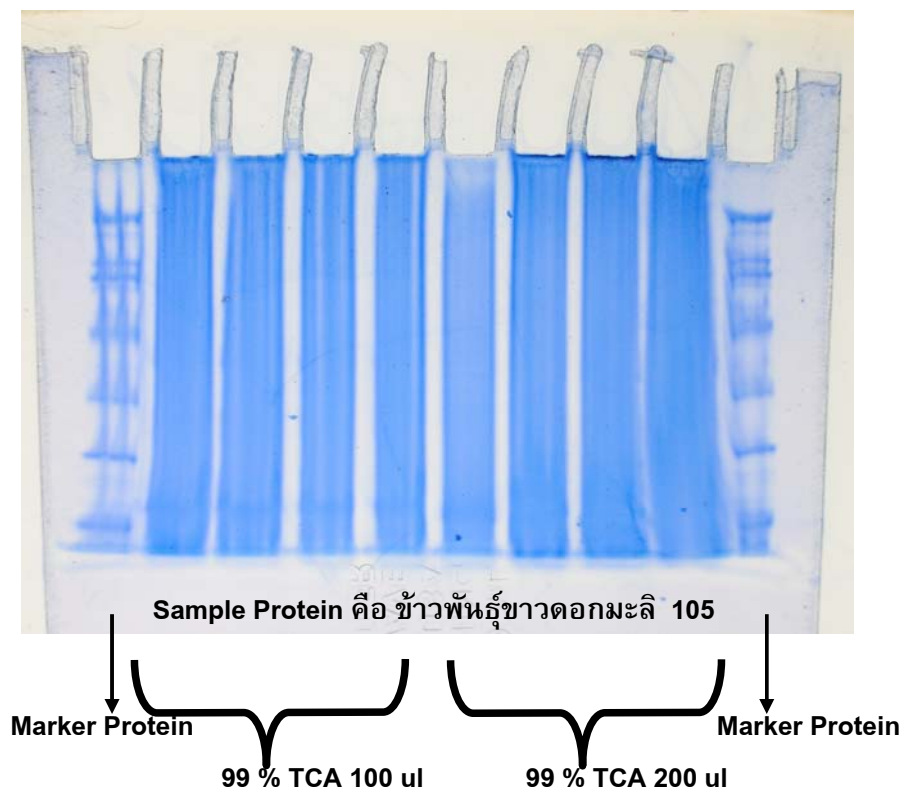
2. ชนิดของตัวทำละลาย (Extraction buffer solution) เมื่อทำการเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย พบว่า 55 % n-propanol สามารถสกัดได้สารละลายที่มีปริมาณโปรตีนได้เป็น 3 ug Protein/ml แต่ Tris-HCl buffer pH 7.8 สามารถสกัดได้สารละลายที่มีปริมาณโปรตีนได้เป็น 25 mg Protein/ml ซึ่งได้มากกว่า 55 % n-propanol ทั้งนี้เนื่องจาก 55 % n-propanol เป็น strong extraction buffer และไม่จำเพาะต่อเมล็ด หรือเอมบริโอที่ใช้ แสดงในภาพที่ 1 ดังนี้ ในหมายเลข 1 เป็น gel ที่ run โปรตีนของเมล็ด หรือเอมบริโอที่ใช้ 55 % n-propanol เป็น extraction buffer solution จะเห็นได้ว่าแถบ (bands) ที่ได้จางมากจนไม่ติดตีสีย้อม (CBB) ทั้งนี้เนื่องมาจากมีปริมาณโปรตีนเริ่มต้นน้อยกว่า 10 ug Protein/ml ในหมายเลข 2 จะเห็นได้ว่า แถบ (bands) ที่ได้สามารถติดตีสีย้อม เนื่องจากมีโปรตีนเริ่มต้นในปริมาณที่มากเพียงพอ



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลายระหว่าง 55 % n-propanol (1) และ Tris-HCl buffer pH 7.8 (2)

หมายเหตุ: gel ในหมายเลข 1 ไม่ได้ run Marker Protein แต่ gel ในหมายเลข 2 run Marker Protein

3. การทำให้สารละลายเข้มข้น (Precipitation) เป็นขั้นตอนที่จำเป็นมากในการสกัดโปรตีน เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้มีขนาดค่อนข้างเล็ก เมื่อทำการเปรียบเทียบโดยดูจากแถบ (bands) ในการ run gel พบว่า ถ้าไม่มีการทำให้สารละลายเข้มข้นจะไม่สามารถเห็นแถบ (bands) ของ gel และการใช้ปริมาณของ 99 % TCA 100 ul และ 200 ul ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ แถบ (bands) ของ gel มีขนาดพอ ๆ กัน จึงควรใช้ 100 ul เพื่อประหยัดต้นทุน แสดงในรูปที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบแถบโปรตีนที่ได้จากการใช้สารละลายเข้มข้น 99% TCA 100 ul และ 200 ul

หมายเหตุ ในการ run gel ใช้ปริมาณ sample และ sample buffer ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถเห็นแถบ (bands) ที่ชัดเจน

4. การแยกสารละลาย (Centrifugation) การแยกสารละลายเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการสกัดโปรตีน เนื่องจากโปรตีนแต่ละชนิดจะมีขนาดและน้ำหนักโมเลกุลที่จำเพาะแตกต่างกันไป ในการศึกษาพบว่า การใช้แรงปั่นเหวี่ยงที่ 12000g จะสามารถตกตะกอนโปรตีน และส่วนประกอบอื่น ๆ ไปรวมกัน ทำให้สารละลายที่ได้มีปริมาณโปรตีนน้อยมาก ส่วนการใช้แรงปั่นเหวี่ยง ที่ 4000g จะสามารถแยกโปรตีนออกจากส่วนอื่น ๆ ทำให้สารละลายที่ได้มีปริมาณโปรตีนเพียงพอ อุณหภูมิที่ใช้ในการแยกที่ 21 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานมากกว่าที่ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย และสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารละลายโปรตีน เพื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า วิธีที่เหมาะสมในการนำตัวอย่างมาสกัด คือ การบดแยกเปลือก และใช้ Tris-HCl buffer เป็น extraction buffer solution โดยมีการทำให้เข้มข้นด้วย 99 % TCA 100 ul/ 1 ml ของสารละลายโปรตีนที่ละลายใน Tris-HCl buffer และมีการเติม acetone 500 ul ทำให้สารละลายเข้มข้น 2 ครั้ง โดยใช้แรงปั่นเหวี่ยงที่ 4000g ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไประเหย และเติม extraction buffer solution ในปริมาณที่เหมาะสม

2. การศึกษารูปแบบของโปรตีนที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยของสภาพดินที่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยเทคนิค gel electrophoresis แบบ 1-dimensional electrophoresis และ 2-dimensional electrophoresis

วิธีการทดลอง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

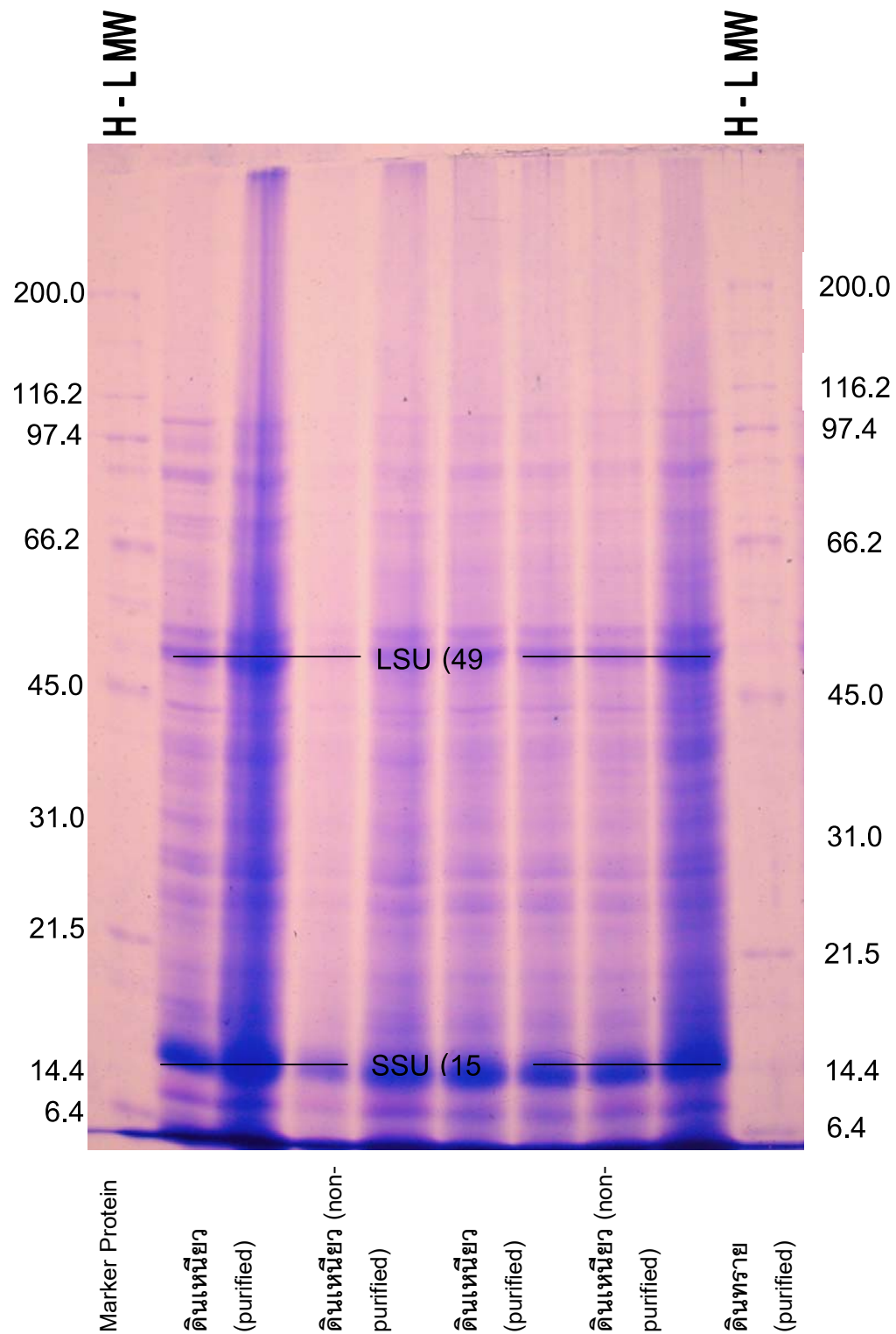
ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยของสภาพดินที่อาจมีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP นี้ คือเมล็ดของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินเหนียว และดินทราย ที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยว

ขั้นตอนการศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินชนิดต่าง ๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างจาก อ. เมือง จ. พิษณุโลก ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เก็บในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และเริ่มทำการทดลองในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 โดยทำการศึกษารูปแบบโปรตีนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพดินต่างชนิดกัน โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคการแยกโปรตีน (gel electrophoresis) แบบ 1-dimension

ผลการทดลอง

เมื่อทำการศึกษารูปแบบโปรตีนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพดินต่างชนิดกัน (ดินทรายและดินเหนียว) โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคการแยกโปรตีน (gel electrophoresis) แบบ 1-dimension สามารถแสดงผลเปรียบเทียบแถบโปรตีนได้ดังแสดงในภาพที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบรูปแบบโปรตีนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินเหนียว และดินทราย พบว่ามีรูปแบบโปรตีนที่เหมือนกัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยสภาพดินไม่มีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เนื่องจากเทคนิคการแยกโปรตีน (gel electrophoresis) แบบ 1-dimension ที่ใช้ในการศึกษา เป็นเทคนิคการแยกโปรตีนอย่างหยาบ ๆ จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างที่ละเอียดมาก ๆ ได้ ดังนั้นในงานวิจัยที่จะทดลองต่อไปจะทำการศึกษารูปแบบโปรตีนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพดินต่างชนิดกัน โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคการแยกโปรตีน (gel electrophoresis) แบบ 2-dimension ที่จะทำการศึกษาต่อไป



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบรูปแบบโปรตีนที่สกัดจากเมล็ด หรือเอ็มบริโอของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างที่ทำการปลูกในสภาพดินเหนียว กับดินทราย

หมายเหตุ ในการทดลองมีการเปรียบเทียบรูปแบบโปรตีนระหว่างวิธีการสกัดที่มีการทำให้สลายโปรตีนบริสุทธิ์ กับวิธีการสกัดที่ไม่มีการทำให้สลายโปรตีนบริสุทธิ์

3. การศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสงและความสัมพันธ์กับรูปแบบโปรตีนและการสังเคราะห์สารหอม 2AP

ในการศึกษาการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีปัจจัยสภาวะแวดล้อมหลาย ๆ ปัจจัยที่อาจมีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ซึ่งแสงแดด และโพรลีน นับเป็นปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ดังรายงานของ Hohl and Peter (1991) ได้รายงานว่ปริมาณของ โพรลีนน่าจะขึ้นอยู่กับแสงและสารคาร์โบไฮเดรต แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 Joyce และคณะ ได้โต้แย้งว่ากระบวนการสังเคราะห์แสงไม่น่าเป็นปัจจัยเดียวเท่านั้นที่มีผลต่อการเกิดโพรลีน Sahoo and Sahu (1993) ได้เปรียบเทียบการปลูกในสภาวะที่มีและไม่มีแสง และนำใบข้าวที่ปลูกไปวิเคราะห์ พบว่าการปลูกในสภาวะที่มีแสงมีปริมาณโพรลีนมากกว่าในที่ไม่มีแสง ต่อมา Arora and Pardha Saradhi (1995) ได้ศึกษาปัจจัยความเครียดของความเข้มข้นเกลือในสภาวะการปลูกที่มีและไม่มีแสงโดยทดลองในรากของ *Vigna radiata* (L.) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า อาจมีหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งปัจจัยหรือกระบวนการอื่นมากกว่ากระบวนการสังเคราะห์แสงที่มีผลต่อการผลิตโพรลีน Pandey and Agarwal (1998) ได้นำเมล็ดข้าวมาใส่ใน glucose 5 มิลลิโมลาร์ และทำการทดลองปลูกในสภาวะที่มีและไม่มีแสงพบว่าปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นในสภาวะการปลูกที่มีแสง และมีปริมาณโพรลีนลดลงในสภาวะการปลูกที่มีมืด นอกจากแสงจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารต่าง ๆ ของข้าว ปริมาณของเกลือ (NaCl) ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีรายงานว่ามียผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 กล่าวคือ Gzik (1996) ได้ทำการทดลองในใบของ sugar beet พบว่าระยะเวลาในการทดสอบด้วยปริมาณของเกลือ (NaCl) ยิ่งนานขึ้นก็จะทำให้ปริมาณของโพรลีนเพิ่มขึ้นกว่าเดิม และ Sultana และคณะ (2000) ได้ทำการทดลองในใบข้าวพบว่าปริมาณของเกลือ (NaCl) ยิ่งเข้มข้นจะทำให้ปริมาณของโพรลีนเพิ่มขึ้นด้วย ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 Rahman และคณะ ได้ศึกษาปัจจัยความเครียดของปริมาณเกลือ (NaCl) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยทดลองเติมลงในช่วงการงอกของเมล็ดและในช่วงเป็นต้นกล้าอ่อน พบว่าช่วงการงอกเมล็ดสามารถทนที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 ของเกลือ (NaCl) ซึ่งมากกว่าช่วงการเป็นต้นกล้าอ่อนที่ทนความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ของเกลือ (NaCl) และ Hien และคณะ (2003) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเกลือ (NaCl) กับปริมาณโพรลีน โดยใช้เนื้อเยื่อของรากและใบข้าว ทดลองในสารละลายเกลือ (NaCl) ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ พบว่าทั้งเนื้อเยื่อของรากและใบข้าว มีปริมาณของโพรลีนเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาที่ทำการเลี้ยงเซลล์นานขึ้น ซึ่งนอกจากโพรลีนแล้ว ยังมีอาร์จินีนที่เป็น amino acid ที่อาจส่งผลต่อรูปแบบของโปรตีน และการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ในงานวิจัยส่วนนี้จึงทำการศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสงที่อาจมีผลต่อรูปแบบของโปรตีน และการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ในการศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสงที่อาจมีผลต่อรูปแบบของโปรตีน และการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นหลายขั้นตอน ดังนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนในส่วนของใบอ่อนของต้นกล้าของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 โดยทำการเปรียบเทียบชนิดของตัวทำละลาย และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน (Crude protein)
2. เพื่อศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสงที่อาจมีผลต่อรูปแบบของโปรตีน และการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยเทคนิค gel electrophoresis แบบ 1-dimensional electrophoresis และ 2-dimensional electrophoresis

วิธีการทดลอง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยสภาวะเครียดของปริมาณของเกลือ (NaCl) และ amino acids บางชนิดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสงที่อาจมีผลต่อรูปแบบของโปรตีน และการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 นี้ ใช้ส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ ซึ่งก็คือ ใบอ่อนของต้นกล้าของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML) ข้าวเจ้าหอมพันธุ์คลองหลวง 1 (KLG1) ข้าวเจ้าหอมพันธุ์สุพรรณบุรี (SPR) และข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (PTT1) ที่ปลูกในทราย ที่มีการเติมสารละลายต่าง ๆ ในปริมาณความเข้มข้นต่าง ๆ กันภายใต้สภาวะการปลูกที่มีแสงและไม่มีแสง

สภาวะในการปลูกที่ใช้ศึกษา

เปรียบเทียบสภาวะการปลูกในสภาวะที่มีแสงตามธรรมชาติ (แสง 16 ชั่วโมง มีด 8 ชั่วโมง) และการปลูกในสภาวะที่ไม่มีแสง (ในที่มืดสนิท)

ขั้นตอนการศึกษา

ปลูกตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาลงในกระบะทราย ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน จนเป็นต้นข้าวอ่อน ทำการรดน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้สารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันกับต้นข้าวอ่อนพันธุ์ต่าง ๆ โดยทำการรดสารละลายปริมาณเกลือ (NaCl) ให้แก่ต้นข้าวอ่อน ซึ่งความเข้มข้นต่าง ๆ ของปริมาณเกลือ (NaCl) ที่ใช้ศึกษา (Sultana และคณะ, 1999, 2000; Pandey และ Agarwal, 1998 และ Hien และคณะ, 2003) ดังนี้

- 1.1. น้ำกลั่น
- 1.2. สารละลายเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์
- 1.3. น้ำกลั่น + Proline ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.4. สารละลายเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ + Proline ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.5. น้ำกลั่น + Arginin ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.6. สารละลายเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ + Arginin ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.7. น้ำกลั่น + Proline ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ + Arginin ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.8. สารละลายเกลือ (NaCl) ความเข้มข้น 200 มิลลิโมลาร์ + Proline ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ + Arginin ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์

นำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ (Aseptic technique) สกัด crude protein extract นำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาวัดปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Bradford's method โดยทำการเปรียบเทียบกับ Bovine Serum Albumin (BSA) ที่ใช้เป็น standard protein วิเคราะห์รูปแบบและชนิดของโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE แบบ 1-DE และ 2-DE (Hoefer, 1994 และ Laemmli, 2000) และวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ด้วยเทคนิค Gas chromatography (GC) (Mahatheeranont และคณะ, 2001) เปรียบเทียบความแตกต่างกัน

ผลการศึกษา

กำลังอยู่ในระหว่างการวิจัย ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- Arora, A. and Pardha Haradhi, A. Light induced enhancement in proline levels in *Vigna radiata* exposed to environmental stresses. *Aust. J. Plant Physiol.* 1995, 22 : 383 – 386.
- Gzik, A. Accumulation of Proline and Pattern of α -amino acids in Sugar Beet Plants in Response to Osmotic, Water and Salt Stress. *Environmental and Experimental Botany.* 1996, 36, 29 – 38.
- Haldach, M.; Rakwal, R.; Agrawal, G. K.; Yonekura, M. and Protova, A. High-resolution two-dimensional electrophoresis separation of Proteins from metal stressed rice (*Oryza sativa*) leaves: Drastic reduction/ fragmentation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/ oxygenase and induction of stress-related proteins. *Electrophoresis.* 2001, 22, 2824 – 2831.
- Hien, O. T., Jacobs, M., Angenon, G., Hermans, C., Thu, T. T., Son, L. V. and Roosens, H. Proline accumulation and Δ^1 -pyrroline-5-carboxylate synthetase gene properties in three rice cultivars differing in salinity and drought tolerance. *Plant Science.* 2003, 165, 1059 – 1068.
- Hohl, M. and Peter, S. Water relations of growing maize coleoptiles. Comparison between mannitol and polyethylene glycol 6000 as external osmotica for adjusting turgor pressure. *Plant Physiol.* 1991, 95 : 716 – 722.
- Joyce, P. S. Paleg, L. G. and Aspinall, D. The requirement for low-intensity light in the accumulation of proline as a response to water deficit. *J. Exp. Bot.* 1984, 35 : 209 – 218.
- Mahatheeranont, S.; Keawsa-ard, S. and Dumri, K. Quantification of the Rice Aroma Compound, 2-Acetyl-1-pyrroline, in Uncooked Khao Dawk Mali 105 Brown Rice. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 773 – 779.
- Marion M. Bradford. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry.* 1976, 72, 248 – 254.
- Protein Electrophoresis Applications Guide. Hoefer scientific instrument. 1994.
- Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil.* 1973, 39, 205 – 207.
- Reagent and Gel Preparation for Laemmli SDS polyacrylamide Gel Electrophoresis. Bio-Rad Laboratories. 2000.
- Reagent and Gel Preparation for Laemmli SDS polyacrylamide Gel Electrophoresis. Bio-Rad Laboratories. 2000.
- Sahoo, S. K. and Sahu, A. C. Effect of L-glutamate on senescence induced proline accumulation in excised rice leaves under dark and light regimes. *Indian L. Plant Physiol.* 1993, 36 : 45 – 46.

Sultana, N.; Ikeda, T. and Itoh, R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*. 1999, 42, 211 – 220.

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี
และปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline
ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

หลักการและเหตุผล

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลาร้องไห้จะมีคุณภาพในด้านความหอมมาก โดยมีปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) อยู่ในเมล็ดข้าวมากกว่าข้าวที่ปลูกในบริเวณอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาข้าวปริมาณสารหอม 2AP จะมีปริมาณลดลงและข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีที่ส่งผลให้สมบัติด้านความหนืด กลิ่น และเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกเกิดการเปลี่ยนแปลง แต่สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังไม่มีรายงานยืนยันชัดเจนว่าเกิดจากปัจจัยอะไร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีกับปริมาณสารหอม 2AP และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และศึกษาผลของโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลาร้องไห้จำนวน 14 พื้นที่ (42 ทุ่ง) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และศึกษาผลของโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา

งานวิจัยที่ได้ทำไปแล้ว

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลารั้วที่แตกต่างกัน

ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1

งานวิจัยที่จะทำในขั้นต่อไป

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารหอม 2AP และ pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา โดยแบ่งงานวิจัยออกเป็น

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา

ในการทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารหอม 2AP กับองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณ amylose ปริมาณ free lipid และ bound lipid และองค์ประกอบของกรดไขมันหลักได้แก่ palmitic, oleic และ linoleic acid ของข้าวระหว่างการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยทำการเก็บรักษาข้าวไว้ในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำการสุ่มตัวอย่างข้าวเพื่อมาทำการวิเคราะห์สมบัติตามระยะเวลาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณสารหอม 2AP ด้วยเทคนิค Gas Chromatography
2. ปริมาณความชื้นด้วยวิธี Air Oven Method
3. ปริมาณ Amylose ด้วยวิธี Spectrophotometry
4. ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl Method
5. ปริมาณ free lipid และ bound lipid ด้วยวิธี Gravimetric Method
6. องค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเทคนิค Gas Chromatography

2. ศึกษาโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้าน pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา

ในการทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโปรตีนและการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้าน pasting properties ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ระหว่างการเก็บรักษา โดยการเติมและไม่เติม β -mercaptoethanol ในข้าว ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่ข้าวขาวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยทำการเก็บรักษาข้าวไว้ในถุงพลาสติก PE ที่สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน แล้ว

จึงทำการสุ่มตัวอย่างข้าวมาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้าน pasting properties ด้วยเครื่อง Rapid Viscoanalyser (RVA)

สำหรับงานในส่วนที่ 2 จำเป็นจะต้องใช้ตัวอย่างข้าวใหม่ในการทดลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงภายในระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ซึ่งอยู่ในการดำเนินงานศึกษาโดยจะใช้ข้าวตัวอย่างจากฤดูปลูกนาปี 2547 จากทุ่งกุลารุข ในเขตจังหวัดสุรินทร์

ตารางที่ 1 ปริมาณสารหอม 2AP และองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลารบริเวณต่างๆ

พื้นที่	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)	%ความชื้น (น้ำหนักสด)	%ไขมันทั้งหมด (น้ำหนักแห้ง)	%Amylose (น้ำหนักสด)	%Protein (น้ำหนักสด)
บ้านไผ่(1) อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด	3.20	17.8882	4.5386	16.1313	8.8486
บ้านไผ่(2) อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด	1.72	20.1056	4.6157	15.7777	8.5496
บ้านไผ่(3) อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด	1.68	21.4902	5.2985	14.6495	7.9574
อ.ชุมพลบุรี(1) จ.สุรินทร์	3.65	22.3740	4.8619	15.3848	9.3873
อ.ชุมพลบุรี(2) จ.สุรินทร์	1.99	17.2837	5.2351	13.6947	9.7856
อ.ชุมพลบุรี(3) จ.สุรินทร์	2.49	19.8776	5.0941	14.3319	9.0896
กาฬสินธุ์(1)	2.24	22.6278	4.4717	13.6048	9.0314
กาฬสินธุ์(2)	4.50	14.8951	4.8445	15.7124	8.0413
กาฬสินธุ์(3)	2.07	21.3714	5.2156	12.9059	8.5360
อ. เมืองสรวง(1) จ.ร้อยเอ็ด	2.53	18.4383	4.6007	13.9749	9.6823
อ. เมืองสรวง(2) จ.ร้อยเอ็ด	2.86	23.5915	3.9653	14.8227	12.7578
อ. เมืองสรวง(3) จ.ร้อยเอ็ด	5.17	23.0699	3.5163	16.1911	8.9714
อ.เมือง(1) จ.ร้อยเอ็ด	3.58	15.6325	4.6438	13.8442	9.1831
อ.เมือง(2) จ.ร้อยเอ็ด	2.79	19.4295	5.5651	13.7174	8.9692
อ.เมือง(3) จ.ร้อยเอ็ด	2.65	19.1407	5.2371	15.3102	9.1546

ตารางที่ 1 (ต่อ) ปริมาณสารหอม 2AP และองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลาริเวณต่างๆ

พื้นที่ปลูกข้าว	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)	%ความชื้น (น้ำหนักสด)	%ไขมันทั้งหมด (น้ำหนักแห้ง)	%Amylose (น้ำหนักสด)	%Protein (น้ำหนักสด)
บ้านงูเหลือม(1) อ.จตุรฯ จ.ร้อยเอ็ด	1.35	17.2134	4.3959	14.9949	8.5653
บ้านงูเหลือม(2) อ.จตุรฯ จ.ร้อยเอ็ด	1.65	18.9890	3.9673	15.0184	8.1536
บ้านงูเหลือม(3) อ.จตุรฯ จ.ร้อยเอ็ด	2.24	15.8482	3.8110	14.8000	7.5937
บ้านหนองสังข์ อ.เกษตรวิสัย(1) จ.ร้อยเอ็ด	3.00	14.7144	4.6925	12.2335	11.6287
บ้านหนองสังข์ อ.เกษตรวิสัย(2) จ.ร้อยเอ็ด	1.39	19.3652	4.5285	14.2178	7.7352
บ้านหนองสังข์ อ.เกษตรวิสัย(3) จ.ร้อยเอ็ด	1.87	19.3485	3.7906	13.9941	9.6973
บ้านโนนยาง ต.บ้านแจ้ง อ.อาจสามารถ (1) จ.ร้อยเอ็ด	2.28	18.6058	4.8240	16.8115	9.6416
บ้านโนนยาง ต.บ้านแจ้ง อ.อาจสามารถ (2) จ.ร้อยเอ็ด	2.42	19.2792	4.5092	16.8108	8.9342
บ้านโนนยาง ต.บ้านแจ้ง อ.อาจสามารถ (3) จ.ร้อยเอ็ด	2.24	21.0898	5.0946	12.4442	10.0423
บ้านผือฮี อ. จตุรฯ (1) จ.ร้อยเอ็ด	1.61	18.1885	5.5882	13.7694	9.7319
บ้านผือฮี อ. จตุรฯ (2) จ.ร้อยเอ็ด	2.24	16.9298	5.1207	14.9234	9.3023
บ้านผือฮี อ. จตุรฯ (3) จ.ร้อยเอ็ด	1.66	19.4146	5.9028	12.8403	8.5597
บ้านหนองครก ต.โนนทราย อ.โนนทราย (1) จ.ร้อยเอ็ด	1.74	21.0574	5.7062	14.1955	8.6361
บ้านหนองครก ต.โนนทราย อ.โนนทราย (2) จ.ร้อยเอ็ด	1.45	18.5924	4.1039	14.8425	9.6376
บ้านหนองครก ต.โนนทราย อ.โนนทราย (3) จ.ร้อยเอ็ด	2.23	16.0831	3.9405	15.8675	8.2006

ตารางที่ 1 (ต่อ) ปริมาณสารหอม 2AP และองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทุ่งกุลารบริเวณต่างๆ

พื้นที่ปลูกข้าว	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)	%ความชื้น (น้ำหนักสด)	%ไขมันทั้งหมด (น้ำหนักแห้ง)	%Amylose (น้ำหนักสด)	%Protein (น้ำหนักสด)
บ้านบักตุ้ อ. ปทุมรัตน์(1) จ.	1.99	22.0447	5.0405	14.0971	8.0468
บ้านบักตุ้ อ. ปทุมรัตน์(2) จ.	3.99	14.6567	4.2376	15.7687	7.9243
บ้านบักตุ้ อ. ปทุมรัตน์(3) จ.	1.22	21.6017	5.4100	12.7090	9.0053
อ.เชียงยืน(1) จ.มหาสารคาม	2.60	18.4635	5.2242	13.5824	7.7480
อ.เชียงยืน(2) จ.มหาสารคาม	1.61	22.7580	4.1667	13.4082	8.3361
อ.เชียงยืน(3) จ.มหาสารคาม	2.12	20.6580	5.4374	14.1627	8.8563
บ้านตากแดด(1) อ. สุวรรณภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	1.74	17.4304	4.8215	15.2874	8.5573
บ้านตากแดด (2) อ. สุวรรณภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	2.77	18.9569	5.3433	14.2380	9.2663
บ้านตากแดด(3) อ. สุวรรณภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	1.98	19.3651	4.7352	15.6863	8.8542
อ.ท่าตูม (1) จ. สุรินทร์	2.26	16.3450	4.0963	16.4296	9.3811
อ.ท่าตูม (2) จ. สุรินทร์	2.41	21.5027	5.7006	13.9845	8.7378
อ.ท่าตูม (3) จ. สุรินทร์	2.87	14.9739	4.4030	15.0327	9.9114
ข้าวที่ปลูกในทุ่งนาดินทราย		12.6228	4.0196	12.1419	9.6160
ข้าวที่ปลูกในทุ่งนาดินเหนียว		11.7257	3.5766	11.9202	8.6225

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางที่ 1 เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัยที่ดำเนินงานมาตลอดโครงการ

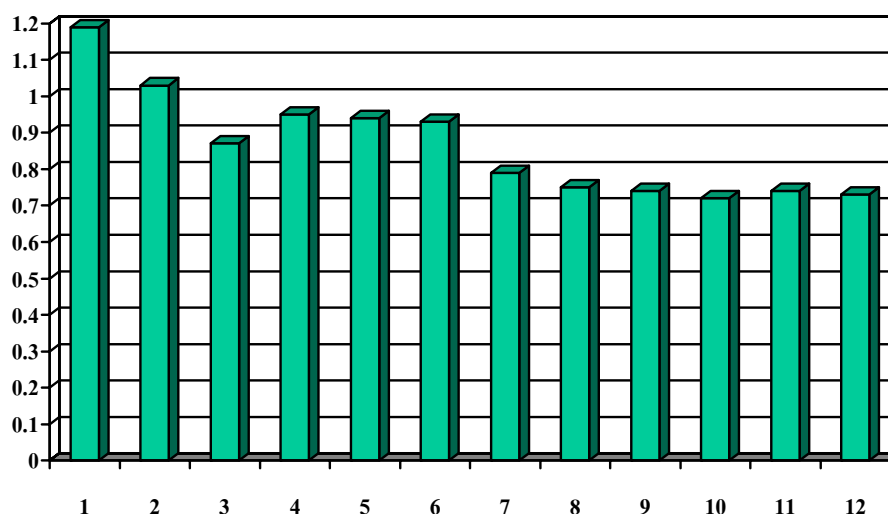
การศึกษาคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยเฉพาะคุณภาพความหอมที่เกิดจากสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ในช่วงการวิจัยตั้งแต่ฤดูฝนปี พ.ศ. 2544-2546 มีงานวิจัยหลายส่วนที่ยืนยันได้ว่าสารหอม 2AP มีความแปรปรวนเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้หรือนอกเขตพื้นที่ก็ตาม ซึ่งสาเหตุของความแปรปรวนนี้มีสมมติฐานว่าเกิดจากลักษณะพันธุกรรมที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ข้าวขึ้นอยู่ (Genotype x Environment Interaction) ดังนั้นนักวิจัยจึงได้มุ่งประเด็นไปที่อิทธิพลของปัจจัยทั้งสภาพแวดล้อมและการจัดการปลูก ที่ส่งผลต่อคุณภาพดังกล่าว ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการศึกษาตลอดระยะเวลาของโครงการวิจัยนี้ สามารถวิเคราะห์และสรุปตามลักษณะงานวิจัยได้แก่

- การศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่
- การศึกษาด้านผลกระทบของสภาวะเครียด (Stress) และการจัดการ (Management)
- การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ด้านสรีรวิทยา (Physiology) และสัณฐานวิทยา (Morphology)

รายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละลักษณะงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ฤดูกาลปี 2544

ทำการศึกษาปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากการใช้วิธีการสกัดด้วยกรด และวัดปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatography โดยใช้ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกจากนางข้าวของเกษตรกรในเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ 8 แห่งในจังหวัดร้อยเอ็ด เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เก็บในจังหวัดพิษณุโลก และเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ มีแนวโน้มสูงกว่าของจังหวัดพิษณุโลก และเชียงใหม่ (ภาพที่ 1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกข้าวในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ส่งผลสนับสนุนให้ปริมาณสารหอม 2AP สูงกว่าที่อื่น อย่างไรก็ตามมีความแปรปรวนของสารหอม 2AP ของเมล็ดข้าวภายในเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ อีกด้วย



ภาพที่ 1 ปริมาณสารหอม 2AP ของเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (1-8) พิษณุโลก (9-10) และเชียงใหม่ (11-12)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP จากตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ของเกษตรกร ที่ปลูกในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จำนวน 10 แปลงและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้จำนวน 10 แปลง เปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ค่า Exchangeable Na (1 N ammonium acetate extraction) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความแตกต่างของระดับความเค็มดิน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวเปลือกในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ สูงกว่านอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้เล็กน้อย (ตารางที่ 1) ในแปลงนาเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ที่ระดับความเค็มของดินที่มีปริมาณโซเดียม (Na) 29.7-92.9 ppm มีผลให้ข้าวเปลือกมีปริมาณสารหอม 2AP ใกล้เคียงกับสภาพแปลงนาที่มีระดับ

ความเค็มในดินในช่วง 11.9-29.6 ppm คือ 1.216 และ 1.375 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ที่มีระดับปริมาณโซเดียมแตกต่างกัน ก็ให้ผลใกล้เคียงกับในเขตทุ่งกุลาร้องไห้เฉลี่ย 1.13 ppm (ตารางที่ 3) ดังนั้นสรุปได้ว่า ระดับความเค็มของดินที่ต่างกันนั้น ไม่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวเปลือก

ตารางที่ 1 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวที่ปลูกในเขตและนอกเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

แปลงเกษตรกร	หมู่บ้าน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณสาร 2 AP (ppm)
ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้				
1. นางสีสุตา ธงศรี	ดอนพิमान	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	1.492
2. นายบุญเดิม สาคร	บ้านเปือย	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	0.902
3. นส.สมศรี จินดาวัง	โพนโพธิ์	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	1.041
4. นายบุญเรียน แสนโสดา	บ้านเกษตร	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	1.476
5. นายหนา เพชรคง	หนองบัวดอนต้อน	โพนทราย	ร้อยเอ็ด	1.398
6. นายประวัติ จันทะคาม	โพนดวน	โพนทราย	ร้อยเอ็ด	1.427
7. นางสี นะวาริ	ชีเหล็ก	ท่าตูม	สุรินทร์	1.133
8. นางสุจิตรา นามโสม	โพนเขวา	ท่าตูม	สุรินทร์	1.007
9. นายดา พิลารัตน์	บากเรือ	ราชสีไศล	ศรีสะเกษ	1.475
10. นางนันทิการ ภูรินทร์	ดงแดง	ราชสีไศล	ศรีสะเกษ	1.596
เฉลี่ย				1.295
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้				
	หมู่บ้าน	อำเภอ	จังหวัด	ปริมาณสาร 2 AP (ppm)
2. นางหน้อย พลเยี่ยม	กุดสระ	โพนทอง	ร้อยเอ็ด	1.018
3. นายสุพจน์ ชุมมาตร	คัตเค้า	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด	1.089
4. นายชาย ประเสริฐสังข์	โสภณแสง	เสลภูมิ	ร้อยเอ็ด	1.079
5. นางรุ่งฤดี เอกสิน	บ้านโพน	เมือง	ร้อยเอ็ด	1.611
6. นางบัวลี เขวลำธาร	บึงโคม	จังหาร	ร้อยเอ็ด	1.556
7. นางสมบุรณ์ ศรีวิชา	บ้านกู่	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด	1.189
8. นางด้อม ชูทิพย์	หนองลุมพุก	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	0.836
9. นายเจริญ สีสุตา	โพนสิน	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	0.228
10. นายบิน สุขประโสภา	โพนทอง	เขื่องยืน	มหาสารคาม	1.141
เฉลี่ย				1.120

ตารางที่ 2 ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวเปลือกที่ปลูกในแปลงที่ระดับความเค็มต่างกัน
ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้

แปลงเกษตรกร	หมู่บ้าน	อำเภอ	จังหวัด	Na (ppm)	2AP (ppm)
1. นายหนา เพชรคง	หนองบัวดอนต้อน	โพนทราย	ร้อยเอ็ด	92.9	1.398
2. นางสีสุตา ธงศรี	ดอนพิมาน	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	84.3	1.492
3. นางสี นะวารี	โพนเขวา	ท่าตูม	สุรินทร์	51.2	1.007
4. นางสุจิตรา นามโสม	ชีเหล็ก	ท่าตูม	สุรินทร์	52.8	1.141
5. นส.สมศรี จินดาวัง	โพนโพธิ์	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	29.7	1.041
				เฉลี่ย	1.216
6. นางนันทิการ ภูรินทร์	ดงแดง	ราษีไศล	ศรีสะเกษ	29.6	1.596
7. นายบุญเรือน แสนโสดา	บ้านเกษตร	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	25.9	1.476
8. นายประวัติ จันทะคาม	โพนดอน	โพนทราย	ร้อยเอ็ด	18.3	1.427
9. นายดา พิลาร์ตัน	บากเรือ	ราษีไศล	ศรีสะเกษ	12.3	1.475
10. นายบุญเติม สาคร	บ้านเปือย	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	11.9	0.902
				เฉลี่ย	1.375

ตารางที่ 3 ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวเปลือก ในแปลงนาที่ระดับความเค็มต่างกัน
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

แปลงเกษตรกร	หมู่บ้าน	อำเภอ	จังหวัด	Na (ppm)	ปริมาณ 2AP (ppm)
1. นางบัวลี เขาลำธาร	บึงโคม	จังหาร	ร้อยเอ็ด	75.6	1.556
2. นายสมนึก โคตรศิริ	หนองตอ	จตุรพักร	ร้อยเอ็ด	65.1	1.454
3. นายเจริญ ศรีกุดตา	โพนสิน	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	53.7	0.228
4. นายสุพจน์ ชุมมาตร	คัตเค้า	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด	29.9	1.089
5. นางสมบุญ ศรีวิชา	บ้านกู่	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด	19.1	1.189
				เฉลี่ย	1.103
6. นางรุ่งฤดี เอกสิน	บ้านโพน	เมือง	ร้อยเอ็ด	17.4	1.611
7. นางด้อม ชูทิพย์	หนองลุมพุก	ยางตลาด	กาฬสินธุ์	16.9	0.836
8. นางน้อย พลเยี่ยม	กุดสระ	โพนทอง	ร้อยเอ็ด	15.7	1.018
9. นายบิน สุขประสอก	โพนทอง	เขื่องยืน	มหาสารคาม	14.3	1.141
10. นายชาย ประเสริฐสังข์	โสภแสง	เสลภูมิ	ร้อยเอ็ด	10.6	1.079
				เฉลี่ย	1.137

ฤดูกาลปี 2545

ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความเค็มที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ของพื้นที่นาเกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ โดยแต่ละพื้นที่มีทั้งสภาพดินเค็ม และไม่เค็ม อย่างละ 4 แปลงดังนี้

1. ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้-ดินเค็ม

นายอนงค์ โสภา	บ้านเหล่าหลวง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายไหว พุสนาม	บ้านเหล่าหลวง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายอวน โสภามา	บ้านเหล่าหลวง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายทศพร ไพธแดน	บ้านเหล่าหลวง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด

(มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ประเมินความเค็มระหว่าง 3.5 - 6.8 เดซิเมน/เมตร)

2. ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้-ดินไม่เค็ม

นายอ่อน สงเคราะห์	บ้านดงกำแพง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายประสิทธิ์ ดวนพล	บ้านดงกำแพง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายดวง พันเงิน	บ้านดงกำแพง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด
นายปิ่น สิ้นสำราญ	บ้านดงกำแพง	อ.เกษตรวิสัย	จ.ร้อยเอ็ด

(มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ประเมินความเค็มระหว่าง 1.6 – 2.1 เดซิเมน/เมตร)

3. นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ - ดินเค็ม

นายสี พันเชื้อ	บ้านหนองตอ	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นายเคน อุ่นประชา	บ้านหนองตอ	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นายไหม พันธุ์เชื้อ	บ้านหนองตอ	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นายเทียม บุปโสภา	บ้านหนองตอ	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด

(มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ประเมินความเค็มระหว่าง 2.8 – 5.4 เดซิเมน/เมตร)

4. นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ - ดินไม่เค็ม

นายถนอม อุ่นประชา	บ้านผือฮี	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นายณัฐวุฒิ อุ่นประชา	บ้านผือฮี	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นายจันท์ ยศเทียน	บ้านผือฮี	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด
นางอรุณี ผดุงเวียง	บ้านผือฮี	อ.จตุรพักตรพิมาน	จ.ร้อยเอ็ด

(มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ประเมินความเค็มระหว่าง 1.2 - 1.6 เดซิเมน/เมตร)

