



ปัญหาพิเศษ

การประเมินการทนแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8
จากคู่ผสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน ด้วยวิธีงดให้น้ำ

**Evaluation of Drought Tolerance of F_8 Lines Derived from
Crosses between Upland and Lowland Rice under Unwatered Condition**

พงศธร อึ้งป้อง

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

..... ฟิสิกส์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินการทนแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 จากกลุ่มสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน
ด้วยวิธีงดให้น้ำ

Evaluation of Drought Tolerance of F_8 Lines Derived from Crosses between
Upland and Lowland Rice under Unwatered Condition

นามผู้วิจัย พงศธร อึ้งป้อง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(..... วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

(..... รองศาสตราจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาริชาติ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2565

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินการทนแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 จากกลุ่มผสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน
ด้วยวิธีงดให้น้ำ

Evaluation of Drought Tolerance of F_8 Lines Derived from Crosses between Upland and
Lowland Rice under Unwatered Condition

โดย

พงศธร อึ้งป้อง

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

พงศธร อึ้งป่อง 2565: การประเมินการทนแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 จากกลุ่มผสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวนด้วยวิธีงดให้น้ำ ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: วีรชัย มัชยัสถ์ถาวร, ประ.ศ. 56 หน้า.

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและเกิดฝนทิ้งช่วง ซึ่งทำให้เกิดสภาวะแล้งที่เกิดจากปริมาณฝนไม่เพียงพอหรือฝนไม่ตกตามฤดูกาล ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในเขตนาน้ำฝน ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง สภาวะแล้งจึงเป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตข้าวในประเทศไทย ดังนั้นควรเพิ่มความต้านทานต่อสภาวะแล้งในข้าวโดยการพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ทนทานต่อสภาวะแล้ง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการทนต่อสภาพแล้งของสายพันธุ์ข้าวลูกชั่วที่ 8 ของกลุ่มผสมระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน ด้วยวิธีงดให้น้ำ โดยได้ปลูกสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 จำนวน 15 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ในโรงเรือนทดลอง เมื่อถึงระยะแตกกอ (หลังปลูก 30 วัน) งดให้น้ำต้นข้าว และเก็บข้อมูลลักษณะการม้วนของใบทุก 2 วัน ผลการทดลองพบว่าหลังงดให้น้ำที่ 16 วัน ส่งผลให้สายพันธุ์ KU1002-4-1 ของกลุ่มผสม PLG x SPR3 มีอาการใบม้วนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 8.33 ส่วนสายพันธุ์ KU1001-7-1 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 มีอาการใบม้วนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.00 แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ดังกล่าวมีศักยภาพในการทนต่อสภาวะแล้งได้ดี ซึ่งจะได้นำไปทดสอบในสภาพไร่ต่อไป

พงศธร

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

ABSTRACT

Phongsathon Aungpong. 2022: Evaluation of Drought Tolerance of F_8 Lines Derived from Crosses between Upland and Lowland Rice under Unwatered Condition. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Weerachai Matthayathawon, Ph.D. 56 pages.

Global climate change as a result, there is a change in rainfall and dry spell. Drought caused by insufficient rainfall or delayed. Thus, rice field under rainfall was affected that rice yield was decreased. Drought was a major problem in rice production in Thailand. Therefore, drought resistance should be increased by rice development to drought tolerance. The objective of this experiment was to evaluate drought tolerance of F_8 lines derived from crosses between upland and lowland rice under unwatered condition. The F_8 including 15 lines and 4 check varieties were planted in green house. At the tillering stage (30 days after planting), was unwatered. Every 2 days was collected leaf roll characteristics. The results showed that unwater after 16 days; KU1002-4-1 (PLG x SPR3) was highest average leaf roll as 8.33, on the other hand KU1001-7-1 (PLG x CNT1) was lowest average leaf roll as 3.00. Therefore, this line was well potential drought tolerance. Next step will be tested in upland condition.

Phongsathon

Student's signature

WM

Special Problem Advisor's signature

7 / 11 / 2022

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิรัช มัชฌิ์ถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือทั้งด้านการทำปัญหาพิเศษ ด้านการเรียน การทำงาน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัยนี้ และแก้ไขปัญหาค้นคว้าฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาพืชไร่นาที่ให้สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัยของปัญหาพิเศษ

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวที่คอยช่วยเหลือในทุก ๆ สิ่ง อีกทั้งให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิจัยและการศึกษามาตลอด จนทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจ และมีความสุขจนทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จ

พงศธร อึ้งป้อง

พฤศจิกายน 2565

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	27
สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย	30
ผลและวิจารณ์	31
สรุป	36
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	37
ภาคผนวก	43
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน	32
2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน	33
3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน	34
ตารางผนวกที่	
1 ระดับใบม้วนของพันธุ์และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 2 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	20
2 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 3 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	21
3 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 4 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	22
4 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 5 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	23
5 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 6 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	24
6 ลักษณะต้นข้าวด้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 7 ของ คู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3	25
7 เตรียมดิน	27
8 การเพาะเมล็ด	27
9 ปลูกรูข้าวที่เพาะไว้ลงกระถาง	28
10 ใส่ปุ๋ยที่ผสมแล้วลงในการถาง	28
11 เริ่มการทดสอบ (ก) เทน้ำออกจากกระถางและงดให้น้ำต้นข้าว (ข) เก็บข้อมูลระดับการม้วนของใบข้าวทุก 2 วันหลังการงดให้น้ำ	29
12 ระดับของใบม้วนเฉลี่ยของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน	35

การประเมินการทนแล้งของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 จากกลุ่มสมระหว่างข้าวไร่กับข้าวนาสวน ด้วยวิธีหาค่าให้น้ำ

Evaluation of Drought Tolerance of F₈ Lines Derived from Crosses between Upland and Lowland Rice under Unwatered Condition

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นอาหารของคนไทย และยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมาก พันธุ์ข้าวนาสวนในประเทศไทยให้ผลผลิตได้ตั้งแต่ 467-1004 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนพันธุ์ข้าวไร่ในประเทศไทยให้ผลผลิตได้ตั้งแต่ 210-456 กิโลกรัม/ไร่ (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2565) สาเหตุที่ผลผลิตต่อไร่ของข้าวไร่ต่ำกว่าข้าวนาสวน มาจากสภาพพื้นที่ปลูก โดยข้าวไร่เป็นข้าวที่ปลูกในที่ดอนตามไหล่เขา ไม่สร้างคันเก็บน้ำ และไม่มีน้ำขัง โดยจะอาศัยน้ำฝนและน้ำค้างตามธรรมชาติ ส่วนข้าวนาสวนเป็นข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่มทั่วไป มีน้ำขังหล่อเลี้ยงข้าวตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (ประสูติ, 2524; จำรัส, 2534) ซึ่งความแปรปรวนของน้ำ เนื่องจากปริมาณและการกระจายของน้ำฝนมีความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ข้าวไร่ได้รับผลกระทบจากสภาวะแห้งแล้งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวในสภาพไร่ พิระยศ และอนันต์ (2539) ศึกษาผลการขาดน้ำต่อผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 รายงานว่า การขาดน้ำในทุกระยะการเจริญเติบโตทำให้ผลผลิตลดลงระหว่าง 13.7-37.7% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ขาดน้ำตลอดการเจริญเติบโต IRRI (2009) รายงานว่าพื้นที่ปลูกข้าวทั่วโลกประมาณ 70% เริ่มได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้งมากขึ้นเนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่อาศัยเฉพาะน้ำฝนโดยเฉพาะพื้นที่ปลูกซึ่งเป็นที่สูง

ปัญหานี้แล้งนั้นสามารถแก้ไขได้โดยการพัฒนาแหล่งน้ำชลประทานให้มีความเพียงพอต่อความต้องการ เช่น การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำหรือบ่อน้ำ การปลูกพืชอายุเก็บเกี่ยวสั้น พืชที่ใช้ให้น้อย เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง และพืชผัก รวมถึงการใช้พันธุ์ข้าวที่ต้านทานต่อสภาพแล้งปลูกในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อสภาพแล้งจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนและต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อสร้างพันธุ์ข้าวที่สามารถต้านทานต่อสภาพแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์เดิมหรือสูงกว่าพันธุ์เดิมที่ใช้ปลูกกันอยู่ในปัจจุบัน การปลูกข้าวพันธุ์

ด้านทานต่อสภาพแล้งนอกจากจะช่วยแก้ปัญหาความเสียหายที่ต้นข้าวจะได้รับเนื่องจากความแล้งแล้ว ยังจะส่งผลให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้เต็มพื้นที่ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวให้สูงขึ้น ตลอดจนเป็นการใช้พื้นที่ให้เต็มศักยภาพ เพิ่มขีดความสามารถการผลิตข้าว และยังส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความสามารถในการทนต่อสภาพแล้งของสายพันธุ์ข้าวลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของข้าว

ข้าวเป็นพืชที่เพาะปลูกไว้ใช้เป็นอาหารหลักของคนไทยมาอย่างยาวนาน ที่พบร่องรอยทางประวัติศาสตร์มาไม่น้อยกว่า 5,500 ปี ซึ่งมีหลักฐานจากเครื่องปั้นดินเผาที่มีแถบข้าวกับดินผสมกัน อยู่ในเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านเชียง อำเภอโนนนกทา และตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง และยังขุดพบเมล็ดข้าวเหนียว ที่ถ้ำปุงสูง จังหวัดแม่ฮ่องสอนอีกด้วย นอกจากนี้ข้าวยังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากในปี 2564 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวประมาณ 71.163 ล้านไร่ มีผลผลิต 31.68 ล้านตัน (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2565) และส่งออกข้าวถึง 5.734 ล้านตัน มูลค่า 107,758.36 ล้านบาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2565)

2. ชนิดของข้าว

ข้าว หมายถึง เมล็ดของพืชพวกหญ้าวงศ์ Gramineae ปลูกมากในแถบเขตร้อน มีชนิดใหญ่ 2 ชนิด คือ ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว (อรอนงค์, 2539) มีลำต้นเป็น ไม้เนื้ออ่อน จัดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุเพียง 1 ปี (annual grass) ข้าวเป็นพืชชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) มีระบบรากเป็นรากฝอย (Fibrous root system) สามารถเจริญเติบโตได้ในลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศทั้งในเขตร้อน (Tropical zone) และเขตอบอุ่น (Temperate zone) ตั้งแต่ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขังจนถึงพื้นที่สูงตามไหล่เขา ทำให้ข้าวมีความหลากหลายชนิด ที่แพร่ไปทั่วโลกอย่างน้อย 23 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิด ที่มนุษย์ปลูกเพื่อบริโภค คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud) ที่เหลืออีก 21 ชนิด จัดเป็นข้าวป่า (wild rice) (จำรัส, 2534; อรอนงค์, 2542; สงกรานต์, 2544) โดยข้าวเอเชียจำแนกตามลักษณะได้ดังนี้

2.1. จำแนกตามความยาวของเมล็ด

2.1.1. ข้าวเมล็ดสั้น มีความยาวเมล็ดน้อยกว่า 5.50 มม.

2.1.2. ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง มีความยาวเมล็ดระหว่าง 5.51-6.60 มม.

2.1.3. ข้าวเมล็ดยาว มีความยาวเมล็ดระหว่าง 6.61-7.50 มม.

2.1.4. ข้าวเมล็ดยาวมาก มีความยาวเมล็ดมากกว่า 7.50 มม. ขึ้นไป

2.2. จำแนกตามรูปร่างเมล็ด

2.2.1. ข้าวเมล็ดเรียวยาว มีความยาว/ความกว้าง มากกว่า 3.0 มม. ขึ้นไป

2.2.2. ข้าวเมล็ดค่อนข้างป้อม มีความยาว/ความกว้างระหว่าง 2.1-3.0 มม.

