

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่ทนต่อสภาพอุณหภูมิสูง

Screening for High Temperature Tolerance in Rice Cultivars (*Oryza sativa* L.)

กฤษณา หมื่นยุทธ¹ ธีระยุทธ ตูจิ้นดา² และวิทิตร์ ไจอารีย์³

Kritsana Hmunyoot¹, Theerayut Toojinda² and Witith Chai-ari³

บทคัดย่อ

เนื่องจากอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นทำให้เกิดความเสียหายกับข้าวที่ปลูกนอกฤดู ในหน้าแล้ง หรือข้าวนาปรัง มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิต โดยเฉพาะข้าวที่ออกดอกเดือนมีนาคมถึงเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศร้อนของประเทศไทย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่ทนทานสภาพอุณหภูมิสูงที่แตกต่างกัน จำนวน 100 สายพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยข้าวไวแสง 43 สายพันธุ์และข้าวไม่ไวแสง 57 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบภายใต้อุณหภูมิ 2 ระดับ คือในสภาพอุณหภูมิปกติ (30 ซ.) และ สภาพอุณหภูมิสูง (สูงกว่า 40 ซ.) ณ หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม พบว่าในสภาพอุณหภูมิ สูงกว่า 40 ซ. ส่งผลให้ทุกลักษณะด้อยลงจากสภาพอุณหภูมิ 30 ซ. แต่จำนวนเมล็ดต่อน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น และกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสงจะอ่อนแอมากกว่ากลุ่มสายพันธุ์ข้าวไม่ไวแสง ($P < 0.001$) โดยลักษณะที่มีความสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากที่สุด คือ จำนวนเมล็ดต่อน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักแห้งรวม ความมีชีวิตของละอองเรณู น้ำหนักแห้งลำต้น และ จำนวนเมล็ดทั้งหมด ตามลำดับ ดังนั้นสายพันธุ์ข้าวที่มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มความทนทานสภาพอุณหภูมิสูงได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ข้าว อุณหภูมิสูง

ABSTRACT

World high temperature affects on yield reduction of the off-season rice higher than 70 percentage of total rice yield, especially for the rice which are flowering during March and April, the highest temperature period of Thailand. The objective of this research was to evaluate and select for rice varieties tolerant to high-temperature. One hundred lines of rice, including forty-three photoperiod sensitive and fifty-seven photoperiod non-sensitive varieties, were tested and subjected to normal temperature (30°C) and high temperature (>40°C). The experiment was conducted at the Rice Gene Discovery Unit, Rice Science Center Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom. It was found that yield components of rice varieties exposed to high temperature were lower than those of rice varieties grown at normal temperature whereas empty seed/panicle and empty

¹ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

seed weight/panicle were increased. The photoperiod sensitive varieties were sensitive to high temperature than the photoperiod non-sensitive varieties ($P < 0.01$). The traits that are of importance to percentage of seed set were number of filled seeds/plant, seed weight/plant, filled seed weight/plant, panicle dry weight, pollen viability, stem dry weight and total seed number/plant, respectively. From the study, it indicates that the rice cultivars tolerant to high temperature can be used as the genetic materials for improvement rice for tolerant to high temperature in the future.