ผลการวิเคราะห์สาร proline และ 2AP ในใบข้าวที่ระยะแตกกอสูงสุด จากแปลงเกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ทั้งในสภาพดินเค็มและไม่เค็ม และผลการวิเคราะห์สารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยว จากตัวอย่างรวงข้าวในแปลง 8-10 จุด ซึ่งได้ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวเปลือกมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งพื้นที่นาในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ และทั้งสภาพดินเค็ม และไม่เค็ม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 แปลงเกษตรกรในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

พื้นที่ / ความเค็ม	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)
ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	
ดินเค็ม	2.266
ดินไม่เค็ม	2.144
เฉลี่ย	2.205
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	
ดินเค็ม	1.854
ดินไม่เค็ม	2.100
เฉลี่ย	1.950

ปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าว ที่ปลูกในสภาพดินเค็มสูงกว่าสภาพไม่เค็มเล็กน้อย อีกทั้งสภาพดินเค็มมีผลทำให้ปริมาณ proline ที่ใบเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาวะความเครียดที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณสารหอม 2AP และ proline ในใบข้าวขาวดอกมะลิ 105 แปลงเกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ในสภาพดินเค็มและไม่เค็ม

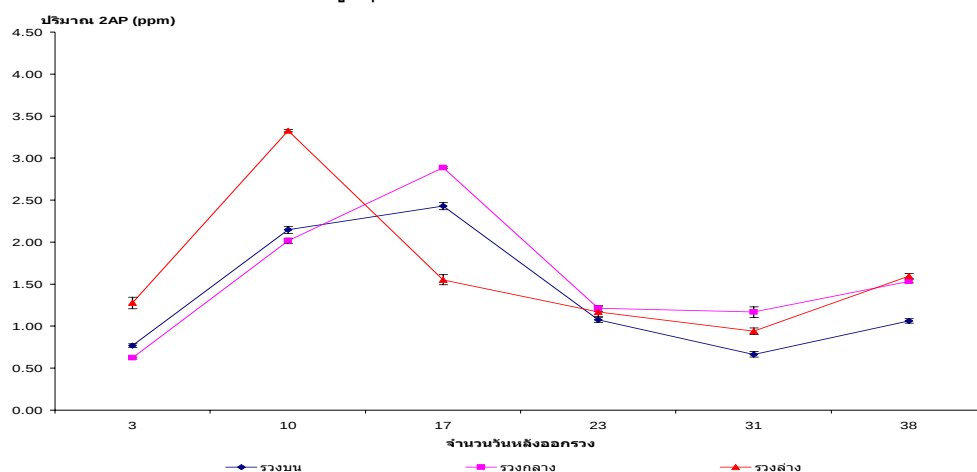
สภาพดิน	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)	ปริมาณ proline (ppm)
เค็ม	3.375	0.909
ไม่เค็ม	2.189	0.846

อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้สรุปได้ว่า ความเค็มดินไม่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว เมื่อข้าวประสบภาวะขาดน้ำ (เกิดจากฝนทิ้งช่วง ปี 2545 ที่ระยะแตกกอ) มีผลทำให้ความเค็มดินเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความเครียดของพืช และทำให้ปริมาณ proline ในใบสูงขึ้น อาจเป็นไปได้ที่สาร proline ในใบถูกเปลี่ยนเป็นสารหอม 2AP แล้วระเหยออกไป

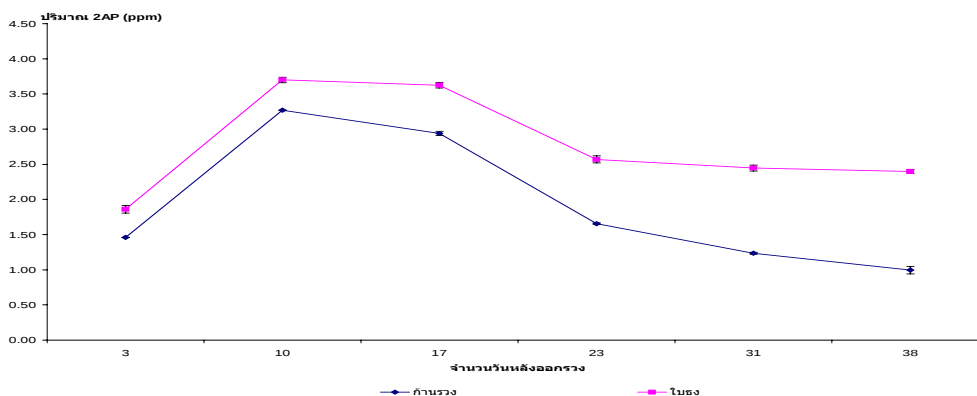
ฤดูกาลปี 2546

ผลการศึกษาระดับสารหอม 2AP ในใบ ก้านรวงและเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตั้งแต่ระยะออกรวงถึงเก็บเกี่ยวในสภาพดินทรายอาศัยน้ำฝน และสภาพดินเหนียวมีน้ำขังตลอด ที่แปลงนาเกษตรกรอำเภอนิคมบ่งช้าง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งให้เห็นว่า

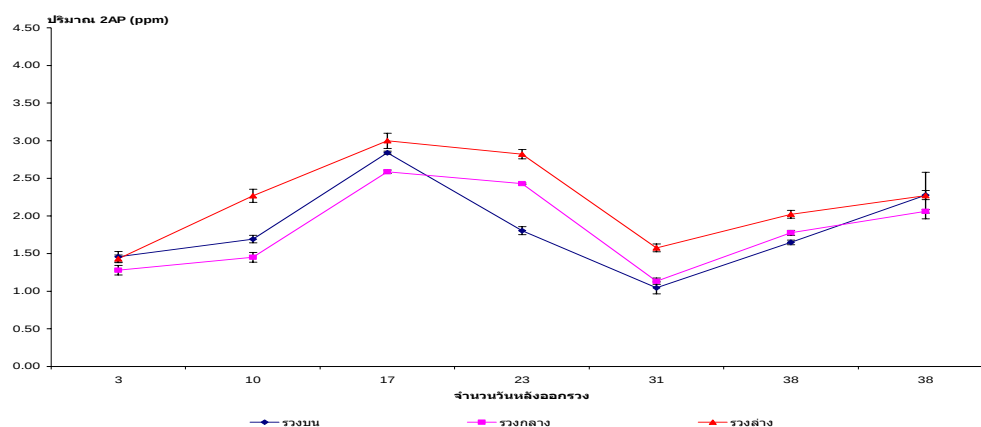
การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพดินทรายอาศัยน้ำฝน มีผลให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยวเฉลี่ยสูงกว่าแปลงดินเหนียว อย่างไรก็ตาม รูปแบบการสะสมปริมาณสารหอม 2AP ในรวงข้าวทั้งสองสภาพปลูกเป็นไปทำนองเดียวกัน (ภาพที่ 2 และ 4) กล่าวคือ ที่ตำแหน่งโคนรวงมีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเมล็ดเป็นนํ้านม สูงกว่าตำแหน่งกลางรวงและปลายรวง แต่ในสภาพดินเหนียวจะเกิดขึ้นหลังออกรวง 10 วันและในสภาพดินทรายเกิดขึ้น 17 วันหลังออกรวง ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดบริเวณโคนรวง อยู่ใกล้กับใบธงและก้านรวง อาจได้รับปริมาณสารหอม 2AP ที่ถูกส่งถ่ายมา ได้มากกว่าตำแหน่งอื่นๆ ซึ่งสังเกตได้ว่า ปริมาณสารหอมในใบธงและก้านรวง เพิ่มสูงสุดในช่วงระยะเวลาเดียวกัน (ภาพที่ 3 และ 5)



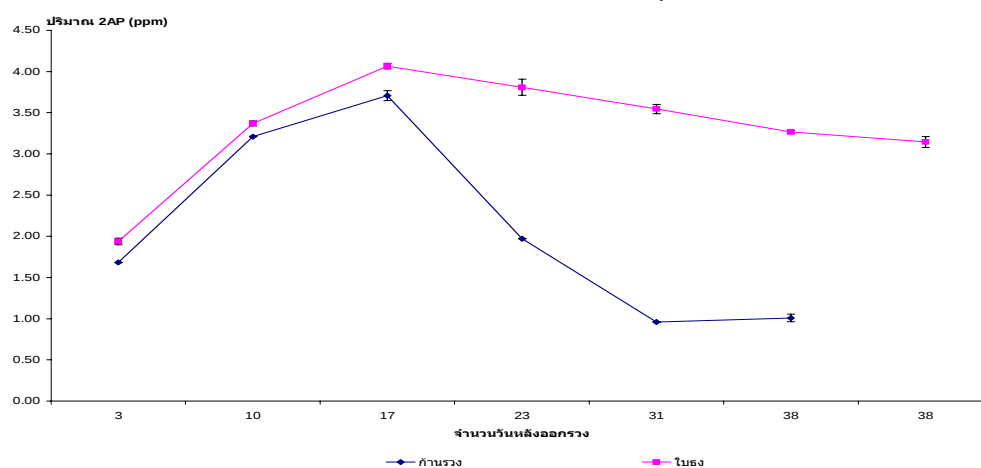
ภาพที่ 2 ปริมาณสารหอม 2AP ในรวงข้าวส่วนต่างๆ แปลงดินเหนียว



ภาพที่ 3 ปริมาณสารหอม 2AP ในก้านรวงและใบธง แปลงดินเหนียว

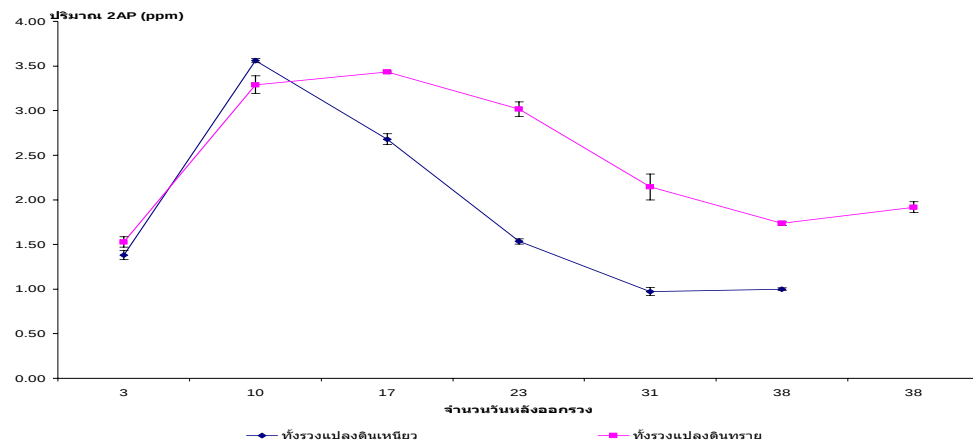


ภาพที่ 4 ปริมาณสารหอม 2AP ในรวงข้าวส่วนต่างๆ แปลงดินทราย

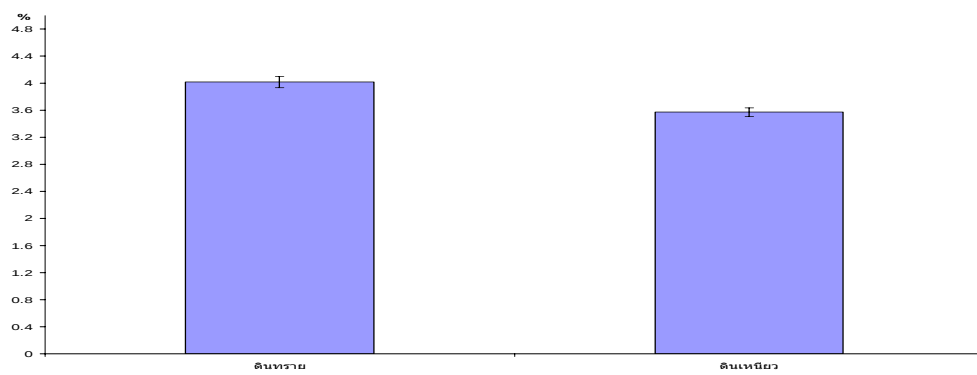


ภาพที่ 5 ปริมาณสารหอม 2AP ในก้านรวงและใบธง แปลงดินทราย

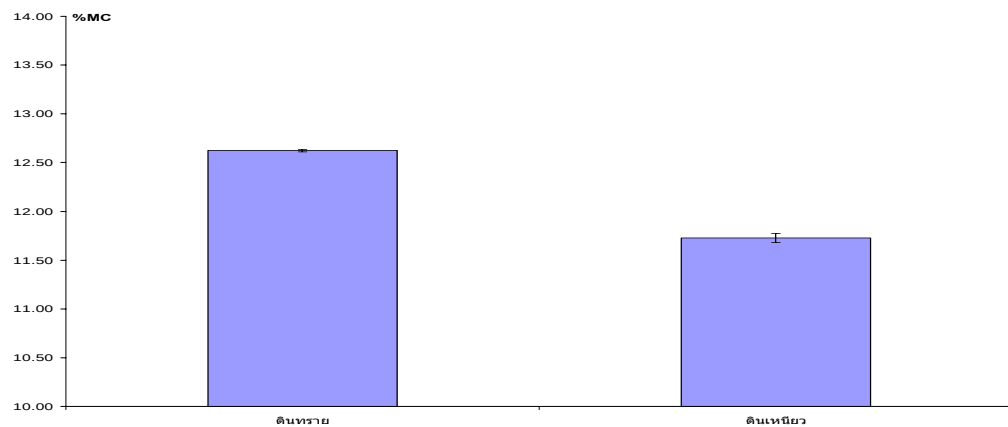
รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยว ของทั้งสองสภาพปลูก เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอีกเล็กน้อยในระยะเก็บเกี่ยว แต่สภาพดินทราย มีผลให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าอย่างชัดเจน (ภาพที่ 6) ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับ เปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดที่พบว่า สูงกว่าสภาพดินเหนียว ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่ทั้งปริมาณไขมันและความชื้นในเมล็ด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP ที่อยู่ในเมล็ดข้าว (ภาพที่ 7 และ 8)



ภาพที่ 6 ปริมาณสารหอม 2AP รวมทั้งรวงของแปลงดินเหนียวและแปลงดินทราย



ภาพที่ 7 เปอร์เซนต์ไข่มุนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงดินเหนียวและดินทราย



ภาพที่ 8 เปอร์เซนต์ความชื้น (Moisture Content) ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงดินเหนียวและดินทราย

ในปี พ.ศ. 2546 นี้ยังได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP โดยแยกเป็น 2 งานทดลองย่อย ได้แก่

งานทดลองที่ 1 ศึกษาการสร้างและสะสมปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยดินนาในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ แห่งละ 9 แหล่ง แล้วนำไปไว้ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 4 แห่ง คือ (1) สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์ ซึ่งอยู่ใกล้ทุ่งกุลาร้องไห้มากที่สุด (2) สถานีทดลองพืชไร่เลย อ.เมือง จ.เลย (3) ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี (4) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

นอกจากนี้ได้วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดินจากเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางเคมีดินจากเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

สถานที่	Total N	Avai P	Ext. K	Ext. SO_4^{2-}
	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
ในเขตทุ่งกุลาร				
1. บ้านเกษตร อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด	0.077	4.02	83.29	4.76
2. บ้านดอนพิมาน อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	0.040	11.46	27.20	3.56
3. บ้านโพนดอน อ.โพนทราย จ.ร้อยเอ็ด	0.101	6.11	45.84	7.14
4. บ้านคู อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.100	6.60	158.51	7.77
5. บ้านดงแดง อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.070	27.58	62.35	7.58
6. บ้านปากเรือ อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.038	14.23	28.58	4.82
7. บ้านสะเอิง อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.073	60.07	45.02	10.15
8. บ้านชีเหล็ก อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.079	14.04	39.39	6.70
9. บ้านโนนเขวา อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.053	24.08	47.13	6.20
เฉลี่ย	0.070	18.69	59.70	6.52

นอกเขตทุ่งกุลาร

1. บ้านโพนสิม อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.030	6.14	36.12	2.75
2. บ้านบ่อ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.048	28.96	65.20	3.63
3. บ้านหนองฮี อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.031	4.23	45.80	4.07
4. บ้านแพง อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม	0.038	22.36	29.63	3.38

5. บ้านโพน อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม	0.045	12.65	76.24	5.51
6. บ้านเอี้ยด อ.เมือง จ.มหาสารคาม	0.044	30.07	36.22	56.78
7. บ้านคัตเค้า อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด	0.029	2.43	8.91	5.20
8. บ้านดงแดง อ.จตุรพักพิมาน จ.ร้อยเอ็ด	0.043	26.65	65.01	4.07
9. บ้านหนองตอ อ.จตุรพักพิมาน จ.ร้อยเอ็ด	0.027	7.25	27.34	5.26
เฉลี่ย	0.037	15.64	43.39	10.07

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกภายใต้สภาพอุณหภูมิอากาศที่ต่างกัน ได้แก่ ที่จังหวัดเลย (ที่มีอุณหภูมิต่ำสุด) ขอนแก่น อุบลราชธานี และสุรินทร์ นั้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวที่ปลูกในสภาพที่มีอุณหภูมิอากาศต่างกัน

สถานที่ปลูก	ปริมาณสารหอม 2AP (ppm)
อุบลราชธานี	5.11
สุรินทร์	5.38
ขอนแก่น	4.52
เลย	5.11
F-test	NS
CV (%)	22.4

นอกจากนี้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยดินจากทุ่งกุลาร้องไห้และนอกทุ่งกุลาร้องไห้ แล้วนำไปไว้ในสภาพพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่างกันที่จังหวัดขอนแก่น สุรินทร์ อุบลราชธานี และเลย พบว่า ไม่มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณสารหอม 2AP (ppm) ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยดินจากในเขต และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ในสภาพภูมิอากาศที่เหมือนกันที่จังหวัดขอนแก่น สุรินทร์ อุบลราชธานี และเลย

แหล่งดิน	ขอนแก่น	สุรินทร์	อุบลราชธานี	เลย
ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	6.72	6.169	5.83	5.16
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	5.52	6.08	5.39	5.22
F-test	NS	NS	NS	NS
CV (%)	18.4	21.1	17.6	15.9

งานทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวที่ปลูกในแปลงนาเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (อำเภอสุวรรณภูมิและเกษตรวิสัย) และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (อำเภอธวัชบุรี) และบันทึกข้อมูลอากาศในแปลงนาเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ระยะข้าวตั้งท้องจนกระทั่งเก็บเกี่ยว พร้อมทั้งวัดความชื้นเมล็ด ความชื้นดิน และความเค็มดินในระยะเก็บเกี่ยว และนำเมล็ดข้าววิเคราะห์หาปริมาณสารหอม 2AP ได้ผลการศึกษาว่า

ความชื้นเมล็ด ความชื้นดิน และความเค็มดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดของแต่ละสภาพพื้นที่ปลูกที่ต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความชื้นเมล็ด ความชื้นดิน ความเค็มดิน ระยะเก็บเกี่ยวข้าว และปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ปลูกในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

สถานที่	ความชื้นเมล็ด	ความชื้นดิน	ความเค็มดิน	ปริมาณสารหอม 2AP
	(%)	(%)	(ds/cm)	(ppm)
สุวรรณภูมิ	29.4	85a	0.05b	3.16
เกษตรวิสัย	27.4	86a	0.21a	3.10
ธวัชบุรี	29.6	22b	0.21a	3.04
F-test	NS	**	*	NS
CV (%)	22.6	19.4	14.3	12.2

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ฤดูนาปี 2544

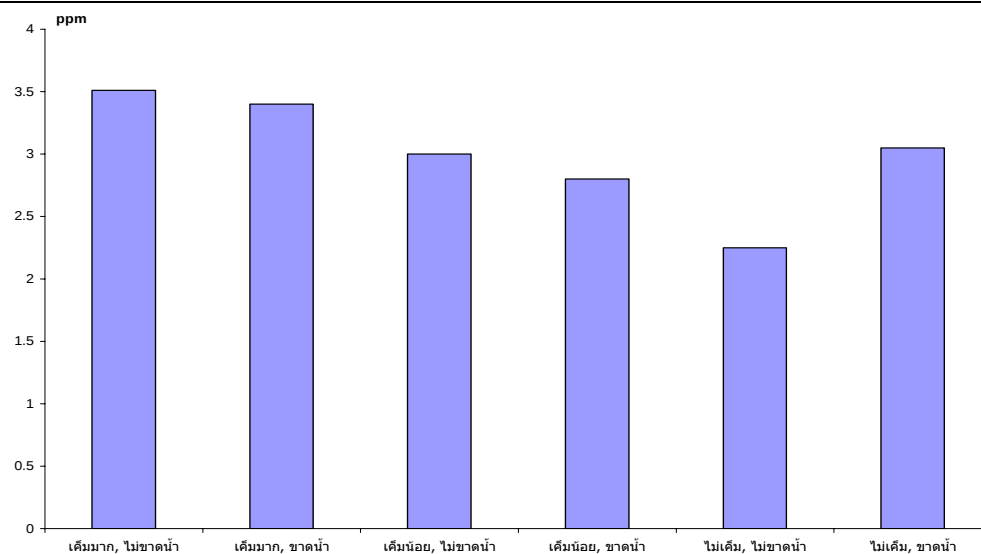
ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความเค็มดินและการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตและการสร้างสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยการเก็บดินในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ที่บ้านเหล่า และบ้านตากแดด อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด และดินที่ไม่เค็มที่บ้านม่วงใหญ่ จ.ขอนแก่น ซึ่งอยู่นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ แล้วนำดินมาใส่กระถางสำหรับปลูกข้าวทดลองที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 4 ข้ำ มีปัจจัยที่หนึ่งเป็นระดับความเค็ม 3 ระดับ ได้แก่ เค็มมาก เค็มน้อย และไม่เค็ม ปัจจัยที่สองเป็นระดับน้ำ 2 ระดับ คือ ให้น้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก และให้ขาดน้ำเมื่อข้าวอายุ 30 วัน จนกระทั่งเหี่ยวแล้วให้น้ำเพียงพอจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผลการศึกษาพบว่า

ระดับความเค็มและการขาดน้ำไม่มีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอของข้าวขาวดอกมะลิ 105 แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าดินเค็มมากและขาดน้ำ ทำให้มีจำนวนรวงต่อกอน้อยที่สุด (ตารางที่ 10) ระดับความเค็มมีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดินที่เค็มมากจะให้จำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำสุด (ตารางที่ 10) ระดับความเค็มและการขาดน้ำมีผลทำให้น้ำหนักเมล็ด (กรัม/กอ) แตกต่างกันทางสถิติ โดยระดับดินไม่เค็มมีผลให้ผลผลิตเมล็ด (กรัม/กอ) สูงสุด รองลงมาได้แก่เค็มน้อย และเค็มมาก ตามลำดับ (ตารางที่ 10) อิทธิพลของระดับความเค็มและระดับขาดน้ำมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งผลผลิตเมล็ดที่ได้ในสภาพดินเค็มมากและขาดน้ำจะลดลงอย่างมาก เมื่อเทียบกับการปลูกในสภาพดินเค็มน้อยและไม่เค็ม

สำหรับผลกระทบต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดพบว่า ความเค็มดินมีผลทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดต่างกัน โดยดินที่เค็มมากมีผลให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าดินที่เค็มน้อย อย่างไรก็ตาม การให้น้ำที่ต่างกันภายใต้สภาพดินเค็ม จะให้ผลต่างของปริมาณสารหอมในเมล็ดน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจาก สภาวะขาดน้ำและไม่ขาดน้ำในเรือนทดลอง ยังสร้างความเครียดให้กับพืชไม่ต่างกัน แต่ในความเป็นจริงแล้ว สภาพขาดน้ำในดินเค็มของแปลงนาเกษตรกร ข้าวจะเกิดความเครียดมากกว่า เพราะผลจากเกลือที่ละลายจากดินชั้นล่างสู่ดินชั้นบนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม กรณีข้าวขาดน้ำในสภาพดินที่ไม่เค็ม ก็พบปริมาณสารหอมในเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ขาดน้ำ (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 10 องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกในดินที่มีระดับความเค็มและให้น้ำต่างกัน

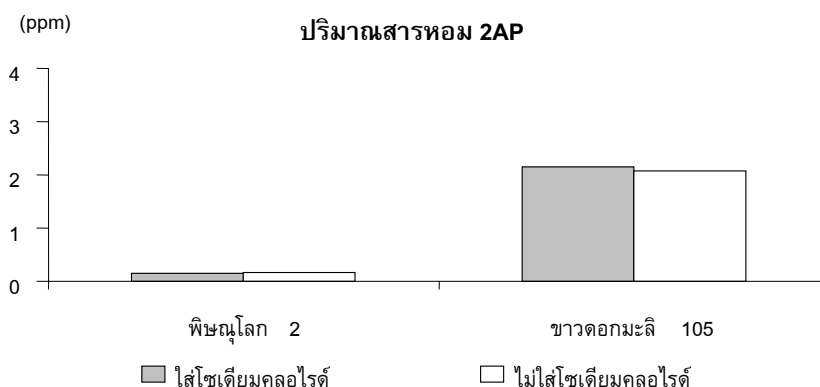
กรรมวิธี	จำนวนรวง ต่อกอ	จำนวนเมล็ด ต่อรวง	ผลผลิตเมล็ด กรัมต่อกอ
ระดับความเค็ม			
เค็มมาก	3.4	92.9	14.2
เค็มน้อย	4.4	116.7	23.8
ไม่เค็ม	4.4	150.7	34.4
ระดับน้ำ			
ขาดน้ำ	3.8	111.7	22.8
ไม่ขาดน้ำ	4.4	128.5	25.4
ความเค็ม x ระดับน้ำ			
เค็มมาก – ขาดน้ำ	3.1	74.5	12.1
เค็มมาก – ไม่ขาดน้ำ	3.7	111.3	16.2
เค็มน้อย – ขาดน้ำ	3.9	110.4	22.5
เค็มน้อย – ไม่ขาดน้ำ	4.9	122.9	25.0
ไม่เค็ม – ขาดน้ำ	4.3	150.1	33.8
ไม่เค็ม – ไม่ขาดน้ำ	4.5	151.2	35.0
ระดับความเค็ม	NS	**	**
ระดับน้ำ	NS	NS	*
ความเค็ม x ระดับน้ำ	NS	NS	*



ภาพที่ 9 ปริมาณ 2AP ของเมล็ดข้าว เมื่อปลูกในระดับความเค็ม และระดับการให้น้ำที่ต่างกัน ในสภาพเรือนทดลอง

ในฤดูนาปี 2544 ยังได้มีการวิจัย ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์และการจัดการน้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็นงานทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial 2x2 จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยที่หนึ่งคือ การใส่สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 150 mM ในระยะแตกกอ จำนวน 2 ครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ และไม่มีการใส่โซเดียมคลอไรด์ ส่วนปัจจัยที่ 2 เป็นพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์พิษณุโลก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่โซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารหอม (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณสารหอมในเมล็ดที่ได้รับการใส่และไม่ใส่โซเดียมคลอไรด์

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการจัดการน้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial 2x2 จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัยที่หนึ่งคือ การขาดน้ำในระยะแตกกอ 1 เดือน หลังจากนั้นให้น้ำขังปกติตลอดอายุการเจริญเติบโต และการให้น้ำขังปกติ ส่วนปัจจัยที่ 2 เป็นพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และพิษณุโลก 2 ผลการวิจัยพบว่า การขาดน้ำในระยะแตกกอ 1 เดือน ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารหอมในเมล็ด อีกทั้งการได้รับน้ำปกติยังมีแนวโน้มของปริมาณสารหอมในเมล็ดที่สูงกว่าด้วย (ภาพที่ 11)

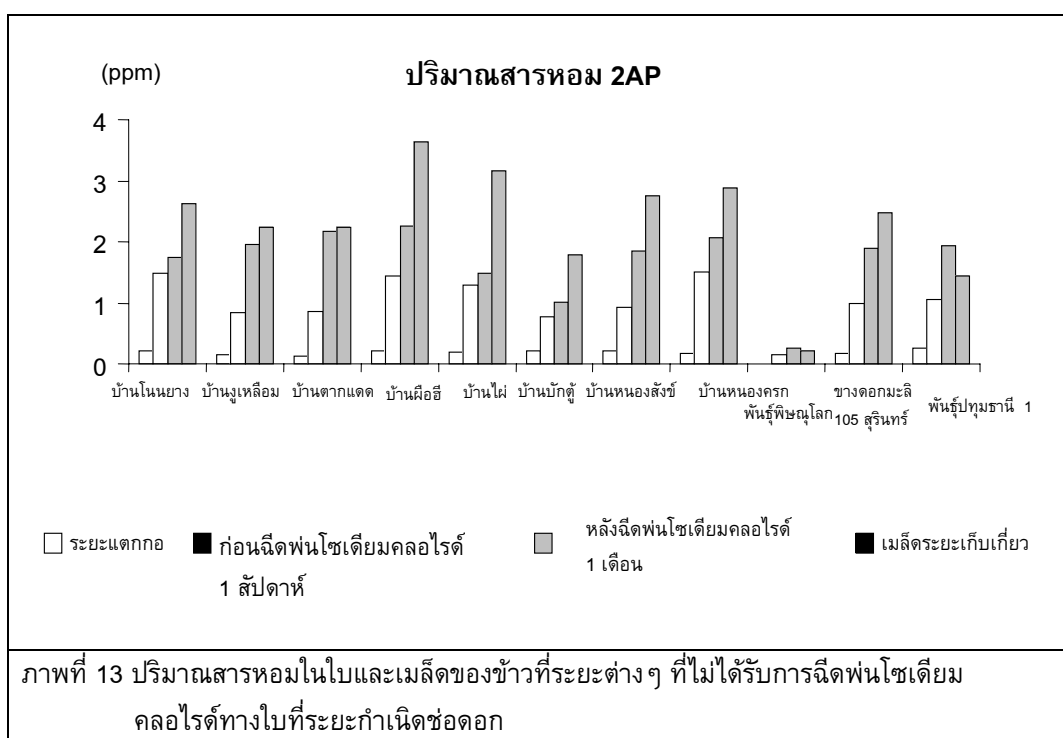
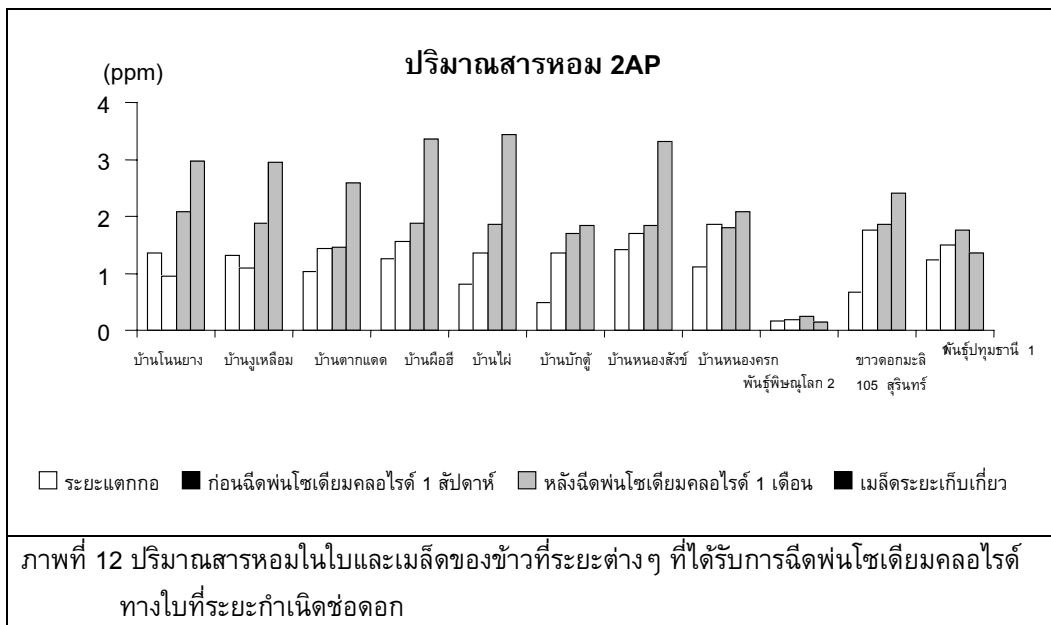


ภาพที่ 11 ปริมาณสารหอมในเมล็ดที่ได้รับการชาดน้ำ 1 เดือน และได้รับน้ำปกติ

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการฉีดพ่นโซเดียมคลอไรด์ทางใบที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในใบและเมล็ด โดยใช้พันธุ์ข้าวจากพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ได้วางแผนแบบ split plot design กำหนดให้ *Main plot* เป็นการฉีดพ่นโซเดียมคลอไรด์ทางใบ ในอัตรา 0.075g%NaCl ที่ระยะกำเนิดช่อดอก และไม่ฉีดพ่นโซเดียมคลอไรด์ ส่วน *Sub plot* เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูก ได้แก่ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากพื้นที่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จำนวน 8 แห่ง (ตารางที่ 11) และสถานีวิจัยข้าวสุรินทร์ รวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบได้แก่ พืชปลูก 2 และปทุมธานี 1 ผลการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นโซเดียมคลอไรด์ทางใบที่ระยะกำเนิดช่อดอก ไม่ทำให้ปริมาณสารหอมในใบเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณสารหอมในใบจะเพิ่มขึ้นตามอายุของข้าว และสูงสุดที่ระยะเก็บเกี่ยว แต่ในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ระยะเก็บเกี่ยวกลับมีปริมาณสารหอม 2AP ลดลง (ภาพที่ 12 และ 13)

ตารางที่ 11 สถานที่เก็บตัวอย่างข้าวแปลงเกษตรกร จากในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

	สถานที่เก็บตัวอย่าง	หมายเหตุ
1	บ้านโนนยาง ต.บ้านแจ้ง อ.อาจสามารถ	นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้
2	บ้านงูเหลือม อ.เมืองสรวง	นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้
3	บ้านตากแดด อ.สุวรรณภูมิ	ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้
4	บ้านผือฮี ต.ดงแดง อ.จตุรพักตรพิมาน	นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้
5	บ้านไผ่ อ.ธวัชบุรี	นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้
6	บ้านบากตู ต.โนนสวรรค์ อ.ปทุมรัตน์	ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้
7	บ้านหนองสังข์ ต.เหล่าหลวง อ.เกษตรวิสัย	ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้
8	บ้านโนนครก ต.โพนทราย อ.โพนทราย	ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้



ฤดูกาลปี 2545

งานทดลอง ผลกระทบของระดับความเค็มและการขาดน้ำที่มีผลต่อปริมาณสาร
หอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งศึกษาในสภาพเรือนทดลอง
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดยมี
 ระดับความเค็ม (ค่าการนำไฟฟ้า) ที่ต่างกัน 4 ระดับ เป็นปัจจัยที่ 1 คือ ไม่เค็ม (1.6 เดซิซีเมน/
 เมตร) เค็มน้อย (3 เดซิซีเมน/เมตร) เค็มปานกลาง (4 เดซิซีเมน/เมตร) และเค็มมาก (6 เดซิซี
 เเมน/เมตร) โดยใช้ดินร่วนปนทรายที่ไม่เค็มคือ มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ต่ำ
 กว่า 2 เดซิซีเมน/เมตร ตากให้แห้งซึ่งดินน้ำหนักเท่ากัน 6 กก. ใส่ในถังพลาสติกที่มีขนาด
 เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว และกำหนดมีระดับความเค็มของดินในกระถางต่างกันโดยใช้เกลือ
 โซเดียมคลอไรด์ 100 กรัม ละลายน้ำ 1 ลิตร แล้วเทใส่กระถางปลูกและวัดค่าการนำไฟฟ้า
 เพื่อให้ได้ระดับความเค็มตามที่ต้องการ ส่วนปัจจัยที่ 2 คือการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโต
 ต่างกัน คือ 45 วันหลังปลูก (ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น), 100 วันหลังปลูก (ระยะสร้าง
 น้ำนมในเมล็ด) และขาดน้ำทั้งในช่วง 45 และ 100 วันหลังปลูก โดยจะงดการให้น้ำในระยะที่
 กำหนดจนกระทั่งพืชแสดงอาการเหี่ยว จึงเริ่มให้น้ำตามปกติจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเก็บผลผลิต
 ระยะสุกแก่

จากผลการทดลองพบว่า ความเค็มดินมีผลทำให้พื้นที่ใบของข้าวที่ระยะเริ่มสร้างรวง
 อ่อนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ระดับความเค็มมากทำให้ได้พื้นที่ใบต่อกอต่ำสุด 409.6 ซม.²/
 กอ ส่วนการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ไม่มีผลทำให้พื้นที่ใบต่อกอแตกต่างกันทาง
 สถิติ นอกจากนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างความเค็มดินและการขาดน้ำ อีกทั้งยังไม่มีผล
 ทำให้จำนวนหน่อต่อกอของข้าวที่ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อนมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลของระดับความเค็มและการขาดน้ำที่มีต่อพื้นที่ใบ และจำนวนหน่อต่อกอของข้าว
 ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน ที่ทดสอบในเรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	พื้นที่ใบ (ซม ² /กอ)	จำนวนหน่อต่อกอ
ความเค็มดิน		
เค็มน้อย(3 เดซิซีเมน/เมตร)	1092.3	6.0
เค็มปานกลาง(4 เดซิซีเมน/เมตร)	420.4	6.6
เค็มมาก(6 เดซิซีเมน/เมตร)	409.6	6.4
ไม่เค็ม(1.6 เดซิซีเมน/เมตร)	1263.9	5.9
การขาดน้ำ		
45 วันหลังปลูก	768.6	5.8
100 วันหลังปลูก	864.2	6.0

45 และ 100 วันหลังปลูก	757.0	6.1
F-test		
ความเค็ม	*	NS
ขาดน้ำ	NS	NS
ความเค็มxขาดน้ำ	NS	NS
CV(%)	24.5	20.3

ระดับความเค็มและการขาดน้ำ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดินที่ระยะเริ่มสร้าง รวงอ่อนและระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเค็มดินมากทำให้ได้น้ำหนักแห้ง รวมต่ำที่สุด การขาดน้ำที่ระยะ 100 วันหลังปลูก มีผลให้น้ำหนักแห้งรวมสูงกว่าสภาวะขาด น้ำอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลของความเค็มและการขาดน้ำที่มีต่อน้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดินของข้าวขาว ดอกมะลิ 105 ที่ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อนและระยะเก็บเกี่ยว ในเรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/กอ)	
	ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน	ระยะเก็บเกี่ยว
ความเค็มดิน		
เค็มน้อย(3 เดซิซีเมน/เมตร)	15.9	28.3
เค็มปานกลาง(4 เดซิซีเมน/เมตร)	5.23	27.0
เค็มมาก(6 เดซิซีเมน/เมตร)	4.1	18.9
ไม่เค็ม(1.6 เดซิซีเมน/เมตร)	23.9	30.4
การขาดน้ำ		
45 วันหลังปลูก	11.3	24.1
100 วันหลังปลูก	14.3	30.1
45 และ 100 วันหลังปลูก	11.4	24.3
F-test		
ความเค็ม	*	**
ขาดน้ำ	NS	*
ความเค็มxขาดน้ำ	NS	NS
CV(%)	24.6	19.9

ระดับความเค็มดินไม่มีผลทำให้จำนวนรวงตอกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดินเค็มทั้ง 3 ระดับให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าดินที่ไม่เค็มอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 14) ส่วนการขาน้ำไม่มีผลทำให้องค์ประกอบผลผลิตทุกตัวแตกต่างกัน และไม่พบปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างความเค็มดินและการขาน้ำต่อองค์ประกอบผลผลิต (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลของความเค็มและการขาน้ำที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทดสอบในเรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	จำนวนรวง /กอ	จำนวนเมล็ด /รวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
ความเค็มดิน			
เค็มน้อย(3 เดซิซีเมน/เมตร)	5.7	166.7	23.0
เค็มปานกลาง(4 เดซิซีเมน/เมตร)	5.1	165.2	23.7
เค็มมาก(6 เดซิซีเมน/เมตร)	5.1	148.5	23.7
ไม่เค็ม(1.6 เดซิซีเมน/เมตร)	5.7	171.3	26.0
การขาน้ำ			
45 วันหลังปลูก	5.6	155.7	25.5
100 วันหลังปลูก	5.7	170.7	25.1
45 และ 100 วันหลังปลูก	5.7	162.4	23.7
F-test			
ความเค็ม	NS	NS	*
ขาน้ำ	NS	NS	NS
ความเค็มxขาน้ำ	NS	NS	NS
CV(%)	21.4	18.2	8.8

ความเค็มดินมีผลให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบแตกต่างกันทางสถิติ แต่การขาน้ำไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความเค็มดินมากให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงสุด และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเค็มดินและการขาน้ำต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ผลของความเค็มและการขาดน้ำที่มีต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวขาวดอกมะลิ 105
ทดสอบในเรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ
ความเค็มดิน	
เค็มน้อย(3 เดซิซีเมน/เมตร)	16.9
เค็มปานกลาง(4 เดซิซีเมน/เมตร)	23.9
เค็มมาก(6 เดซิซีเมน/เมตร)	31.8
ไม่เค็ม(1.6 เดซิซีเมน/เมตร)	10.2
การขาดน้ำ	
45 วันหลังปลูก	19.2
100 วันหลังปลูก	22.6
45 และ 100 วันหลังปลูก	20.3
F-test	
ความเค็ม	**
ขาดน้ำ	NS
ความเค็มxขาดน้ำ	NS
CV(%)	15.6

นอกจากนี้ระดับความเค็มดินมากให้ผลผลิตเมล็ดต่ำสุด 13.1 กรัมต่อนกอ ส่วนการขาดน้ำ 45 วันหลังปลูก และการขาดน้ำ 45 วันหลังปลูกกับ 100 วันหลังปลูกให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าการขาดน้ำ 100 วันหลังปลูก (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลของความเค็มและการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ใน
เรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	ผลผลิต (กรัม/กอ)
ความเค็มดิน	
เค็มน้อย(3 เดซิซีเมน/เมตร)	20.9
เค็มปานกลาง(4 เดซิซีเมน/เมตร)	19.2
เค็มมาก(6 เดซิซีเมน/เมตร)	13.1
ไม่เค็ม(1.6 เดซิซีเมน/เมตร)	22.9
การขาดน้ำ	
45 วันหลังปลูก	18.1
100 วันหลังปลูก	20.8
45 และ 100 วันหลังปลูก	18.1

F-test	
ความเค็ม	**
ขาดน้ำ	*
ความเค็มxขาดน้ำ	NS
CV(%)	21.6

ความเค็มดินและการขาดน้ำที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้สารหอม 2AP ในเมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างความเค็มดินกับการขาดน้ำต่อการสร้างสารหอมในเมล็ด (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ผลของความเค็มและการขาดน้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทดสอบในเรือนทดลอง ปี 2545

กรรมวิธี	สารหอม 2AP (ppm.)
ความเค็มดิน	
เค็มน้อย	1.240
เค็มปานกลาง	1.820
เค็มมาก	1.918
ไม่เค็ม	1.720
การขาดน้ำ	
45 วันหลังปลูก	1.634
100 วันหลังปลูก	1.823
45 และ 100 วันหลังปลูก	1.571
F-test	
ความเค็ม	NS
ขาดน้ำ	NS
ความเค็มxขาดน้ำ	NS
CV(%)	23.5

จากผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า ระดับความเค็มดิน มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดของข้าวลดลง เนื่องจากข้าวมีการเจริญเติบโตได้แก่ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดินลดลง น้ำหนัก 1,000 เมล็ดลดลง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงขึ้น สภาวะขาดน้ำ 45 วันหลังปลูก และการขาดน้ำ 45 วันหลังปลูกร่วมกับ 100 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำกว่าการขาดน้ำ 100 วันหลังปลูกเพียงครั้งเดียว ซึ่งแสดงว่าสภาวะการขาดน้ำที่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น 45 วัน

หลังปลูก มีผลต่อการสร้างผลผลิตของข้าว ความเค็มมีผลต่อการยืดตัวของใบและการสร้างใบใหม่ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด

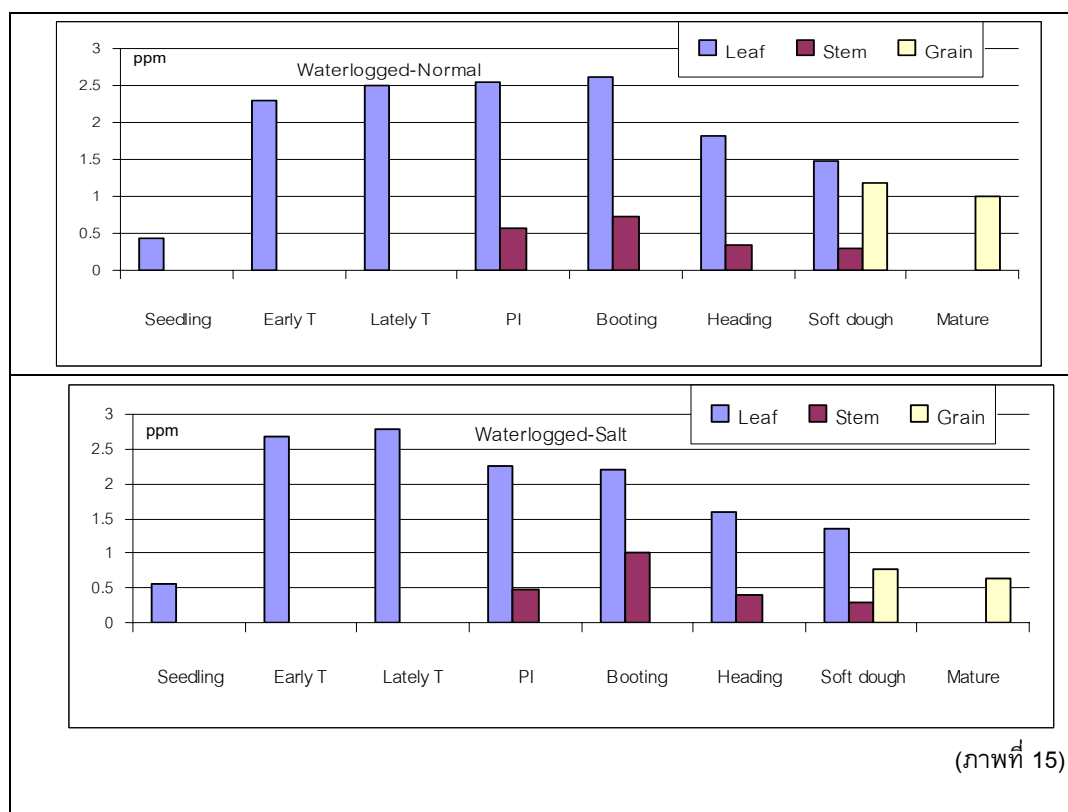
ในปีเดียวกันมีงานวิจัย ผลกระทบของสภาพการให้น้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP และศักยภาพการสร้างผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 3 ซ้ำ กำหนดให้สภาพการให้น้ำต่างกัน 4 แบบคือ ให้น้ำปกติขังตลอด ให้น้ำเค็มขังตลอด ให้น้ำปกติขัง 4 วันแล้วระบายออก และให้น้ำเค็มขัง 4 วันแล้วระบายออก สำหรับความเค็มเตรียมโดยใช้เกลือ NaCl ละลายน้ำให้มีระดับความเค็ม 8 mS/cm การทดลองนี้ได้ศึกษาในถังปลูกเพื่อศึกษาการใช้ น้ำและแร่ธาตุอาหาร (Lysimeter) ซึ่งใส่ทราย และปักดำกล้าข้าว 5 ต้น/หลุม/กระถาง ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ และปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 6 กก./ไร่ เมื่อถึงระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน (ภาพที่ 14)

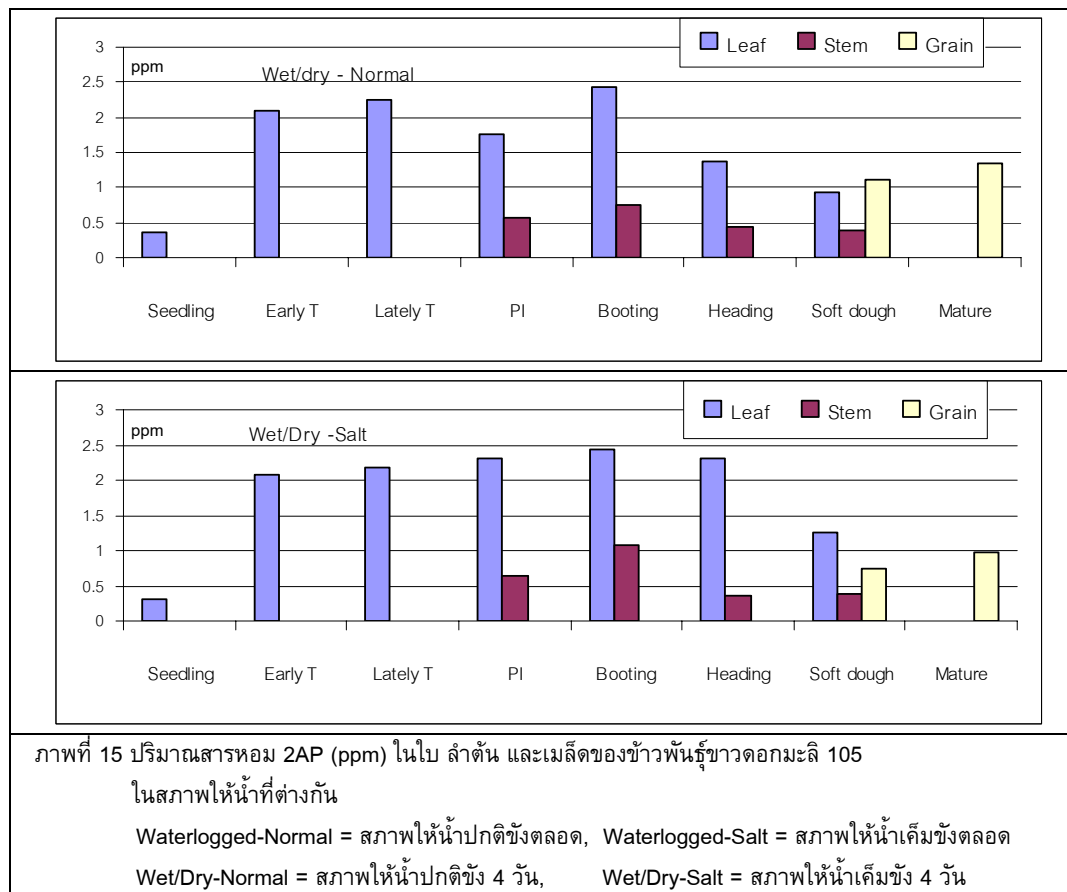


ภาพที่ 14 แสดงกระถาง Lysimeter ที่ปลูกทดลองอิทธิพลของความเค็มและสภาพให้น้ำ ที่มีต่อการสังเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จ.ลำปาง

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าวเริ่มสูงขึ้นไปตั้งแต่ระยะแตกกอ แต่จะมีค่าสูงสุดแตกต่างกันไปตามสภาพการให้น้ำ (ภาพที่ 15) โดยที่สภาพให้น้ำปกติจะมีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้นสูงสุดในช่วงตั้งท้องเต็มที่ สำหรับสภาพให้น้ำเค็มซึ่งกลับพบว่า มีค่าสูงสุดเร็วขึ้นที่ระยะก่อนเริ่มสร้างช่อรวงอ่อน (late tillering stage) ส่วนสภาพให้น้ำเค็มเพียง 4 วันแล้วระบายออก ได้ผลเช่นเดียวกับสภาพให้น้ำปกติทั้งช่วงตลอดและช่วง 4 วัน (ภาพที่ 15) นอกจากนี้พบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในใบสูงกว่าในลำต้นในทุกสภาพให้น้ำในแต่ละระยะการพัฒนาย่างชัดเจน (ภาพที่ 15) จะเห็นว่าอิทธิพลของสภาพให้น้ำ มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในใบแตกต่างกันเฉพาะช่วงแตกกอ ส่วนในช่วงพัฒนารวงและเมล็ดกลับพบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้นลดลงในทุกสภาพให้น้ำ

ปริมาณสารหอมในเมล็ดข้าวในสภาพน้ำขังตลอด (ทั้งน้ำปกติและน้ำเค็ม) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นไปตามช่วงเวลาพัฒนาเมล็ด ในทางตรงกันข้ามกับสภาพให้น้ำขังเพียง 4 วัน (ทั้งน้ำปกติและน้ำเค็ม) ที่มีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 15)





ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวในสภาพน้ำเค็มขังตลอด เพิ่มขึ้นชัดเจนในช่วงพัฒนาใบและลำต้น รองลงมาเป็นสภาพน้ำเค็มขัง 4 วัน สภาพน้ำปกติขัง 4 วันและสภาพน้ำปกติขังตลอด ตามลำดับ (ภาพที่ 16) สำหรับช่วงการพัฒนาเมล็ดนั้นพบว่า สภาพน้ำเค็มขังตลอดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงมากที่สุด เนื่องจากมีใบสีเขียวเหลือเพียง 2 ใบ จึงต้องสังเคราะห์แสงให้มากเพื่อชดเชยใบล่างที่แห้งตายไปจากอิทธิพลของความเค็ม ส่วนสภาพให้น้ำเค็มขัง 4 วันนั้นมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไม่แตกต่างจากสภาพน้ำปกติขัง 4 วัน อาจเนื่องจากสามารถทนต่อสภาวะความเค็มระยะสั้นได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามก็ยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบน้อยกว่าสภาพให้น้ำปกติขังตลอด

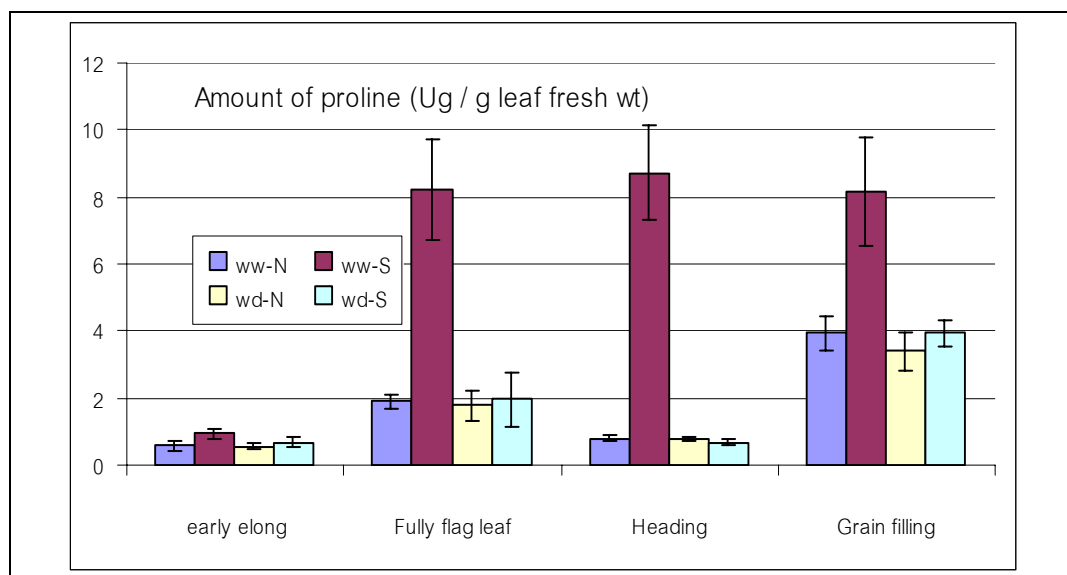
ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ (leaf chlorophyll fluorescence efficiency) โดยใช้เครื่องวัดการแปลงคลื่น fluorescence ที่ใบ (Plant Efficiency Analyser ;Model:FMS1; Hansatech ,UK) (ภาพที่ 16) เป็นไปทำนองเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ กล่าวคือ สภาพน้ำเค็มขังตลอด มีผลเร่งประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบในช่วงแตกกอ สูงขึ้นอย่างชัดเจน รองลงมาเป็นสภาพน้ำเค็มขัง 4 วัน สภาพน้ำปกติขัง 4 วันและสภาพน้ำปกติขังตลอด ตามลำดับ และเมื่อเข้าสู่ระยะออกรวงพบว่า

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบลดลงไปตั้งแต่เวลา 06.00 น.จนถึง 16.00 น. โดยเฉพาะในสภาพให้น้ำเค็ม (ขังตลอดและขัง 4 วัน)

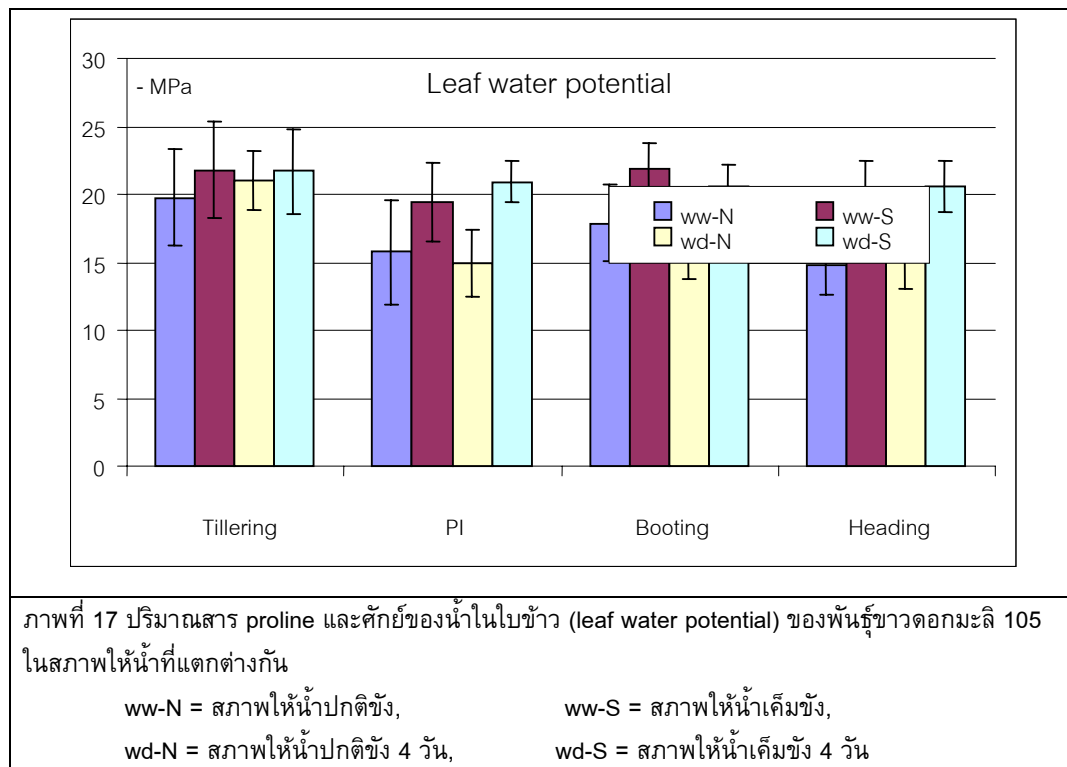


สำหรับปริมาณสาร proline และศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) พบว่าปริมาณสาร proline ในใบข้าวในสภาพน้ำเค็มขังตลอด เพิ่มขึ้นหลายเท่าโดยเฉพาะในช่วงใบธงคลี่เต็มที่หรือระยะเริ่มตั้งท้อง เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพให้น้ำอื่นๆ ตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงพัฒนาเมล็ดที่มีปริมาณสาร proline ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณสาร proline ในใบเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงพัฒนาใบและลำต้น จากการทดลองครั้งนี้พบว่าข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำเค็มขัง 4 วัน ก็มีค่า leaf water potential ในใบที่ติดลบสูงใกล้เคียงกับสภาพน้ำเค็มขังตลอดเช่นกัน แต่มีปริมาณสาร proline ต่ำกว่าและใกล้เคียงสภาพให้น้ำปกติ (ภาพที่ 17)

สภาพให้น้ำทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นและความสูงต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) การปลูกข้าวในสภาพให้น้ำปกติ (ขังตลอดและขัง 4 วัน) มีน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงกว่าสภาพให้น้ำเค็ม (ขังตลอดและขัง 4 วัน) การทดลองนี้ไม่พบผลกระทบของการให้น้ำขังตลอดและขัง 4 วัน (ตารางที่ 18) สภาพให้น้ำเค็มขังตลอดมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นและความสูงต่ำที่สุด จะเห็นว่า อิทธิพลของระดับความเค็มมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นและความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยวอย่างชัดเจน ระดับของความเค็มยังทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงต่ำลง และทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงในที่สุด ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของความเค็มมีผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมากในช่วงผสมเกสร (หรือเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันสูง) โดยเฉพาะสภาพให้น้ำเค็มขังตลอด (ตารางที่ 18)



(ภาพที่ 17)



ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่ ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพให้น้ำที่แตกต่างกัน

ดำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น (กรัม/กระถาง)	ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว (ซม.)	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)	จำนวนรวงต่อกระถาง	จำนวนเมล็ดดีต่อรวง	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวง
ww-N	200.40	115.50	65.00	25	105	24.60	14.40
wd-N	236.40	113.20	103.20	29	140	25.30	8.55
ww-S	127.20	65.70	8.00	20	0	2.50*	100.00
wd-S	148.10	101.00	46.50	28	86	20.20	26.46
F-test	**	**	**	NS	**	**	**
CV.(%)	14.60	3.90	25.58	29	18	5.80	1.26
LSD.(p<0.01)	78.60	11.70	58.86	—	55	3.10	6.77
LSD.(p<0.05)	51.90	7.70	31.52	—	33	2.10	4.08

หมายเหตุ

* เป็นเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่เต็มเต่ง

ww-N = สภาพให้น้ำปกติท่วมช่วง, wd-N = สภาพให้น้ำปกติช่วง 4 วันแล้วระบายออก

ww-S = สภาพให้น้ำเค็มท่วมช่วง, wd-S = สภาพให้น้ำเค็มช่วง 4 วันแล้วระบายออก

จากการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณสารหอม 2AP ในใบ มากกว่าในลำต้นอย่างชัดเจน และปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้น เพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงตั้งท้องเต็มทึ่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพให้น้ำและระดับความเค็ม โดยที่สภาพให้น้ำเค็มข้งตลอดมีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP สูงสุดในระยะแตกกอสูงสุด ในขณะที่สภาพให้น้ำปกติ (ข้งตลอดและข้ง 4 วัน) และสภาพให้น้ำเค็มข้ง 4 วัน มีปริมาณสารหอมในใบและลำต้นสูงสุดที่ระยะตั้งท้องเต็มทึ่ อย่างไรก็ตามปริมาณสารหอม 2AP ที่ใบและลำต้นของทุกสภาพให้น้ำ ลดลงไปตามระยะการพัฒนาเมล็ด ซึ่งปริมาณสารหอม 2AP ถูกสังเคราะห์มากที่สุดในช่วงพัฒนารวงที่ยังอยู่ในกาบใบ โดยเฉพาะระยะตั้งท้องเต็มทึ่ซึ่งเป็นช่วงการพัฒนาเกสรในดอกข้าว แต่ไม่พบว่าเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอมในเมล็ด อีกทั้งพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2AP ตลอดอายุข้าว มีความแตกต่างจากรูปแบบการสะสมน้ำหนักแห้งของข้าว กล่าวคือ มีการสังเคราะห์แล้วใช้ไปทันทีไม่ได้ถูกนำไปเก็บสะสมไว้ที่ลำต้น

อิทธิพลความเค็มไม่มีผลทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดเพิ่มขึ้น การเพิ่มปริมาณและประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ที่เกิดจากอิทธิพลของความเค็ม ไม่ได้เกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้น ตลอดจนไม่ได้ทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณสาร proline ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในสภาพน้ำเค็มข้งตลอด ไม่ได้เพิ่มปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด และไม่ใช่วิธีเดียวในการปรับตัวแบบ osmotic adjustment ในใบของข้าวในสภาพน้ำเค็มข้ง 4 วัน ซึ่งปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดน่าจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นหลังออกรวง โดยเฉพาะประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง มากกว่ากิจกรรมการสังเคราะห์สารชีวเคมีที่เกี่ยวข้องภายใต้สภาวะเครียด เช่น ปริมาณสาร proline ในใบ และสารคาร์โบไฮเดรตในรูปน้ำหนักแห้งที่ลำต้น

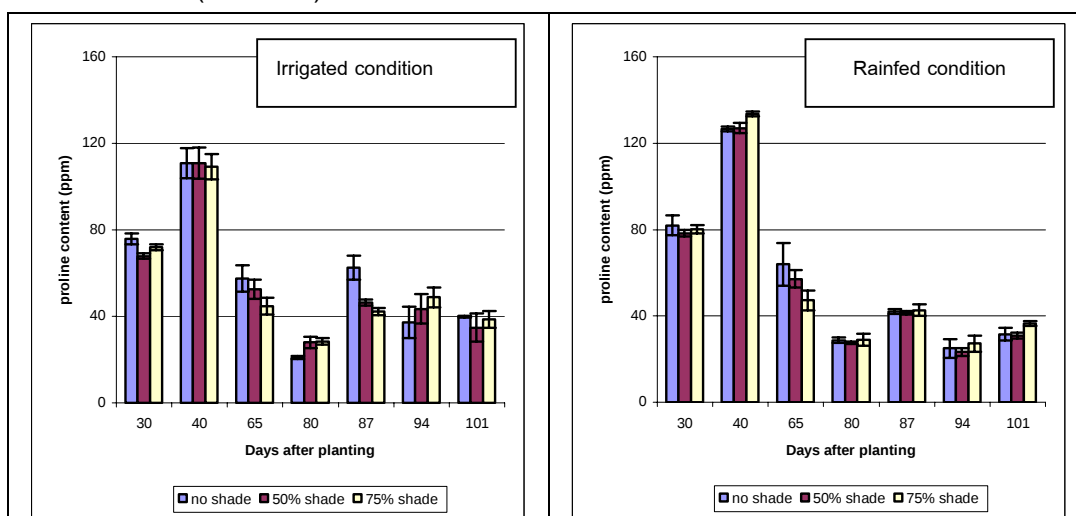
ในฤดูนาปีได้มี การศึกษาผลกระทบของการบังแสงและการจัดการน้ำต่อปริมาณสารหอม 2AP ได้วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in RCB จำนวน 3 ขั้ว กำหนดให้ *main plot* เป็น รูปแบบการจัดการน้ำในแปลงปลูก 2 วิธี ได้แก่

1. การจัดการน้ำแบบสภาพนาชลประทาน โดยให้น้ำข้งในแปลงนาและควบคุมระดับน้ำเหนือผิวดินเฉลี่ย 5-10 เซนติเมตร ตั้งแต่ระยะปักดำจนถึงระยะเมล็ดแบ่งอ่อน
2. การจัดการน้ำแบบสภาพนาอาศัยน้ำฝน และงดให้น้ำตั้งแต่ระยะแตกกอถึงเก็บเกี่ยว และ *sub plot* เป็นการบังแสง 3 ระดับ ได้แก่ บังแสง 0% (ไม่บังแสง) บังแสง 50% และบังแสง 75% ของปริมาณแสงที่ได้รับตามธรรมชาติ โดยใช้ตาข่ายพลาสติกสีดำบังแสงตั้งแต่ระยะแทงช่อดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

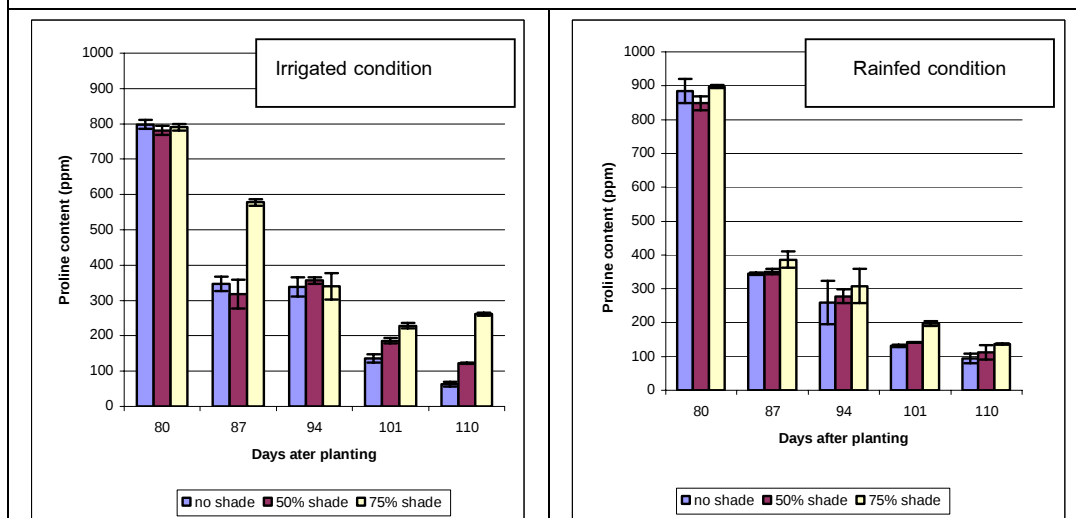
ผลการทดลองพบว่า การจัดการน้ำแบบสภาพนาอาศัยน้ำฝนภายใต้การบังแสงทั้งสามระดับ มีปริมาณสาร proline ในใบสูงกว่าการจัดการน้ำแบบสภาพนาชลประทาน โดยมีปริมาณสาร proline เพิ่มขึ้นหลังจากงดให้น้ำที่ระยะแตกกอ และสูงสุดในระยะกำเนิดช่อดอก หลังจากนั้นปริมาณจึงลดลงที่ระยะตั้งท้องและมีปริมาณต่ำสุดที่ระยะออกรวง เมื่อได้รับการบังแสง

ปริมาณสาร proline ที่ระดับการบังแสงทั้งสามระดับ ในทุกสภาพการจัดการน้ำ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ไม่มีความแตกต่างกัน จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ (ภาพที่ 18)

การบังแสงมีผลทำให้ปริมาณสาร proline ในเมล็ดภายใต้การจัดการน้ำทั้งสองแบบ แตกต่างกัน โดยที่ระดับการบังแสง 75% ในสภาพนาชลประทานมีปริมาณสาร proline ในเมล็ด สูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ และต่ำสุดเมื่อไม่มีการบังแสง สำหรับในสภาพนาอาศัยน้ำฝน พบว่าตอบสนองต่อระดับการบังแสงในทำนองเดียวกับสภาพนาชลประทาน โดยมีปริมาณสาร proline ในเมล็ดที่ระดับการบังแสง 75% สูงสุด รองลงมา คือ ระดับการบังแสง 50% และไม่บัง แสง ตามลำดับ (ภาพที่ 19)



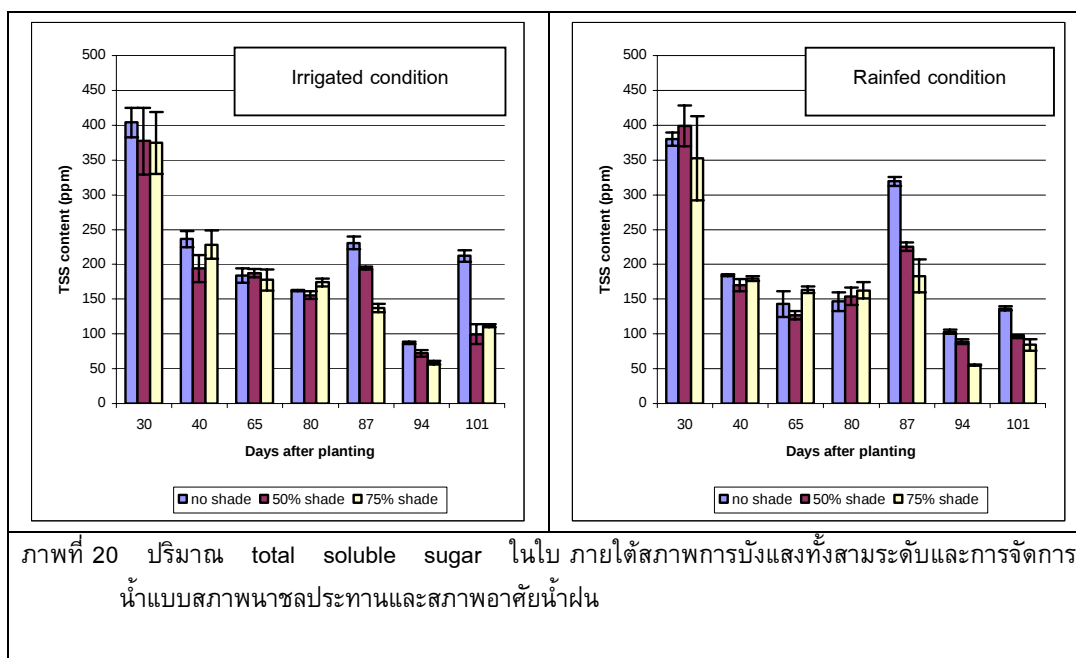
ภาพที่ 18 ปริมาณสาร proline ในใบ ภายใต้สภาพการบังแสงทั้งสามระดับ และการจัดการน้ำแบบ สภาพนาชลประทานและสภาพอาศัยน้ำฝน

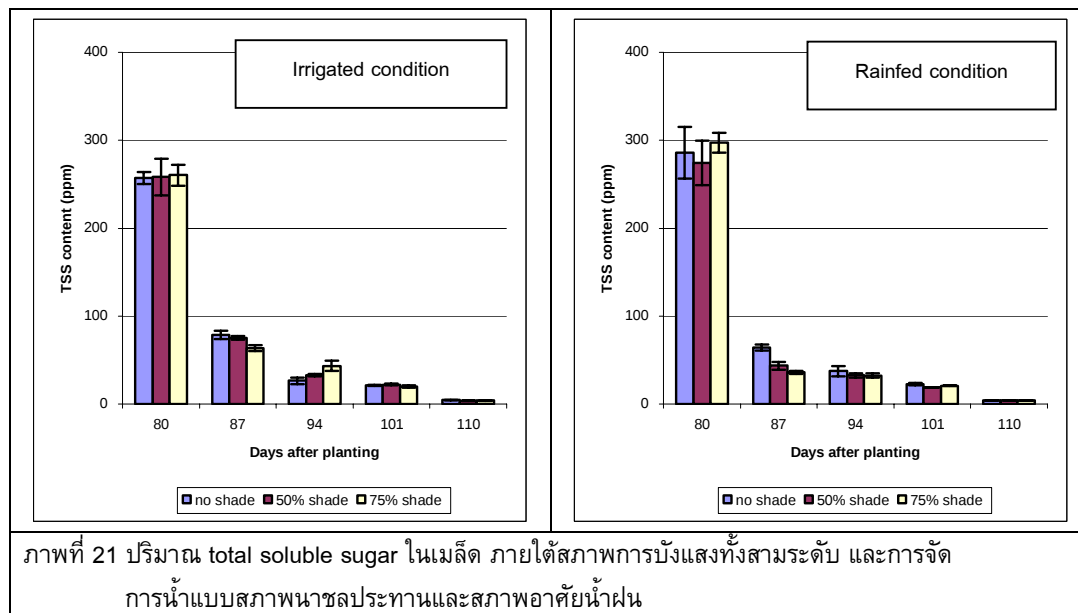


ภาพที่ 19 ปริมาณสาร proline ในเมล็ด ภายใต้สภาพการบังแสงทั้งสามระดับ และการจัดการน้ำ แบบสภาพนาชลประทานและสภาพอาศัยน้ำฝน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (Total soluble sugar; TSS) ในใบข้าว ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต (ภาพที่ 20) พบว่า การจัดการน้ำแบบสภาพนาอาศัยน้ำฝนที่ได้รับการบังแสง 75% มีปริมาณ TSS ในใบต่ำสุดที่ระยะเมล็ดอ่อน โดยปริมาณ TSS ในใบสูงสุดที่ระยะแตกกอ หลังจากนั้นลดลงจนถึงระยะออกรวง และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ระยะเมล็ดน้ามน ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยที่ระยะเมล็ดอ่อน และคงที่ในระยะสุกแก่ทางสรีระ โดยที่ระดับการบังแสง 0% (ไม่บังแสง) ในสภาพนาอาศัยน้ำฝนพบว่า การเพิ่มระดับการบังแสงมีผลทำให้ปริมาณ TSS ลดลง อย่างไรก็ตามในสภาพนาชลประทาน มีการตอบสนองต่อการบังแสงในทำนองเดียวกับในสภาพนาอาศัยน้ำฝน แต่มีปริมาณ TSS ในระยะเมล็ดน้ามนสูงกว่าที่ทุกระดับการบังแสง โดยในสภาพไม่บังแสง

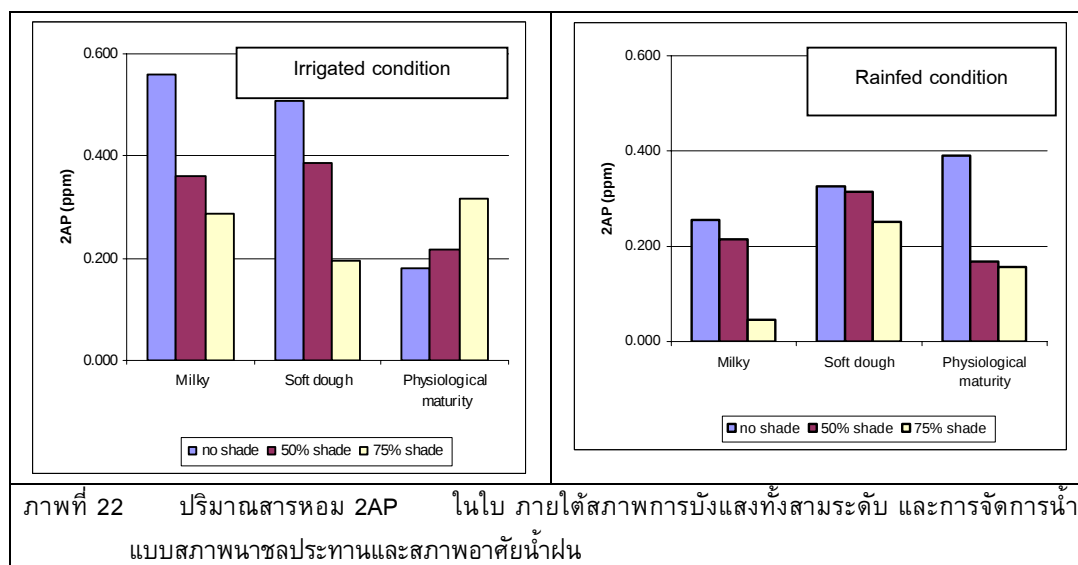
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS ในเมล็ด (ภาพที่ 21) พบว่า ปริมาณ TSS สูงสุดที่ระยะออกรวง ทั้งในสภาพนาชลประทานและสภาพนาอาศัยน้ำฝน หลังจากนั้นจึงลดลงและคงที่เมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร proline โดยการบังแสงทั้งสามระดับและการจัดการน้ำทั้งสองแบบมีปริมาณ TSS ในเมล็ดตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกัน

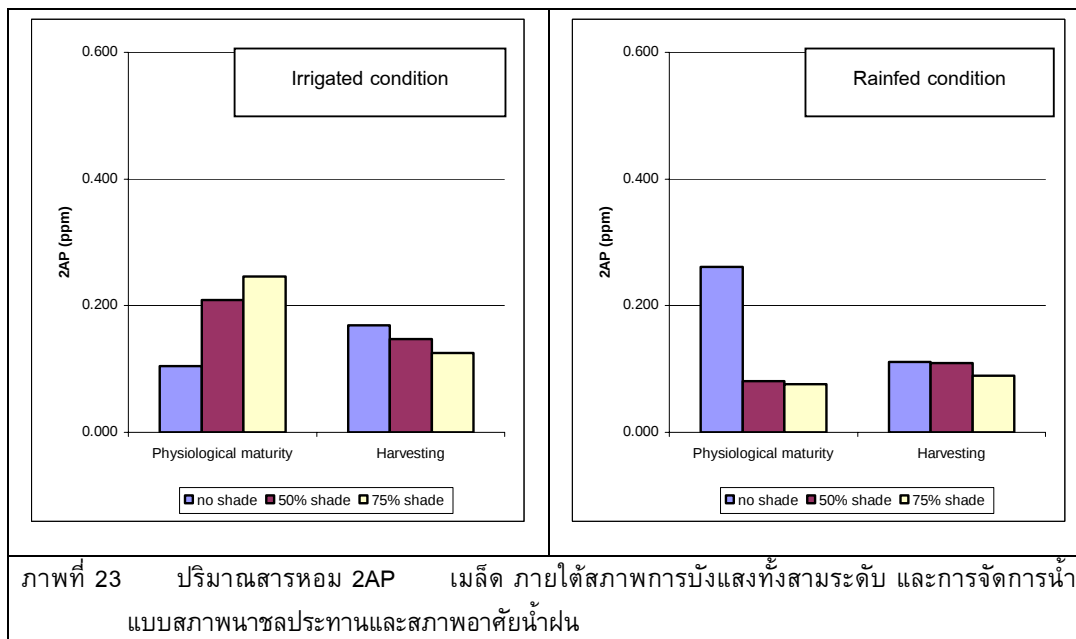




จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าว พบว่า ที่ระดับการบังแสง 75% ภายใต้การจัดการน้ำแบบสภาพนาชลประทานที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ มีปริมาณสารหอม 2AP เฉลี่ยสูงกว่าที่ระดับการบังแสง 50% และที่ไม่บังแสง (ภาพที่ 22)

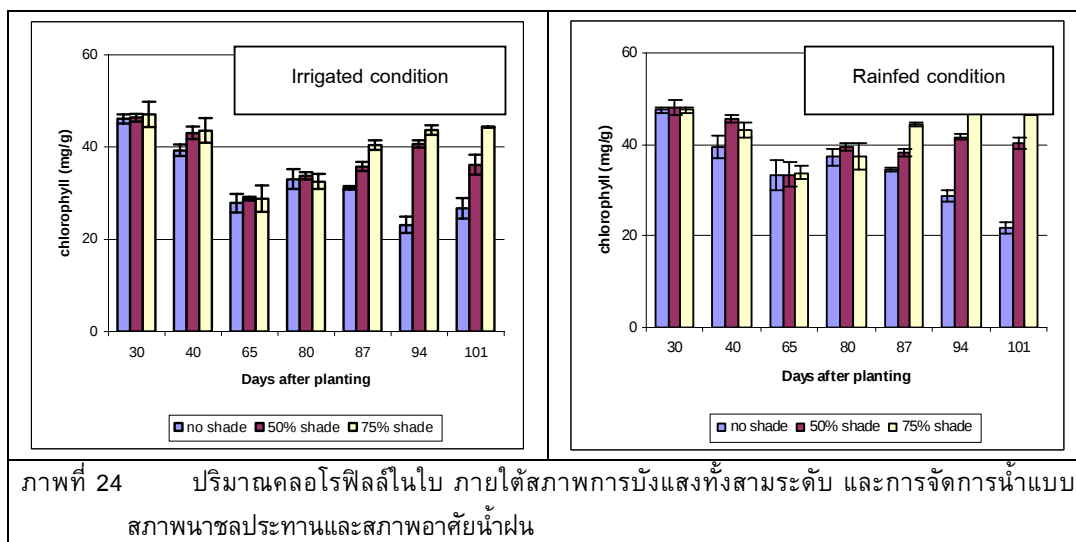
ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด พบว่า เมื่อเพิ่มระดับการบังแสงมีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในระยะสุกแก่ทางสรีระ สูงกว่าที่ระดับการบังแสงต่ำ เช่นเดียวกับปริมาณสารหอม 2AP ในใบ สำหรับปริมาณสารหอม 2AP ในระยะเมล็ดนํ้านม ระยะเมล็ดอ่อน และระยะเก็บเกี่ยว พบว่า เมื่อเพิ่มการบังแสงมีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและเมล็ดลดลง เช่นเดียวกันที่ทุกสภาพการจัดการน้ำ (ภาพที่ 23)





การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ที่การบังแสงทั้งสามระดับ ภายใต้การจัดการน้ำทั้งสองแบบ มีความแตกต่างกันหลังจากได้รับการบังแสงในระยะออกทรง โดยที่ระดับการบังแสง 75% ภายใต้การจัดการน้ำทั้งสองแบบ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่ระยะเมล็ดนํ้ามระยะเมล็ดแป้งอ่อน และระยะสุกแก่ทางสรีระ สูงกว่าที่ระดับการบังแสง 50% และไม่มี การบังแสง ภายใต้การจัดการน้ำทั้งสองแบบ (ภาพที่ 24)

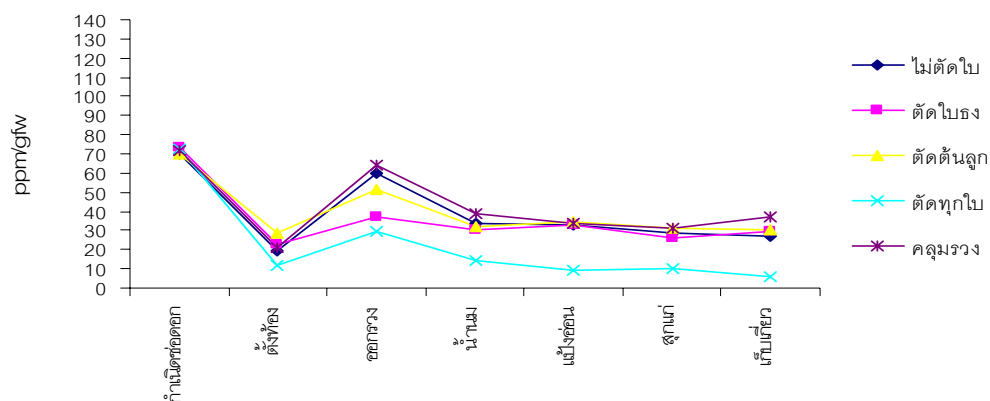
จากการทดลองพบว่า การบังแสงมีผลต่อปริมาณ proline ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณสารหอม 2AP โดยที่ระดับการบังแสงทำให้ค่าเหล่านี้มีปริมาณที่สูงกว่าที่ไม่ได้บังแสง ดังนั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า การบังแสงน่าจะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณสารหอม 2AP ได้ในระดับหนึ่ง