2.2.3. ข้าวเมล็ดป้อม มีความยาว/ความกว้าง น้อยกว่า 2.1 มม. ลงมา

2.3. จำแนกตามสภาพภูมิอากาศ และสายพันธุ์

2.3.1. กลุ่มข้าวอินดิกา (indica) ได้แก่ ข้าวเมล็ดยาว หรือยาวปานกลาง ปลูกทั่วไปบริเวณเขตร้อน เช่น ไทย อินเดีย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น

2.3.2. กลุ่มข้าวจาปอนิกา (japonica) ได้แก่ ข้าวเมล็ดสั้น ปลูกทั่วไปบริเวณเขตกึ่งร้อน เขตอบอุ่น และเขตที่มีอากาศเย็น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือ เป็นต้น

2.3.3. กลุ่มข้าว javanica ได้แก่ ข้าวที่มีลักษณะระหว่างข้าวอินดิกา และจาปอนิกา เมล็ดสั้น ปลูกบริเวณเส้นศูนย์สูตร เช่น อินโดนีเซีย และพม่า เป็นต้น

2.4. จำแนกตามสภาพพื้นที่ปลูก

2.4.1. ข้าวไร่ คือข้าวที่ปลูกในที่ดอนตามไหล่เขา และไม่มีน้ำขัง โดยอาศัยน้ำฝนและน้ำค้างตามธรรมชาติ ต้นข้าวสูงประมาณ 130-150 เซนติเมตร ในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกมากที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ แต่มีพื้นที่เพาะปลูกไม่มากนัก

- 2.4.2. ข้าวนาสวน คือข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่มทั่วไป มีน้ำขังหล่อเลี้ยงข้าวตั้งแต่ปลูก จนถึงเก็บเกี่ยวสูงประมาณ 5-50 เซนติเมตร ต้นข้าวสูงประมาณ 120 เซนติเมตรขึ้นไป ปลูกทั่วประเทศไทย
- 2.4.3. ข้าวทนนํ้าลึก คือข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มมาก มีน้ำขังตั้งแต่ 51 เซนติเมตรขึ้นไป จนถึง 2-3 เมตร ในสภาพน้ำไม่ขังต้นข้าวจะสูง 120-150 เซนติเมตร ถ้ามีน้ำขัง ลึกถึงลึกมากต้นข้าวจะสูงถึง 2-3 เมตร เพราะมีความสามารถในการยืดปล้อง ได้ดี พบปลูกมากในภาคกลางของประเทศไทย
- 2.4.4. ข้าวนาเมือง หรือ ข้าวขึ้นน้ำ หรือ ข้าวฟางลอย คือข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มและลึก มาก ต้นข้าวมีความสูงตั้งแต่ 150 เซนติเมตรขึ้นไป ถ้าในที่ลึกมากๆ ต้นข้าวอาจ สูงได้ถึง 5-6 เมตร เพราะมีความสามารถในการยืดปล้องหนีน้ำได้ดีมาก พบ ปลูกมากในภาคกลางของประเทศไทย (ประสูติ, 2524; จำรัส, 2543)

3. วิธีการทำนา

ข้าวที่มีสภาพนิเวศพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันไปทั้งข้าวไร่และข้าวนาสวน ซึ่งมีวิธีการปลูกที่ แตกต่างกัน ดังนี้

- 3.1. ปลูกแบบสภาพไร่หรือข้าวไร่ (upland rice) ปลูกในพื้นที่ดอนตามไหล่เขา ไม่มีคันกัน น้ำในแปลงปลูก ส่วนใหญ่จะเตรียมดินโดยการถางวัชพืชหรือพืชอื่นก่อนแล้วเตรียม ดิน แล้วจึงปลูกข้าว พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่มีความลาดชันตั้งแต่ 5-60 องศา อาศัยความชื้น จากน้ำฝนในการเจริญเติบโต โดยการปลูกแบ่งได้ 3 วิธี ได้แก่

- 3.1.1. ปลูกแบบหยอดเป็นหลุม เป็นวิธีการปลูกหลังเตรียมดิน ใช้ไม้ปลายแหลม กระทุ้งดินหรือใช้เสียมขุดเป็นหลุมเล็กๆลึก 2-3 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่าง ต้นและแถวประมาณ 25-30 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้าวลงหลุม หลุมละ 5-8 เมล็ด ถ้าพื้นที่ปลูกลาดชันมาก ไม่ควรกลบหลุมเพราะดินกลบหลุมจะแน่น เกินไปเมื่อมีฝนตก ในพื้นที่ลาดชันน้อยกว่า 5 องศาให้ใช้กิ่งไม้ลากผ่านเพื่อ กลบหลุม การปลูกแบบหยอดเป็นหลุมเป็นวิธีการพบเห็นทั่วไปและเกษตรกร

นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากกำจัดวัชพืชและดูแลรักษาได้ง่าย การปลูกวิธีนี้ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 6-8 กิโลกรัม

3.1.2. ปลูกแบบโรยเป็นแถว เป็นวิธีที่ต้องเตรียมดินแบบประณีต โดยต้องให้น้ำดินสม่ำเสมอ จึงใช้ไม้หรือคราดขีดน้ำดินให้เป็นร่อง ระยะห่างระหว่างแถวหรือร่องประมาณ 25-30 เซนติเมตร แล้วโรยเมล็ดข้าวลงร่องให้สม่ำเสมอในพื้นที่ลาดชันควรทำร่องขวางทางลาดชัน เพื่อดักตะกอนดินที่ไหลลงมาเมื่อฝนตก การปลูกวิธีนี้ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 10-15 กิโลกรัม

3.1.3. ปลูกแบบหว่าน การปลูกด้วยวิธีนี้เหมาะสมกับพื้นที่ลาดชันน้อยหรือพื้นที่ราบ การเตรียมดินควรสับให้ละเอียด แล้วปรับสภาพพื้นที่ให้น้ำดินให้มีความสม่ำเสมอ จึงจะหว่านเมล็ดข้าวลงไปและควรคราดหรือกลบดิน เพื่อให้เมล็ดข้าวได้รับความชื้นจากดิน ป้องกันนกและแมลงศัตรูข้าว การปลูกวิธีนี้ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัม (เทคโนโลยีการปลูกข้าวไร่อย่างยั่งยืน, 2555)

3.2. ข้าวนาสวนมีวิธีการปลูกที่แตกต่างกันตามแต่ละท้องถิ่น โดยมีวิธีปลูกดังนี้

3.2.1. การทำนาค้า เป็นวิธีที่มีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะไว้ในแปลงใ้ห้งอกเป็นต้นกล้า จากนั้นนำต้นกล้าที่พร้อมสำหรับปักดำไปปักดำลงในแปลงที่ได้เตรียมไว้เพาะปลูก โดยการปักดำมีวิธีการใช้แรงงานคนและการใช้เครื่องจักร

3.2.2. นาหว่าน แบ่งเป็นการหว่านข้าวแห้งและข้าวงอก โดยแตกต่างกันที่การใช้เมล็ดในการหว่าน ส่วนวิธีการหว่านเป็นวิธีเหมือนกันโดยการนำเมล็ดข้าวหว่านลงไปในพื้นที่ที่ได้รับการเตรียมดินไว้แล้ว จะมีการหว่านในนาที่เป็นสภาพตมที่มีน้ำ และสภาพนาที่แห้งอยู่ เมื่อหว่านต้องมีการคราดหรือกลบดิน ใช้เมล็ดพันธุ์ 15-20 กิโลกรัม/ไร่

3.2.3. โยนกล้า เป็นวิธีการที่มีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะไว้ในถาดเพาะกล้าใ้ห้งอกเป็นต้นกล้า จากนั้นนำต้นกล้าที่ส่วนรากมีดินติดที่บริเวณรากโยนลงในแปลงที่ได้เตรียมไว้ โดยใช้แรงงานคนในการโยน (กรมการข้าว, 2565)

ชนะศักดิ์ (2543) รายงานว่าข้าวขึ้นน้ำเป็นข้าวที่ปลูกในพื้นที่เขตน้ำธรรมชาติ ที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ จะใช้วิธีการหว่านข้าวแห้งหลังจากการเตรียมดินไว้แล้ว โดยเกษตรกรร้อยละ 78 หว่านช่วงเดือนเมษายนและมิถุนายน ส่วนเกษตรกรที่เหลือจะหว่านในช่วงเดือนพฤษภาคม แต่ถ้าวการปลูกช่วงเมษายนและมิถุนายนมีปัญหาเกี่ยวกับฝน หรือในพื้นที่ดำมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำท่วม ถ้ามีปัญหาเรื่องการควบคุมน้ำก็อาจจะมีการเพาะกล้าแล้วนำไปปักดำเพิ่มเติมได้ เมื่อปลูกได้ประมาณ 2-3 เดือนระดับน้ำจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนกันยายนเป็นต้นไป ต้นข้าวจะสามารถยึดปล้องเพื่อให้ส่วนยอดอยู่เหนือผิวน้ำ การเพิ่มของระดับน้ำมักจะสิ้นสุดในช่วงพฤศจิกายน ทำให้ช่วงเดือนธันวาคมระดับน้ำจะลดลงอย่างต่อเนื่องและเป็นช่วงออกดอกของข้าวขึ้นน้ำ เมื่อถึงเดือนมกราคมข้าวก็จะอยู่ในช่วงเก็บเกี่ยว ดังนั้นข้าวขึ้นน้ำจึงปลูกได้ปีละครั้งเท่านั้น

4. การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของประเทศไทย

4.1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิ พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติประมาณ 1.1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดในรอบ 69 ปี (พ.ศ. 2494-2562) โดยปีที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 4 ลำดับถัดมา คือ ปี พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2541 พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นปีที่ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ ENSO โดยเฉพาะ ปี พ.ศ. 2558 พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2541 เป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง

ปรากฏการณ์เอลนีโญกำลังอ่อนเริ่มพัฒนาตัวมาตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2561 และปรากฏต่อเนื่องมาจนถึงในช่วงครึ่งแรกของปี พ.ศ. 2562 ทำให้ปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติตลอดทั้งปี โดยเฉพาะฤดูร้อนในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมที่พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและ ภาคตะวันออกมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติมากส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีของประเทศไทยในปีนี้สูงกว่าค่าปกติในทุกภาคและสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย โดยอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ ประมาณ 1.18 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ 1.19 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ 0.94 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาในแต่ละพื้นที่พบว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติมากกว่าพื้นที่อื่น โดยมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ 1.49 และ 1.42 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนภาคกลางและภาคตะวันออกมี

อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติ 1.07 และ 1.00 องศาเซลเซียส สำหรับภาคใต้ทางฝั่งตะวันตกของภาคมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ 0.79 องศาเซลเซียสสูงกว่าทางฝั่งตะวันออกที่สูงกว่าค่าปกติ 0.66 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยพบว่าสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคอยู่ในช่วงระหว่าง 0.71-1.51 องศาเซลเซียส โดย บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่นอยู่ในช่วง 1.47-1.51 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของปีนี้สูงกว่าค่าปกติในทุกภาคเช่นกัน โดยเฉพาะประเทศไทยตอนบนที่สูงกว่าค่าปกติชัดเจนระหว่าง 0.91-1.27 องศาเซลเซียส ส่วนภาคใต้อุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ย 0.65-0.70 องศาเซลเซียส

4.2. พิจารณาเป็นรายฤดู พบว่า

ฤดูหนาวต้นปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากบริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยตอนบนและแผ่เสริมลงมาเป็นระยะ ๆ แต่ส่วนใหญ่มีกำลังอ่อนถึงกำลังปานกลางและแผ่ไปทางตะวันออกปกคลุมบริเวณทะเลจีนใต้ ทำให้บริเวณประเทศไทยมีอากาศเย็นในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับมีอากาศหนาวส่วนมากทางตอนบนของภาค ส่วนภาคอื่น ๆ มีอุณหภูมิลดลงจนมีอากาศเย็น หลายพื้นที่ในช่วงต้นเดือนมกราคมและปลายเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงที่บริเวณความกดอากาศสูงที่แผ่ลงมาปกคลุมมีกำลังแรงและแผ่เสริมลงมาปกคลุมอย่างต่อเนื่อง โดยอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวต้นปีสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคอย่างชัดเจน โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกที่มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติมากอยู่ในช่วง 2.32-3.25 องศาเซลเซียส ส่วนภาคใต้อุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ 1.59-1.75 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดโดยภาพรวมของประเทศไทยในช่วงฤดูหนาวต้นปีสูงกว่าค่าปกติ 2.50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำที่สุดในช่วงนี้วัดได้ 11.8 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 และที่อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 สำหรับบริเวณเทือกเขา ยอดดอยและยอดภูมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดอุณหภูมิต่ำสุดบริเวณยอดดอยได้ 0.8 องศาเซลเซียส ที่กิ่วแม่ปาน ดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2562