Keywords : High temperature, rice

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นอาหารหลักของประชากรกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงพบปัญหาในเรื่องปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างเป็นตัวจำกัดผลผลิตของข้าว เช่นปัญหาการระบาดของโรค แมลง ภัยธรรมชาติ ความแห้งแล้ง และอุณหภูมิ โดยเฉพาะปัญหาอุณหภูมิสูงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (Satake and Yoshida, 1978) ทั้งระยะเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative stage) และระยะสืบพันธุ์ (reproductive stage) มีรายงานว่าปัญหาที่สำคัญของการปลูกข้าวในแหล่งที่มีการปลูกข้าวนอกฤดู ในหน้าแล้ง หรือนาปรัง โดยตามธรรมชาติของข้าวจะผสมเกสรในเวลา 09.00-11.00 น. และในอดีตที่ผ่านมาช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิไม่สูงมากนักจึงไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต แต่ในปัจจุบันพบว่าในช่วงเช้าของวัน อุณหภูมิกลับสูงขึ้นประมาณ 37-38 องศาเซลเซียส ทำให้การติดเมล็ดของข้าวลดลง เมื่อถึงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวจึงมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมาก สำหรับในประเทศไทยเกิดความเสียหายมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตกับข้าวที่ปลูกนอกฤดู ในหน้าแล้ง หรือนาปรัง คือจำนวนเมล็ดข้าวลีบเพิ่มขึ้นในสภาพเดือนที่มีอากาศร้อนโดยเฉพาะข้าวที่ออกดอกเดือนมีนาคม ถึง เมษายน ทำให้ข้าวเป็นหมันหรือเสียหาย (อนันต์, 2551) โดย Osada *et al.* (1973) รายงานว่าช่วงที่ข้าวออกดอกในฤดูปลูกที่อากาศร้อนและแห้งแล้ง ข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทยติดเมล็ดน้อยมาก และ Satake and Yoshida (1978) กล่าวว่าอุณหภูมิสูงทำให้เมล็ดข้าวที่ได้รับการผสมแล้วไม่พัฒนา หรือผสมไม่ติดอันเนื่องมาจากละอองเกสรสูญเสียความมีชีวิต อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน (day/night temperature) ที่มีค่ามากกว่า 33 องศาเซลเซียส/29 องศาเซลเซียส จะยิ่งทำให้ละอองเกสร เป็นหมันมากขึ้น การติดเมล็ดและผลผลิตเมล็ดลดลง

ความสามารถในการทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงของพันธุ์ข้าวจึงเป็นลักษณะที่สำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้องการนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อหาพันธุ์ข้าวไปปลูกทดแทนพันธุ์ดั้งเดิมในแหล่งเพาะปลูกข้าวที่ต้องเผชิญกับปัญหาสภาพอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในเขตพื้นที่นาปรัง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง เพื่อศึกษาองค์ประกอบผลผลิตข้าวภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง และเพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของข้าวทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์ข้าวจำนวน 100 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวไวแสง 43 สายพันธุ์ และข้าวไม่ไวแสง 57 สายพันธุ์ จากหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ข้าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
2. ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว
3. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น
4. เรือนทดลอง ขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 2.5 เมตร และความสูง 1.5 เมตร

วิธีการ

เพาะเมล็ดให้งอกก่อนเป็นเวลา 2 วัน ปลูกลงในท่อพีวีซี (เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว) ที่บรรจุดินเหนียวต่อละ 1 เมล็ด ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 0.3 กรัมต่อท่อ รดน้ำให้ท่วมท่อพีวีซีตลอดระยะปลูก ในระยะข้าวแตกหน่อตัดหน่อข้าวเพื่อให้มีการเจริญเติบโตที่เท่ากัน เมื่อข้าวมีอายุประมาณ 3 สัปดาห์ นำสายพันธุ์ข้าวที่ไวแสงเข้าห้องมืดเป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อชักนำให้ออกดอก เมื่อครบกำหนดนำข้าวทั้งหมดแบ่งเป็น 2 กลุ่มเพื่อนำไปทดสอบคือ สภาพอุณหภูมิปกติ (30 ซ.) และสภาพอุณหภูมิสูง (40 ซ.) โดยในสภาพอุณหภูมิสูงจะมีอุปกรณ์เก็บข้อมูล (data logger) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เก็บข้อมูลทุก ๆ 3 ชั่วโมง บันทึกผลความมีชีวิตของละอองเกสรและเปอร์เซ็นต์เมล็ดสีบ โดยทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ที่เรือนทดลองหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ข้าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม วางแผนแบบ Factorial in CRD 2 สิ่งทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยจัดให้ข้าวที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติเป็นชุดควบคุมและสภาพอุณหภูมิสูงเป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา

การเก็บข้อมูล

1. ความมีชีวิตของละอองเกสร (pollen viability)
 - เมื่อข้าวออกดอกเก็บช่อดอกย่อยที่ตำแหน่ง บน กลาง และล่างของช่อดอก โดยเก็บ 4 ช่อดอกต่อพันธุ์ต่อสภาพอุณหภูมิ
 - แช่ช่อดอกย่อยในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ปากคีบคีบับละอองเกสรออกจากช่อดอกย่อยและบดให้ละเอียดบนสไลด์ จากนั้นหยดไอโอดีนโพแทสเซียมไอโอไดด์ (iodine potassium iodide, IKI) ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์
 - นับจำนวนละอองเกสรที่ย้อมติดสี และไม่ติดสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า โดยสุ่มตรวจนับละอองเกสรที่ย้อมติดสีน้ำเงิน ที่มีรูปร่างกลมไม่บิดเบี้ยว เป็นละอองเกสรที่มีชีวิต ส่วนละอองเกสรที่ย้อมไม่ติดสี หรือติดสีจาง ติดสีไม่สม่ำเสมอจะเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต
 - เปรียบเทียบความมีชีวิตของละอองเกสรที่นับได้เป็นเปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$\text{Pollen viability} = \frac{\text{Number of stained pollen}}{\text{Total number of pollen grains}} \times 100$$

2. องค์ประกอบผลผลิต

- ตัดต้นข้าวแต่ละสายพันธุ์เมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา จากนั้นนำต้นข้าวไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำไปหั่นน้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งรวง และนำช่อดอกข้าวไปนวดเมล็ดออกด้วยมือ หลังจากนั้นนำเมล็ดทั้งหมดไปคัดแยกเมล็ดลีบ และเมล็ดสมบูรณ์ออกจากกัน นำเมล็ดจากทั้งสองส่วนไปชั่งน้ำหนักหา จำนวนเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น น้ำหนักเมล็ดลีบต่อต้น และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด จากสูตร

$$\text{Spikelet fertility (seed set)} = \frac{\text{Filled grains}}{\text{Total number of reproductive sites}} \times 100$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์โดยใช้วิธี Fisher's Least Significant Difference Test (LSD)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ

ใช้สายพันธุ์ข้าว จำนวน 100 สายพันธุ์ ปลูกในฤดูร้อน ปี 2551 ที่ หน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ข้าว ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนจากแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ของลักษณะที่ทำการศึกษาดังได้แก่ จำนวนเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น น้ำหนักเมล็ดลีบต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และน้ำหนักแห้งรวง โดยแบ่งวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสายพันธุ์ข้าวไม่ไวแสง และกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสง พบว่าในกลุ่มสายพันธุ์ไม่ไวแสง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ในทุกลักษณะ (ตารางที่ 1) ส่วนกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ในทุกลักษณะ ยกเว้นลักษณะจำนวนเมล็ดลีบต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อต้นซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไม่ไวแสงกับกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสงของทุกลักษณะ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.001$) ในทุกลักษณะ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Prasad *et al.*, (2006) ที่พบว่าอุณหภูมิสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส จากสภาพอุณหภูมิปกติทำให้การติดเมล็ดและผลผลิตเมล็ดข้าวลดต่ำลง และสายพันธุ์ข้าวจะตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงแตกต่างกัน และ Satake and Yoshida (1978) พบว่าเมื่อรวงข้าวสัมผัสอุณหภูมิสูงกว่า 33.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง ทำให้เป็นข้าวเป็นหมันได้ในระยะออกดอก

การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิต กับน้ำหนักเมล็ดต่อต้น

แยกการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สภาพอุณหภูมิ 30 ซ., สภาพอุณหภูมิสูงกว่า 40 ซ. และการเปรียบเทียบระหว่าง สภาพอุณหภูมิ 30 ซ. กับ สภาพอุณหภูมิสูงกว่า 40 ซ. ซึ่งในสภาพอุณหภูมิ 30 ซ. พบว่าทุกลักษณะมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกสูง กับน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ได้แก่ จำนวนเมล็ดดีต่อต้น เปอร์เซ็นต์การ

