

บทที่ 4

ผลการทดลอง

(Results)

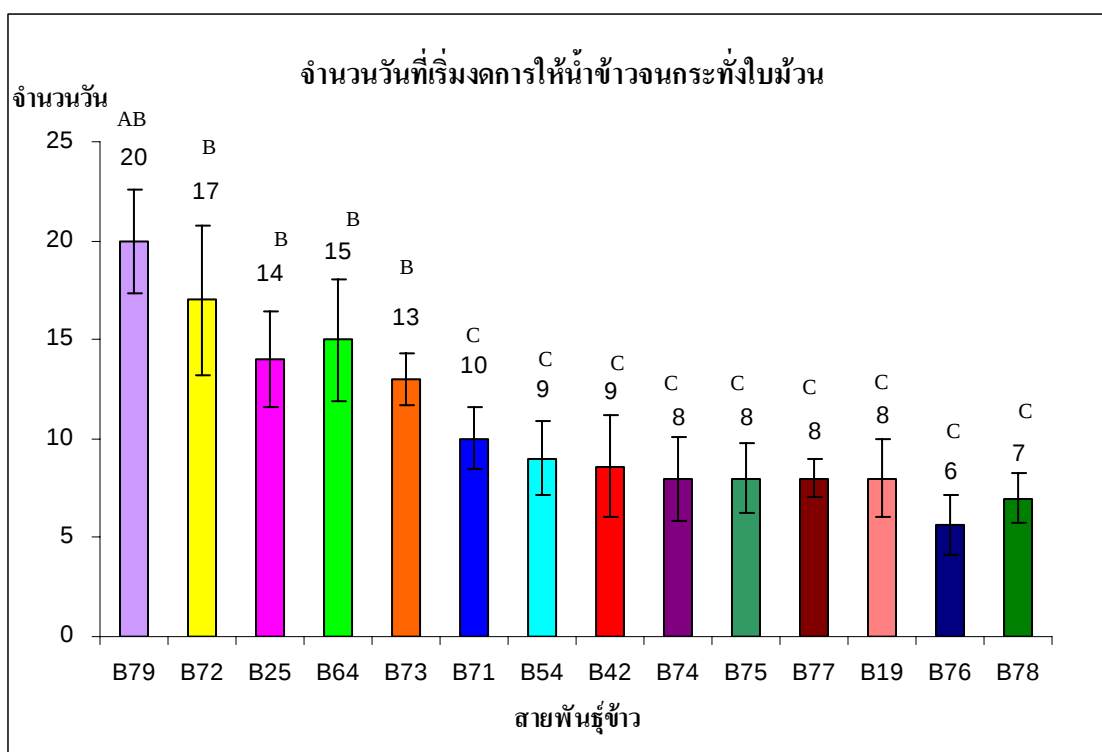
การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ทนแล้งและไม่ทนแล้ง

จากการศึกษาเลือกสายพันธุ์ข้าวมาศึกษาทั้งหมด 14 สายพันธุ์ พันธุ์ละ 20 ต้น ทำการงดให้น้ำข้าวในระยะก่อนออกดอก 7-11 วัน งดการให้น้ำจนกระทั่งใบข้าวทุกใบม้วนแล้วนับจำนวนวันที่ข้าวสามารถงดการให้น้ำได้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ จากการศึกษพบว่า สายพันธุ์ข้าวที่มีระยะเวลาในการงดการให้น้ำสูงที่สุด คือ B79 (Pokkali) โดยสามารถงดการให้น้ำได้ประมาณ 20 วัน รองลงมาคือ B72 (AZUCENA) งดการให้น้ำได้ประมาณ 17 วัน, B64 (IR 5178-1-1-4) งดการให้น้ำได้ประมาณ 15 วัน, B25(IR 2035-117-3) งดการให้น้ำได้ประมาณ 14 วัน, B73 (IR 68586-F2CA-143) งดการให้น้ำได้ประมาณ 13 วัน, B71(IR64) งดการให้น้ำได้ประมาณ 10 วัน, B54 (IR 43) และ B 42 (IR 54) งดการให้น้ำได้ประมาณ 9 วัน, B74(SRN1), B75(KDML), B77(1093#11 RGDU03062(4)-85-0-0-0) และ B19 (PTT1) สามารถงดการให้น้ำได้ประมาณ 8 วัน และสายพันธุ์ข้าวที่สามารถงดการให้น้ำได้น้อยที่สุด คือ B78 (1093#70 RGDU03062(2)-113-0-0-0) และ B76 (1093#69 RGDU03062(2)-1020-0-0-0) สามารถงดการให้น้ำได้ประมาณ 7 และ 6 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)

จากข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อจัดกลุ่มความเหมือนความแตกต่างกัน โดยใช้วิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มข้าวออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 4.1) หลังจากนั้นได้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่สนใจเพื่อนำไปศึกษาในระดับต่อไปได้ดังนี้ คือ B71 (IR64), B74 (SRN1) และ B19 (PTT1) เป็นกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง (ภาพที่ 4.2) และ B25 (IR 2035-117-3), B64 (IR 5178-1-1-4), B72 (AZUCENA), B73 (IR 68586-F2CA-143) และ B79 (Pokkali) (ภาพที่ 4.3) เป็นกลุ่มสายพันธุ์ข้าวที่ทนแล้ง

ภาพที่ 4.1

ระยะเวลาการงดการให้น้ำจนกระทั่งใบม้วนของข้าวแต่ละสายพันธุ์



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ภาพที่ 4.2

ลักษณะทั่วไปของข้าวในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวที่ไม่ทนแล้ง



ภาพที่ 4.3

ลักษณะทั่วไปของข้าวในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวที่ทนแล้ง



ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

หลังจากนำข้าว 8 สายพันธุ์มาศึกษาทดลองงดการให้น้ำ 3 แบบ คือ งดการให้น้ำจนกระทั่งใบม้วน งดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน และงดการให้น้ำเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลของลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิต คือ ความสูง, จำนวนช่อ, น้ำหนักแห้ง, น้ำหนักเมล็ด และจำนวนเมล็ด ในสภาวะแล้งเปรียบเทียบกับสภาวะปกติ นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลดลง แล้วนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างข้าวแต่ละสายพันธุ์ ได้ผลดังต่อไปนี้

- ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อความสูง

เมื่อนำข้อมูลความสูงที่ข้าวงดการให้น้ำจนกระทั่งใบม้วนมาหาเปอร์เซ็นต์การลดลงเปรียบเทียบกับข้าวที่ให้น้ำปกติ (Control) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในข้าวแต่ละสายพันธุ์พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงในข้าว B64 สูงที่สุด (14.2%) และข้าว B74 และ B19 จะมี

เปอร์เซ็นต์การลดลงน้อยที่สุด (4.6%, 4.2% ตามลำดับ) และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าสามารถแบ่งข้าวตามเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือจะสามารถบอกความแตกต่างของ B74 และ B19 ออกจากข้าวสายพันธุ์ B25, B64, B72, B73, B79 และ B71 ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงที่งดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วัน พบว่า B72 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงสูงที่สุด (12.7%) ในขณะที่ B71 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงน้อยที่สุด (3.6%) และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 B72 และ B74 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงมาก กลุ่มที่ 2 B25 และ B64 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงไม่ดี และกลุ่มที่ 3 B71 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงน้อยที่สุด ส่วน B19, B73 และ B79 จะไม่มีความแตกต่างกันกับข้าวพันธุ์อื่น ๆ

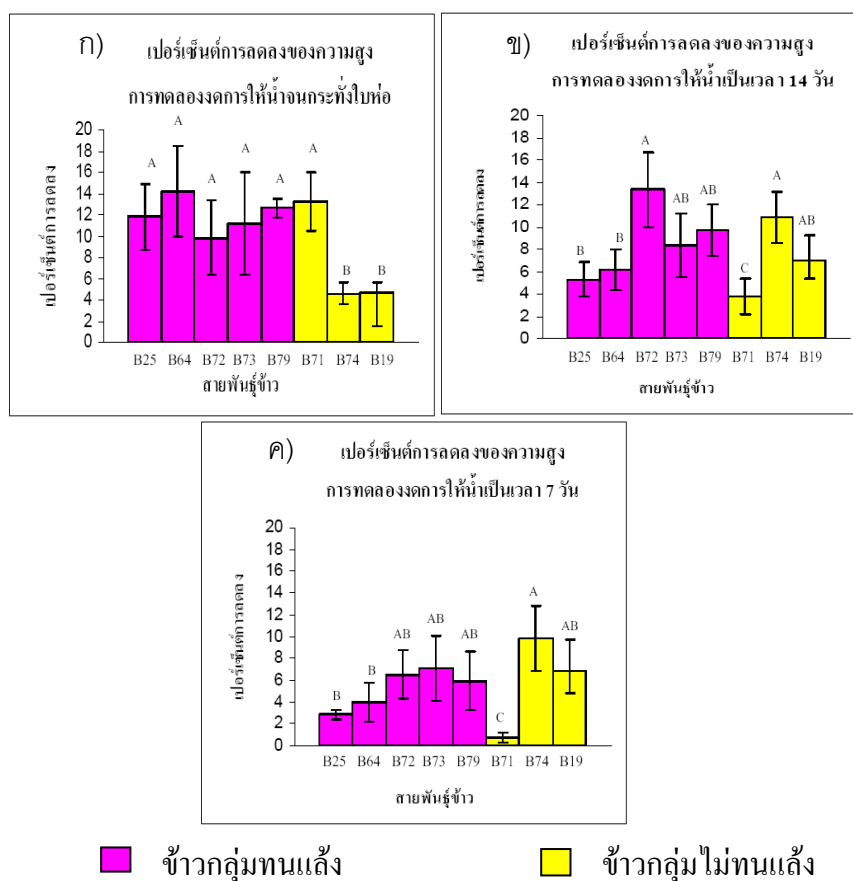
ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงที่งดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 7 วัน พบว่า B74 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงสูงที่สุด (9.8%) ในขณะที่ B71 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงน้อยที่สุด (0.7%) และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า จะมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันได้คล้ายกับแบบการทดลองงดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน

จากการงดการให้น้ำทั้ง 3 แบบการทดลองพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบกับ ความสูงของข้าวทุกสายพันธุ์แต่จะมีผลกระทบที่มากน้อยแตกต่างกันออกไป โดยผลกระทบของความแห้งแล้งต่อความสูงจะไม่มี ความแตกต่างกันในกลุ่มข้าวที่ทนแล้งและกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้งอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมีความแตกต่างกันในข้าว B25 (ข้าวกลุ่มทนแล้ง) กับ B74 (ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง) ในทั้ง 3 แบบการทดลอง และนอกจากนี้จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า ถ้างดการให้น้ำข้าว จนกระทั่งใบม้วนซึ่งข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีระยะเวลาในการขาดน้ำจนกระทั่งใบม้วนไม่เท่ากัน และจะเป็นระยะเวลาที่ข้าวจะมีการตอบสนองต่อสภาวะแล้งและสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยส่วนใหญ่แล้วในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งจะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงมากกว่าข้าวในกลุ่มที่ไม่ทนแล้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวในกลุ่มที่ทนแล้งมีการปรับเปลี่ยนสรีระลดอัตราการยืดตัวของลำต้น เพื่อช่วยในการลดการสูญเสียน้ำและช่วยลดพื้นที่ในการใช้น้ำเพื่อให้สามารถทนต่อสภาวะแล้งได้นาน ในขณะที่ข้าวในกลุ่มที่ไม่ทนแล้งจะไม่มีการปรับเปลี่ยนลดความสูงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ และมีการใช้น้ำตามปกติทำให้ทนต่อสภาวะแล้งได้น้อย ในส่วนของการทดลองงดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน และ 7 วัน จะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างข้าวกลุ่มทนแล้งและไม่ทนแล้ง อาจ

เนื่องจากการทิ้งการให้น้ำ 14 วัน ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้งอาจตายไปแล้วหรือไม่มีการเจริญเติบโต แล้วเนื่องจากเกินระยะเวลาที่ข้าวสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (ระยะเวลาที่ใบม้วน) จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงมากเท่า ๆ กับข้าวกลุ่มทนแล้ง ส่วนการงดการให้น้ำที่ 7 วันจะเห็นได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงใกล้เคียงกันระหว่างกลุ่มทนแล้งและไม่ทนแล้งอาจเนื่องจากการทิ้งการให้น้ำ 7 วันเป็นระยะเวลาที่ยังไม่มีผลกระทบมากต่อข้าวกลุ่มที่ทนแล้งทำให้ความสูงลดลงไม่มาก ในขณะที่การให้น้ำ 7 วันเป็นระยะที่มีผลกระทบกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งอย่างมากจึงทำให้ความสูงลดลงมาก (ภาพที่ 4.4)

ภาพที่ 4.4

เปอร์เซ็นต์การลดลงของความสูงในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วน(ก) งดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ข) และงดการให้น้ำ 7 วัน(ค)



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อจำนวนข้อ

เมื่อนำข้อมูลของจำนวนข้อที่สภาวะงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วนมาหาเปอร์เซ็นต์การลดลงเปรียบเทียบกับข้าวที่ให้น้ำปกติ (control) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในข้าวแต่ละสายพันธุ์พบว่า ในข้าวสายพันธุ์ B79 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อมากที่สุด (35.7%) และข้าวสายพันธุ์ B64 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อน้อยที่สุด (21.4%) และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อในข้าวแต่ละสายพันธุ์มาวิเคราะห์ความหาแตกต่างทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อในข้าวแต่ละสายพันธุ์จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อที่งดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วัน ในข้าวแต่ละสายพันธุ์ พบว่าในข้าว B74 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อมากที่สุด (46.1%) และแตกต่างจาก B71 (18.5%) และ B19 (23.7%) อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนพันธุ์อื่นจะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อที่ระดับกลาง ๆ และไม่แตกต่างกัน

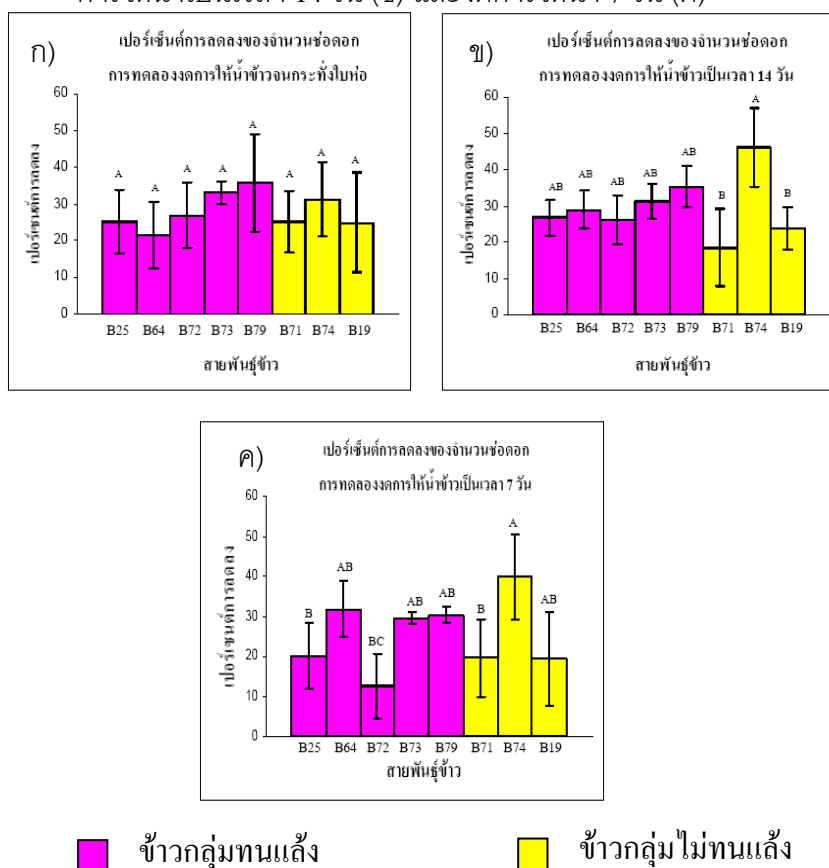
ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อที่งดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 7 วัน ในข้าวแต่ละพันธุ์พบว่า B74 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อมากที่สุด (39.8%) และ B72 มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อน้อยที่สุด (12.5%) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า สามารถแยกความแตกต่างของข้าว B74 ออกจาก B25, B71 และ B72 ได้ ส่วนข้าวพันธุ์อื่น ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้ออยู่ระหว่าง 2 กลุ่ม ดังกล่าว

จากการงดการให้น้ำทั้ง 3 แบบการทดลองพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบกับจำนวนข้อของข้าวทุกสายพันธุ์แต่จะมีผลกระทบที่มากน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละสายพันธุ์ โดยผลกระทบของความแห้งแล้งต่อจำนวนข้อจะไม่มี ความแตกต่างกันในกลุ่มข้าวที่ทนแล้งและกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง แต่จะมีความแตกต่างกันในข้าว B25 (ข้าวกลุ่มทนแล้ง) กับ B74 (ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง) ในการทดลองงดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วันและ 7 วัน และนอกจากนี้ยังพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบต่อจำนวนข้อของข้าว B74 มากกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ (ภาพที่ 4.5)

ภาพที่ 4.5

เปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนข้อในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วน (ก) งด

การให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ข) และงดการให้น้ำ 7 วัน (ค)



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางท 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

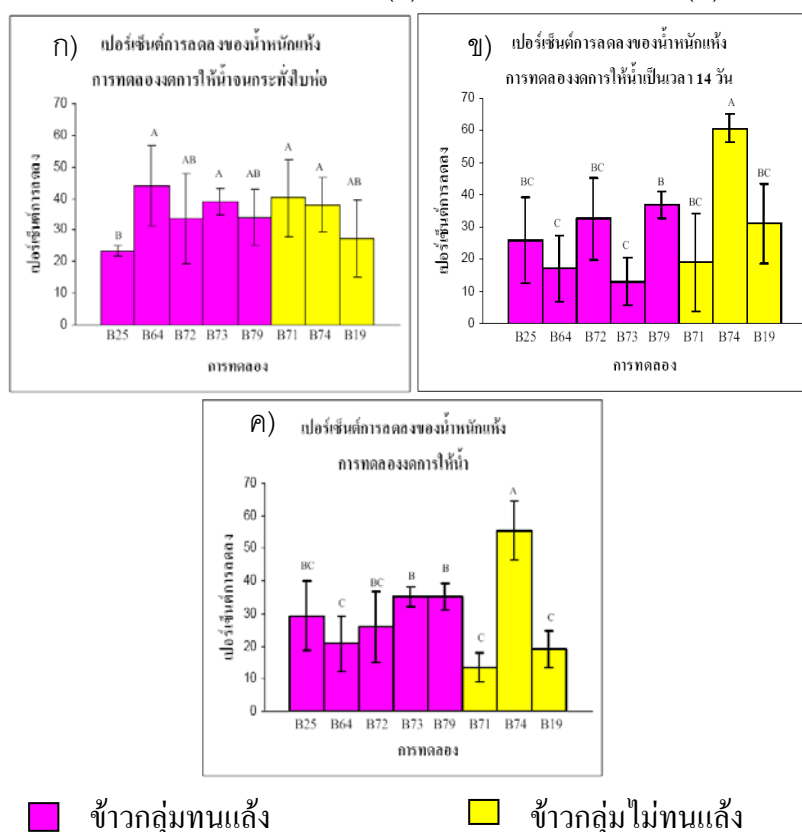
- ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อน้ำหนักแห้ง