ฤดูหนาวปลายปี พ.ศ. 2562 บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนและแผ่เสริมลงมาเป็นระยะ ๆ ทำให้มีอากาศเย็นส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมที่อุณหภูมิลดลงจนมีอากาศ

หนาวเย็นชัดเจน เนื่องจากบริเวณความกดอากาศสูงจาก ประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมอย่างต่อเนื่อง ตลอดเดือนและมีกำลังแรงเป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะในช่วงต้นเดือนมกราคมซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิ ลดลงมากและมีอากาศหนาวทั่วไปกับมีอากาศหนาวจัดหลายพื้นที่ในภาคเหนือและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงภาคอื่น ๆ ก็มีอากาศหนาวเย็นอย่างต่อเนื่องในช่วงดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ตามอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงปลายปียังคงสูงกว่าค่าปกติในทุกภาค โดยเฉพาะบริเวณภาคกลาง และภาคตะวันออกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติอยู่ในช่วง 1.09-1.12 องศาเซลเซียส ส่วนภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ 0.33 และ 0.88 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับภาคใต้มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติทั้งสองฝั่ง โดยฝั่งตะวันออกของภาคสูงกว่าค่าปกติ 0.64 องศาเซลเซียส และฝั่งตะวันตกของภาคสูงกว่าค่าปกติ 0.60 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย โดยภาพรวมของประเทศไทยในช่วงปลายปีสูงกว่าค่าปกติ 0.86 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด ในช่วงปลายปีวัดได้ 6.3 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม อุณหภูมิ ยอดดอยต่ำที่สุด -1.5 องศาเซลเซียส ที่ แม่ป่าน ดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2562

ในช่วงฤดูร้อนปี พ.ศ. 2562 บริเวณประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวตลอดช่วงฤดู เนื่องจาก หย่อมความกดอากาศต่ำ จากความร้อนปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ เกือบตลอดช่วงฤดูโดยเฉพาะในเดือนเมษายนต่อเนื่องถึงต้นเดือนพฤษภาคมที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของ ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวโดยทั่วไปและมีอากาศร้อนจัดต่อเนื่องในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะ บริเวณภาคเหนือที่มีอากาศร้อนจัดต่อเนื่องยาวนานกว่า 4 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม บริเวณความกด อากาศสูงจากประเทศจีนได้แผ่ลงมาปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็น ระยะ ๆ ประกอบกับมีลมใต้และลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน รวมทั้งมี คลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตก เคลื่อนผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในบางช่วง ทำให้ บริเวณประเทศไทยมีฝนและมีรายงานพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและลูกเห็บตกในช่วง ดังกล่าว โดยปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อนสูงกว่าค่าปกติในทุก ภาค โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่สูงกว่าค่าปกติชัดเจนมากกว่า 2.0 องศาเซลเซียส ส่วนภาคอื่นๆ สูงกว่าค่าปกติอยู่ในช่วง 1.02-1.60 องศาเซลเซียสและโดยเฉลี่ยทั้งประเทศ สูงกว่าค่าปกติ 1.79 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูร้อนปี พ.ศ. 2562 วัดได้ 44.2 องศาเซลเซียส ที่ อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง เมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2562

ในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 บริเวณประเทศไทยมีฝนตกต่อเนื่องในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม แต่หลายพื้นที่ ของประเทศไทยยังคงมีอากาศร้อน โดยเฉพาะบริเวณประเทศไทยตอนบนที่มีอากาศร้อนเป็นช่วง ๆ ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยในเดือนพฤษภาคมยังคงมีอากาศร้อนจัดในหลายพื้นที่ของภาคเหนือ และมีอากาศร้อน ต่อเนื่องเป็นช่วงๆ กับมีอากาศร้อนจัดในบางพื้นที่ ในระหว่างเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม โดยฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคอยู่ในช่วง 0.51-1.04 องศาเซลเซียสและโดยเฉลี่ยทั้งประเทศสูงกว่าค่าปกติ 0.87 องศาเซลเซียสอุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูฝนปี 2562 วัดได้ 42.5 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดน่าน เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

4.3. ฝน

พ.ศ. 2562 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูต่าง ๆ ต่ำกว่าค่าปกติ เว้นแต่ฤดูหนาวต้นปีที่ปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติชัดเจนในบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ในเดือนมกราคมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยตอนบนแทบไม่มีรายงานฝนตก เว้นแต่ภาคเหนือที่มีฝนในช่วงวันที่ 7-9 มกราคม พ.ศ. 2562 ที่ได้รับอิทธิพลของคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกที่เคลื่อนเข้าปกคลุมภาคเหนือ ส่วนภาคใต้ฝนส่วนมากทางจากฝั่งตะวันออกของภาค ที่ได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ โดยเฉพาะในช่วงวันที่ 3-5 มกราคม พ.ศ. 2562 ที่ได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อน “ปาบึก” (PABUK, 1901) ที่เคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2562 แล้วเคลื่อนผ่านจังหวัดกระบี่ก่อนจะอ่อนกำลังเป็นพายุดีเปรสชันปกคลุมบริเวณจังหวัดพังงา พายุนี้นี้เป็นพายุลูกแรกที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในปี พ.ศ. 2562 และเป็นพายุลูกแรกที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในเดือนมกราคม อิทธิพลจากพายุลูกนี้ทำให้มีฝน ตกหนาแน่นเป็นบริเวณกว้าง ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในหลายพื้นที่ของภาคใต้ในช่วงวันที่ 3-5 มกราคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งมีรายงานคลื่นลมแรงและคลื่นซัดฝั่งในช่วงดังกล่าว สำหรับเดือนกุมภาพันธ์บริเวณประเทศไทยมีฝนน้อยเว้นแต่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีฝนกับฝนหนักบางพื้นที่ในบางวันในช่วงกลางเดือนและปลายเดือนจากคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกที่เคลื่อนผ่านบริเวณดังกล่าว โดยปริมาณฝนรวมในช่วงฤดูหนาวต้นปีของประเทศไทยสูงกว่าค่าปกติในบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ ส่วนบริเวณอื่นๆมีปริมาณฝนรวมต่ำกว่าค่าปกติ

สำหรับฝนในช่วงฤดูร้อน บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนน้อย แต่อย่างไรก็ตามจากอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนเป็นระยะ ๆ ประกอบกับมีลมใต้ และลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบนรวมถึงคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันตกที่เคลื่อนเข้าปกคลุมภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนในบางช่วง ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนกับฝนฟ้าคะนองเป็นระยะ ๆ ในช่วงปลายเดือนมีนาคมและในช่วงต้นเดือนและปลายเดือนเมษายน โดยเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีรายงานฝนและฝนหนักถึงหนักมากในบางพื้นที่ สำหรับเดือนพฤษภาคมปริมาณและการกระจายของฝนเพิ่มมากขึ้นในทุกพื้นที่ ส่วนภาคใต้มีฝนน้อยในช่วงฤดูร้อนและหลายพื้นที่ที่ไม่มีรายงานฝนตกต่อเนื่องติดต่อกัน มีเพียงในช่วงปลายเดือนมีนาคมที่มีฝนเพิ่มขึ้นจากลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมภาคใต้มีกำลังแรงขึ้น เช่นเดียวกับเดือนเมษายนที่มีฝนตกเป็นช่วง ๆ จากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้ และเมื่อเข้าสู่เดือนพฤษภาคมปริมาณและการกระจายของฝนในภาคใต้เพิ่มขึ้น เนื่องจากลมตะวันตกเฉียงใต้ได้พัดปกคลุมทะเลอันดามันและภาคใต้ สำหรับปริมาณฝนในฤดูร้อนปีนี้ต่ำกว่าค่าปกติในเกือบทุกภาค เว้นแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติ โดยปริมาณฝนโดยเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 31

เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน แม้ว่าประเทศไทยจะมีปริมาณและการกระจายของฝนเพิ่มขึ้นในช่วงปลายเดือนพฤษภาคมและเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนในวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 จากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันและประเทศไทย กับร่องมรสุมพาดที่พาดผ่านบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเข้าสู่หย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณ อ่าวตังเกี๋ยแต่โดยรวมแล้วในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 บริเวณประเทศไทยตอนบนมีการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอและปริมาณฝน ส่วนใหญ่เป็นฝนเล็กน้อยถึงปานกลางเกือบตลอดช่วงฤดูโดยเฉพาะในเดือนกรกฎาคมที่หลายพื้นที่ที่ไม่มีรายงานฝนตกอย่างต่อเนื่องนานนับสัปดาห์ รวมทั้งในช่วงปลายเดือนกันยายน พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยตอนบนแทบไม่มีรายงานฝนตก ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาค แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนที่ เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยจำนวน 2 ลูกในเดือนสิงหาคม คือพายุโซนร้อน “วิภา (WIPHA, 1907)” เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ขณะมีกำลังแรงเป็นพายุดีเปรสชันที่จังหวัดน่านในช่วงต้นเดือนและพายุโซนร้อน “โพดุล (PODUL, 1912)” เคลื่อนเข้าสู่จังหวัดนครพนมในช่วงปลายเดือน อีกทั้งในช่วงต้นเดือนและกลางเดือนกันยายนร่องมรสุมได้พาดผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ทำให้บริเวณประเทศไทยมีฝนตกหนาแน่นในช่วงดังกล่าว สำหรับ

ภาคใต้มีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยเกือบตลอดช่วงฤดู โดยมีกำลังแรงเป็นระยะ ๆ ทำให้ภาคใต้มีฝน เกือบตลอดช่วงฤดู โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันตก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณฝนโดยรวมเฉลี่ยของทั้ง 2 ฝั่ง พบว่าต่ำกว่าค่าปกติเล็กน้อย

ส่วนในช่วงฤดูหนาวปลายปี ประเทศไทยตอนบนแทบไม่มีรายงานฝน มีเพียงฝนในบางวันในช่วงปลายเดือน ตุลาคมและต้นเดือนพฤศจิกายนจากอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทะเลจีนใต้ในบางช่วง รวมถึงอิทธิพลจากหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่อ่อนกำลัง ลงจากพายุไซร่อน “เมตโม (MATMO, 1922)” ที่เคลื่อนขึ้นฝั่งที่เมืองกวินอน ประเทศเวียดนามในวันที่ 30 ต.ค. และ เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศกัมพูชาแล้วอ่อนกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันและหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรง ปกคลุม บริเวณประเทศกัมพูชาในวันที่ 31 ต.ค. ก่อนเคลื่อนเข้าปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทำให้บริเวณประเทศไทยตอนบนมีฝนในช่วงดังกล่าว โดยปริมาณฝนรวมในช่วงฤดูหนาวปลายปีของประเทศไทยตอนบนต่ำกว่าค่าปกติในทุกภาค สำหรับภาคใต้อิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมอ่าวไทยและภาคใต้รวมทั้งร่องมรสุมได้พัดผ่านบริเวณภาคใต้ตอนบนในบางช่วง ทำให้ภาคใต้มีฝนตก โดยเฉพาะในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนที่มีฝนตก หนาแน่นทางฝั่งตะวันออกของภาค หลังจากนั้นในเดือนธันวาคมภาคใต้มีฝนลดลงและฝนที่ตกส่วนใหญ่เป็นฝนเล็กน้อย ถึงปานกลาง ทำให้ปริมาณฝนรวมในช่วงปลายปีของภาคใต้ต่ำกว่าค่าปกติปริมาณฝนสูงสุดในช่วงปลายฤดูหนาวปี พ.ศ. 2562 วัดได้ 353.4 มิลลิเมตร ที่อำเภอสุโขทัย-โก-ลก จังหวัดนราธิวาส เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยภาพรวมพบว่าปริมาณฝนรวม ในช่วงปลายปีเฉลี่ยทั้งประเทศต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 42

4.4. ปริมาณฝน

เมื่อพิจารณาข้อมูลฝนตั้งแต่เริ่มมีการจดบันทึกข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2494 พบว่าปริมาณฝนยัง มีความผันแปร เช่นเดียวกับจำนวนวันฝนตกซึ่งมีรูปแบบใกล้เคียงกัน หากพิจารณาในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 พบว่าปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่สูงกว่าค่าปกติ โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2560 ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณฝนสูงที่สุดและสูงกว่าค่าปกติถึงร้อยละ 27.9 ซึ่งก่อนหน้านี้ประเทศไทยมีฝนมากเป็น ประวัติการณ์ในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติร้อยละ 25.7 อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2562 นับเป็นปีที่ประเทศไทยมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติมากอีกปีหนึ่ง โดยปีนี้มีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 14.0 สำหรับปีที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดของประเทศไทยคือ ปี พ.ศ.