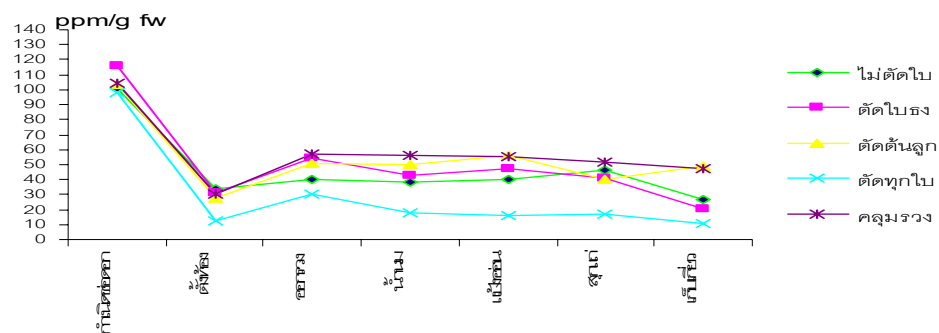
นอกจากนี้มียางงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2AP” ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ และกำหนดให้ *main plot* เป็นการให้น้ำ 2 แบบ ได้แก่ การให้น้ำชลประทานโดยรักษาระดับน้ำ 5 - 10 เซนติเมตรตลอดอายุปลูก และการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน โดยควบคุมไม่ให้มีน้ำท่วมขังในแปลง ตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงระยะกำเนิดช่อดอกควบคุม *sub plot* เป็นการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง 5 แบบ ดังนี้คือ 1. ไม่ตัดใบ 2. ตัดเฉพาะใบธงของต้นแม่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก 3. ตัดต้นลูกเหลือต้นแม่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก 4. ตัดทุกใบของต้นแม่ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (ใช้ลำต้นวิเคราะห์สารชีวโมเลกุลต่างๆ) 5. ไม่ตัดใบโดยคลุมถุงที่รวง (เพื่อยับยั้งการสังเคราะห์แสง)

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณโพรลีนที่มีการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 5 แบบ สูงที่สุดที่ระยะกำเนิดช่อดอก และลดต่ำลงในระยะตั้งท้อง หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอีกครั้งในระยะออกรวงและจะลดลงอีกครั้งในระยะน้ำนมจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ตามลำดับ การให้น้ำทั้งแบบชลประทานและอาศัยน้ำฝนที่จำกัดแหล่งการสังเคราะห์แสงที่รวง(คลุมรวง) มีผลให้ปริมาณโพรลีนเฉลี่ยสูงที่สุดในระยะออกรวงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว แต่สิ่งทดลองที่ถูกจำกัดแหล่งสังเคราะห์แสงโดยการตัดใบพบว่า มีผลให้ปริมาณโพรลีนเฉลี่ยต่ำที่สุด (ภาพที่ 25 และ 26) ผลของการให้น้ำชลประทาน มีผลให้ปริมาณโพรลีนในใบที่ระยะกำเนิดช่อดอกสูงสุด ในขณะที่สภาพการให้น้ำอาศัยน้ำฝนมีปริมาณโพรลีนในใบน้อย

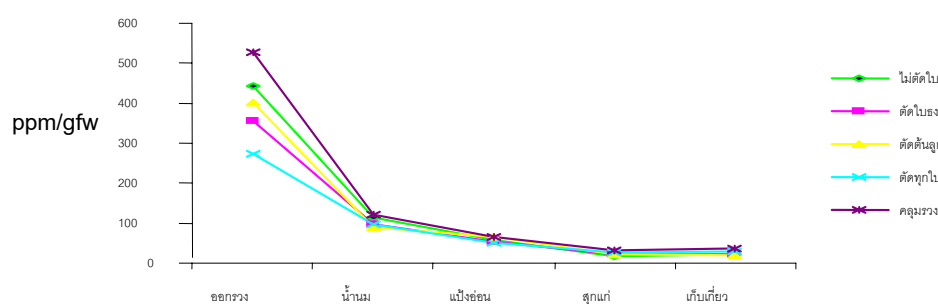
หลังจากทำการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 5 แบบพบว่า สิ่งทดลองที่ทำการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่รวง มีปริมาณโพรลีนเฉลี่ยสูงที่สุดตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า สภาพการจัดการน้ำทั้ง 2 แบบมีปริมาณโพรลีนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 27 และ 28)



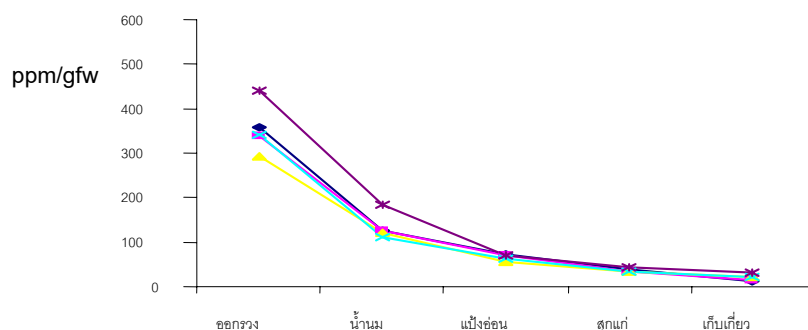
ภาพที่ 25 ปริมาณสารโพรลีนในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน



ภาพที่ 26 ปริมาณสารโพรลีนในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวชาวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยชลประทาน

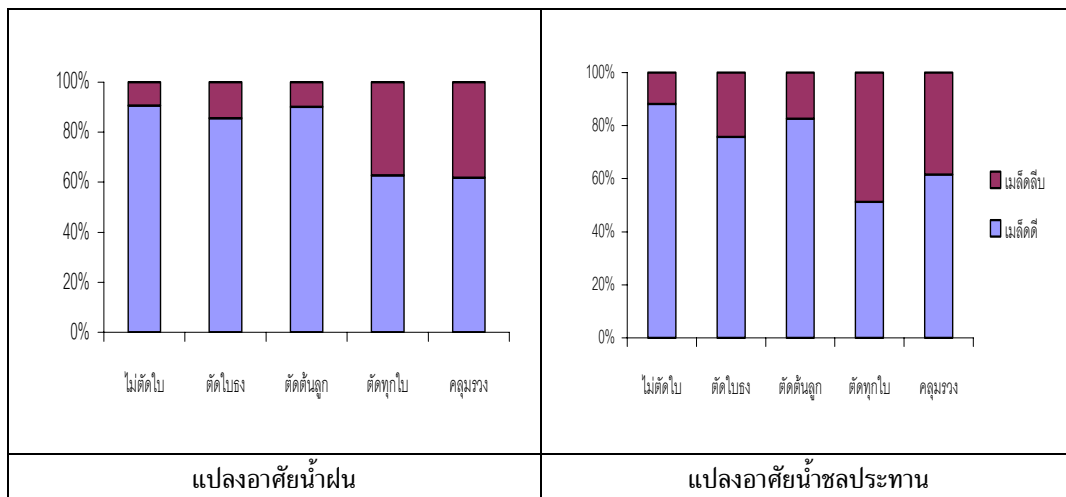


ภาพที่ 27 ปริมาณสารโพรลีนในรวงของข้าวชาวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน

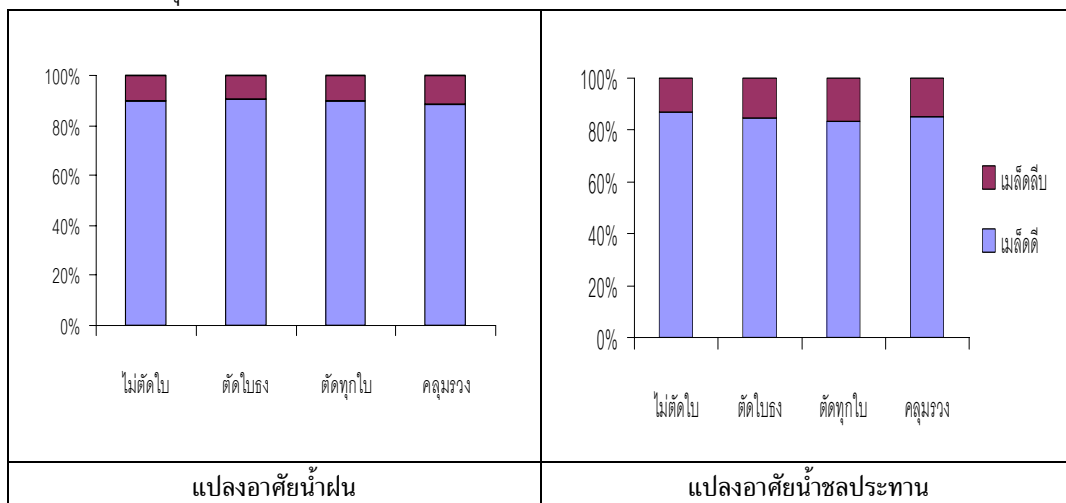


ภาพที่ 28 ปริมาณสารโพรลีนในรวงของข้าวชาวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำชลประทาน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะทางพืชไร่พบว่า สิ่งทดลองที่ถูกควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้งใบและรวง มีเปอร์เซ็นต์สัดส่วนเมล็ดตีสองสูงกว่า สิ่งทดลองในสภาพให้น้ำทั้ง 2 แบบ โดยข้าวที่ปลูกในสภาพการให้น้ำชลประทาน มีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์เมล็ดตีสองสูงกว่าสภาพแปลงอาศัยน้ำฝน (ภาพที่ 29) ส่วนเปอร์เซ็นต์สัดส่วนเมล็ดดีและเมล็ดลีบของต้นลูกพบว่า ในทุกสิ่งการทดลองที่ต้นแม่ที่ถูกควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้งใบและรวง ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดตีสองของต้นลูก ไม่ต่างกันทั้งสภาพการให้น้ำ 2 แบบ (ภาพที่ 30)



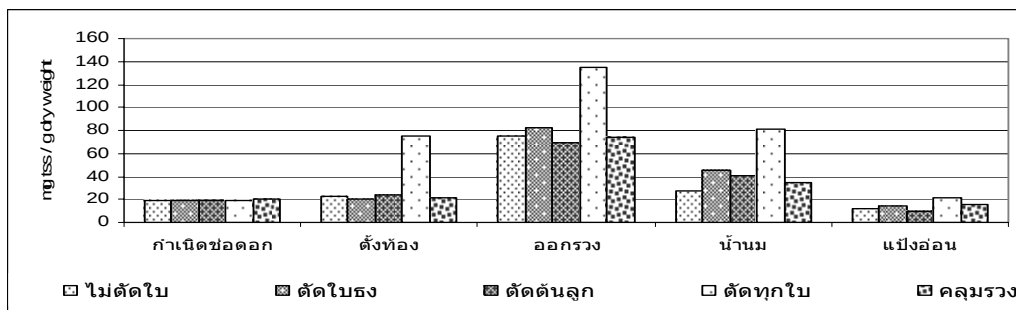
ภาพที่ 29 เปอร์เซนต์สัดส่วนเมล็ดดีและเมล็ดลีบของต้นแม่ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง และการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน และแบบชลประทาน



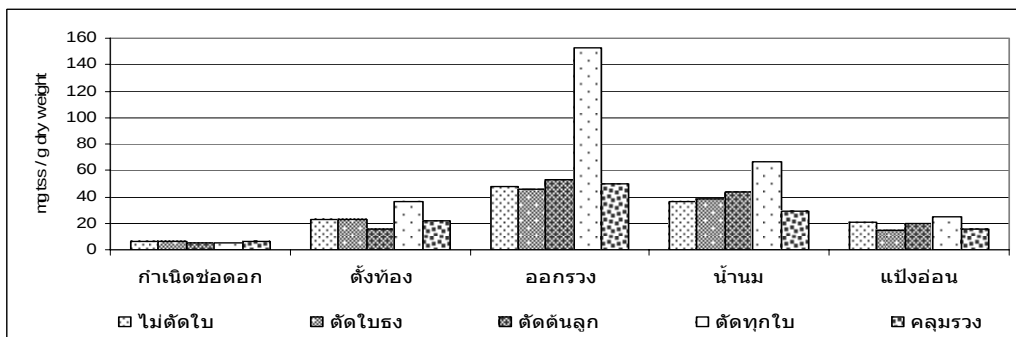
ภาพที่ 30 เปอร์เซนต์สัดส่วนเมล็ดดีและเมล็ดลีบของต้นลูกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง และการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน และแบบชลประทาน

ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในต้นข้าวภายใต้การตัดทุกใบ มีค่าสูงสุดตั้งแต่ระยะตั้งท้องจนถึงระยะแบ่งอ่อนในทุกสภาพให้น้ำ โดยเพิ่มปริมาณตั้งแต่ระยะกำเนิดช่อดอกจนสูงสุดที่ระยะออกรวง หลังจากนั้นลดต่ำลงไปจนถึงระยะแบ่งอ่อน (ภาพที่ 31 และ 32) อย่างไรก็ดี ข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝนมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงกว่าสภาพให้น้ำชลประทาน ที่ระยะกำเนิดช่อดอก ตั้งท้อง ออกรวง และระยะนํ้านม

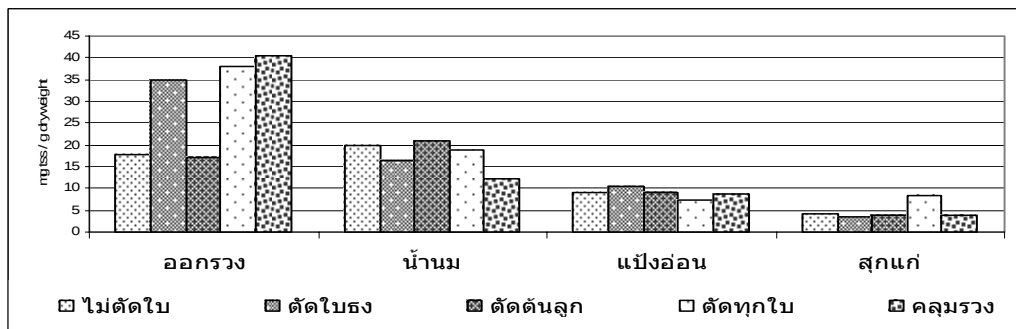
ส่วนปริมาณ TSS ในรวงที่ระยะออกรวง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และลดต่ำลงมาจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ในทุกสภาพให้น้ำ (ภาพที่ 33 และ 34) โดยที่ระยะออกรวงนี้ ข้าวที่ปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนมีปริมาณ TSS ในรวงเฉลี่ยสูงกว่าสภาพการให้น้ำชลประทาน ส่วนปริมาณ TSS ในรวงข้าวที่ระยะนํ้านมจนถึงระยะเก็บเกี่ยวพบว่า การปลูกในสภาพให้น้ำมีปริมาณ TSS เฉลี่ยสูงกว่าข้าวที่ปลูกในสภาพการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน



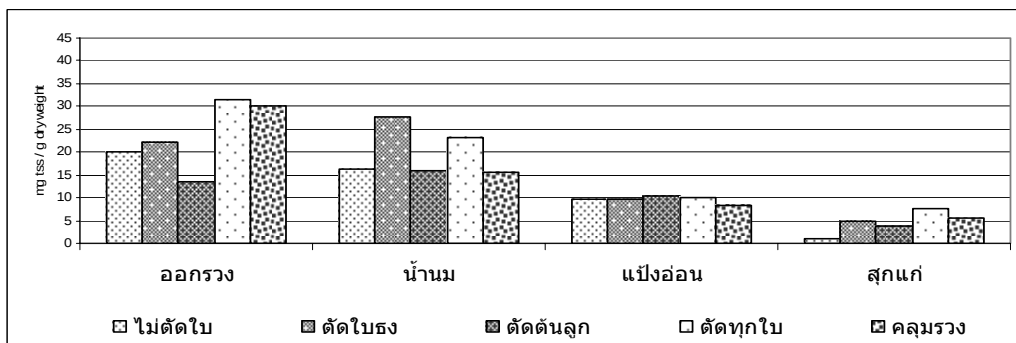
ภาพที่ 31 ปริมาณ TSS ในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน



ภาพที่ 32 ปริมาณ TSS ในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยชลประทาน

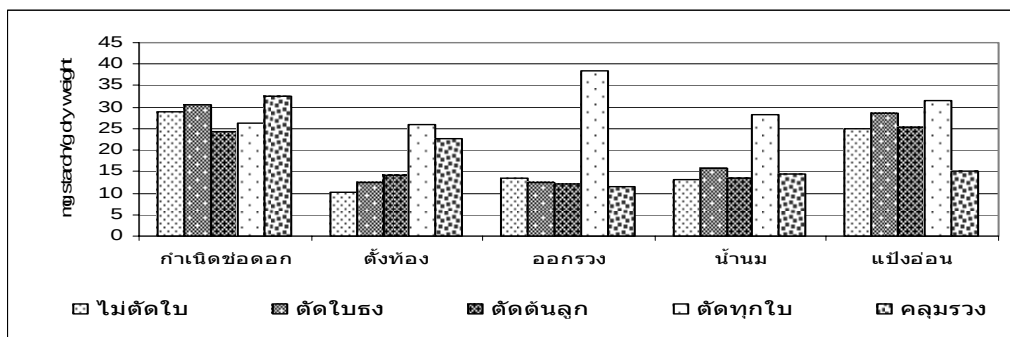


ภาพที่ 33 ปริมาณ TSS ในรวงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน

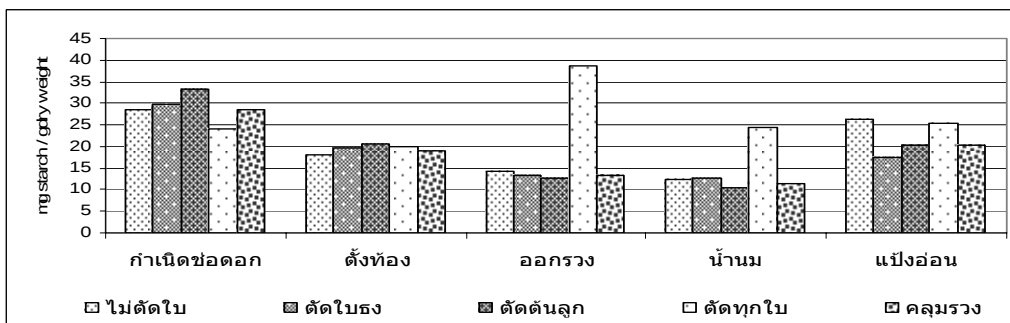


ภาพที่ 34 ปริมาณ TSS ในรวงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำชลประทาน

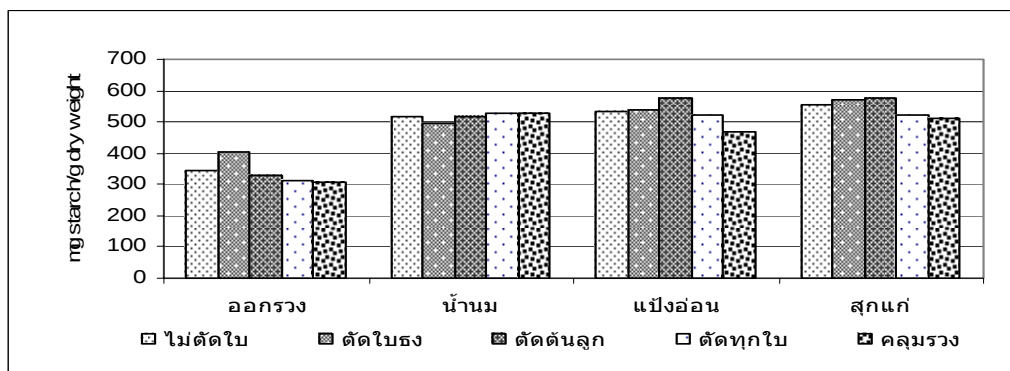
ปริมาณแป้ง (starch) ในการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 5 แบบ แตกต่างกันและมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงตั้งแต่ระยะกำเนิดช่อดอกและลดลงจนถึงระยะออกรวง แล้วเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนถึงระยะแป้งอ่อน ตามลำดับ (ภาพที่ 35 และ 36) การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงโดยการตัดทุกใบที่ระยะตั้งท้อง ให้ปริมาณแป้งในลำต้นเฉลี่ยสูงสุดในทุกสภาพให้น้ำ ปริมาณแป้งในรวง ที่ควบคุมในแหล่งสังเคราะห์แสง ทั้ง 5 แบบ ตั้งแต่ระยะออกรวงไปจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ มีอัตราปริมาณแป้ง (starch) ที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยข้าวที่ปลูกในสภาพการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าข้าวที่ปลูกในสภาพการให้น้ำแบบอาศัยชลประทาน (ภาพที่ 37 และ 38) ตั้งแต่ระยะน้ำนม จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ



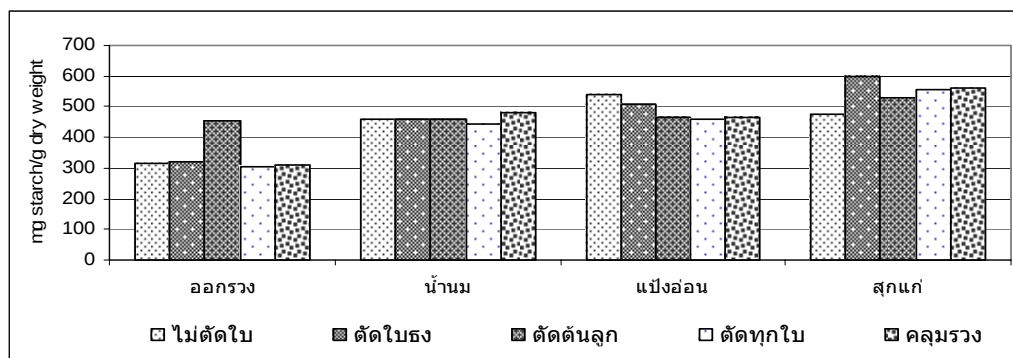
ภาพที่ 35 ปริมาณแป้งในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน



ภาพที่ 36 ปริมาณแป้งในแหล่งสังเคราะห์แสงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยชลประทาน

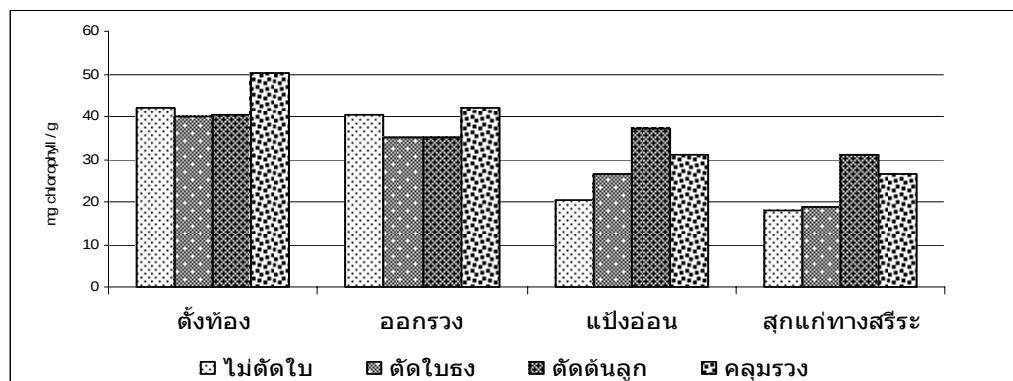


ภาพที่ 37 ปริมาณแป้งในรวงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำฝน

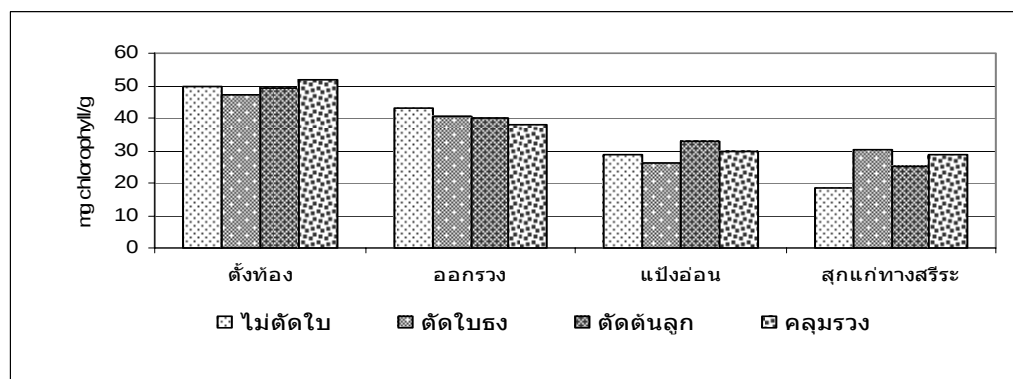


ภาพที่ 38 ปริมาณแป้งในรวงของข้าวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยน้ำชลประทาน

สภาพการให้น้ำที่ต่างกัน มีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแตกต่างกัน โดยการให้น้ำชลประทาน มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยสูงกว่าสภาพอาศัยน้ำฝนอย่างชัดเจน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของทุกสิ่งทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ระยะกำเนิดช่อดอก หลังจากนั้นลดต่ำลงมาตั้งแต่ระยะตั้งท้องจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ (ภาพที่ 39 และ 40) ในระยะแป้งอ่อนและระยะสุกแก่ทางสรีระนั้นพบว่า การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงโดยการตัดหน่อต้นลูก ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยสูงที่สุด ในทุกสภาพการให้น้ำ



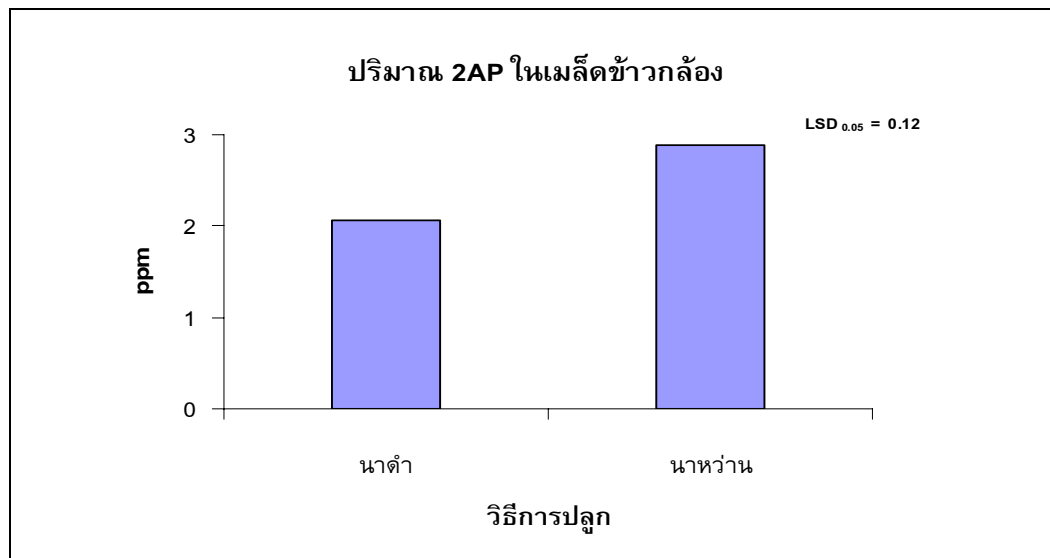
ภาพที่ 39 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของข้าวขาวดอกมะลิ 105 การให้น้ำอาศัยแบบฝน



ภาพที่ 40 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อาศัยการให้น้ำแบบชลประทาน

นอกจากนี้รายงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบวิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตมและนาดำ ภายใต้การจัดการน้ำและการใช้สารไพแทสซีมไฮโดรไดด์ที่มีต่อคุณภาพข้าว” ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้วางแผนการทดลองแบบ Strip-split-plot design จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ *Main plot* เป็นการจัดการน้ำ 2 แบบ คือ ให้น้ำท่วมขังแปลงตลอดฤดูปลูก และให้น้ำท่วมขังแปลงจนถึงช่วงกำเนิดช่อดอก จากนั้นให้น้ำพอให้ดินอุ่มตัว มี *Sub plot* เป็นวิธีการปลูก 2 วิธี คือ ปลูกแบบนาดำ และปลูกแบบนาหว่านน้ำตมแผนใหม่ ส่วน *Sub-sub-plot* เป็นการใช้และไม่ใช้สารไพแทสซีมไฮโดรไดด์ ได้ผลการทดลองว่า

วิธีการปลูกข้าวมีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดโดยการปลูกข้าวด้วยวิธีการปลูกแบบนาหว่าน มีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวกล้องเฉลี่ยสูงกว่าวิธีการปลูกแบบนาดำ ในส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ไม่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP (ภาพที่ 41)



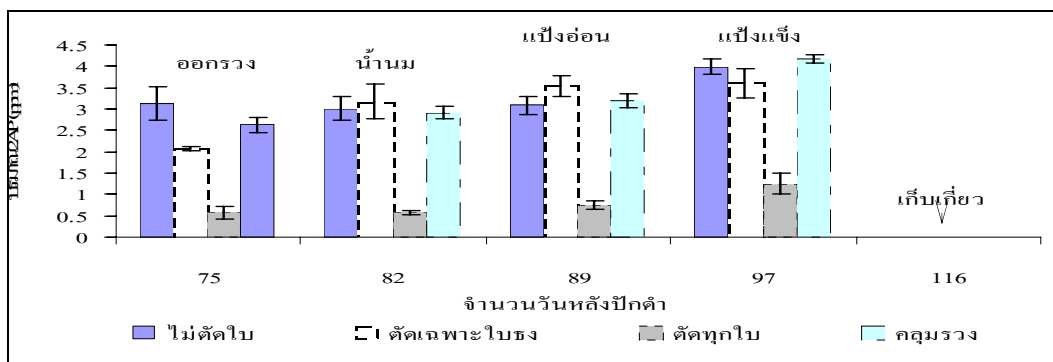
ภาพที่ 41 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวกล้อง จากต้นข้าวที่มีวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน

พฤษภาคม 2546

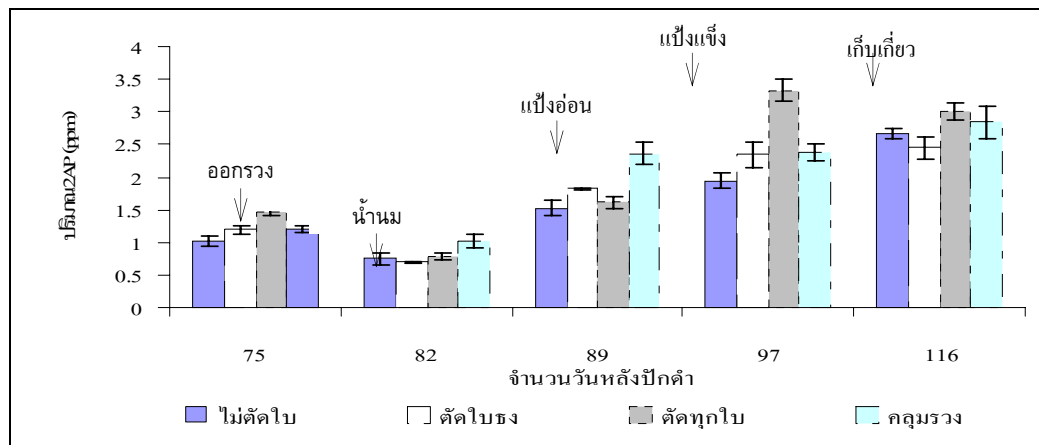
มีผลการทดลองต่อเนื่องของวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2AP” ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รายงานผลการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

การทดลองที่ 1 “ศึกษาอิทธิพลของการตัดใบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105” โดยวางแผนทดลองแบบ randomized complete block design (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 4 ตำรับทดลอง คือ การตัดใบของต้นหลัก (main stem) 4 แบบ ดังนี้ ไม่ตัดใบ, ตัดใบตรง, ตัดทุกใบ และคลุมถุงที่รวง โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 3 ทำการตัดใบในระยะตั้งท้อง และตำรับทดลองที่ 4 คลุมรวงในระยะออกรวง พบว่าปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าวภายหลังควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่ต่างกัน พบว่า ข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ มีปริมาณสารหอม 2AP ในใบที่ระยะออกรวง สูงสุด หลังจากนั้นเมื่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะน้ำนมจนถึงระยะแป้งแข็ง สำหรับที่ระยะน้ำนมและระยะแป้งอ่อนพบว่า ข้าวที่ได้ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดใบตรง มีปริมาณสารหอม 2AP เฉลี่ยสูงสุด ส่วนที่ระยะแป้งแข็งกลับพบว่า ข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวงมีปริมาณสารหอม 2AP ในใบเฉลี่ยสูงสุด และที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า ข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ ไม่พบปริมาณสารหอม 2AP ในใบเลย เป็นที่น่าสนใจว่าปริมาณสารหอม 2AP ในต้นข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ มีค่าน้อยกว่าในใบ ตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงระยะแป้งแข็ง (ภาพที่ 42)

ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวภายหลังควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงพบว่า ข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ มีปริมาณ 2AP เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะออกรวง หลังจากนั้นเมื่อมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะน้ำนม สำหรับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวง มีผลให้ปริมาณ 2AP ในเมล็ดข้าวสูงสุดที่ระยะแป้งอ่อน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงระยะเก็บเกี่ยว สำหรับที่ระยะแป้งแข็งและระยะเก็บเกี่ยวพบว่า การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ ยังคงมีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวเฉลี่ยสูงสุด (ภาพที่ 43)



ภาพที่ 42 ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและต้น ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ

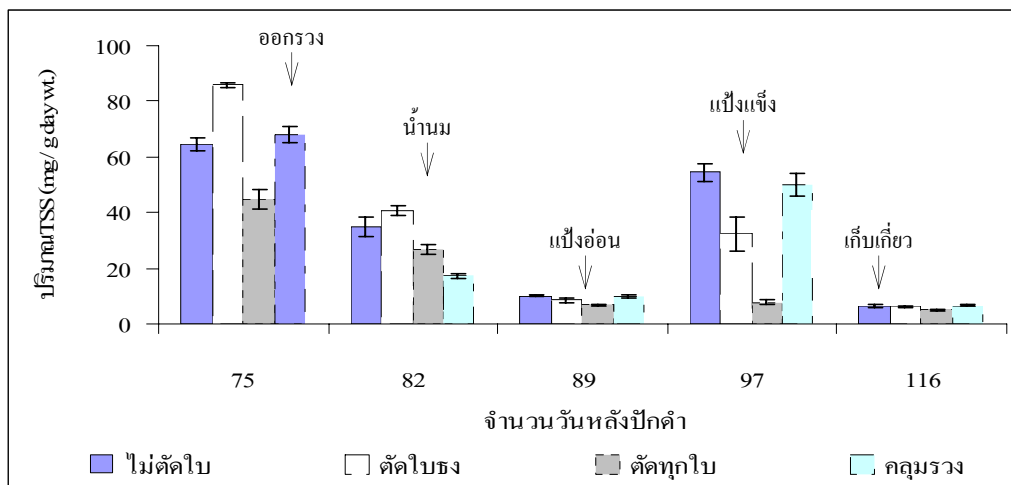


ภาพที่ 43 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

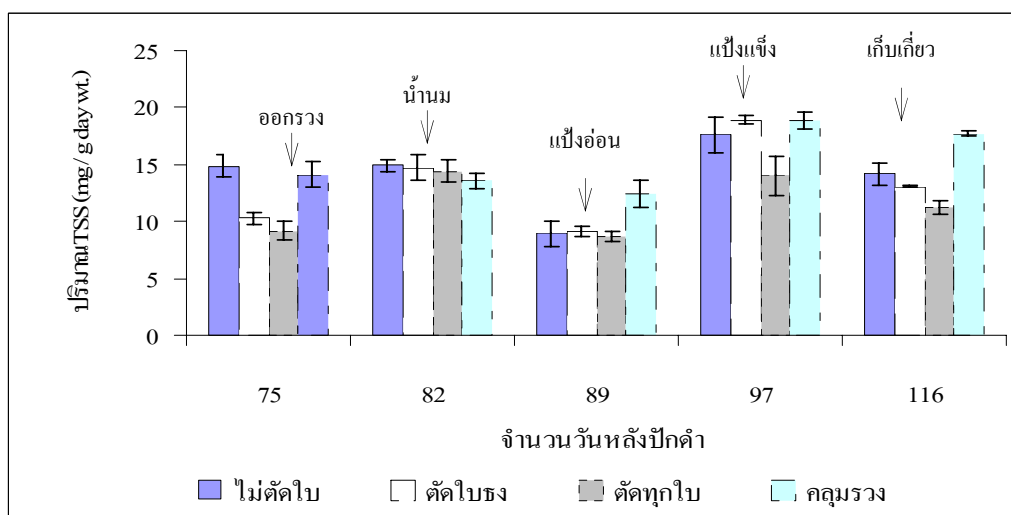
การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล TSS ในใบภายหลังการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง พบว่า การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดเฉพาะใบตรง มีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะออกรวง หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ระยะน้ำนมจนถึงระยะแป้งแข็ง ส่วนการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดเฉพาะใบตรงมีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะน้ำนม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเข้าสู่ระยะแป้งแข็ง สำหรับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ มีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะแป้งแข็ง และมีแนวโน้มลดลงที่ระยะเก็บเกี่ยว

ส่วนปริมาณน้ำตาล TSS ในต้น ของข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ พบว่า มีแนวโน้มสูงสุดที่ระยะออกรวง หลังจากนั้นลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำตาล TSS ที่ลำต้นมีน้อยกว่าใบตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงเก็บเกี่ยว ยกเว้นการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวง ที่มีปริมาณน้ำตาล TSS ในลำต้นสูงกว่าใบที่ระยะน้ำนม (ภาพที่ 44)

ปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ดข้าวภายหลังควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง พบว่า การไม่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงมีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยสูงแทบทุกระยะหลังออกรวง หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะแป้งอ่อนเช่นเดียวกับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบอื่นๆ การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวงมีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะแป้งแข็ง เช่นเดียวกับการไม่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง ในขณะที่เดียวกับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบมีปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวง มีปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด (ภาพที่ 45)



ภาพที่ 44 ปริมาณน้ำตาล TSS ในใบและต้น ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ
หมายเหตุ การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล TSS ในลำต้น
(I แสดงค่า $\pm$ SE)

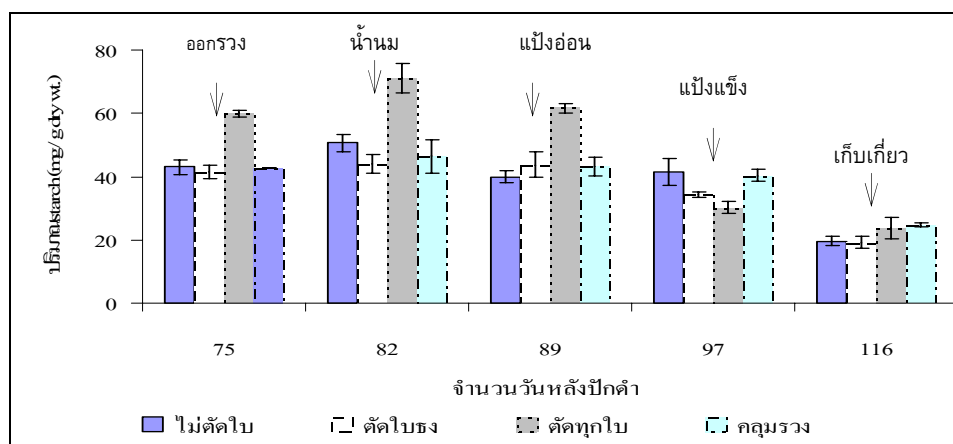


ภาพที่ 45 ปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ดภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ
(I แสดงค่า $\pm$ SE)

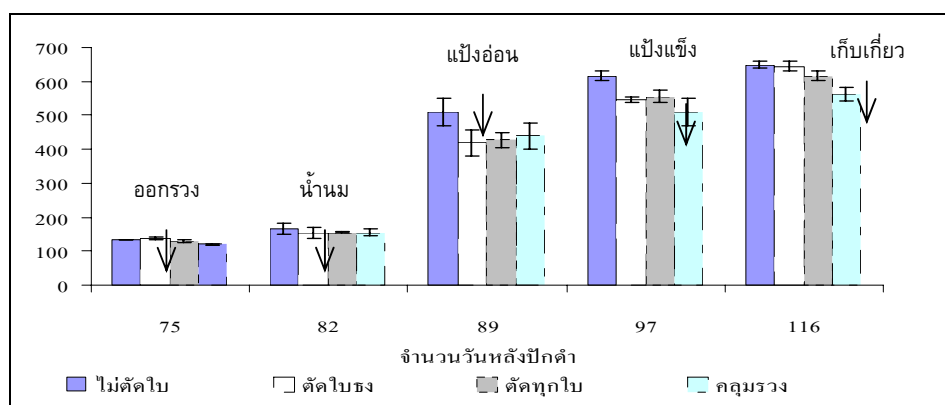
สำหรับปริมาณแป้งในใบและต้นภายหลังการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง พบว่า การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ ตัดเฉพาะใบธง และคลุมรวง มีปริมาณแป้งในใบที่ระยะออกรวงใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นปริมาณแป้งในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยข้าวที่ได้รับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ มีปริมาณแป้งในใบเฉลี่ยสูงที่สุด หลังจากนั้นแนวโน้มลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบและคลุมรวง มีปริมาณแป้งในใบเฉลี่ยที่ระยะแป้งแข็งสูงใกล้เคียงกัน ในขณะที่การควบคุมแหล่ง

สังเคราะห์แสงแบบคลอโรพลาสต์มีปริมาณแป้งสูงสุดที่ระยะเก็บเกี่ยว สำหรับปริมาณแป้งในต้นของข้าวที่ได้รับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ พบว่า มีปริมาณแป้งมากกว่าที่พบในใบตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงระยะแป้งอ่อน โดยมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงสุดที่ระยะน้ำนมหลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งในระยะแป้งแข็งและเก็บเกี่ยว ปริมาณแป้งเฉลี่ยในต้นมีปริมาณเฉลี่ยใกล้เคียงกับปริมาณแป้งในใบ (ภาพที่ 46)

ปริมาณแป้งในเมล็ดข้าวภายหลังการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่ต่างกันพบว่า รูปแบบการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสง มีปริมาณแป้งในเมล็ดเฉลี่ยที่ระยะออกรวงใกล้เคียงกัน หลังจากเข้าสู่ระยะน้ำนมพบว่า ปริมาณแป้งในเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ มีปริมาณแป้งเฉลี่ยสูงสุดตั้งแต่ระยะแป้งอ่อนจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 47)

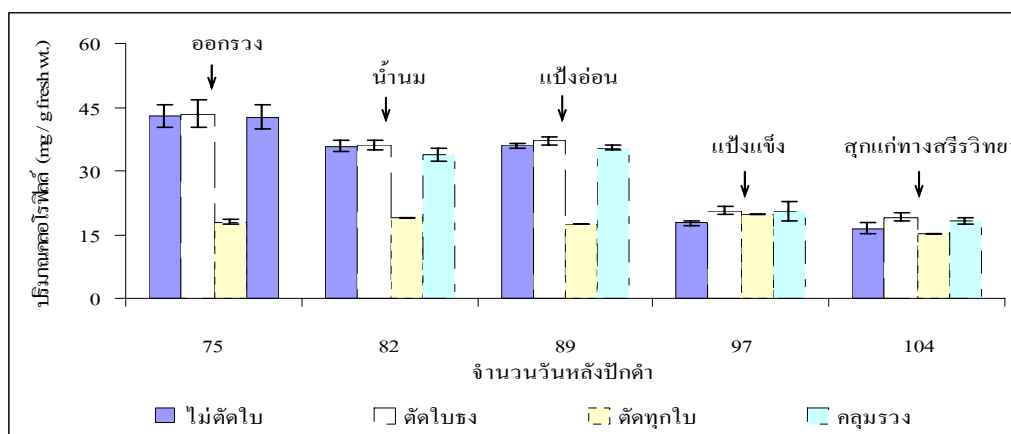


ภาพที่ 46 ปริมาณแป้งในใบและต้น ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ
หมายเหตุ การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ วิเคราะห์ปริมาณแป้งในลำต้น
(I แสดงค่า $\pm$ SE)

