ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของอุณหภูมิสูงต่อกระบวนการสร้างผลผลิตในพันธุ์ข้าวไทย	
ผู้เขียน	นายเจษฎา จงใจดี	
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) พืชไร่	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศ.ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	รศ.ดร. ศันสนีย์ จำจด	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นข้าว โดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงเกินไปทั้งในตอนกลางวันและตอนกลางคืนมีผลโดยตรงต่อผลผลิตข้าว อุณหภูมิสูงในช่วงดอกบานเป็นสาเหตุที่ทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมันและการผสมเกสรล้มเหลว ซึ่งผลกระทบดังกล่าวทำให้ผลผลิตข้าวในประเทศไทยมีความเสี่ยงต่อความเสียหายจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นในภาวะโลกร้อนได้ ดังนั้น ความเข้าใจถึงกลไกในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงในกระบวนการสร้างผลผลิตของข้าว อาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการคัดเลือกหรือปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีความสามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้

วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ศึกษาผลของอุณหภูมิสูงต่อกระบวนการสร้างผลผลิตในพันธุ์ข้าวไทย ทดลองที่สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงในกระบวนการสร้างผลผลิตระหว่างพันธุ์ข้าว โดยปลูกข้าวพันธุ์หลัก 3 พันธุ์ คือ ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และสันป่าตอง 1 ปลูกในกระถางสภาพดินน้ำขัง ปลูกข้าวแต่ละชุดห่างกัน 15 วันทั้งหมด 6 ครั้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงมกราคม 2552 เพื่อให้ออกดอกในช่วงอุณหภูมิสูงที่แตกต่างกันระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 2552 ที่ระยะดอกบานเก็บตัวอย่างละอองเรณูของข้าวแต่ละพันธุ์มาประเมินความมีชีวิตโดยการงอกของละอองเรณูในอาหารเลี้ยง และการงอกบนยอดเกสรตัวเมียโดยการย้อมด้วย Phenol cotton blue ความสำเร็จของการปฏิสนธิประเมินจากการติดเมล็ดและการเติมเต็มเมล็ดที่ระยะสุกแก่ จากการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิในช่วงดอกบานเพิ่มสูงขึ้น การงอกของละอองเรณูในอาหารเลี้ยงและบนยอดเกสรตัวเมียรวมทั้งเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลง โดยการงอกของละอองเรณูและเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของข้าวแต่ละพันธุ์นั้นตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงแตกต่างกัน อุณหภูมิในช่วงดอกบานที่เพิ่มขึ้นเป็น 36.4 องศาเซลเซียส ทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูในพันธุ์ชัยนาท 1 และสันป่าตอง 1 ลดลง 30 และ 45% ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ลดลง 18% เมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 33.8-33.9 องศาเซลเซียส จำนวนละอองเรณูที่งอกบนยอดเกสรตัวเมียพบว่าลดลงต่ำกว่า 1 ละอองในพันธุ์ชัยนาท 1 และสันป่าตอง 1 ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มี 2-3 ละอองทุกวันปลูก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดในพันธุ์ชัยนาท 1 และสันป่าตอง 1 ลดลง 77 และ 72% ส่วนพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ลดลง 23% เมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 33.8-33.9 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ระยะสุกแก่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเรณูในอาหารเลี้ยง ($r = 0.78$, $P < 0.001$) และจำนวนละอองเรณูที่งอกบนยอดเกสรตัวเมีย ($r = 0.54$, $P < 0.001$) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความทนทานมากที่สุด ส่วนพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สันป่าตอง 1 เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอที่สุด นอกจากนี้ วิธีการประเมินการงอกของละอองเรณูในอาหารเลี้ยงและบนยอดเกสรตัวเมีย สามารถนำไปใช้ประเมินอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการติดเมล็ดในข้าวได้