2522 ซึ่งมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 16.3 และ ลำดับถัดมาก็คือ ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 15.2 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

5. ความต้านทานแล้งของพืช

การเกิดสภาพแล้ง (drought) ในระหว่างการปลูกพืชหมายถึง ช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำไม่เพียงพอทำให้พืชขาดน้ำ โดยพืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำ (water deficit) เมื่ออัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดน้ำของพืชจนทำให้ปริมาณน้ำในต้นพืชลดลง ทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชเปลี่ยนแปลงไป และในที่สุดจะส่งผลให้ผลผลิตของพืชลดลง (สาขันธ์, 2534) อย่างไรก็ตาม พืชมีความสามารถในการปรับตัวให้ต้านทานต่อสภาวะแล้งเพื่อการอยู่รอดและให้ผลผลิตได้ โดยพืชแต่ละชนิด (species) และพันธุ์ (variety) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิวัฒนาการของพืชในแหล่งต่าง ๆ ที่มีสภาพแวดล้อมและสภาพแล้งแตกต่างกัน พืชสามารถต้านทานต่อสภาพแล้งได้เนื่องจากพืชมีกลไกในการปรับตัวหลายรูปแบบ ซึ่งอาจจำแนกออกได้เป็น 4 แบบใหญ่ ๆ (Arrauodeua, 1989)

1. การหนีแล้ง (drought escape) เป็นความสามารถของพืชที่จะมีชีวิตรอดอยู่จนครบวงจรชีวิต (life cycle) ได้ก่อนที่จะประสบกับสภาพแล้ง เช่น การมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น การออกดอกได้เร็วขึ้น การยืดระยะเวลาในการออกดอก การมีลักษณะไวต่อช่วงแสง เป็นต้น
2. การเลี่ยงแล้ง (drought avoidance) เป็นความสามารถของพืชที่จะมีชีวิตรอดอยู่รอดได้ เมื่อประสบกับสภาพแล้ง โดยการลดความสูญเสียในร่างกายในต้นพืช เช่น การปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ใบมีไขเคลือบหนาเพื่อลดการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวใบการมีระบบรากที่หนาแน่นและยังลึกเพื่อดูดน้ำจากดินชั้นล่างเมื่อดินชั้นบนขาดน้ำ เป็นต้น
3. การทนแล้ง (drought tolerance) เป็นความสามารถของพืชที่จะมีชีวิตรอดอยู่รอดได้ เมื่อประสบกับสภาพแล้ง โดยการลดศักย์ของน้ำ (water potential) เช่น การปรับระดับของ solute ในเซลล์โดยวิธีการปรับแรงดันออสโมซิส (osmotic adjustment) เพื่อให้เซลล์เต่ง การยืดหยุ่นของผนังเซลล์ (cell wall elasticity) การลดขนาดของเซลล์ หรือลดสภาวะระดับน้ำวิกฤตที่จะทำให้พืชตาย เป็นต้น

4. การฟื้นตัวจากแล้ง (drought recovery) เป็นความสามารถของพืชที่จะฟื้นตัวได้ใหม่ หลังจากประสบกับสภาวะแล้ง ซึ่งอาจทำให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืชเหี่ยวแห้งไป และเมื่อได้รับน้ำใหม่ก็สามารถฟื้นตัว แตกกิ่งหรือสร้างหน่อใหม่ ออกดอกและผลิตเมล็ดต่อไปได้

6. ผลกระทบของการขาดน้ำต่อพืช

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความถี่ของปากใบพืช คือปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความถี่ของปากใบมีค่าสูงในพืชที่ปลูกในที่ที่มีแสงมากกว่าพืชปลูกในที่ร่ม การปลูกพืชในดินแห้งหรือมีความชื้นต่ำจะทำให้มีความถี่ของปากใบสูงกว่าพืชที่ปลูกในสภาพความชื้นสูง และโดยทั่วไปถ้าใบมีความถี่ปากใบสูงจะทำให้ปากใบมีขนาดเล็ก (Kubionova, 1991) การขาดน้ำของพืชนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งขึ้นกับชนิดของพืช ความผันแปรทางพันธุกรรม ระยะของการเจริญเติบโตและความรุนแรงของการขาดน้ำ ซึ่งการตอบสนองต่อการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชมีสองทาง คือ การตอบสนองในทางลบ (negative feedbacks) เริ่มจากเมื่อเกิดการขาดน้ำจะทำให้การเจริญและจำนวนใบลดลง ทำให้พื้นที่ใบลดลง พื้นที่ในการรับแสงจึงลดลง ส่งผลต่อการลดอัตราการสังเคราะห์แสง และในทางบวก (positive feedbacks) เมื่อเกิดภาวะขาดน้ำ ทำให้การขยายตัวของเซลล์ช้าลง เกิดการสะสมสาร (solute accumulation) ในเซลล์มากขึ้น จึงทำให้ใบมีค่า osmotic potential เพิ่มขึ้น พืชมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น มีการกลับคืนสู่สภาพของ turgor potential จึงทำให้เกิดการขยายตัวของเซลล์ต่อไปได้ (Hilo *et al.*, 1976) เมื่อเกิดสภาวะน้ำภายในเนื้อเยื่อพืชลดลงในปริมาณที่มากพอทำให้ turgor pressure มีค่าลง ซึ่งมีผลทำให้การขยายตัวของเซลล์ (cell expansion) และขนาดของเซลล์ลดลง ดังนั้นถ้ามีการขาดน้ำในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตจะทำให้พื้นที่ใบลดลง เป็นผลให้พื้นที่ในการรับธาตุคาร์บอนลดลง แต่ถ้ามีการขาดน้ำในช่วงการพัฒนาช่อดอก จะทำให้จำนวนดอกลดลงและความสามารถในการเจริญพันธุ์ถูกยับยั้ง (Nilsen and Orcutt, 1996) ในข้าวโพดได้มีการทดลองโดย Weerathaworn *et al.* (1992) ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบความสำคัญของน้ำบริเวณ topsoil และ subsoil ที่มีต่อการเจริญของส่วนยอดและราก พบว่าน้ำบริเวณ topsoil มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการมากกว่าน้ำบริเวณ subsoil ถ้าน้ำบริเวณ topsoil มีความชื้นลดลงจาก 10 เป็น 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้การเจริญของส่วนยอดลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ และทำให้น้ำหนักแห้งของรากลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังทำให้อัตราส่วนของน้ำหนักแห้งของยอดต่อรากลดลง 21–24 เปอร์เซ็นต์ การขาดน้ำ

ของดินเป็นเวลานานในช่วงก่อนออกดอกจะทำให้ข้าวโพดสูญเสียผลผลิตไป 15–25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการลดลงของผลผลิตเกิดจากจำนวนเมล็ดมีการพัฒนาลดลง (NeSmith and Ritchie, 1992) หลังจากไหมไพล์ข้าวโพดขาดน้ำมีอิทธิพลต่อน้ำหนักของเมล็ด ทำให้ผลผลิตลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ (Harder *et al.*, 1982) ในขณะที่ Stegman (1982) รายงานว่าเมื่อเกิดภาวะขาดน้ำที่ระยะสร้างดอก ผลผลิตของข้าวโพดลดลงเหลือ 62 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเกิดภาวะขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด ผลผลิตจะลดลง 69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาพืช C4 มีการปรับตัวต่อภาวะขาดน้ำได้ดีกว่าพืช C3 โดย Constable and Heam (1978) รายงานว่าข้าวฟ่างสามารถสร้างน้ำหนักแห้งได้มากกว่าถั่วเหลือง ถึงแม้ว่าข้าวฟ่างจะมีพื้นที่ใบน้อยกว่าถั่วเหลือง และสรุปว่าในภาวะขาดน้ำ ข้าวฟ่างมีการเคลื่อนย้ายอาหารสะสมจากลำต้นไปที่เมล็ดในช่วงสร้างเมล็ด ในสถานการณ์ที่มีฝนตกปริมาณเล็กน้อยสะสมบริเวณหน้าดิน ข้าวฟ่างซึ่งมีระบบรากฝอย สามารถดูดน้ำจากบริเวณชั้นหน้าดินได้ดีกว่าระบบรากแก้วที่มีความลึกของรากมากกว่า ในระหว่างสร้างเมล็ด ภายในเมล็ดมีค่า water potential และ osmotic forces ที่สูงมาก และก่อนที่จะมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ด ค่า water potential ถูกควบคุมโดยกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด เนื่องจากมีความเข้มข้นของสารที่สูงมากระหว่างเมล็ด และท่อลำเลียง จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายของสารอย่างต่อเนื่องเข้าไปยังเมล็ด แม้ว่าจะอยู่ในภาวะขาดน้ำก็ตาม และปฏิกิริยานี้จะเกิดในพืชทุกชนิดที่มีการผลิตเมล็ด ดังนั้นในพืชปีเดียวจึงมีกลไกการปรับตัวทางสรีรวิทยาที่ทำให้ได้ผลผลิตสูง ซึ่งการปรับตัวนี้มีความจำเป็นที่จะทำให้พืชชนิดนั้น ๆ มีชีวิตรอดภายใต้ภาวะที่ไม่เหมาะสม (Westgate and Boyer, 1986) จากการทดลองของ Westgate (1994) พบว่าการขาดน้ำในระยะสร้างเมล็ด ทำให้น้ำหนักเมล็ดลดลงจาก 279 มิลลิกรัม เป็น 233 มิลลิกรัม และน้ำหนักของต้นอ่อน (embryo) ลดลงจาก 33 มิลลิกรัม เป็น 28 มิลลิกรัม การขาดน้ำในระยะออกดอกและระยะเริ่มแรกของการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพด ทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักลดลง เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงในระหว่างการพัฒนาเมล็ดถูกยับยั้งการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาแรกที่ได้รับผลกระทบกระเทือน ซึ่งจะไปกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเมล็ด (Schussler and Westgate, 1991) การขาดน้ำในช่วงระยะสืบพันธุ์ทำให้ขนาดเมล็ดลดลง เนื่องจากช่วงของการติดเมล็ด (seed filling) ลดลง (Meckel *et al.*, 1984)

7. พันธุกรรมของลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งในข้าว

ความต้านทานต่อสภาพแล้งของพืชเป็นลักษณะที่สลับซับซ้อน เกิดจากผลรวมของหลาย ๆ ลักษณะ เช่น การออกดอกเร็วทำให้สามารถติดผลหรือเมล็ดก่อนประสบกับสภาพแล้ง การมีระบบ