ติดเมล็ด น้ำหนักแห้งรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และควมมีชีวิตของ
 ละอองเกสร (มีค่า 0.84 0.77 0.76 0.72 0.58 0.45 และ 0.40 ตามลำดับ) สำหรับลักษณะที่มีนัยสำคัญทางสถิติ
 ในทางลบสูง ได้แก่ จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น (มีค่า -0.22) ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 40 ซ. ทุกลักษณะมี
 นัยสำคัญทางสถิติในทางบวกสูง กับน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดลีบต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น
 น้ำหนักแห้งรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น น้ำหนักแห้งลำต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ควมมี
 ชีวิตของละอองเกสร (มีค่า 0.99 0.86 0.86 0.85 0.81 0.44 0.38 และ 0.31 ตามลำดับ) และการเปรียบเทียบ
 ระหว่าง สภาพอุณหภูมิ 30 ซ. กับ สภาพอุณหภูมิสูงกว่า 40 ซ. พบว่าทุกลักษณะที่มีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก
 สูง กับน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ได้แก่ จำนวนเมล็ดดีต่อต้น เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนักแห้งรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อ
 ต้น ควมมีชีวิตของละอองเรณู จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักแห้งลำต้น (มีค่า 0.90 0.87 0.87 0.84 0.63
 0.57 และ 0.56 ตามลำดับ) สำหรับลักษณะที่มีนัยสำคัญในทางลบสูง ได้แก่ จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น (มีค่า -0.20)
 (ตารางที่ 4) โดยสอดคล้องกับรายงานของ (Guilioni et al., 2003, Ferris et al., 1998, Foolad, 2005) พบว่า
 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อต้น ควมมีชีวิตของละอองเกสรลดลง น้ำหนักเมล็ด
 ต่อช่อลดลง ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของผลผลิตข้าว

สรุปผลและเสนอแนะ

ในสภาพอุณหภูมิ 40 ซ. ส่งผลกระทบต่อ เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง
 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งรวง และเปอร์เซ็นต์ควมมีชีวิตของละอองเกสรทั้งส่วนบน
 และส่วนล่างช่อดอก ลดลงจากสภาพอุณหภูมิ 30 ซ. และกลุ่มพันธุ์ข้าวไวแสงจะอ่อนแอมากกว่ากลุ่มพันธุ์ข้าวไม่
 ไวแสง ($P < 0.001$) โดยลักษณะที่มีความสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากที่สุด คือ จำนวนเมล็ดดีต่อต้น
 น้ำหนักเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น น้ำหนักแห้งรวง ควมมีชีวิตของละอองเรณู น้ำหนักแห้งลำต้น และ
 จำนวนเมล็ดทั้งหมด ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- Ferris, R., R.H. Ellis, T.R. Wheeler and , P. Hadley. 1998. Effect of high temperature stress at
 anthesis on grain yield and biomass of field grown crops of wheat. *Plant Cell Environ.* 34,
 67-78.
- Foolad, M.R. 2005. Breeding for abiotic stress tolerances in tomato. In: Ashraf, M., Harris, P.J.C.
 (Eds.) *Abiotic Stress: Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches*. The
 Haworth Press Inc., New York, USA, pp. 613-684.
- Guilioni, L., J. Wery and J. Lecoeur. 2003. High temperature and water deficit may reduce seed
 number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Funct. Plant Biol.* 30, 1151-
 1164.
- Prasad, P.V.V., K.J. Boote., L.H. Allen., Jr.J.E. Sheehy and J.M.G. Thomas. 2006. Species,
 ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to
 high temperature stress. *Field Crop Res.* 95: 398 - 411.

Osada, A., V. Saciplapa, M. Rahong, S. Dhammanuvong and H. Chakrabandho. 1973. **Abnormal occurrence of empty grains of indica rice plants in the dry, hot season in Thailand.**

Proceedings of the Crop Science Society of Japan. 42: 103-109.

Statake, T., and S. Yoshida. 1978. High temperature-induced sterility in indica rice at flowering.