เมื่อนำข้อมูลของน้ำหนักแห้งที่สภาวะงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วนมาหาเปอร์เซ็นต์การลดลงเปรียบเทียบกับข้าวที่ให้น้ำปกติ (Control) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในข้าวแต่ละสายพันธุ์พบว่า ในข้าว B25 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (23.4%) จะแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักแห้งที่ข้าวงดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วันและ 7 วัน ในข้าวแต่ละพันธุ์พบว่าในข้าว B74 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักแห้งมากที่สุด (60.5% และ 55.5%) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากข้าวพันธุ์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการงดการให้น้ำทั้ง 3 แบบการทดลองพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบกับน้ำหนักแห้งของข้าวทุกสายพันธุ์แต่จะมีผลกระทบที่เล็กน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละสายพันธุ์ โดยผลกระทบของความแห้งแล้งต่อน้ำหนักแห้งจะไม่มี ความแตกต่างกันในกลุ่มข้าวที่ทนแล้งและกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง แต่จะมีความแตกต่างกันในข้าว B25 (ข้าวกลุ่มทนแล้ง) กับ B74 (ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง) ในการทดลองงดการให้น้ำทั้ง 3 การทดลอง และนอกจากนี้ยังพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของข้าว B74 มากกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ ในการทดลองงดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วันและ 7 วัน (ภาพที่ 4.6)

ภาพที่ 4.6

เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักแห้งในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วน (ก) งดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ข) และงดการให้น้ำ 7 วัน (ค)



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อน้ำหนักเมล็ด

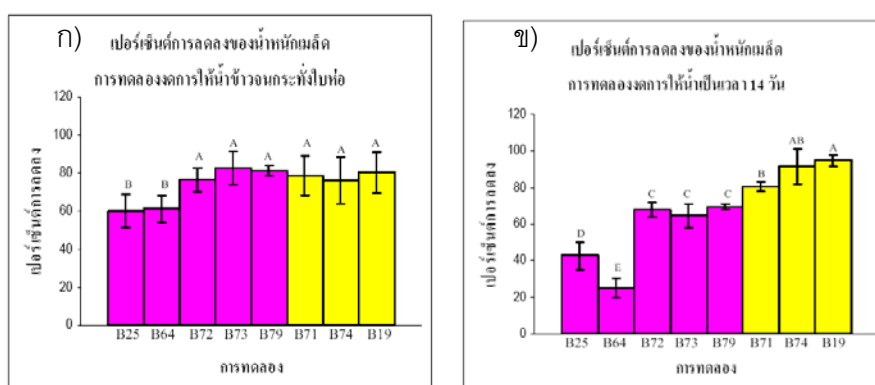
เมื่อนำข้อมูลของน้ำหนักเมล็ดที่สภาวะงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วนมาหาเปอร์เซ็นต์การลดลงเปรียบเทียบกับข้าวที่ให้น้ำปกติ (Control) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในช่วงแต่ละสายพันธุ์พบว่า ในข้าว B25 และ B64 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุด (60.2% และ 61.3%) และจะแตกต่างจาก B71, B72, B73, B74, B79 และ B19 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดที่งดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วัน และ 7 วัน ในข้าวแต่ละสายพันธุ์พบว่า เป็นไปในทางเดียวกันกับการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบห่อ คือ ในข้าว B25 และ B64 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากข้าวพันธุ์อื่น ๆ

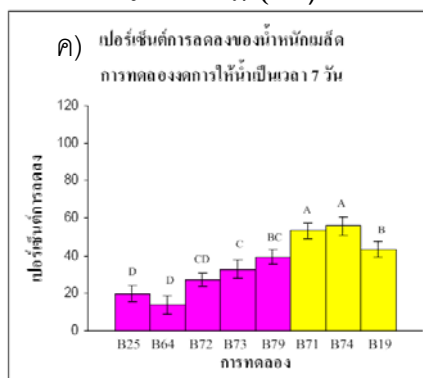
จากการงดการให้น้ำทั้ง 3 แบบการทดลองพบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบกับน้ำหนักเมล็ดของข้าวทุกสายพันธุ์แต่จะมีผลกระทบที่มากขึ้นแตกต่างกันออกไปในแต่ละสายพันธุ์ โดยผลกระทบของความแห้งแล้งต่อน้ำหนักเมล็ดเมื่อนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า ในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบห่อจะไม่มี ความแตกต่างกันในกลุ่มข้าวที่ทนแล้งและกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง แต่จะมีความแตกต่างกันในข้าว B25 และ B64 (ข้าวกลุ่มทนแล้ง) กับ ข้าวสายพันธุ์อื่นๆ แต่ในการทดลองงดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วัน และ 7 วันเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มข้าวที่ทนแล้งกับกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนในการทดลองงดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.7

เปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วน (ก)
งดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ข) และงดการให้น้ำ 7 วัน (ค)



ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



■ ข้าวกลุ่มทนแล้ง

■ ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง

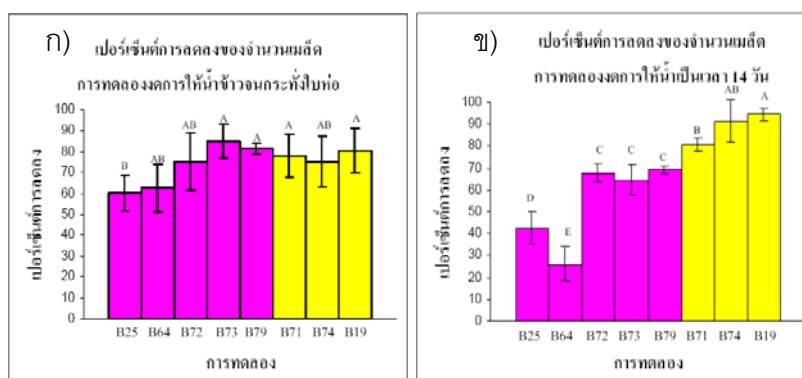
หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อจำนวนเมล็ด

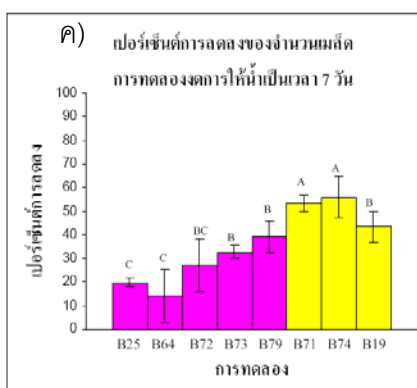
ผลการศึกษาจาก 3 แบบการทดลองที่ได้พบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนเมล็ดคล้ายกับเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ด คือในข้าว B25 และ B64 จะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนเมล็ดน้อยกว่าพันธุ์อื่น ๆ โดยเฉพาะพันธุ์ที่ไม่ทนแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้พบว่า ความแห้งแล้งมีผลกระทบกับจำนวนเมล็ดของข้าวทุกสายพันธุ์ แต่จะมีผลกระทบที่มากน้อยแตกต่างกันออกไปในแต่ละสายพันธุ์ โดยผลกระทบของความแห้งแล้งต่อจำนวนเมล็ดในการทดลองงดการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 14 วัน และ 7 วันเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มข้าวที่ทนแล้งกับกลุ่มข้าวที่ไม่ทนแล้ง โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนในการทดลองงดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ภาพที่ 4.8)

ภาพที่ 4.8

เปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนเมล็ดในการทดลองงดการให้น้ำข้าวจนกระทั่งใบม้วน (ก) งดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน (ข) และงดการให้น้ำ 7 วัน (ค)



ภาพที่ 4.8(ต่อ)



■ ข้าวกลุ่มทนแล้ง

■ ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1 และการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วย LSD อักษรภาษาอังกฤษเดียวกันแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันแสดงถึงการมีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดและจำนวนเมล็ดของข้าวในสภาวะแล้งเปรียบเทียบกับสภาวะปกติของข้าว พบว่า B25 และ B64 ซึ่งเป็นข้าวในกลุ่มที่ทนแล้งจะมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดและจำนวนเมล็ดของข้าวน้อยกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ อาจกล่าวได้ว่า ข้าว B25 และ B64 เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตมาก และข้าว B72, B73, B79, B71, B74 และ B19 เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตน้อย

จากผลการศึกษาผลกระทบของความแห้งแล้งต่อลักษณะทางการเกษตรและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวเห็นได้ว่าสภาวะแล้งจะมีผลกระทบในด้านต่าง ๆ แตกต่างกันไปในข้าวแต่ละสายพันธุ์ แต่เนื่องจากในการศึกษาต่อไปจะศึกษาการแสดงออกของยีนที่มีผลต่อเสถียรภาพการให้ผลผลิตของข้าวในสภาวะแล้ง ดังนั้น จึงแบ่งกลุ่มข้าวตามลักษณะของการทนแล้งร่วมกับลักษณะของเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนักเมล็ดและจำนวนเมล็ดได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ข้าวมีลักษณะทนแล้ง และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี คือ B25 และ B64

กลุ่มที่ 2 ข้าวมีลักษณะทนแล้ง และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี คือ B72, B73 และ B79

กลุ่มที่ 3 ข้าวมีลักษณะไม่ทนแล้ง และมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี คือ B71, B74 และ B19

ผลกระทบของความแห้งแล้งต่อการแสดงออกยีน

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่มีมาก่อนหน้านี้ที่ศึกษาในทำนองที่เกี่ยวกับกระบวนการถ่ายละอองเกสร และ/หรือการปฏิสนธิ (pollination /fertilization) ยีนที่ทำหน้าที่ในการพัฒนาช่อดอก, ยีนที่มีการตอบสนองต่อสภาวะความเครียดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ความเย็น ความเค็มและความแห้งแล้ง และยีนต่าง ๆ ที่น่าจะมีผลเกี่ยวกับการติดเมล็ดของข้าว จากงานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถคัดเลือกยีนที่สนใจ 50 ยีนมาศึกษาและออกแบบ primer ที่จำเพาะกับยีนนั้น ๆ เมื่อนำมาศึกษาการแสดงออกยีนด้วยเทคนิค RT-PCR จะพบว่าจาก 50 ยีน มี 43 ยีน ที่สามารถหาสภาวะที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในศึกษาการแสดงออกยีนด้วยเทคนิค RT-PCR ต่อไป