รากที่หนาแน่นและหยั่งลึกทำให้สามารถดูดน้ำจากดินชั้นล่างได้เมื่อดินชั้นบนขาดน้ำ ใบมีไขเคลือบหนาเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากใบพืชมีความสามารถในการปรับแรงดันออสโมซิสเพื่อทำให้เซลล์เต่งเมื่อกระทบแล้ง และการม้วนใบซึ่งช่วยป้องกันการขาดน้ำเมื่อข้าวอยู่ในสภาพแล้ง เป็นต้น ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีนหรือกลุ่มยีน QTL (quantitative trait loci) จำนวนมาก และมีการถ่ายทอดลักษณะแบบต่าง ๆ Singh and Mackill (1991) ได้ศึกษาลักษณะการม้วนใบซึ่งเป็นกลไกการเลี้ยงแล้งแบบหนึ่งซึ่งช่วยป้องกันการขาดน้ำเมื่อข้าวอยู่ในสภาพแล้ง โดยการผสมข้ามระหว่างข้าวที่ต้านทานต่อสภาพแล้ง 5 พันธุ์ ได้แก่ Salumpikit, MGL2, ITA 186, IR33353-64-1-2-1 และ IR26702-155-2-3 กับข้าวที่ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้ง 2 พันธุ์ ได้แก่ IR29725-22-3-3-3 และ JR29692-65-2-3 พบว่าในลูกชั่วที่ 2 มีอัตราการม้วนใบต่อการไม่ม้วนใบ เป็น 3:1 หรือลักษณะการม้วนใบถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 1 คู่ Zhang *et al.* (2001) ศึกษาจีโนมข้าวที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้งโดยศึกษาในประชากร double haploid (*O. sativa* L.) 154 สายพันธุ์ พบว่ามี 41 QTL ที่อยู่ใกล้กับยีนควบคุมลักษณะ osmotic adjustment และลักษณะรากซึ่ง QTL ที่อยู่บนโครโมโซมที่ 4 จะเกี่ยวข้องกับยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของราก 19 Robin *et al.* (2003) ได้พัฒนาข้าวลูกผสมกลับชั่วที่ BC₃F₃ โดยการผสมข้ามระหว่างข้าว indica และข้าว japonica โดยให้ข้าว indica (IR62266-42-6-2) เป็นพันธุ์ให้และ ข้าว japonica (IR60080-46A) เป็นพันธุ์รับ ได้ลูกผสมกลับชั่วที่ BC₃F₃ จำนวน 150 สายพันธุ์จากนั้นทดสอบพันธุ์กรรมความต้านทานต่อสภาพแล้งของลูกผสมกลับชั่วที่ BC₃F₃ ทั้ง 150 สายพันธุ์ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) ชนิด SSR และ RFLP จากการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอร่วมกับการดูลักษณะภายนอกทำให้สามารถพบกลุ่มยีน QTL 14 กลุ่ม ที่ควบคุมความสามารถในการปรับแรงดันออสโมซิสทำให้ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งซึ่งกลุ่มยีนเหล่านี้มีตำแหน่งอยู่บน chromosome ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 และ 10 Ali *et al.* (2004) ได้ศึกษากลุ่มยีน QTL ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งของราก 5 ลักษณะ ได้แก่ จำนวนรากทั้งหมด จำนวนรากลึก ดัชนีความลึกราก ความหนาแน่นรากลึกและความยาวรากลึก โดยศึกษาในประชากรลูกชั่วที่ 1 ที่ได้จาก การผสมข้ามระหว่างข้าวพันธุ์ต้านทานต่อสภาพแล้ง IR58821-23-B-1-2-1 กับพันธุ์ไม่ต้านทานต่อสภาพแล้ง IR52561-UBN-1-1-2 พบว่ามีกลุ่มยีน QTL 28 กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของราก 5 ลักษณะดังกล่าวซึ่งอยู่บนโครโมโซมที่ 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10 และ 11 Punyawaew *et al.* (2004) ได้ศึกษากลุ่มยีน QTL ทั้งหมด 395 กลุ่ม ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต้านทานต่อสภาพแล้งภายใต้สถานที่และปีที่แตกต่างกัน พบว่ามีกลุ่มยีน QTL อยู่ 40 กลุ่มที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ที่ทำให้ต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง และมีตำแหน่งกระจายอยู่ทั่วไปในจีโนม ซึ่งประกอบด้วย 16 กลุ่มที่ควบคุมลักษณะของราก 8 กลุ่มที่ควบคุมลักษณะของลำต้น และ 16 กลุ่มที่ควบคุมการให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต กลุ่มยีน QTL ที่ควบคุมลักษณะรากซึ่งส่งผลให้ต้นข้าวต้านทานต่อสภาพ

แล้ง ได้แก่ ระบบรากเล็ก น้ำหนักแห้งของราก ความหนาแน่นของราก และแรงดึงรากซึ่งมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่ 1, 2, 3, 4, 9 และ 11 Liu *et al.* (2005) ได้รายงานว่ายีนพันธุ์ Moroberekan มียีนที่ควบคุมไม่ให้ยับยั้งการแตกออกในระหว่างที่ข้าวมีการฟื้นตัวจากสภาพแล้ง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะความต้านทานต่อสภาพแล้งในระยะสืบพันธุ์ Zeng *et al.* (2006) ได้ศึกษายีนทนแล้งในข้าวโดยการหาแผนที่ QTL พบว่ายีนที่ควบคุมลักษณะทนแล้งในข้าวอยู่บนโครโมโซมที่ 1, 2, 4, 8 และ 9

8. การปรับปรุงพันธุ์พืชต้านทานต่อสภาพแล้ง

การพัฒนาพันธุ์พืชให้สามารถต้านทานต่อสภาพแล้งคือ การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะต้านทานต่อสภาพแล้งในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือหลายรูปแบบรวมกัน เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ดอกออกเร็วขึ้นเพื่อหนีแล้งที่อาจเกิดขึ้นในช่วงปลายฤดูปลูก การปรับปรุงพันธุ์ให้ใบมีไขเคลือบหนาขึ้น เพื่อลดการคายน้ำของพืช การทำให้พืชมีรากลึกและยาวเพื่อที่จะดูดน้ำจากดินชั้นล่างได้ดีขึ้น การทำให้เซลล์พืชสามารถปรับแรงดันออสโมซิสได้ดีขึ้น หรือการรวมลักษณะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นต้น โดยทั่วไปการปรับปรุงพันธุ์พืชต้านทานต่อสภาพแล้งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การผสมข้ามระหว่างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแต่อ่อนแอต่อสภาพแล้งกับพันธุ์ที่ต้านทานต่อสภาพแล้งซึ่งอาจเป็นพันธุ์ปลูกหรือพันธุ์ป่าและอาจมีการผสมกลับร่วมด้วย แล้วจึงคัดเลือกต้นหรือสายพันธุ์ที่ต้านทานแล้งในลูกชั่วที่ 2 และชั่วต่อ ๆ มา ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมให้ขาดน้ำในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต เช่น ระยะกล้า ระยะแตกกอ ระยะออกดอก และระยะติดเมล็ด เป็นต้น (Arrauodeua, 1989; Brar and Khush, 2002) การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) โดยหน่วยงาน IRAT ในแอฟริกาตะวันตกได้นำข้าวไร่ชนิด tropical japonica ซึ่งเป็นข้าวต้นสูงให้กลายเป็นข้าวต้นเตี้ย (semi-dwarf) ให้ผลผลิตสูงและต้านทานต่อสภาพแล้ง (Arrauodeua, 1989) การคัดเลือกข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งในสภาพหลอดทดลอง (in vitro selection) โดยการนำแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว มาคัดเลือกในสภาพที่ขาดน้ำ เซลล์ที่อ่อนแอก็จะตายไป ส่วนเซลล์ที่ต้านทานก็จะรอดชีวิต จากนั้นจึงชักนำให้เซลล์มีรอดชีวิตพัฒนาไปเป็นต้นข้าวแล้วทดสอบความต้านทานแล้งในสภาพธรรมชาติต่อไป (ประภา, 2538; สรศักดิ์, 2542) การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยในการคัดเลือก (marker assisted selection หรือ MAS) พันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง โดยจะต้องหาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ (quantitative trait loci หรือ QTL) ที่เกี่ยวข้องกับกลไกความต้านทานแล้งของข้าว เช่น ลักษณะรากซึ่งรวมถึงความหนาและความยาวของราก ลักษณะการม้วนใบและการใบไหม้ การออกดอกช้าเมื่อต้นข้าวประสบกับสภาพแล้ง และ

ความสามารถในการปรับแรงดันออสโมซิสเพื่อให้เซลล์เต่ง เป็นต้น ขั้นตอนต่อมาเป็นการนำเครื่องหมายดีเอ็นเอที่วางตัวอยู่ใกล้กับยีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานแล้งที่ตรวจหาได้แล้วมาช่วยในการคัดเลือกลำต้นข้าวที่ต้านทานแล้งในประชากรลูกผสมกลับชั่วต่าง ๆ ซึ่งการคัดเลือกลำต้นโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอนั้นช่วยทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถคัดเลือกลำต้นได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการดูจากลักษณะที่ปรากฏขึ้นซึ่งมักจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงทำให้การคัดเลือกมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Ali *et al.*, 2000; Babu *et al.*, 2003; Courtois *et al.*, 2003) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะรากที่ดีเป็นเป้าหมายหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีเสถียรภาพในสภาวะแล้ง ข้าวพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีมักมีระบบรากดี ทำให้อ่อนแอต่อสภาวะแล้ง การปรับปรุงพันธุ์ให้มีระบบรากลึกสามารถทำให้ข้าวที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ทนทานต่อสภาวะแล้งมากขึ้น ข้าวไร่พันธุ์พญาลิมาแกมมีจำนวนรากลึก (deep root number, DRN) และอัตราส่วนการหยั่งรากลึก (ratio of deep rooting, RDR) มากกว่าข้าวนาสวนพันธุ์ กข49 แต่มีจำนวนรากตื้น (shallow root number, SRN) น้อยกว่าพันธุ์ กข49 ส่วนจำนวนรากรวม (total root number, TRN) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การกระจายตัวในประชากรลูกชั่วที่ 2 รากตื้น จำนวนรากรวม และอัตราส่วนการหยั่งรากลึกมีการกระจายตัวแบบปกติ และมี transgressive segregation ซึ่งสามารถคัดเลือกลำต้นพันธุ์ที่ให้อัตราส่วนการหยั่งรากลึกและจำนวนรากรวมเพิ่มขึ้นมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ได้ (กฤษฎาพร และคณะ 2561)

ภาควิชาพืชไร่นาได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อสภาพแล้งมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยในปี 2555 ได้เริ่มผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไร่พันธุ์พญาลิมาแกม (PLG) กับข้าวนาสวนพันธุ์ ชัยนาท 1 (CNT1) และพันธุ์สุพรรณบุรี 3 (SPR3) สร้างเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วผสมตัวเองสร้างเป็นประชากรลูกชั่วที่ 2 เพื่อคัดเลือกลำต้นข้าวที่สามารถให้ผลผลิตได้ภายใต้สภาพแล้ง และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จึงได้นำเมล็ดประชากรลูกชั่วที่ 2 มาปลูกในสภาพไร่แปลงทดลอง จ.กาญจนบุรี โดยเริ่มปลูกในเดือนธันวาคม 2557 (ภาพที่ 1) ปลูกลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 3 เดือนสิงหาคม 2558 (ภาพที่ 2) ปลูกลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 4 เดือนสิงหาคม 2559 (ภาพที่ 3) ปลูกลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 5 เดือนสิงหาคม 2560 (ภาพที่ 4) ปลูกลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 6 เดือนกรกฎาคม 2561 (ภาพที่ 5) ปลูกลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 7 เดือนสิงหาคม 2562 (ภาพที่ 6) จากการปลูกคัดเลือกลำต้นพันธุ์ให้สามารถต้านทานต่อสภาพแล้งได้ โดยใช้วิธีการคัดเลือกลำต้นด้วยสายตา ตั้งแต่ประชากรลูกชั่วที่ 2 ถึงลำต้นพันธุ์ลูกชั่วที่ 7 นั้นพบว่ามีความจำนวน 23 ลำต้นพันธุ์ที่สามารถต้านทานต่อสภาพแล้งได้ค่อนข้างดี และสามารถผลิตเมล็ดได้



ภาพที่ 1 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 2 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3