การทดลองที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบการตอบสนองต่อการเพิ่มอุณหภูมิสูงในกระบวนการสร้างผลผลิตของข้าวพันธุ์ทนทานและอ่อนแอ โดยเลือกข้าวพันธุ์ทนทานและอ่อนแอต่ออุณหภูมิสูงมาจากการทดลองที่ 1 การเพิ่มอุณหภูมิสูงใช้ความแปรปรวนของอุณหภูมิจากวันปลูก 2 วันปลูกในช่วงออกดอกเพิ่มอุณหภูมิด้วยโรงเรือนพลาสติกหลังคาต่ำปิดด้านข้างทั้งสามด้านเพื่อทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นต่างจากภายนอกประมาณ 3 องศาเซลเซียส ทำการทดลองและเก็บข้อมูลเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่เพิ่มการนับจำนวนละอองเรณูทั้งหมดที่ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย พบว่า โดยทั่วไปทั้งข้าวพันธุ์ทนทานและพันธุ์อ่อนแอมีการตอบสนองต่อการเพิ่มอุณหภูมิสูงไม่แตกต่างกัน เมื่ออุณหภูมิในช่วงดอกบานเพิ่มสูงขึ้นจาก 38 เป็น 42 องศาเซลเซียส ทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณู จำนวนละอองเรณูที่ตกและงอกบนยอดเกสรตัวเมีย และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีในระยะสุกแก่ลดลงเท่าๆ กัน แต่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ทนทาน มีความมีชีวิตของละอองเรณูและจำนวนละอองเรณูที่ตกและงอกบนยอดเกสรตัวเมีย รวมไปถึงเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่าพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอทุกอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงกลางคืนในการสร้างจำนวนดอกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (ทนทาน) และพันธุ์สันป่าตอง 1 (อ่อนแอ) กำหนดวันปลูกแตกต่างกัน 3 วันปลูก ห่างกัน 20 วัน เพื่อให้มีช่วงระยะสร้างรวง (PI) ต่างกัน เมื่อข้าวเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ PI ย้ายกระถางที่ปลูกเตรียมไว้ในแต่ละวันปลูกเข้าไปในตู้ Growth chamber กำหนดอุณหภูมิกลางคืนที่ใช้ คือ 22 (control) 24 และ 26 องศาเซลเซียส ตามลำดับวันปลูก อุณหภูมิกลางวันใช้ 34 องศาเซลเซียส และความชื้นใช้ 70% หลังจากช่วงระยะ PI ผ่านอุณหภูมิกลางคืน 20 วัน ย้ายกระถางต้นข้าวออกจากตู้ Growth chamber มาดูแลในสภาพแวดล้อมปกติจนออกดอกแล้วเก็บข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการตอบสนองต่ออุณหภูมิกลางคืนที่สูงขึ้น โดยพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ทนทาน มีจำนวนดอก น้ำหนักแห้งต้น และความสูงลดลงที่อุณหภูมิกลางคืน 26 องศาเซลเซียส ส่วนพันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ อุณหภูมิกลางคืนที่เพิ่มสูงขึ้นจาก 22 เป็น 24 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนดอก น้ำหนักแห้งต้น และความสูงนั้นลดลง จำนวนดอกของข้าวทั้งสองพันธุ์มีความสัมพันธ์เป็นไปในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิกลางคืน โดยพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ($r = -0.82$, $P < 0.01$) และพันธุ์สันป่าตอง 1 ($r = -0.95$, $P < 0.001$) อุณหภูมิกลางคืนมีความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับความสูง ($r = -0.99$, $P < 0.001$) และน้ำหนักแห้งต้น ($r = -0.88$, $P < 0.01$) ในพันธุ์สันป่าตอง 1 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงกลางคืนมากกว่าพันธุ์สันป่าตอง 1

จากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างพันธุกรรมของข้าวไทยในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง พันธุ์ข้าวที่สามารถให้ผลผลิตดีในสภาพอุณหภูมิสูงจะต้องมีความสามารถในการปรับตัวต่ออิทธิพลจากอุณหภูมิสูงทั้งเวลากลางวันและกลางคืนในการสร้างผลผลิตของข้าวได้ดี เมื่อพิจารณาในกระบวนการสร้างผลผลิต พบว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 เป็นพันธุ์อ่อนแอต่ออุณหภูมิสูง และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นพันธุ์ทนทานต่ออุณหภูมิสูง ซึ่งพันธุ์สุพรรณบุรี 1 น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับนำไปปลูกในสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงอันตรายจากอุณหภูมิสูง หรือเป็นแหล่งพันธุกรรมที่ดีเพื่อนำไปศึกษากลไกอื่นที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Effects of High Temperature on Yield Forming Process in Thai Rice Varieties
Author	Mr. Jedsada Jongjaidee
Degree	Master of Science (Agriculture) Agronomy
Thesis Advisory Committee	Prof. Dr. Benjavan Rerkasem — Advisor Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jamjod — Co-advisor