ในเบื้องต้นได้ทำการศึกษาการแสดงออกยีนทั้ง 43 ยีนในข้อข้าวที่สภาวะแล้งเปรียบเทียบกับสภาวะปกติในข้าว 8 สายพันธุ์ที่ศึกษาแล้วว่ามี การให้เสถียรภาพการให้ผลผลิตในสภาวะแล้งที่แตกต่างกัน โดยในจะเลือกศึกษาการแสดงออกยีนในการทดลองการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน ซึ่งจะศึกษาที่ระยะหลังการงดการให้น้ำข้าวที่ 2 วัน และ 14 วัน ที่เลือกแบบการทดลองนี้มาศึกษาการแสดงออกของยีนเนื่องจาก การทดลองการให้น้ำจนกระทั่งใบห่อนั้นในข้าวแต่ละพันธุ์จะมีระยะเวลาในการงดการให้น้ำไม่เท่ากันเช่น บางพันธุ์ 7 วัน บางพันธุ์ 12 วัน บางพันธุ์ 16 วัน เป็นต้น ทำให้การนำมาศึกษาการแสดงออกของยีนนั้นจะมีจำนวนของวันที่เก็บตัวอย่างไม่เท่ากัน การนำมาเปรียบเทียบการแสดงออกยีนในแต่ละพันธุ์จึงทำได้ยาก ส่วนในการทดลองการให้น้ำข้าวเป็นเวลา 7 วันนั้น สำหรับกลุ่มข้าวที่ทนแล้งระยะเวลาขาดน้ำเพียงแค่ 7 วัน อาจจะยังไม่ถึงผลต่อการตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำเลย เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่สั้น ดังนั้นการศึกษากการแสดงออกของยีนจึงอาจจะยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกที่ระยะงดการให้น้ำที่เวลา 7 วัน ดังนั้นจึงเลือกศึกษาการแสดงออกของยีนที่ระยะเวลางดการให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน เพราะข้าวทุกพันธุ์จะมีระยะเวลาการงดการให้น้ำที่เท่ากันและเก็บตัวอย่างเท่ากันที่เวลา 14 วันทำให้เปรียบเทียบการแสดงออกของยีนได้ง่าย และนอกจากนี้ที่ระยะเวลางดการให้น้ำ 14 วันยังเป็นระยะเวลาที่มากเกินไปที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีนที่ตอบสนองต่อสภาวะแล้งทั้งในข้าวกลุ่มทนแล้งและไม่ทนแล้ง

จากการศึกษาการแสดงออกยีน พบว่า มียีนเพียง 29 ยีนจาก 43 ยีนที่มีการแสดงออกในข้อข้าวส่วนอีก 14 ยีน ไม่เห็นการแสดงออกยีน โดยยีนที่มีการแสดงออกทั้ง 29 ยีนจะมีรูปแบบการแสดงออกในข้าวแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไป (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1

การแสดงออกยีนในข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ

ชื่อยีน	ข้าวกลุ่มทนแล้ง มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี		ข้าวกลุ่มทนแล้ง มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี			ข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี		
	B25	B64	B72	B73	B79	B71	B74	B19
Os02g02840	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง
Os01g06460	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
Os02g07230	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง
Os07g03200	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑
Os02g51350	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓
Os03g25270	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑
Os09g38320	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
Os12g04240	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑
Os01g73910	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓
Os08g39300	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓
Os01g72740	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑
Os04g44060	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓
Os02g44630	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
Os02g25900	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓
Os03g44710	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑
Os02g48790	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓
Os06g49430	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง
Os08g06110	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑
Os04g53760	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑
Os02g06340	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	เพิ่มขึ้น ↑
Os08g41950	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑
Os03g02290	เพิ่มขึ้น ↑	เพิ่มขึ้น ↑	ลดลง ↓	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ลดลง ↓	ลดลง ↓	ลดลง ↓

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

จากตารางที่ 4.1 สามารถจัดกลุ่มยีนตามการแสดงออกยีนในข้าวแต่ละกลุ่มได้ทั้งหมด 5 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 กลุ่มยีนที่มีการแสดงออกยีนไปในทางเดียวกันในกลุ่มข้าวทั้ง 3 กลุ่ม คือ ข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี, ข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี และข้าวกลุ่มไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี โดยการแสดงออกยีนรูปแบบนี้ แบ่งย่อยได้เป็น 2 รูปแบบย่อย คือ

1.1 รูปแบบยีนที่มีการแสดงออกลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 10 ยีน (ภาพที่ 4.9) จะเป็นยีนที่มีการแสดงออกที่ลดลงไม่ว่าจะเป็นข้าวที่อยู่ในกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี, ข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี หรือข้าวกลุ่มไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่ทั้งนี้ในแต่ละยีนก็จะมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออก

ภาพที่ 4.9

รูปแบบยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกที่ลดลงในสภาวะแล้งทั้งในข้าวทั้ง 3 กลุ่ม

	ทนแล้ง				ทนแล้ง						ไม่ทนแล้ง					
	เสถียรภาพการให้ผลผลิตดี				เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี						เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี					
	B25		B64		B72		B73		B79		B71		B74		B19	
	2D	14D	2D	14D	2D	14D	2D	14D	2D	14D	2D	14D	2D	14D	2D	14D
	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C
Os02g02840																
Os01g06460																
Os02g07230																
Os08g39300																
Os08g06530																
Os04g44060																
Os02g48790																
Os01g16870																
Os03g45280																
Os07g06620																
Actin																

S= stress C=control

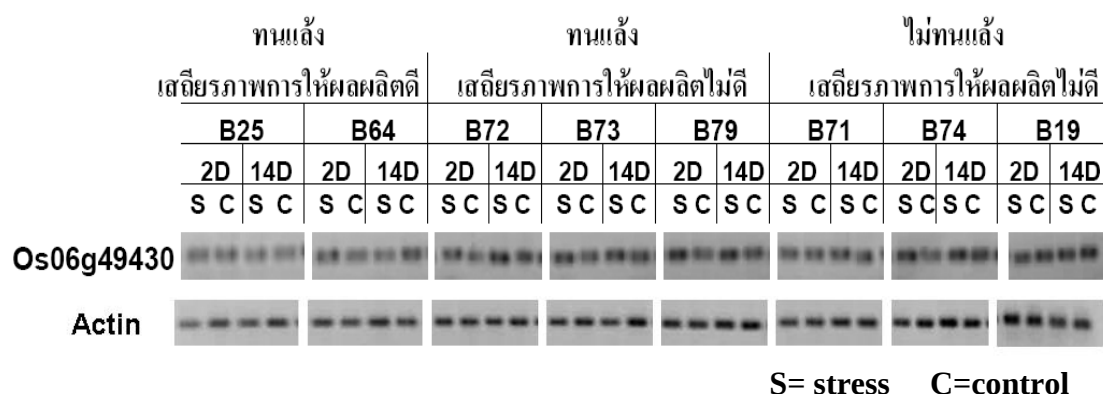
หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

1.2 รูปแบบยีนที่มีการแสดงออกเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนที่มีการแสดงออกรูปแบบนี้มี 1 ยีน (ภาพที่ 4.10) ยีนนี้จะมีการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี, ข้าวกลุ่มทนแล้งและมี

เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี หรือข้าวกลุ่มไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่ทั้งนี้จะมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีน

ภาพที่ 4.10

รูปแบบยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในสภาวะแล้งทั้งในข้าวกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

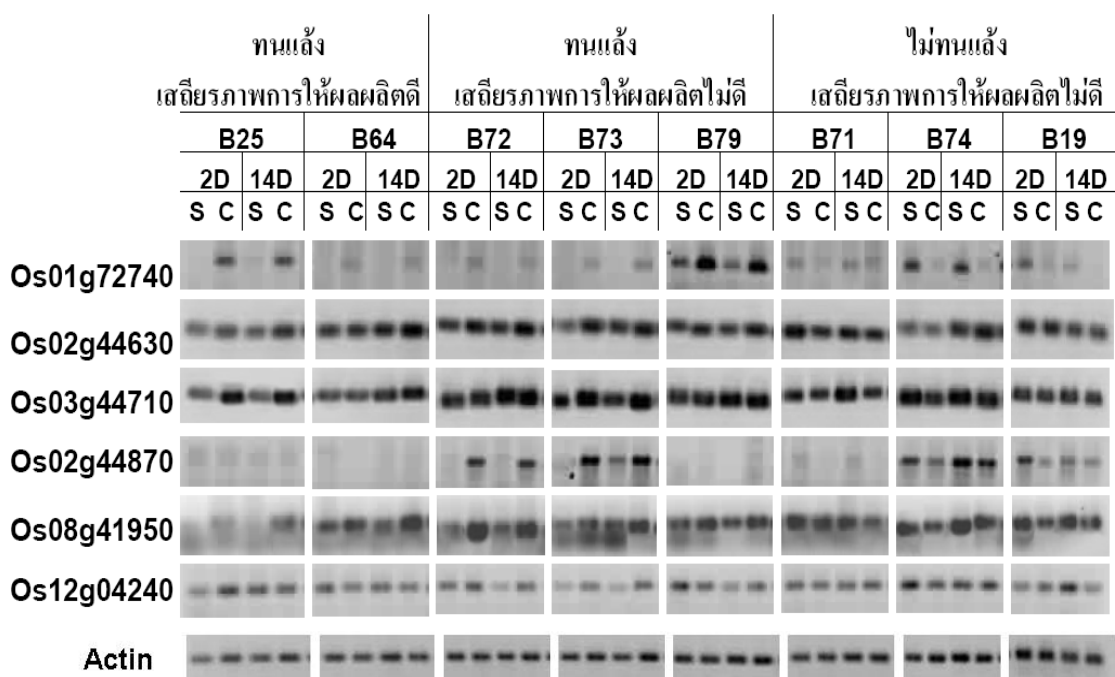
รูปแบบที่ 2 กลุ่มยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกยีนไปในทางเดียวกันในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่จะมีรูปแบบการแสดงออกในทิศตรงกันข้ามกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี การแสดงออกยีนรูปแบบนี้แบ่งย่อยออกเป็น 2 รูปแบบย่อย คือ