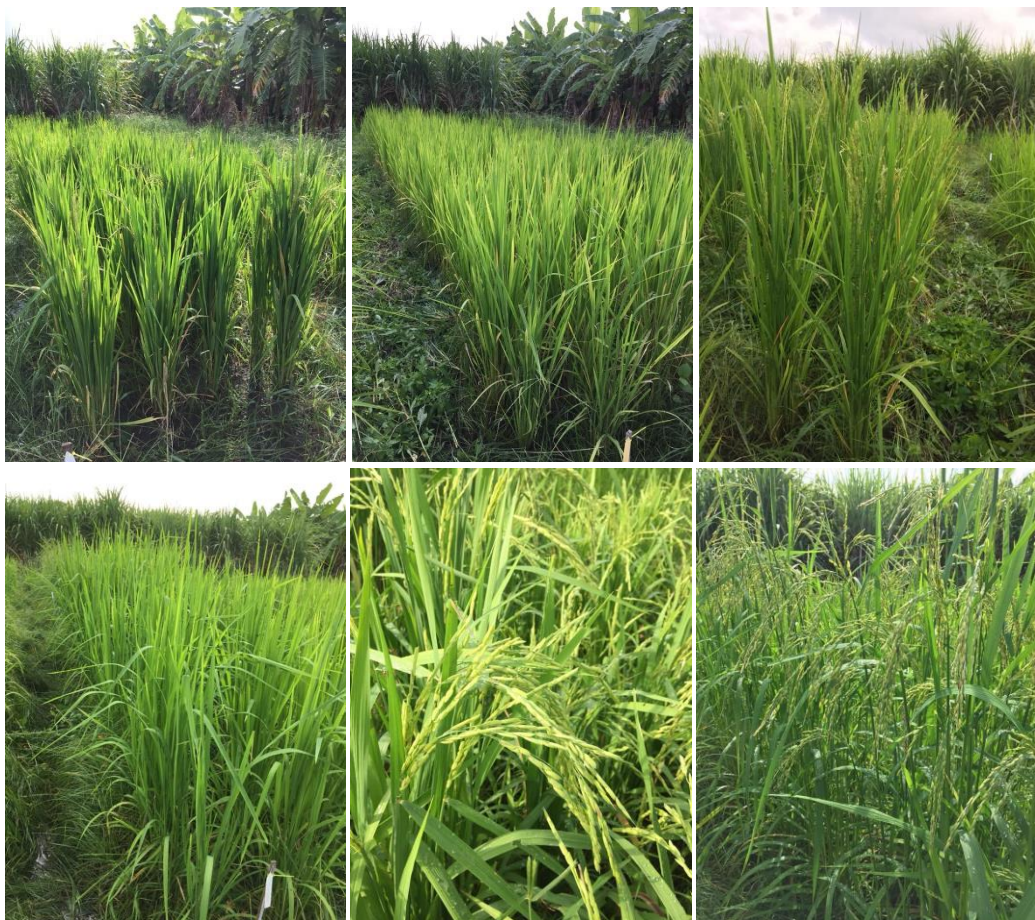
ภาพที่ 2 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 3 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3



ภาพที่ 3 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกข้าวที่ 4 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3



ภาพที่ 4 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 5 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3



ภาพที่ 5 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกชั่วที่ 6 ของคู่ผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3



ภาพที่ 6 ลักษณะต้นข้าวต้านทานต่อสภาพแล้ง ของประชากรลูกข้าวที่ 7 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 และ PLG x SPR3

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบ ประกอบไปด้วย
 - 1.1 สายพันธุ์ข้าวที่ 8 ของกลุ่มสมระหว่าง PLG x CNT1 จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่
KU1001-7-1, KU1001-8-1, KU1001-11-1, KU1001-13-1, KU1001-16-2,
KU1001-20-2, KU1001-21-1, KU1001-24-1, KU1001-26-1, KU1001-29-1
 - 1.2 สายพันธุ์ข้าวที่ 8 ของกลุ่มสมระหว่าง PLG x SPR3 จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่
KU1002-1-3, KU1002-3-3, KU1002-4-1, KU1002-5-2, KU1002-11-1
 - 1.3 พันธุ์ Check จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ CNT1, PTT1, SPR3, RD49
2. อุปกรณ์ในการปลูก
 - 2.1 กระถางพลาสติก
 - 2.2 ดิน
 - 2.3 เสียม
 - 2.4 Forceps
 - 2.5 ป้ายชื่อ
 - 2.6 ดินสอ
3. อุปกรณ์ในการดูแล
 - 3.1 ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (ยูเรีย)
 - 3.2 ปุ๋ยสูตร 15-15-15

วิธีการ

1. การเตรียมวัสดุปลูก

เตรียมดินที่จะใช้ปลูกลงกระถางพลาสติก โดยการนำกระถางมาล้างทำความสะอาดให้เรียบร้อยและนำดินใส่ลงในกระถางให้ครบตามจำนวนที่จะปลูกทดสอบ แล้วนำมาเติมน้ำเพื่อปรับปริมาณดินในกระถางให้เท่ากันกับทำให้ดินมีความชุ่มชื้นพร้อมที่จะปลูก



ภาพที่ 7 เตรียมดิน

2. การเพาะเมล็ด

นำเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 จำนวน 10 สายพันธุ์ เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 จำนวน 5 สายพันธุ์ และพันธุ์ Check จำนวน 4 พันธุ์ ที่จะทดสอบ นำมาใส่ถุงและเขียนชื่อกำกับ จากนั้นเติมน้ำเพื่อแช่เมล็ด 1 คืน เมื่อครบ 1 คืน เทน้ำออกและทิ้งเมล็ดไว้อีก 1 คืน เพื่อการกระตุ้นเมล็ดข้าวให้งอก



ภาพที่ 8 การเพาะเมล็ด

3. การปลูก

นำเมล็ดข้าวที่เพาะไว้จนงอกแล้ว มาปลูกลงกระถางที่ได้เตรียมดินและปรับปริมาตรดินไว้แล้ว โดยใช้ Forceps คีบเมล็ดที่งอกลงปลูกลงกระถางละ 1 เมล็ด ปลูกลายพันธุ์และพันธุ์ละ 3 กระถาง จำนวน 15 สายพันธุ์ และ 4 พันธุ์ตามลำดับ รวมทั้งหมด 57 กระถาง และเขียนป้ายชื่อพันธุ์และต้นที่ของแต่ละสายพันธุ์กับพันธุ์ติดไว้ให้เรียบร้อย



ภาพที่ 9 ปลูกรุ่นข้าวที่เพาะไว้ลงกระถาง

4. การใส่ปุ๋ย

เมื่อต้นข้าวอายุครบ 14 วัน ทำการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ผสมกับปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 1:1 จากนั้นหว่านใส่ลงในการถาง



ภาพที่ 10 ใส่ปุ๋ยที่ผสมแล้วลงในการถาง

5. การเริ่มการทดสอบ

เมื่อต้นข้าวอายุครบ 30 วัน ที่ข้าวอยู่ช่วงแตกกอ เริ่มดูอาการเหี่ยวของใบข้าว (wilting) ด้วยวิธีการเทน้ำที่เหลือในการถางออกให้หมด และงดการให้น้ำเพื่อดูและเก็บข้อมูลระดับการม้วนของใบข้าว (leaf roll) เมื่อต้นข้าวขาดน้ำ (water deficit) โดยจะเก็บระดับการม้วนของใบทุก 2 วัน จนถึงวันที่มีต้นข้าวต้นใดต้นหนึ่งมีอาการใบม้วนมากที่สุด



(ก)

(ข)

ภาพที่ 11 เริ่มการทดสอบ (ก) เทน้ำออกจากกระถางและงดให้น้ำต้นข้าว (ข) เก็บข้อมูลระดับการม้วนของใบข้าวทุก 2 วันหลังการงดให้น้ำ

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีข้าว ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มทดลองตั้งแต่ มิถุนายน พ.ศ. 2565 จนถึง สิงหาคม พ.ศ. 2565

ผลและวิจารณ์

จากการตรวจสอบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบ ของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 (ตารางที่ 1) พบว่า สายพันธุ์ KU1001-7-1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3 ซึ่งเป็นระดับการม้วนของใบต่ำสุด และสายพันธุ์ KU1001-16-1, KU1001-20-1, KU1001-21-1, KU1001-24-1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.67 ซึ่งเป็นระดับการม้วนของใบสูงสุดของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว พบว่า ภายหลังจากการงคให้น้ำ 10 วัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดที่ 1.59

จากการตรวจสอบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบ ของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 (ตารางที่ 2) พบว่า สายพันธุ์ KU1002-1-3, KU1002-3-3, KU1002-5-2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5 ซึ่งเป็นระดับการม้วนของใบต่ำสุด และสายพันธุ์ KU1002-4-1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.33 ซึ่งเป็นระดับการม้วนของใบสูงสุดของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 และเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว พบว่า ภายหลังจากการงคให้น้ำ 8 วัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดที่ 1.74

จากการตรวจสอบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบ ของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 (ตารางที่ 3) พบว่า สายพันธุ์ KU1001-7-1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3 เป็นระดับการม้วนของใบต่ำสุด ซึ่งเป็นคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และสายพันธุ์ KU1002-4-1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.33 เป็นระดับการม้วนของใบสูงสุด ซึ่งเป็นคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 และเมื่อพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว พบว่า ภายหลังจากการงคให้น้ำ 8 วัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดที่ 1.60

จากผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 มีระดับการม้วนของใบที่ต่ำกว่าสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 โดยอาจเกิดขึ้นจากลักษณะประจำพันธุ์ของ CNT1 และ SPR3 ที่แตกต่างกัน ทำใหเมื่อนำมาปรับปรุงพันธุ์แล้วมีความสามารถในการขาดน้ำที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 เมืองคันทัน
เป็นเวลา 16 วัน

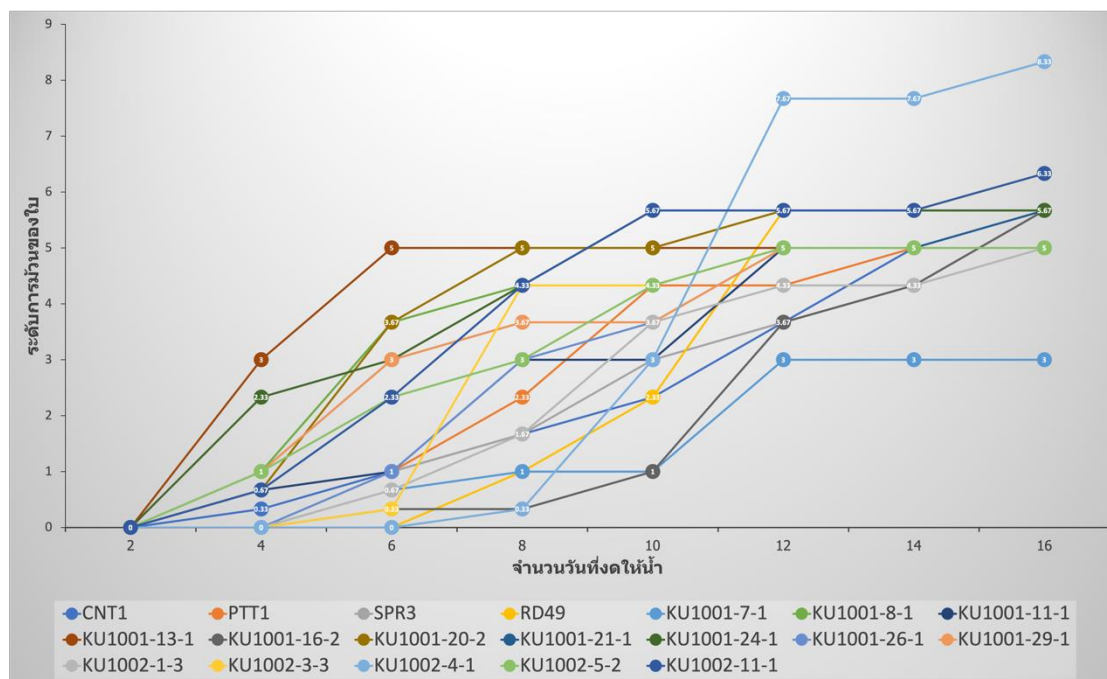
จำนวนวัน สายพันธุ์	2	4	6	8	10	12	14	16
KU1001-7-1	0 + 0	0 + 1.00	0.67 + 1.57	1 + 1.58	1 + 1.59	3 + 0.83	3 + 0.76	3 + 0.80
KU1001-8-1	0 + 0	1 + 1.00	3.67 + 1.57	4.33 + 1.58	4.33 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5 + 0.80
KU1001-11-1	0 + 0	0.67 + 1.00	1 + 1.57	3 + 1.58	3 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5 + 0.80
KU1001-13-1	0 + 0	3 + 1.00	5 + 1.57	5 + 1.58	5 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5 + 0.80
KU1001-16-1	0 + 0	0 + 1.00	0.33 + 1.57	0.33 + 1.58	1 + 1.59	3.67 + 0.83	4.33 + 0.76	5.67 + 0.80
KU1001-20-1	0 + 0	0.67 + 1.00	3.67 + 1.57	5 + 1.58	5 + 1.59	5.67 + 0.83	5.67 + 0.76	5.67 + 0.80
KU1001-21-1	0 + 0	1 + 1.00	3 + 1.57	3.67 + 1.58	3.67 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5.67 + 0.80
KU1001-24-1	0 + 0	2.33 + 1.00	3 + 1.57	4.33 + 1.58	5.67 + 1.59	5.67 + 0.83	5.67 + 0.76	5.67 + 0.80
KU1001-26-1	0 + 0	0 + 1.00	1 + 1.57	3 + 1.58	3.67 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5 + 0.80
KU1001-29-1	0 + 0	1 + 1.00	3 + 1.57	3.67 + 1.58	3.67 + 1.59	5 + 0.83	5 + 0.76	5 + 0.80