J. Jpn. Crop Sci. 47: 6-17.

อนันต์ ผลวัฒน์, 2551, ภาวะโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก:

http://news.thaiza.com/detail_57079.html

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไม่ไวแสง

		Mean Square												
Source of Variance	d.f.	เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้ง	ความมีชีวิตของตะออง	ความมีชีวิตของตะออง	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น
Main effect														
A: สายพันธุ์	1	106169.89**	153042.67**	57.65**	36.06**	43.04**	79001.06**	86860.41**	82922.844**	0.529**	306546.328*	59.614**		
B: คุณภูมิ	56	604.80**	1368.67**	0.31**	9.08**	0.34**	893.42**	1089.06**	2705.585**	0.052**	5663.470*	0.434**		
Interaction														
AB	49	651.48**	1510.37**	0.34**	1.28ns	0.28**	772.96**	767.60**	1484.418**	0.017ns	4938.046*	0.415*		
Residual	272	166.94	858.45	0.15	1.25	0.09	392.53	443.77	748.9698	0.017	1992.397	0.181		

*** = Represent effects significant at 0.001

ตารางที่ 2 แสดงค่าความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสง

		Mean Square											
Source of Variance	d.f.	เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้ง	ความมีชีวิตของตะออง	ความมีชีวิตของตะออง	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น	จน. เมล็ดดีต่อต้น	น.น. เมล็ดดีต่อต้น
Main effect													
A: สายพันธุ์	1	9685.45**	13088.53**	55164.01**	54.72**	10.62**	66372.57**	6696.77**	1160.25ns	0.041*	308.005ns	2.286**	
B: คุณภูมิ	34	460.42**	458.66**	1063.90**	2.01**	0.50**	449.06ns	324.66ns	2500.42**	0.047**	2436.40**	0.211**	
Interaction													
AB	29	540.82**	537.32**	1207.21**	0.82**	0.49**	497.98ns	621.66ns	805.023ns	0.009ns	1928.28**	0.275**	
Residual	149	143.05	152.57	329.48	0.38	0.04	348.7	457.65	666.647	0.010	994.081	0.048	

*** = Represent effects significant at 0.001

ตารางที่ 3 แสดงค่าความแปรปรวนเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไม่ไวแสงกับกลุ่มสายพันธุ์ข้าวไวแสง

Source of Variance	d.f.	Mean Square										
		เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด	จน. เมล็ดต่อต้น	จน. เมล็ดต่อต้น	นพ. เมล็ดต่อต้น	น้ำหนักแห้งต้น	น้ำหนักแห้งรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อต้น	น้ำหนักเมล็ดต่อต้น	จน. เมล็ดต่อต้น	จน. เมล็ดต่อต้น	
Group	1	46699.470**	6414.017**	23879.42**	236.09**	14.64**	55420.020**	36375.821**	62724.174**	0.667**	148118.512**	14.272**
Residual	590	403.666	110.793	1073.056	1.968	0.257	821.282	902.226	1247.665	0.022	2873.808	0.303

*** = Represent effects significant at 0.001

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ในสภาพอุณหภูมิ 30 ช. และการเปรียบเทียบระหว่างในสภาพอุณหภูมิ 30 ช. & สูงกว่า 40 ช.

	tsw/p (30 ° C)	tsw/p (>40 ° C)	tsw/p (30 ° C & >40 ° C)
nfs/p	0.84**	0.44**	0.90**
fsw/p	0.72**	-0.03ns	0.84**
ss	0.77**	0.38**	0.87**
pvt	0.40**	0.31**	0.63**
pvb	0.44**	0.22ns	0.64**
nes/p	-0.22*	0.85**	-0.20*
esw/p	-0.10ns	0.99**	-0.04ns
ts/p	0.58**	0.86**	0.57**
sdw	0.45**	0.81**	0.56**
pdw	0.76**	0.86**	0.87**

จำนวนเมล็ดต่อต้น (nfs/p), น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (fsw/p), เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (ss), ความมีชีวิตของละอองเรณู (pvt and pvb), จำนวนเมล็ดต่อต้น (nes/p), จำนวนเมล็ดต่อต้น (esw/p), จำนวนเมล็ดต่อต้น (ts/p), น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (sdw/p), น้ำหนักแห้งต้น (sdw), น้ำหนักแห้งรวง (pdw)