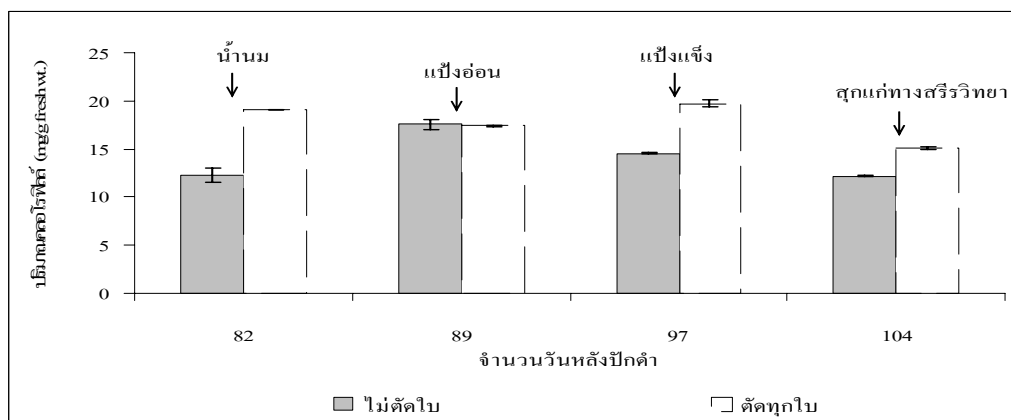


ภาพที่ 47 ปริมาณแป้งในเมล็ด ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ
(I แสดงค่า $\pm$ SE)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบภายหลังควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงพบว่า แนวน้ำมสูงสุดที่ระยะออกรวง โดยการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ ตัดเฉพาะใบธง และคลุมรวง มีปริมาณแป้งในใบใกล้เคียงกัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยที่ระยะน้ำนม โดยเฉพาะการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบคลุมรวง มีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยน้อยที่สุด หลังจากนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ระยะแป้งแข็งจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นข้าวที่ควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบพบว่า มีปริมาณน้อยมากกว่าในใบตั้งแต่ระยะออกรวงจนถึงระยะแป้งอ่อน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นเฉลี่ยใกล้เคียงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ในระยะแป้งแข็งและระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (ภาพที่ 48) สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ สูงกว่าแบบไม่ตัดใบตลอดช่วงพัฒนาเมล็ด (ภาพที่ 49)

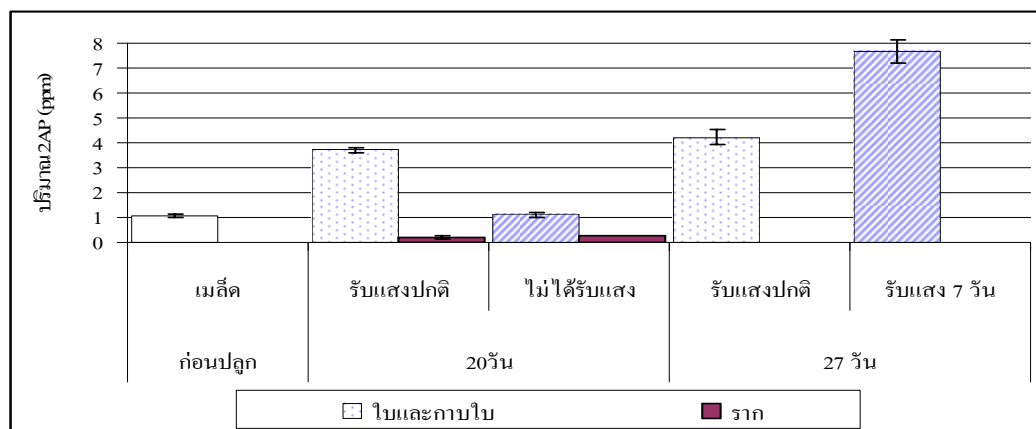


ภาพที่ 48 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและต้น ภายใต้สภาพควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงทั้ง 4 แบบ
หมายเหตุ การควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบตัดทุกใบ วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในลำต้น
(I แสดงค่า $\pm$ SE)



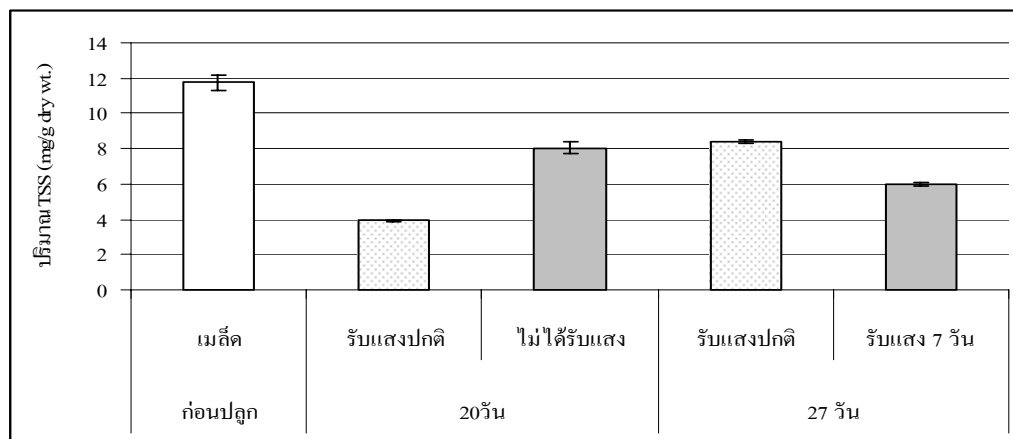
ภาพที่ 49 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นของข้าวที่ได้รับการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ตัดใบ และตัดทุกใบ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

การทดลองที่2 “ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าวที่ปลูกในสภาพให้แสงธรรมชาติที่ต่างกัน” โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธี คือ ปลูกข้าวในกระถางในสภาพมีแสงปกติ และ ปลูกข้าวในสภาพไม่มีแสงจนถึงอายุมี 3 ใบ หลังจากนั้นให้ได้รับแสงปกติ 7 วัน ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด ใบและกาบใบ และรากข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง และภายหลังได้รับแสงปกติพบว่า ข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพรับแสงปกติมีปริมาณ 2AP เพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาณ 2AP ในเมล็ดก่อนปลูก รวมทั้งมีปริมาณมากกว่าข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่ได้รับแสง ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณ 2AP ในเมล็ดก่อนปลูก สำหรับในรากข้าวพบว่า มีปริมาณ 2AP น้อยกว่าในเมล็ด ใบและกาบใบ ของข้าวที่ได้รับการปลูกในสภาพแสงปกติ และไม่มีแสง และหลังจากนั้นเมื่อนำต้นข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง ให้ได้รับแสงอีก 7 วัน พบว่า ปริมาณ 2AP ในใบและกาบใบมีปริมาณ 2AP เพิ่มขึ้น และมีมากกว่าข้าวที่ได้รับแสงปกติ (ภาพที่ 50)



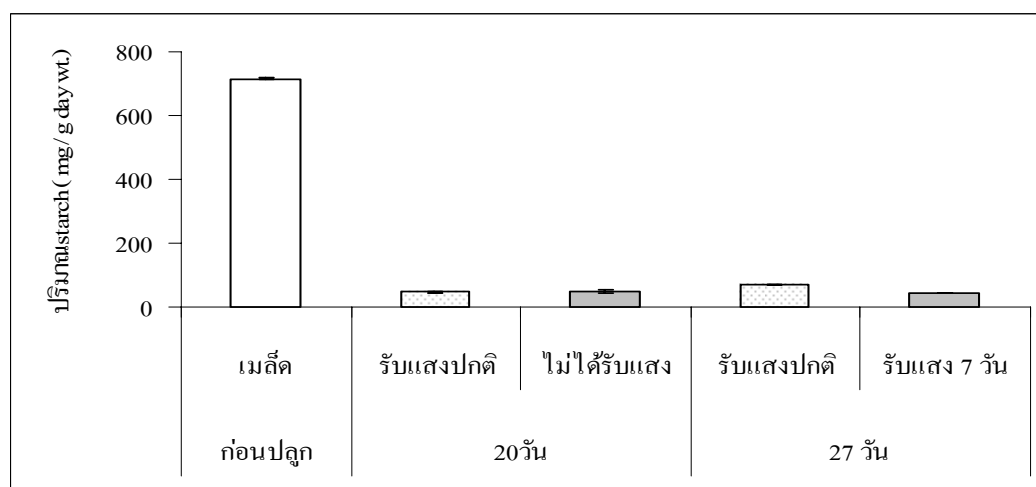
ภาพที่ 50 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด ใบ กาบใบและรากข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง และภายหลังได้รับแสงปกติ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ด ใบและกาบใบ ที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง และภายหลังได้รับแสงปกติ พบว่า ปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ดก่อนปลูก มีปริมาณน้ำตาล TSS เฉลี่ยเท่ากับ 11.74 มก/กรัมน้ำหนักแห้ง หลังจากนั้นเมื่อข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพรับแสงปกติและไม่ได้รับแสง อายุ 20 วัน ปริมาณน้ำตาล TSS ในใบและกาบใบ มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ด ซึ่งข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ได้รับแสง มีปริมาณน้ำตาล TSS มากกว่าข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพรับแสงปกติ และหลังจากนั้นเมื่อนำต้นข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง ให้ได้รับแสงอีก 7 วัน พบว่า ปริมาณ TSS ในใบและกาบใบมีปริมาณน้อยลง และมีปริมาณน้อยกว่าข้าวที่ได้รับแสงปกติซึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 51)



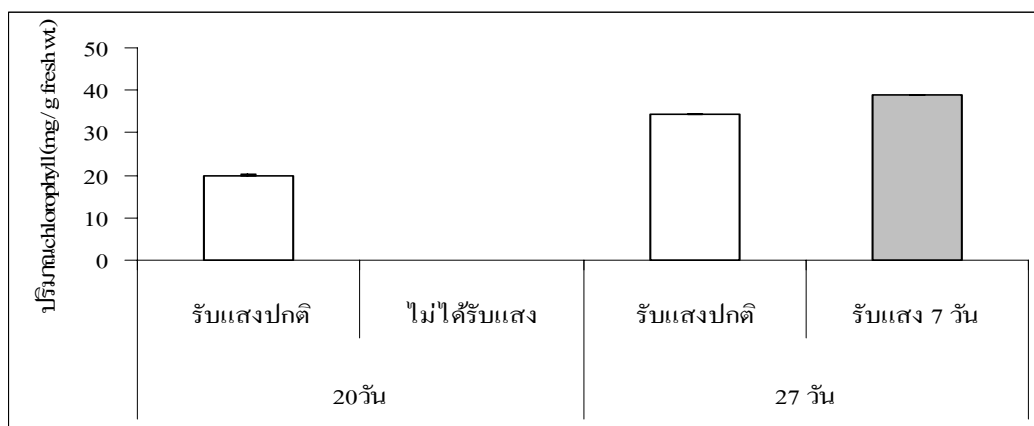
ภาพที่ 51 ปริมาณน้ำตาล TSS ในเมล็ด ใบและกาบใบ ที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง และภายหลังได้รับแสงปกติ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

การวิเคราะห์ปริมาณแป้งในเมล็ด ใบและกาบใบ ที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง และภายหลังได้รับแสงปกติ พบว่า ปริมาณแป้งในเมล็ดก่อนปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 714.38 มก/กรัม น้ำหนักแห้ง หลังจากนั้นเมื่อข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพรับแสงปกติและไม่ได้รับแสง อายุ 20 วัน ปริมาณแป้งในใบและกาบใบ มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณแป้งในเมล็ด ซึ่งปริมาณแป้งในใบและกาบใบของข้าวที่ปลูกในสภาพไม่ได้รับแสง และสภาพรับแสงปกติ มีปริมาณแป้งเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และหลังจากนั้นเมื่อนำต้นข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง ให้ได้รับแสงอีก 7 วัน พบว่า ปริมาณแป้งในใบและกาบใบ มีปริมาณน้อยลง และมีปริมาณน้อยกว่าข้าวที่ได้รับแสงปกติ ซึ่งมีปริมาณแป้งในใบและกาบใบเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 52)



ภาพที่ 52 ปริมาณ starch ในเมล็ด ใบและกาบใบ ที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสงและภายหลังได้รับแสงปกติ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและกาบใบที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสงและภายหลังได้รับแสงปกติของข้าวที่มีอายุ 20 วัน พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและกาบใบของข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพรับแสงปกติมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและกาบใบเฉลี่ยเท่ากับ 19.92 มก./กรัมน้ำหนักสด หลังจากนั้นเมื่อนำต้นข้าวที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มีแสง ให้ได้รับแสงอีก 7 วัน พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและกาบใบมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะข้าวเฟื่องฟ้าที่ได้รับแสงปกติ 7 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและกาบใบ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และมากกว่าข้าวที่ปลูกในสภาพรับแสงปกติ (ภาพที่ 53)



ภาพที่ 53 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ใบและกาบใบ ที่ปลูกภายใต้สภาพไม่มี แสงและภายหลังได้รับแสงปกติ (I แสดงค่า $\pm$ SE)

นอกจากนี้ มี ผลการศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำ ความเค็ม และลักษณะดิน ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด โดยทำการทดลองที่เรือนทดลองที่ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Designed จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ

1. ให้น้ำปกติขังตลอดอายุปลูก
2. ให้น้ำปกติขัง และงดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์
3. ให้น้ำปกติขังตั้งแต่ปักดำจนถึงออกรวง จึงเปลี่ยนเป็นน้ำเค็มระดับปานกลาง (4 ds/cm) จนกระทั่งเก็บเกี่ยว
4. ให้น้ำปกติขังตั้งแต่ปักดำจนถึงออกรวง จึงเปลี่ยนเป็นน้ำเค็ม (4 ds/cm) จนถึงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์

ผลการทดลองพบว่า ความเค็มและการงดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ไม่มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19) แต่มีแนวโน้มว่า การให้น้ำเค็มขังตั้งแต่ออกรวงจนถึงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงสุด ซึ่ง

เป็นไปได้ว่าทั้งความเค็มและการขาดน้ำเป็นการเพิ่มระดับความเครียด ที่อาจมีผลให้ข้าวสังเคราะห์สาร proline เพิ่มขึ้น ที่ไปเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารหอม 2AP เพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วนสภาพน้ำปกติซึ่งตลอดอายุ มีผลต่อการยืดเวลาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและเมล็ดได้นานขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ในขณะที่การให้น้ำเค็มซึ่งตลอดอายุปลูกนั้นมีแนวโน้มให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดต่ำสุด ซึ่งอาจเกิดจากข้าวได้รับสภาวะเครียดที่รุนแรงมากเกินไปนั่นเอง ซึ่งตรงกับรายงานผลที่ดำเนินการที่สถาบันวิจัยฯ ลำปาง

นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลของความเค็มและการให้น้ำที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยการให้น้ำเค็มหรือดินมีความเค็ม มีผลให้น้ำหนัก 100 เมล็ดลดลง (ตารางที่ 20)

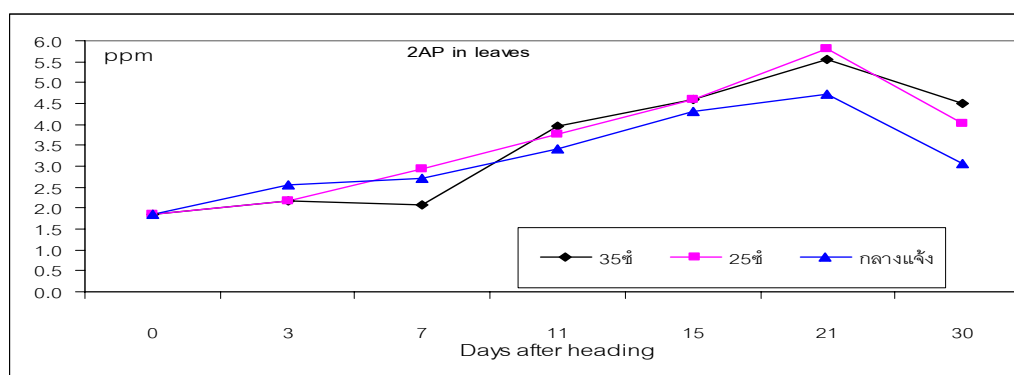
ตารางที่ 19 ผลของความเค็ม และการขาดน้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว

กรรมวิธี	ปริมาณสารหอมในเมล็ด 2AP (ppm)
1. ให้น้ำปกติจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	5.20
2. ให้น้ำปกติและงดให้น้ำ 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	4.63
3. ให้น้ำเค็มระยะออกรวงจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	4.13
4. ให้น้ำเค็มระยะออกรวง และงดให้น้ำ 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	5.75

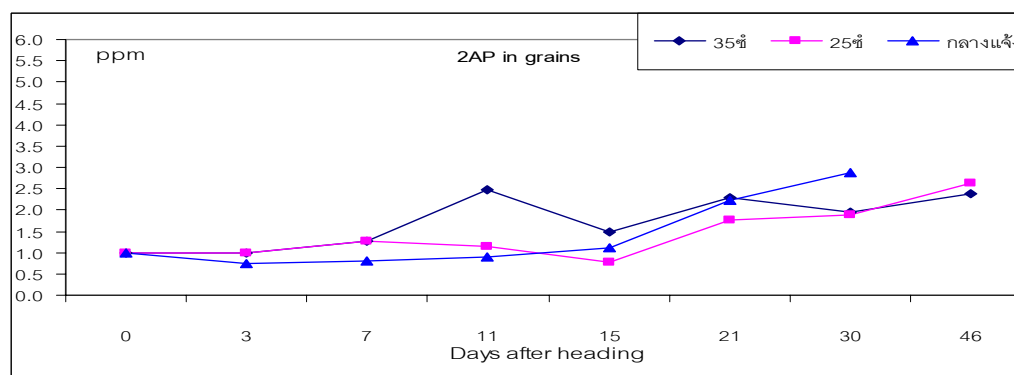
ตารางที่ 20 ผลของความเค็ม และการขาดน้ำที่มีต่อจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต

กรรมวิธี	จำนวน รวง ต่อกอ	จำนวนเมล็ด ดี ต่อรวง	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต กรัม/กอ
1. ให้น้ำปกติตลอดเก็บเกี่ยว	6.94	73.4	2.82	17.7
2. ให้น้ำปกติและงดให้น้ำ 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	5.83	69.7	2.87	15.9
3. ให้น้ำระยะออกรวงจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	6.11	60.6	2.47	14.5
4. ให้น้ำเค็มระยะออกรวง และงดให้น้ำ 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว	5.39	63.4	2.54	14.0

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ ที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งได้ดำเนินการที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยปลูกศึกษาในตู้เพาะเลี้ยง(growth chamber) 2 ตู้ เพื่อศึกษาปริมาณสารหอมในรวงหลังระยะดอกบานไปจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ กำหนดให้ตู้เพาะเลี้ยงที่ 1 มีอุณหภูมิอากาศในรอบวันสูงสุด 35 ชั และต่ำสุด 20 ชั และตู้เพาะเลี้ยงที่ 2 มีอุณหภูมิอากาศในรอบวันสูงสุด 25 ชั และต่ำสุด 20 ชั สำหรับสภาพความชื้นแสงในรอบวันภายในตู้เพาะเลี้ยงอยู่ในช่วง 100-700 $\mu\text{mole}/\text{m}^2/\text{s}$ และระดับความชื้นอากาศ 60-80% โดยทั้งระดับความชื้นแสง อุณหภูมิอากาศ และความชื้นอากาศ มีปริมาณเปลี่ยนแปลงต่อเวลาที่เลียนแบบธรรมชาติ ข้อมูลที่ได้จากการปลูกในตู้เพาะเลี้ยงจะศึกษาเปรียบเทียบกับปลูกในกระถางกลางแจ้ง พบว่าสภาพปลูกในตู้เพาะเลี้ยง 25/20 ชั ไม่ทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว สูงกว่าสภาพปลูกกลางแจ้ง ดังนั้นปริมาณสารหอมในเมล็ดในขณะที่มีการพัฒนาเมล็ด ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความชื้นแสงมากกว่าอุณหภูมิอากาศ แต่ถ้าอุณหภูมิอากาศสูงถึง 35/20 ชั อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงพัฒนาเมล็ด มีผลให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดลดลงกว่าสภาพอากาศ 25/20 ชั (ภาพที่ 54 และ 55)

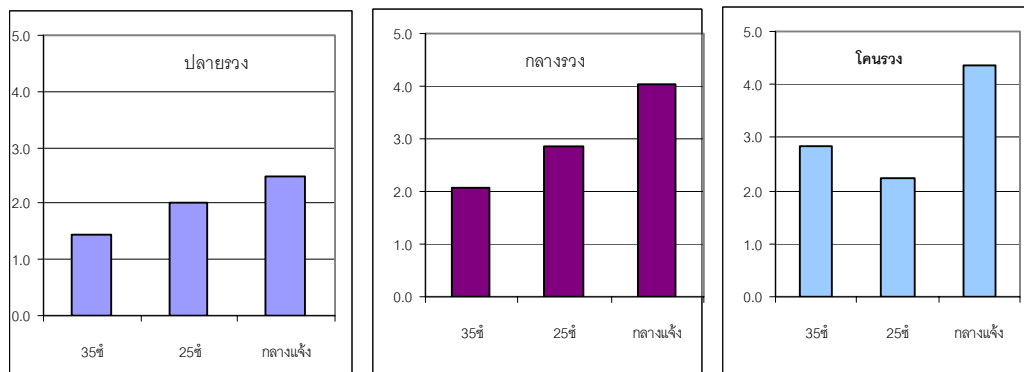


ภาพที่ 54 ปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง และตู้เพาะเลี้ยงมีอุณหภูมิอากาศ 35/20 และ 25/20 ชั



ภาพที่ 55 ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง และตู้เพาะเลี้ยงมีอุณหภูมิอากาศ 35/20 และ 25/20 ชั

ปริมาณสารหอม 2AP ภายในรวงที่ระยะสุกแก่ทางสรีระในตู้เพาะเลี้ยง 35/20 ซ้ และปลูกกลางแจ้ง ให้ผลทำนองเดียวกันคือ ปริมาณสารหอมที่โคนรวง > กลางรวง > ปลายรวง ส่วนสภาพปลูกในตู้เพาะเลี้ยง 25/20 ซ้ กลับพบว่าบริเวณกลางรวง มีปริมาณสารหอม 2AP สูงกว่าปลายและโคนรวง ซึ่งในภาพรวมจะเห็นว่า ปริมาณสารหอม 2AP ทุกส่วนของรวงข้าวที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง > ตู้เพาะเลี้ยง 25/20 ซ้ > ตู้เพาะเลี้ยง 35/20 ซ้ (ภาพที่ 56)



ภาพที่ 56 ปริมาณสารหอม 2AP ในรวงที่ตำแหน่ง ปลาย กลางและโคนรวง ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง และตู้เพาะเลี้ยงมีอุณหภูมิอากาศ 35/20 และ 25/20 ซ้

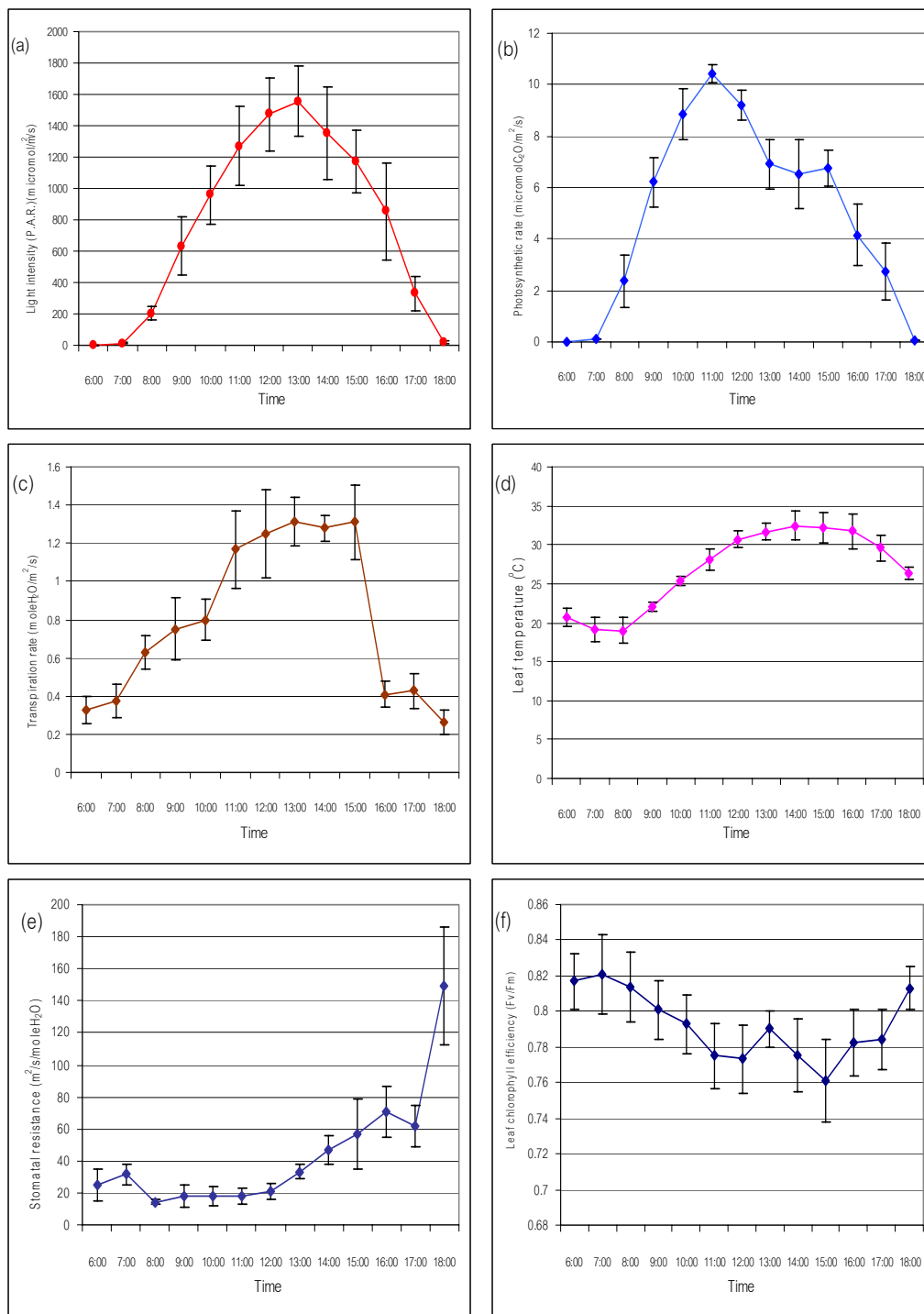
จากการทดลองครั้งนี้ได้ข้อสังเกตที่น่าสนใจว่า การใช้อุณหภูมิสูง 35/20 ซ้ ในช่วงแรกของการพัฒนา (7 วันหลังออกรวง) มีผลให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดสูงขึ้นอย่างมาก อาจเป็นการกระตุ้นให้เกิด stress ในช่วงแรกของการพัฒนา หลังจากนั้นทำให้กลับสู่สภาพปกติ ซึ่งข้าวยังสามารถปรับตัวเองได้ สาเหตุที่ทำเช่นนี้ ก็เพื่อให้เกิดการสลายคลอโรฟิลล์เพื่อส่งถ่ายไปเมล็ด แล้วสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อสังเคราะห์แสงสำหรับพัฒนาเมล็ดเช่นเดิม อาจทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงสูงกว่าปกติเพื่อชดเชยน้ำหนักแห้งที่สูญเสียไป ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะเมล็ดแบ่งอ่อน ถ้าสามารถยืดอายุใบข้าวให้นานขึ้นในช่วงหลังนี้น่าจะมีโอกาสทำให้องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีโอกาสดักจับสารหอมไว้ในเมล็ดได้

ฤดูหนาวปี 2544

มีการศึกษาในเรื่อง การสังเคราะห์แสงของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สัมพันธ์กับสารหอม 2AP และสารตั้งต้น proline ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในถังปลูกพืช Lysimeter ที่ใช้วัสดุทรายและเติมสารละลายอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (nutrient solution) เมื่อถึงระยะตั้งท้องเต็มที่ จึงได้ศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบธงที่คลี่เต็มที่ (youngest fully expanded leaf) ตั้งแต่วันที่ 18.00-06.00 น. เป็นเวลา 5 วัน ด้วยเครื่องมือ A portable automatic photosynthetic mentequip (UK, Herts, Hoddesdon, ADC, 4 Model LCA) และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ของใบธง ด้วยเครื่องมือ Plant Efficiency)Chlorophyll fluorescence meter (UK, Hansatech ; 1FMS: Model; Analyser) นอกจากนี้ได้เก็บใบข้าวในแต่ละตำแหน่งของลำต้นหลัก (main stem) ในทุกๆ ชั่วโมง จำนวน 4 ซ้ำต่อครั้ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสาร proline ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอัตราการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นไปตามปริมาณความเข้มแสงในช่วงเช้าและมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. หลังจากนั้นในช่วงบ่ายจะมีค่าลดลง ในขณะที่อุณหภูมิใบสูงขึ้น อัตราการคายน้ำยังคงสูงอยู่ และปากใบเริ่มปิดมากขึ้น แต่ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบธงในเวลา 13.00-15.00 น. เพิ่มขึ้นชัดเจน (ภาพที่ 57) ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบธง น่าจะเกี่ยวข้องกับ การสร้างสารหอมที่ใบ โดยการชักนำจากอิทธิพลปริมาณแสงและอุณหภูมิอากาศในรอบวัน และสัมพันธ์ในทางลบกับอัตราการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวัน

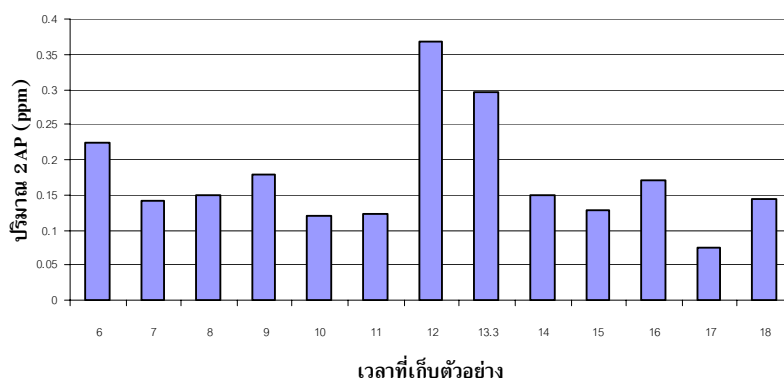
จากการพิจารณาข้อมูลในโครงการร่วมกันพบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณสารหอม 2AP ที่ไ้มากที่สุด หลังจากที่มีอัตราการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดในรอบวัน และมีข้อสังเกตได้ว่า กลิ่นหอมจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในแปลงนา น่าจะเกิดจากสารหอม 2AP ที่ระเหยออกมาจากปากใบพร้อมกับการคายน้ำ ทั้งในช่วงเช้าและบ่าย และมีกลิ่นหอมในช่วงบ่ายมากกว่าช่วงเช้า



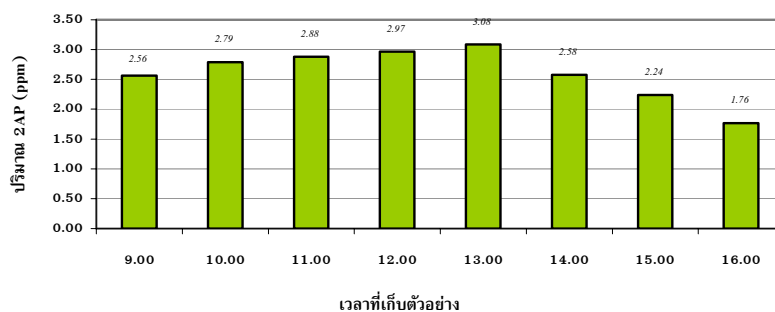
ภาพที่ 57 ปริมาณแสงในรอบวัน (a), อัตราการสังเคราะห์แสง (b), อัตราการคายน้ำ (c), อุณหภูมิใบ (d), ความต้านทานของปากใบ (e), และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ที่ใบตรง (f) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในถังปลูกพืช Lysimeter. แต่ละจุดในเส้นกราฟเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ standard deviation (SD).

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารหอม 2AP ในรอบวันของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงนาอินทรีย์ โดยเก็บตัวอย่างใบข้าวและเมล็ดข้าว จากแปลงเกษตรกรที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งได้บันทึกข้อมูลแบบ diurnal measurement เฉพาะช่วงกลางวันเวลา 6.00-18.00 น. ในขณะที่ข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง และในช่วงเวลา 9.00-16.00 น. เมื่อข้าวอยู่ในระยะ grain filling นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ปริมาณสารหอมในเมล็ดข้าวกล้องหลังจากเก็บเกี่ยว ผลการทดลองพบว่า

การสร้างสารหอม 2AP ในใบและเมล็ดข้าวเป็นช่วงเวลาในรอบวัน (ภาพที่ 58 และ 59) ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับอัตราการสังเคราะห์แสงในใบข้าวในรอบวันด้วย



ภาพที่ 58 ปริมาณสาร 2AP ในใบข้าวที่เก็บระหว่างเวลา 06.00-18.00 น. เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง



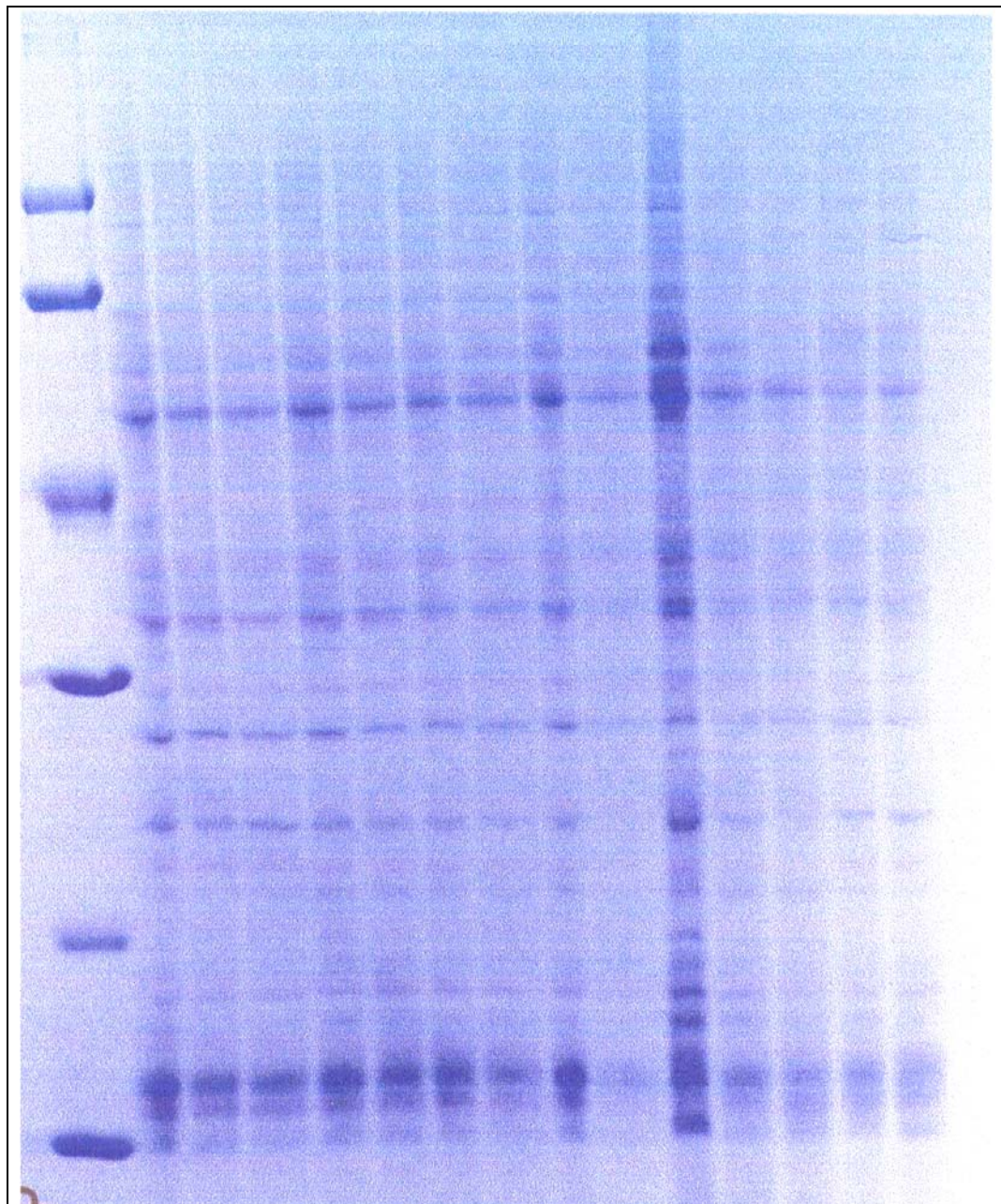
ภาพที่ 59 ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 09.00-16.00 น.

ในปีพ.ศ. 2544 ยังได้ศึกษารูปแบบโปรตีนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เทคนิค SDS-PAGE ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยนำตัวอย่างเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาจากเกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 8 อำเภอ ได้แก่

1. บ้านผือฮี	ต.ดงแดง	อ.จตุรพักตรพิมาน
2. บ้านหนองสังข์	ต.เหล่าหลวง	อ.เกษตรวิสัย
3. บ้านไผ่	ต.บึงนคร	อ.ธวัชบุรี
4. บ้านภูเหลือ้ม	ต.ดงแดง	อ.เมืองสรวง
5. บ้านหนองครก	ต.โพนทราย	อ.โพนทราย
6. บ้านตากแดด	ต.หัวโตน	อ.สุวรรณภูมิ
7. บ้านบักตุ้	ต.โนนสวรรค์	อ.ปทุมรัตน์
8. บ้านโนนยาง	ต.บ้านแจ้ง	อ.อาจสามารถ

และเปรียบเทียบตัวอย่างเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับข้าวพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105, ก่ำดอยสะเก็ด, แพร่ 1, คลองหลวง 1, ปทุมธานี 1 และชัยนาท 1 วิเคราะห์รูปแบบของโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE (Laemmli, 1970)

ได้ผลการทดลองว่า ตัวอย่างเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกใน 8 อำเภอ ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดร้อยเอ็ด พันธุ์ข้าวหอมอื่นๆ (คลองหลวง 1 และ ปทุมธานี 1) ที่ปลูกนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ และเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่หอม (ก่ำดอยสะเก็ด, แพร่ 1 และ ชัยนาท 1) ที่ปลูกนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ มีรูปแบบโปรตีนที่วิเคราะห์ด้วย SDS-PAGE เหมือนกัน (ภาพที่ 60) ยกเว้นข้าวก่ำดอยสะเก็ด (แถวที่ 10) ที่ให้ผลของโปรตีนที่แตกต่าง



Lane 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

ภาพที่ 60 รูปแบบของโปรตีนในเมล็ดข้าวที่วิเคราะห์โดยเทคนิค SDS-PAGE (5% stacking and 12% separation gel) ย้อมสีโปรตีนด้วย CBB

Lane 1 (จากบนลงล่าง) แสดง LMW marker 94, 67, 43, 30, 20 และ 14 kDa

Lane 2 - lane 9 โปรตีนเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 จาก 8 อำเภอ ที่ปลูกในเขตทุ่งกุลาร

Lane 10 - lane 15 โปรตีนเมล็ดข้าวหอมและข้าวไม่หอมที่ปลูกนอกเขตทุ่งกุลาร

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษา ปัจจัยสภาวะเครียด เช่น เกลือ NaCl ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโปรตีนในใบข้าว โดยคณะนักวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ตัวอย่างใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 อายุประมาณ 45-50 วันนำมาแช่ในสารละลายเกลือ NaCl ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ และบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และกำหนดให้มีตัวแปรศึกษาเป็นความเข้มข้นของเกลือ NaCl 3 ระดับ ได้แก่ 1. ไม่มีเกลือ NaCl (deionized water) 2. สารละลายเกลือ NaCl 250 μ M และ 3. สารละลายเกลือ NaCl 500 μ M ภายใต้สภาพความเข้มแสง 2 ระดับคือ ในที่มีมืดและที่สว่าง (ความเข้มแสง 6000 lux) หลังจากนั้นวิเคราะห์รูปแบบของโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE ได้ผลการศึกษาว่า

- ใบข้าวสดที่นำมาสกัดโปรตีนทันทีที่มีปริมาณ RuBisCO ชนิด Large Subunit (LSU)(MW 49 kDa) รวมทั้งชนิด Small Subunit (SSU) (MW 15 kDa) มีปริมาณมากเป็นอันดับ 1
- ใบข้าวที่แช่ในสารละลายเกลือ 250 μ M (ที่สว่าง) พบปริมาณ RuBisCO ชนิด LSU และ SSU ในปริมาณรองเป็นอันดับ 2
- ใบข้าวที่แช่ในสารละลายเกลือ 500 μ M (ที่สว่าง) พบปริมาณ RuBisCO ชนิด LSU และ SSU ในปริมาณรองเป็นอันดับ 3
- ใบข้าวที่แช่ในสารละลายเกลือ 250 μ M (ที่มีมืด) พบปริมาณ RuBisCO ชนิด LSU และ SSU ในปริมาณน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม ใบข้าวที่แช่ในสารละลายเกลือทั้ง 2 ความเข้มข้น (ที่มีมืดและที่สว่าง) มีแถบโปรตีนที่ตำแหน่ง 80 kDa เข้มกว่าในใบข้าวสดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายเกลือ (ภาพที่ 61) จะเห็นได้ว่าใบข้าวมีการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ NaCl อย่างเห็นได้ชัด

Lane	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ภาพที่ 61	รูปแบบของโปรตีนในใบข้าวสุพรรณบุรี 60 ที่วิเคราะห์โดยเทคนิค SDS-PAGE (5% stacking and 12% separation gel) ย้อมสีโปรตีนด้วย CBB								
	Lane 1 (จากบนลงล่าง) แสดง LMW marker 94, 67, 43, 30, 20 และ 14 kDa								
	Lane 2 และ 3 ใบข้าวสดที่สกัดโปรตีนทันที								
	Lane 4 และ 5 ใบข้าวที่แช่สารละลายเกลือ NaCl เข้มข้น 250 μM บ่มในที่สว่าง 30°C, 72 h								
	Lane 6 และ 7 ใบข้าวที่แช่สารละลายเกลือ NaCl เข้มข้น 500 μM บ่มในที่สว่าง 30°C, 72 h								
	Lane 8 และ 9 ใบข้าวที่แช่สารละลายเกลือ NaCl เข้มข้น 250 μM บ่มในที่มืด 30°C, 72 h								

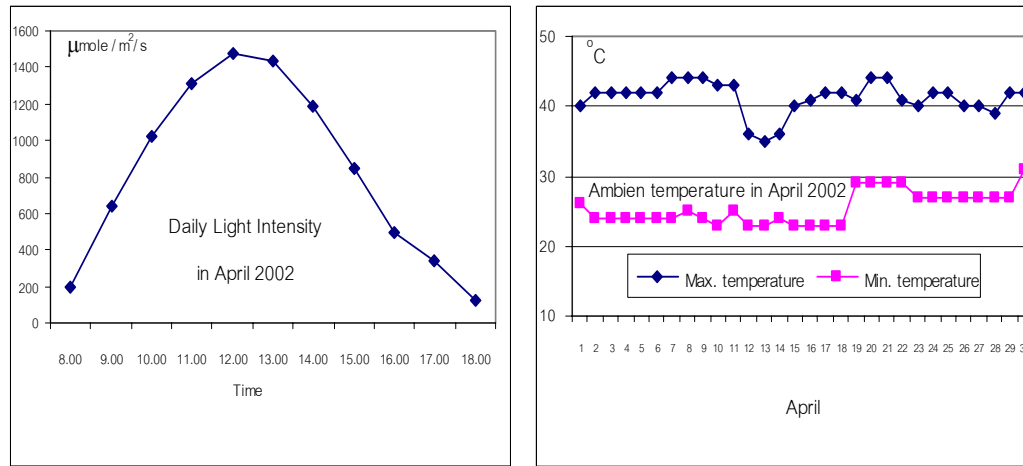
ฤดูกาลปี 2545

ได้ศึกษาการตอบสนองกระบวนการทางสรีรวิทยากับการสังเคราะห์สารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาวะอากาศร้อน ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร ลำปาง โดยแบ่งงานทดลองเป็น 3 งานทดลองย่อย ดังนี้

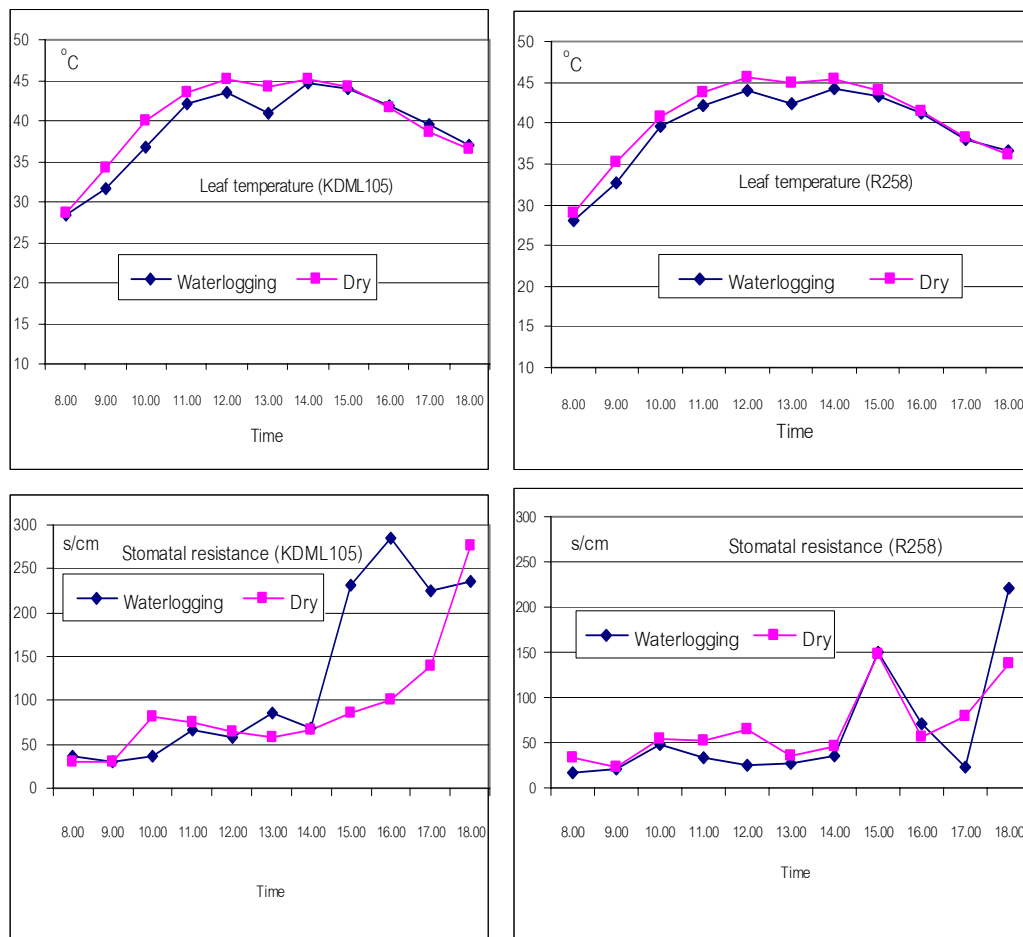
การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในรอบวัน ตั้งแต่เวลา 07.00-18.00 น. ของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 เปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวไร่อาร์ 258 ในระยะเริ่มแตกกอ (อายุ 35 วัน) ซึ่งปลูกในกระถางมีดินนา และกำหนดให้น้ำเป็นสภาพน้ำขังและขาดน้ำเป็นเวลา 3 วัน และอยู่ในสภาพอากาศร้อนจัด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

สภาพอากาศร้อนในเดือนเมษายน (ภาพที่ 62) มีผลทำให้อุณหภูมิใบของข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และอาร์ 258 สูงขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เวลา 06.00 น. (เฉลี่ย 27 ช้) และสูงสุดเฉลี่ย 43-45 ช้ ในช่วงเวลา 11.00-15.00 น. หลังจากนั้นจึง ลดลงเหลือ 36 ช้ ในเวลา 18.00 น. (ภาพที่ 63) ทั้งนี้พบว่า สภาพขาดน้ำมีอุณหภูมิใบสูงกว่าสภาพให้น้ำ น้ำขังประมาณ 2-3 ช้ ดังนั้น คาดว่า ข้าวปรับตัวให้อยู่รอดภายใต้สภาวะอากาศร้อนใน ช่วงเดือนเมษายนได้โดยสังเคราะห์โปรตีนพิเศษ (high molecular weight protein) อาจจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ proline ด้วย

นอกจากนี้ข้าวทั้งสองพันธุ์มีความต้านทานของปากใบในรอบวันที่มีอากาศร้อนแตกต่างกัน (ภาพที่ 63) กล่าวคือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความต้านทานปากใบเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในช่วงบ่ายทั้งสองสภาพให้น้ำ ในขณะที่พันธุ์ อาร์ 258 เพิ่มขึ้นไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม สังเกตได้ว่า ในช่วงเช้านั้น ข้าวทั้งสองพันธุ์มีความต้านทานของปากใบทั้งสองสภาพ ให้น้ำไม่แตกต่างกันและค่อนข้างต่ำ แสดงว่า ปากใบสามารถเปิดได้ตามปกติเฉพาะช่วงเช้าเท่านั้น ด้วยสาเหตุดังกล่าว มีผลทำให้อัตราการคายน้ำและอัตราการตรึง CO_2 ที่ใบข้าวเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน (ภาพที่ 64) ซึ่งคาดว่า ปริมาณสารหอม 2AP ก็น่าจะปลดปล่อยจากใบเฉพาะช่วงเช้าเช่นเดียวกัน นอกจากนี้จะเห็นว่า รูปแบบการตรึง CO_2 ที่ใบข้าวภายใต้สภาวะอากาศร้อนแตกต่างจากสภาพฤดูฝนอย่างมากกล่าวคือ อัตราการตรึงในช่วง 10.00-12.00 น. มีค่าไม่แตกต่างจากช่วงเช้าและบ่าย ในขณะที่สภาพฤดูฝนมีค่าสูงขึ้นอย่างมาก

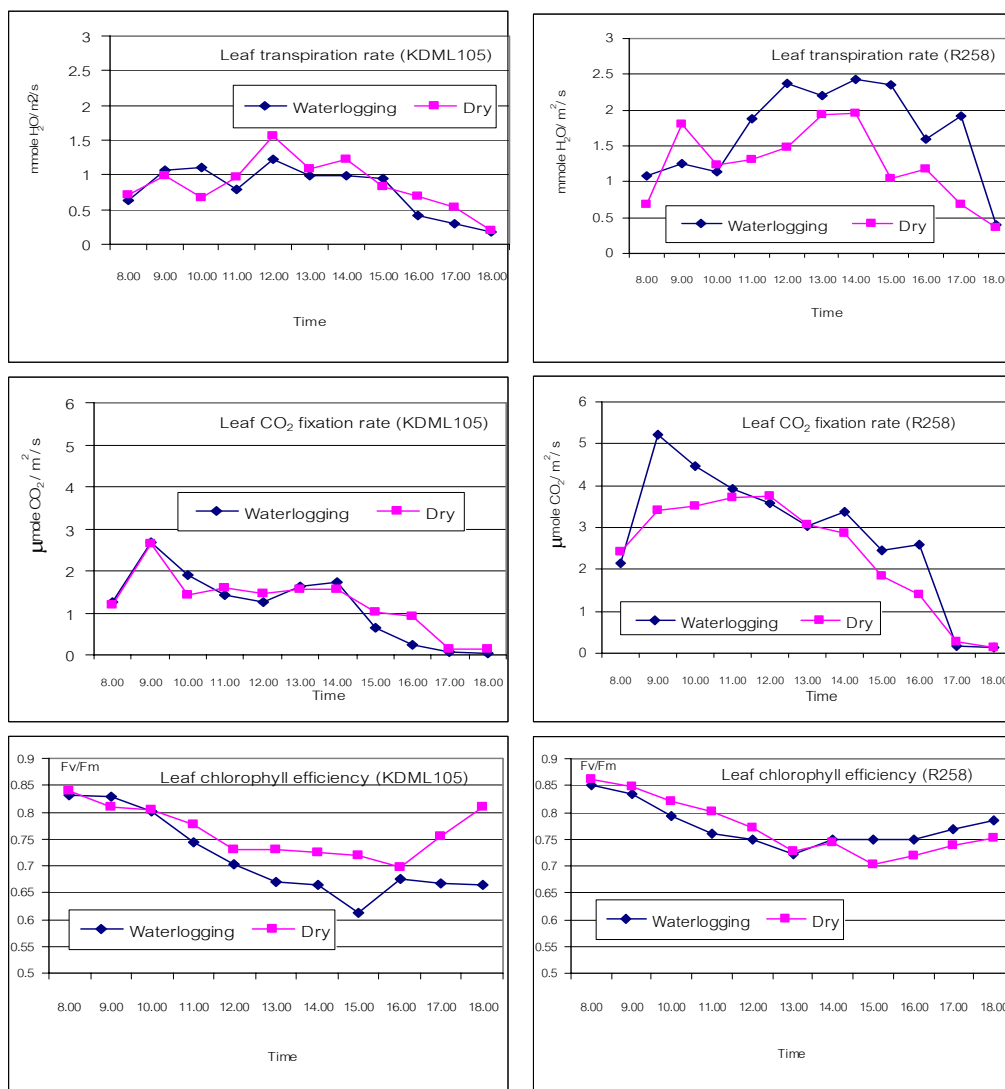


ภาพที่ 62 ปริมาณความเข้มแสงในรอบวัน และอุณหภูมิอากาศ (สูงสุด-ต่ำสุด) ในเดือนเมษายน ที่ สถาบันวิจัยฯ ลำปาง



ภาพที่ 63 อุณหภูมิใบ และความต้านทานของปากใบของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และอาร์ 258 (อายุ 39 วัน) ที่ปลูกในกระถางใส่ดินภายใต้สภาพน้ำท่วมขังและขาดน้ำ 3 วัน

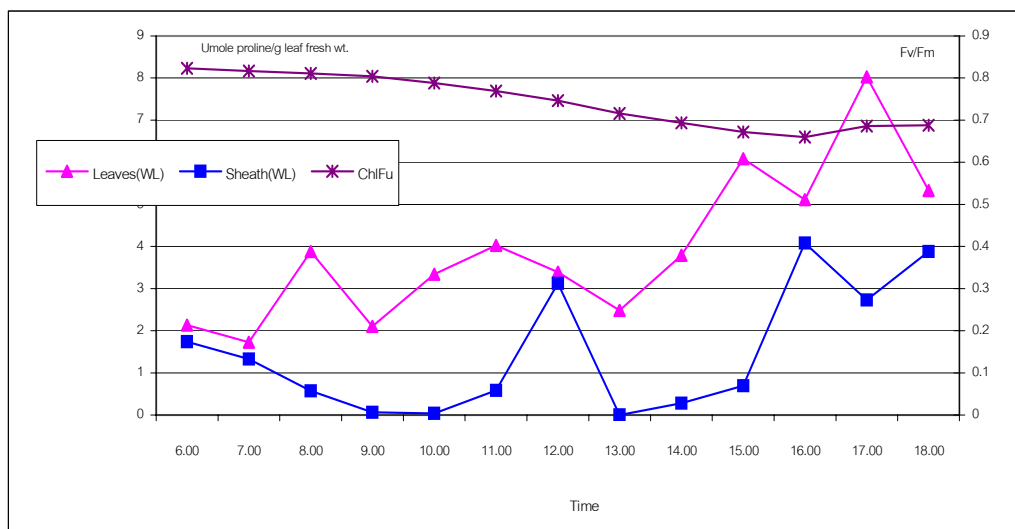
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ที่ลดลง ตั้งแต่เวลา 06.00 จนถึง 18.00 น. ในขณะที่พันธุ์อาร์ 258 ซึ่งทนแล้งกว่ามีค่าเพิ่มขึ้น เล็กน้อยในช่วงบ่าย (ภาพที่ 64) เป็นที่สังเกตว่า สภาพขาดน้ำมีผลทำให้คลอโรฟิลล์ในใบทำงานเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงบ่ายของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สภาวะเครียดที่รุนแรง (ขาดน้ำและอากาศร้อน) มีผลทำให้คลอโรฟิลล์ในใบทำงานมากกว่า ปกติ อาจเป็นเพราะต้องการชดเชยน้ำหนักแห้งที่สูญเสียไปนั่นเอง



ภาพที่ 64 อัตราการคายน้ำ อัตราการสังเคราะห์แสง และประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ ในใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และอาร์ 258 (อายุ 39 วัน) ที่ปลูกในกระถางใส่ดินภายใต้สภาพน้ำท่วมขังและขาดน้ำ 3 วัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ (Fv/Fm) และปริมาณ proline ที่สะสมในใบและลำต้น ในรอบวัน (06.00 - 18.00 น.) ของต้นกล้าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่เริ่มแตกกอในถังปลูกพืช Lysimeter ที่เป็นทรายละเอียดและให้ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 ซึ่ง อยู่ในสภาวะอากาศร้อนจัด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในรอบวัน ลดลงไปตามเวลาของวัน (เริ่ม ลดลงตั้งแต่ 11.00 น. เป็นต้นไป) ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างจากผลการวิเคราะห์ในช่วง ต้นฤดูหนาวที่มีค่าสูงขึ้นในช่วงบ่ายในขณะที่การสะสมปริมาณสาร proline ที่ใบและลำต้นค่อนข้างเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย สภาพการปลูกข้าวในกระถาง Lysimeter ดินทรายมีน้ำ ชื้นนั้น ทำให้ปริมาณสาร proline ในใบสูงกว่าในต้น และเป็นที่สังเกตว่า ในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 น. มีปริมาณสาร proline ในลำต้นสูงขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 65)

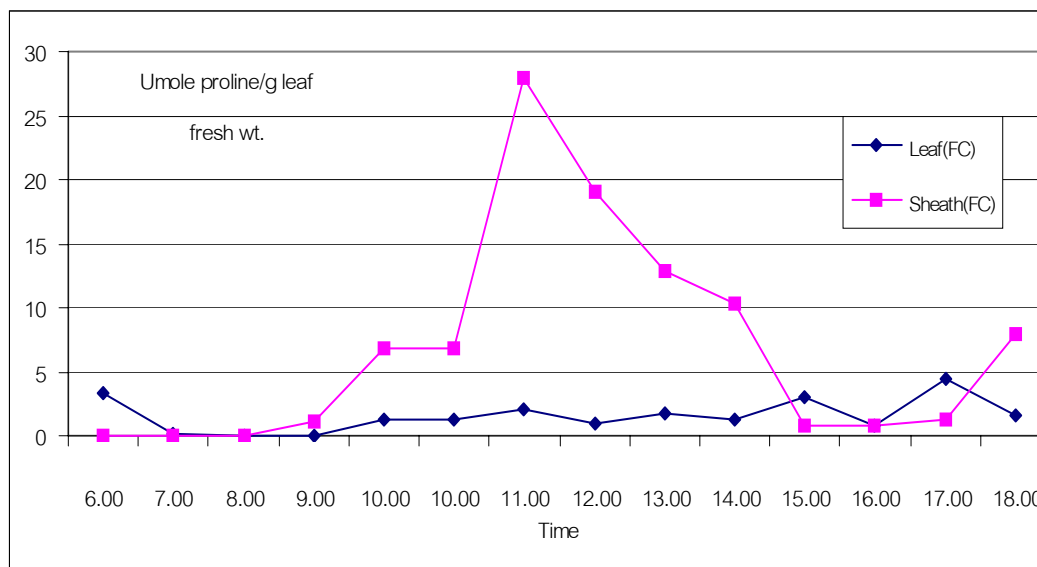


ภาพที่ 65 ปริมาณโปรตีนและประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ (Fv/Fm) ในรอบวัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาการสะสมปริมาณสาร proline ในใบและลำต้นในรอบวัน (06.00 - 18.00น) ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105ที่ปลูกในกระถางดินนาหมาด (75%-100% field capacity) ในวันที่มีอากาศร้อนมาก (40 ช้) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

การสะสม proline ในรอบวันของกระถางดินหมาดของลำต้นเพิ่ม สูงขึ้นอย่างชัดเจน ในช่วงเช้าจนสูงสุดเมื่อเวลา 11.00 - 12.00 น. หลังจากนั้นจะลดลง ไปเรื่อยๆ ในช่วงบ่าย (เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดลองในกระถาง Lysimeter ที่เป็นดินทรายและน้ำขังตลอด) ในขณะที่ปริมาณสาร proline ในใบมีค่าไม่แตกต่างกัน มากนักในรอบวัน (ภาพที่ 66) จะสังเกตได้ว่า ในสภาพอากาศร้อนจัดนั้น ข้าวที่ปลูกในกระถางดินหมาดมีปริมาณ สาร proline ในลำต้น สูงกว่าในกระถางดินทรายมีน้ำขังอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเกิดจากอิทธิพลร่วมกันของอากาศร้อน ครอบงำ กระถางที่ทำให้อุณหภูมิรากสูงกว่า ปกติ ซึ่งส่งผลให้มีการสังเคราะห์สาร proline มาก

ยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยเป็นสภาพการปลูกในวัสดุที่แตกต่างกัน ดังนั้นจะทดสอบอิทธิพลของอากาศร้อนและสภาพ ให้น้ำที่มีต่อการสะสมสาร proline อีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 66 ปริมาณโพรลีนจากต้นและใบ ที่วัดในรอบวัน

ฤดูหนาวปี 2545

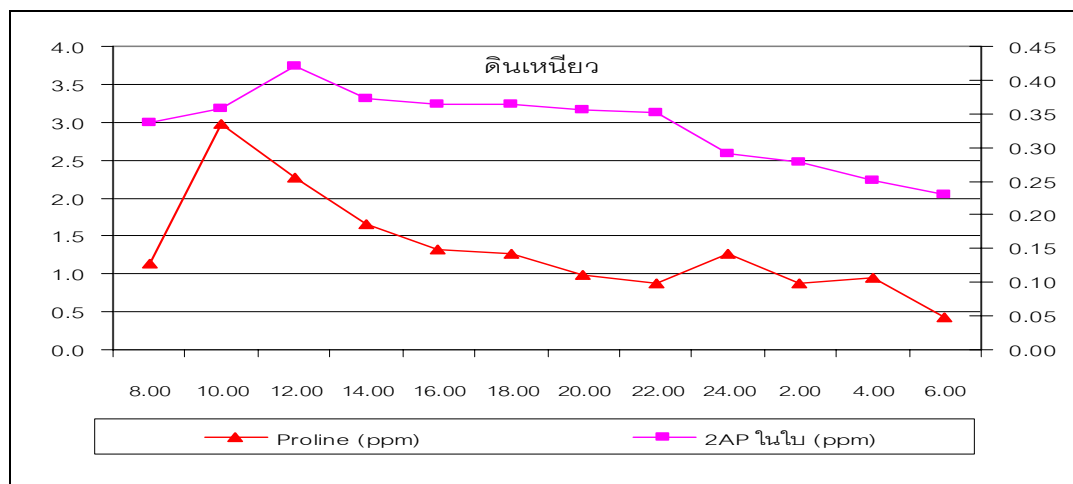
มีการศึกษาเปรียบเทียบวงจร (diurnal cycle) สาร proline และปริมาณสารหอม 2AP ใบข้าวและมีเทนในแปลงนาเกษตรกรดินทรายร่วนและดินเหนียว โดยดำเนินการที่ตำบลชมพู อำเภอนิคมบ่งช้าง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งสภาพแปลงนาดินทรายมีระดับน้ำในนาส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่มีน้ำขังและน้ำท่วมสลับกัน และอยู่บนที่ดอน ส่วนสภาพแปลงนาดินเหนียวมีน้ำขังตลอดเวลา ได้เก็บตัวอย่างใบจากต้นแม่ (main culm) ประมาณ 40 ใบต่อครั้ง จำนวน 4 ซ้ำ ทุกๆ 2 ชั่วโมง แบบ diurnal cycle เริ่มตั้งแต่ 06.00 น. จนครบ 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP และ proline ในใบและเมล็ด นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนโดยเก็บตัวอย่าง CH_4 ในอากาศจาก chamber ขนาด 60x60x50 ซม. (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 3 ซ้ำที่ใช้ครอบต้นข้าว การเก็บตัวอย่างก๊าซจากปล้องข้าวใช้ syringe ดูดแก๊สโดยตรง จำนวน 2 ซ้ำ ทั้งนาดินเหนียวและนาดินทราย โดยวัดทุกๆ 2 ชั่วโมง ได้ผลว่า

ในแปลงนาดินเหนียว พบปริมาณ proline ในใบสูงสุดที่เวลา 10.00 น. หลังจากนั้นลดลงทันที ที่เวลา 22.00 น. หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่เวลา 24.00 น. หลังจากนั้นลดลงอีกครั้งและมีระดับต่ำสุดที่เวลา 6.00 น. แสดงว่าพืชอาจจะสร้างสาร proline เมื่อได้รับแสงแดดและสร้างอย่างรวดเร็วจนสูงสุดที่เวลา 10.00 น. หลังจากนั้นเริ่มลดลงตามลำดับจนกระทั่งถึงเวลา 22.00 น. และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่เวลา 24.00 น. และลดลงจนกระทั่งถึงช่วงเช้า

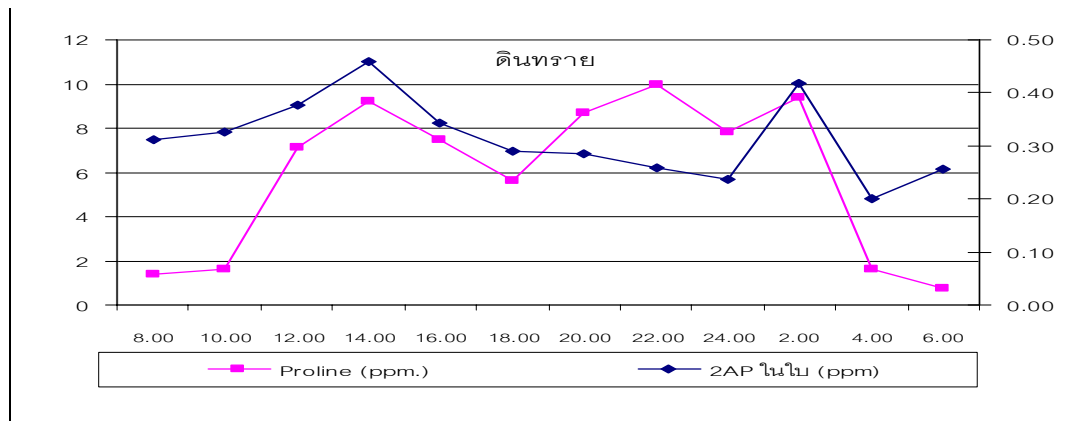
เวลา 06.00 น. (ภาพที่ 67) ส่วนแปลงนาดินทรายพบปริมาณสาร proline ในใบที่ระดับความเข้มข้นมากกว่าที่พบในดินเหนียว ในระยะแรกที่เวลา 08.00 น. ดูเหมือนว่าใกล้เคียงกันกับที่พบในนาดินเหนียว ที่เวลา 12.00 น. พบ 7 ppm และสูงสุดที่เวลา 14.00 น. ในระดับ 9 ppm หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงที่เวลา 18.00 น. พบต่ำกว่า 6 ppm เล็กน้อย หลังจากนั้นพบว่าเริ่มเพิ่มมากขึ้นและพบสูงสุดของวัน ที่เวลา 22.00 น. ในระดับ 10 ppm และลดลงเล็กน้อยที่เวลา 24.00 น. พบ 8 ppm หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอีกเกือบถึงระดับ 10 ppm ที่เวลา 02.00 น. ของวันที่ 27 ตุลาคม แล้วลดลง จนกระทั่งเวลา 06.00 น. ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่า 1 ppm (ภาพที่ 68)

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คาดว่าปริมาณสาร proline ซึ่งเป็น precursor ของสาร 2AP นั้น มีการเพิ่มขึ้นและลดลงในรอบวัน ที่มีแนวโน้มเป็นอัตราส่วนเดียวกันทั้งที่ปลูกในสภาพดินเหนียว (ภาพที่ 67) และดินทราย (ภาพที่ 68)

แปลงดินเหนียวในภาพรวมตลอดเวลา 24 ชั่วโมง พบปริมาณสารหอม 2AP ในใบที่ระดับต่ำสุดที่เวลา 6.00 น. หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับแสงอาทิตย์และพบระดับสูงสุดของวัน ที่เวลา 12.00 น. หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงและลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งถึงเวลา 06.00 น. ปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าวที่ปลูกในนาดินเหนียวนั้นมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเกิดสาร proline ซึ่งเป็น precursor ตามที่กล่าวแล้ว (ภาพที่ 67) ส่วนแปลงดินทรายในรอบ 24 ชั่วโมง พบปริมาณสารหอม 2AP สูง 2 ช่วงเวลา คือที่เวลา 14.00 น. หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงที่เวลา 24.00 น. และพบขึ้นสูงอย่างรวดเร็วอีกครั้งที่วันใหม่ เวลา 02.00 น. และลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงระดับต่ำสุดของวันที่เวลา 04.00 น. หลังจากนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับแสงแดด และพบสูงสุดที่ระดับสูงสุดของวันตามที่กล่าวแล้ว (ภาพที่ 68)

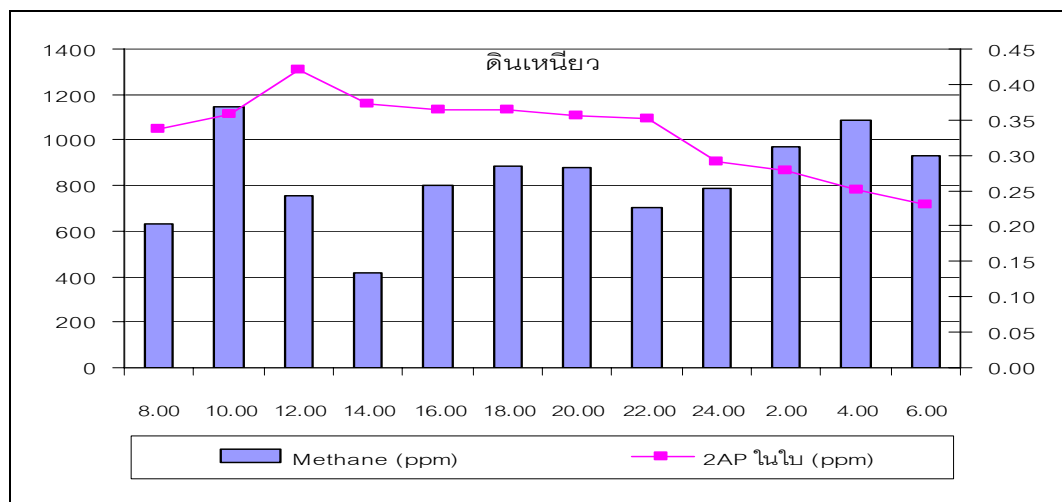


ภาพที่ 67 Diurnal cycle การเกิดสาร proline และ 2AP ที่พบในใบอ่อนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะสร้างน้ำนม ที่ปลูกในนาดินเหนียว อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545

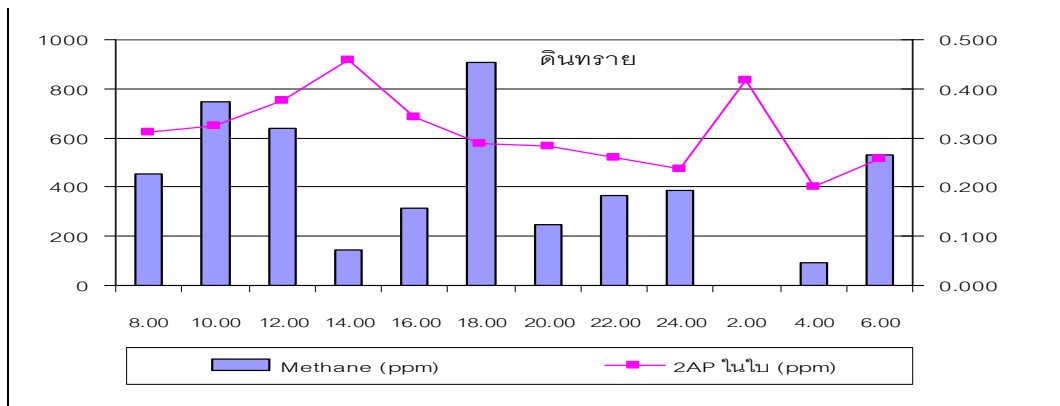


ภาพที่ 68 Diurnal cycle การเกิดสาร proline และ 2AP ที่พบในใบอ่อนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะสร้างน้ำนม ที่ปลูกในนาดินทราย อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545

ปริมาณก๊าซมีเทนภายในปล้องข้าว (internal lacuna) ในแปลงนาดินเหนียว (ภาพที่ 69) มีค่ามากกว่าในแปลงดินทราย ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงของการเก็บตัวอย่าง ก๊าซมีเทนภายในปล้องข้าวที่ใช้ syringe ดูดออกมา ไม่ได้เป็นสัดส่วนกับการปรากฏของสาร proline และสารหอม 2AP ดังนั้นการเกิดก๊าซมีเทน จึงอาจเกิดได้ตลอด 24 ชั่วโมง และอาจเกิดจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ที่ปลายรากข้าว หรืออาจอยู่ภายในต้นข้าวก็เป็นไปได้ โดยที่อาจไม่มีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP (ภาพที่ 70)



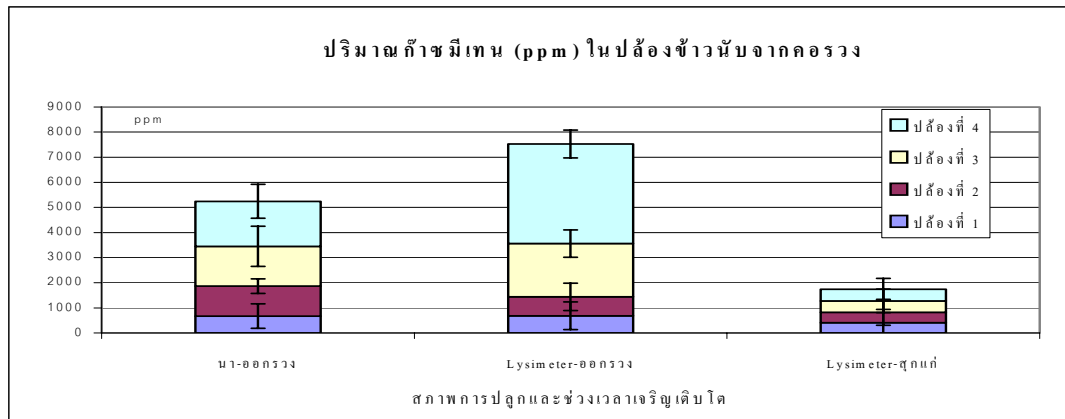
ภาพที่ 69 Diurnal cycle ของก๊าซมีเทนภายในปล้องข้าว (internal lacuna) ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะสร้างน้ำนม ที่ปลูกในนาดินเหนียว อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545



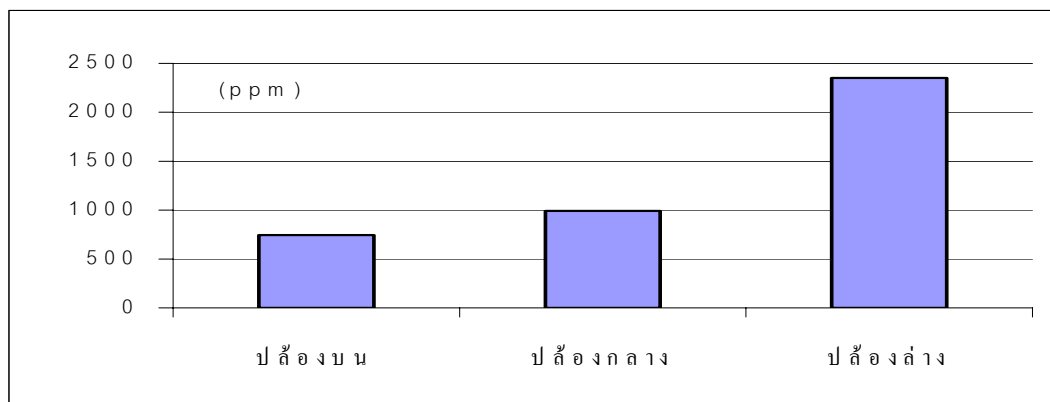
ภาพที่ 70 Diurnal cycle ของก๊าซมีเทนภายในปล้องข้าว (internal lacuna) ข้าวดอกมะลิ 105 ในระยะสร้าง น้ำนม ที่ปลูกในนาดินทราย อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545

นอกจากนี้ ผลการศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวข้าวดอกมะลิ 105 โดยใช้ ปล้องข้าวของต้นหลัก (main stem) ของข้าว ที่ศึกษาที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร ลำปาง ซึ่งกำหนดให้ดูดก๊าซมีเทนจากปล้องกำหนดลำดับปล้องที่นับจากคอรวงลงมา จำนวน 4 ปล้อง ทำการดูดก๊าซมีเทนวิเคราะห์ด้วย Gas Chromatography ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปริมาณมีเทนในปล้องที่อยู่ติดโคนมีมากที่สุด และจะลดลงไปตามลำดับปล้องที่อยู่สูงขึ้นไปจนถึงคอรวง (ภาพที่ 71 และ 72) การศึกษาครั้งนี้อาจสรุปได้ว่า ควรใช้ปล้องที่ 3 นับจากคอรวงสำหรับการศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว เนื่องจากมีปริมาณอากาศภายในเพียงพอต่อการดูดเก็บก๊าซ สะดวกในการเก็บตัวอย่างก๊าซเพราะอยู่ประมาณกลางต้นข้าว และมีปริมาณมีเทนอยู่ในระดับกลางที่เป็นตัวแทนของทุกปล้องได้

จากการศึกษาปล้องที่ยังเขียวอยู่พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทนภายในสูงกว่าปล้องเหลือง เขียวอ่อน และปล้องเหลืองฟางข้าว ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าปริมาณมีเทนในปล้องเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน และมีมากที่สุดในระยะตั้งท้อง-ออกรวง หลังจากนั้นน่าจะลดลงไปตามลำดับจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ทั้งนี้อาจเป็นได้ทั้งที่ปริมาณมีเทนลดลงหลังจากออกรวง และสิ้นสุดเมื่อถึงระยะสุกแก่ เนื่องจากอายุของรากข้าวเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของก๊าซมีเทน ซึ่งจากภาพที่ 71 และ 72 ได้แสดงให้เห็นว่าที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาในสภาพดินนาแฉะ และใน eterLysim ยังมีน้ำท่วมขังนั้น แต่กิจกรรมของ methanogenic bacterian กลับลดลง ซึ่งมีข้อสมมุติฐานว่า ในรากข้าวอาจจะมี methanogenic bacteriaอาศัยอยู่ และใช้สารอาหาร (photosynthate) ที่ส่งมาเพื่อการดำรงชีวิต

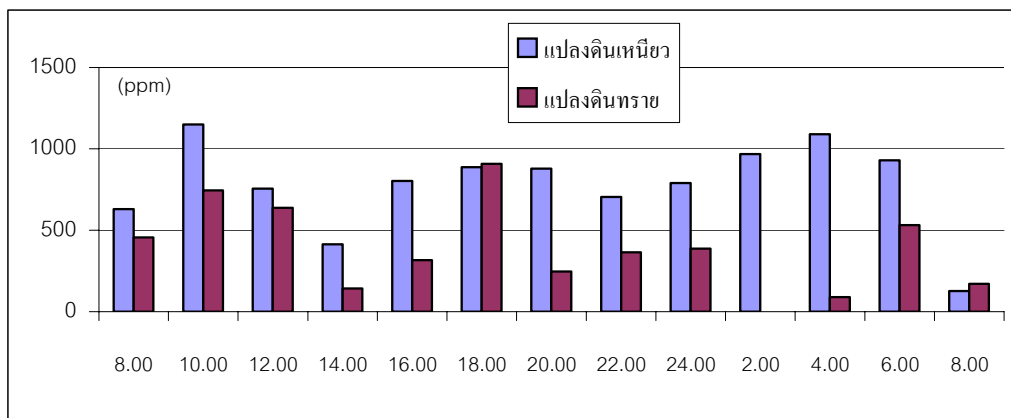


ภาพที่ 71 ปริมาณก๊าซมีเทน (ppm)ในปล้องข้าวที่ลำดับต่างๆ โดยนับจากคอรวง ของสภาพการให้น้ำซึ่งตลอดอายุปลูกของแปลงนา และ Lysimeter



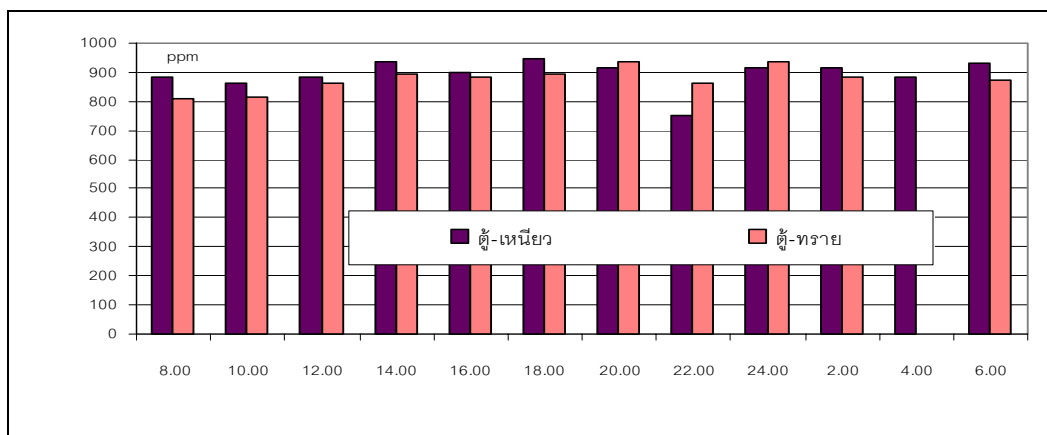
ภาพที่ 72 ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องแต่ละลำดับของต้นข้าวในสภาพแปลงนาดินเหนียว

สำหรับผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวในแปลงนาดินเหนียว และดินทรายในรอบวัน ของแปลงนาเกษตรกร จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 2 ชั่วโมงในรอบวัน (ภาพที่ 73) พบว่าปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่เกิดขึ้นเป็นระลอกๆ ตามช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งแสดงว่ามีการเคลื่อนที่ของก๊าซมีเทนในปล้องข้าวในลักษณะเป็น mass flow และสภาพแปลงนาดินเหนียวน้ำขัง มีก๊าซมีเทนมากกว่าดินทรายอมน้ำ



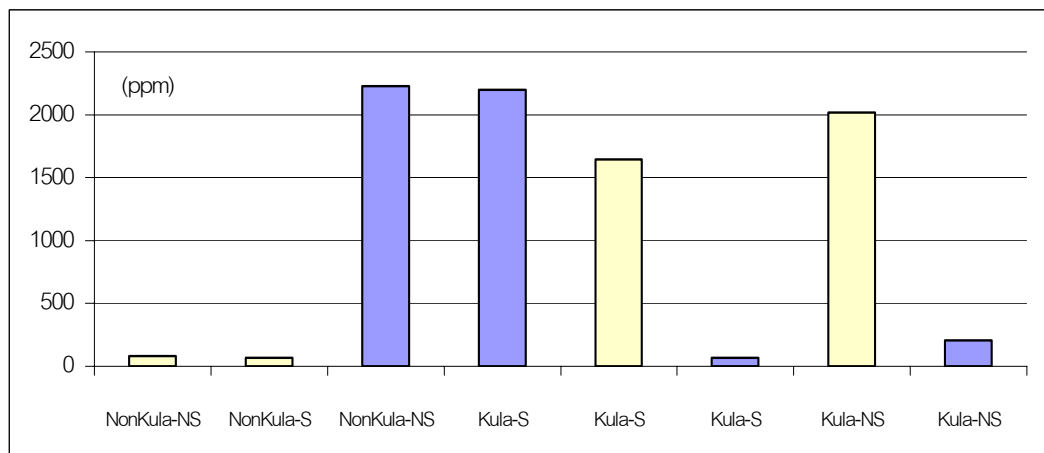
ภาพที่ 73 ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในแปลงนาดินเหนียวและดินทรายในรอบวัน

ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่ดักเก็บจากตู้ **closed chamber** และในปล้องข้าว ที่แปลงนาเกษตรกร อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก (ภาพที่ 74) จะพบปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเสมอ ทุกๆ 2 ชั่วโมงในรอบวัน ทั้งในสภาพแปลงนาดินเหนียวน้ำขังและดินทรายอมน้ำ โดยปริมาณก๊าซมีเทนในตู้ **closed chamber** มีค่าสูงกว่าการเก็บในปล้องข้าวอย่างชัดเจน (ภาพที่ 74) เป็นที่สังเกตได้ว่า ปริมาณก๊าซมีเทนที่วิเคราะห์ได้นั้น มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในลักษณะคล้ายลูกคลื่นในรอบวัน ซึ่งน่าจะเป็นการปลดปล่อยก๊าซแบบ **mass flow** และไม่แตกต่างกันทั้งสภาพดินเหนียวและดินทราย ทั้งนี้จะเห็นว่าความแปรปรวนของก๊าซมีเทนในปล้องข้าวมีความแตกต่างกันชัดเจนที่สุดทั้งในรอบวันและระหว่างสภาพดินเหนียวและดินทราย มากกว่า **closed chamber** (ภาพที่ 74)



ภาพที่ 74 ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซมีเทนที่มีวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซแตกต่างกันในแปลงนาดินเหนียวและดินทราย ที่ อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวที่ จากคอรวงในแปลงนาเกษตรกรที่ ระยะสุกแก่ทั้งในและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (ภาพที่ 75) พบว่ามีปริมาณก๊าซมีเทนในทุก สภาพดินและระดับความเค็มทั้งในและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งสาเหตุที่มีปริมาณก๊าซมีเทน แตกต่างกันอย่างมากระหว่างแปลงนา เนื่องจากความแปรปรวนของการเก็บตัวอย่างจากปล้องข้าว กล่าวคือ ตัวอย่างก๊าซในปล้องข้าวที่ยังมีสีเขียว จะพบปริมาณก๊าซมีเทนสูงอย่างมาก ในขณะที่พบ ปริมาณก๊าซมีเทนน้อยมากในปล้องข้าวที่มีสีเหลือง