2.1 กลุ่มยีนที่มีการแสดงออกยีนเพิ่มมากขึ้นในข้าวกลุ่มไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่มีการแสดงออกยีนลดลงในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกนี้มีทั้งหมด 6 ยีน (ภาพที่ 4.11) แต่ทั้งนี้ในแต่ละยีนก็จะมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีน

2.2 รูปแบบยีนที่มีการแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี และจะมีการแสดงออกที่ลดลงในข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกนี้มี 1 ยีน แต่ทั้งนี้จะมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีน (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.11

กลุ่มยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง และลดลงในข้าวกลุ่มทนแล้ง

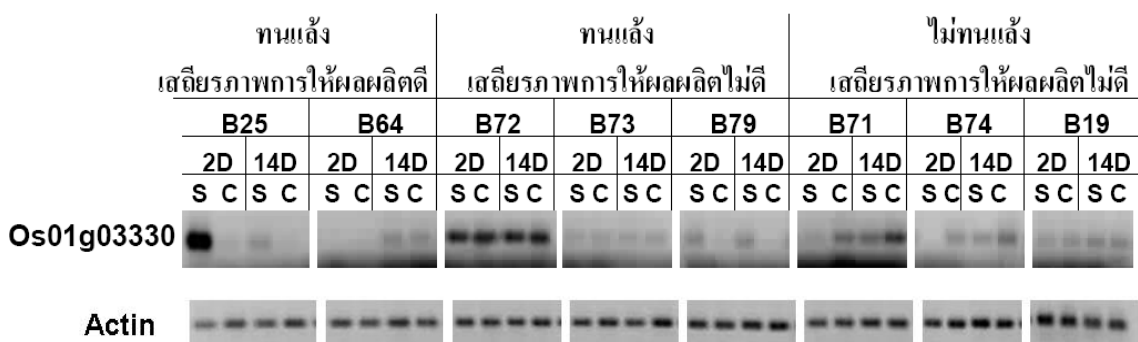


S=stress C=control

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

ภาพที่ 4.12

รูปแบบยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในสภาวะแล้งในข้าวกลุ่มทนแล้งและลดลงในข้าวกลุ่มไม่ทนแล้ง



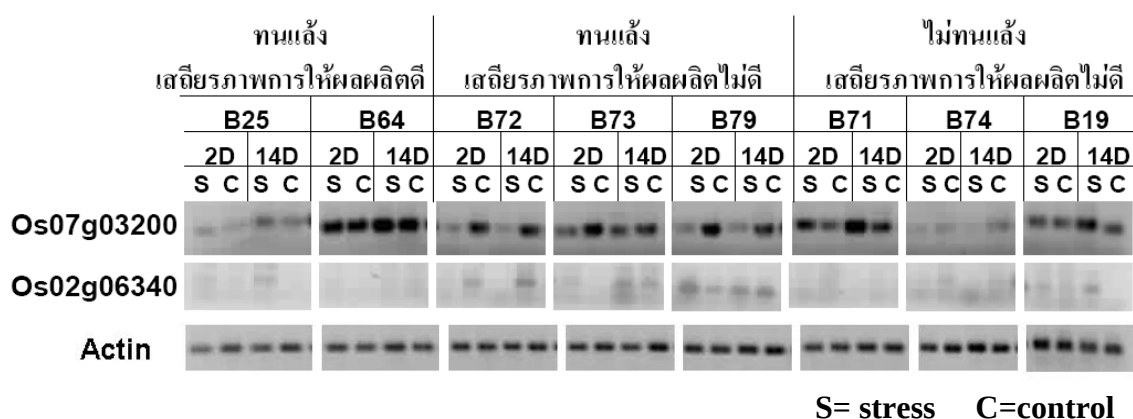
S= stress C=control

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

รูปแบบที่ 3 กลุ่มยีนที่มีการแสดงออกยีนที่แตกต่างกันระหว่างข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนเหมือนกันระหว่างข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกนี้มีด้วยกัน 2 ยีน โดยจะมีการแสดงออกยีนที่เพิ่มมากขึ้นในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่จะมีการแสดงออกยีนที่ลดลงในข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี ที่สภาวะแล้งเปรียบเทียบกับสภาวะให้น้ำปกติ แต่ทั้งนี้ในแต่ละยีนก็จะมีข้าวบางพันธุ์ที่ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีน (ภาพที่ 4.13)

ภาพที่ 4.13

รูปแบบยีนที่มีการแสดงออกยีนที่แตกต่างกันระหว่างข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี แต่จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนเหมือนกันระหว่างข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี

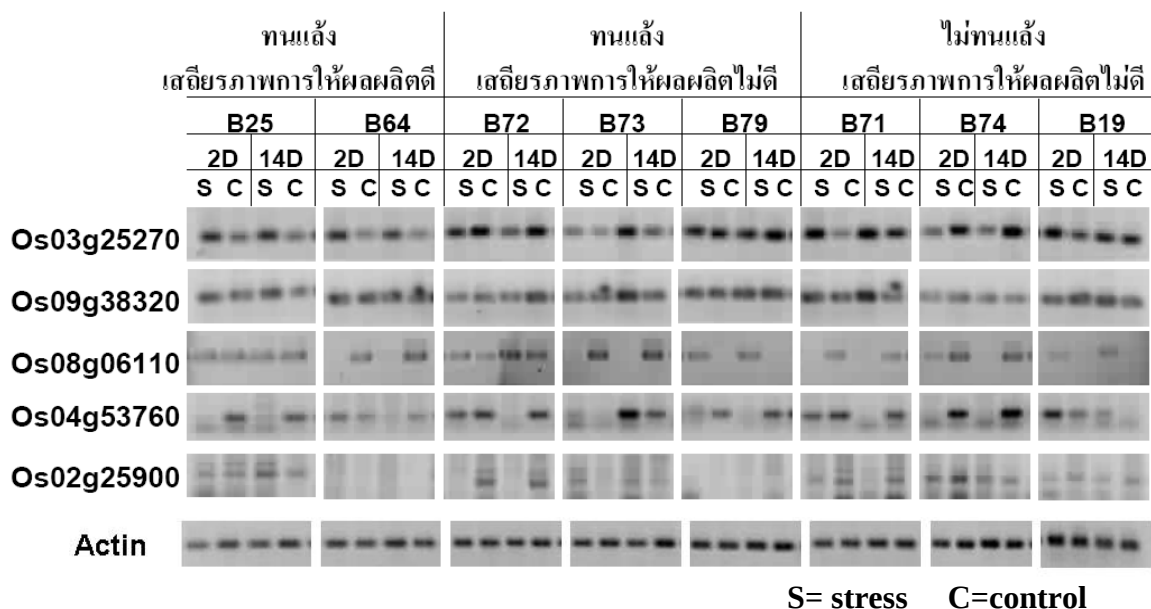


หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

รูปแบบที่ 4 กลุ่มยีนที่มีการแสดงออกยีนที่แตกต่างกันไปในข้าวแต่ละสายพันธุ์ไม่ว่าจะอยู่ในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี, ข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดีและข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี เมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกนี้มีด้วยกัน 5 ยีน (ภาพที่ 4.14)

ภาพที่ 4.14

กลุ่มยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกที่แตกต่างกันในสภาวะแล้งไปในข้าวแต่ละสายพันธุ์

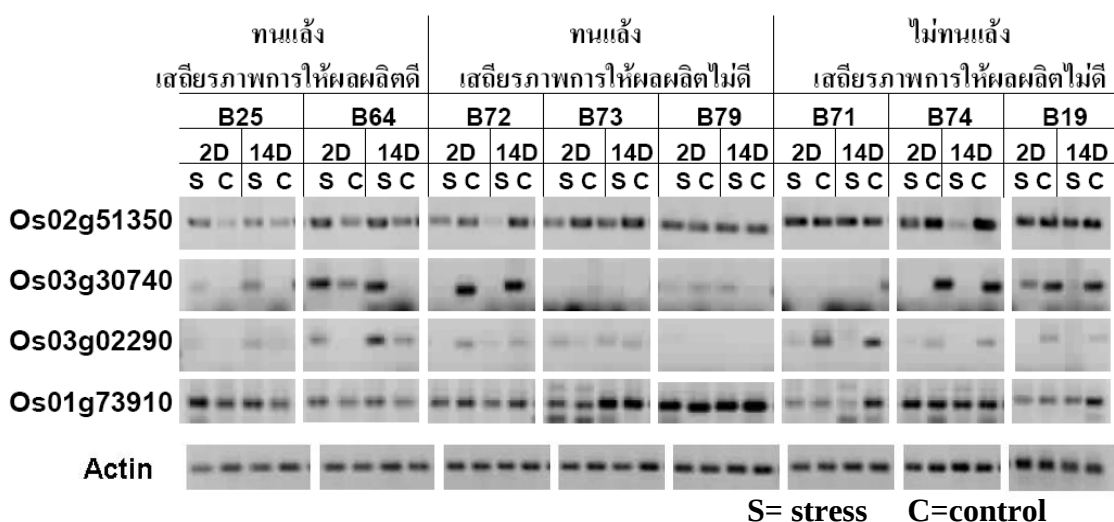


หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

รูปแบบที่ 5 กลุ่มยีนที่มีการแสดงออกเพิ่มขึ้นในข้าวกลุ่มที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีในสภาวะแล้ง และจะมีการแสดงออกยีนที่ลดลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกในข้าวกลุ่มทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดีกับข้าวกลุ่มที่ไม่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดีเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ซึ่งรูปแบบการแสดงออกของยีนในกลุ่มนี้คาดว่าจะสัมพันธ์กับเสถียรภาพของการให้ผลผลิตของข้าวในสภาวะแล้ง คือ ยีนจะมีการแสดงออกเพิ่มมากขึ้นในสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ดี ซึ่งมี 2 สายพันธุ์ คือ B25 และ B64 ในขณะที่ยีนกลุ่มนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกหรือมีการแสดงออกที่ลดลงในข้าวสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ไม่ดีไม่ว่าจะอยู่ในกลุ่มที่ทนแล้งหรือไม่ทนแล้งที่สภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ ดังนั้นการแสดงออกของยีนกลุ่มนี้จึงมีความสอดคล้องกับการแบ่งกลุ่มสายพันธุ์ข้าวออกเป็น 3 กลุ่มดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งยีนในกลุ่มนี้มีทั้งหมด 4 ยีน (ภาพที่ 4.15)

ภาพที่ 4.15

กลุ่มยีนที่มีรูปแบบการแสดงออกยีนที่เพิ่มขึ้นในข้าวกลุ่มที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีและมีการแสดงออกที่ลดลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงในข้าวสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ไม่ดี ที่สภาวะแล้ง



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

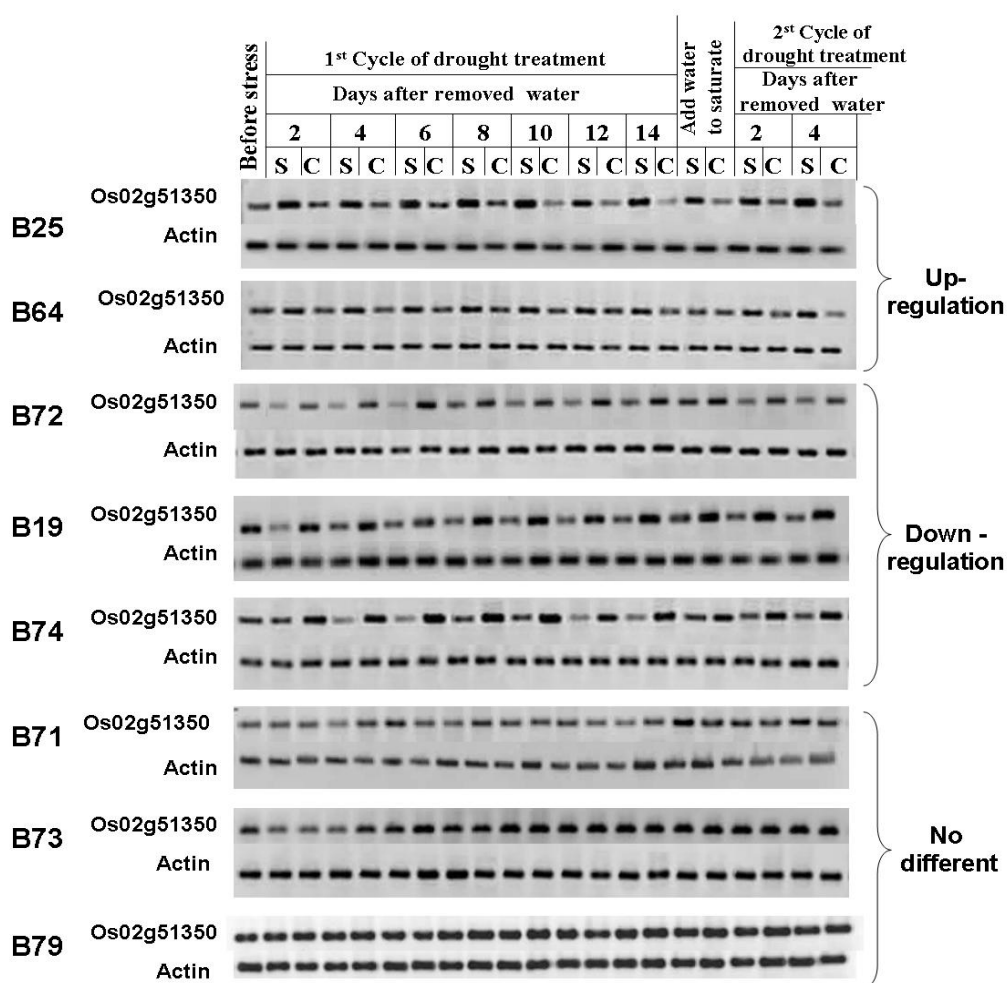
จากการศึกษารูปแบบการแสดงออกยีนทั้งหมด 50 ยีน จะเห็นได้ว่ามีเพียง 4 ยีนเท่านั้นคือ Os02g51350, Os03g30740, Os03g02290 และ Os01g73910 (ยีนกลุ่มที่ 5) ที่มีรูปแบบการแสดงของยีนแตกต่างกันในข้าวที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ดี (เป็นสายพันธุ์ข้าวที่อยู่ในกลุ่มทนแล้ง)กับข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ ที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ไม่ดีในสภาวะแล้ง (สายพันธุ์ข้าวทั้งในกลุ่มที่ทนแล้งและไม่ทนแล้ง) ดังนั้นทั้ง 4 ยีนนี้ จึงเป็นยีนที่น่าสนใจเพราะอาจจะเป็นยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการให้ผลผลิตที่ลดลงไม่มากของข้าวในสภาวะแล้ง จึงได้นำยีนทั้ง 4 ยีนนี้ไปศึกษารูปแบบการแสดงออกยีนในข้อข้าวที่สภาวะแล้งเทียบกับสภาวะปกติ โดยศึกษาสภาวะแล้งในหลายระดับมากขึ้น คือ ที่สภาพก่อนงดการให้น้ำ 1 วัน และหลังงดการให้น้ำทุก ๆ 2 วัน จนกระทั่งให้น้ำกลับและทำการงดการให้น้ำรอบที่สอง การศึกษาการแสดงออกยีนในวันที่ให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสองเพื่อดูการฟื้นตัวและการไวต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำในข้าวแต่ละสายพันธุ์ จากการศึกษาได้ผลการทดลองดังนี้

1. ยีน Os02g51350 จะมีการแสดงออกยีนที่เพิ่มมากขึ้นหลังการงดการให้น้ำที่ 2 วันทั้งในข้าว B25 และ B64 แต่ใน B64 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ในขณะที่ B25 มีการเพิ่มการแสดงออกยีนมากกว่าให้น้ำปกติอย่างเห็นได้ชัด เมื่อมีการให้น้ำ

กลีบ B25 จะยังคงมีการแสดงออกของยีนที่มากกว่าข้าวในสภาวะปกติและหลังการให้น้ำรอบที่สองการแสดงออกยีนก็ยิ่งเพิ่มขึ้นเหมือนเดิม ส่วน B64 เมื่อมีการให้น้ำกลับ การแสดงออกยีนจะลดลงมาเท่ากับข้าวในสภาวะปกติและเมื่องดการให้น้ำรอบสองยีนจะมีการแสดงออกเพิ่มขึ้นอีกครั้ง(ภาพที่ 4.16)

ภาพที่ 4.16

รูปแบบการแสดงออกยีน Os02g51350 ก่อนงดการให้น้ำ 1 วันและหลังการให้น้ำทุก ๆ 2 วันในข้าวแต่ละสายพันธุ์



S= stress C=control

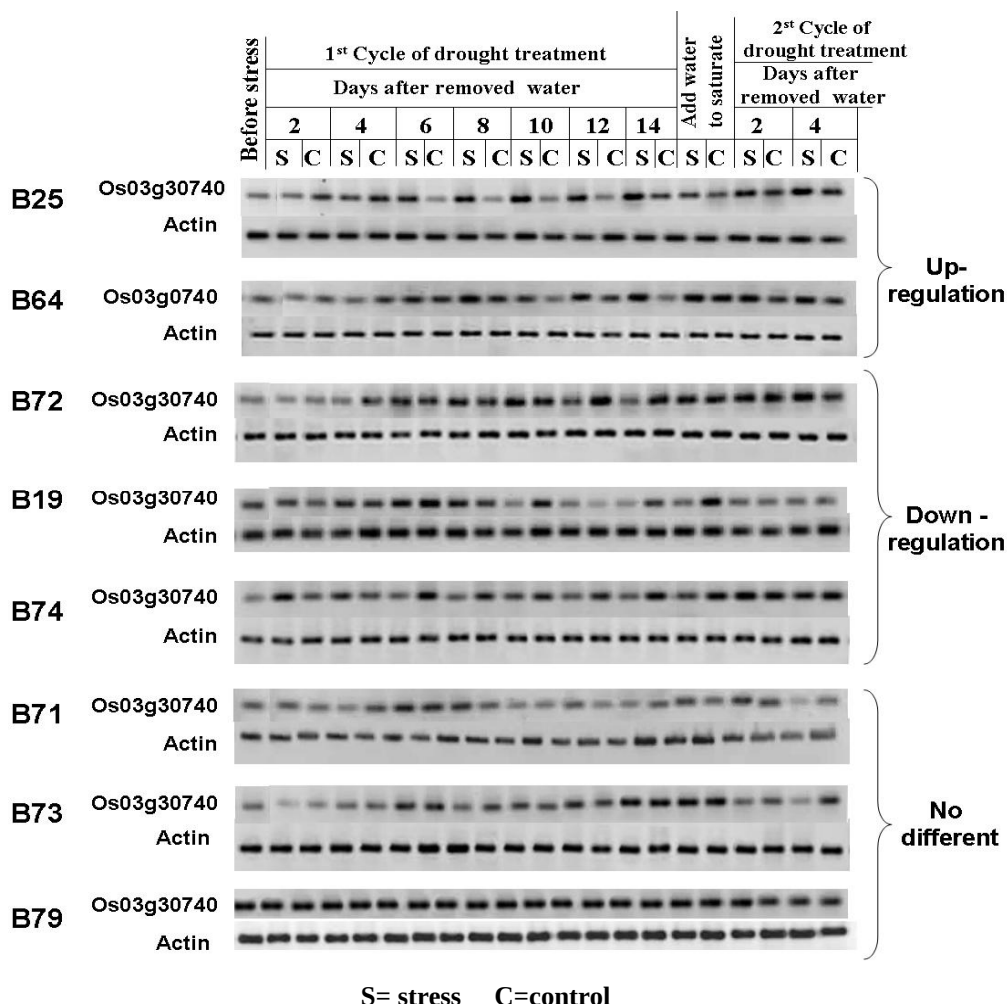
หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

ส่วนการแสดงออกยีนในข้าว B72 และ B19 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลง หลังให้งดการให้น้ำข้าว 2 วันเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ แต่ใน B72 เมื่อมีการให้น้ำกลับจะเห็นได้ว่าการแสดงออกยีนก็จะเพิ่มขึ้นเท่า ๆ กับให้น้ำปกติและเมื่องดการให้น้ำรอบที่สอง ยีนก็จะมีแสดงออกที่ลดลงเช่นเดิม ส่วนใน B19 ไม่ว่าจะให้ น้ำกลับยีนก็ จะไม่มีการแสดงออกเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ในข้าว B74 จะมีการแสดงออกยีนที่ลดลงเหมือนกับ B72 และ B19 แต่จะลดลงในวันที่ 4 หลังให้งดการให้น้ำข้าวและเมื่อมีการให้น้ำกลับยีนก็จะมีแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ และเมื่อหลังการงดการให้น้ำรอบสองการแสดงออกยีนก็จะค่อย ๆ ลดลงอีก ส่วน B71, B73 และ B79 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีนเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ (ภาพที่ 4.16)

2. ยีน Os03g30740 จะมีการแสดงออกยีนที่เพิ่มมากขึ้นหลังการงดการให้น้ำทั้งในข้าว B25 และ B64 แต่ใน B25 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนในวันที่ 6 หลังงดการให้น้ำข้าวและจะลดลงเมื่อมีการให้น้ำกลับเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอีกครั้งในการงดการให้น้ำรอบสอง ในขณะที่ B64 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนหลังการให้น้ำได้ 8 วันและจะมีการแสดงออกยีนเท่ากับให้น้ำปกติ เมื่อมีการให้น้ำกลับ และยีนจะเพิ่มการแสดงออกยีนอีกครั้งในการงดการให้น้ำข้าวรอบสอง การแสดงออกยีนในข้าว B72 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังให้ข้าวงดการให้น้ำ 12 วัน และเมื่อให้น้ำกลับจะมีการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ ให้น้ำปกติ และหลังงดการให้น้ำรอบสองวันที่ 2 และ 4 ยังไม่เห็นการลดลงของการแสดงออกยีนแต่คาดว่าหลังการให้น้ำรอบสองที่นานกว่านี้จะเห็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีน ส่วนใน B19 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังให้งดการให้น้ำ ข้าว 10 วัน เมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ในข้าว B74 จะมีการแสดงออกยีนที่ลดลงตั้งแต่เริ่มให้งดการให้น้ำข้าวและเมื่อมีการให้น้ำกลับยีนก็จะมีแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ส่วน B71 ,B73 และ B 79 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีนเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17

แสดงรูปแบบการแสดงออกยีน Os03g30740 ก่อนงดการให้น้ำ 1 วันและหลังงดการให้น้ำ
ทุก ๆ 2 วันในข้าวแต่ละสายพันธุ์



S= stress C=control

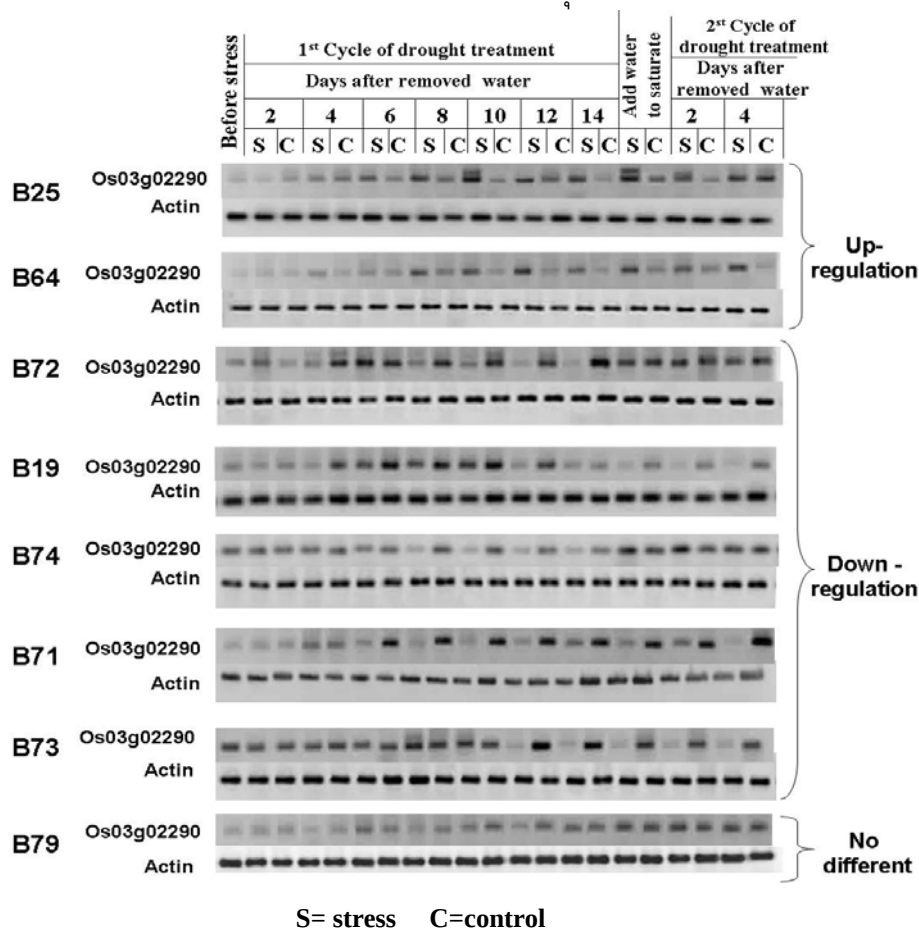
หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

3. ยีน Os03g02290 จะมีการแสดงออกที่เพิ่มมากขึ้นหลังการงดการให้น้ำทั้งในข้าว B25 และ B64 แต่ใน B25 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนในวันที่ 6 หลังช่วงงดการให้น้ำและเมื่อมีการให้น้ำกลับการแสดงออกยีนก็ยังเพิ่มมากกว่าให้น้ำปกติ เช่นเดียวกับ B64 ที่จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนหลังงดการให้น้ำได้ 8 วันและเมื่อมีการให้น้ำกลับการแสดงออกยีนก็เพิ่มขึ้นเหมือนเดิมเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ส่วนการงดการให้รอบสองการแสดงออกยีนก็เพิ่มขึ้นเหมือนการงดการให้น้ำรอบที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าใน B25 จะเห็นเป็น 2 bane ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากยีนมีหลาย splicing form (ภาพที่ 4.18)

ภาพที่ 4.18

รูปแบบการแสดงออกยีน Os03g02290 ก่อนงดการให้น้ำ 1 วันและหลังงดการให้น้ำทุก ๆ

2 วันในข้าวแต่ละสายพันธุ์



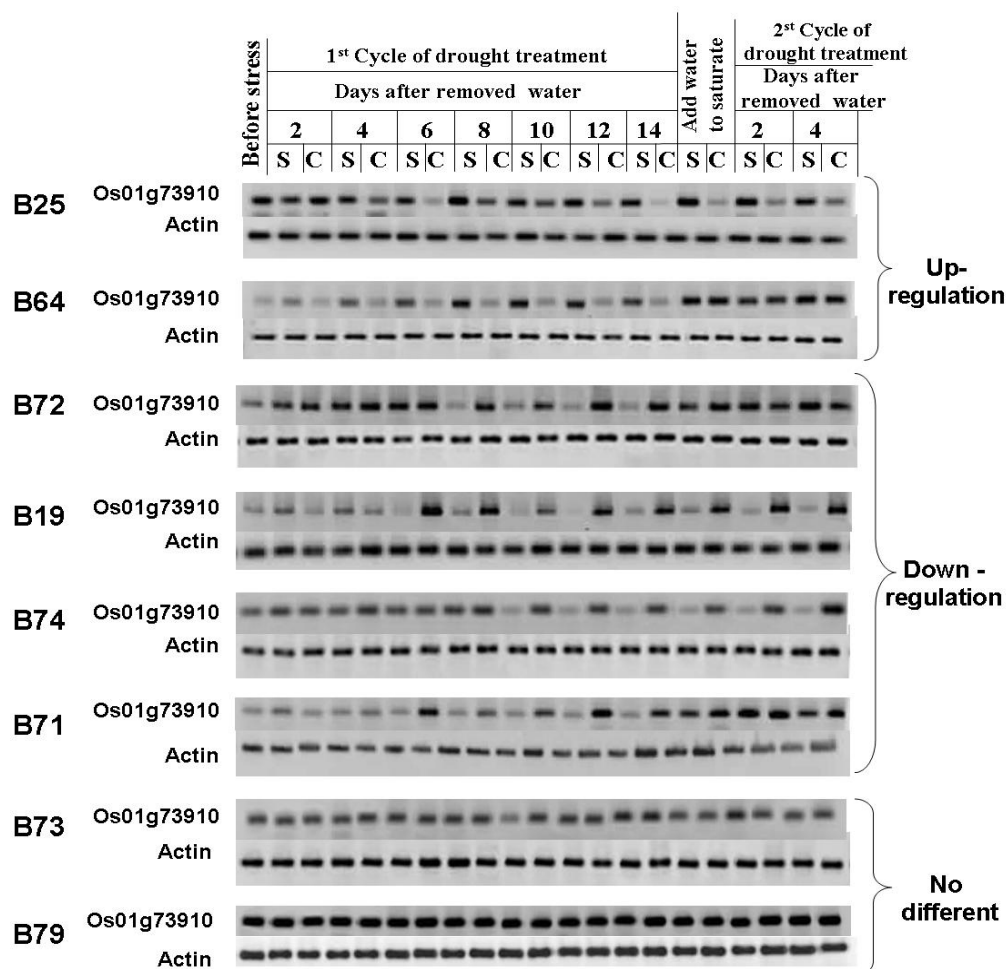
หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

การแสดงออกยีนในข้าว B72 และ B 74 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังงดการให้น้ำข้าว 8 วัน และเมื่อให้น้ำกลับจะมีการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ และหลังงดการให้น้ำรอบสองวันที่ 2 และ 4 ยังไม่เห็นการลดลงของการแสดงออกยีนแต่คาดว่าหลังงดการให้น้ำรอบสองที่นานกว่านี้จะเห็นการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีน ส่วนใน B19 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังงดการให้น้ำข้าว 4 วัน และถึงแม้ว่าจะให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสอง การแสดงออกยีนก็ยังลดลงเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ในข้าว B71 และ B 73 จะมีการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังงดการให้น้ำข้าว 6 วัน และ 12 วัน ตามลำดับ และเมื่อมีการให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสอง ยีนก็จะมีแสดงออกที่ลดลงเหมือนกับการงดการให้น้ำรอบแรกเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ส่วน B 79 จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีนเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ (ภาพที่ 4.18)

4. ยีน Os01g73910 จะมีการแสดงออกยีนที่เพิ่มมากขึ้นหลังการงดการให้น้ำทั้งในข้าว B25 และ B64 แต่ใน B25 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนในวันที่ 4 หลังงดการให้น้ำข้าวและเมื่อมีการให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสองก็พบว่าข้าวที่อยู่ในสภาวะแล้งก็มีการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเหมือนตอนงดการให้น้ำรอบแรกเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ในขณะที่ B64 จะมีการเพิ่มการแสดงออกยีนหลังการให้น้ำได้ 2 วันและเมื่อมีการให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสองการแสดงออกยีนก็จะเหมือนกับให้น้ำปกติ (ภาพที่ 4.19)

ภาพที่ 4.19

รูปแบบการแสดงออกยีน Os01g73910 ก่อนงดการให้น้ำ 1 วันและหลังงดการให้น้ำ ทุก ๆ 2 วันในข้าวแต่ละสายพันธุ์



S= stress C=control

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

การแสดงออกยีนในข้าว B72 และ B71 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังให้ข้าวงดการให้น้ำ 8 วันและ 6 วัน ตามลำดับ และเมื่อให้น้ำกลับและงดการให้น้ำข้าวรอบสองจะมีการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ ส่วนใน B19 และ B74 จะมีรูปแบบการแสดงออกยีนที่ลดลงหลังให้ข้าวงดการให้น้ำ 6 วัน และ 10 วัน ตามลำดับ และถึงแม้ว่าจะให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสองการแสดงออกยีนก็ยังลดลงเมื่อเทียบกับ ให้น้ำปกติ ส่วน B73 และ B79 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีนเมื่อเทียบกับให้น้ำปกติ (ภาพที่ 4.19)

จากการศึกษารูปแบบการแสดงออกยีนทั้ง 4 ยีนที่ระยะเวลาก่อนงดการให้น้ำ 1 วัน และหลังงดการให้น้ำทุก ๆ 2 วัน การให้น้ำกลับและงดการให้น้ำรอบสอง แล้วพบว่ายีนแต่ละยีนมีรูปแบบการแสดงออกที่แตกต่างกันออกไป แต่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยรวมแล้วการแสดงออกยีนก็ยังสามารถแยกสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตมากออกจากสายพันธุ์ข้าวอื่น ๆ ได้ คือ ในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตมากคือ B25 และ B64 จะมีการแสดงออกยีนที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ คือ B72, B73, B79, B71, B74 และ B19 มีการแสดงออกยีนที่ลดลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีน

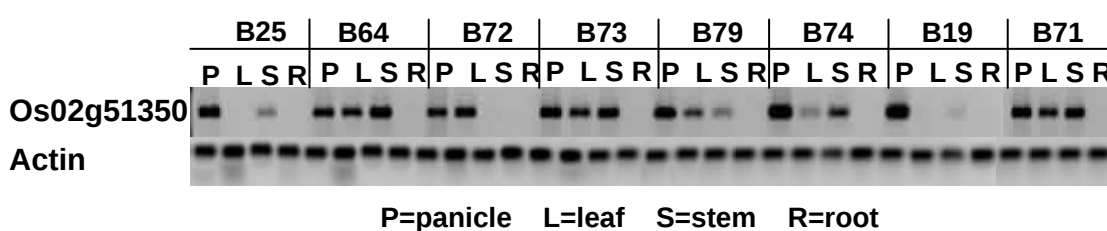
จากยีนที่ได้ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับการให้ผลผลิตที่มีเสถียรภาพมาก ในสถานะแล้งทั้งหมด 4 ยีน ได้คัดเลือกไปศึกษารูปแบบการแสดงออกยีนในส่วนอื่น ๆ ของข้าวและวิเคราะห์ความสำคัญในส่วนของ Promoter เพียงยีนเดียวเท่านั้น คือยีน Os02g51350 เนื่องจากมีเวลาที่จำกัดและจากทั้ง 4 ยีนพบว่ายีน Os02g51350 เป็นยีนที่มีหน้าที่ที่สำคัญคือเป็นยีนที่ควบคุมกระบวนการทำลายโปรตีนตัวอื่น ๆ ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานในกระบวนการอื่น ๆ ภายในเซลล์ (Sun et al., 2007) และนอกจากนี้เมื่อศึกษาลำดับเบสของยีนนี้เปรียบเทียบกับระหว่างในข้าวสายพันธุ์ *japonica* กับ *indica* ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ http://www.gramene.org/Oryza_sativa/ แล้วพบว่าลำดับเบสส่วนของ promoter ของยีน Os02g51350 มี SNP เป็นจำนวนมากแสดงว่าลำดับเบสมีความแตกต่างกันมากระหว่างข้าวสายพันธุ์ *japonica* กับ *indica* จึงคาดว่าในส่วนของ Promoter ของยีน Os02g51350 น่าจะมีความสำคัญในการควบคุมการแสดงออกยีนที่แตกต่างกันในข้าวแต่ละสายพันธุ์

การศึกษาการแสดงออกยีน Os02g51350 ในส่วนต่าง ๆ ของข้าว

จากการนำยีน Os02g51350 มาศึกษาการแสดงออกในใบ ราก ลำต้น และช่อดอก ด้วยเทคนิค RT-PCR พบว่า ในข้าวทุกสายพันธุ์จะไม่มีการแสดงออกยีนในราก ส่วนในใบจะไม่มีการแสดงออกยีนในข้าว B25 และ B19 ในส่วนของลำต้น B72 และ B19 จะไม่มีการแสดงออกยีน ส่วนในช่อดอกจะมีการแสดงออกยีนในข้าวทุกสายพันธุ์ และมีการแสดงออกที่มากกว่าส่วนอื่น ๆ (ภาพที่ 4.20)

ภาพที่ 4.20

รูปแบบการแสดงออกยีน Os02g51350 ในส่วนต่าง ๆ ของข้าว



หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1

การศึกษาส่วน promoter ของยีน Os02g51350 ในกลุ่มสายพันธุ์ที่สนใจ

ในการวิเคราะห์ลำดับเบสในส่วนของ Promoter ประมาณ 1.8 kb พบว่า ลำดับเบสในส่วนของ promoter ของข้าว 5 พันธุ์คือ ข้าว B25 และ B64 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตที่ดีในสภาวะแล้ง และ ข้าว B72, B74 และ B19 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตที่ไม่ดี พบว่าลำดับเบสในข้าวแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมาก หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์หา *cis*-acting element วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม PLACE

จากการวิเคราะห์หา *cis*-acting element ในส่วน promoter ของยีน Os02g51350 พบว่า ข้าวทุกสายพันธุ์มี *cis*-acting element ที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการทนแล้ง คือ ABRE และ DRE แต่มีจำนวน copy ของ ABRE และ DRE ในข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไป คือ กลุ่มข้าวที่ทนแล้งและมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตที่ดี คือ B25 และ B64 ซึ่ง มีการแสดงออกของยีน Os02g51350 เพิ่มขึ้นในสภาวะแล้งมีจำนวน copy ของ *cis*-acting element ที่มากกว่า กลุ่ม

ข้าวที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดีที่มีการแสดงออกของยีนลดลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกยีนอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2

จำนวน copy ของ *cis*-acting elements ของยีน Os02g51350 ในข้าวแต่ละพันธุ์

กลุ่มข้าว	สายพันธุ์ข้าว	จำนวน Copy ของ		รูปแบบการแสดงออกยีน
		<i>cis</i> -acting element		
		ABRE	DRE	
กลุ่มทนแล้ง-เสถียรภาพการให้ผลผลิตดี	B25	6	1	การแสดงออกยีนเพิ่มขึ้น
กลุ่มทนแล้ง-เสถียรภาพการให้ผลผลิตดี	B64	7	3	การแสดงออกยีนเพิ่มขึ้น
กลุ่มทนแล้ง-เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี	B72	3	0	การแสดงออกยีนลดลง
กลุ่มทนไม่แล้ง-เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี	B74	2	0	การแสดงออกยีนลดลง
กลุ่มทนไม่แล้ง-เสถียรภาพการให้ผลผลิตไม่ดี	B19	3	0	การแสดงออกยีนลดลง

หมายเหตุ : อักษรย่อสายพันธุ์แสดงชื่อเต็มในตารางที่ 3.1