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x SPR3 เมืองคไให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

จำนวนวัน สายพันธุ์	2	4	6	8	10	12	14	16
KU1002-1-3	0 + 0	0 + 0.47	0.67 + 1.12	1.67 + 1.74	3.67 + 0.99	4.33 + 1.28	4.33 + 1.28	5 + 1.46
KU1002-3-3	0 + 0	0 + 0.47	0.33 + 1.12	4.33 + 1.74	4.33 + 0.99	5 + 1.28	5 + 1.28	5 + 1.46
KU1002-4-1	0 + 0	0 + 0.47	0 + 1.12	0.33 + 1.74	3 + 0.99	7.67 + 1.28	7.67 + 1.28	8.33 + 1.46
KU1002-5-2	0 + 0	1 + 0.47	2.33 + 1.12	3 + 1.74	4.33 + 0.99	5 + 1.28	5 + 1.28	5 + 1.46
KU1002-11-1	0 + 0	0.67 + 0.47	2.33 + 1.12	4.33 + 1.74	5.67 + 0.99	5.67 + 1.28	5.67 + 1.28	6.33 + 1.46

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการม้วนใบในวันที่เก็บข้อมูลของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่อคให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

จำนวนวัน สายพันธุ์	2	4	6	8	10	12	14	16
KU1001-7-1	0 + 0	0 + 0.89	0.67 + 1.53	1 + 1.60	1 + 1.41	3 + 1.02	3 + 0.97	3 + 1.09
KU1001-8-1	0 + 0	1 + 0.89	3.67 + 1.53	4.33 + 1.60	4.33 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1001-11-1	0 + 0	0.67 + 0.89	1 + 1.53	3 + 1.60	3 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1001-13-1	0 + 0	3 + 0.89	5 + 1.53	5 + 1.60	5 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1001-16-1	0 + 0	0 + 0.89	0.33 + 1.53	0.33 + 1.60	1 + 1.41	3.67 + 1.02	4.33 + 0.97	5.67 + 1.09
KU1001-20-1	0 + 0	0.67 + 0.89	3.67 + 1.53	5 + 1.60	5 + 1.41	5.67 + 1.02	5.67 + 0.97	5.67 + 1.09
KU1001-21-1	0 + 0	1 + 0.89	3 + 1.53	3.67 + 1.60	3.67 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5.67 + 1.09
KU1001-24-1	0 + 0	2.33 + 0.89	3 + 1.53	4.33 + 1.60	5.67 + 1.41	5.67 + 1.02	5.67 + 0.97	5.67 + 1.09
KU1001-26-1	0 + 0	0 + 0.89	1 + 1.53	3 + 1.60	3.67 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1001-29-1	0 + 0	1 + 0.89	3 + 1.53	3.67 + 1.60	3.67 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1002-1-3	0 + 0	0 + 0.89	0.67 + 1.53	1.67 + 1.60	3.67 + 1.41	4.33 + 1.02	4.33 + 0.97	5 + 1.09
KU1002-3-3	0 + 0	0 + 0.89	0.33 + 1.53	4.33 + 1.60	4.33 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1002-4-1	0 + 0	0 + 0.89	0 + 1.53	0.33 + 1.60	3 + 1.41	7.67 + 1.02	7.67 + 0.97	8.33 + 1.09
KU1002-5-2	0 + 0	1 + 0.89	2.33 + 1.53	3 + 1.60	4.33 + 1.41	5 + 1.02	5 + 0.97	5 + 1.09
KU1002-11-1	0 + 0	0.67 + 0.89	2.33 + 1.53	4.33 + 1.60	5.67 + 1.41	5.67 + 1.02	5.67 + 0.97	6.33 + 1.09



ภาพที่ 12 ระดับของใบม้วนเฉลี่ยของสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของกลุ่มสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่อคให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

ภายหลังการงดให้น้ำกับต้นข้าวเป็นเวลา 16 วัน ต้นข้าวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง แสดงออกอาการขาดน้ำโดยการม้วนใบ ทั้งนี้แต่ละสายพันธุ์ตอบสนองต่อการขาดน้ำแตกต่างกัน (ภาพที่ 12) ทั้งนี้การขาดน้ำของพืชนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งขึ้นกับชนิดของพืช ความผันแปรทางพันธุกรรม ระยะของการเจริญเติบโตและความรุนแรงของการขาดน้ำ ซึ่งการตอบสนองต่อการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชมีสองทาง คือ การตอบสนองในทางลบ (negative feedbacks) เริ่มจากเมื่อเกิดการขาดน้ำจะทำให้การเจริญและจำนวนใบลดลง ทำให้พื้นที่ใบลดลง พื้นที่ในการรับแสงจึงลดลง ส่งผลต่อการลดอัตราการสังเคราะห์แสง และในทางบวก (positive feedbacks) เมื่อเกิดภาวะขาดน้ำ ทำให้การขยายตัวของเซลล์ช้าลง เกิดการสะสมสาร (solute accumulation) ในเซลล์มากขึ้น จึงทำให้ใบมีค่า osmotic potential เพิ่มขึ้น พืชมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น มีการกลับคืนสู่สภาพของ turgor potential จึงทำให้เกิดการขยายของเซลล์ต่อไปได้ (Hilo *et al.*, 1976) เป็นที่น่าสังเกตว่าภายหลังการงดน้ำที่ 12 วัน สายพันธุ์ KU1001-7-1 ของกลุ่มสม PLG x CNT1 ยังคงระดับการม้วนของใบที่ระดับ 3 จนถึงวันที่ 16 ในขณะที่สายพันธุ์อื่น ๆ ยังคงเพิ่มระดับการม้วนของใบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าสาย

พันธุ์ KU1001-7-1 มีศักยภาพในการทนต่อสภาวะแล้งได้เป็นอย่างดี ซึ่งควรมีการทดสอบในแปลงปลูกในสภาพไร่ต่อไป

สรุป

1. สายพันธุ์ KU1002-4-1 ของกลุ่มผสม PLG x SPR3 มีอาการใบม้วนมาก ที่สุดหลังการงดให้น้ำ แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถทนต่อการขาดน้ำได้
2. สายพันธุ์ KU1001-7-1 ของกลุ่มผสม PLG x CNT1 มีอาการใบม้วนน้อย ที่สุดหลังการงดให้น้ำ แสดงให้เห็นว่าทนต่อการขาดน้ำได้ดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการข้าว. 2555. เทคโนโลยีการปลูกข้าวไร่อย่างยั่งยืน. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 116 หน้า

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. ปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่. แหล่งที่มา
http://webold.ricethailand.go.th/rkb3/title-rice_yield_per_rai.htm 20 ตุลาคม 2565

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. การปลูก ดูแลรักษา และการใช้ปุ๋ยในนาข้าว. แหล่งที่มา
<http://webold.ricethailand.go.th/rkb3/title-FactSheet.htm>, 20 ตุลาคม 2565

กฤษฎาพร พลวงษ์, ธาณี ศรีวงศ์ชัย, ประภา ศรีพิจิตต์ และ เชนษฎ์ ม้าคำพอง. 2561. การประเมิน
ลักษณะรากข้าวในประชากรชั่วที่ 2 จากกลุ่มผสมระหว่างข้าวนาสวนและข้าวไร่. Thai Journal
of Science and Technology. 7(5): 471-480

ชนะศักดิ์ จันทร์เกิด. 2543. ระบบการปลูกพืชฤดูแล้งในพื้นที่ปลูกข้าวขึ้นน้ำ บริเวณลุ่มน้ำ
เจ้าพระยา: ศึกษาเฉพาะกรณี ตำบลบ้านหลวง อำเภอดอนพุด จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2565. มูลค่าและปริมาณสินค้าออก. แหล่งที่มา
https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/statistics/ReportPage.aspx?reportID=747&language=th, 18 กันยายน 2565

ประภา ศรีพิจิตต์. 2538. การคัดเลือกพันธุ์ข้าว (*Oryza sativa* L.) ทนทานต่อสภาพแล้งโดยใช้
สารเคมี polyethylene glycol. วารสารวิชาการเกษตร 13: 117-124.

พีระยศ แข็งขัน และอนันต์ พลธานี. 2539. ผลของการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆที่มีต่อ
การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารเกษตร 12(3): 256-262.

ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. **ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2562**. แหล่งที่มา <http://climate.tmd.go.th/content/file/1616>, 24 ตุลาคม 2565

สาขันธ์ สดุดี. 2534. **สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 217 หน้า

สรศักดิ์ หวังสินสุจริต. 2542. **การคัดเลือกพันธุ์ข้าว (*Oryza sativa* L.) ต้านทานต่อสภาพแล้งโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. **อารยธรรมข้าวไทย**. แหล่งที่มา http://www.thairiceexporters.or.th/rice_profile.htm, 18 กันยายน 2565

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. **ผลผลิตข้าว**. แหล่งที่มา <http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm>, 18 กันยายน 2565

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 366 หน้า

Ali, M.L., M.S. Pathan, J. Zhang, G. Bai, S. Sarkarung and H.T. Nguyen. 2000. **Mapping QTLs for root traits in a recombinant inbred population from two indica ecotypes in rice**. Theor. Appl. Genet. 101: 756-766

Ali, M.L, M.S. Pathan, G. Bai, Sarkarung and H.T. Nguyen. 2004. **Mapping QTLs for root traits in a recombinant inbred population from two indica ecotypes in rice**. Theor. Appl. Genet. 101: 756-766.

Arrauodeua, M.A. 1989. **Breeding strategies for drought resistance**, pp. 107-116. In F.W.G. Baker (ed.). Drought Resistance in Cereals. CAB International, Wallingford.

Babu, R.C., B.D. Nguyen, V. Chammarek, P. Shanmugasundaram, P. Chezian, P. Jeyaprakash,

- S.K. Ganesh, A. Palchamy, S. Sadasivam, S. Sarkarung, L.J. Wade and H.T. Nguyen. 2003. **Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: Association between secondary traits and field performance.** Crop Sci. 43: 1457-1469.
- Brar, D.S., and G.S. Khush. 2002. **Transferring genes from wild species into rice**, pp. 197-217. *In* M.S. Kang, ed. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. CABI Publishing, New York.
- Constable, G.A. and A.B. Hearn. 1978. **Agronomic and physiological responses of soybean and sorghum crops to water deficit.** I. Growth, development and yield. p. 94. Cited by J.L. Hatfield. 1997. **Plant-water interactions**, pp. 81-103. *In* W. Wang, J.W. Gorsuch and J.S. Hughes (eds.). Plants for Environment Studies. CRC Press LLC, New York.
- Courtois, B., R. Lafitte, S. Robin, L. Shen, M.S. Pathan and H. Nguyen. 2003. **Molecular breeding of rice for drought tolerance**, pp. 231-241. *In* T.W. New D.C. Brar, S. Peng, D. Dawe and B. Hardy (eds.). Rice Science: Innovations and Impact for Livelihood. IRRI, Manila.
- Harder, H.J., R.E. Carlson and R.H. Shaw. 1982. **Yield, yield components and nutrient content of corn grain as influenced by post-silking moisture stress.** Agron. J. 74: 275-278.
- Hilo, T.C., E. Fereres, E. Acevedo and D.W. Henderson. 1976. **Water stress and the dynamics of growth and yield of crop plants.** p. 93. Cited by J.L. Hatfield. 1997. **Plant-water interactions**, pp. 81-103. *In* W. Wang, J.W. Gorsuch and J.S. Hughes (eds.). Plants for Environments Studies. CRC Press LLC, New York.
- IRRI. 2002. **Standard evaluation system for rice.** IRRI. Manila.
- IRRI (International Rice Research Institute). 2009. **Rough rice production by country and**

geographical region-USDA. www.irri.org/science/ricestat (20 October 2020).

Kubinova, L. 1991. **Stomata and mesophyll characteristic of barley leaf as affected by light stereological analysis.** p. 22. Cited by C. Willmer and M. Fricker. 1996. **The distribution of stomata**, pp. 12-35. *In* C. Willmer and M. Fricker (eds.). Stomata. Chapman and Hall, New York.

Liu J.X., D.Q. Liao, R. Oane, L. Estenor, X.E. Yang, Z.C. Li and J. Bennett. 2005. **Genetic variation in the sensitivity of anther dehiscence to drought stress in rice.** Field Crops Res. 46: 121-130.

Meckel, L., D.B. Egli, R.E. Phillips, D. Radcliffe and J.E. Leggett. 1984. **Effect of moisture stress on seed growth in soybean.** p. 95. Cited by J.L. Hatfield. 1997. **Plant-water interactions**, pp. 81-103. *In* W. Wang, J.W. Horsuch and J.S. Hughes (eds.). Plants for Environmental Studies. CRC Press LLC, New York.

NeSmith, D.S. and J.T. Ritchie. 1992. **Short-and long-term response of corn to a pre-anthesis soil water deficit.** Agron. J. 84: 107-113.

Nilsen, E.T. and D.M. Orcutt. 1996. **Physiology of Plants under stress (Abiotic Factors).** John Wiley and Sons, Inc., New York.

Punyawaew, K., J.L. Sianagliw, N. Veangam, T. Toojinda and A. Vanavichit. 2004. **Quantitative trait loci (QTL) for drought tolerance in rice.** p. 210. *In* Proceedings 1st International Conference on Rice for the Future. 31 August – 3 September 2004. Kasetsart University, Bangkok.

Robin, S., M.S. Pathan, B. Courtois, R. Lafitte, S. Carandang, S. Lanceras, M. Amante, H.T.

- Nguyen and Z. Li. 2003. **Mapping osmotic adjustment in an advanced backcross inbred population of rice.** *Theor. Appl. Genet.* 107(7): 1288-1296.
- Singh, B.N. and D.J. Mackill. 1991. **Genetics of leaf rolling under drought stress**, pp. 159-165. *In* Rice Genetics II: Proceedings of the Second International Rice Genetics Symposium. May 14-18, 1990. IRRI, Manila, Philippines.
- Schussler, J.R. and M.E. Westgate. 1991. **Maize kernel set at low water potential. I. Sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth.** p. 95. Cited by J.L. Hatfield. 1997. **Plant-water interactions**, pp. 81-103. *In* W. Wang, J.W. Horsuch and J.S. Hughes (eds.). Plants for Environmental Studies. CRC Press LLC, New York.
- Stegman, E.C. 1982. **Corn grain yield as influenced by timing of evapotranspiration deficits.** p. 93. Cited by J.L. Hatfield. 1997. **Plant-water interactions**, pp. 81-103. *In* W. Wang, J.W. Horsuch and J.S. Hughes (eds.). Plants for Environmental Studies. CRC Press LLC, New York.
- Weerathaworn, P., A. Soldati and P. Stamp. 1992. **Shoot and root growth of tropical maize seedlings at different moisture regimes.** *Maydica* 37: 209-215.
- Westgate, M.E. 1994. **Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought.** *Crop Sci.* 34: 76-83.
- Westgate, M.E. and J.S. Boyer. 1986. **Silk and pollen water potentials in maize.** p. 132. Cited by R.K. Maiti and P. Wesche-Ebeling. 1998. **Vegetative and reproductive growth and productivity**, pp. 113-153. *In* R Maiti and P. Wesche-Ebeling (eds.). Maize Science. Science Publishers, Inc., Ebfield.
- Zeng, H., Y. Zhong and L. Luo. 2006. **Drought tolerance genes in rice.** *Funct Integr Genomics.*

6: 338–341.

Zhang, J., H.G. Zheng, A. Aarti, G. Pantuwan, T.T. Nguyen, J.N. Tripathy, A.K. Sarial, S. Robin, R.C. Babu, B.D. Nguyen, S. Sakarung, A. Blum and H.T. Nguyen. 2001. **Locating genomic regions associated with components of drought resistance in rice: Comparative mapping within and across species.** Theor. Appl. Genet. 103: 19-29.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ระดับใบม้วนของพันธุ์และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1
และ PLG x SPR3 เมื่อฉีดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

Lines	Rep	Day2	Day4	Day6	Day8	Day10	Day12	Day14	Day16
CNT1	1	0	1	1	1	3	5	5	5
	2	0	0	1	1	1	3	5	5
	3	0	0	1	3	3	3	5	5
PTT1	1	0	0	1	3	5	5	5	5
	2	0	0	1	3	5	5	5	5
	3	0	0	1	1	3	3	5	5
SPR3	1	0	0	1	1	3	5	5	7
	2	0	0	1	3	3	3	5	7
	3	0	0	1	1	3	3	3	3
RD49	1	0	0	0	1	3	5	5	7
	2	0	0	0	1	3	7	7	7
	3	0	0	0	1	1	5	5	5
KU1001-7-1	1	0	0	1	1	1	3	3	3
	2	0	0	1	1	1	3	3	3
	3	0	0	0	1	1	3	3	3
KU1001-8-1	1	0	1	3	3	3	5	5	5
	2	0	1	3	5	5	5	5	5
	3	0	1	5	5	5	5	5	5
KU1001-11-1	1	0	0	1	1	1	5	5	5
	2	0	1	1	3	3	5	5	5
	3	0	1	1	5	5	5	5	5
KU1001-13-1	1	0	3	5	5	5	5	5	5
	2	0	3	5	5	5	5	5	5
	3	0	3	5	5	5	5	5	5

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) ระดับใบม้วนของพันธุ์และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของคู่ผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่อคให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

KU1001-16-2	1	0	0	0	0	1	5	5	7
	2	0	0	0	0	1	3	5	7
	3	0	0	1	1	1	3	3	3
KU1001-20-2	1	0	0	5	5	5	5	5	5
	2	0	1	3	5	5	5	5	5
	3	0	1	3	5	5	7	7	7
KU1001-21-1	1	0	1	3	3	3	5	5	5
	2	0	1	3	3	3	5	5	5
	3	0	1	3	5	5	5	5	7
KU1001-24-1	1	0	1	1	3	5	5	5	5
	2	0	3	3	5	7	7	7	7
	3	0	3	5	5	5	5	5	5
KU1001-26-1	1	0	0	0	3	3	5	5	5
	2	0	0	3	5	5	5	5	5
	3	0	0	0	1	3	5	5	5
KU1001-29-1	1	0	1	1	3	3	5	5	5
	2	0	1	5	5	5	5	5	5
	3	0	1	3	3	3	5	5	5
KU1002-1-3	1	0	0	0	1	3	5	5	5
	2	0	0	1	3	5	5	5	5
	3	0	0	1	1	3	3	3	5
KU1002-3-3	1	0	0	0	3	3	5	5	5
	2	0	0	0	5	5	5	5	5
	3	0	0	1	5	5	5	5	5
KU1002-4-1	1	0	0	0	0	3	9	9	9
	2	0	0	0	1	3	7	7	9
	3	0	0	0	0	3	7	7	7

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) ระดับใบม้วนของพันธุ์และสายพันธุ์ลูกชั่วที่ 8 ของกลุ่มผสมระหว่าง PLG x CNT1 และ PLG x SPR3 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

	1	0	1	1	3	3	5	5	5
KU1002-5-2	2	0	1	3	3	5	5	5	5
	3	0	1	3	3	5	5	5	5
	1	0	0	3	5	5	5	5	5
KU1002-11-1	2	0	1	3	5	5	5	5	5
	3	0	1	1	3	7	7	7	9



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ CNT1 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ PTT1 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ SPR3 เมื่อรดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 4 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ RD49 เมื่อรดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-7-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 6 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-8-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 7 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-11-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 8 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-13-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



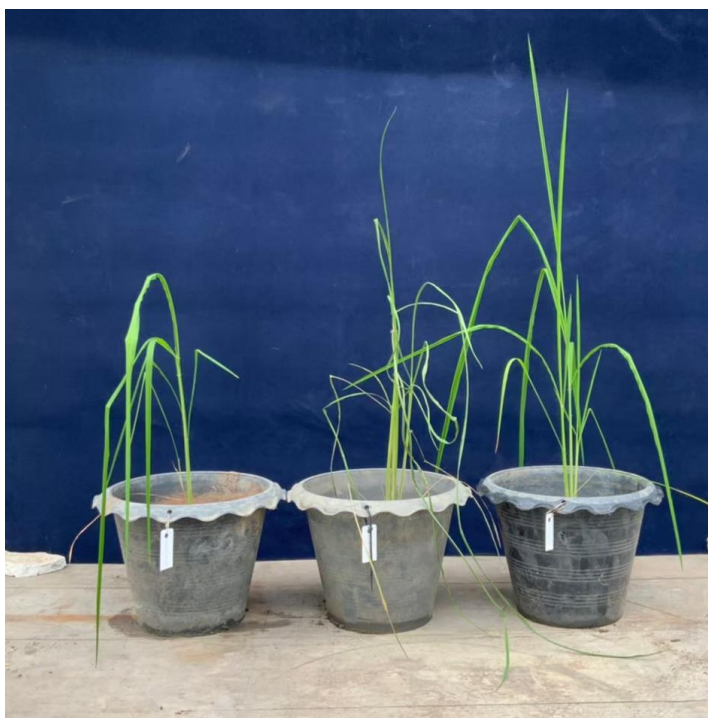
ภาพผนวกที่ 9 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-16-2 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 10 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-20-2 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



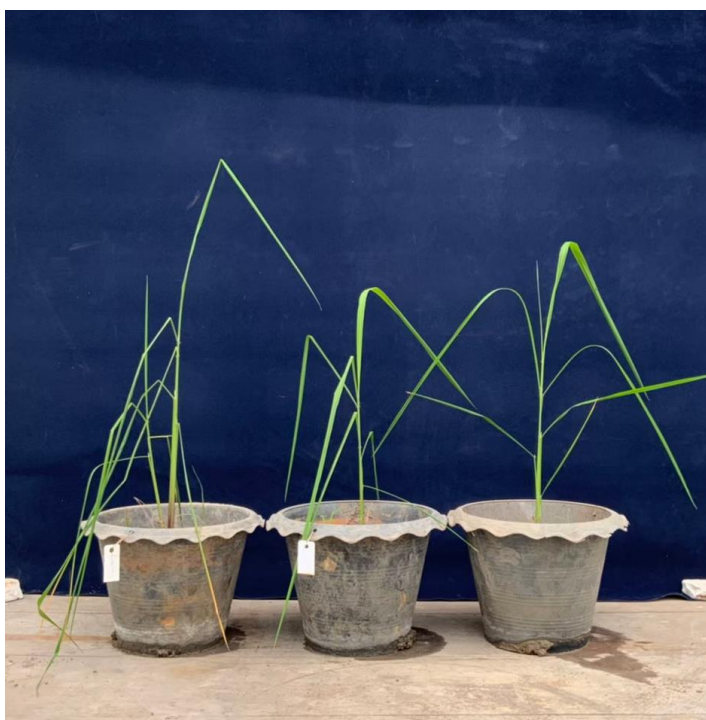
ภาพผนวกที่ 11 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-21-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-24-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 13 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-26-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 14 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1001-29-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 15 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1002-1-3 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 16 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1002-3-3 เมื่อคงให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 17 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1002-4-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 18 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1002-5-2 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน



ภาพผนวกที่ 19 ลักษณะใบม้วนของสายพันธุ์ KU1002-11-1 เมื่องดให้น้ำเป็นเวลา 16 วัน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	พงศธร อึ้งป้อง
วัน เดือน ปี เกิด	30 สิงหาคม 2543
สถานที่เกิด	อำเภอekinบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษา โรงเรียนปราจีนกัลยาณี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-