ภาพที่ 75 ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องที่ 3 ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระยะสุก แก่ทางศรีรวิทยา ในแปลงนาเกษตรกร

หมายเหตุ: Nonkula=พื้นที่นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้, Kula=พื้นที่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้, NS=ดินไม่เค็ม, S=ดินเค็ม, กราฟ แท่งสีฟ้า=ดินเหนียว, กราฟแท่งสีเหลือง=ดินทราย

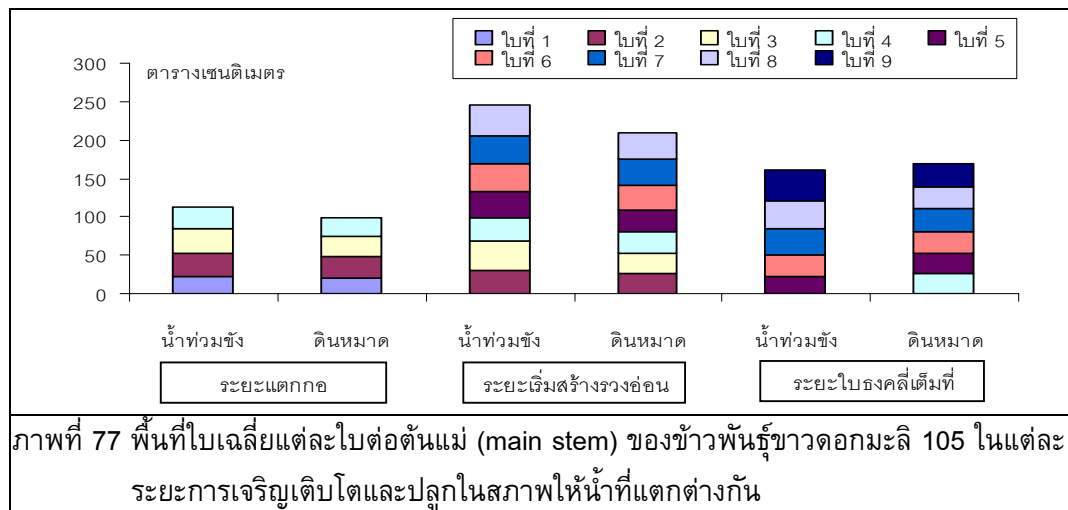
นอกจากนี้ ผลศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ คาดว่าเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอม 2AP และก๊าซมีเทนในต้นข้าวภายใต้สภาพให้น้ำที่ ต่างกันของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งได้ดำเนินการที่ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร ลำปาง แบ่งการทดลองย่อยได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาการพัฒนากาเรียวเติบโตของใบ และการจัดเรียงใบใน ทรงพุ่ม ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพการให้น้ำขังและสภาพดินหมาด ทำการปักดำ กล้าอายุ 30 วันของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในบ่อซีเมนต์กันปิดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. และใช้ดินปลูกที่เป็นดินนาอาศัยน้ำฝน หลังจากต้นกล้าข้าวขึ้นตัว จึงได้กำหนดให้น้ำแตกต่างกันในแต่ละบ่อ คือ ให้น้ำท่วมขัง 2-3 ซม. ตลอดอายุ และสภาพดินหมาด (กำหนดให้เติมน้ำท่วม ขังประมาณ 2-3 ซม. ทุกครั้งหลังจากปล่อยให้ดินแห้งจนเห็นรอยแตก) สำหรับการดูแลรักษา อื่นๆได้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกข้าวทั่วไป (ภาพที่ 76)

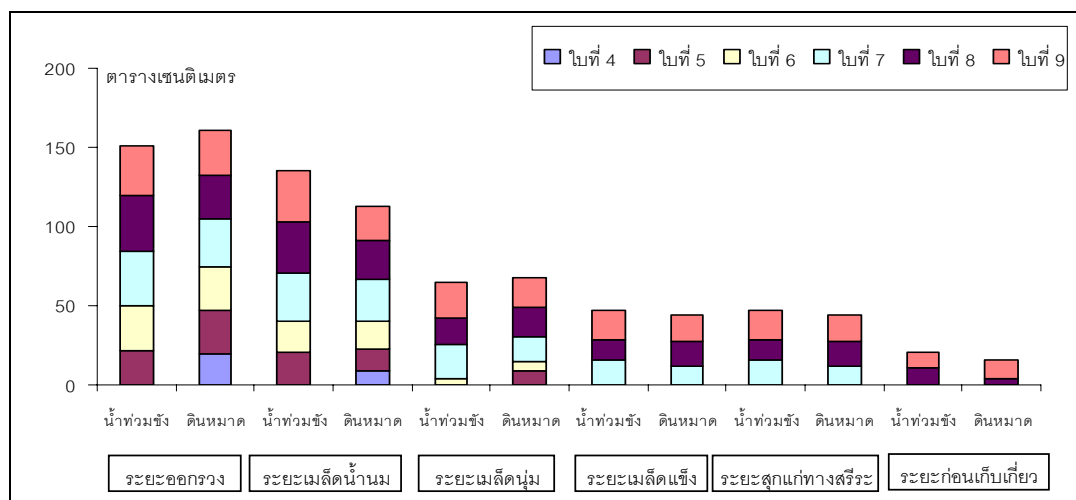


ภาพที่ 76 การศึกษาการพัฒนาการเจริญเติบโตของใบและการจัดเรียงตัวของใบในทรงพุ่มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพให้น้ำขังและดินหมาด

ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งในสภาพน้ำท่วมขังและดินหมาด มีช่วงระยะการพัฒนาดังแต่เริ่มปักดำจนระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสองสภาพให้น้ำ มีรูปแบบการพัฒนาพื้นที่ใบต่อต้นเหมือนกัน กล่าวคือ พื้นที่ใบสูงสุดในระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน แล้วเริ่มลดลงในระยะเริ่มออกรวง (ภาพที่ 77) อย่างไรก็ตาม ขนาดของพื้นที่ใบรวมทั้งต้นหลักในสภาพน้ำขังที่ช่วงแตกกอ มากกว่าสภาพให้น้ำแบบดินหมาด (120 และ 100 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) แต่มีจำนวนใบสีเขียวต่อต้นหลักเท่ากัน (4 ใบ) หลังจากนั้นยังเป็นไปทำนองเดียวกันโดยเพิ่มจำนวนใบต่อต้นหลักเป็น 7 ใบในระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน ทำให้พื้นที่ใบทั้งหมดในสภาพน้ำขังเพิ่มขึ้นเป็น 250 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่สภาพดินหมาดมีเพียง 200 ตารางเซนติเมตร แต่เมื่อเข้าสู่ระยะใบธงคลี่เต็มที หรือเริ่มตั้งท้อง (ภาพที่ 77) กลับพบว่า สภาพดินหมาดมีผลทำให้ข้าวยังคงรักษาจำนวนใบต่อต้นหลักไว้ได้ถึง 6 ใบ ในขณะที่สภาพน้ำท่วมขังเหลือเพียง 5 ใบเท่านั้น จึงเป็นสาเหตุให้สภาพน้ำขังมีพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นหลักต่ำกว่าสภาพดินหมาดอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 77) เกิดจากใบที่บังซ้อนกันเกินไป ทำให้ข้าวต้องปรับตัวโดยกำจัดจำนวนใบล่างสุดออกไป

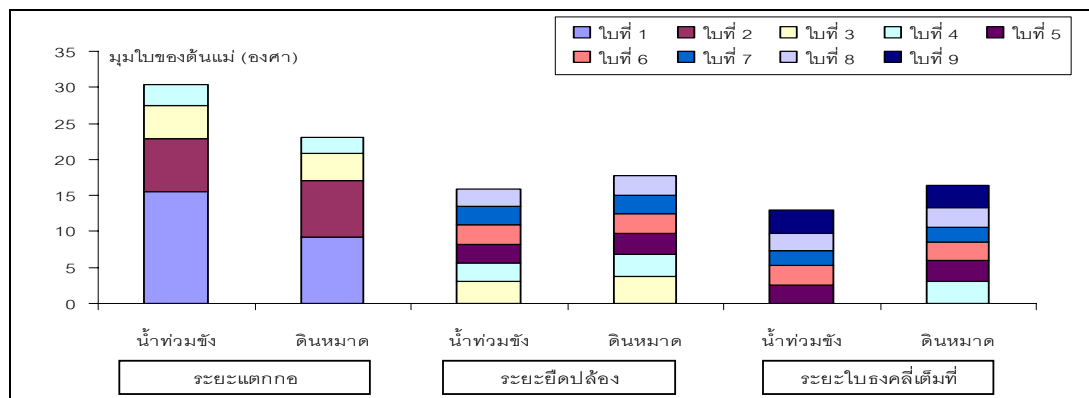


พื้นที่สีเขียวทั้งหมดต่อต้นหลักทั้งสองสภาพให้น้ำลดลงไปตามช่วงพัฒนาเมล็ด (ภาพที่ 78) ซึ่งแม้ว่าสภาพดินหมาดมีจำนวนใบและพื้นที่ใบที่ระยะออกรวงมากกว่า เมื่อข้าวอยู่ในช่วงพัฒนาเมล็ดกลับมีพื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นหลักไม่แตกต่างจากสภาพน้ำขัง โดยที่ยังมีจำนวนใบต่อต้นหลักเท่าเดิม ซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากมีการแห้งตายที่ปลายใบข้าวบางส่วนเท่านั้น โดยเฉพาะใบล่างสุดของต้น



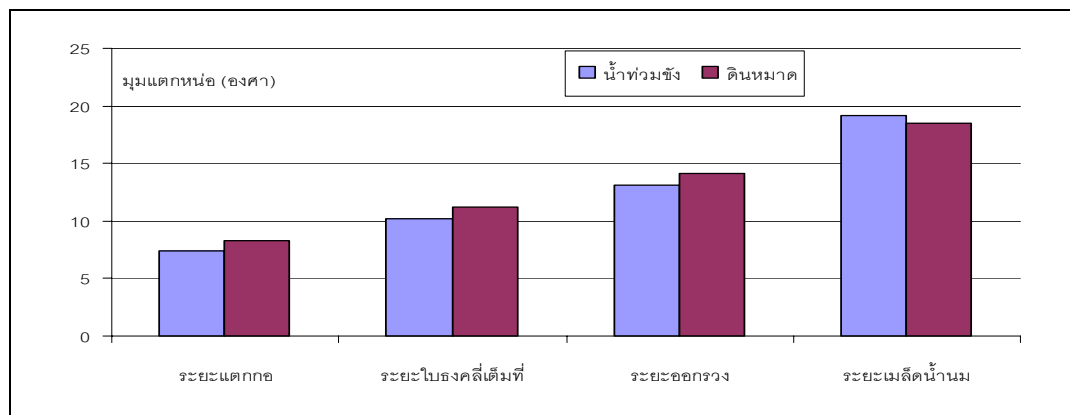
การจัดเรียงตัวของใบข้าว (มุมของใบและมุมแตกกอของต้นหลัก) พบว่าทั้งสภาพน้ำท่วมขังและดินหมาดในช่วงแตกกอ มีลักษณะมุมใบของแต่ละใบไปทำนองเดียวกัน (ภาพที่ 79) กล่าวคือ ใบล่างสุดมีมุมใบที่กว้างกว่าใบบนถัดขึ้นไป และมุมใบจะแคบลงไปตามลำดับใบ

ด้านบน โดยสภาพน้ำท่วมขังจะมีความกว้างของมูมมากกว่า เนื่องจากมีพื้นที่แต่ละใบมาก จึงต้องจัดมูมใบล่างสุด ให้กว้างกว่าใบด้านบนถัดขึ้นไป เพื่อให้ใบที่อยู่ล่างสังเคราะห์แสงได้ แต่หลังจากเข้าสู่ระยะยืดปล้องและระยะใบธงคลี่เต็มที่พบว่า มูมใบเฉลี่ยโดยทั่วไปไม่แตกต่างกันในแต่ละลำดับของใบ และไม่แตกต่างกันทั้งสองสภาพให้น้ำ (ภาพที่ 79)



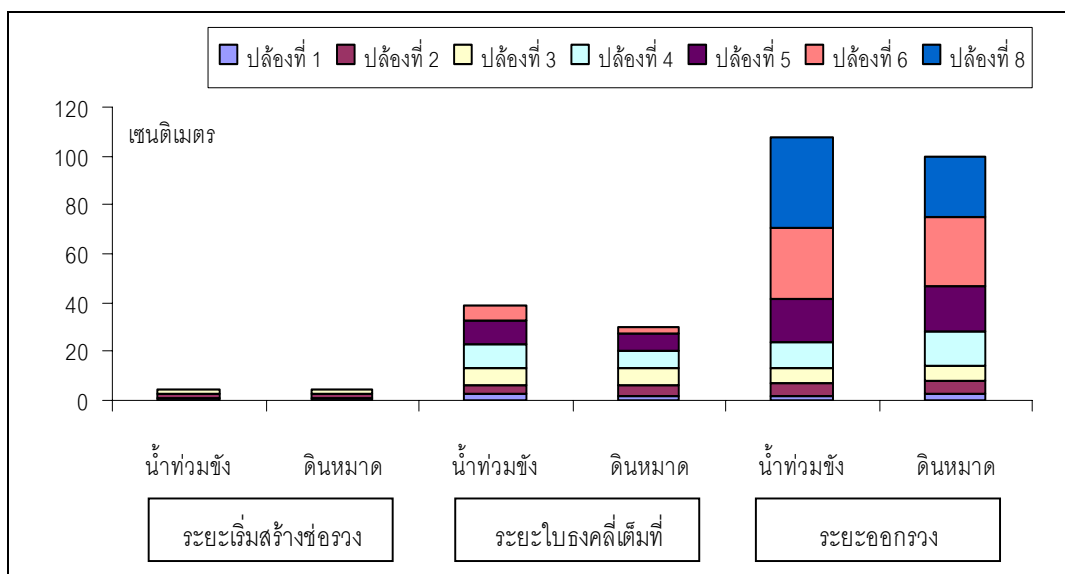
ภาพที่ 79 มูมใบเฉลี่ยแต่ละใบของต้นแม่ (main stem) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตและปลูกในสภาพให้น้ำที่แตกต่างกัน

สำหรับมูมของการแตกกอของหน่อชุดที่ 1 จากต้นหลัก (ภาพที่ 80) มีรูปแบบตรงกันข้ามกับมูมของใบในต้นหลัก กล่าวคือ มูมของหน่อชุดแรกกว้างขึ้นไปตามระยะการพัฒนาดังแต่แตกกอจนถึงเมล็ดน้านม เพื่อไม่ให้เกิดการบังแสงกันระหว่างใบของต้นหลักกับใบของหน่อชุดแรก อย่างไรก็ตามในระยะเมล็ดน้านมกลับพบว่า สภาพให้น้ำขังทำให้มูมแตกกอกว้างกว่าสภาพดินหมาด (ภาพที่ 80) คาดว่าเกิดจากมีน้ำหนักรวงของหน่อชุดที่ 1 มากขึ้น มีผลให้ลำต้นเอนออกจากต้นหลักนั่นเอง



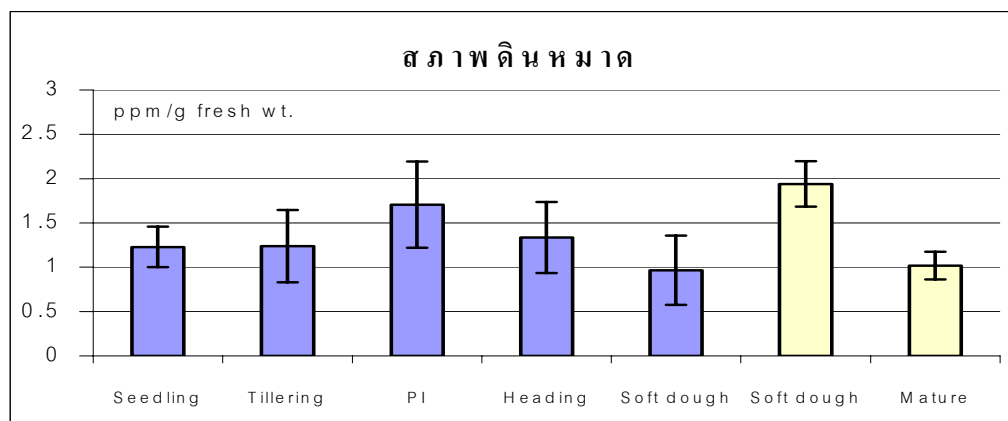
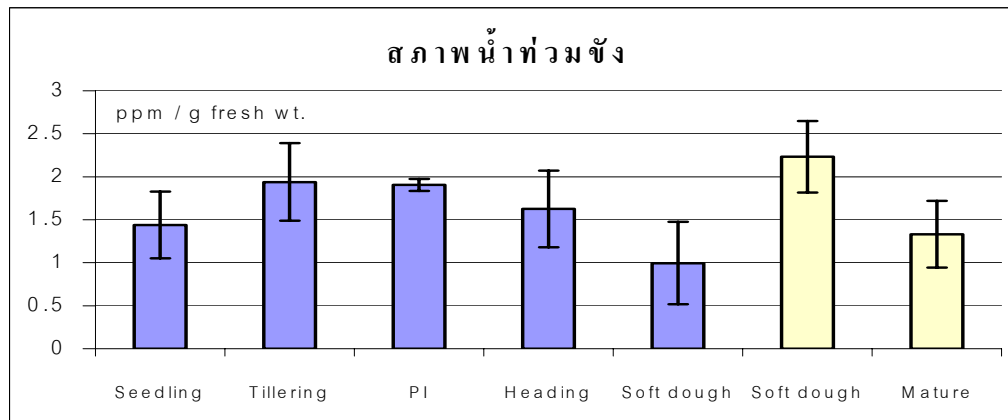
ภาพที่ 80 มูมการแตกหน่อชุดที่ 1 จากต้นแม่ (main stem) ที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ และปลูกในสภาพการให้น้ำที่ต่างกัน

สำหรับลักษณะการยึดปล้องของต้นข้าวหลังจากระยะเริ่มสร้างรวงอ่อนพบว่า สภาพน้ำท่วมขังมีผลทำให้ความยาวปล้องต้นหลักโดยรวม มากกว่าสภาพดินหมาด โดยที่ทั้งสองสภาพให้น้ำมีจำนวนปล้องเท่ากันคือ 8 ปล้อง แต่ความยาวปล้องในสภาพน้ำขังแต่ละปล้องโดยเฉพาะปล้องที่ 3-8 ยืดยาวกว่า ซึ่งทำให้ข้าวสามารถจัดเรียงใบในต้นและพัฒนาพื้นที่ใบให้เหมาะสมได้ดีขึ้น และยอมทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่า (ภาพที่ 81) สำหรับลักษณะการยึดปล้องของทั้งสองสภาพให้น้ำเป็นไปทำนองเดียวกันกล่าวคือ ลำดับปล้องที่อยู่ด้านบนจะยึดตัวได้มากกว่าลำดับปล้องด้านล่าง โดยเฉพาะปล้องบนสุด (ลำดับปล้องที่ 8) ซึ่งอยู่ติดกับใบธงนั้นจะยืดยาวมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อยกใบธงให้สูงกว่าใบด้านล่างอื่นๆ จะได้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงให้มากที่สุด จึงกล่าวได้ว่า เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ใบธงเป็นใบที่มีประสิทธิภาพสังเคราะห์แสงมากที่สุดและสำคัญที่สุดสำหรับการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ด นอกจากนี้การยึดปล้องทุกปล้องสิ้นสุดที่ระยะออกรวง



ภาพที่ 81 ความยาวของปล้องตามลำดับจากโคนต้นของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงระยะการยึดปล้องและปลุกในสภาพให้น้ำที่แตกต่างกัน

ปริมาณสารหอม 2AP ในใบทั้งสภาพน้ำขังตลอดและดินหมาด เริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน (panicle initiation) หลังจากเข้าสู่ระยะออกรวงจะมีปริมาณสารหอมลดลง (ภาพที่ 82) ส่วนปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเมล็ดนุ่มสูงกว่าระยะสุกแก่ และไม่แตกต่างกันในแต่ละสภาพให้น้ำ เป็นที่น่าสนใจว่าในขณะที่มีการสะสมอาหาร (แป้ง) ในเมล็ดนั้น มีการเคลื่อนย้ายปริมาณสารหอม 2AP จากใบไปสู่เมล็ดหรือไม่ อย่างไรก็ตามสันนิษฐานว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดนั้นน่าจะเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นในใบ ในช่วงเวลานั้น และสูญหายไปเมื่อความชื้นในเมล็ดลดลงโดยอาจจะเหวี่ยงออกไปพร้อมกับความชื้นเมล็ด



ภาพที่ 82 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารหอม 2AP ในใบ (แท่งสีฟ้า) และในเมล็ด (แท่งสีเหลือง) ของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในสภาพให้น้ำขังและดินหมาด

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานระดับเนื้อเยื่อของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในสภาพให้น้ำที่แตกต่างกัน โดยใช้กล้าอายุ 30 วันของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ปักดำในกระถางพลาสติกกันปิดสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลาง 18 นิ้ว และใส่ดินนาสำหรับปลูก กำหนดให้ปลูก 3 ต้นต่อกระถาง หลังจากนั้นกำหนดให้น้ำตลอดอายุปลูก เป็น 3 วิธี (13 กระถาง/วิธี) คือ

1. ให้น้ำจนดินอิ่มตัวเต็มที่ (สภาพดินหมาด)
2. ให้น้ำท่วมขังสูงจากผิวดิน 4-5 ซม. (สภาพน้ำขัง)
3. ให้น้ำเค็มขังสูงจากผิวดิน 4-5 ซม. โดยมีความเค็ม 8 mS/cm (สภาพให้น้ำเค็ม)

และใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดปิดปากกระถางเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหยและน้ำฝนตกลงไปในกระถาง นอกจากนั้นดูแลรักษาต้นข้าวตามการปฏิบัติทั่วไป (ภาพที่ 83)



ภาพที่ 83 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในกระถางปลูก (แถวของกระถางจากซ้ายไปขวา: สภาพให้น้ำเต็ม, สภาพให้น้ำปกติขัง และสภาพดินหมด ในช่วงระยะแตกกอ และออกรวง ตามลำดับ)

ผลการศึกษาพบว่าในสภาพน้ำขังและสภาพดินหมด มีช่วงเวลาการพัฒนากการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่ในสภาพน้ำเต็มมีผลทำให้ช่วงเวลาพัฒนาหลังออกรวงช้ากว่า การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของท่อน้ำลำต้นของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ขึ้นอยู่กับระยะการพัฒน และสภาพให้น้ำที่ต่างกันกล่าวคือ พื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำลำต้นที่กาบใบที่ระยะแตกกอในสภาพน้ำขังมีค่าต่ำสุด แต่สร้างจำนวนท่อน้ำลำต้นสูงที่สุด แต่เมื่อถึงระยะออกรวงกลับมีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำลำต้นที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน สำหรับสภาพให้น้ำเต็มท่วมขังในระยะออกรวง มีผลทำให้ทั้งพื้นที่หน้าตัดและจำนวนท่อน้ำลำต้น เพิ่มขึ้นกว่าเดิม โดยเป็นการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดมากกว่าจำนวนท่อน้ำลำต้นที่กาบใบ ส่วนในสภาพดินหมดนั้นค่อนข้างมีพื้นที่หน้าตัดและจำนวนท่อน้ำลำต้นไม่แตกต่างกันทั้งระยะแตกกอและออกรวงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาพน้ำปกติขังและน้ำเต็มขัง มีการเพิ่มปริมาณการลำเลียงน้ำในราก โดยเพิ่มจำนวนท่อน้ำลำเลียงน้ำมากกว่าพื้นที่หน้าตัดในราก ซึ่งทุกสภาพให้น้ำมีจำนวนท่อน้ำลำเลียงน้ำในรากที่ระยะแตกกอใกล้เคียงกัน และจะเพิ่มขึ้นเมื่อถึงระยะออกรวง ในขณะที่เดียวกันในสภาพน้ำปกติขังและน้ำเต็มขังที่ระยะออกรวง มีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำลำเลียงน้ำลดลง แต่สภาพดินหมดกลับมีพื้นที่หน้าตัดท่อน้ำลำเลียงน้ำในรากเพิ่มขึ้น

สำหรับพื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำลำเลียงน้ำและอาหาร (vascular bundle) ในรากที่ระยะออกรวง ลดลงในทุกสภาพให้น้ำเมื่อเทียบกับระยะแตกกอ โดยที่สภาพดินหมดมีพื้นที่หน้าตัดท่อน้ำลำเลียงน้ำและอาหารในรากเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ในขณะที่ในสภาพให้น้ำปกติขังและน้ำเต็มขังรุนแรงมากขึ้นไปตามลำดับ (ตารางที่ 19)

จากการศึกษาตำแหน่งและการจัดเรียงกลุ่มเนื้อเยื่อต่างๆ ที่มีหน้าที่สำคัญในกาบใบ รากและใบข้าวสรุปได้ว่า ลักษณะท่ออากาศที่กาบใบมีรูปร่างสี่เหลี่ยมและจัดเรียงตัวกันตามแนวของกาบใบ ซึ่งมีกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและอาหารฝังตัวอยู่ระหว่างท่ออากาศ และแกนปล้องของต้นข้าวสำหรับรากข้าวมีการสร้างช่องโพรงอากาศในแนวรัศมีจากแกนกลางราก มีปริมาณและขนาดแตกต่างกันตามอายุของรากและสภาพให้น้ำขัง สำหรับการศึกษาใบข้าวที่ตัดขวางพบว่า มีเส้นท่ออากาศอยู่รอบๆ ท่อลำเลียงน้ำและอาหารทุกเส้น ซึ่งในเส้นกลางใบนั้นพบท่ออากาศขนาดใหญ่เรียงขนานไปกับท่ออากาศเล็กของเส้นแขนงใบ นอกจากนี้กลุ่มท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่อยู่กลางใบ (เส้นกลางใบ) มีจำนวนเท่ากันทุกสภาพการให้น้ำ และมีกลุ่ม bulliform cells ฝังตัวสลับกับกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและอาหารในใบ

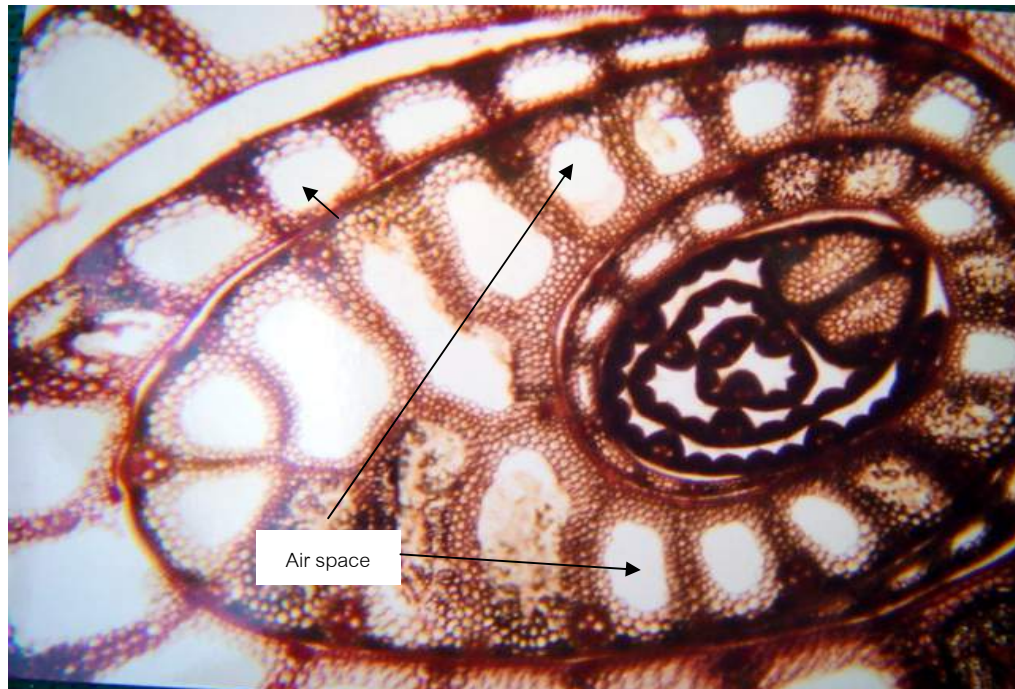
ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของกลุ่มเนื้อเยื่อภายในส่วนต่างๆ ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระยะแตกกอและออกรวง ภายใต้สภาพการให้น้ำที่แตกต่างกัน

ตำรับ ทดลอง	ท่ออากาศที่กาบใบ				ท่อลำเลียงน้ำในราก			
	พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร)		จำนวนท่อ		พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร)		จำนวนท่อ	
	แตกกอ	ออกรวง	แตกกอ	ออกรวง	แตกกอ	ออกรวง	แตกกอ	ออกรวง
น้ำท่วมขัง	0.88±2.06	5.25±40.53	1.79±46.00	3.54±37.17	0.05±1.13	0.09±0.90	0.00±4.00	0.55±5.50
ดินหมาด	0.76±15.04	2.33±14.96	2.56±36.17	3.27±34.50	0.06±0.96	0.08±1.01	0.52±4.33	0.00±6.00
น้ำเค็มขัง	2.12±6.89	2.08±28.16	1.17±37.83	2.14±39.17	0.05±0.98	0.04±0.84	0.00±4.00	0.00±5.00

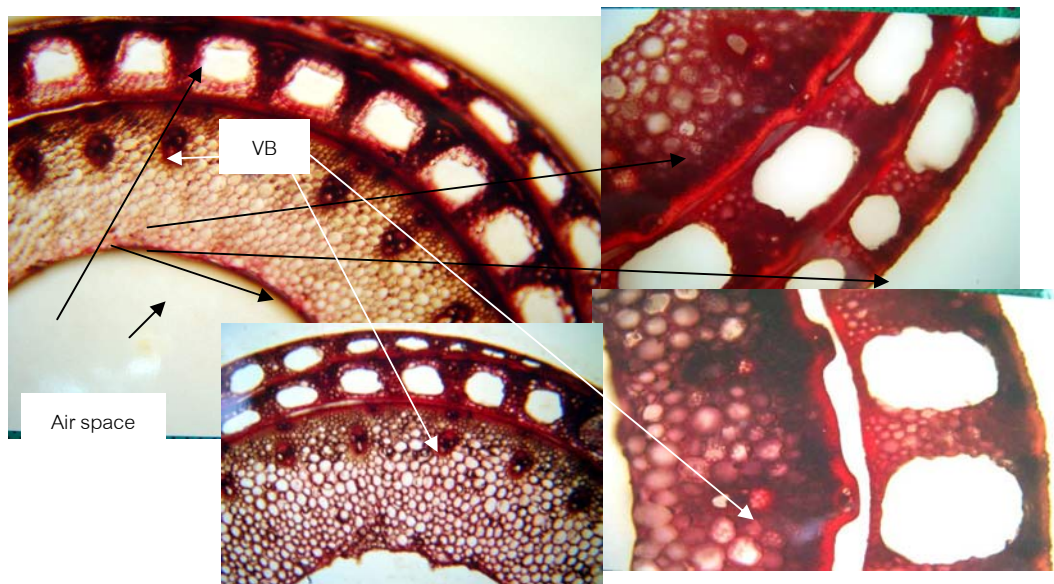
ตำรับ ทดลอง	พื้นที่หน้าตัดท่อน้ำและอาหาร (ตารางเซนติเมตร)		จำนวนกลุ่มเนื้อเยื่อที่สำคัญในใบข้าว ที่ระยะออกรวง		
	แตกกอ	ออกรวง	VB	Bulliform Cells	VBที่เส้นกลางใบ
น้ำท่วมขัง	0.03±5.92	0.10±4.49	1.00±12.5	7.55±44.50	0.00±3.00
ดินหมาด	0.37±5.60	0.08±4.97	0.00±12.33	1.10±42.33	0.00±3.00
น้ำเค็มขัง	0.10±6.28	0.03±4.14	1.10±12.67	2.28±45.33	0.00±3.00

หมายเหตุ VB = ท่อลำเลียงน้ำและอาหารของพืช (vascular bundle)

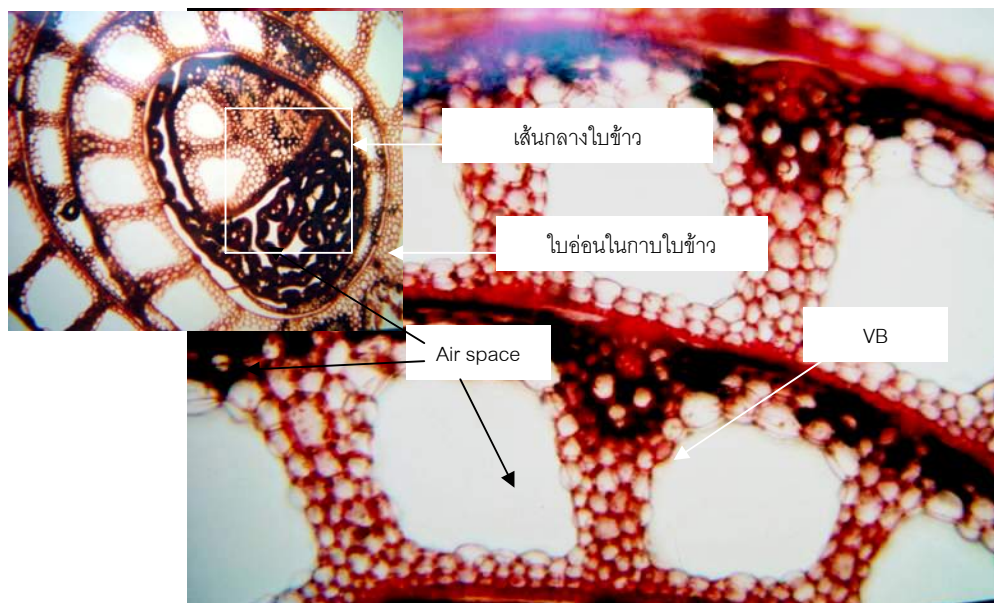
Bulliform cells = กลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการม้วนใบข้าว



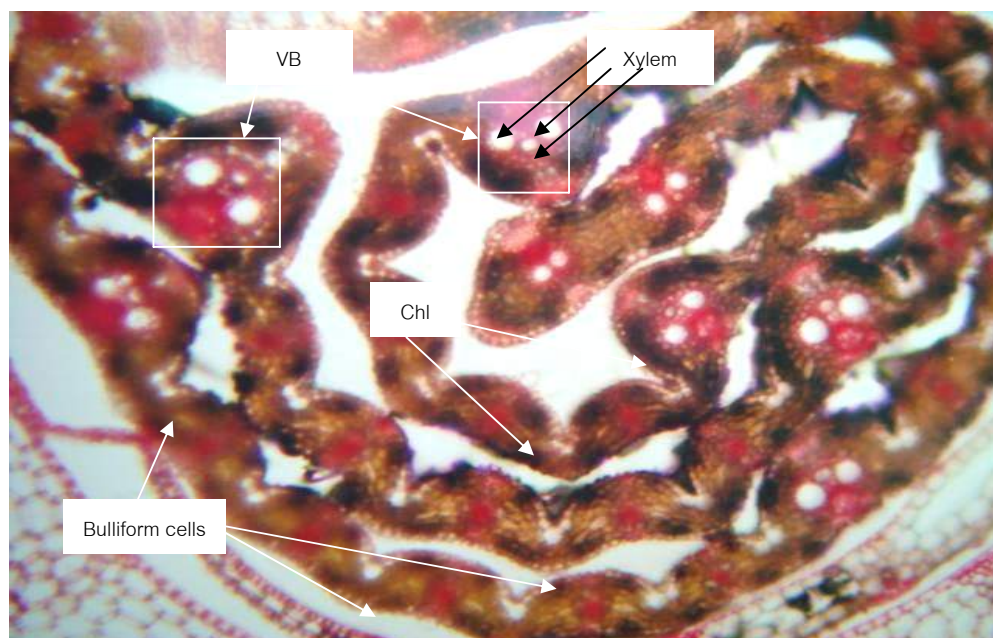
ภาพที่ 84 การจัดเรียงตัวของกลุ่มท่ออากาศที่กาบใบข้าวในระยะแตกกอ



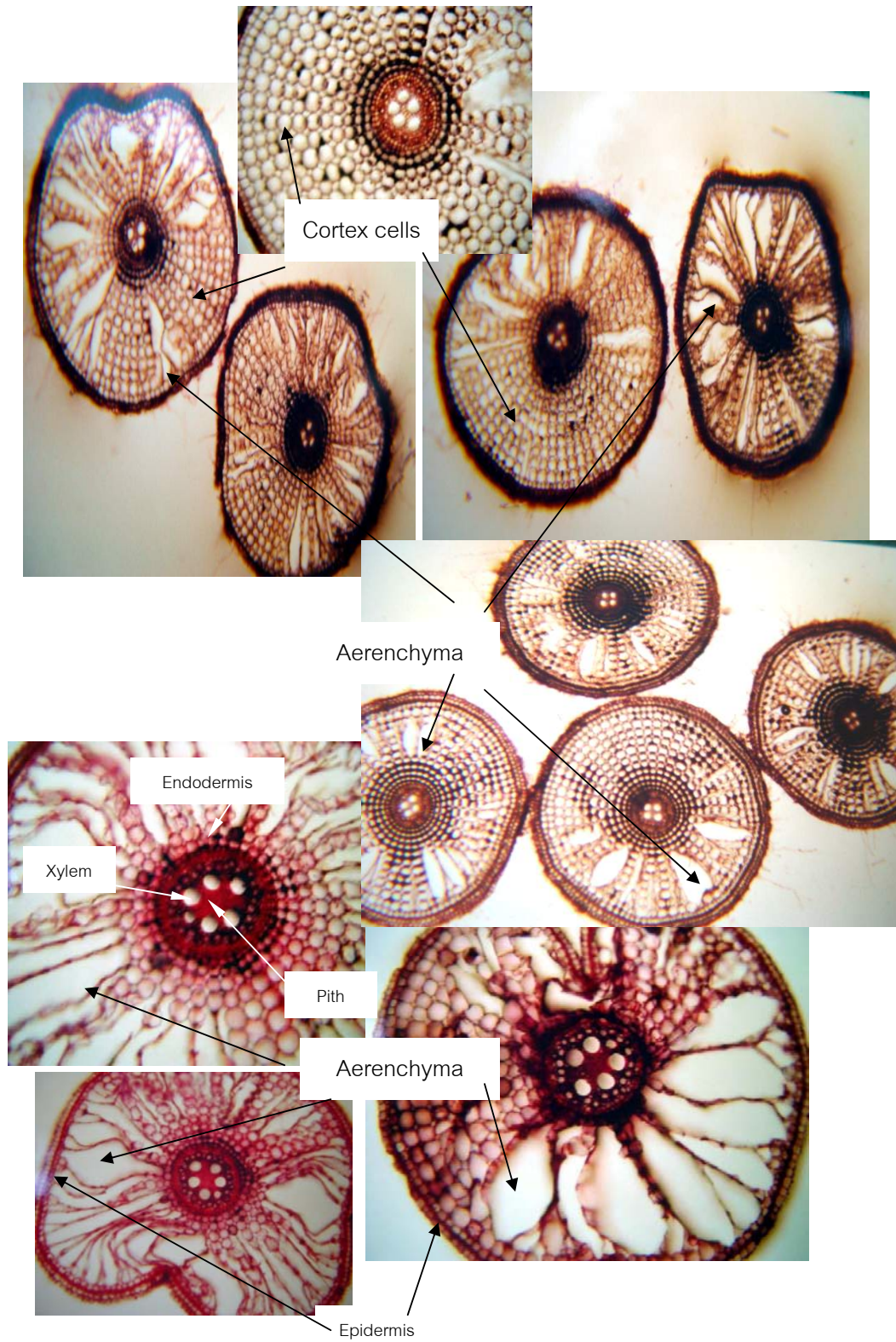
ภาพที่ 85 การจัดเรียงตัวของกลุ่มเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ปล้องและกาบใบข้าวในระยะออกรวง



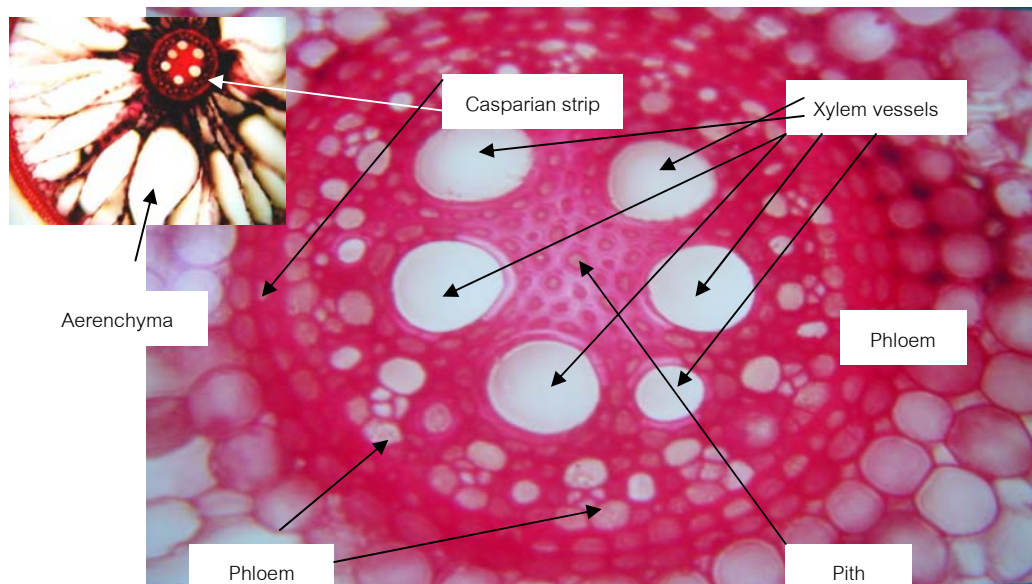
ภาพที่ 86 ตำแหน่งและการจัดเรียงกลุ่มเซลล์ในท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่กาบใบข้าว



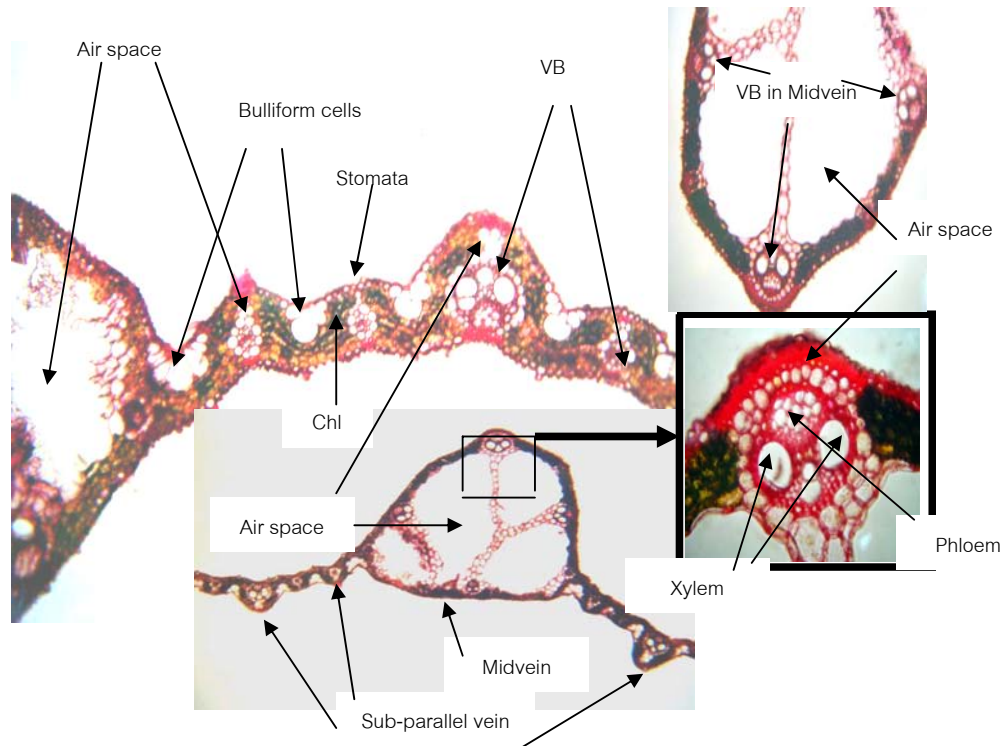
ภาพที่ 87 ตำแหน่งและการจัดเรียงของกลุ่มเซลล์ต่างๆ ของใบอ่อนในกาบใบข้าว



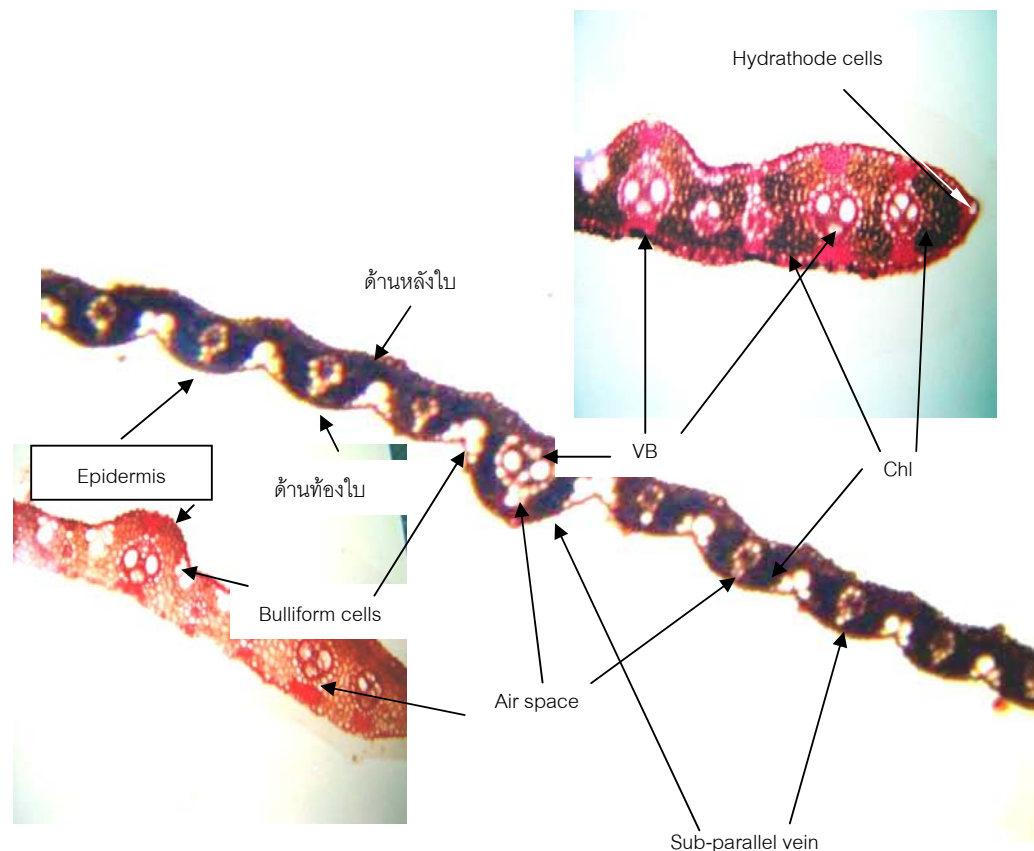
ภาพที่ 88 ขนาดช่องโพรงอากาศ (aerenchyma) ที่แตกต่างกันตามอายุของรากข้าวในสภาพน้ำขัง



ภาพที่ 89 ตำแหน่งและการจัดเรียงกลุ่มเซลล์ในเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและอาหารในรากข้าว



ภาพที่ 90 ตำแหน่งกลุ่มเซลล์ในเนื้อเยื่อต่างๆ บริเวณเส้นกลางใบข้าว



ภาพที่ 91 ตำแหน่งและการจัดเรียงตัวของกลุ่มเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ใบและปลายใบข้าว

ความหมายตัวย่อที่แสดงชื่อของกลุ่มเนื้อเยื่อต่างๆ ในข้าว

Aerenchyma = กลุ่มเซลล์ที่กลายเป็นช่องโพรงอากาศในชั้น cortex ของราก

Air space = ช่องท่อกอากาศที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของข้าว

Bulliform cells = กลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์บางเกี่ยวข้องกับการคลี่และม้วนของใบข้าว

Casparian strip = กลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนาอัดแน่นทำหน้าที่ควบคุมการเข้าออกของน้ำและธาตุอาหาร

Chl = กลุ่มเซลล์ที่มี chloroplasts ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง (chloroplast cells)

Epidermis = กลุ่มเซลล์ที่อยู่ส่วนนอกสุดของส่วนต่างๆ ของพืช

Hydrathode cells = กลุ่มเซลล์ที่อยู่ปลายใบข้าว เกี่ยวข้องกับการคายน้ำในรูปหยดน้ำในขณะมีความชื้นสูง

Midvein = เส้นกลางใบ

Sub-parallel vein = เส้นใบขนาน

Phloem = กลุ่มเซลล์ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารจากใบ

Pith = กลุ่มเซลล์ที่มีผนังหนาแข็งแรงเป็นแกนของโครงสร้าง

VB = กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหาร (vascular bundle)

Xylem = กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุอาหาร

ฤดูกาลปี 2546

ผลงานการศึกษา ความแปรปรวนภายในรวงข้าวต่อคุณภาพความหอมปลูกข้าว โดยปลูกข้าวด้วยวิธีหยอดเมล็ดในกระถางปลูก และชักนำให้ข้าวออกดอกหลังจากเริ่มแตกกอ นำข้าวไว้ในที่สว่าง 10 ชั่วโมงแล้วไว้ในที่มืด 14 ชั่วโมง จนกระทั่งข้าวอยู่ในระยะกำเนิดช่อดอก จึงนำข้าวออกไว้ในที่แสงปกติ เมื่อข้าวเจริญเข้าสู่ระยะออกรวง จึงเริ่มทำการตัดเปลือกหุ้มเมล็ด ข้าวเฉพาะของต้นหลัก (main stem) และสังเกตการพัฒนาเมล็ดแต่ละเมล็ดภายในรวงที่กำหนด ผลการศึกษาจากการสังเกตลำดับการพัฒนาเมล็ดบนรวงอธิบายได้ดังนี้ การผสมเกสรและลำดับการสะสมน้ำหนัก (grain filling) ของเมล็ดบนรวงข้าวเมื่อต้นข้าวเจริญถึงระยะออกรวง (heading) (ภาพที่ 92) พบว่าลำดับการบานของดอกข้าวภายในแต่ละรวงส่วนใหญ่มีลำดับการผสมเกสรจากปลายรวงลงมาโคนรวงแต่พบว่ามีความแปรปรวนของการผสมเกสรภายในรวง โดยพบว่าภายในรวงนั้นจะเกิดการผสมเกสรลำดับแรกๆที่เมล็ดบริเวณปลายระแงไม่وارهงนั้น อยู่ในส่วนปลายรวงหรือโคนรวง โดยเมล็ดที่บริเวณปลายรวงจะมีการผสมเกสรเกิดขึ้นก่อน แต่อาจพบได้บ้างที่เมล็ดบริเวณปลายระแงที่อยู่ส่วนโคนรวงซึ่งเป็นความแปรปรวนที่พบดังแสดงใน ภาพที่ 92

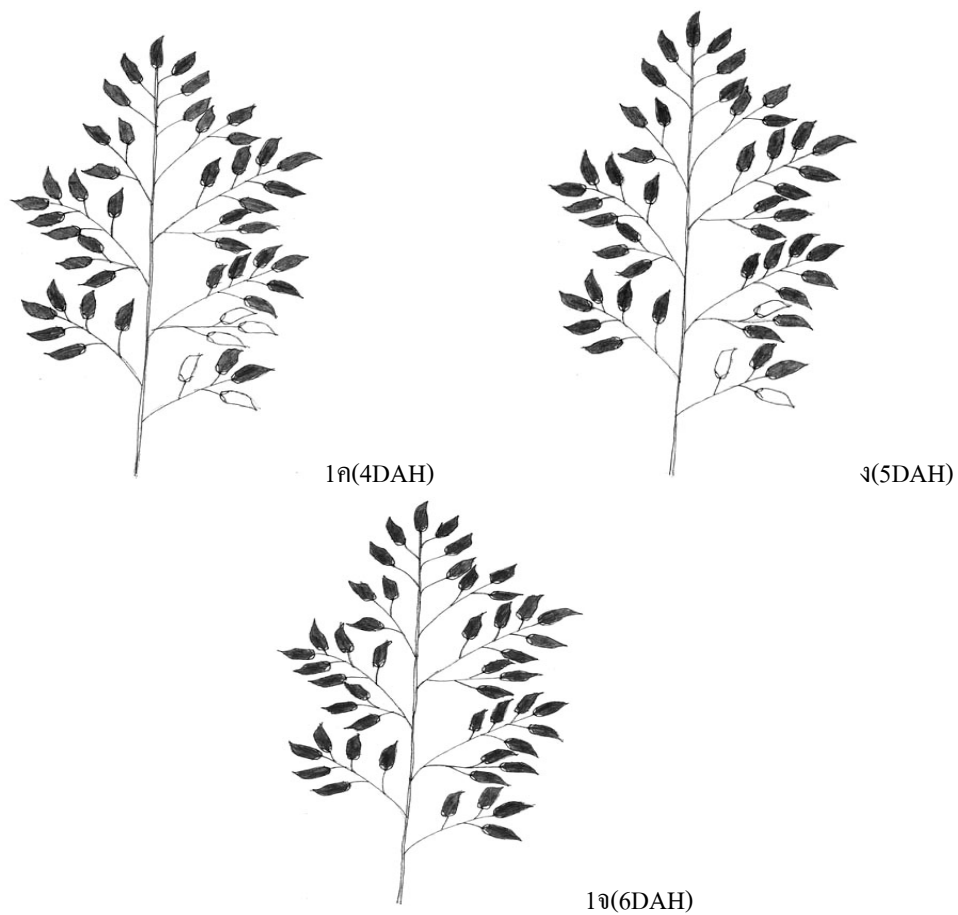
สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP ของเมล็ดภายในรวงพบว่า ตำแหน่งโคนรวงมีปริมาณ 2AP ในเมล็ดมากที่สุด รองลงมาคือตำแหน่งกลางรวงและน้อยที่สุดที่ตำแหน่งปลายรวง (ภาพที่ 93)



1ก(2DAH)

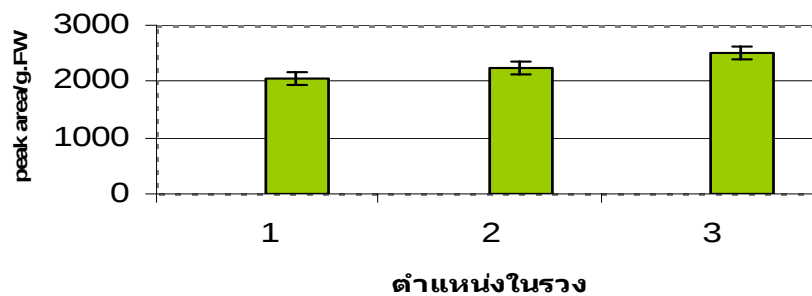


1ข(3DAH)



ภาพที่ 92 ลำดับการผสมเกสร (ลำดับการบาน) ของดอกข้าว

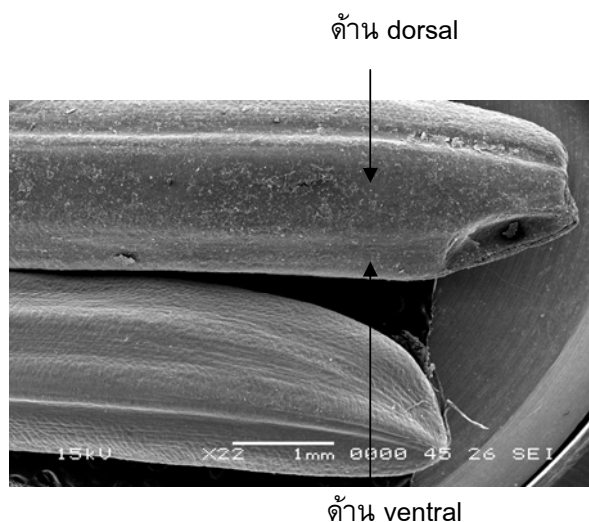
หมายเหตุ : ○ = เมล็ดที่ยังไม่บาน ● = เมล็ดที่บาน
DAH = Day after heading



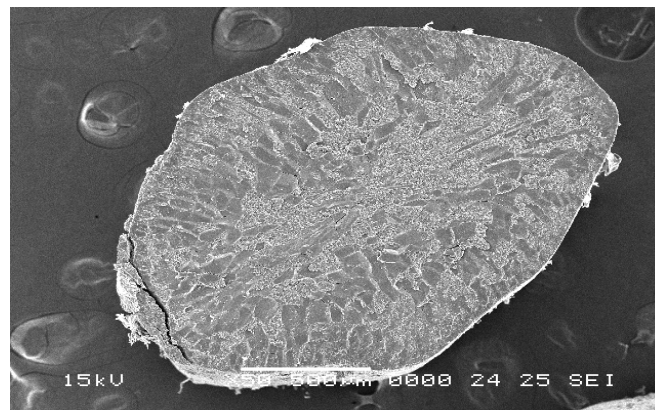
1 = ตำแหน่งปลายรวง 2 = ตำแหน่งกลางรวง 3 = ตำแหน่งโคนรวง

ภาพที่ 93 ปริมาณ 2AP ในเมล็ดข้าวตามการแบ่งตำแหน่งเมล็ดภายในรวง

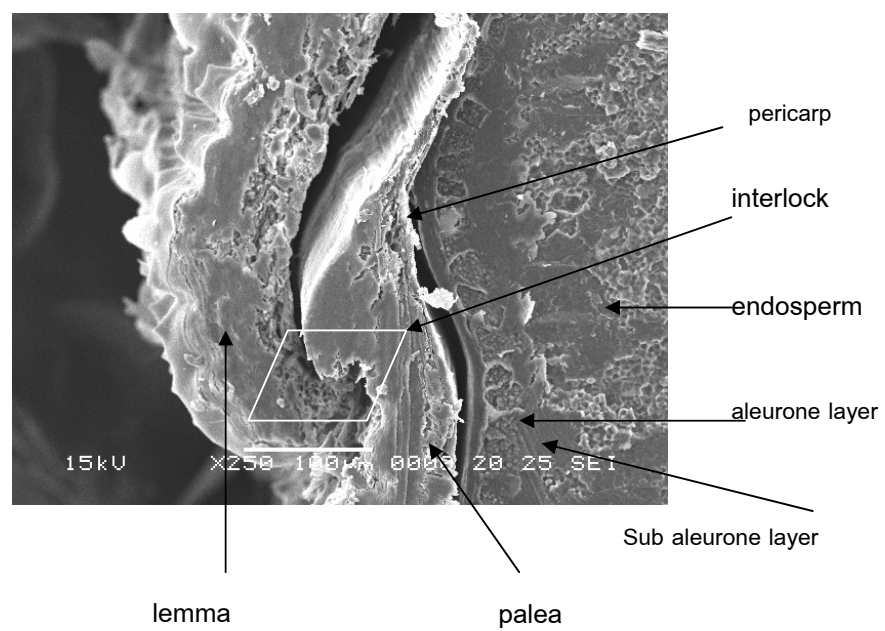
นอกจากนี้ได้มี การศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในสภาพพื้นที่ปลูกที่ต่างกัน และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสัณฐานของข้าวเปลือก กับปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ด ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเก็บ ตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 จากพื้นที่ปลูกทุ่งกุลาร้องไห้ และแปลงนาทดลองของ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวมาทำการ ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในด้านต่าง ๆ ตลอดจนผ่าเมล็ดเป็นภาพตัดตามขวางในส่วนต่างๆ ของ เมล็ดข้าว ลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ภาพที่ 94) ก่อนข้าง ผอม เรียวบาง มีร่องแนวยาวทางด้านหลังเมล็ดข้าว (dorsal) ซึ่งอาจเป็นส่วนสำคัญที่แสดงถึง ขนาดเมล็ดที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดได้ เมื่อผ่าเมล็ดข้าวกล้องด้านขวาง (ภาพที่ 95) จะเห็นถึงลักษณะการจับตัวของเม็ดแบ่งได้อย่างชัดเจน ซึ่งก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจศึกษาความสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดเช่นกัน ส่วนลักษณะทาง กายภาพของเปลือกข้าว (ภาพที่ 96) เห็นได้ชัดเจนถึงตัวล้อระหว่างเปลือกดอก lemma และ palea ที่น่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอมที่จะระเหยไปสู่บรรยากาศ ตลอดจนช่องว่างระหว่าง เปลือกและตัวข้าวกล้องภายใน (ภาพที่ 97) ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ปลูก อย่างชัดเจน โดยที่ลักษณะพื้นที่ผิวเมล็ดข้าวกล้องภายในเปลือก ที่เก็บจากอำเภอท่าตูม จ. สุรินทร์ ซึ่งอยู่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ก่อนข้างเรียกว่าที่อำเภอเมือง จ.ร้อยเอ็ด และอำเภอเมือง จ.ลำปาง ซึ่งจะได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกายภาพทั้งเปลือกข้าวและเมล็ดข้าว กับปริมาณสารหอม 2AP ต่อไป



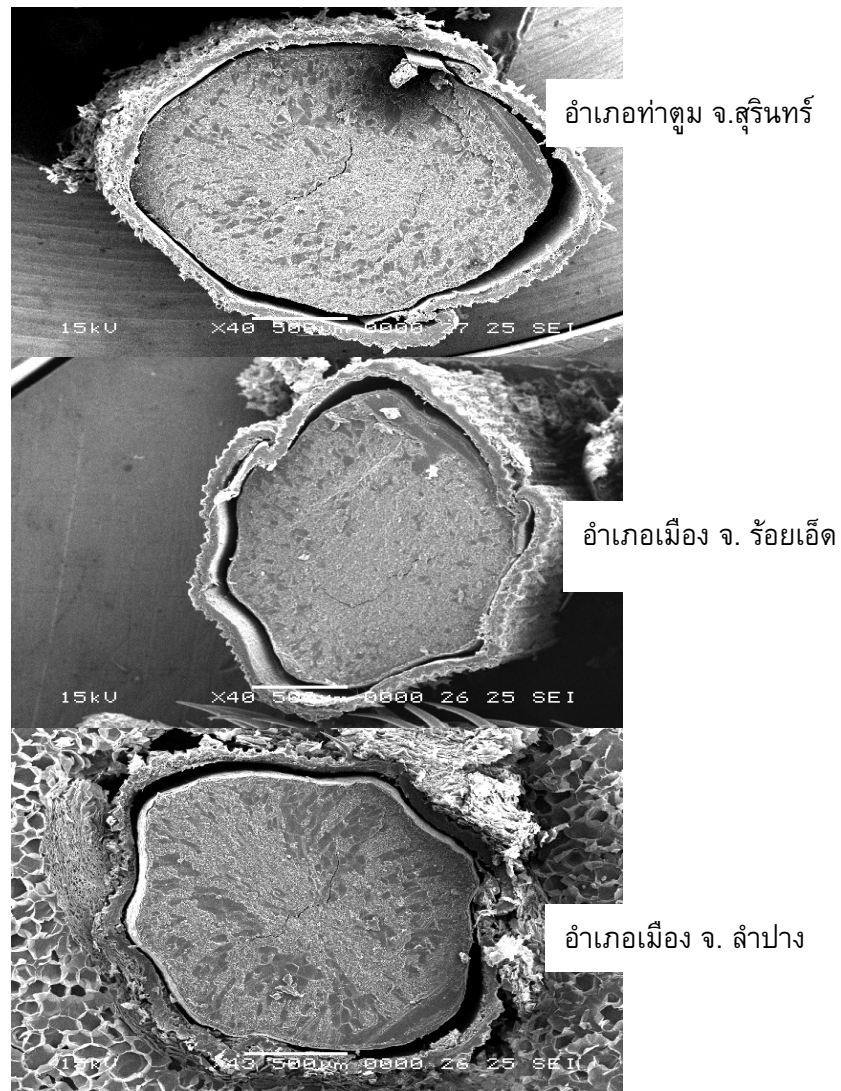
ภาพที่ 94 แสดงส่วนที่เป็น dorsal และ ventral ของเมล็ดข้าวกล้อง



ภาพที่ 95 แสดงภาพหน้าตัดขวางเมล็ดข้าวกล้อง



ภาพที่ 96 interlock ระหว่าง lemma และ palea และองค์ประกอบของเมล็ดข้าว



ภาพที่ 97 รูปตัดขวาง (ตัดบริเวณส่วนกลางของเมล็ด) แสดงให้เห็นความกลมและความลึกของ groove ที่เกิดจากขนาดของ vascular bundle ของ lemma และ palea และ interlock ระหว่าง lemma และ palea ของข้าว

สรุปสาระสำคัญที่ได้จากโครงการวิจัย

1. สภาพพื้นที่ปลูกทั่วไป

1. ปริมาณสารหอมในเมล็ดข้าวภายในพื้นที่ปลูกเขตทุ่งกุลารุ ต่างกัน
2. บางปีปริมาณสารหอมในเมล็ดข้าวในพื้นที่นอกทุ่งกุลารุ สูงไม่ต่างกับในเขตทุ่งกุลารุ แสดงว่าปริมาณสารหอมไม่เฉพาะในสภาพพื้นที่เขตทุ่งกุลารุ
3. ปริมาณสารหอมในข้าวกล้องของแปลงนาหว่าน สูงกว่าแปลงนาดำ เนื่องด้วยมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ต่ำ
4. พื้นที่นาเขตทุ่งกุลารุ เป็นดินทรายอาศัยน้ำฝน เค็มปานกลาง ขาดน้ำบ่อยครั้งในช่วงกล้า (สภาวะเครียดครั้งแรก) จากนั้นอยู่ในสภาพน้ำขังจนถึงช่วงหลังการพัฒนาเมล็ด (สภาวะความเค็มช่วงสุดท้าย)

2. สภาพดินเค็ม

1. การพ่นเกลือแกละที่ระยะกำเนิดช่อรวง ไม่ทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดและใบเพิ่มขึ้น
2. สภาพดินเค็มมาก ทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำ แต่มีปริมาณสารหอมสูงกว่าดินเค็มน้อย
3. สภาพให้น้ำเค็มขังมีผลทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงและ/หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ลดลง

3. สภาวะขาดน้ำ

1. สภาพดินปกติขาดน้ำ มีปริมาณสารหอมสูงกว่าไม่ขาดน้ำ (มีจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่ต่างกัน)
2. สภาพขาดน้ำ (หรือดินทราย) ทำให้คลอโรฟิลล์ทำงานมากขึ้นและปริมาณ proline สูงขึ้น
3. การขาดน้ำ 45 และ/หรือ 100 หลังปลูก ไม่มีผลทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดแตกต่างกัน

4. การเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการสรีระวิทยาและชีวเคมี

1. ปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าว ในรอบวัน เพิ่มขึ้นตั้งแต่เช้า จนถึงสูงสุดในช่วงบ่าย (12.00 -13.00 น.) แล้วลดลงในช่วงเย็น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอัตราการสังเคราะห์แสงของใบข้าว (สูงสุดเวลา 11.00-12.00 น. ซึ่งในช่วงนี้มี stomatal resistance และอุณหภูมิใบต่ำ แต่หลังจากนี้สูงขึ้น, อัตราคายน้ำสูง, F_v / F_m ต่ำสุดในรอบวัน

ข้อมูลสนับสนุนว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอม 2AP ได้แก่

- ในช่วงเวลาบ่าย (12.00-13.00 น.) ที่มีปริมาณสารหอมสูงสุดนั้น ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบสูงขึ้น (ค่า Fv / Fm เพิ่มขึ้นชัดเจน) เนื่องจากอยู่ภายใต้สภาพอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น ปากใบเริ่มปิด อัตราสังเคราะห์เริ่มแสงลดลง แต่ยังมีอัตราการคายน้ำสูงอยู่ (ปริมาณ proline ในใบสูงขึ้นในช่วงบ่าย)

- ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณสารหอม 2AP ในใบ

2. ปริมาณ proline ในรวงข้าวสูงสุดที่ระยะออกรวง (ปรเทศ) สภาพให้น้ำเต็มช่วงตลอด ที่ทำให้ปริมาณ proline ในใบสูงมากทุกระยะ ไม่มีผลต่อปริมาณสารหอมในเมล็ด

3. ผลการศึกษาปริมาณสารหอมในส่วนใบและลำต้น พบว่า

3.1 ปริมาณสารหอมในใบและลำต้น (วิเคราะห์โดยรวม) เพิ่มขึ้นไปตั้งแต่ระยะแตกกอแล้วสูงสุดที่ระยะตั้งท้องเต็มที่ - ออกรวง หลังจากนั้นลดลง (ไม่ขึ้นกับพื้นที่ สภาพให้น้ำขัง หรือดินหมาด) แต่มีรายงานแตกต่างกันว่า ปริมาณสารหอมในใบข้าวสูงสุดช่วงเมล็ดนํ้าม-เมล็ดแบ่งแข็ง

3.2 ปริมาณสารหอมในใบ สูงกว่าในกาบใบและลำต้น (ในทุกสภาพให้น้ำ/น้ำเค็ม)

3.3 ปริมาณสารหอมในใบธงและรวง สูงสุด ที่ระยะเมล็ดเป็นนํ้าม สำหรับใบที่สองและสาม มีปริมาณสารหอมสูงสุดที่ระยะเมล็ดแบ่งอ่อน

3.4 ปริมาณสารหอมในใบที่สาม>ใบที่สอง>ใบธง ในช่วงตั้งแต่ตั้งท้องจนถึงเมล็ดเป็นแบ่งนํ้าม (ทุกใบ โดยเฉพาะใบที่สามและใบที่สอง ลดลงต่ำสุดที่ระยะเมล็ดนํ้าม แล้วจึงเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง) หลังจากนั้นในช่วงเมล็ดแข็งจนถึงเก็บเกี่ยว กลับให้ผลตรงข้ามคือ ปริมาณสารหอมในใบที่สาม<ใบที่สอง<ใบธง

3.5 สภาพปกติให้น้ำขังตลอด หรือขัง 4 วัน หรือน้ำเค็มขัง 4 วัน มีปริมาณสารหอมในใบสูงสุดที่ระยะตั้งท้องเต็มที่ ในขณะที่ สภาพน้ำเค็มขังตลอด มีปริมาณสารหอมในใบสูงสุดที่ระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน

3.6 ปริมาณสารหอมในใบกล้าข้าว (ได้รับแสง 7 วันหลังจากอยู่ในสภาพไม่มีแสง) สูงกว่าสภาพได้แสงปกติ ในขณะที่เดียวกันมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงอย่างมากอีกด้วย

4. ผลการศึกษาปริมาณสารหอม 2AP ในรวงและเมล็ด พบว่า

4.1 ปริมาณสารหอมในรวง เพิ่มขึ้นและสูงสุดในระยะ 50% เมล็ดเป็นนํ้าม คาดว่าหลังจากนั้น มีการระเหยออกไปพร้อมกับความชื้นในเมล็ดที่ลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

4.2 รูปแบบปริมาณสารหอมในเมล็ดในรอบวัน ไม่ใช่รูปแบบการสะสมน้ำหนักแห้งของพืช

- 4.3 ปริมาณสารหอมในเมล็ดที่ส่วนโคนรวง มากที่สุด รองลงมาคือ กลางรวงและปลายรวง ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับลำดับการบานของช่อดอกในรวงข้าว
- 4.4 ปริมาณสารหอมในใบธงและก้านรวง (ใบธง>ก้านรวง) เพิ่มขึ้นหลังระยะออกรวง เช่นเดียวกับเมล็ดในส่วนต่างๆ ในรวง (เริ่มจากโคนรวงก่อน) โดยสูงสุดประมาณ 14 –17 วันหลังออกรวง จากนั้นลดลงไปจนถึงเก็บเกี่ยว ทั้งดินเหนียวและทราย
- 4.5 ปริมาณสารหอมในเมล็ด ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง มากกว่าอุณหภูมิอากาศ (สาวิตร)
- 4.6 การคลุมรวงหลังออกรวง มีผลทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าปกติ เช่นเดียวกับปริมาณ proline
- 4.7 การให้อุณหภูมิสูง 35/25 °C ในช่วง 7-11 วันหลังออกรวง มีผลทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงขึ้น
- 4.8 ปริมาณสารหอมในเมล็ดที่ระยะออกรวงจนถึงเมล็ดเป็นแป้งนุ่ม (ตัวอย่างเมล็ดตามระยะพัฒนา) ไม่แตกต่างกัน แต่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากและสูงสุดที่ระยะเมล็ดแป้งแข็ง รองลงมาคือ ระยะเก็บเกี่ยว

5. วิจัยการหลังการเก็บเกี่ยว

1. ปริมาณสารหอมในข้าวเปลือกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนที่ 2-3

ประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงในการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาคุณภาพความหอมข้าว

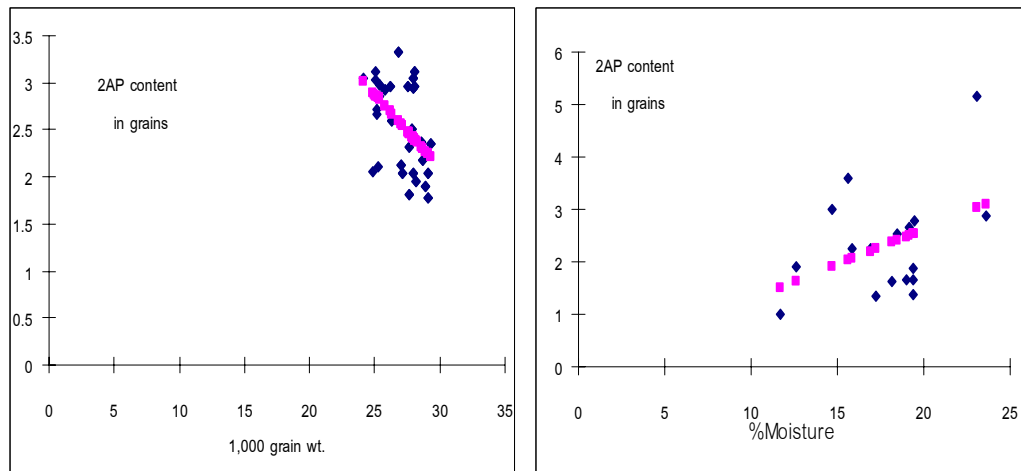
1. ปริมาณสารหอม 2AP ที่วิเคราะห์ได้ เป็นปริมาณสารหอมที่มีอยู่ในส่วนของพีชเท่านั้น อาจมาจากการสังเคราะห์ขึ้นใหม่ รวมกับส่วนที่เหลือจากการระเหยทิ้งไป
2. ตัวอย่างพีชที่นำมาวิเคราะห์ต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่เก็บ เวลา และระยะการเติบโต
3. ความอ่อนไหวของปริมาณสารหอมที่มีอยู่ในเมล็ด เกิดขึ้นตั้งแต่ระยะเมล็ดเป็นน้ำนม (หลังจากระยะดอกบาน) จนถึงสุกแก่ทางสรีระ ส่วนระยะเก็บเกี่ยวนั้น ปริมาณสารหอมในเมล็ดขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และคุณสมบัติขององค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด
4. สภาวะเครียดที่เหมาะสมต่อปริมาณสารหอมในเมล็ดที่มีอยู่หลังระยะออกรวง ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง ช่วงเวลา และระยะการเจริญเติบโตของข้าว (เช่น สภาวะเครียดน้ำ คลุมรวง ตัดใบ บังแสงทรงพุ่ม)
5. เมล็ดข้าวที่นำมาวิเคราะห์ จะต้องบันทึกจำนวนเมล็ดทั้งหมด ก่อนนำไปปดเป็นแป้ง เนื่องจากมีข้อผิดพลาดได้ ถ้าขนาดเมล็ดแตกต่างกัน นอกจากนี้จำเป็นต้องบันทึกความชื้นในแป้งด้วย
6. ขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 1,000 เมล็ด) มีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณสารหอมในเมล็ด แต่ปริมาณความชื้นในเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณสารหอม (ภาพที่ 98)
7. จากผลงานวิจัยของดร.สุกัญญา เป็นที่น่าสนใจว่า ปริมาณสารหอมในใบในแต่ละระยะการเจริญเติบโตพบว่า เพิ่มขึ้น 2 ช่วงคือ เริ่มตั้งแต่ระยะแตกกอไปสูงสุดที่ระยะตั้งท้อง หลังจากนั้นลดลง (ช่วงหลังออกรวงจนถึงเมล็ดแป้งนุ่ม) ต่อจากนั้นเพิ่มขึ้นอีก (แต่ไม่เท่าระยะตั้งท้อง) ที่ระยะเมล็ดแป้งแข็ง แล้วลดลงไปจนถึงระยะสุกแก่ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์แยกตามลำดับใบตั้งแต่ระยะตั้งท้อง-สุกแก่ ได้ผลตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

แสดงว่า ตำแหน่งของใบ และอายุใบข้าวหลังจากระยะตั้งท้อง มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอมในใบ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับ leaf senescence?

ในขณะที่ช่วงตั้งท้องจนถึงเมล็ดแป้งนุ่มนั้น ปริมาณสารหอมในใบ ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอมในเมล็ด แต่ช่วงระยะเมล็ดแป้งแข็ง-สุกแก่ นั้น พบว่า ปริมาณสารหอมในใบและเมล็ดเพิ่มขึ้นและลดลงในทำนองเดียวกัน

อาจเป็นไปได้ที่ major function ของใบในช่วงตั้งท้องจนถึงเมล็ดแป้งนุ่ม คือ rapidly grain filling rate (มีรายงานยืนยัน) ซึ่งไม่ได้มีผลต่อการสังเคราะห์ 2AP ในเมล็ด หรือ สารหอมส่วนใหญ่ระเหยออกเนื่องจากตัวดักจับในเมล็ด (?) ยังน้อยอยู่ หรือเป็นเพียงผลการสังเคราะห์ 2AP จากเปลือกข้าวที่ยังเขียวเท่านั้น (ไม่มี translocated 2AP จากใบ) หลังจากที่มีเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักเมล็ดถึงระดับหนึ่งแล้ว (?) จึงค่อยมีการสลายตัวของโปรตีนและคลอโรฟิลล์ในใบ

ในขณะเดียวกันก็เกิดการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในใบ แล้วลำเลียงไปพร้อมกับ photosynthate ในหลอดสุดท้ายก่อนสุกแก่ (ซึ่งมีรายงานสรุปว่า ช่วงสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดข้าวนั้น มีการสลายตัวของโปรตีน, Rubisco และคลอโรฟิลล์ ในขณะที่ยังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด อยู่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า C และ N metabolism ในช่วงนี้ ไม่เกี่ยวข้องกันเลย)



ภาพที่ 98 ความสัมพันธ์ของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดกับน้ำหนัก 1000 เมล็ดและความชื้นในเมล็ด

ข้อสมมุติฐานที่น่าสนใจ

1. คลอโรฟิลล์ในใบหลังออกรวง มีอิทธิพลทางลบโดยอ้อมต่อปริมาณสารหอมในเมล็ด โดยผ่านทางน้ำหนัก 1,000 เมล็ด
2. การสลายตัวของโปรตีนและคลอโรฟิลล์ในใบ และ/หรือ การเร่งการทำงานของ คลอโรฟิลล์ในใบ ในช่วงหลังของการสะสมน้ำหนักเมล็ด (ระยะเมล็ดแบ่งแข็ง-สุกแก่) มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณสารหอมในเมล็ด
3. ขนาดเมล็ดที่บางเรียว สีแก่แรง ของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 น่าจะศึกษาสาเหตุทำให้ได้ลักษณะนี้ เพราะมีปริมาณสารหอมสูง

ความคิดเห็นเพิ่มเติมจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตามที่คุณผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ความแปรปรวนของลักษณะความหอมที่เกิดขึ้นในข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 นั้น เกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลร่วมกัน ที่ส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดการสังเคราะห์แสงของข้าวที่เป็นแหล่งผลิตคาร์โบไฮเดรตที่จะนำไปสู่การสร้างสารหอมนั้น ความคิดเห็นดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งและได้ใช้เป็นแกนหลักสำคัญในการดำเนินงานวิจัยของโครงการตลอดมา

ความไม่ชัดเจนของผลการทดลองที่เกิดจากการวางแผนวิจัยไม่รัดกุมนั้น คณะผู้วิจัยตระหนักในปัญหาความยากลำบากในการควบคุมสภาพธรรมชาติให้เป็นไปตามสิ่งทดลองในการวิจัย และได้พยายามลดปัญหาดังกล่าว อาทิเช่น ทดลองเฉพาะข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 เพียงพันธุ์เดียวเพื่อลดปัญหาความแปรปรวนทางพันธุกรรม อย่างไรก็ตามแม้จะวางแผนการทดลองไว้เป็นอย่างดีแล้วก็ตาม แต่เนื่องด้วยสภาพอากาศแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ได้ผลการทดลองที่ไม่สามารถชี้ชัดถึงอิทธิพลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการสร้างสารหอมของข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 ได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ผ่านมาพอที่จะมองเห็นแนวทางในการที่จะตั้งประเด็นการศึกษาที่ชัดเจนและถูกทิศทางยิ่งขึ้น ในการบอกถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการเฉพาะที่สามารถกระตุ้นให้ข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 สร้างและสะสมสารหอม 2AP ในเมล็ดได้ในพื้นที่ปลูกนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

จากข้อคิดเห็นว่าผลการศึกษาในโครงการยังไม่สามารถยืนยันถึงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซมีเทนและการสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 นั้น คณะผู้วิจัยของชี้แจงว่า ได้ผลการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารเคมีทั้งสองภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน กล่าวคือ ในสภาพนาดินทราย ที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขความแปรปรวนทั้งความเค็มและระดับให้น้ำในแปลง ให้ผลในทำนองเดียวกันคือ เมล็ดข้าวมีปริมาณสารหอม 2AP สูง แต่พบปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องต้นข้าวน้อยมากหรือไม่มีเลย ในทางตรงกันข้ามกับสภาพดินเหนียวน้ำขังที่พบปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องสูงมาก แต่มีปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดต่ำกว่าสภาพนาดินทรายดังกล่าวอย่างชัดเจน ผลดังกล่าวดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างและสะสมสารหอม 2AP และก๊าซมีเทน อย่างไรก็ตามผลการศึกษายังพบอีกว่าลักษณะรูปแบบการสะสมปริมาณสารหอม 2AP ในใบข้าว และการสะสมปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวในรอบวันมีทิศทางไปในทางเดียวกันคือเป็นลักษณะรูประฆังคว่ำ แต่ปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวมีการสะสมและปลดปล่อยหลายครั้งในรอบวัน ผิดกับการสร้างสะสมปริมาณสารหอม 2AP ที่พบอัตราสูงสุดในช่วงเดียวของรอบวัน อีกทั้งในเวลากลางคืนมีการสร้างและสะสมทั้งสาร 2AP และก๊าซมีเทนน้อยลงมาก นอกจากนี้เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะสุกแก่จะไม่พบการสร้างและสะสมทั้งสาร 2AP และก๊าซมีเทนเลย ดังนั้นจะเห็นว่าทั้งสาร 2AP และก๊าซมีเทนน่าจะมีความสัมพันธ์กับสารสังเคราะห์ (Photosynthate) ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งสมมติฐานเบื้องต้น

ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างและสะสมสารหอม 2AP และก๊าซมีเทน นั้น อาจจะไม่ได้เป็นความสัมพันธ์ทางตรง ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวควรที่จะได้มีการศึกษาต่อไป

ส่วนข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ว่าการศึกษาในโครงการวิจัยนี้จะเป็นการวิจัยแบบ Multidisciplinary ซึ่งในข้อนี้คณะผู้วิจัยเองไม่มีความเห็นขัดแย้ง โดยแนวความคิดการวิจัยของโครงการนี้เริ่มต้นจากการคิดที่เป็นกรอบงานวิจัยเชิงระบบในระดับต้นพืช (plant system) เพื่อพยายามค้นหาเหตุและผลของปัจจัยต่าง ๆ ทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมและปัจจัยการจัดการที่มีต่อระบบพืช เช่นระบบการสังเคราะห์แสง ระบบการส่งถ่ายสารสังเคราะห์ ระบบสัญญาณ และระบบโครงสร้างภายในเมล็ดเป็นต้น ที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับการสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กอปรกับการเข้าร่วมทำงานวิจัยของนักวิจัยในหลายสาขาได้แก่ สาขาเกษตร สาขาเคมี สาขาวิทยาศาสตร์ทางอาหาร และสาขาสรีระของพืช จึงทำให้เห็นว่าการศึกษาดังนี้เน้นไปในการศึกษาวิจัยแบบ Multidisciplinary

ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่ากลยุทธ์การจัดการในขั้นตอนการเพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพความหอมเพิ่มขึ้นหรือสูงสุดนั้น ยังไม่สามารถสรุปข้อมูลชัดเจนในระดับนำไปถ่ายทอดสู่กลุ่มบุคคลเป้าหมายได้ เนื่องจากผลการทดลองที่ได้ช่วงเวลา 3 ปีของโครงการ เป็นเพียงได้ข้อมูลบ่งชี้ถึงผลกระทบของปัจจัยสภาพการปลูกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอมในเมล็ด ซึ่งเป็นข้อสรุปในเชิงสมมุติฐานสำหรับการจัดการปลูกที่คาดว่าจะมีผลต่อการสะสมสารหอมในเมล็ด อย่างไรก็ตามสาระสำคัญทั้งหมดนี้ผู้วิจัยยังพยายามที่จะทำการศึกษาต่อในโครงการระยะที่สองเพื่อทดสอบยืนยันและสรุปผลในรูปแบบการจัดการตลอดฤดูกาลปลูก ซึ่งหลังจากได้ผลเป็นที่ยืนยันชัดเจนแล้ว ยังจำเป็นต้องนำไปขยายผลในไร่นาแปลงใหญ่ในหลายพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการพัฒนางานวิจัยไปสู่ระดับ adaptive research จนเป็นแน่ใจแล้วจึงจะนำไปถ่ายทอดสู่กลุ่มเป้าหมายดังกล่าวได้

องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยในโครงการนั้น คณะผู้วิจัยได้ตระหนักเป็นอย่างดีและได้ข้อสรุปว่าจะไม่มีการเปิดเผยผลการศึกษาโดยเฉพาะการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารต่างประเทศ ทั้งนี้การเปิดเผยผลงานวิจัยในแต่ละเรื่อง ผู้วิจัยจะต้องได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก สกว. ก่อนทุกครั้งที่จะนำเสนอสู่สาธารณะ โดยเฉพาะทางสื่อสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการ และการนำเสนอในการประชุม