ABSTRACT

Increasing temperature from global warming affects growth and development of the rice plant, particularly extreme high day and night temperature can depress rice yield through different yield forming processes. High temperature during anthesis can cause male sterility and fertilization failure in plants. In view of threats to rice production in Thailand, this thesis set out to examine effect of high temperature on Thai rice varieties. The understanding will contribute to adaptation to global warming of Thailand's rice production system, including breeding for tolerance to high temperature. This thesis was carried out in three experiments, to evaluate effect of high temperature on yield forming process in Thai rice varieties at Division of Agronomy, Plant Science and Natural Resources Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Experiment 1 aimed to evaluate effects of high temperature on CNT1, SPR1 and SPT1. The three rice varieties were grown in flooded soil during November, 2008 to January, 2009 with six planting dates and fifteen days interval. Anthesis of rice from different plantings was exposed to varying temperatures during February to April, 2009. At anthesis, pollen of was collected to evaluate viability by germination on an agar medium and pollen germination on the stigma with Phenol cotton blue staining. The number of spikelets, grain set and filled grain were evaluated at maturity. High temperature during anthesis had different impact on different rice varieties in *in vitro* pollen germination, on number of pollen grain germinating on the stigma and grain set. At 36.4°C, pollen viability on agar was decreased by 30% in CNT1, 45% in SPT1 and 18% in SPR1, respectively when compared with the temperature at 33.8-33.9°C. On a stigma, fewer than one pollen grain germinated in CNT1 and SPT1 while there were 2-3 germinating pollen grain per stigma on SPR1 at 36.4°C. At maturity, grain set in CNT1 was depressed by 77%, in SPT1 by 72% and in SPR1 by only 23%, when anthesis was at 36.4°C compared with temperature at 33.8-33.9°C. The percentage of grain set was closely correlated with *in vitro* pollen germination ($r = 0.78$, $P < 0.001$) and the number of pollen germinated on the stigma ($r = 0.54$, $P < 0.001$). The results suggested that SPR1 was a high temperature tolerant variety, while CNT1 and SPT1 were sensitive to high temperature during anthesis. Moreover, the results indicated the pollen germination on an agar medium and on the stigma could be use to evaluate effect of high temperature on grain set in rice.

Experiment 2 compared high temperature tolerant and sensitive varieties from experiment 1 at more extreme high temperature. The rice varieties SPR1 (tolerant) and SPT1 (sensitive) were exposed to 4 temperature regimes during anthesis. This was done with two planting dates that exposed the rice at anthesis to to different temperatures, plus an increase of 3°C in the anthesis temperature of each planting date by means of a plastic cover. In both rice varieties, pollen viability, number of pollen grain and germinated pollen grain on the stigma and percentage of filled grain were depressed as anthesis temperature increased from 38°C to 42°C. However, the tolerant SPR1 still had higher pollen viability, number of pollen grain and germinated pollen grain on the stigma and percentage of filled grain than the sensitive SPT1.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Experiment 3 evaluated effects of high night temperature during spikelet formation on high temperature tolerant SPR1 and sensitive SPT1. At PI stage, the rice plants were move to and kept in the growth chamber for 20 days, with varying night temperature at 22°C (control), 24°C and 26°C. Day temperature all maintained at 34°C, relative humidity at 70%. Number of spikelet, shoot dry weight and plant height were depressed when night temperature was increased from 22°C to 26°C, but with differing effect on SPR1 and SPT1. In tolerant SPR1, the number of spikelets, shoot dry weight and plant height were not affected at 24°C, and was depressed only when night temperature was increased to 26°C. In sensitive SPT1, the number of spikelets was depressed by 18% when night temperature was increased from 22°C to 24°C. The number of spikelets declined with increasing night temperature in both tolerant SPR1 ($r = -0.82$, $P < 0.01$) and sensitive SPT1 ($r = -0.95$, $P < 0.001$). There were also significant negative correlations between night temperature and plant height ($r = -0.99$, $P < 0.001$) and shoot dry weight ($r = -0.88$, $P < 0.01$) in sensitive SPT1 but not in tolerant SPR1.

This thesis has demonstrated clear differences among Thai rice varieties in the responses of their yield forming processes to high temperatures, that distinguished between night and day temperatures. By many measures SPT1 can be considered to be sensitive and SPR1 tolerant to high temperature. The contrast between the two rice varieties should be useful for further studies of responses to high temperature, including genetic control. SPR1 is also an important source of heat tolerance for breeding program.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved