ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่ พืชไร่นา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

Rice Selection of Homnin Mutant Line under High Temperature Condition

นามผู้วิจัย นางสาวปริศนา รัตนเมตตา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์อัญมณี อาวุชานนท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

Rice Selection of Homnin Mutant Line under High Temperature Condition

โดย

นางสาวปริศนา รัตนเมตตา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริศนา รัตนเมตตา 2557: การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D. 151 หน้า

สภาวะเครียดต่ออุณหภูมิสูงเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าว โดยมีผลกระทบต่อความมีชีวิต และการงอกของละอองเกสร และอัตราการติดเมล็ด ผลผลิตข้าวในประเทศไทยมีความเสี่ยงต่อความเสียหายจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นอันเป็นผลจากสภาวะโลกร้อน การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส ในระยะเจริญพันธุ์ พบว่า อัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ข้าวไทยทั้ง 6 พันธุ์ พบว่าพันธุ์เจ้าหอมนิลมีมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 64.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.00 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสองพันธุ์มีความมีชีวิตของละอองเกสรและการงอกของท่อละอองเกสรสูงด้วย ในขณะที่พันธุ์สินเหล็ก มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 22.60 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีความมีชีวิตและการงอกของท่อละอองเกสรต่ำที่สุด ส่วนอัตราการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 48 สายพันธุ์จาก 1,500 สายพันธุ์ ในสภาพอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับคือ M8894 M8766 M8473 M8293 M8768 M8287 M8832 M8872 M8990 และ M8216 โดยมีค่าอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 68.34, 65.89, 64.1, 63.17, 63.02, 60.87, 60.41, 60.11, 59.84 และ 58.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการติดเมล็ดของการคัดเลือกรอบที่ 2 สายพันธุ์ M7825 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 66.71 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 15.60 เปอร์เซ็นต์ จากการคัดเลือก 3 รอบ จึงได้สายพันธุ์ M7825 และ M7561 โดยมีอัตราการติดเมล็ดในรอบที่ 3 เท่ากับ 66.71 และ 57.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าลักษณะอื่นๆ ลดลงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิปกติ ได้แก่ ความยาวรวงในสายพันธุ์ M7825 น้ำหนักรวง จำนวนกอต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และความสูงต้นในสายพันธุ์ M7825 ส่วนความมีชีวิตของละอองเกสรในทั้งสองสายพันธุ์ พบว่าไม่ลดลงเมื่อเจอสภาพอุณหภูมิสูง

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Prissana Rattanametta 2014: Rice Selection of Homnin Mutant Line under High Temperature Condition. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Assistant Professor Chanate Malumpong, Ph.D. 151 pages.

High temperature stress is a major problem for growing rice that effect to pollen viability, pollen germination, anther dehiscence and seed set. In recently, rice production in Thailand will be had a problem from high temperatures effecting on global warming. The objective of this research was to evaluate the influence of high temperature at 40-45 °C during flowering stages on pollen viability, pollen germination, morphology of spikelet and seed set. The rice plants were grown in the high temperature for 6 hours during the reproductive stages. The results showed that the percentage of seed set of 6 Thai rice, Hom Nin can produce high seed set at high temperature condition was 64.71 percent. Moreover, these lines showed high pollen viability and pollen germination. Sinlek has the low seed set was 22.60 percent and showed pollen viability and pollen germination were decreased dramatically. Mutant lines of Hom Nin 48 lines from 1,500 lines can produce high seed set at high temperature condition, the top ten including mutant lines number M8894 M8766 M8473 M8293 M8768 M8287 M8832 M8872 M8990 and M8216 were 68.34, 65.89, 64.1, 63.17, 63.02, 60.87, 60.41, 60.11, 59.84 and 58.54 percent of seed set, respectively. The seed from the natural field found that M7825 has high seed set was 65.31 percent and M7892 has the low seed set was 19.68 percent. The seed from the green house found that M8359 can produce high seed set was 58.31 percent and M7892 has the low seed set was 19.38 percent. Lines M7825 can produce high seed set at high temperature condition was 66.71 percent and M7766 has the low seed set was 15.60 percent.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ชเนษฎ์ ม้าลำพอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ดร. อัญมณี อาวุชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการวางแผนการทดลองรวมทั้งการเรียบเรียงตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ จอมพุก ประธานในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และอาจารย์ดร. นงนาถ พ่อค้า ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำในด้านการศึกษาตลอดมา ขอขอบคุณ หน่วยงานศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าว และสถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวรัตนเมตตา ที่เป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ปริศนา รัตนเมตตา

พฤษภาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	30
สรุป	110
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	111
ภาคผนวก	119
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	151

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตเฉลี่ยข้าวของประเทศไทยเปรียบเทียบกับบางประเทศปี พ.ศ. 2543-2549 (ตันต่อ เฮกตาร์)	3
2	ปริมาณการส่งออกข้าวของประเทศไทยเปรียบเทียบกับบางประเทศปี พ.ศ. 2543-2549 (ตัน)	4
3	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์	37
4	แสดงค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์	40
5	แสดงค่าเฉลี่ยการงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์	43
6	อัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	48
7	ความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพ แปลงทดลอง ธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	52
8	น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกใน สภาพแปลงทดลองและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	55
9	แสดงอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ	90
10	แสดงความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ	92
11	แสดงน้ำหนักรวง (กรัม) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ	94
12	แสดงจำนวนกอต่อต้น ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ	96

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

13 แสดงจำนวนรวงต่อต้น ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ 98

14 แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ 101

15 แสดงความสูงต้น (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ 103

16 แสดงความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ 105

ตารางผนวกที่

1 อัตราการติดเมล็ดรอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์ 120

2 น้ำหนัก 100 เมล็ด รอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์ 122

3 ความยาวรวง รอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์ 124

4 อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง 126

5 ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง 131

6 น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ 136

7 ความมีชีวิตของละอองเกสรของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง 141

8 การงอกของท่อนำของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอง 146

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของต้นข้าว	6
2	ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stages) ของข้าว ตั้งแต่ระยะ R1-R9	9
3	เมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ ในกระบะ	22
4	กระถางที่ใช้ในการปลูกข้าว เพาะข้าว 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม	23
5	โรงเรือนจำลองสภาวะโลกร้อน (Simulation Tunnel of Global warming)	23
6	ข้าวที่ปลูกในสภาพธรรมชาติเพื่อใช้เป็นตัวควบคุม	25
7	ข้าวที่จะทดสอบสภาพเครียดจากอุณหภูมิสูงภายในโรงเรือนในระยะเจริญพันธุ์	25
8	ภาพ ก. ละอองเกสรที่มีชีวิต ภาพ ข. ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต	27
9	ภาพ ก. มีการงอกของท่อนำละอองเกสร ภาพ ข. ไม่มีการงอกของท่อนำละอองเกสร	28
10	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลง ทดลองธรรมชาติระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2555-พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง	31
11	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2555	33
12	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม พ.ศ. 2555	34
13	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2555	35
14	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	44
15	ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสรของพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	จำนวนประชากรของเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายของที่ทำการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	47
17	การกระจายตัวของอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	49
18	การกระจายตัวของความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	53
19	การกระจายตัวของน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	56
20	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง	59
21	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555	61
22	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555	62
23	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555	63
24	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	68
25	ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	75
27	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลอง ธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	78
28	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส	81
29	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556 ตลอด 24 ชั่วโมง	83
30	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556	84
31	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556	85
32	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556	86
33	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556	87
34	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
35	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ สภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	91
36	ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ สภาพและ โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	93
37	น้ำหนักรวง (กรัม) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและ โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	95
38	จำนวนกอต่อต้น ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและ โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	97
39	จำนวนรวงต่อต้น ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและ โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	99
40	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพ และโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	102
41	ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพ และโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	104
42	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลอง สภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	106
43	เปรียบเทียบอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุก รอบการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพ โรงเรือนควบคุม อุณหภูมิสูง	107
44	เปรียบเทียบความยาวรวง (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุกรอบ การคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	108
45	เปรียบเทียบน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุกรอบ การคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง	109

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

Rice Selection of Homnin Mutant Line under High Temperature Condition

คำนำ

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก ที่รู้จักกันดีในชื่อว่า Greenhouse Effect ภาวะโลกร้อนมีต้นเหตุจากมนุษย์เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม (IPCC, 2007) ความผันแปรของภูมิอากาศมีผลต่อไทยเช่นเดียวกัน คือ ความรุนแรงของภัยธรรมชาติเพิ่มขึ้น อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.5-1 องศาเซลเซียส ใน 50 ปีที่ผ่านมา อีกทั้งปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นอุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงเป็นปัญหาหลักที่สำคัญต่อการการเจริญเติบโตของพืชและทำให้ผลผลิตพืชลดลง (ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้-สกว., 2555)

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญประชากรโลกกว่า 3 พันล้านคน บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก การเพิ่มขึ้นของประชากรคือสาเหตุหลักในการเพิ่มผลผลิต พื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมากปลูกข้าวเพื่อการบริโภค พื้นที่ 90 เปอร์เซ็นต์ในโลกมีการปลูกและบริโภคข้าวมากในแถบเอเชีย ซึ่งมีสภาพทางกายภาพเหมาะสมต่อการปลูกข้าว (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2556) เกษตรกรไทยปลูกข้าวทั้งปีโดยอาศัยน้ำฝนและระบบน้ำชลประทาน อุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวอยู่ที่ประมาณ 28/22 องศาเซลเซียส ซึ่งการปลูกข้าวในเขตชลประทาน (นาปรัง) ข้าวจะออกดอกและผสมเกสรในฤดูร้อน (มี.ค.-เม.ย.) ได้ประสบกับสภาวะเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิสูง ดังนั้น การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปลูกข้าวในสภาวะโลกร้อน การวิจัยนี้จึงทำการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวหอมนิลกลายพันธุ์ที่การตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง โดยใช้การประเมินจากความมีชีวิตของละอองเกสร การงอกของละอองเกสรในอาหารเลี้ยง และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุข้าวเพื่อให้ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกเป็นการค้าและข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง 40-45 องศาเซลเซียส

2. เพื่อคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ที่มีอัตราการติดเมล็ดดีกลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พันธุ์ข้าวที่ได้ จะช่วยลดความเสี่ยงต่อภาวะโลกร้อนที่ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้ โดยเฉพาะในการปลูกข้าวนาปรัง

2. ได้มาซึ่งพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาวะโลกร้อนที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตในระดับที่สูงและมีคุณภาพที่ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลก และเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตคนไทยอีกทั้งยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จนสามารถสร้างความมั่นคงของประเทศได้ ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่เหมาะสมต่อการทำนาปลูกข้าว โดยมีพื้นที่นาปีและนาปรังรวมกันประมาณ 57 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด มีเกษตรกรที่ทำนา 3.7 ล้านครอบครัว หรือประมาณ 66 เปอร์เซ็นต์ ของประชากรที่มีอาชีพทางการเกษตร โดยมีพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 3 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยใช้บริโภคภายในประเทศ 57 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในอุตสาหกรรมและแปรรูป 3.4 ล้านตัน และส่งออก 10.2 ล้านตัน ซึ่งประเทศไทยมีการส่งออกข้าวเป็นสินค้าอันดับต้นๆ ของโลก มีมูลค่าการส่งออก 128,000 ล้านบาท มีส่วนแบ่งการตลาด 27 เปอร์เซ็นต์ (ปัทมา, 2548) ซึ่งทางองค์กรอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization; FAO) ได้ให้ความสำคัญกับประเทศไทย ในการเป็นผู้นำในด้านการส่งออกข้าวเพื่อป้อนพลเมืองโลกในอีก 20 ปีข้างหน้า แต่จากข้อมูลเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญในปี 2543-2549 (ตารางที่ 1 และ 2) แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตเฉลี่ยเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ จะเห็นว่า ประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (IRRI, 2007)

ตารางที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยข้าวของประเทศไทยเปรียบเทียบกับบางประเทศปี พ.ศ. 2543-2549 (ตันต่อเฮกตาร์)

พ.ศ.	ไทย	เวียดนาม	จีน	ปากีสถาน	อินเดีย
2543	2.61	4.24	6.26	3.03	2.85
2544	2.62	4.29	6.15	2.75	3.12
2545	2.61	4.59	6.19	3.02	2.62
2546	2.65	4.64	6.06	2.96	3.12
2547	2.86	4.86	6.31	2.99	2.98
2548	2.96	4.88	6.25	3.17	3.15
2549	2.91	4.89	6.27	3.16	3.12

ที่มา: IRRI (2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ปริมาณการส่งออกข้าวของประเทศไทยเปรียบเทียบกับบางประเทศปี พ.ศ. 2543-2549 (ตัน)

พ.ศ.	ไทย	เวียดนาม	จีน	ปากีสถาน	อินเดีย
2543	7,521	3,528	1,847	2,417	1,936
2544	7,254	3,245	1,963	1,603	6,650
2545	7,522	3,795	2,583	1,958	4,421
2546	10,137	4,295	880	1,986	3,172
2547	7,274	5,174	656	3,032	4,687
2548	7,376	4,705	1,216	3,579	4,537
2549	8,800	4,700	1,400	3,100	4,300

ที่มา: IRRI (2007)

องค์กรอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization: FAO) ได้ประมาณการว่า ในปี 2553 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 7,000 ล้านคน ประชากรที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะอยู่ในประเทศด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนา ซึ่งจะทำให้มีผู้บริโภคข้าวเพิ่มเป็น 3,600 ล้านคน และหากอัตราการเพิ่มของประชากรยังคงเป็นเช่นนี้ต่อไป คาดการณ์ว่า ในปี พ.ศ. 2568 จะมีผู้บริโภคข้าวเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันอีกประมาณ 1,400 ล้านคน จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มผลผลิตข้าวให้เพียงพอกับจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นทุกปี (วิไลลักษณ์, 2550)

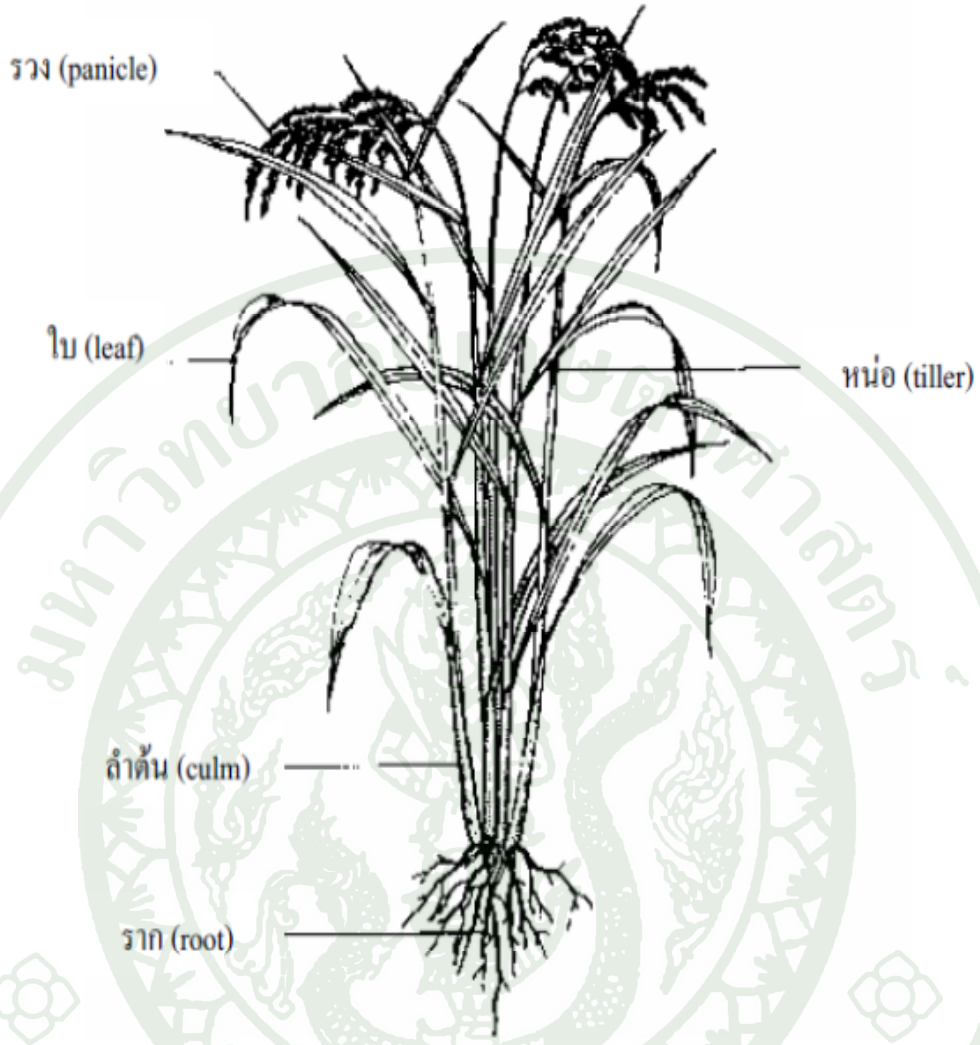
ข้าวเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (Annual grass) ถูกจัดอยู่ในสกุลออไรซา (Genus Oryza) ของวงศ์เกรมินี (Family Paoceae หรือ Gramineae) สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) จำนวนชนิด (species) ทั้งหมดที่พบในสกุลออไรซาของข้าวนั้นมีประมาณ 20 ชนิดด้วยกัน โดยที่ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด (diplod, 2n = 24) และส่วนน้อยเป็นพวกที่มีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid, 2n = 48) ในสภาพธรรมชาติ (บุญหงษ์, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหลากหลายของข้าวชนิดต่างๆที่แพร่กระจายทั่วโลกมีอย่างน้อย 23 ชนิด ในจำนวนนี้มีเพียง 2 ชนิด ที่มนุษย์ใช้ปลูกเพื่อบริโภคคือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn.) และข้าวแอฟริกา (O. *glaberrina* Steud.) ซึ่งมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก และมีจำนวนประมาณอย่างน้อย 120,000 พันธุ์ที่มีชื่อและลักษณะต่างกัน ประเทศไทยอยู่ในเขตความผันแปรของทั้งข้าวป่าและข้าวปลูกมีข้าวป่าแพร่กระจายทั่วประเทศ 5 ชนิด ในจำนวนนี้มีชนิดที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชียคือ ข้าวป่าข้ามปี (O. *rufipogon* Griff.) และข้าวป่าปีเดียว (O. *nivara* Sharma et Shastry) ประเทศไทยนอกจากจะมีความหลากหลายในชนิดของข้าวแล้วยังมีความหลากหลายในพันธุ์ข้าวปลูกอีกด้วย ประมาณอย่างน้อย 3,500 ชื่อที่มีลักษณะต่างกัน ปัจจุบันกรมการข้าวได้รวบรวมพันธุ์ข้าวปลูกและข้าวป่าของไทยไว้มากกว่า 19,000 ตัวอย่าง พบว่าอย่างน้อย 5,500 ตัวอย่างมีชื่อข้าวปลูกต่างกัน ลักษณะที่เห็นได้ชัดคือ ลักษณะข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวอายุเบา กลางและอายุหนัก เป็นต้น ซึ่งภายในแต่ละลักษณะยังมีความหลากหลายอีก เช่น มีปริมาณอะไมโลสต่างกัน เป็นสาเหตุให้หุงสุกแล้วนุ่ม แข็งหรือเหนียว จากความหลากหลายทางพันธุกรรมที่พบในข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกตลอดจนความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวปลูกที่พบจำนวนมากในประเทศไทยนี้ จึงเป็นที่ยอมรับว่าประเทศไทยเป็นศูนย์กำเนิดและแพร่กระจายของข้าวเอเชีย (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544)

จากการสำรวจพบว่า แหล่งปลูกข้าวของเอเชียมีหลายแหล่งด้วยกัน เช่น บริเวณที่ราบของแม่น้ำตอนเหนือในอินเดีย บริเวณตะวันออกตอนล่างของเทือกเขาหิมาลัยผ่านบริเวณตอนบนของพม่า ภาคเหนือของประเทศไทย ลาว และเวียดนามเหนือไปจดบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้และตอนใต้ของประเทศจีน ซึ่งพันธุ์ข้าวปลูกในบริเวณดังกล่าวนี้จัดอยู่ในพวก *Oryza sativa* หรือที่เรียกว่า ข้าวปลูกสายเอเชียทั้งสิ้น สืบเนื่องมาจากความแตกต่างทางสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของแหล่งปลูกข้าว จึงเป็นสาเหตุให้มีการแบ่งข้าวชนิดดังกล่าว เป็น 3 ชนิด ได้แก่ (1) อินดิคา (Indica) ซึ่งเป็นข้าวเมล็ดยาวเรียวเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณเขตร้อน (tropical zone) เช่น ศรีลังกา จีนตอนใต้ และตอนกลาง อินเดีย อินโดนีเซีย บังกลาเทศ ไทย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น (2) จาโปนิคา (Japonica) เป็นข้าวเมล็ดสั้นป้อม มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลส (amylose) ต่ำ เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น เช่น ประเทศจีนตอนเหนือและตะวันออก ญี่ปุ่น เกาหลี ยุโรปตอนใต้ รัสเซีย อเมริกาใต้ เป็นต้น และ (3) จาวานิคา (Javanica) เป็นข้าวต้นสูง เมล็ดใหญ่ป้อม สันนิษฐานว่าเกิดขึ้นจากการคัดเลือกพันธุ์มาจากข้าวอินดิคาและได้นำเข้ามาปลูกในประเทศอินโดนีเซีย และต่อมาก็ได้มีการนำไปปลูกบ้างในประเทศฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และญี่ปุ่น อย่างไรก็ตามข้าวจาวานิคานี้ส่วนใหญ่จะปลูกในประเทศอินโดนีเซีย เท่านั้น (บุญหงษ์, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของต้นข้าว

ที่มา: ดัดแปลงจาก Heinrichs (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าว

ข้าวที่ปลูกเป็นการค้าทั่วไปวงจรชีวิตประมาณ 3-6 เดือน (90-180 วัน) นับจากเริ่มงอกจนถึงสุกแก่เก็บเกี่ยว อายุของข้าวจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมในขณะปลูก Counce *et al.* (2000) แบ่งระยะพัฒนาการของข้าวเป็นระยะใหญ่ๆ 3 ระยะ คือระยะต้นอ่อนโผล่พ้นเมล็ด (Seedling) ระยะการเจริญทางลำต้น (Vegetive) และระยะการสืบพันธุ์ (Reproductive) (ภาพที่ 2) ซึ่งแต่ละระยะดังกล่าวแบ่งเป็นระยะย่อยๆ ดังนี้

1. Seedling ลักษณะพัฒนาการ ดังนี้

S_0 คือ เมล็ดแห้งยังไม่มีการดูดน้ำ

S_1 คือ ส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด (Coleoptile) โผล่พ้นเมล็ดหรือบางกรณีอาจพบรากแรกเกิด (Radicle) โผล่พ้นเมล็ด

S_2 คือ ส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด (Coleoptile) และรากแรกเกิด (Radicle) โผล่พ้นเมล็ด

S_3 คือ ใบแรก (Prophyll) ซึ่งมีเฉพาะกาบใบ แต่ไม่มีแผ่นใบโผล่จากส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด

2. Vegetative ลักษณะพัฒนาการ ดังนี้

V_1 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 1 ใบ (กาบใบ แผ่นใบ คอใบ)

V_2 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 2 ใบ

V_3 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 3 ใบ

V_4 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 4 ใบ และเริ่มมีการแตกหน่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

V_5 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 5 ใบ และมีการแตกหน่อระยะแรก

V_6 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 6 ใบ และมีการแตกหน่อเพิ่มขึ้น

V_7 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 7 ใบ และมีการแตกหน่อระยะกลาง

V_8 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 8 ใบ และมีการแตกหน่อระยะสุดท้าย

V_9 คือ ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 9 ใบ (ก่อนจะมีใบธง 4 ใบ)

3. Reproductive ลักษณะพัฒนาการ ดังนี้

R_0 คือ กำเนิดช่อดอกและมีใบ 9 ใบ (นับลงมาจากใบธง 4 ใบ)

R_1 คือ เริ่มสร้างแกนช่อดอกย่อย Glume Lemma และ Palea

R_2 คือ ระยะตั้งท้อง (Booting) มีการพัฒนาของช่อดอกและสร้างไมโครสปอร์

R_3 คือ ข้าวออกดอก 50 % ช่อดอกโผล่พ้นกาบใบธง

R_4 คือ เกิดการถ่ายละอองเกสร

R_5 คือ ช่อดอกย่อยมีการขยายขนาดทั้งด้านกว้างและด้านยาว

R_6 คือระยะน้ำนมเมล็ดข้าวมีสีเขียว

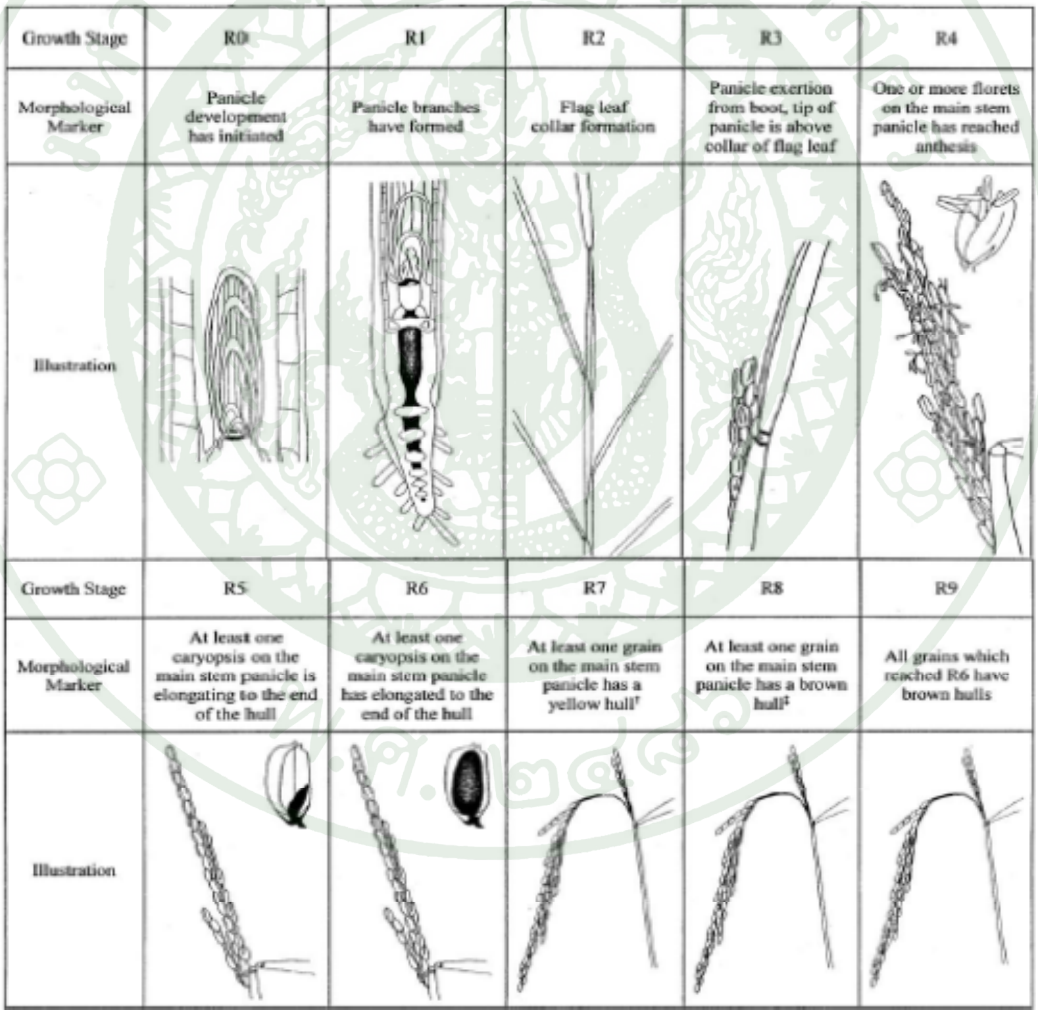
R_7 คือ เมล็ดมีการสะสมแป้ง (ก้อนแป้งนิ่ม) เมล็ดสีเหลือง

R_8 คือ เมล็ดมีการสะสมแป้ง (ก้อนแป้งแข็ง)เมล็ดสีน้ำตาลสุกแก่ทางสรีรวิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

R_9 คือ ระยะน้ำนม เมล็ดข้าวมีสีน้ำตาล และสุกแก่เต็มที่

ระยะการเจริญทางลำต้น นับจากเริ่มงอกจนถึงเริ่มสร้างรวงอ่อน ระยะสืบพันธุ์นับจากเริ่มสร้างรวงอ่อนจนถึงออกดอก และระยะสุกแก่นับจากออกดอกหรือวันที่รวงโผล่พ้นใบธงจนถึงเมล็ดสุกแก่ ข้าวที่มีอายุประมาณ 120 วัน เมื่อปลูกในเขตร้อน ระยะสืบพันธุ์จะใช้เวลาประมาณ 35 วัน ระยะสุกแก่จะใช้เวลาประมาณ 30-35 วัน ทั้งสองระยะนี้ มีระยะเวลาที่แน่นอน แม้จะมีการศึกษาพบว่า อุณหภูมิจะมีผลทำให้ใช้เวลายาวขึ้นหรือสั้นลง ระยะเวลาที่ยาวที่สุดของระยะสุกแก่จะไม่เกิน 60 วัน (อนันต์, 2547)



ภาพที่ 2 ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stages) ของข้าว ตั้งแต่ระยะ R1-R9

ที่มา: Counce *et al.* (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจำแนกการปลูกข้าวตามระบบนิเวศวิทยา

นิเวศวิทยาการปลูกข้าว ขึ้นอยู่กับสภาพของน้ำที่ได้รับ การเรียกชื่อระบบนิเวศการปลูกข้าวในประเทศต่างๆ มีทั้งใกล้เคียงกันและแตกต่างกัน สถาบันวิจัยข้าวระหว่างชาติ (IRRI) จึงจัดให้มีการประชุมตกลงกันเพื่อกำหนดการเรียกชื่อระบบนิเวศการปลูกข้าวให้เป็นที่เข้าใจกันในระดับนานาชาติ (IRRI, 1989) โดยให้จำแนกระบบนิเวศการปลูกข้าว ที่ยึดเอาสภาพน้ำบนผิวดิน (general surface hydrology) เป็นเกณฑ์ ซึ่งเสนอโดย Dr.S.K.De Datta ของ IRRI (วิไลลักษณ์, 2544) ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระบบใหญ่ๆ คือ

1. ข้าวนาชลประทาน (irrigated rice ecosystem) ข้าวซึ่งมีการให้น้ำโดยระบบชลประทาน ไม่มีปัญหาการควบคุมน้ำ และมักจะรักษาระดับน้ำไว้ประมาณ 5-15 เซนติเมตร

2. ข้าวนาน้ำฝน (rainfield lowland rice ecosystem) อาศัยน้ำจากน้ำฝนตามธรรมชาติ ระดับน้ำโดยทั่วไปไม่เกิน 50 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการตกกระจายของฝน

3. ข้าวน้ำลึกและข้าวขึ้นน้ำ (deepwater and floating rice ecosystem) หมายถึงข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังลึก ข้าวน้ำลึก (deepwater rice) หมายถึง ข้าวที่ปลูกในแหล่งที่มีระดับน้ำลึกไม่เกิน 1 เมตร และมีน้ำท่วมขังในแปลงนาอย่างน้อย 1 เดือน ข้าวขึ้นน้ำ (floating rice) หมายถึง ข้าวที่ปลูกในแหล่งที่มีระดับน้ำลึกเกิน 1 เมตร และมีน้ำท่วมขังในแปลงนาอย่างน้อย 1 เดือน นอกจากนี้ ในบางท้องถิ่นอาจมีการทำนาในแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำแปรปรวน เนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ในประเทศไทยพบว่า มีแหล่งปลูกข้าวประเภทนี้แถบริมฝั่งแม่น้ำบางปะกงในจังหวัดปราจีนบุรีและฉะเชิงเทรา (วิไลลักษณ์, 2544) ทางสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ได้บัญญัติคำศัพท์เรียกข้าวประเภทนี้ว่า flood-prone rice

4. ข้าวไร่ (upland rice ecosystem) เป็นข้าวที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติในพื้นที่สภาพไร่ที่ไม่มีน้ำขัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้มแสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อการผลิตข้าว

1. พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานความร้อนที่ได้จากดวงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญมากต่อการสังเคราะห์แสงของข้าว ค่าของพลังงานความร้อนทั้งหมดที่วัดได้มีหน่วยเป็นแคลอรี/ซม.^{2}/ชั่วโมง (cal/cm.^{2}/hour) โดยปกติพื้นผิวโลกจะได้รับแสงและพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีที่มีขนาดความยาวคลื่นต่างกัน โดยแสงที่มีประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงของพืชจะอยู่ในช่วงคลื่น 380-720 นาโนมิเตอร์ (De Datta, 1981)

ความเข้มของแสงในช่วงเวลาการสุกแก่ของรวงข้าวในแถบมรสุมเขตร้อนมีค่าประมาณ 350 แคลอรี/ซม.^{2}/วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงในฤดูปลูกข้าวของเขตอบอุ่น เช่น ในญี่ปุ่น (Munakata *et al.*, 1967) และเกาหลี (IRRI, 1972) ได้มีรายงานว่า พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในฤดูปลูกข้าวของประเทศเอเชียเขตอบอุ่นมีค่าประมาณ 400 แคลอรี/ซม.^{2}/วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับพลังงานจากแสงอาทิตย์ในฤดูฝนของประเทศในเขตร้อนชื้นสำหรับการปลูกข้าวในฤดูแล้งภายใต้ระบบการชลประทานนั้นจะทำให้ต้นข้าวในเขตร้อนได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ต่อหน่วยเวลาสูงกว่าในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย (Fukui, 1971) Stansel (1975) รายงานว่าช่วงวิกฤติที่สำคัญที่สุดในความต้องการพลังงานจากแสงอาทิตย์ของข้าวจะอยู่ในระยะที่ข้าวเริ่มตั้งท้องจนถึงระยะ 10 วันก่อนรวงข้าวสุก De Datta and Zarate (1970) ได้หาสหสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจากแสงอาทิตย์และผลผลิตของข้าวเปลือกในเขตร้อนในช่วง 45 วันก่อนเก็บเกี่ยว ปรากฏว่าทั้งสององค์ประกอบต่างก็มีสหสัมพันธ์ในทางบวกระดับสูง และพบว่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นข้าวในช่วงตั้งท้องและเก็บเกี่ยวนั้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับผลผลิตของข้าวเปลือกอีกด้วย

De Datta (1981) พบว่า พลังงานแสงโดยเฉลี่ยต่อวันในระหว่างฤดูฝนและมีเมฆมาก ในเขตร้อนจะมีปริมาณน้อยกว่าในเขตอบอุ่น ถึงประมาณ 1.5 เท่า ดังนั้นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ในเขตร้อนต่ำกว่าในเขตอบอุ่นก็คือ ประเทศส่วนใหญ่ในเขตร้อนมักปลูกข้าวในฤดูฝนเพื่อลดปัญหาด้านความแห้งแล้ง

Yoshida and Parao (1976) ได้ทดลองการบังแสง (shading) ให้กับต้นข้าวในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative growth) ระยะสร้างรวง (Reproductive stage) และระยะสุกแก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของเมล็ดข้าว (Ripening stage) พบว่า การบังแสงในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นนั้นมีผลน้อยที่สุดต่อการให้ผลผลิตของข้าว ในขณะที่การบังแสงในระยะการสร้างรวงนั้นจะมีผลมากที่สุดในการลดผลผลิตของข้าว จึงได้สรุปผลการทดลองนี้ว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ในระยะการสร้างรวงนั้นจะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร ส่วนในระยะสุกแก่ของเมล็ดนั้นจะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดดีของข้าว

Evans and De Datta (1979) พบว่า พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ต้นข้าวได้รับในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นนั้นมีผลน้อยต่อการให้ผลผลิตของต้นข้าว แต่กลับมีผลมากเมื่อต้นข้าวได้รับในระยะก่อนออกดอกหรือหลังออกดอกเพียงเล็กน้อย และยังสรุปว่า พลังงานความร้อนที่ข้าวได้รับไม่ว่าจะอยู่ในช่วงใดหลังการเริ่มสร้างรวงจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวทั้งในพันธุ์ไวแสงและพันธุ์ไม่ไวแสง และจะยิ่งมีผลมากขึ้นเมื่อต้นข้าวได้รับปริมาณของไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้น

Murata (1966) ได้สนับสนุนผลการทดลองของ De data และคณะ โดยการค้นพบว่าการสะสมแห้งในใบและต้นข้าวนั้นจะเริ่มเมื่อประมาณ 10 วัน ก่อนการออกรวงของข้าว และต้นข้าวจะสะสมแป้งในเมล็ดในช่วงเวลา 30 วัน ตั้งแต่การโผล่ของรวงเป็นต้นไป (Murata, 1966; Yoshida and Ahn, 1968) ดังนั้นอาจสรุปว่าการสร้างเมล็ดข้าวจะอยู่ในช่วง 40 วันก่อนการสุกของรวงข้าว

2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิของอากาศนอกจากจะมีผลเป็นอย่างมากต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้นข้าวแล้วยังมีผลต่อการพัฒนาด้านการสืบพันธุ์ของข้าวซึ่งจะนำไปสู่การให้ผลผลิตที่ดีของข้าวอีกด้วย (Yoshida, 1978)

ในประเทศเขตอบอุ่น (Temperate zone) จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ในช่วงความสุกแก่ของเมล็ดจึงทำให้ประเทศในแถบนี้ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียใต้ และบางส่วนของทวีปยุโรป สามารถผลิตข้าวได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าประเทศในเขตร้อนซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูเพาะปลูกมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เป็นเพราะอุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุเวลาสุกแก่ของเมล็ดข้าวเปลือกออกไปได้ทำให้มีเวลาเพิ่มขึ้นในการสะสมแป้งของเมล็ด อุณหภูมิของอากาศนอกจากจะมีผลเป็นอย่างมากต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวแล้วยังมีผลต่อพัฒนาการด้านการสืบพันธุ์ของข้าวซึ่งจะนำไปสู่การให้ผลผลิตอีกด้วย อุณหภูมิที่สูงเกินไปมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวในหลายประเทศ เช่น ปากีสถาน ตะวันออกกลาง และแอฟริกาเขตร้อน ในประเทศอียิปต์และอินเดียได้มีรายงานว่าอุณหภูมิสูงก่อให้เกิดเมล็ดลีบและเป็นหมันในอัตราที่สูง ได้มีการค้นพบว่าต้นข้าวที่อยู่ระยะออกรวงนั้นจะได้รับผลกระทบกระเทือนจากอุณหภูมิสูงมากที่สุด (บุญหงษ์, 2553)

3. ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เป็นอัตราส่วนระหว่างความดันไอน้ำ (Vapor pressure) และความดันไอน้ำอิ่มตัว (Saturation vapor pressure) ณ อุณหภูมิของอากาศขณะนั้น หน่วยที่ใช้วัดมักจะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ เครื่องมือที่ใช้วัดอาจใช้ไฮโกรเทอร์โมกราฟ หรือแฮร์โกรมิเตอร์ (Hygrothermograph or Hygrometer) หรือไซโครมิเตอร์ (Psychrometer) ซึ่งประกอบด้วยกระเปาะเปียกและแห้ง (Wet and dry bulbs) ผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อต้นข้าวในเขตร้อนนั้นมักจะแยกไม่ออกอย่างเด่นชัดจากผลของพลังงานจากดวงอาทิตย์และอุณหภูมิของอากาศ โดยปกติค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยก่อนการเก็บเกี่ยวจะเป็นปฏิกิริยาผกผันกับปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามทั้งปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในระดับที่สูงและอุณหภูมิตอนกลางคืนของอากาศต่างก็ก่อให้เกิดสภาพหยดน้ำค้างซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคไหม้ (Blast disease) ที่เข้าทำลายต้นข้าว ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะแยกปัจจัยทั้งสองอย่างออกจากกันอย่างเด่นชัด (บุญหงษ์, 2553)

โลกร้อน ผลจากภาวะเรือนกระจก

ภาวะโลกร้อน (Global warming) และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) มีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจกบนชั้นบรรยากาศของโลก โดยมีการประเมินว่าในปี 2100 อุณหภูมิพื้นผิวของโลกจะเพิ่มขึ้น 2.0 ถึง 4.5 องศาเซลเซียส (IPCC, 2007)

ในประเทศไทย จากรายงานของ จิราภรณ์ และคณะ (2545) พบว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดในช่วง 50 ปี (ค.ศ.1951-2000) มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งประเทศ โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด 0.7 องศาเซลเซียส ในภาคกลางและภาคตะวันออก ภาคกลางจึงเป็นภาคที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากกว่าภาคอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาวะอุณหภูมิอากาศในประเทศไทย เดือนมีนาคม และเมษายน ปี 2553 ของกรมอุตุนิยมวิทยา รายงานว่า ในเดือนมีนาคม อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคของประเทศ และหลายพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัด โดยอุณหภูมิที่วัดได้สูงสุด คือ 42.2 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553ก) ส่วนในเดือนเมษายน พบว่าในภาคเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติถึง 2 องศาเซลเซียส และหลายพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม โดยอุณหภูมิที่วัดได้สูงสุด คือ 43.5 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมืองจังหวัดตาก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553ข) ซึ่งในช่วงเดือนดังกล่าวของทุกปี ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังจะประสบกับภาวะวิกฤติโดยตรงต่อการผสมเกสร การติดเมล็ดและสร้างเมล็ดข้าว ซึ่งทาให้ผลผลิตและคุณภาพลดลง ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้าวทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงไว้ที่ 40-42 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่คาดหมายว่าข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังจะได้รับผลกระทบที่รุนแรงต่อไปอนาคต

ผลของภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อน จากสภาวะดังกล่าวนั้นนอกจะมีผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ ภาวะโลกร้อนมีผลโดยตรงต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะอุณหภูมิสูงที่ข้าวประสบในระยะออกดอก ในระหว่างกระบวนการผสมเกสรและการสะสมน้ำหนักเมล็ด ซึ่งในระยะดอกบานเป็นระยะที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงมากที่สุด (Osada *et al*,. 1973; Satake and Yoshida, 1978) จากรายงานของ Prasad *et al*. (2006) พบว่า กลุ่มพันธุ์ข้าวจากต่างทวีป มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงแตกต่างกัน โดยพันธุ์ข้าวกลุ่ม Indica จากอินเดีย ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่าพันธุ์ข้าวกลุ่ม Japonica จากสหรัฐอเมริกา

ภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของข้าวที่จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาและการสร้างเมล็ดของต้นข้าว มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับผลของภูมิอากาศต่อการปลูกข้าว ซึ่งรายงานส่วนใหญ่พบว่า ผลผลิตที่แตกต่างกันของในแต่ละประเทศนั้น ส่วนใหญ่เนื่องมาจากความแตกต่างกันทางด้านปริมาณพลังงานจากแสงอาทิตย์ (Solar radition) และอุณหภูมิของอากาศนั่นเอง พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ต่ำและอุณหภูมิที่สูงเป็นปัจจัยที่ลดค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวอันเนื่องมาจากส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของข้าว จากเหตุผลนี้จึงทำให้พันธุ์ข้าวใดๆ ที่ปลูกในฤดูนาปีมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำกว่าเมื่อปลูกในฤดูนาปรัง และข้าวที่ปลูกใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตอบอุ่น (Temperate areas) จะให้ผลผลิตสูงกว่าในเขตร้อน (Tropical areas) จำนวนรวงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในระยะแตกกอ (Tillering stage) ของข้าว ถ้าอุณหภูมิกลางวันสูงพร้อมกับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์สูง และอุณหภูมิกลางคืนต่ำก็ส่งผลให้จำนวนรวงของข้าวสูงโดยมีผลกระทบน้อยมากต่อการลดของจำนวนเมล็ดในรวง ได้มีรายงานพบว่า จำนวนเมล็ดข้าวเปลือกต่อหน่วยพื้นที่ปลูกข้าวนั้นมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับผลผลิตของข้าวเปลือกในเขตร้อน (Yoshida, 1972) เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวนั้นมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะปลูกข้าวในฤดูนาปีหรือนาปรัง

ผลกระทบเนื่องจากภาวะโลกร้อนที่มีต่อข้าว

สภาวะเครียดต่ออุณหภูมิสูงเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเกษตรของโลก อุณหภูมิสูงมีผลกระทบต่อลักษณะทางกายวิภาค สัณฐาน สรีรวิทยา และกระบวนการทางชีวเคมีของพืช ที่ทำให้จำกัดการพัฒนาและเจริญเติบโตซึ่งส่งผลให้ผลผลิตของพืชลดลง อุณหภูมิสูงวิกฤตที่มีต่อพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ในมะเขือเทศ พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 35 องศาเซลเซียส การงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของต้น การออกดอกและการติดผลจะได้รับผลกระทบอย่างมาก ซึ่งในพืชชนิดอื่นอุณหภูมิสูงวิกฤติอาจจะต่ำหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสได้ อาทิเช่น อุณหภูมิวิกฤติของฝ้าย ข้าวโพด ข้าว และข้าวสาลี อยู่ที่ 45 38 34 และ 26 องศาเซลเซียส ตามลาดับ (Wahid *et al.*, 2007)

พืชได้รับผลกระทบต่อสภาวะอุณหภูมิสูงทั้งทางตรงและทางอ้อมผ่านกระบวนเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ผลของอุณหภูมิสูงที่ 40 องศาเซลเซียสต่อเมล็ดข้าวโพดทาให้การงอกของเมล็ดช้าลง สูญเสียความแข็งแรง และการพัฒนาของ coleoptide ลดลง (Weaich *et al.*, 1996) เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในสภาพอุณหภูมิสูง เช่น ในอ้อย จะทำให้เกิดปล้องที่สั้นลง แตกกอมากขึ้น สุกแก่เร็วขึ้น และส่งผลให้น้ำหนักรวมของผลผลิตลดลง (Ebrahim *et al.,* 1998) ส่วนในระยะการสืบพันธุ์และการสร้างเมล็ดหรือผล อุณหภูมิที่สูงก็มีผลกระทบต่อพืชเช่นเดียวกัน เช่น ในมะเขือเทศ กระบวนการสืบพันธุ์ ได้แก่ การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย การงอกของละอองเกสร การพัฒนาการท่อละอองเกสร ความมีชีวิตของรังไข่ สัณฐานของเกสรตัวเมีย จำนวนละอองเกสรที่งอกบนยอดเกสรตัวเมีย กระบวนการก่อนและหลังการปฏิสนธิ ล้วนแล้วแต่ได้รับผลกระทบต่อสภาวะอุณหภูมิสูงทั้งสิ้น (Foolad, 2005) นอกจากนี้ อุณหภูมิสูงระหว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาเมล็ดในธัญพืช สามารถเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคุณภาพแป้งและโปรตีนในเมล็ดและทาให้เมล็ดธัญพืชมีคุณภาพโดยรวมลดลง (Perrotta *et al*., 1998)

ได้มีการคาดการณ์ไว้ว่า ผลผลิตข้าวพันธุ์ดั้งเดิมทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่นจะลดลง 40% เนื่องจากสภาวะโลกร้อนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งระยะการสืบพันธุ์ (reproductive stages) ผ่านกระบวนการสร้างรวง (panicle initiation) การตั้งท้อง (booting: microsporogenesis) การผสมเกสร (anthesis) การปฏิสนธิ (fertilization) และการสร้างเมล็ด (grain filling) เป็นช่วงระยะวิกฤติที่สุดต่ออุณหภูมิสูงต่อการให้ผลผลิตของข้าว (Matsui and Omasa, 2002) อุณหภูมิสูงมีผลต่อการโปรยละอองเรณูและความมีชีวิตของละอองเรณูทำให้ละอองเรณูเป็นหมัน (Satake and Yoshida, 1978; Matsui *et al*., 2000) และทำให้ข้าวเมล็ดลีบและเป็นหมันในอัตราที่สูง ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าผลผลิตของเมล็ดข้าวพันธุ์ IR72 ลดลง 10% เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในตอนกลางคืนเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส (Peng *et al*., 2004)

เพื่อเข้าใจถึงกลไกต่อการให้ผลผลิตของข้าวต่อสภาพอุณหภูมิสูง Satake and Yoshida (1978) รายงานว่า ดอกย่อยในระยะการผสมเกสรจะเป็นหมันและไม่สามารถสร้างเมล็ดในข้าวจาปอนิกา (japonica) ที่อุณหภูมิ มากกว่า 35 องศาเซลเซียส ติดต่อกันนาน 5 วัน ความเป็นหมันเกิดขึ้นเนื่องจากความสามารถในการแตกของอับละอองเกสร การผลิตละอองเกสรที่มีชีวิตที่ลดลงและการงอกของละอองเกสรบนเกสรตัวเมียลดลงด้วย ซึ่ง Cao *et al.* (2008) ได้วิจัยผลของการพัฒนาอับละอองเกสรและละอองเกสร และองค์ประกอบผลผลิต ของข้าวอินดิคาภายใต้อุณหภูมิสูงที่มากกว่า 35 องศาเซลเซียส ในระยะการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) พบว่า สภาพเครียดต่ออุณหภูมิสูงมีนัยสำคัญต่อการแตกของอับละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสร (77% control และ 63.7% heat stress) ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลง 39.5% สอดคล้องกับ Jagadish *et al.* (2010) รายงานว่า อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ทาให้ความสมบูรณ์ของดอกย่อย (spikelet) ลดลงเหลือเพียง 18% และ 71% ในพันธุ์ข้าวที่ไม่ทนทานและทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการงอกของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสร 17%) และทำให้การปฏิสนธิกับรังไข่ลดลง IRRI (2007) รายงานว่า ผลของอุณหภูมิสูงมีผลทำให้ลักษณะทางคุณภาพของข้าวหลายๆ ลักษณะลดลง ได้แก่ การเกิดท้องไข่ ปริมาณอไมโลส และอุณหภูมิแป้งสุก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mohammed and Tarpley (2009) ได้รายงานว่าอุณหภูมิสูงต่อระยะการสร้างเมล็ด (grain filling) ยังส่งผลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวที่ลดลงเช่นเดียวกัน คุณภาพของข้าวที่ลดลงประกอบด้วยคุณภาพโดยรวมต่อลักษณะปรากฏของเมล็ด คุณภาพการสีข้าวและการหุงต้ม เนื่องจากการเกิดท้องไข่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอไมโลเพคติน (amylopectin) อุณหภูมิแป้งสุกที่สูงขึ้น และความคงตัวของแป้งสุกที่เป็นแป้งแข็งมากขึ้น อุณหภูมิกลางคืนที่สูงขึ้นเนื่องจากภาวะโลกร้อนเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงเช่นเดียวกัน โดยพบว่า ผลผลิตของข้าวจะลดลง 10% เมื่ออุณหภูมิกลางคืนเพิ่มสูงขึ้น 1.1 องศาเซลเซียส ซึ่งคิดเป็นสามเท่าของอุณหภูมิปกติ

การเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรมโดยการก่อกลายพันธุ์

เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง (Self-pollinated crop) จึงย่อมมีข้อจำกัดในลักษณะดีบางอย่างที่เป็นองค์ประกอบในการให้ผลผลิตทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ลักษณะดีดังกล่าว เช่น รูปแบบหรือลักษณะของต้นข้าว (Plant type) ความต้านทานโรคแมลงศัตรูข้าว (Disease an insect pest resistance) ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Stress condition tolerance) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะดีตามที่ต้องการ อันจะนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มมูลค่าของผลิตผลข้าว และการลดมลภาวะจากการผลิตข้าว

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Induced mutation) หมายถึง การใช้รังสีหรือสารเคมีที่เรียกว่า สิ่งก่อกลายพันธุ์ (Mutagens) ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพันธุกรรม (Gene mutation) โครงสร้างของโครโมโซม (Chromosomal aberration) หรือจำนวนโครโมโซม (Polyploid) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เพื่อสร้างลักษณะดีใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยพบในสภาพธรรมชาติให้เกิดขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว และสามารถถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปสู่รุ่นลูกหลานได้ (สิรนุช, 2540)

ตัวอย่างความสำเร็จในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวของประเทศไทย ได้แก่ การเปลี่ยนข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเหนียว กข. 6 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นลง เป็นต้น (บุญหงษ์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิล

ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเป็นพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือก และพัฒนาจนได้พันธุ์ข้าวที่มีเมล็ดข้าวกล้องเรียวยาว สีม่วงเข้ม ข้าวกล้องเมื่อหุงสุกจะนุ่มเหนียว ที่สำคัญคือ ข้าวกล้องมีธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 การศึกษาเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายชนิด microsatellite จำนวน 48 ตำแหน่ง มาทำการตรวจสอบชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลมีความแตกต่างจากข้าวพันธุ์ Hei Bao และ Xua Bue Huq ที่เป็นข้าวเมล็ดสีดำของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จึงยืนยันได้ว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ไม่ได้เป็นพันธุ์เดียวกัน

ลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเป็นข้าวนาสวน ไม่ไวแสง สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี การแตกกอดี ไม่ต้านทานโรค ขอบใบแห้ง และแมลงโดยทั่วไป ความสูงต้น 75 ซ.ม. ใบและลำต้นมีสีเขียวเข้มอมม่วง เมล็ดข้าวกล้องยาวประมาณ 6.5 ม.ม. มีสีม่วงดำ เปลือกหุ้มเมล็ดข้าวมีสีม่วงเข้ม อายุเก็บเกี่ยว 95-100 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 400-700 กก./ไร่ ต้านทานต่อโรคไหม้ (blast) ทนทานต่อสภาพแล้ง (drought) และดินเค็ม (salinity) ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงเข้มประกอบไปด้วยสาร แอนโทไซยานิน (anthocyanin) โปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidin) ไบโอฟลานอยด์ (bioflavonoids) และวิตามิน E ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสีผสมอาหารตามธรรมชาติ ในส่วนของรำและจมูกข้าว มีวิตามิน E วิตามิน B และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ในส่วนของรำมีน้ำมันรำข้าว 18 % เป็นองค์ประกอบ ซึ่ง 80 % เป็นชนิด C18:1 และ C18:2 เหมือนกับน้ำมันที่ได้จากถั่วเหลืองและข้าวโพด และพบว่า มีสารโอเมกา-3 (omega-3) ประมาณ 1-2 % รำข้าวของข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลนี้มีปริมาณเส้นใยที่ย่อยได้ (digestible fiber) สูงถึง 10 % จากข้อมูลทางโภชนาการนับได้ว่าข้าวเจ้าหอมนิลเป็นข้าวที่มีศักยภาพในการนำมาแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหารสูง เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิล รวมทั้งขนมขบเคี้ยวต่างๆ ปริมาณองค์ประกอบของสารอาหารในเมล็ดมีดังนี้

ปริมาณแป้งอะไมโลส	12-13 %
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	70%
ปริมาณโปรตีน	10-12.5%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณธาตุเหล็ก	1.3-1.5 มก./ 100 ก.
ปริมาณธาตุสังกะสี	2.5-2.6 มก./100 ก.
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ	293 ไมโครโมล/กรัม
น้ำมันรำข้าว	18 %
เส้นใยจากรำข้าว	10 %
มีปริมาณสารระเหยจำเพาะ cyclohexanone ในปริมาณมาก	

การพัฒนาประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายแบบ TILLING

TILLING เป็นเทคนิคการคัดกรองความแปรปรวนในระดับพันธุกรรมที่มีประสิทธิภาพสูง (Till *et al*. 2003) TILLING ได้รับการพัฒนาเป็นวิธีการคัดกรองการกลายพันธุ์โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลลำดับดีเอ็นเอและการตรวจสอบหน้าที่จำเพาะเจาะจงของยีน วิธีการนี้สามารถใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตหลายชนิด (Gilchrist and Haughn 2005; Haughn and Gilchrist 2006) สำหรับในพืช ได้มีการทำ TILLING ใน Arabidopsis โดยใช้ Ethylmethanesulfonate (EMS) และมีการขยายไปยังการตรวจการกลายพันธุ์ในพืชอื่นๆ โดยใช้ EMS และ หรือ Mutagens เคมีอื่นๆ (Caldwell *et al*. 2004; Slde *et al*. 2005; Till *et al*. 2004, 2007 และ Wu *et al*. 2005) สำหรับการก่อกลายพันธุ์ในข้าว ได้มีฐานข้อมูลสาธารณะ Orysabase ที่รวบรวมประชากรพันธุ์กลาย กลุ่มและจำนวนลักษณะของการกลายพันธุ์ในข้าวที่เกิดจากการเหนี่ยวนำทั้งหมด พบว่า มีมากถึง 4,000 Mutants ที่เกี่ยวข้องกับ 1,698 ยีน ที่กระจายตัวอยู่ในจีโนมข้าวทั้ง 12 โครโมโซม ซึ่งชนิดข้อมูลเหล่านี้ประกอบไปด้วยตำแหน่งยีนบนโครโมโซม ลักษณะปรากฏของข้าวภายใต้สภาวะปกติและสภาวะทดลอง (Trait ontology (TO)/Plant ontology (PO)) รวมถึง Gene ontology (GO) ดังนั้น วิธีการตรวจสอบในระดับโมเลกุล รวมถึงการตรวจวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาวิเคราะห์และค้นหาบทบาทหน้าที่ของยีนข้าว ประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายขนาดใหญ่ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาในปี พ.ศ. 2548 โดยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยมีเป้าหมายที่จะคัดกรองข้าวพันธุ์กลายที่มีคุณสมบัติทางโภชนาการที่ดี เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโภชนาการสูง บางลักษณะมีความแปรปรวนของพันธุกรรมข้าวในธรรมชาติไม่เพียงพอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับเหตุผลที่เลือกใช้ข้าวเจ้าหอมนิล เนื่องจากเป็นข้าวไม่ไวแสง มีทรงต้นเตี้ย แตกกอดี เมล็ดมีน้ำหนักดี อายุสั้นเพียง 90-100 วัน ทำให้สามารถปลูกได้ถึง 3 ครั้งต่อปี รวมทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี ข้าวพันธุ์นี้เมื่อถูกเหนี่ยวนำด้วยรังสีหรือสารเคมีจะเกิดการกลายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้โอกาสในการค้นพบยีนกลายตามเป้าหมายเป็นไปได้สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น นอกจากนี้ยังมีข้อได้เปรียบในเรื่องของสีเมล็ด ใบ และลำต้น ที่แตกต่างอย่างชัดเจนจากข้าวทั่วไป เมื่อค้นพบข้าวพันธุ์กลายแล้วยังสามารถนำมาเข้าคู่ผสมกับข้าวได้ดีแทบทุกพันธุ์

การปลูกขยายพันธุ์และรักษาประชากรข้าวพันธุ์กลายได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง จนถึงปี พ.ศ. 2550 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ได้ให้การสนับสนุนโครงการค้นหาหน้าที่ยีนทั้งจีโนมข้าว การก่อกลายพันธุ์ทั้งจีโนม (Rice Functional Genomics: Whole Genome Mutagenesis) ทำให้ประชากรข้าวเจ้าหอมนิลได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางอีกครั้ง ซึ่งในครั้งนี้ได้วางเป้าหมายที่คัดกรองข้าวพันธุ์กลายที่มีลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไป เช่น คุณภาพหุงต้มที่เกี่ยวกับแป้งและกลิ่นหอม ลักษณะความทนทานต่อน้ำท่วม ประชากรพันธุ์กลายนี้นับเป็นประชากรข้าวพันธุ์กลายขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย และเป็น 1 ใน 4 ประชากรของโลกที่มีพันธุกรรมที่ค่อนข้างสม่ำเสมอสมบูรณ์ เป็นประชากรรุ่น M4 (ผสมตัวเองมา 4 ครั้ง) การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์นับว่าเป็นการเร่งวิวัฒนาการของจีโนมให้เร็วกว่าธรรมชาติ หลักฐานที่พบได้คือ ตำแหน่งที่พบการกลายพันธุ์หลายๆตำแหน่งในประชากรพันธุ์กลาย สามารถพบได้ในแหล่งพันธุกรรมข้าวในธรรมชาติด้วยเช่นกัน (นิรนาม, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ ในการปลูกและดูแลรักษาข้าว

1.1 ข้าวพันธุ์ข้าวพิษณุโลก1 เจ้าหอมนิล ปทุมธานี ปิ่นเกษตร สุพรรณบุรี สินเหล็ก

1.2 ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ได้จาก fast-neutron จำนวน 1,500 สายพันธุ์ เบอร์ 7,500-9,000

1.3 โรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิสูง ความชื้น และความเข้มแสง ในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าว

1.4 กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรใช้ดินจากแปลงนาและใส่ปุ๋ยอินทรีย์

1.5 ถุงกระดาษ

1.6 ถุงตาข่าย

1.7 เครื่อง Watch Dog สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง และบันทึกข้อมูล

2. อุปกรณ์สำหรับประเมินความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสร

2.1 สาร I_2KI

2.2 ปากคีบปลายแหลม (Forcep)

2.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ (MS medium)

2.4 จานเพาะเชื้อ (Petri dish)

2.5 กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope)

2.6 กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การปลูกและดูแลรักษาข้าว

เพาะเมล็ดพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวต่างๆ ลงในกระบะเพาะข้าว 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม (ภาพที่ 3) เมื่อถึงระยะที่ข้าวสามารถย้ายลงกระถางได้หรือมีอายุประมาณ 21 วัน ทำการย้ายต้นกล้าข้าวปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 4) ทำการจัดกลุ่มข้าวเป็น 2 กลุ่มคือ 1) สภาพแปลงทดลองธรรมชาติ และ 2) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง โดยให้ข้าวทั้งสองกลุ่มมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในสภาพแปลงนาอุณหภูมิปกติ เมื่อถึงระยะตั้งท้อง (R2) (ภาพที่ 2) นำข้าวกลุ่มที่ 2 เข้าสู่โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง หลังจากนั้นพันธุ์/สายพันธุ์ใดที่ไม่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งประเมินจากความมีชีวิตของละอองเกสร ความงอกของละอองเกสร และการติดเมล็ด จะถูกคัดทิ้งและเคลื่อนย้ายออกไป ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์ใดที่สามารถผสมเกสรและติดเมล็ดได้จะดำเนินการคัดเลือกต่อไปในสภาพเครียดต่ออุณหภูมิสูงในระยะการสร้างเมล็ด (Grain filling stage, R5) จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity, R9) (ภาพที่ 2) ทำการเก็บเกี่ยวและเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

ภาพที่ 3 เมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ ในกระบะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 4 กระถางที่ใช้ในการปลูกข้าว เพาะข้าว 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม

2. การควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

โรงเรือนควบคุมสภาพอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5) โดยควบคุมให้อุณหภูมิของอุโมงค์ค่อยๆ สูงขึ้น ในช่วงเช้า เวลา 6.00 น.ไปจน ณ เวลาที่โรงเรือนมีอุณหภูมิถึง 40-45 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิดังกล่าวเป็นเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน แล้วจึงค่อยๆ ปรับสภาพอุณหภูมิลดลงให้ ให้เท่ากับอุณหภูมิภายนอก ในกรณีที่อุณหภูมิภายในต่ำกว่าที่กำหนดจะใช้ระบบการสร้างลมร้อน (Heat air system) ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นและในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนดจะใช้ระบบ Evaporation system โดยมีพัดลมดูดอากาศ) เพื่อลดความร้อนลง

ภาพที่ 5 โรงเรือนจำลองสภาวะโลกร้อน (Simulation Tunnel of Global warming)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การประเมินพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกเป็นการค้า

ปลูกข้าวพันธุ์การค้าต่างๆ ได้แก่ เจ้าหอมนิล ปิ่นเกษตร สินเหล็ก ปทุมธานี1 พิษณุโลก2 และ สุพรรณบุรี 1 จำนวน 6 กระถางต่อพันธุ์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 กระถาง กระถางละ 2 ต้น กลุ่มที่ 1 ดูแลในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติ (ภาพที่ 6) กลุ่มที่ 2 ดูแลในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ควบคุมอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 7) ประเมินจากอัตราการติดเมล็ด ของแต่ละพันธุ์ อีกทั้งตรวจละอองเกสรของข้าวในส่วนของความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสร

4. การคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าวเจ้าหอมนิล

4.1 ในการคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าวเจ้าหอมนิลทำการคัดเลือกทั้งหมด 3 รอบ โดยในแต่ละรอบจะมีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ในรอบที่ 1 ของการคัดเลือก ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจำนวน 1500 สายพันธุ์ จำนวน 6 กระถางต่อสายพันธุ์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 กระถาง กระถางละ 2 ต้น ทำการทดลองในสภาพแปลงนาทดลองภายนอก (ภาพที่ 6) และย้ายข้าวส่วนหนึ่งเข้าสู่สภาพควบคุมอุณหภูมิสูงเมื่อถึงระยะเจริญพันธุ์ (ภาพที่ 7) สายพันธุ์ใดที่ไม่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งประเมินจากการติดเมล็ด จะถูกคัดทิ้งและเคลื่อนย้ายออกไปจาก ส่วนสายพันธุ์ใดที่สามารถผสมเกสรและติดเมล็ดได้จะดำเนินการคัดเลือกต่อไปในสภาพเครียดต่ออุณหภูมิสูงในระยะการสร้างเมล็ด จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นจะทำการเก็บเกี่ยวรวงข้าวคัดแยกเมล็ดดีและเมล็ดเสียเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์โดยใช้เกณฑ์การติดเมล็ด 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

4.2 รอบคัดเลือกที่ 2 จะดำเนินการคัดเลือกซ้ำจากสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดรอบในรอบที่ 1 โดยจะมีเมล็ดพันธุ์ที่เก็บมาจาก 2 สภาพด้วยกันคือ เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ และเมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง ทำการปลูกจำนวน 6 กระถางต่อสายพันธุ์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 กระถาง กระถางละ 2 ต้น โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเหมือนในรอบที่ 1 และเพิ่มเกณฑ์การคัดเลือกที่ละเอียดขึ้นได้แก่ การตรวจละอองเกสรของข้าวในส่วนของความมีชีวิตของละอองเกสร และความงอกของละอองเกสร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 รอบการคัดเลือกที่ 3 จะดำเนินการคัดเลือกซ้ำจากสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดรอบในรอบที่ 2 ทำการปลูกจำนวน 60 กระถางต่อสายพันธุ์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 กระถาง กระถางละ 1 ต้น ใช้การคัดเลือกจากเกณฑ์การติดเมล็ดที่สูงที่สุด 2 สายพันธุ์ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเหมือนในรอบที่ 2 พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่มีความละเอียดขึ้น

ภาพที่ 6 ข้าวที่ปลูกในสภาพธรรมชาติเพื่อใช้เป็นตัวควบคุม

ภาพที่ 7 ข้าวที่จะทดสอบสภาพเครียดจากอุณหภูมิสูงภายในโรงเรือนในระยะเจริญพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

5.1 ความสูงต้น วัดความสูงของต้นข้าวจากปลายล่างสุดขอกอข้าวจนถึงปลายใบของข้าว

5.2 จำนวนกอต่อต้น นับจำนวนการแตกกอของข้าวตั้งแต่เริ่มแตกกอจนถึงเก็บเกี่ยว

5.3 จำนวนรวงต่อต้น นับจำนวนรวงข้าวทั้งหมดตั้งแต่เริ่มออกรวงจนถึงเก็บเกี่ยว

5.4 ความยาวรวง วัดความยาวรวงจากรวงจนถึงปลายรวง

5.5 น้ำหนักรวง ชั่งน้ำหนักรวงข้าวทั้งรวง

5.6 จำนวนเมล็ดรวมต่อต้น นับจำนวนเมล็ดข้าวทั้งหมดทั้งเมล็ดดีและเมล็ดเสีย

5.7 จำนวนเมล็ดดีต่อต้น คัดแยกเมล็ดดีและนับเฉพาะจำนวนเมล็ดดี

5.8 จำนวนเมล็ดเสียต่อต้น คัดแยกเมล็ดเสียและนับเฉพาะจำนวนเมล็ดเสีย

5.9 น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มชั่งเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด

5.10 เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ทำการเก็บเกี่ยวและวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด โดยคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดได้ดังสูตร ต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดดี}}{\text{เมล็ดดี} + \text{เมล็ดลีบ}} \times 100$$

5.11 ผลผลิตต่อต้น

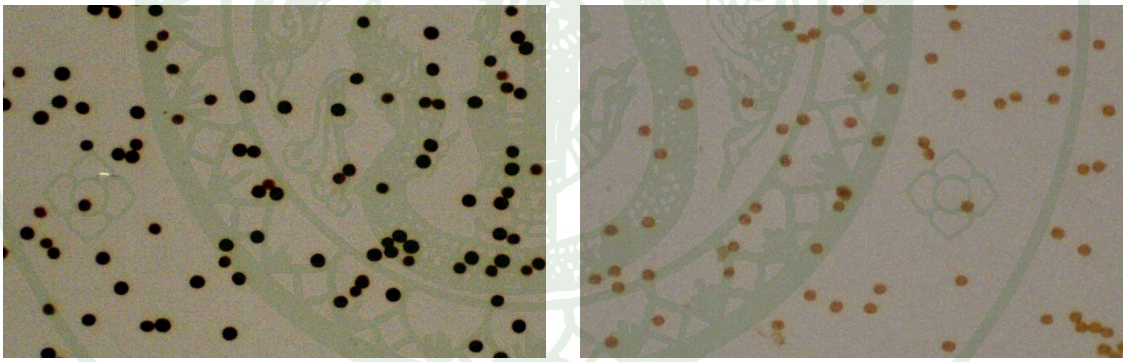
คำนวณได้ดังสูตรต่อไปนี้ $\dfrac{\text{น้ำหนัก 100 เมล็ด} \times \text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}{100}$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อหาน้ำหนักต่อรวงหลังจากนั้นใช้สูตร $\frac{\text{น้ำหนักต่อรวง} \times \text{จำนวนรวง}}{1}$

6. การวิเคราะห์ความมีชีวิตของละอองเกสร (Pollen viability)

ตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรโดย I_2KI โดยใช้เกณฑ์การสะสมแป้งในละอองเกสร โดยดูจากการย้อมติดสี และรูปร่างของละอองเกสร ซึ่งละอองเกสรที่มีชีวิตจะติดสีน้ำตาลเข้ม ส่วนละอองเกสรที่ติดสีเหลืองอ่อนหรือไม่ติดสีเลย (ภาพที่ 8) จะเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต โดยรูปร่างของละอองเกสรจะมีลักษณะกลมไม่บิดเบี้ยวจะเป็นลักษณะที่สมบูรณ์ (Hu *et al.,* 2005) เก็บละอองเกสรจาก 2 ดอกย่อย (Spikelet) ในส่วน บน กลาง และล่างของรวง จำนวน 3 รวง ย้อมสีละอองเกสรจาก 3 อับละอองเกสร (Anther) ตรวจสอบความมีชีวิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นับจำนวนประชากรที่มีชีวิต 30-50 ละอองเกสร ต่อ 1 สไลด์ ถ่ายภาพแล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร



ก. ข.

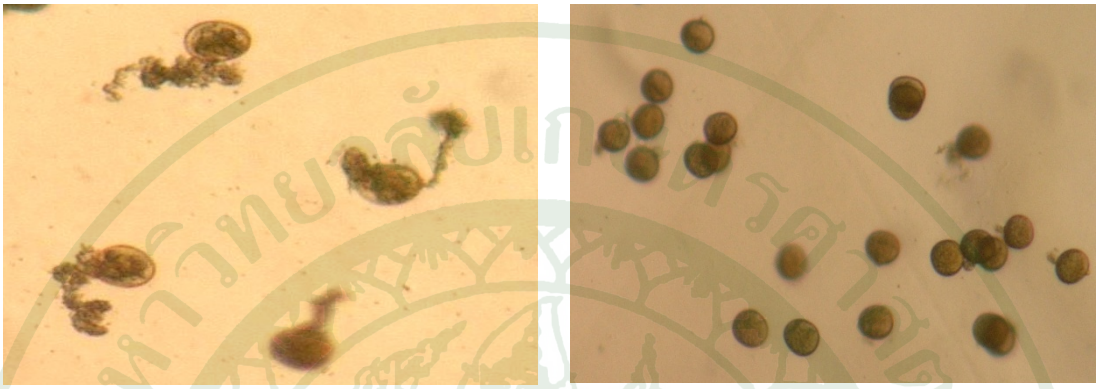
ภาพที่ 8 ภาพ ก. ละอองเกสรที่มีชีวิต ภาพ ข. ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต

7. การวิเคราะห์ความงอกของละอองเกสร (Pollen germination)

เก็บดอกย่อยบนรวง 2 ดอกย่อย (Spikelet) ในส่วน บน กลาง และล่างของรวง จำนวน 3 รวง ตรวจสอบความงอกของละอองเกสร บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (MS medium) ซึ่งเติมแคลเซียมไนเตรตและบอริก ที่เตรียมไว้ โดยโปรยละอองเกสรลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ วางในที่มืด นาน 4 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิห้อง ประเมินการงอกของละอองเกสรภายใต้กล้องเสตอริโอไมโครสโคป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Stereomicroscope) ตรวจนับละอองเกสรที่ท่อนำละอองเกสรงอกและไม่งอก (ภาพที่ 9) เมื่อความยาวของท่อละอองเกสรมีความยาวเท่ากับหรือมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเกสร ถ่ายภาพแล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร



ก. ข.

ภาพที่ 9 ภาพ ก. มีการงอกของท่อนำละอองเกสร ภาพ ข. ไม่มีการงอกของท่อนำละอองเกสร

8. การวางแผนการทดลอง

ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ Spilt-plot in CRD Design ในการทดลองรอบที่ 1 และ 2 ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ มี 2 กระถาง แต่ละกระถางมี 2 ต้น การทดลองรอบที่ 3 ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ มี 10 กระถาง แต่ละกระถางมี 1 ต้น

9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม R โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's multiple range test (Duncan) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. สถานที่ทำการวิจัย

1. แปลงนาทดลอง ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

11. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 สิ้นสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การประเมินอัตราการติดเมล็ดของข้าว 6 พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในสภาพอุณหภูมิสูงที่ระยะเจริญพันธุ์

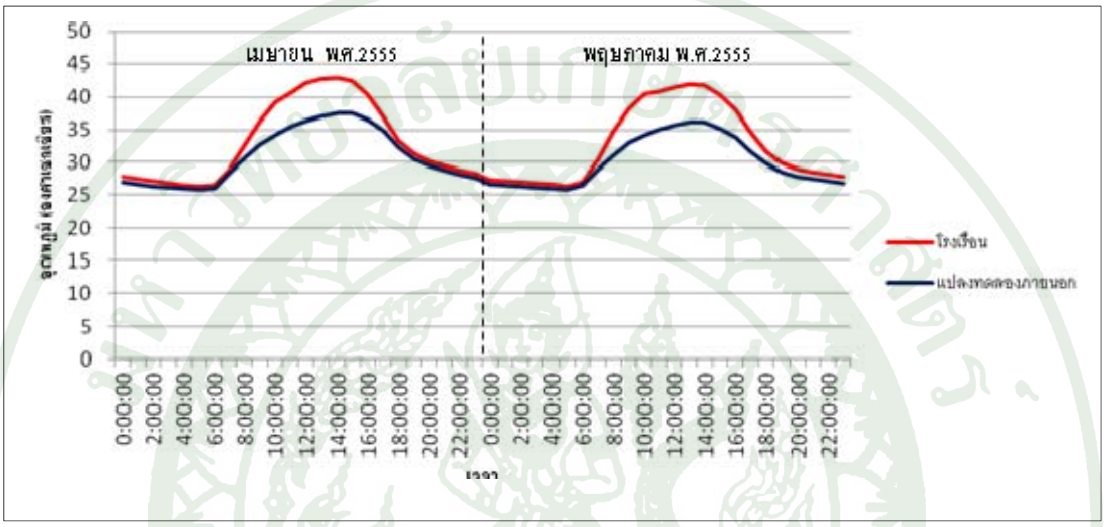
ในปัจจุบันการปลูกข้าวกำลังเริ่มประสบปัญหาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอันเป็นผลมาจากสภาวะโลกร้อน โดยเฉพาะการมีอุณหภูมิอากาศที่ค่อยๆ สูงขึ้นทุกปี ซึ่งประสบปัญหาในการผลิตข้าวนาปรัง อย่างไรก็ตาม เบญจวรรณ (2553) ได้รายงานว่า ยังมีพันธุ์และสายพันธุ์ข้าวของไทยที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ได้ อีกทั้งยังมีรายงานว่าในข้าวกลุ่ม Indica ซึ่งปลูกกันเป็นหลักในเขตร้อนของภูมิภาคเอเชียนั้น มีการตอบสนองที่ไวต่ออุณหภูมิสูงที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีลักษณะที่มีความสำคัญของความหลากหลายในการปรับตัวต่อพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีความเป็นไปได้ที่จะนำความหลากหลายดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ (Satake and Yoshida, 1978; Matsushima *et al*., 1982) ดังนั้นหากเราทราบถึงความสามารถในพันธุ์ข้าวไทยในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง ก็จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการคัดเลือกหรือปรับปรุงพันธุ์ข้าว ซึ่งในการทดลองที่ 1 ได้ใช้พันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกเป็นการค้าจำนวน 6 พันธุ์ โดยเป็นพันธุ์จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จำนวน 3 พันธุ์ คือ เจ้าหอมนิล ปิ่นเกษตร และสินเหล็ก และเป็นพันธุ์จากกรมการข้าว 3 พันธุ์คือ ปทุมธานี 1 พิษณุโลก 2 และสุพรรณบุรี1 เพื่อทำการทดสอบเบื้องต้น

1. สภาพภูมิอากาศเดือน เมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2555

ในการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R1-R9 ของข้าวทั้ง 6 พันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิช่วงกลางวันเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่ 40-45 องศาเซลเซียส และสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่า อุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 41.11 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 35.75 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 28.18 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 27.40 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 10) จากข้อมูลสภาพอุณหภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกลางวันของใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ แตกต่างกัน 5.36 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกลางคืนของในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติแตกต่างกันเพียง 0.78 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในการทดลอง



ภาพที่ 10 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2555-พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง

2. อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

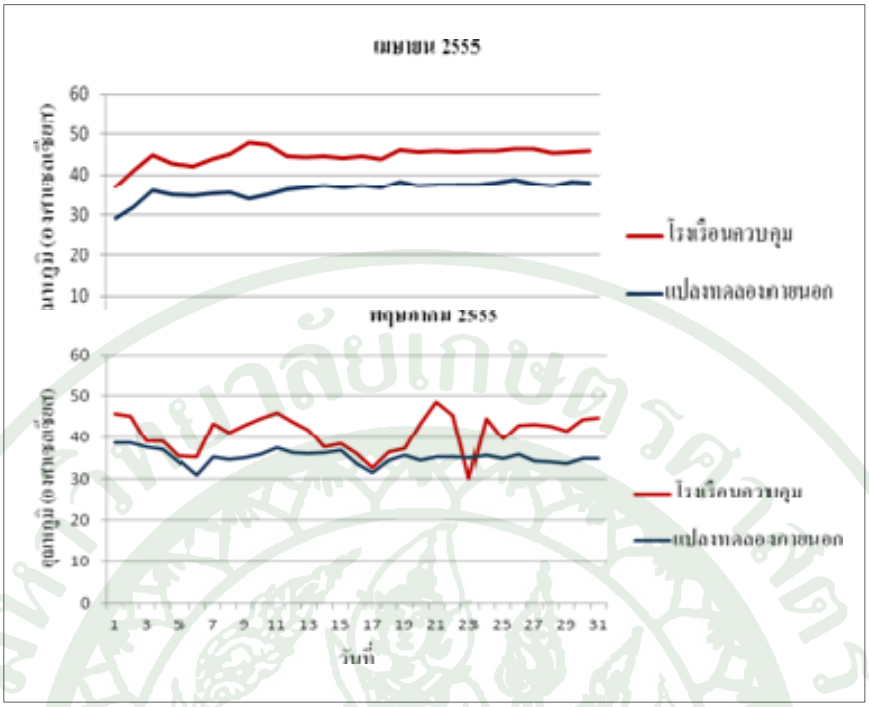
เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 11) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 44.77 องศาเซลเซียส และ 36.34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีเพียง 1 วัน ที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2555 คือ 37.08 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 1 และ 8 เมษายน พ.ศ.2555 พบว่า มีอุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 29.33 และ 34.07 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 12 วัน คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิมากเกินช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 8, 9, 20, 21, 22,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

23, 24, 25, 26, 27, 29 และ 30 เมษายน พ.ศ.2555 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 47.95, 47.49, 46.20, 45.65, 45.84, 45.71, 45.98, 45.85, 46.39, 46.38, 45.74 และ 45.82 ตามลำดับ ดังนั้นจากกราฟจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 8.42 องศาเซลเซียส

ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 (ภาพที่ 11) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 41.13 องศาเซลเซียส และ 35.36 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 12 วันที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 3, 4, 5, 6, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23 และ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 คือ 39.10, 39.09, 35.56, 35.33, 37.74, 38.44, 36.12, 32.83, 36.53, 37.26, 30.25 และ 39.74 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 6 และ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 อุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 31.01 และ 31.67 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 5 วันที่มีอุณหภูมิมากเกินช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคิดเป็น 16.13 เปอร์เซ็นต์ คือวันที่ 1, 2, 11, 21 และ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 45.76, 45.27, 46.08, 48.49 และ 45.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และ 12 วันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงที่กำหนด คิดเป็น 38.71 เปอร์เซ็นต์ คือ วันที่ 3, 4, 5, 6, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23 และ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 39.10, 39.09, 35.56, 35.33, 37.74, 38.44, 36.12, 32.83, 36.53, 37.26, 30.25 และ 39.74 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากกราฟจะเห็นได้ว่าในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงต่ำกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ภายในโรงเรือน เช่น พัดลมเป่าลมร้อน ตัววัดอุณหภูมิทำงานผิดพลาด หรือ การเปิด/ปิด พัดลมใช้เวลาไม่เพียงพอ โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 5.77 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



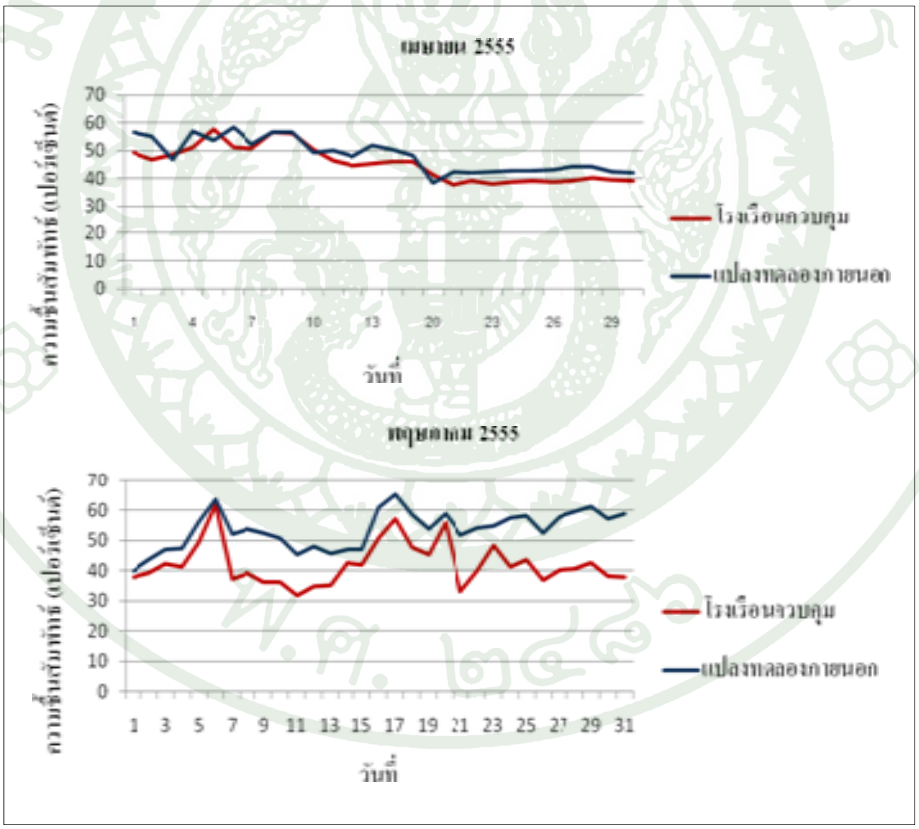
ภาพที่ 11 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุม อุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม พ.ศ. 2555

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่าในบางวัน อากาศไม่แปรผันตามกันทั้งในโรงเรือนและแปลงธรรมชาติ อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น พัดลมดูดความร้อนไม่ทำงาน ตัวเก็บข้อมูลอากาศมีความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูลและการเปิดประตูโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงทิ้งไว้ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีบางวันที่กราฟอุณหภูมิอากาศลดลงทั้งคู่ ทั้งในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิและแปลงธรรมชาติ มาจากสภาพอากาศที่เย็นลงและเมฆมากในตอนกลางวัน เป็นผลให้อุณหภูมิในโรงเรือนควบคุมในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 มี 1 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิในโรงเรือนควบคุมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 มี 12 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ภายในโรงเรือน จากการทดลองควบคุมอุณหภูมิโรงเรือน จะสามารถใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้เนื่องจากเมื่อสังเกตจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 40-45 องศาเซลเซียส อีกทั้งจากการทดลองหาพันธุ์/สายพันธุ์ทนทานจากอุณหภูมิสูงในประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นการออกแบบการทดลองในสภาพแปลงธรรมชาติ โดยจะทำการทดลองในช่วงฤดูร้อน ซึ่งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยจากการทดลองของ เบญจวรรณ 2553 ใช้อุณหภูมิในการทดลองในช่วง 33-37 องศาเซลเซียส เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (ภาพที่ 12) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 45.32 %RH และ 48.39 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 42.09 %RH และ 53.53 %RH ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีค่าต่ำกว่าแปลงทดลองธรรมชาติ เนื่องจากภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีพัดลมดูดอากาศ ที่สามารถดูดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศออกได้

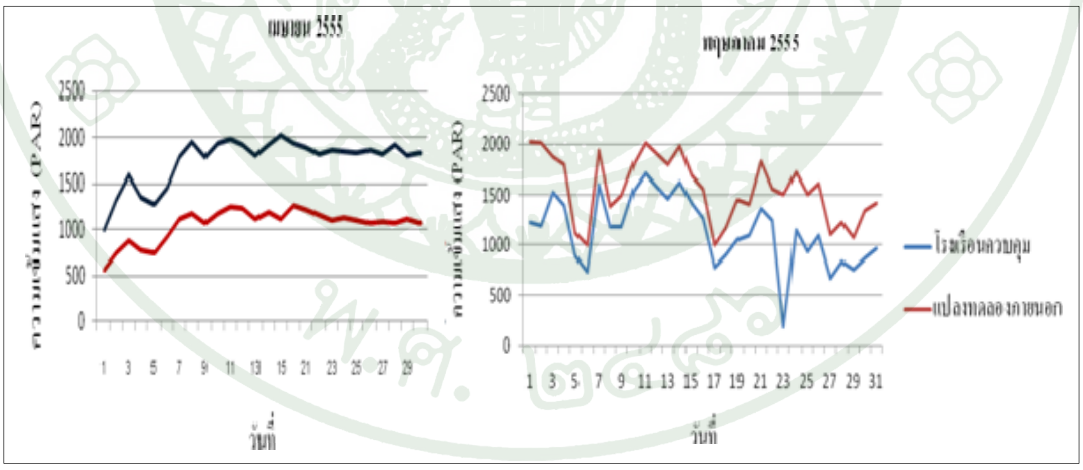


ภาพที่ 12 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย (ภาพที่ 13) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 1052.66 และ 1750.03 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 1142.27 และ 1557.48 PAR ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มแสงในแต่ละวันในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าในแปลงธรรมชาติ เนื่องจากภายในโรงเรือนมีหลังคาพลาสติกบังแสงแดด ในขณะที่แปลงธรรมชาติไม่มีหลังคาจึงได้รับแสงแดดที่จ้าตลอดทั้งวัน ความเข้มแสงและคุณภาพของแสงที่เหมาะสมในการชักนำการออกดอกของข้าวนั้น ต้องไม่ต่ำกว่า 200 lux หากได้รับความเข้มแสงที่อยู่ในช่วง 10-100 lux สามารถชะลอการกำเนิดดอกได้ ซึ่งแสงที่ได้รับอาจเป็นแสงธรรมชาติ แสงจากหลอด incandescent หลอดทังสเตน หรือหลอด fluorescent ก็ได้ มีการทดลองใช้แสงสีต่างๆ พบว่า แสงสีฟ้า-ม่วง จะขัดขวางการออกดอกของข้าว ในขณะที่แสงสีแดงจะมีผลต่อการออกดอกมากที่สุดโดยแสงสีแดงนั้นจะส่งผลในทางยับยั้งหากให้ขัดจังหวะในระหว่างช่วงมืด (IRRI, 1985)



ภาพที่ 13 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนเมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อัตราการติดเมล็ดของข้าว 6 พันธุ์

จากการทดลองพันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นการค้า จำนวน 6 พันธุ์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงกับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวไทย 6 พันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 14) โดยค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 60.82 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 41.57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า พันธุ์เจ้าหอมนิล ปิ่นเกษตร ปทุมธานี1 และสุพรรณบุรี1 ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามข้าวทั้งสี่พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

จากการวิเคราะห์อัตราการติดเมล็ดของข้าวทั้ง 6 พันธุ์ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า พันธุ์พิษณุโลก2 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 76.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ปิ่นเกษตรมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 47.10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์สินเหล็กและปทุมธานี 1 ซึ่งมีอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 59.03 และ 53.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการติดเมล็ดในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า อัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยพันธุ์เจ้าหอมนิลมีอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 64.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์สินเหล็กมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 22.60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกัน พบว่า พันธุ์สินเหล็กลดลง 61.71 เปอร์เซ็นต์ พิษณุโลก2 ลดลง 53.93 เปอร์เซ็นต์ ปิ่นเกษตร 39.43 เปอร์เซ็นต์ ปทุมธานี1 29.12 เปอร์เซ็นต์ เจ้าหอมนิล ลดลง 4.75 เปอร์เซ็นต์ และสุพรรณบุรี1 0.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของเบญจวรรณ (2553) พบว่า พันธุ์สุพรรณบุรี1 เป็นพันธุ์ทนทานต่ออุณหภูมิสูงมากที่สุด โดยมีอัตราติดเมล็ด 73.90 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 33.9 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์

พันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง (%)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือน		
เจ้าหอมนิล	67.37 [3/]ab [4/]A	64.17 abc A	[1/]a 65.77	4.75
ปิ่นเกษตร	47.10 cde A	28.53 ef A	c 37.82	39.43
สินเหล็ก	59.03 abc A	22.60 f B	c 40.82	61.71
ปทุมธานี1	53.47 bcd A	37.90 def A	bc 45.68	29.12
พิษณุโลก2	76.60 a A	35.29 def B	ab 55.92	53.93
สุพรรณบุรี1	61.37 abc A	61.00 abc A	a 61.18	0.60
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 60.82	B 41.57		
CV (%)	22.91			

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของข้าวไทย 6 พันธุ์ ระหว่าง สภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4 และภาพที่ 15) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ เท่ากับ 98.44 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง เท่ากับ 84.58 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า พันธุ์เจ้าหอมนิลและปิ่นเกษตรให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจากผลการทดลองไม่สอดคล้องกับรายงานที่ผ่านมาว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อหลายกระบวนการที่มีผลต่อการปฏิสนธิ เช่น การสร้างละอองเกสร การโปรยละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสร ซึ่งไปลดลักษณะดังกล่าวลง โดยความมีชีวิตของละอองเกสรที่ลดลงถือว่ามีความสำคัญต่อการปฏิสนธิมากที่สุด (Satake and Yoshida, 1978; Matsui *et al*., 2000; Prasad *et al*., 2006) แต่อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าข้าวอินดิคาภายใต้อุณหภูมิสูงที่มากกว่า 35 องศาเซลเซียส ในระยะการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) พบว่า สภาพเครียดต่ออุณหภูมิสูงมีนัยสำคัญต่อการแตกของอับละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสร และมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิสนธิ ได้แก่ ความสามารถในการแตกของอับละอองเกสร การผลิตละอองเกสรที่มีชีวิตที่ลดลงและการงอกของละอองเกสรบนเกสรตัวเมีย (Cao *et al*., 2008; Satake and Yoshida, 1978)

จากการวิเคราะห์ความมีชีวิตของละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์เจ้าหอมนิล ปิ่นเกษตร และพิษณุโลก2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเท่ากับ 96.82, 98.43 และ 99.64 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์สินเหล็กมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 95.73 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) โดยผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับอัตราการติดเมล็ดของพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงที่สุด 73.90 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน (เบญจวรรณ, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์สุพรรณบุรี1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 99.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพันธุ์สุพรรณบุรี1 มีอัตราการติดเมล็ดที่สูงในโรงเรือนควบคุมสภาพอุณหภูมิสูงด้วยเช่นกัน และพันธุ์สินเหล็กมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 59.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับพันธุ์ปทุมธานี1 คือ 60.52 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกันพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง โดยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลงในแต่ละพันธุ์คือ พันธุ์ปทุมธานี1 ลดลง 39.48 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์สินเหล็กลดลง 38.33 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์พิษณุโลก2 ลดลง 5.65 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์เจ้าหอมนิล ลดลง 1.30 เปอร์เซ็นต์ และสุพรรณบุรี1 ลดลง 0.35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ปิ่นเกษตรมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มขึ้น 0.25 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์

พันธุ์	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง (%)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือน		
เจ้าหอมนิล	96.82 [3/]abc [4/]A	95.56 bc A	[1/]b 96.19	1.30
ปิ่นเกษตร	98.43 ab A	98.68 ab A	ab 98.56	-0.25
สินเหล็ก	95.73 bc A	59.04 d B	d 77.38	38.33
ปทุมธานี1	100.00 a A	60.52 d B	c 80.26	39.48
พิษณุโลก2	99.64 a A	94.01 c B	b 96.82	5.65
สุพรรณบุรี1	100.00 a A	99.65 a B	a 99.82	0.35
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 98.44	B 84.58		
CV (%)	2.91			

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การงอกของท่อนำละอองเกสร

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของข้าวไทย 6 พันธุ์ ระหว่าง สภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 15) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติเท่ากับ 37.36 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 32.86 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า พันธุ์ปทุมธานี1 ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 39.72 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์สุพรรณบุรี1 พิษณุโลก2 และปิ่นเกษตร โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรเท่ากับ 38.83, 37.85 และ 37.00 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์สินเหล็กมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 35.06 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ปทุมธานี1 ที่มีค่าเฉลี่ย 35.71 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 51.72 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์สินเหล็กมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 13.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับพันธุ์ปิ่นเกษตร และสุพรรณบุรี1 คือ 32.45 และ 32.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของเบญจวรรณ (2553) ที่รายงานว่า พันธุ์สุพรรณบุรี1 สามารถรักษาการงอกของท่อนำละอองเกสรไว้ได้แม้อุณหภูมิจะสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกันพบว่า ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง มีเพียงพันธุ์เจ้าหอมนิลที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรเพิ่มขึ้นคือ 30.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความแตกต่างที่เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติอาจเนื่องมาจากมีปริมาณของละอองเกสรที่มีมากกว่าปกติ จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรลดลงในแต่ละพันธุ์คือ พันธุ์สินเหล็ก ลดลง 61.41 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์สุพรรณบุรี1 ลดลง 15.53 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ปิ่นเกษตร ลดลง 12.30 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์พิษณุโลก2 ลดลง 11.92 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ปทุมธานี1 ลดลง 6.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ เบญจวรรณ (2553) ที่รายงานว่า การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิ มีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสรเพียงเล็กน้อย โดยความแตกต่างระหว่างพันธุ์ข้าวในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงสอดคล้องกับจำนวนท่อนำละอองเกสรที่งอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยการงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวไทย 6 พันธุ์

พันธุ์	ความงอกของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง (%)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือน		
เจ้าหอมนิล	39. 72 [3/] a [4/]B	51.72 a A	[1/]a 45.72	-30.21
ปิ่นเกษตร	37.00 ab A	32.45 b B	b 34.73	12.30
สินเหล็ก	35.06 b A	13.53 c B	c 24.29	61.41
ปทุมธานี1	35.71 ab A	33.33 b A	b 34.53	6.66
พิษณุโลก2	37.85 ab A	33.34 b B	b 35.59	11.92
สุพรรณบุรี1	38.83 ab A	32.80 b B	b 35.81	15.53
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 37.36	B 32.86		
CV (%)	7.48			

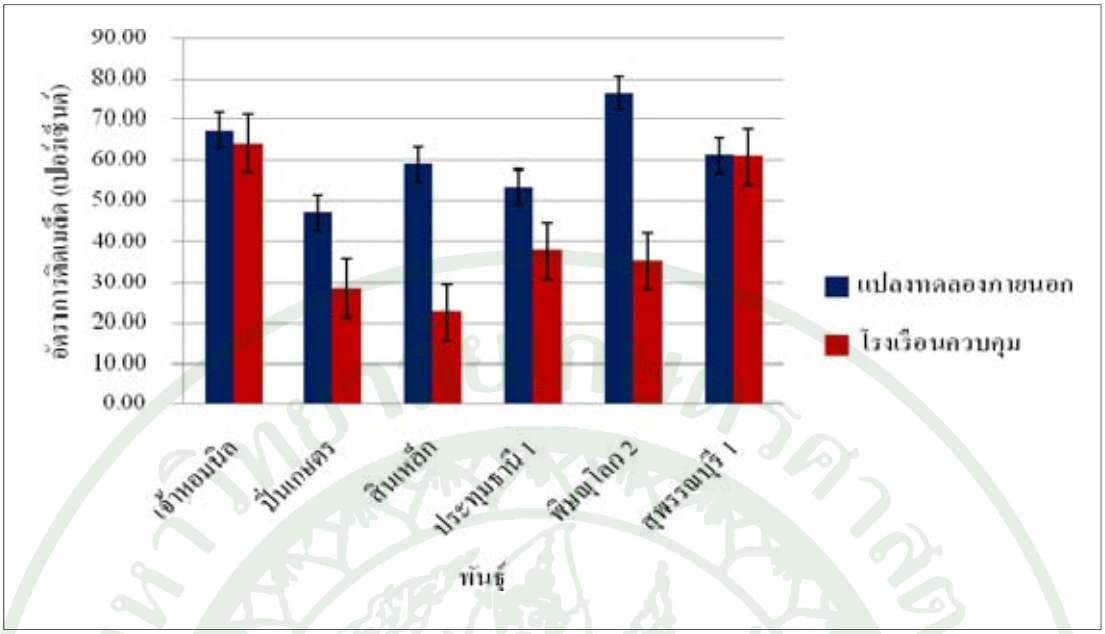
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

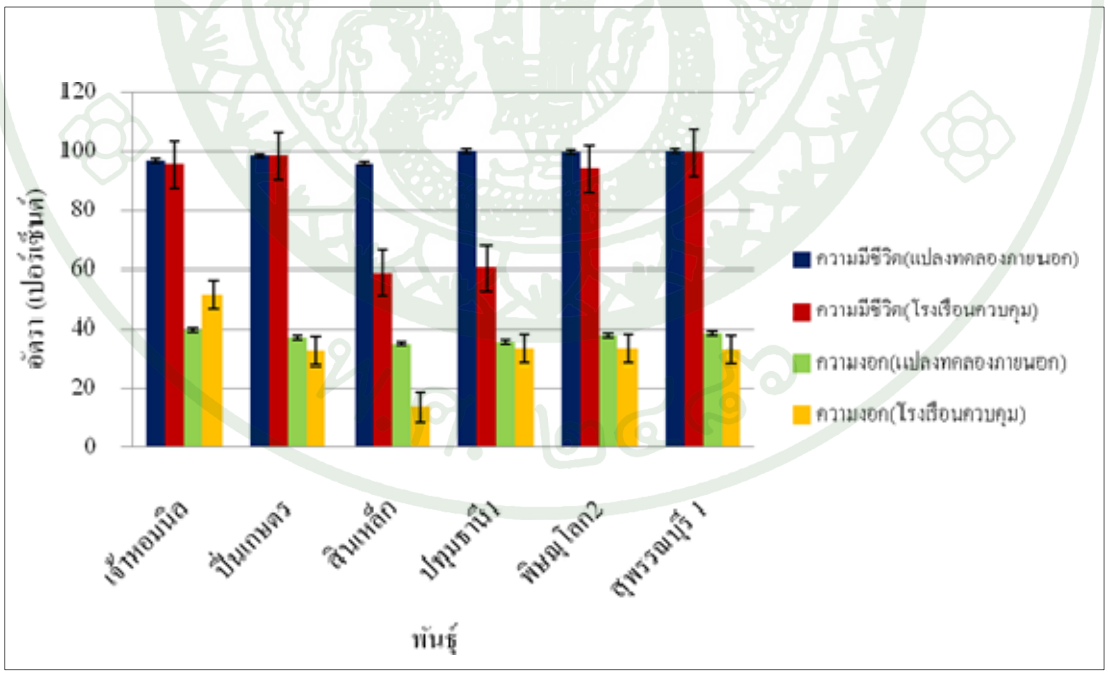
[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 15 ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสรของพันธุ์ข้าวไทยที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการประเมินอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสรของข้าว 6 พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า พบว่า พันธุ์เจ้าหอมนิลทนทานมีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงโดยมีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด และสอดคล้องกับการงอกของท่อนำละอองเกสรที่สูงสุดด้วย และพันธุ์สินเหล็กเป็นพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงซึ่งมีอัตราการติดเมล็ดที่ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสรด้วย ดังนั้นจึงสามารถใช้การทดลองนี้เป็นการทดสอบพันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นการค้า เพื่อเปรียบเทียบกับผลของสายพันธุ์กลายในการคัดเลือกข้าวเจ้าหอมนิลสายพันธุ์กลายที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ โดยสามารถใช้พันธุ์ข้าวบางพันธุ์จากการทดลองนี้เป็นพันธุ์ควบคุมของการคัดเลือกข้าวสายพันธุ์กลายที่มีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงในการทดลองต่อไปได้ โดยพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ควบคุมในการทดลองต่อไป ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิลที่มีค่าเฉลี่ยคงที่ มีค่าสูงในพันธุ์โดยพันธุ์เจ้าหอมนิลนี้เป็นพันธุ์เดิมจากพันธุ์กลายของเจ้าหอมนิลด้วย และใช้พันธุ์สินเหล็กที่มีอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร และความงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายรอบการคัดเลือกที่ 1 จำนวน 1,500 สายพันธุ์ ประเมินจากอัตราการติดเมล็ดที่มีอัตราการติดเมล็ดตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

ในการทดลองคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงนี้ มีพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการคัดเลือกเบื้องต้น คือ เจ้าหอมนิลพันธุ์กลายของโครงการ TILLING project จำนวน 1,500 สายพันธุ์โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกอัตราการติดเมล็ด 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปโดยสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลเดียวกับการทดลองที่ 1 และเนื่องจากจำนวนสายพันธุ์ข้าวมีมากจึงใช้วิธีประเมินการคัดเลือกแบบรวดเร็ว (fast screening method) โดยมีพันธุ์ควบคุมได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R1 – R9 ของข้าวทั้ง 1,500 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40 – 45 องศาเซลเซียส และสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและทำการเก็บข้อมูล ได้แก่ อัตราการติดเมล็ด ความยาวรวง และน้ำหนัก 100 เมล็ด

1. อัตราการติดเมล็ด

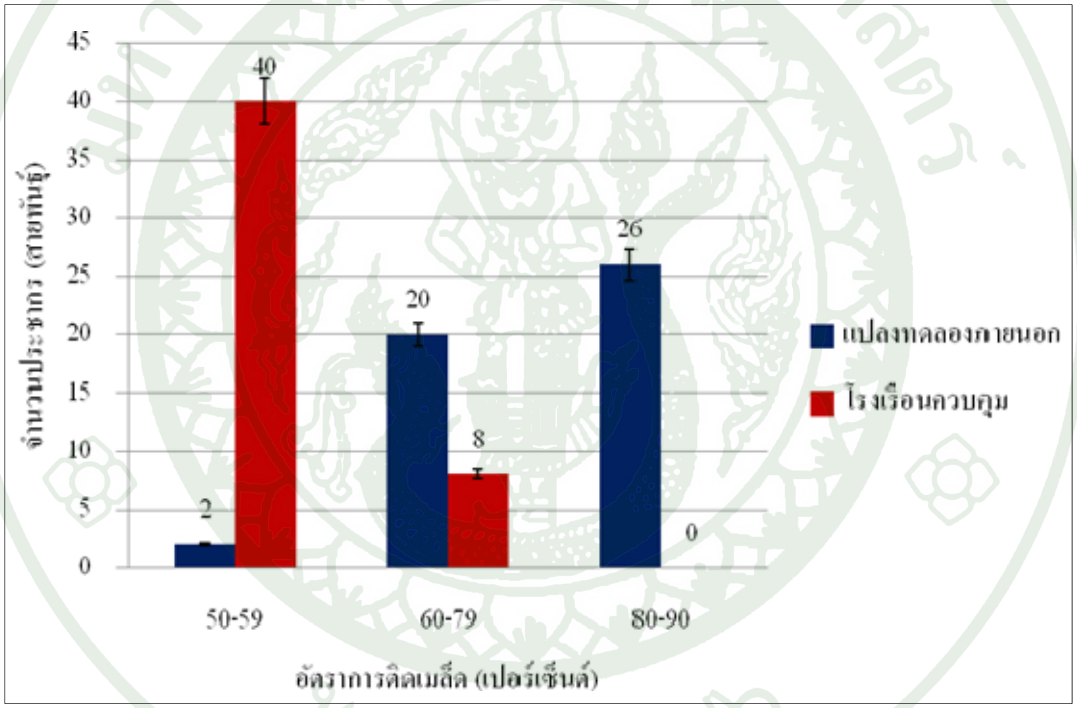
จากผลการคัดเลือกข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายรอบที่ 1 จำนวน 1,500 สายพันธุ์ เบอร์ 7500-9000 ภายใต้ควบคุมสภาพอุณหภูมิสูง 40-45 องศาเซลเซียส พบว่า มีเพียง 48 สายพันธุ์ คิดเป็น 3.2 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการติดเมล็ดตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โดยสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งมีอัตราการติดเมล็ด 60-70 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามี 8 สายพันธุ์ กลุ่มที่สอง อัตราการติดเมล็ด 50-59 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามี 40 สายพันธุ์ส่วนในสภาพแปลงนาทดลองภายนอกพบว่าสามารถแบ่งเป็นสามกลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่งอัตราการติดเมล็ด 80-90 เปอร์เซ็นต์ มี 26 สายพันธุ์ กลุ่มที่สอง อัตราการติดเมล็ด 60-79 เปอร์เซ็นต์มี 20 สายพันธุ์ และกลุ่มที่สามอัตราการติดเมล็ด 50-59 เปอร์เซ็นต์ มี 2 สายพันธุ์ (ภาพที่ 16 และภาพ ที่ 17)

เมื่อพิจารณาอัตราการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับคือ M8894 M8766 M8473 M8293 M8768 M8287 M8832 M8872 M8990 และ M8216 โดยมีค่าอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 68.34, 65.89, 64.1, 63.17, 63.02, 60.87, 60.41, 60.11, 59.84 และ 58.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

64.17 และ 22.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพันธุ์ควบคุมให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดที่สอดคล้องกับการทดลองที่ 1 (ตารางที่ 6)

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกัน ของทั้ง 10 สายพันธุ์ ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด พบว่า มีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ M8216 M8287 M8872 M8832 M8768 M8473 M8990 M8293 M8766 และ M8894 คือ 34.72, 27.57, 25.00, 24.85, 23.45, 18.12, 15.35, 15.30, 14.19 และ 6.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)



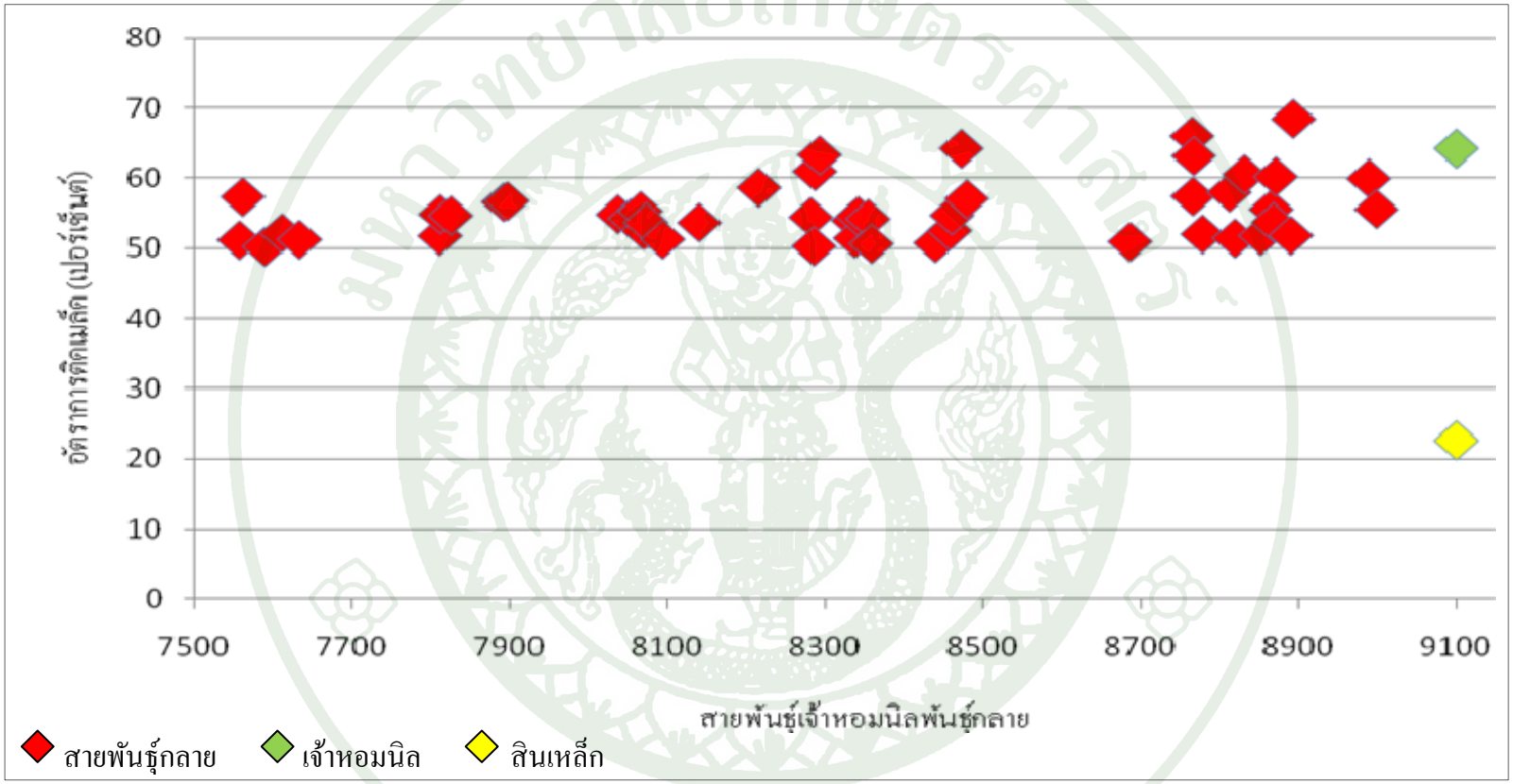
ภาพที่ 16 จำนวนประชากรของเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายของที่ทำการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 อัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ± sd		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M8894	73.21 ± 35.51	68.34 ± 11.98	70.78 ± 3.44	6.65
M8766	76.79 ± 9.35	65.89 ± 22.52	71.34 ± 7.71	14.19
M8473	78.29 ± 5.19	64.10 ± 21.02	71.19 ± 10.03	18.12
M8293	74.58 ± 23.66	63.17 ± 13.33	68.88 ± 8.07	15.30
M8768	82.32 ± 8.38	63.02 ± 15.64	72.67 ± 13.65	23.45
M8287	84.04 ± 9.59	60.87 ± 10.82	72.45 ± 16.38	27.57
M8832	80.39 ± 9.44	60.41 ± 10.44	70.4 ± 14.13	24.85
M8872	80.15 ± 4.56	60.11 ± 16.80	70.13 ± 14.17	25.00
M8990	70.69 ± 10.12	59.84 ± 5.87	65.26 ± 7.67	15.35
M8216	89.67 ± 5.42	58.54 ± 16.54	74.11 ± 22.01	34.72
เจ้าหอมนิล	67.37 ± 6.17	64.17 ± 2.30	65.77 ± 2.26	4.75
สินเหล็ก	59.03 ± 3.77	22.60 ± 1.44	40.82 ± 25.76	61.71
ค่าเฉลี่ย	76.38 ± 8.16	59.26 ± 11.88		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 การกระจายตัวของอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความยาวรวง

จากการเก็บข้อมูลความยาวรวง จากสายพันธุ์ข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 48 สายพันธุ์ นั้น พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 28 สายพันธุ์ คิดเป็น 58.33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 18 สายพันธุ์ คิดเป็น 37.5 เปอร์เซ็นต์ และมี 2 สายพันธุ์ที่มีความยาวรวงเท่ากัน คิดเป็น 4.16 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 18)

โดยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติข้าวสายพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ มีความยาวรวงเฉลี่ย 19.28 เซนติเมตร สูงสุด 22.5 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8779 และต่ำสุด 15.83 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M8891 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงเฉลี่ย 18.67 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุดคือ 22.17 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M7825 และต่ำสุด 14.25 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8779 ยกเว้นสายพันธุ์ M8037 และ M8094 ซึ่งมีความยาวรวงเท่ากันในสายพันธุ์ คือ 20.67 และ 20.17 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงสามารถแบ่งความยาวรวงได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ความยาวรวง ระหว่าง 20-25 เซนติเมตร มีจำนวน 16 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 ความยาวรวง ระหว่าง 15.00-19.99 เซนติเมตรมีจำนวน 30 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ 3 ความยาวรวง ระหว่าง 10.00-14.99 เซนติเมตร มีจำนวน 2 สายพันธุ์ จากการทดลองพบว่าความยาวรวงของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับคือ M7825 M7897 M7611 M8073 M8066 M7633 M8037 M8282 M7589 และ M7557 มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ 22.17, 21.67, 21.33, 21.33, 21.17, 21.00, 20.67, 20.50, 20.25 และ 20.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวรวงของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 21.00 และ 15.30 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อสังเกตจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยภายในพันธุ์และภายในทรีตเมนต์แล้วพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 7) แต่เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้วพบว่ามีเพียง 37.5 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่มีความยาวรวงจากภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่มากกว่าสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ (ภาพที่ 20) ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงน่าจะทำให้ความยาวรวงลดลง จากความยาวรวง 10 อันดับนี้เมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์กับอัตราการติดเมล็ดแล้วพบว่า จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 ของอัตราการติดเมล็ดซึ่งมีค่าเฉลี่ยอัตราการติด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมล็ดอยู่ที่ 50-59 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีสายพันธุ์ที่มีความยาวรวง 10 อันดับ ได้แก่ M7825 M7897 M7611 M8073 M8066 M7633 M8037 M8282 M7589 และ M7557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.17, 21.67, 21.33, 21.33, 21.17, 21.00, 20.67, 20.50, 20.25 และ 20.17 เซนติเมตร โดยพบว่ามี 16 สายพันธุ์ที่มีความยาวรวงเกิน 20 เซนติเมตร คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์

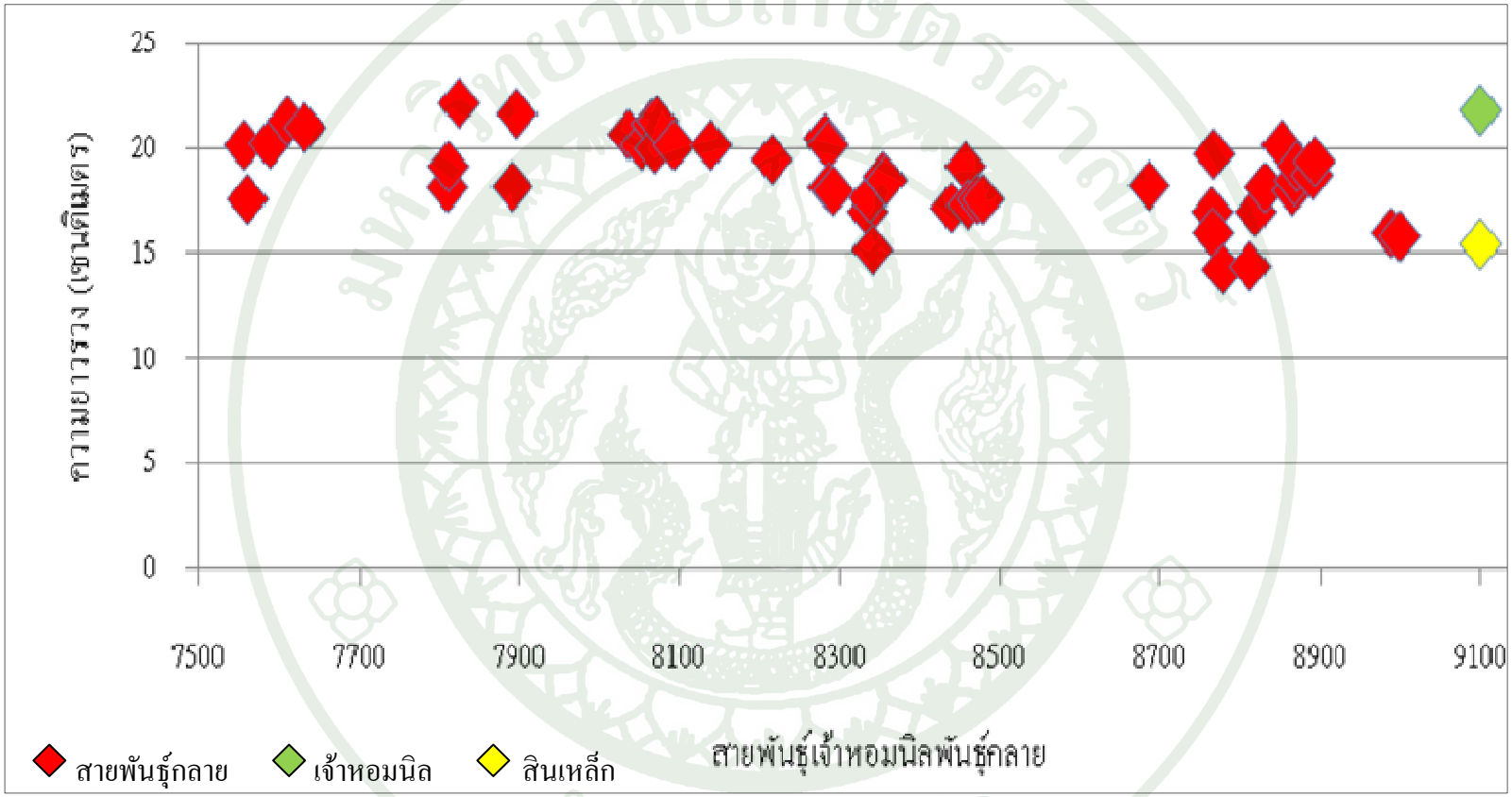
เมื่อพิจารณา ค่าความแตกต่างของความยาวรวงระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกัน พบว่า มีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ M8282 M7825 M7897 M8066 M7557 M8073 M7589 M7633 และ M7611 คือ 16.02, 15.47, 14.05, 11.42, 9.02, 6.65, 6.58, 5.28 และ 3.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสายพันธุ์ M8037 ไม่มีความแตกต่างระหว่างในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ และในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวรวง เท่ากับ 20.67 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ควบคุม คือ พันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 0.14 และ 30.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพแปลงทดลอง ธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร) ± sd		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
7825	19.20 ± 3.27	22.17 ± 1.17	20.69 ± 2.10	-15.47
7897	19.00 ± 1.03	21.67 ± 1.21	20.34 ± 1.89	-14.05
7611	20.67 ± 1.63	21.33 ± 1.51	21.00 ± 0.47	-3.19
8073	20.00 ± 2.32	21.33 ± 1.72	20.67 ± 0.94	-6.65
8066	19.00 ± 1.67	21.17 ± 1.21	20.09 ± 1.53	-11.42
7633	22.17 ± 0.75	21.00 ± 1.67	21.59 ± 0.83	5.28
8037	20.67 ± 1.41	20.67 ± 1.83	20.67 ± 0.00	0.00
8282	17.67 ± 2.14	20.50 ± 4.24	19.09 ± 2.00	-16.02
7589	19.00 ± 1.26	20.25 ± 0.88	19.63 ± 0.88	-6.58
7557	22.17 ± 1.33	20.17 ± 0.75	21.17 ± 1.41	9.02
เจ้าหอมนิล	21.79 ± 2.47	21.78 ± 0.45	21.02 ± 0.02	0.14
สินเหล็ก	22.36 ± 0.47	15.39 ± 0.75	18.27 ± 4.57	30.09
ค่าเฉลี่ย	20.17 ± 1.42	20.52 ± 1.82		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 การกระจายตัวของความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. น้ำหนัก 100 เมล็ด

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนัก 100 เมล็ด ข้าวสายพันธุ์กลายที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 48 สายพันธุ์นั้น มีสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 42 สายพันธุ์ คิดเป็น 87.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม พบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 6 สายพันธุ์ คิดเป็น 12.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่ของน้ำหนักเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้น้ำหนัก เมล็ดลดลง

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสายพันธุ์ข้าวพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.30 กรัม สูงสุด 3.12 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8461 และต่ำสุด 1.74 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M7811และ M8779 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.16 กรัม มีน้ำหนัก 100 สูงสุดคือ 2.7 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8461 และต่ำสุด 1.74 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8779

โดยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง สามารถแบ่งน้ำหนัก 100 เมล็ดได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 2.5-3.0 กรัม มีจำนวน 2 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 2.0-2.4 กรัม มีจำนวน 42 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 3 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 1.5-1.9 กรัม มีจำนวน 4 สายพันธุ์ (ภาพที่ 19) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุด 10 อันดับคือ M8461 M7589 M9000 M8070 M8359 M7633 M8053 M8832 M8894 และM8355 มีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.7, 2.56, 2.43, 2.42, 2.42, 2.42, 2.40, 2.34, 2.32 และ 2.28 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด ของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และ พันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 2.23 และ 1.73 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8) โดยพบว่ามีสายพันธุ์ M8832 M8894 ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงใน 10 อันดับ และมีน้ำหนัก 100 เมล็ดใน 10 อันดับ เช่นกัน มีเพียง สายพันธุ์ M8832 และ M8894 ที่อยู่ในกลุ่ม 1 ของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดอีกทั้งยังมีน้ำหนักเมล็ด อยู่ในกลุ่มที่ 1 เช่นกัน

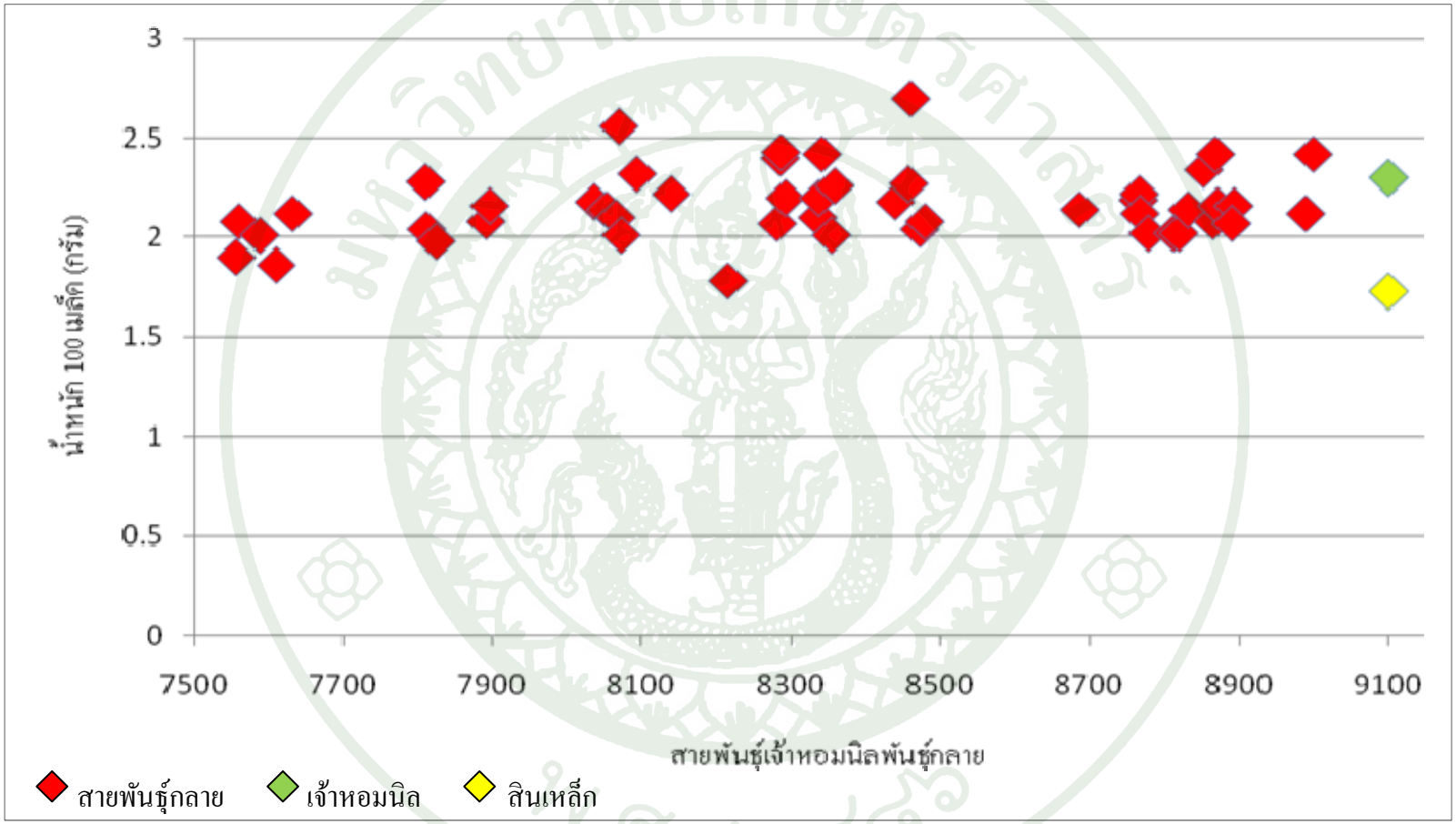
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของน้ำหนัก 100 เมล็ดระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกัน พบว่ามีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ M8461 M9000 M8355 M8894 M8832 M8070 M7589 M8359 M8053และ M7633 คือ 13.46, 10.66, 9.52, 9.38, 8.59, 8.33, 7.91, 7.63, 6.25 และ 5.47ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และ พันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 9.35 และ 22.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 8 น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

สายพันธุ์	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ± sd		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
8461	3.12 ± 0.21	2.70 ± 0.27	2.91 ± 0.30	13.46
7589	2.78 ± 0.12	2.56 ± 0.13	2.67 ± 0.16	7.91
9000	2.72 ± 0.19	2.43 ± 0.17	2.58 ± 0.21	10.66
8070	2.64 ± 0.23	2.42 ± 0.18	2.53 ± 0.16	8.33
8359	2.62 ± 0.14	2.42 ± 0.22	2.52 ± 0.14	7.63
7633	2.56 ± 0.24	2.42 ± 0.19	2.49 ± 0.10	5.47
8053	2.56 ± 0.17	2.40 ± 0.12	2.48 ± 0.11	6.25
8832	2.56 ± 0.11	2.34 ± 0.17	2.45 ± 0.16	8.59
8894	2.56 ± 0.13	2.32 ± 0.20	2.44 ± 0.17	9.38
8355	2.52 ± 0.26	2.28 ± 0.11	2.40 ± 0.17	9.52
เจ้าหอมนิล	2.46 ± 0.21	2.23 ± 0.12	2.35 ± 0.16	9.35
สินเหล็ก	2.23 ± 0.22	1.73 ± 0.13	1.98 ± 0.35	22.42
ค่าเฉลี่ย ± sd	2.61 ± 0.21	2.35 ± 0.23	ค่าเฉลี่ย ± sd	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 การกระจายตัวของน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดลองที่ 2 นี้แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิสูงมีผลต่อการลดลงของอัตราการติดเมล็ด ความยาวรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ด ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าผลของอุณหภูมิสูงมีผลต่อการลดลงของลักษณะต่างๆ โดยจากอัตราการติดเมล็ด 10 อันดับ พบว่า สายพันธุ์ M8832 M8894 ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงใน 10 อันดับ คือ 68.34 และ 60.41 ตามลำดับและมีน้ำหนัก 100 เมล็ดใน 10 อันดับเช่นกันคือ 2.32 และ 2.34 ตามลำดับ และจากอัตราการติดเมล็ด 10 อันดับมีค่าความยาวรวงอยู่ในกลุ่มที่ 2 คือช่วง 15.00-19.99 เซนติเมตร

ในการทดลองที่ 2 นี้เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายเบื้องต้นในรอบการคัดเลือกที่ 1 เพื่อเป็นการยืนยันผลจากการคัดเลือกรอบที่ 1 จึงนำสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จำนวน 48 สายพันธุ์ไปทำการทดสอบในรอบการคัดเลือกที่ 2 ในการทดลองที่ 3 ต่อไป โดยยังคงใช้พันธุ์เจ้าหอมนิล และสินเหล็ก เป็นพันธุ์ควบคุมในการทดลอง เนื่องจากมีค่าอัตราการติดเมล็ดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพันธุ์เจ้าหอมนิลยังคงให้ค่าเฉลี่ยที่สูง ในขณะที่พันธุ์สินเหล็กให้ค่าเฉลี่ยที่ต่ำมาก เมื่อพบกับสภาพอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

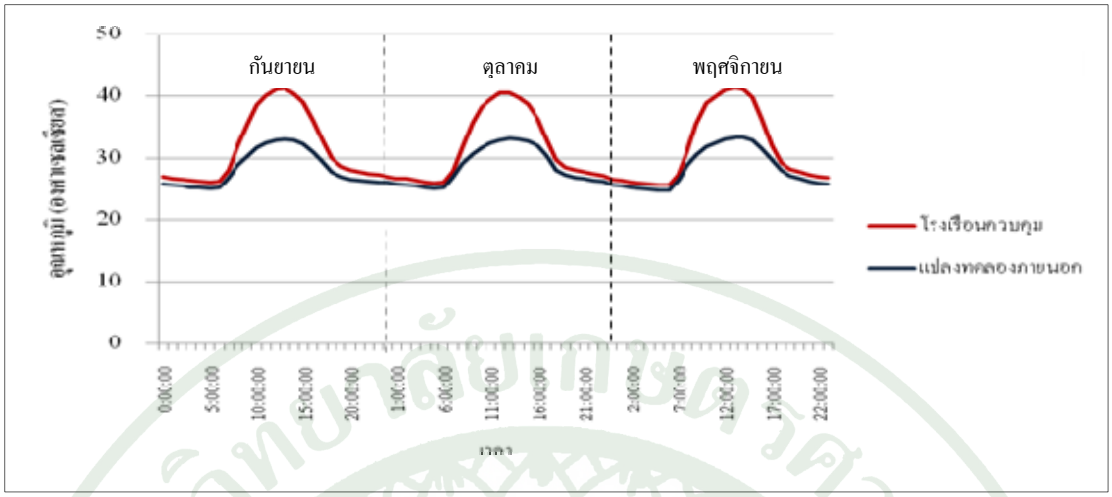
การทดลองที่ 3 คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายรอบการคัดเลือกที่ 2 จำนวน 48 สายพันธุ์ ประเมินอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสร

ในการทดลองนี้ทำการทดลองเพื่อทดสอบสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากอัตราการติดเมล็ดที่ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จากรอบการคัดเลือกที่ 1 จำนวน 48 สายพันธุ์โดยมีพันธุ์ควบคุม ได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2-R9 ของข้าวทั้ง 48 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-45 องศาเซลเซียสและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งจากรอบการคัดเลือกที่ 1 ได้ทำการเก็บเมล็ดพันธุ์จากทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-45 องศาเซลเซียส และสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ดังนั้นในการทดลองที่ 3 นี้ จึงใช้เมล็ดจาก 2 สภาพในการทดลอง และทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้ ได้แก่ อัตราการติดเมล็ด ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสร

1. สภาพภูมิอากาศเดือน กันยายน – พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ในการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2-R9 ของข้าวทั้ง 48 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิช่วงกลางวันเป็นเวลา 6 ชั่วโมงที่ 40-45 องศาเซลเซียสและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 พบว่าอุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.01 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 32.49 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27.26 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 26.15 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 20) จากข้อมูลสภาพอุณหภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกลางวันของในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ แตกต่างกัน 7.52 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกลางคืนของในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติแตกต่างกันเพียง 1.11 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง

2. อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 21) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.04 องศาเซลเซียส และ 32.52 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 14 วันที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 28 และ 29 กันยายน พ.ศ. 2555 คือ 39.58, 39.85, 34.45, 39.90, 32.43, 39.62, 39.93, 37.95, 35.45, 34.92, 39.46, 39.45, 33.25 และ 39.14 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 4, 6, 16, 28 และ 29 กันยายน พ.ศ. 2555 พบว่า มีอุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 29.36, 27.73, 29.33, 27.77 และ 30.95 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 16 วัน คิดเป็น 53.33 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 1, 8, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 และ 30 กันยายน พ.ศ. 2555 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 40.72, 42.60, 43.73, 44.18, 41.65, 40.72, 41.55, 42.18, 42.28, 44.17, 43.39, 41.31, 42.24, 40.25, 41.23 และ 43.50 ตามลำดับ ดังนั้นจากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 7.52 องศาเซลเซียส

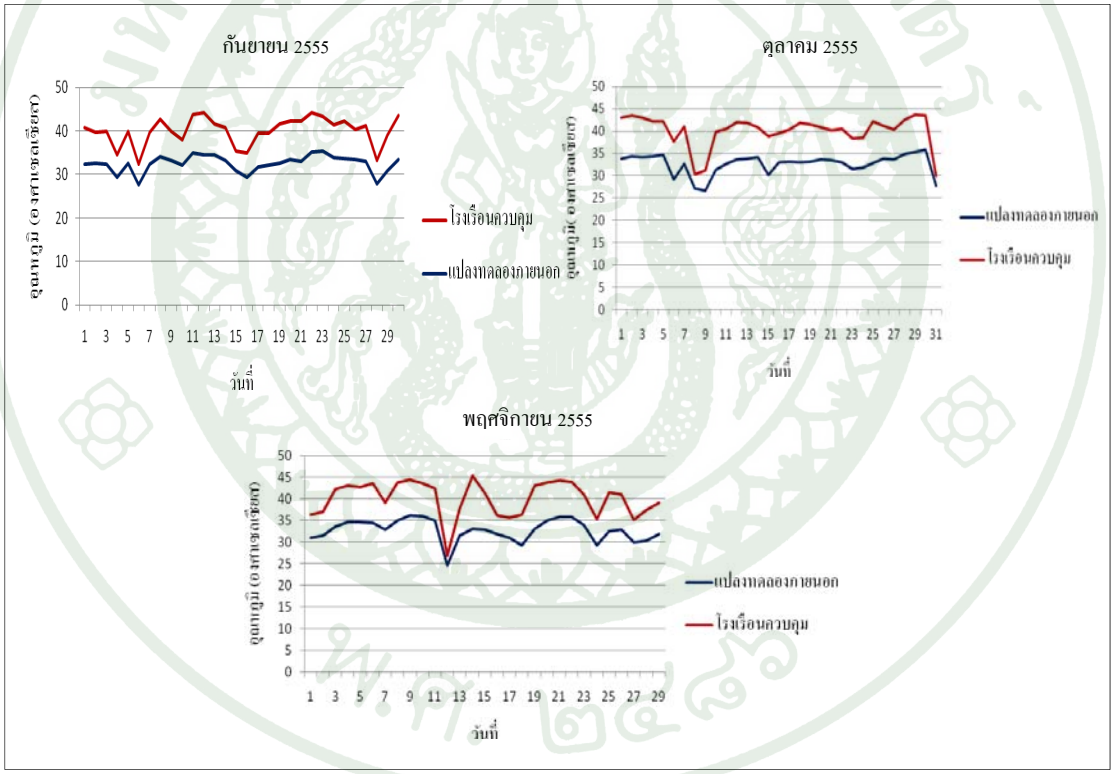
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนตุลาคม พ.ศ.2555 (ภาพที่ 21) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.09 องศาเซลเซียส และ 32.66 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 9 วันที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 6, 8, 9, 10, 15, 16, 23, 24 และ 31 ตุลาคม พ.ศ.2555 คือ 37.65, 30.41, 31.19, 39.91, 38.76, 39.43, 38.41, 38.55 และ 30.02 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 6, 8, 9, 15, 23 และ 31 ตุลาคม พ.ศ.2555 อุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 37.65, 30.41, 31.19, 38.76, 38.41 และ 30.02 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 22 วัน คิดเป็น 70.96 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด และ 9 วันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงที่กำหนด คิดเป็น 29.03 เปอร์เซ็นต์ โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 7.43 องศาเซลเซียส

ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 21) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.13 องศาเซลเซียส และ 32.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 12 วันที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 1, 2, 7, 12, 13, 16, 17, 18, 24, 27, 28 และ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 คือ 36.43, 37.10, 39.07, 26.92, 37.77, 36.12, 35.75, 36.34, 35.32, 35.22, 37.34และ 39.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 7, 12, 16, 17, 18, 24 และ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 อุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 32.92, 24.57, 31.93, 31.09, 29.22, 29.34 และ 30.34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟ พบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 1 วันที่มีอุณหภูมิมากเกินช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคิดเป็น 3.33 เปอร์เซ็นต์ คือวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ.2555 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 45.38 องศาเซลเซียส และ 12 วันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงที่กำหนด คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 16 วัน คิดเป็น 53.33 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 7.38 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพ ภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่า อากาศแปรผันตามกันทั้งในโรงเรือนและแปลงธรรมชาติ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีบางวันที่กราฟอุณหภูมิอากาศลดลงทั้งคู่ ทั้งในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิและแปลงธรรมชาติ มาจากสภาพอากาศที่เย็นลงและเมฆมากในตอนกลางวัน เป็นผลให้อุณหภูมิในโรงเรือนควบคุมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 มี 14 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิในโรงเรือนควบคุมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 มี 9 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิในโรงเรือนควบคุมในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 มี 12 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียสซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ภายในโรงเรือน เมื่อสังเกตจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่กำหนด คือ 40-45 องศาเซลเซียส

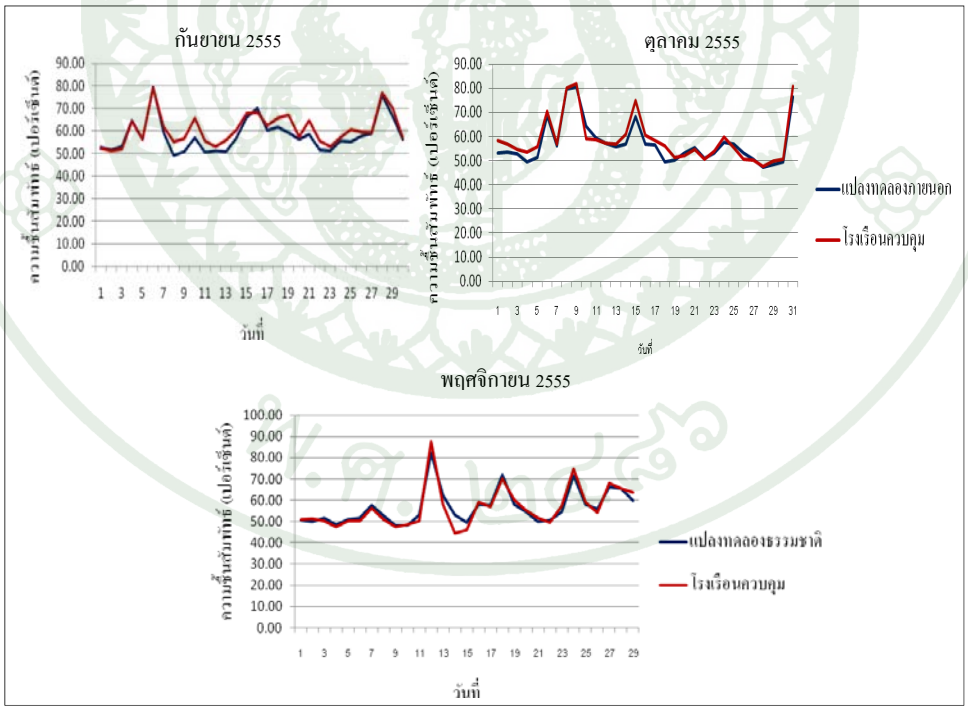


ภาพที่ 21 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 24) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 60.82 %RH และ 58.22 %RH ตามลำดับ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 22) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 58.65 %RH และ 57.19 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 22) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 56.40 %RH และ 56.64 %RH ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนของเดือน กันยายน และ ตุลาคม มีค่าสูงกว่าแปลงธรรมชาติ เนื่องจากเป็นโรงเรือนระบบปิดและเป็นช่วงของปลายฝน จึงระบายอากาศได้ไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อต้นข้าวมีการคายน้ำออกมาจึงไม่สามารถระเหยสู่บรรยากาศภายนอกได้ จึงทำให้ภายในโรงเรือนมีความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงกว่าภายนอก

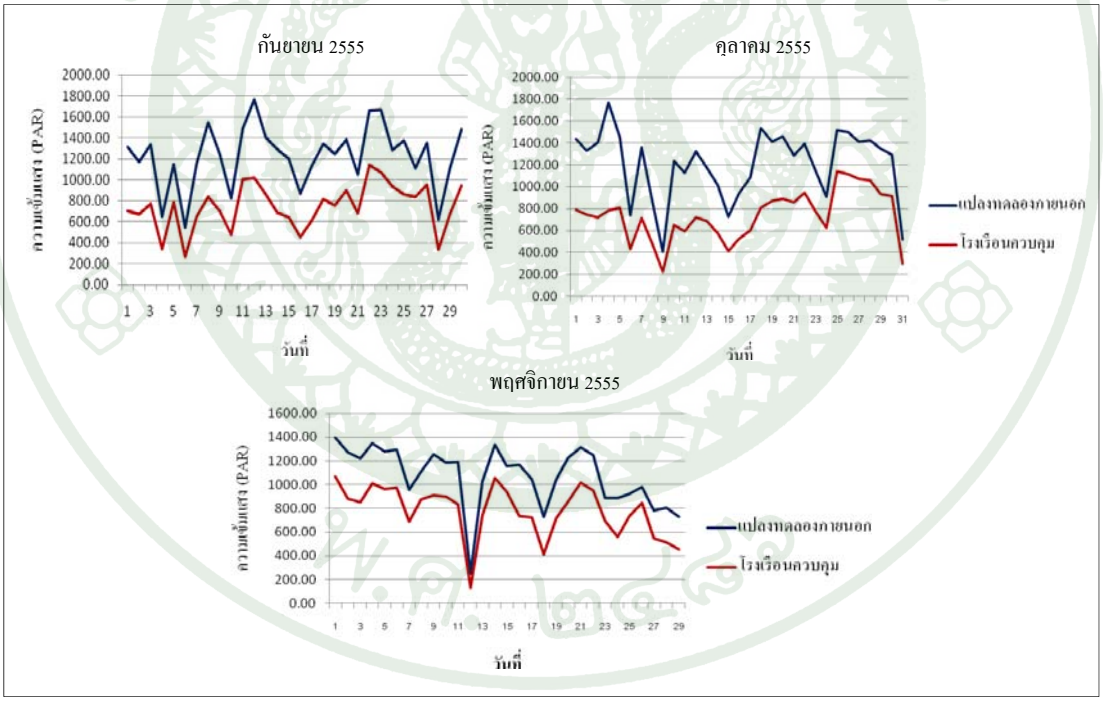


ภาพที่ 22 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 747.12 และ 1225.46 PAR ตามลำดับ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 733.49 และ 1210.21 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 23) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 778.58 และ 1070.74 PAR ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มแสงในแต่ละวันในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าในแปลงธรรมชาติ เนื่องจากภายในโรงเรือนมีหลังคาพลาสติกบังแสงแดด ในขณะที่แปลงธรรมชาติไม่มีหลังคาจึงได้รับแสงแดดที่จ้าตลอดทั้งวัน



ภาพที่ 23 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อัตราการติดเมล็ด

จากการทดลองสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงกับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ จากผลการทดลองเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 24) โดยค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 69.02 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 44.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบข้าวแต่ละสายพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า ส่วนใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีบางสายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสายพันธุ์เดียวกันไม่แตกต่างกันคือสายพันธุ์ M8073 และ M8094 แต่อย่างไรก็ตามข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 67.46 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 42.77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบข้าวแต่ละสายพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ส่วนใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีบางสายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสายพันธุ์เดียวกันไม่แตกต่างกันคือสายพันธุ์ M8066 M8070 และ M8359 แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

จากการวิเคราะห์อัตราการติดเมล็ดของข้าวทั้ง 48 สายพันธุ์ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ สายพันธุ์ M7589 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 81.41 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M8073 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 52.49 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ M8894 M8216 M9000 และพันธุ์สินเหล็กซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุม โดยมีอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 61.98, 61.79, 58.81 และ 60.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการสังเกตค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในบางสายพันธุ์นั้นพบว่า มีอัตราการติดเมล็ดไม่สูง เช่นเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า สายพันธุ์ M7812 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 82.50 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ M7897 M7825 M8767 M8853 M7557 M7633 M8891 และ M8037 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.21, 79.11, 78.78, 77.02, 74.99, 74.85, 74.62 และ 73.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ M8766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 55.7 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในบางสายพันธุ์นั้นพบว่า มีอัตราการติดเมล็ด

เมื่อพิจารณาการติดเมล็ดของข้าวทั้ง 48 สายพันธุ์ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ โดยสาย M7825 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 65.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ M7561 M8094 M8140 M8037 M7557 M7812 M8216 M7897 M8070 M8338 M8073 M7589 และพันธุ์เจ้าหอมนิลซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.26, 59.13, 57.39, 56.67, 53.82, 53.39, 53.56, 53.46, 52.28, 51.62 50.85, 50.81 และ 63.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7892 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 19.68 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยสายพันธุ์ M8359 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 58.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ M8070 M8053 M8866 M8440 M7557 M8066 M8216 M8282 M8037 และพันธุ์เจ้าหอมนิลซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.96, 56.52, 55.61, 53.82, 53.15, 53.11, 52.16, 51.80, 51.73 และ 63.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7892 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 19.38 เปอร์เซ็นต์

จากการเก็บข้อมูลอัตราการติดเมล็ดของข้าวสายพันธุ์กลายที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 48 สายพันธุ์นั้น การทดลองเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 46 สายพันธุ์ คิดเป็น 95.83 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 2 สายพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คิดเป็น 4.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่ของอัตราการติดเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้อัตราการติดเมล็ดลดลง เช่นเดียวกับเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่ามีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 47 สายพันธุ์ คิดเป็น 97.92 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ จำนวน 1 สายพันธุ์ คิดเป็น 2.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่ของอัตราการติดเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้อัตราการติดเมล็ดลดลง

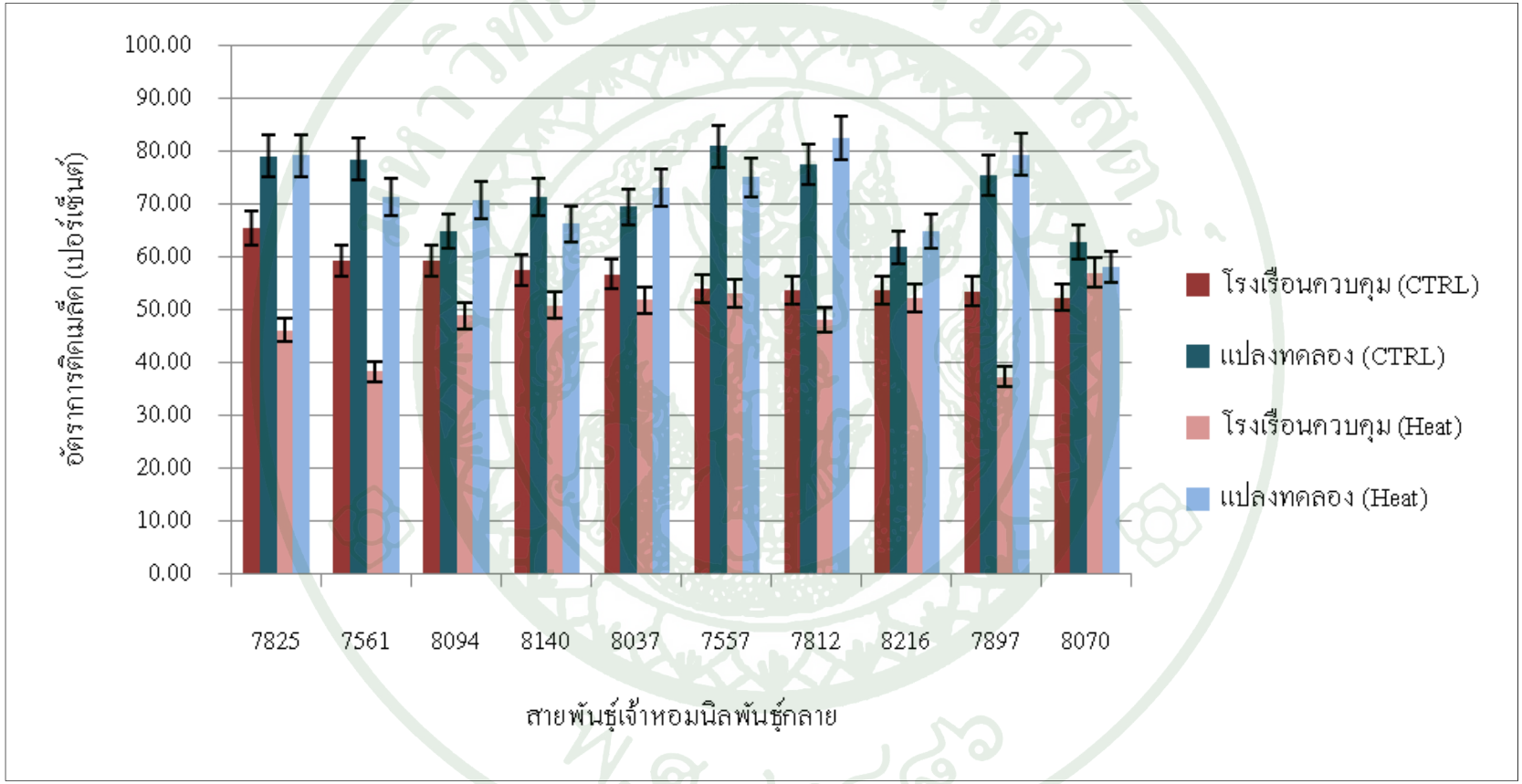
จากการคัดเลือกในรอบที่ 2 นี้พบว่าสายพันธุ์ M8894 M8766 M8473 M8293 M8768 M8287 M8832 M8872 M 8990 และ M8216 ที่มีอัตราการติดเมล็ดอยู่ใน 10 อันดับแรก ของการคัดเลือกรอบที่ 1 จากการเก็บข้อมูลเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่าสายพันธุ์ M8216 ในรอบการคัดเลือกที่ 2 นี้ยังมีอัตราการติดเมล็ดอยู่ใน 10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 53.56 เปอร์เซ็นต์ และในรอบการคัดเลือกที่รอบที่ 2 นี้ พบว่ามี 34 สายพันธุ์ คิดเป็น 70.83 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการติดเมล็ดต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ M8053 M8687 M8461 M8282 M8813 M8359 M9000 M7611 M7633 M8779 M8287 M8820 M8832 M8767 M8866 M8342 M8355 M8990 M8458 M8440 M8766 M8480 M8473 M8768 M8293 M8869 M7811 M8286 M8891 M8872 M8853 M8894 M8336 และ M7892

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าสายพันธุ์พบว่าสายพันธุ์ M8216 ในรอบการคัดเลือกที่ 2 นี้ยังมีอัตราการติดเมล็ดอยู่ใน 10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 52.16 เปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์ และในรอบการคัดเลือกที่รอบที่ 2 นี้ พบว่ามี 37 สายพันธุ์ คิดเป็น 77.08 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการติดเมล็ดต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ M8094 M7812 M8813 M8342 M8687 M8779 M7825 M8891 M8287 M7633 M8336 M8338 M7589 M8832 M9000 M8820 M7611 M8461 M7561 M8293 M8853 M7897 M8073 M8767 M8990 M8766 M7811 M8355 M8894 M8872 M8458 M8286 M8480 M8768 M8869 M8473 และ M7892

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสังเกต อัตราการติดเมล็ดเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดพันธุ์ที่มาจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ใช้เมล็ดจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาตินั้นให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดที่ดีกว่าข้าวที่เจริญจากเมล็ดที่ภายใต้โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง โดยที่ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 69.22 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่อัตราการติดเมล็ดในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 67.46 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ความยาวรวง

จากการเก็บข้อมูลความยาวรวง จากสายพันธุ์ข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 48 สายพันธุ์ นั้นโดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ภาพที่ 25) จำนวน 42 สายพันธุ์ คิดเป็น 87.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 6 สายพันธุ์ คิดเป็น 12.50 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 43 สายพันธุ์ คิดเป็น 89.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 5 สายพันธุ์ คิดเป็น 10.42 เปอร์เซ็นต์

โดยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติข้าวสายพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์โดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า มีความยาวรวงเฉลี่ย 19.93 เซนติเมตร สูงสุด 26.17 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8282 และต่ำสุด 15.63 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M8990 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงเฉลี่ย 17.76 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุดคือ 20.82 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M8037 และต่ำสุด 13.92 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8687

ส่วนเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่ามีความยาวรวงเฉลี่ย 20.31 เซนติเมตร สูงสุด 25.13 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8440 โดยมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M8461 ที่มีค่าเฉลี่ย 24.69เซนติเมตร และต่ำสุด 15.04 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8894 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงเฉลี่ย 17.97 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุดคือ 20.65 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M8037 และต่ำสุด 14.75 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M8766

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ สามารถแบ่งความยาวรวงได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ความยาวรวง ระหว่าง 20-25 เซนติเมตร มีจำนวน 5 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 ความยาวรวง ระหว่าง 15.00-19.99 เซนติเมตรมีจำนวน 38 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ 3 ความยาวรวง ระหว่าง 10.00-14.99 เซนติเมตร มีจำนวน 5 สายพันธุ์ จากการทดลองพบว่าความยาวรวงของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับคือ M8037 M7825 M7589 M8094 M7557 M7561 M8070 M8461 M7892 และ M7812 มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ 20.82, 20.52, 20.31, 20.07, 20.04, 19.85, 19.78, 19.74, 19.68 และ 19.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวรวงของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และ พันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 21.00 และ 15.21 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้วพบว่ามีเพียง 12.50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ที่มีความยาวรวงจากภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่มากกว่าสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงน่าจะทำให้ความยาวรวงลดลง

ส่วนเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงสามารถแบ่งความยาวรวงได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ความยาวรวง ระหว่าง 20-25 เซนติเมตร มีจำนวน 2 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 ความยาวรวง ระหว่าง 15.00-19.99 เซนติเมตรมีจำนวน 44 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ 3 ความยาวรวง ระหว่าง 10.00-14.99 เซนติเมตร มีจำนวน 2 สายพันธุ์ จากการทดลองพบว่าความยาวรวงของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับคือ M8037 M8458 M7812 M7611 M7825 M7633 M8140 M8293 M7892 และ M8073 มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ 20.66, 20.56, 19.97, 19.95, 19.68, 19.42, 19.42, 19.40, 19.38 และ 19.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวรวงของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 21.00 และ 15.21 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้วพบว่ามีเพียง 12.50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ที่มีความยาวรวงจากภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่มากกว่าสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงน่าจะทำให้ความยาวรวงลดลง

จากการคัดเลือกในรอบที่ 2 นี้พบว่า สายพันธุ์ M7825 M7897 M7611 M8073 M8066 M7633 M8037 M8282 M7589 และ M7557 มีความยาวรวงอยู่ใน 10 อันดับแรก ของการคัดเลือกรอบที่ 1

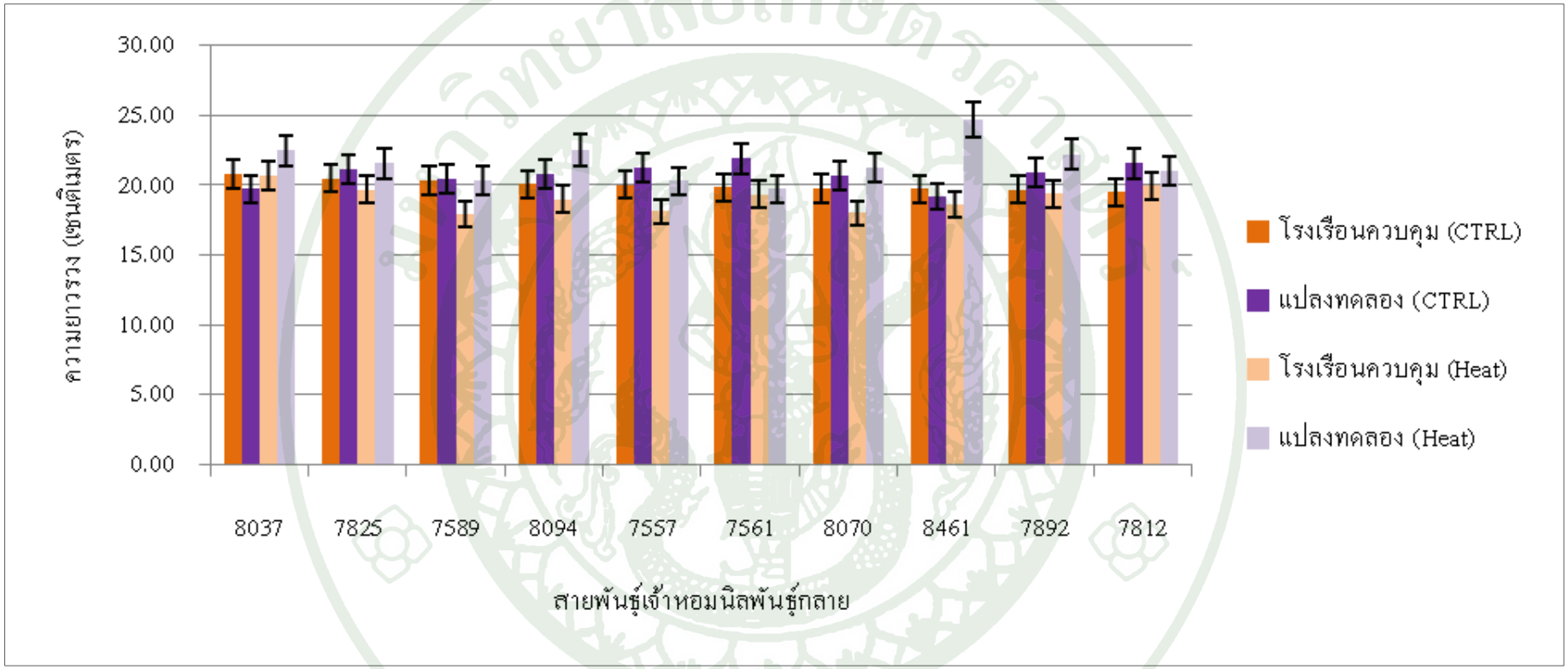
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการเก็บข้อมูลเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่าสายพันธุ์ M8037 M7825 M7589 M7557 และ M7561 ในรอบการคัดเลือกที่ 1 นี้ยังมีความยาวรวงอยู่ใน 10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าสายพันธุ์พบว่าสายพันธุ์ M7897 และ M8282 ในรอบการคัดเลือกที่ 1 นี้ยังมีความยาวรวงอยู่ใน 10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2

จากการสังเกต ความยาวรวงเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดพันธุ์ที่มาจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ใช้เมล็ดจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาตินั้นให้ค่าเฉลี่ยความยาวรวงน้อยกว่าข้าวที่เจริญจากเมล็ดที่ภายใต้โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง โดยที่ค่าเฉลี่ยความยาวรวงในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 19.93 เซนติเมตร ในขณะที่ความยาวรวงในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 20.31 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. น้ำหนัก 100 เมล็ด

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนัก 100 เมล็ด ข้าวสายพันธุ์กลายที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 48 สายพันธุ์โดยเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาตินั้น มีสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (26) จำนวน 46 สายพันธุ์ คิดเป็น 95.83 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม พบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 2 สายพันธุ์ คิดเป็น 4.16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่ของน้ำหนักเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้น้ำหนัก เมล็ดลดลง

ส่วนเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง จำนวน 47 สายพันธุ์ คิดเป็น 97.91 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 1 สายพันธุ์ คิดเป็น 2.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ส่วนใหญ่ของน้ำหนักเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้น้ำหนัก เมล็ดลดลง

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสายพันธุ์ข้าวพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติพบว่า มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.40 กรัม สูงสุด 3.02 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8037 และต่ำสุด 1.91 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M7589 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.09 กรัม มีน้ำหนัก 100 สูงสุดคือ 2.46 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M8813 และต่ำสุด 1.63 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8768

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.49 กรัม สูงสุด 3.08 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M7589 และต่ำสุด 1.94 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8037 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.10 กรัม มีน้ำหนัก 100 สูงสุดคือ 2.43 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8282 และต่ำสุด 1.76 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M8037

โดยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ สามารถแบ่งน้ำหนัก 100 เมล็ดได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 2.0-2.5 กรัม มีจำนวน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

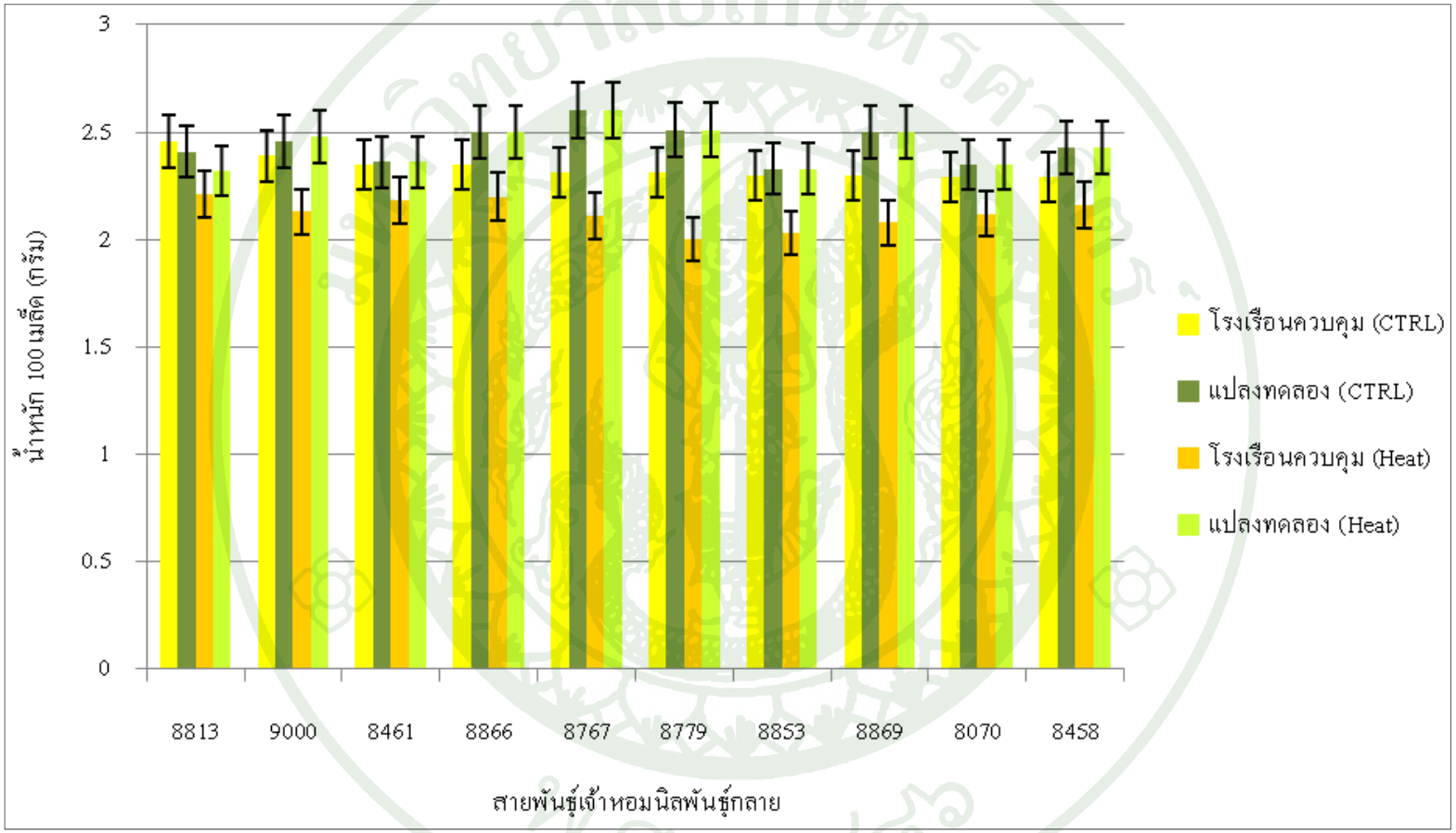
35 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 1.5-1.9 กรัม มีจำนวน 13 สายพันธุ์ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุด 10 อันดับคือ M8813 M9000 M8461 M8866 M8767 M8779 M8853 M8869 และ M8070 มีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.46, 2.39, 2.35, 2.35, 2.31, 2.31, 2.30, 2.30 และ 2.29 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด ของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และ พันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 1.89 และ 1.59 กรัม ตามลำดับ

ส่วนเมล็ดที่ได้จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า สามารถแบ่งน้ำหนัก 100 เมล็ดได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 2.0-2.5 กรัม มีจำนวน 38 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 น้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่าง 1.5-1.9 กรัม มีจำนวน 10 สายพันธุ์ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจาก 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุด 10 อันดับคือ M8282 M8287 M8990 M8140 M8355 M8853 M8293 M8440 M8820 และ M7825 มีค่าน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 2.43, 2.31, 2.31, 2.30, 2.30, 2.28, 2.24, 2.24, 2.24 และ 2.33 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด ของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 1.89 และ 1.59 กรัม ตามลำดับ

จากการคัดเลือกในรอบที่ 2 นี้พบว่า สายพันธุ์ M8461 M7589 M9000 M8070 M8359 M7633 M8053 M8832 M8894 และ M8355 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ใน 10 อันดับแรก ของการคัดเลือกรอบที่ 1 จากการเก็บข้อมูลเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่าสายพันธุ์ M8461 และ M9000 ในรอบการคัดเลือกที่ 2 นี้ยังมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ใน 10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2 ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่าสายพันธุ์ M8355 ในรอบการคัดเลือกที่ 2 นี้ยังมีน้ำหนัก100 เมล็ดอยู่ใน10 อันดับของการคัดเลือกรอบที่ 2

จากการสังเกตน้ำหนัก 100 เมล็ด เปรียบเทียบระหว่างเมล็ดพันธุ์ที่มาจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ใช้เมล็ดจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาตินั้นให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดที่น้อยกว่าข้าวที่เจริญจากเมล็ดที่ภายใต้โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง โดยที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด ในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.40 กรัม ในขณะที่น้ำหนัก 100 เมล็ด ในโรงเรือนของเมล็ดที่เจริญในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.49 กรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการทดลอง พบว่า ความมีชีวิตของละอองเกสรของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์โดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 27) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 95.94 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 92.49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่ามี 20 สายพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คิดเป็น 41.67 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกันสูงกว่าในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 21 สายพันธุ์ คิดเป็น 43.75 เปอร์เซ็นต์ มี 7 สายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกัน คิดเป็น 14.58 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเมล็ดที่มาจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ระหว่างสภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 95.61 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 92.39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่ามี 13 สายพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คิดเป็น 27.08 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกันสูงกว่าในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 25 สายพันธุ์ คิดเป็น 52.08 เปอร์เซ็นต์ และมี 10 สายพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในสายพันธุ์เดียวกัน คิดเป็น 20.83 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ความมีชีวิตของละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) โดยมี 8 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ M7811 M7812 M7892 M8355 M8440

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

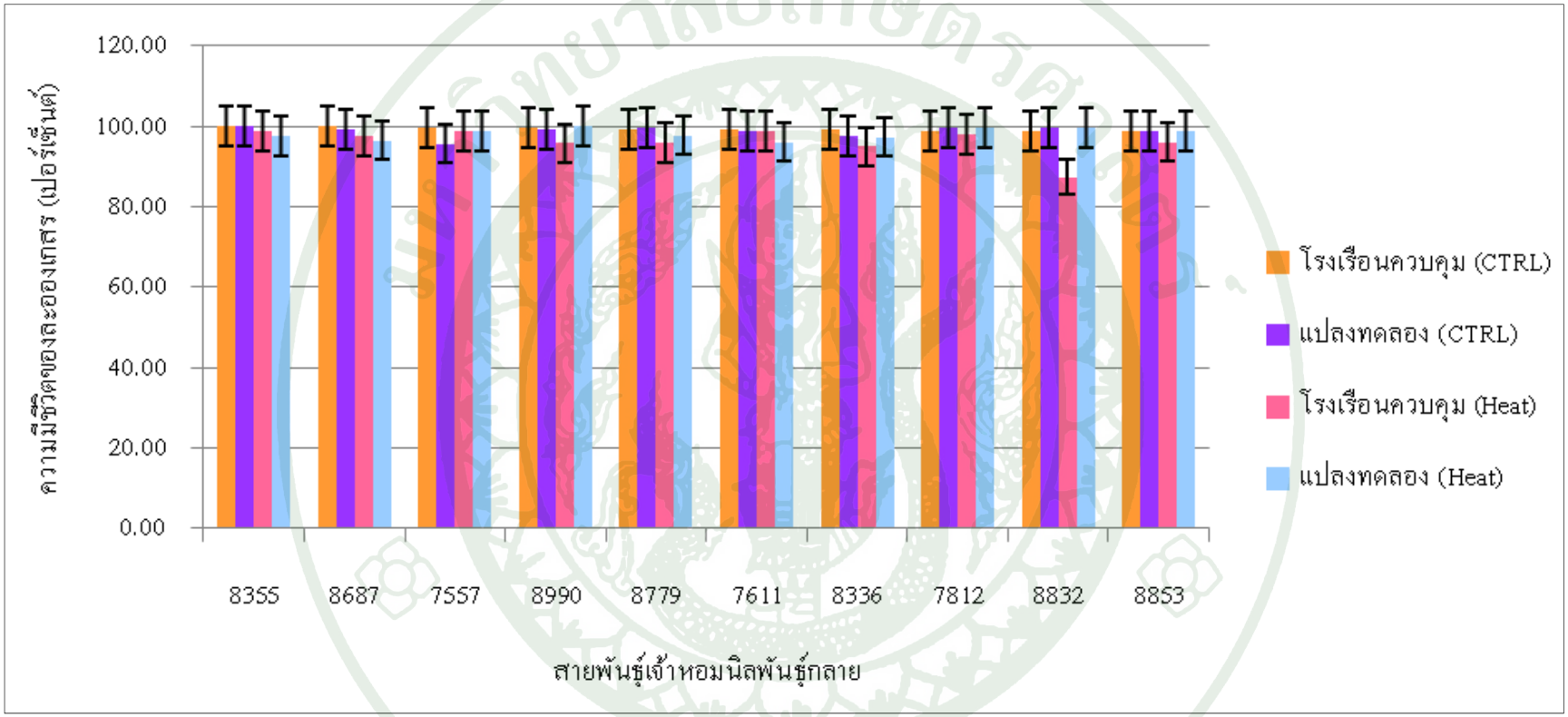
M8458 M8779 และ M8832 ส่วนสายพันธุ์ M8073 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 82.68 เปอร์เซ็นต์

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มี 4 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ M7892 M8037 M8872 และ M8990 ส่วนสายพันธุ์ M8216 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 80.11 เปอร์เซ็นต์

ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มี 2 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดคือ M8355 และ M8687 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ M8216 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 64.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับพันธุ์สินเหล็ก คือ 58.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกันพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมี 11 สายพันธุ์ ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ M8342 M8440 M7825 M8894 M8480 M7611 M8355 M8458 M7557 M8869 M7589 และสายพันธุ์ M8282 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 60.84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับพันธุ์สินเหล็ก คือ 58.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกันพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงนาทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. การงอกของท่อนำละอองเกสร

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 48 สายพันธุ์ โดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ระหว่าง สภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 28) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 81.57 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 69.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่า มี 2 สายพันธุ์คือ M7825 และ M8687 ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนเมล็ดที่ได้จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 48 สายพันธุ์ ระหว่าง สภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกเท่ากับ 82.56 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 68.74 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพแปลงทดลองภายนอกโดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมี 4 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ M8766 M8866 M8894 M9000 ส่วนสายพันธุ์ M8282 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 51.78 เปอร์เซ็นต์

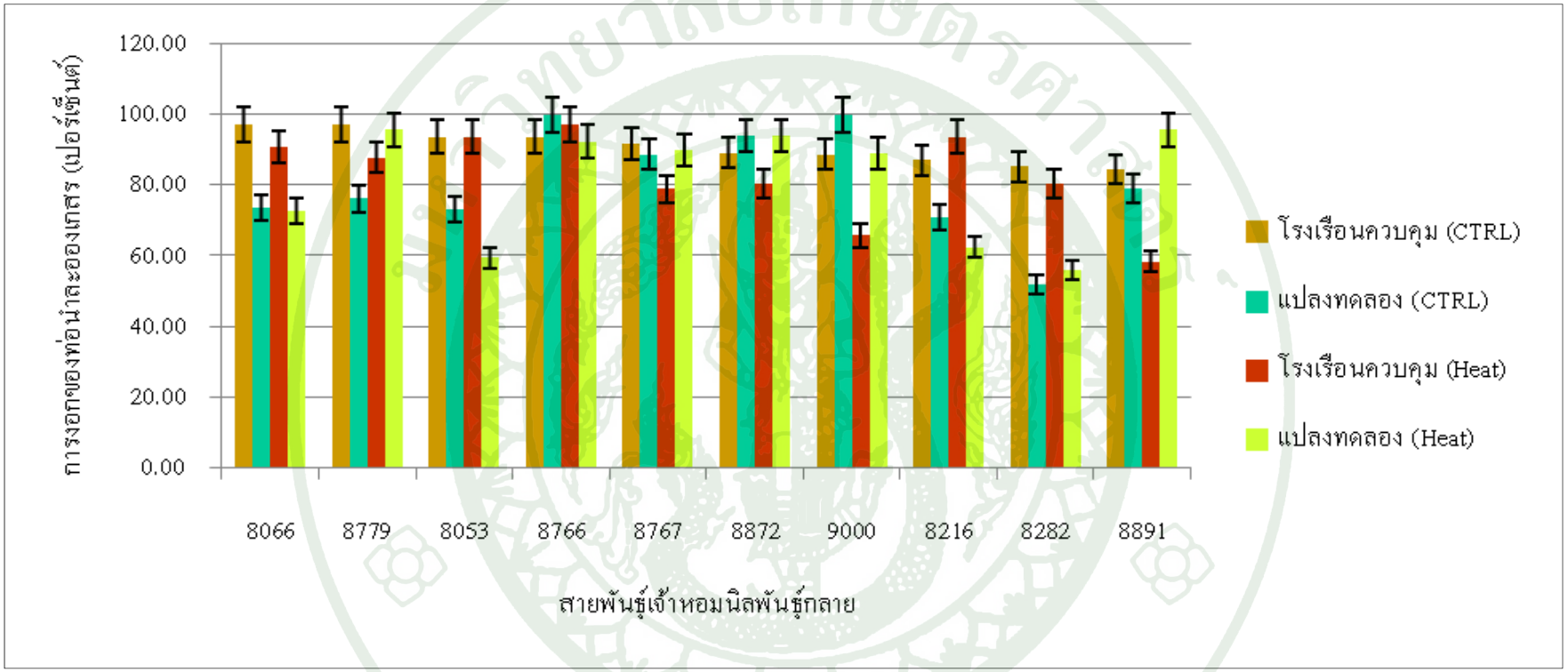
ส่วนเมล็ดที่ได้จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมี 1 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ คือ M8896 ส่วนสายพันธุ์ M8282 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 55.77 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงโดยใช้เมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมี 2 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุด คือ M8066 และ M8779 เท่ากับ 97.22 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ M8480 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 22.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกัน พบว่า ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสายพันธุ์ M8766 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 97.22 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ M8473 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 41.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกันพบว่า ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงที่ 40-45 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

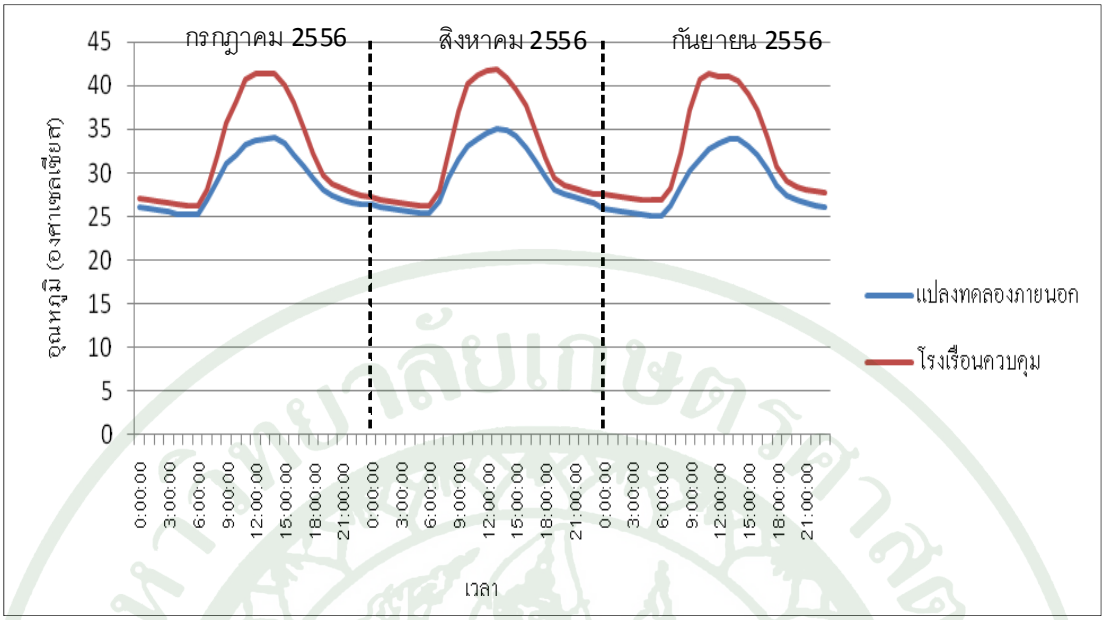
การทดลองที่ 4 คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 2 สายพันธุ์จากรอบการคัดเลือกที่ 2 จำนวน 48 สายพันธุ์ประเมินอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสร และการงอกของท่อนำละอองเกสร และลักษณะทางการเกษตร

ในการทดลองนี้ทำการทดลองเพื่อทดสอบสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากอัตราการติดเมล็ดที่ ดีที่สุดจำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ M7825 และ M7561 เนื่องจากสายพันธุ์นี้มีอัตราการติดเมล็ดสูงที่สุด จากรอบการคัดเลือกที่ 2 จำนวน 48 สายพันธุ์ โดยมีพันธุ์ควบคุมได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล และสายพันธุ์ M7766 ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ของข้าวตั้งแต่ระยะ R2-R9 ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิในช่วง 40-45 องศาเซลเซียสและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ และทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อัตราการติดเมล็ด ความยาวรวง น้ำหนักรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงต้น จำนวนกอ จำนวนรวง และความมีชีวิตของละอองเกสร

1. สภาพภูมิอากาศเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556

ในการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R1-R9 ของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิช่วงกลางวันเป็นเวลา 6 ชั่วโมงที่ 40-45 องศาเซลเซียสและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2555 พบว่าอุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.78 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 33.99 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27.76 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 26.44 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 29) จากข้อมูลสภาพอุณหภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกลางวันของในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ แตกต่างกัน 6.79 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกลางคืนของในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติแตกต่างกันเพียง 1.32 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

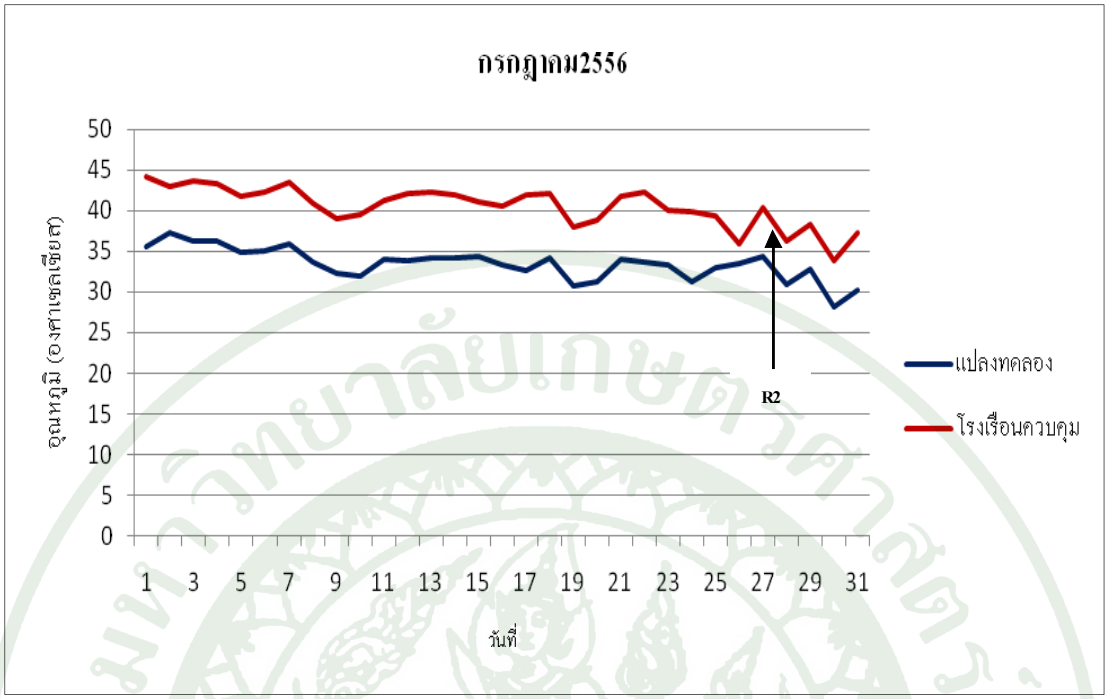


ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง กับสภาพแปลงทดลองธรรมชาติระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556 ตลอด 24 ชั่วโมง

2. อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556 (ภาพที่ 30) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.53 องศาเซลเซียส และ 33.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนไม่เกินช่วงอุณหภูมิที่กำหนด และจากกราฟพบว่าในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมี 11 วัน คิดเป็น 35.48 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 9, 10, 19, 20, 24, 25, 26, 27,28, 29, 30 และ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 38.96, 39.54, 37.99, 38.81, 39.83, 39.41, 35.90, 36.28, 38.34, 33.76 และ 37.31 ตามลำดับ ดังนั้นจากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 7.08 องศาเซลเซียส

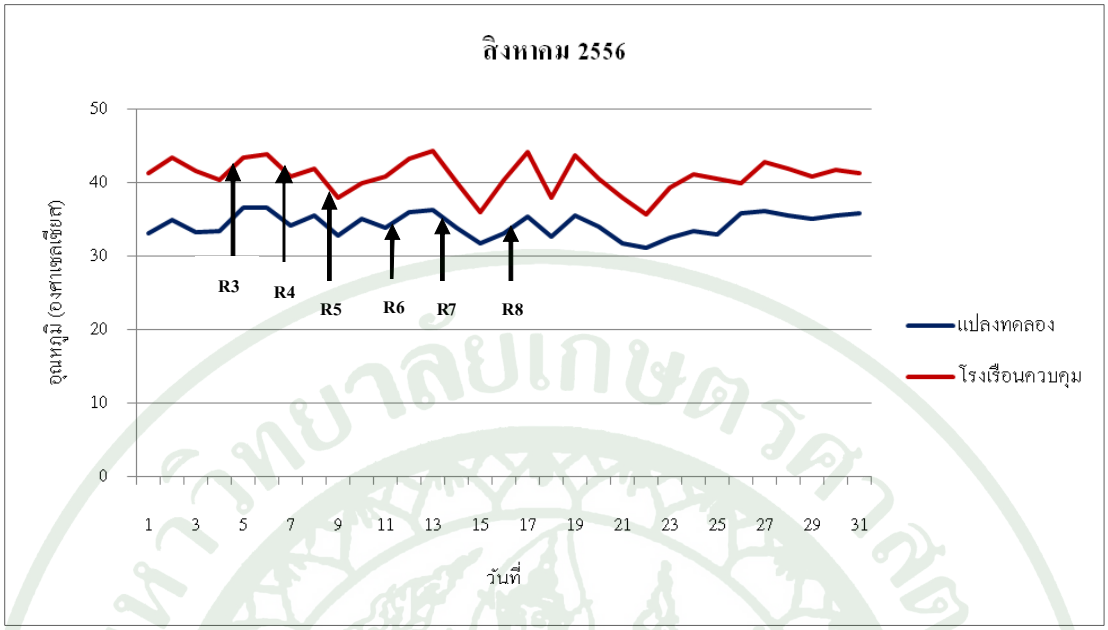
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 31) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.87 องศาเซลเซียส และ 34.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 7 วันคิดเป็น 22.58 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 9, 10, 15, 21, 22, 23 และ 26 สิงหาคม พ.ศ.255 คือ 37.91, 39.85, 35.86, 37.89, 35.58, 39.26 และ 39.80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 9, 15, 21 และ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2555 อุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 32.70, 31.64, 31.68 และ 31.06 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่า ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงอยู่ช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 6.62 องศาเซลเซียส

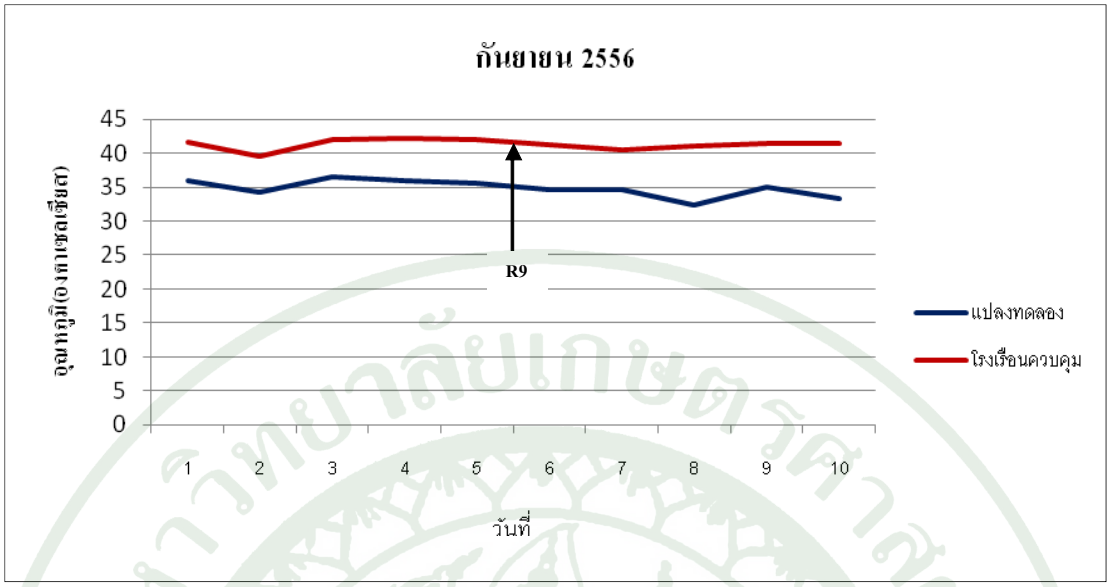
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556

ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 ทำการเก็บข้อมูล 10 วัน เนื่องจากข้าวถึงระยะเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 32) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 41.31 องศาเซลเซียส และ 34.83 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากกราฟ จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 1วันที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2556 คือ 39.51 องศาเซลเซียส ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 2, 8 และ 10 กันยายน พ.ศ. 2556 อุณหภูมิลดลงเช่นกัน คือ 34.23, 32.40 และ 33.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากกราฟพบว่า ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในแปลงทดลองธรรมชาติ ถึง 6.48 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

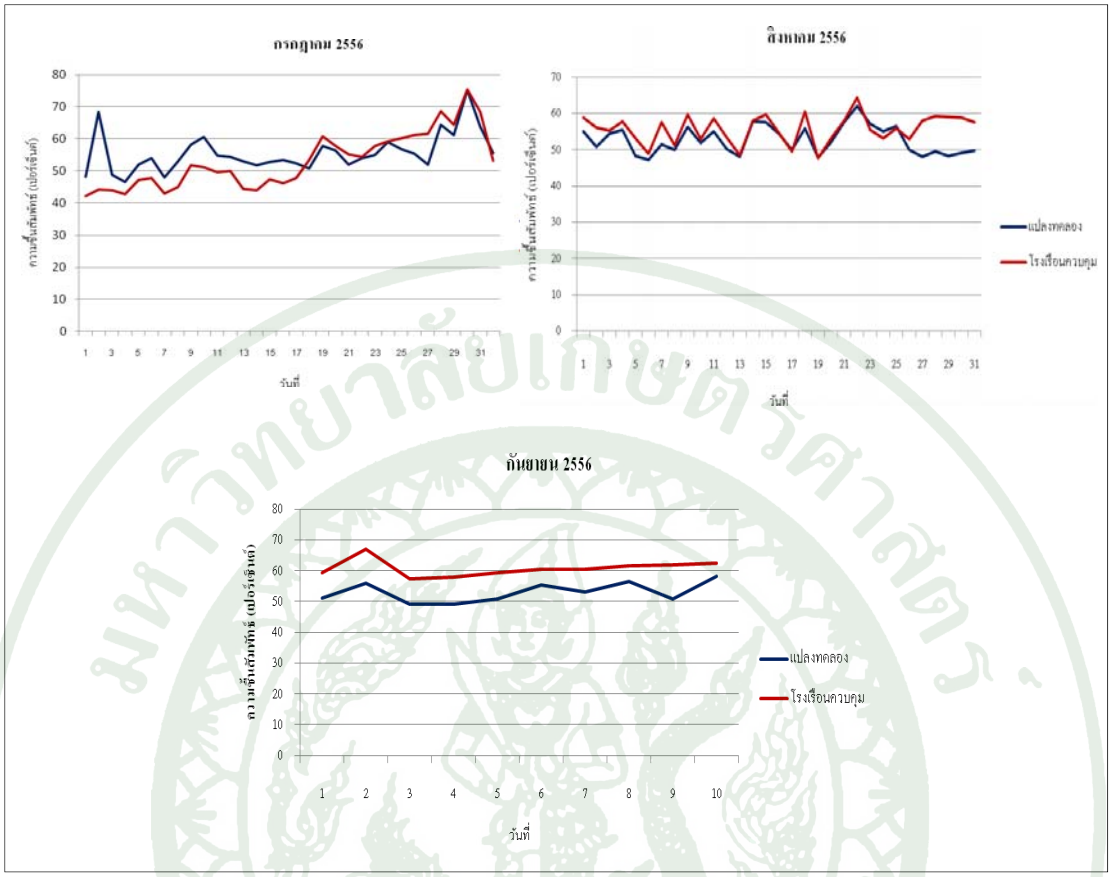


ภาพที่ 32 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) และระยะของข้าวในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556

3. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 53.05 %RH และ 55.52 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 255 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 55.72 %RH และ 52.65 %RH ตามลำดับ และในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 33) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 60.76 %RH และ 52.99 %RH ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



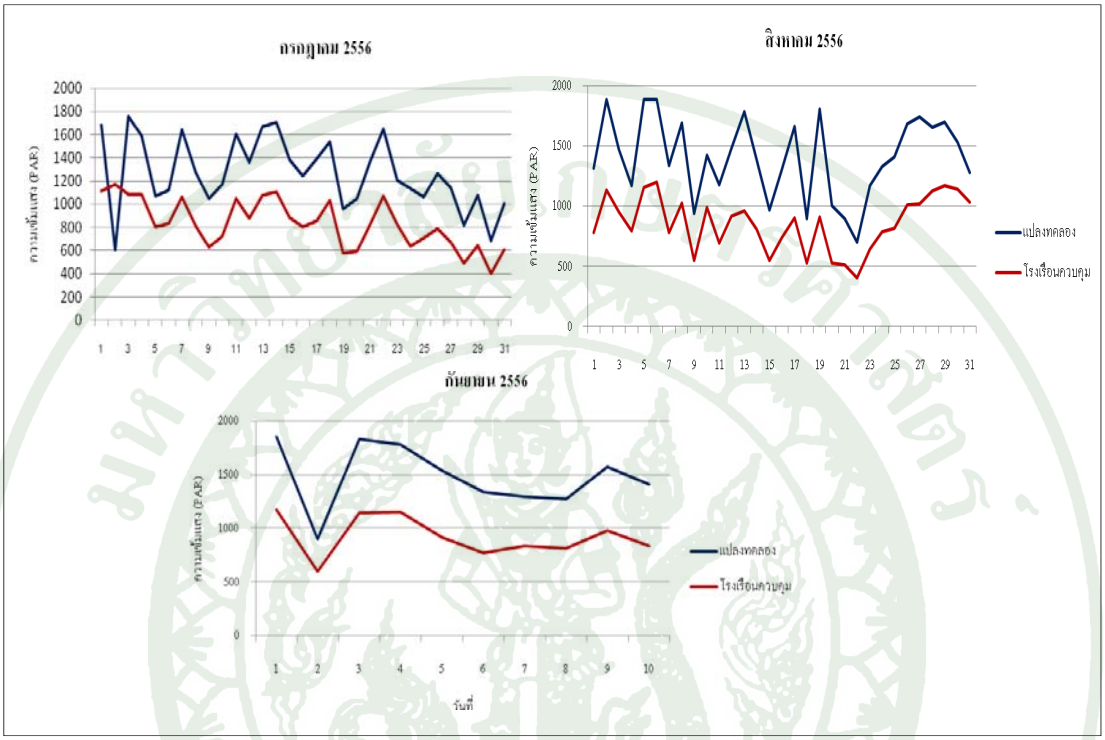
ภาพที่ 33 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556

4. ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 1052.66 และ 1750.03 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 855.82 และ1405.07 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 920.63 และ 1477.58 PAR ตามลำดับ(ภาพที่ 34) ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสงในแต่ละวันในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าในแปลงธรรมชาติ เนื่องจากภายในโรงเรือนมีหลังคาพลาสติกบังแสงแดด ในขณะที่แปลงธรรมชาติไม่มีหลังคาจึงได้รับแสงแดดที่จ้าตลอดวัน



ภาพที่ 34 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2556

5. อัตราการติดเมล็ด

จากการทดลองสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 2 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ควบคุม พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 35) โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองภายนอกของสายพันธุ์ M 7825 เท่ากับ 75.24 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เจ้าหอมนิลซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุม และภายในโรงเรือนเท่ากับ 66.71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ M7561 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองภายนอกของสายพันธุ์เท่ากับ 66.08 เปอร์เซ็นต์ และภายในโรงเรือนเท่ากับ 57.92 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง จากการวิเคราะห์อัตราการติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า พันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 82.3 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 50.62 ซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุม จากการสังเกต ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในบางสายพันธุ์นั้นพบว่า มีอัตราการติดเมล็ดไม่สูง

เมื่อพิจารณาการติดเมล็ดของสายพันธุ์ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยสาย M7825 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 66.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ M7561 ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 15.60 เปอร์เซ็นต์

จากการเก็บข้อมูลอัตราการติดเมล็ดของข้าวสายพันธุ์กลาย สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง ดังนั้นจากการทดลองอธิบายได้ว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้อัตราการติดเมล็ดลดลงโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osada *et al.* (1973) รายงานว่า ประเทศไทยที่อุณหภูมิ 34-35 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้อัตราการติดเมล็ดลดลงและภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ในระยะ Anthesis จะส่งผลให้พันธุ์ข้าวต่างๆ มีอัตราการติดเมล็ดลดลงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (De Datta, 1981)

จากอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์ M7825ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.56, 65.31 และ 46.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ M7561ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.21, 59.26 และ 38.26 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 45)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 แสดงอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	75.24 [3/]a [4/]A	66.71 ab B	[1/]a 70.97	11.34
M7561	66.08 ab A	57.92 abc B	b 62.00	12.35
M7766	50.62 bc A	15.60 d B	c 58.27	69.18
เจ้าหอมนิล	82.37 a A	34.17 cd B	b 33.11	58.52
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[1/]A 68.58	B 43.59		
CV (%)	7.89			

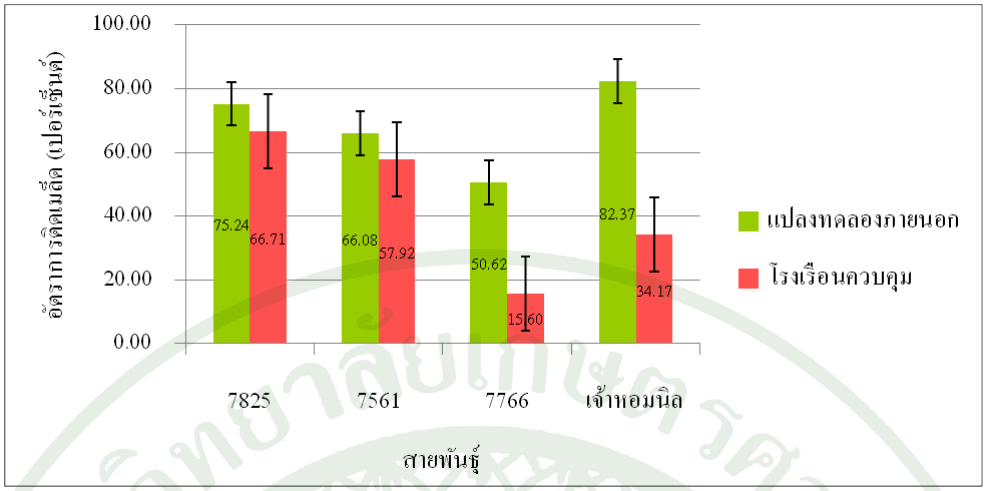
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ สภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

6. ความยาวรวง

จากการเก็บข้อมูลความยาวรวง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 10 และภาพที่ 36) มีบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงสูงกว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติจำนวน 1 สายพันธุ์ คือ M7561

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีความยาวรวงเฉลี่ย 21.53 เซนติเมตร สูงสุด 24.66 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล และต่ำสุด 18.61 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M7561 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงเฉลี่ย 19.87 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุด คือ 21.90 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 เท่ากับ 19.53 และต่ำสุด 18.77 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M7561 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ที่มีความยาวรวงสูงสุด คือ เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ 21.90 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงคือ 19.87 เซนติเมตรในสายพันธุ์ เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้วพบว่าผลของอุณหภูมิสูงน่าจะทำให้ความยาวรวงลดลง

จากความยาวรวงของสายพันธุ์ M7825 ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.17 19.68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และ 19.66 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ M7561 ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.53, 17.60 และ 19.33 เซนติเมตร (ภาพที่ 46)

ตารางที่ 10 แสดงความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	20.38 [3/] c [4/] A	19.53 bcd B	[1/] c 19.95	4.17
M7561	18.61 d A	18.77 d A	d 18.69	0.83
M7766	22.32 b A	19.45 cd B	b 20.88	12.86
เจ้าหอมนิล	24.66 a A	21.9 ab B	a 23.28	11.22
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/] A 21.53	B 19.87		
CV (%)	3.13			

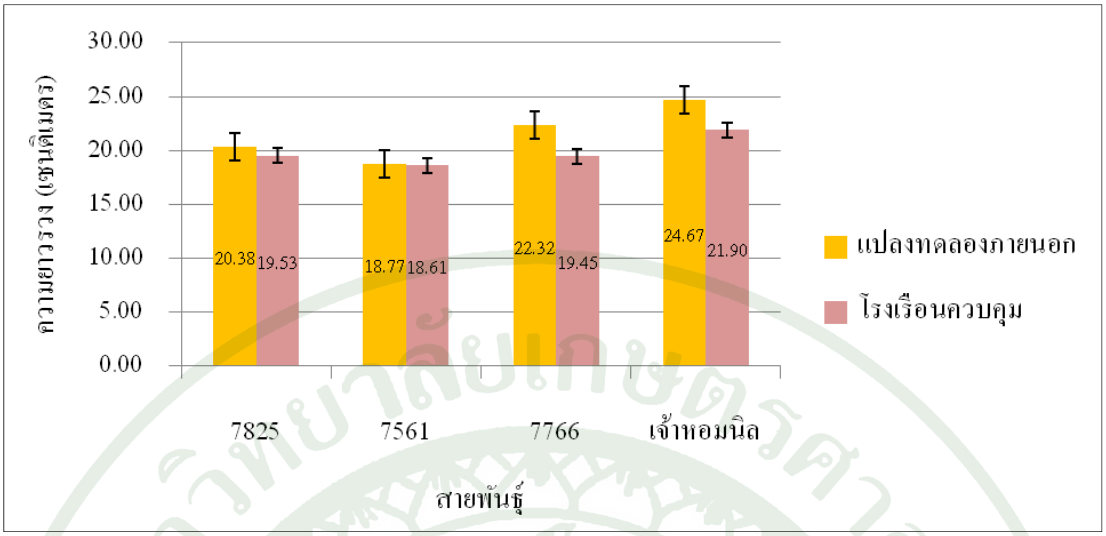
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

7. น้ำหนักรวง

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักรวง พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีน้ำหนักรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 11 และภาพที่ 37)

โดยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีน้ำหนักรวงเฉลี่ย 2.09 กรัม สูงสุด 2.97 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ที่มีค่าเฉลี่ย 2.42 กรัม และต่ำสุด 18.61 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M7561 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนักรวงเฉลี่ย 1.19 กรัม มีน้ำหนักรวงสูงสุด คือ 2.07 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์กลาย

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนักรวงเฉลี่ย 1.19 กรัม มีน้ำหนักรวงสูงสุดคือ 2.07 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์กลาย เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้วน้ำหนักรวงเฉลี่ย ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงลดลงเมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงมีผลทำให้ความยาวรวงลดลง โดย Baker and Allen, 1993 ได้รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 28/21 องศาเซลเซียสผลผลิตจะลดลงราว 10% ต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องศาเซลเซียส และ Baker (2004) รายงานว่า พันธุ์ข้าวในประเทศสหรัฐอเมริกา มีความอ่อนไหว (sensitive) ต่ออุณหภูมิสูงมากกว่าพันธุ์ข้าวที่มาจากเอเชีย

ตารางที่ 11 แสดงน้ำหนักรวง (กรัม) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	น้ำหนักรวง (กรัม)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	2.42 [3/]ab [4/]A	1.20 cd B	[1/]ab 1.81	50.54
M7561	1.77 bc A	1.00 cd B	bc 1.39	43.06
M7766	1.20 cd A	0.51 d B	c 0.85	57.89
เจ้าหอมนิล	2.97a A	2.07 abc A	a 2.52	30.37
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 2.09	B 1.19		
CV (%)	3.01			

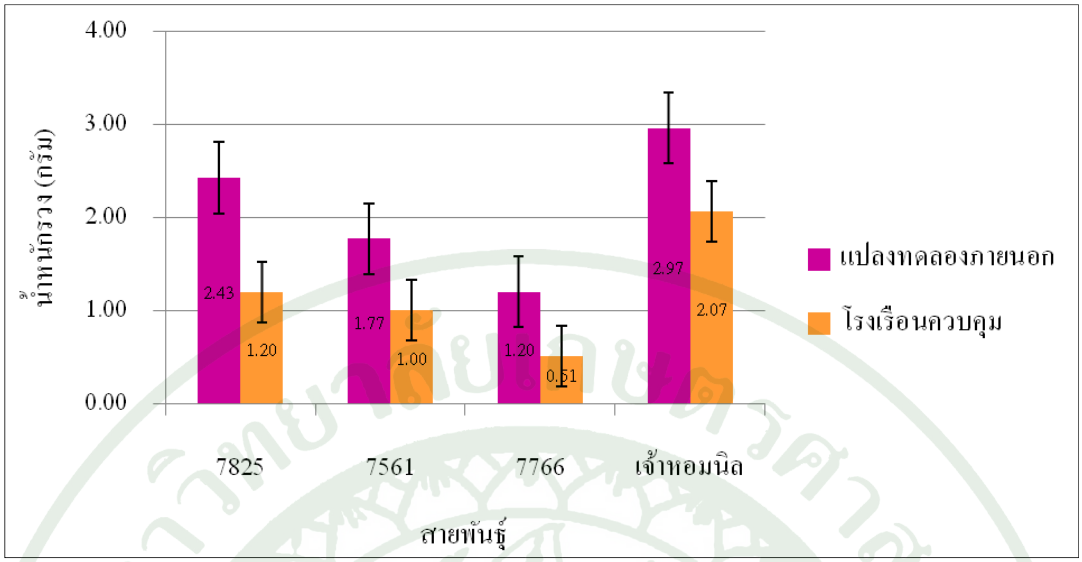
หมายเหตุ [1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 น้ำหนักรวง (กรัม) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

8. จำนวนกอต่อต้น

จากการเก็บข้อมูลจำนวนกอต่อต้น ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีจำนวนกอต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับข้าวที่ปลูกในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 38) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความสูงต้นแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้จำนวนกอต่อต้นในสายพันธุ์ควบคุมเพิ่มขึ้น คือ M7766 และ เจ้าหอมนิล ส่วนในสายพันธุ์ M7825 และ M7561 มีจำนวนกอต่อต้นลดลง

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีจำนวนกอต่อต้นเฉลี่ย 7 กอ สูงสุด 9 กอ ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7 กอ และมีค่าต่ำสุด 6 กอ ได้แก่พันธุ์เจ้าหอมนิล

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีจำนวนกอต่อต้นเฉลี่ย 8 กอ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 10 กอ ได้แก่สายพันธุ์ M7766 และต่ำสุด 7 กอ ได้แก่สายพันธุ์ M7825 จากการสังเกตในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงพบว่าสายพันธุ์ M7766 มีจำนวนกอต่อต้นสูงสุดคือ 10 กออีกทั้งยังมีจำนวนรวงต่อต้นสูงสุดคือ 12 รวง ด้วยเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนกอต่อต้น ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	จำนวนกอ		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	6.96 [3/]bc [4/]A	6.63 c B	[1/]b 6.79	4.74
M7561	7.37 bc A	6.79 c B	b 7.08	7.91
M7766	8.87 ab B	9.94 a A	a 9.41	-12.14
เจ้าหอมนิล	6.17 c B	7.67 bc A	b 6.92	-24.32
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 7.34	A 7.75		
CV (%)	15.78			

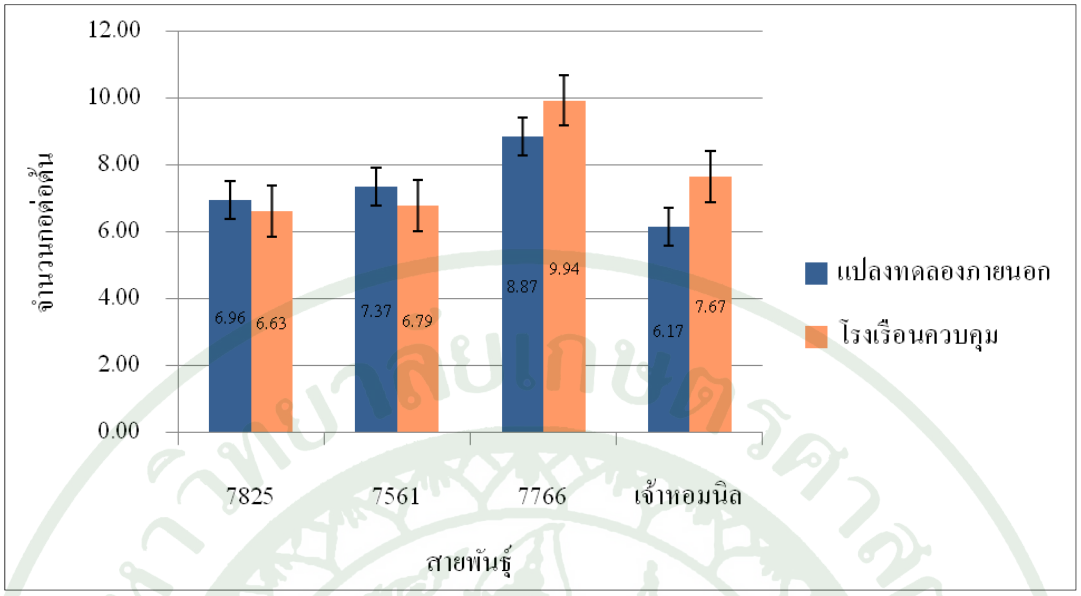
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 จำนวนกอต่อต้น ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

9. จำนวนรวงต่อต้น

จากการเก็บข้อมูลจำนวนรวงต่อต้น พบว่า สายพันธุ์ M7825 และ M7561 ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีจำนวนรวงต่อต้น สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 13 และภาพที่ 39) ส่วนในพันธุ์เจ้าหอมนิล และสายพันธุ์ M7766 ที่เป็นพันธุ์ควบคุมนั้น มีจำนวนรวงต่อต้น ต่ำกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

โดยในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีจำนวนรวงต่อต้น เฉลี่ย 8 รวง สูงสุด 10 รวง ได้แก่ สายพันธุ์ M7825 และต่ำสุด 5 รวง ได้แก่สายพันธุ์ M7766 และ สายพันธุ์ M7561 และ พันธุ์เจ้าหอมนิลมีจำนวนรวงเท่ากับ 9 รวง

ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีจำนวนรวงต่อต้นเฉลี่ย 10 รวง มีจำนวนรวงต่อต้น สูงสุดคือ 12 รวง ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 ส่วนสายพันธุ์ M7825 M7561 และเจ้าหอมนิล มีจำนวนรวงเท่ากับ 9, 9 และ 10 รวง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงส่งผลให้จำนวนรวงต่อต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้จำนวนรวงต่อต้นลดลงในสายพันธุ์ M7825 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Oh-e *et al*. (2007) พบว่า จำนวนรวงจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นภายใต้สภาพโรงเรือน และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแตกกออยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส (กลางวัน) และ20 องศาเซลเซียส (กลางคืน) (Sato, 1972)

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนรวงต่อต้น ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	จำนวนรวงต่อต้น		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	9.66 [3/]a [4/]A	9.07 b B	[1/]a 9.365	6.17
M7561	9.14 b A	9.06 b A	ab 9.10	0.77
M7766	4.63 c B	12.00 a A	b 8.32	-158.99
เจ้าหอมนิล	9.30 b B	9.53 b A	a 9.42	-2.51
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]B 8.18	A 9.91		
CV (%)	9.33			

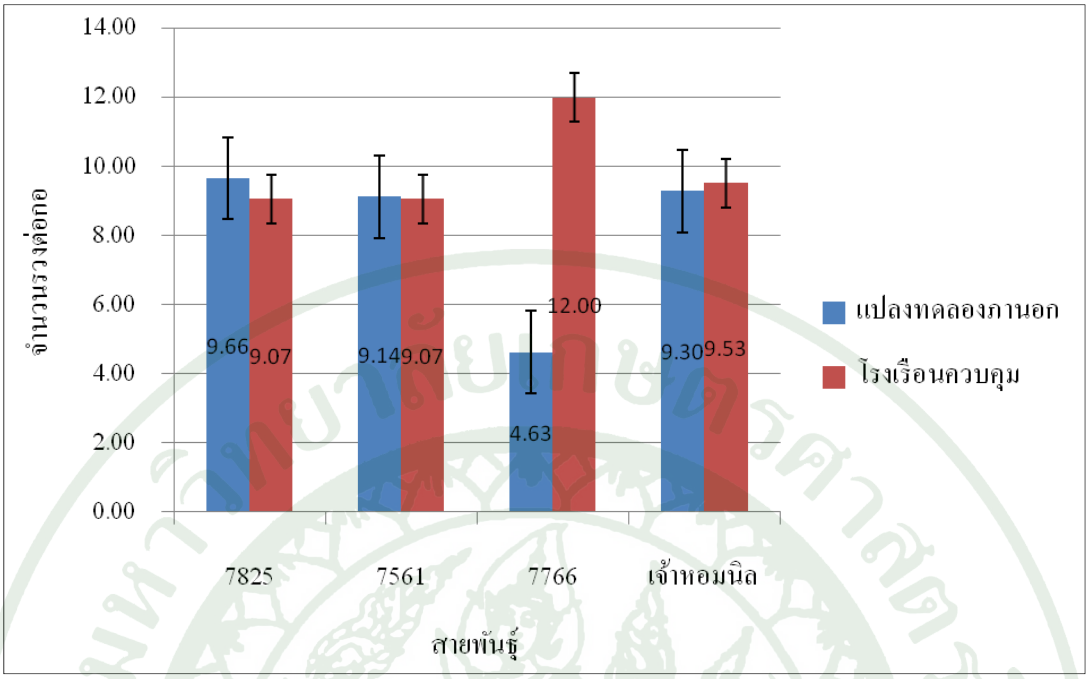
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 จำนวนรวงต่อต้น ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

10. น้ำหนัก 100 เมล็ด

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 14 และภาพที่ 40) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้น้ำหนัก เมล็ดลดลง

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 4.11 กรัม สูงสุด 5.41 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M7561 โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และต่ำสุด 2.52 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 3.25 กรัม มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุดคือ 3.84 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M7561 และต่ำสุด 2.21 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล เช่นเดียวกันกับในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของน้ำหนัก 100 เมล็ดระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกัน พบว่า มีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ โดยเมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงน้ำหนัก 100 เมล็ด ลดลงในทุกสายพันธุ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cao *et al.* (2008) ได้ทำการทดสอบข้าวที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนช่อดอก อัตราการติดเมล็ด น้ำหนัก 1000 เมล็ด และผลผลิต ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในพันธุ์ข้าวที่ทนและไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง

จากน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสายพันธุ์7825ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.14, 1.84 และ 2.23 กรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 7561ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง รอบที่ 1 รอบที่ 2 (เมล็ดจากแปลงธรรมชาติ) และรอบที่ 2 (เมล็ดจากโรงเรือนควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.76, 2.10 และ 1.96 กรัม (ภาพที่ 47)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	4.82 [3/]ab [4/]A	3.47 c B	[1/]ab 4.14	27.93
M7561	5.41 a A	3.84 a B	a 4.62	28.95
M7766	3.70 c A	3.48 bc B	b 3.59	5.95
เจ้าหอมนิล	2.52 d A	2.21 d B	c 2.36	12.30
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	A 4.11	B 3.25		
CV (%)	3.45			

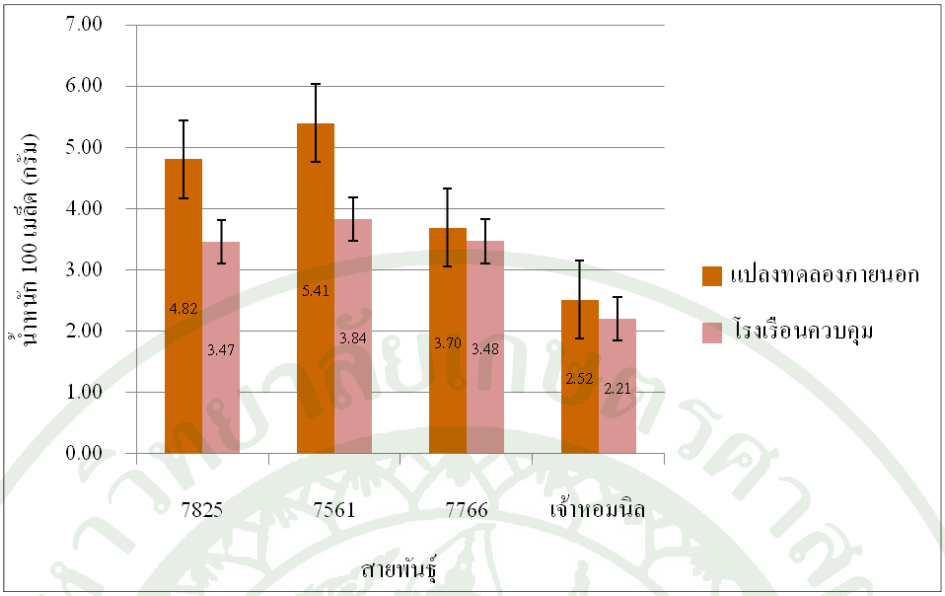
หมายเหตุ [1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

11. ความสูงต้น

จากการเก็บข้อมูลความสูงต้น ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับข้าวในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ (ตารางที่ 15 และภาพที่ 41)ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีความสูงต้นเฉลี่ย 91.74 เซนติเมตร สูงสุด 99.56 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.78 เซนติเมตร และต่ำสุด 74.57 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความสูงต้นเฉลี่ย 99.22 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดคือ 102.72 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล และต่ำสุด 79.29 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M7766 เช่นเดียวกันกับในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างระหว่างสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติในพันธุ์เดียวกัน พบว่า มีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ โดยเมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงความสูงต้น ลดลงเพียงในสายพันธุ์ M7825 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความสูงต้นอย่างมีนัยสำคัญ และภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มให้ข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Oh-e *et al*. (2007) รายงานว่า ความสูงของข้าวจะเพิ่มขึ้นภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง มากกว่าภายใต้สภาพอุณหภูมิปกติ และจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า ที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลต่อความสูงของข้าว อย่างมีนัยสำคัญ จากรายงานของ Kondo and Okamura (1931) และ Osada *et al.* (1973) ได้รายงานว่า ความสูงของข้าวจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงที่อยู่ในช่วงระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส ในการทดลองนี้นำสายพันธุ์ข้าวเข้าโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงในระยะเจริญพันธุ์ ซึ่งความสูงต้นหยุดพัฒนาแล้ว ดังนั้น ในการทดลองนี้ ความสูงระหว่างในโรงเรือน กับนอกโรงเรือน ไม่ควรแตกต่างกัน

ตารางที่ 15 แสดงความสูงต้น (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	98.78 [3/]ab [4/]A	92.59 c B	[1/]b 95.69	6.26
M7561	94.06 bc A	94.26 bc A	b 94.16	-0.22
M7766	74.57 d B	79.29 d A	c 76.93	-6.32
เจ้าหอมนิล	99.56 ab A	102.72 a A	a 101.14	-3.18
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 91.74	A 92.22		
CV (%)	3.65			

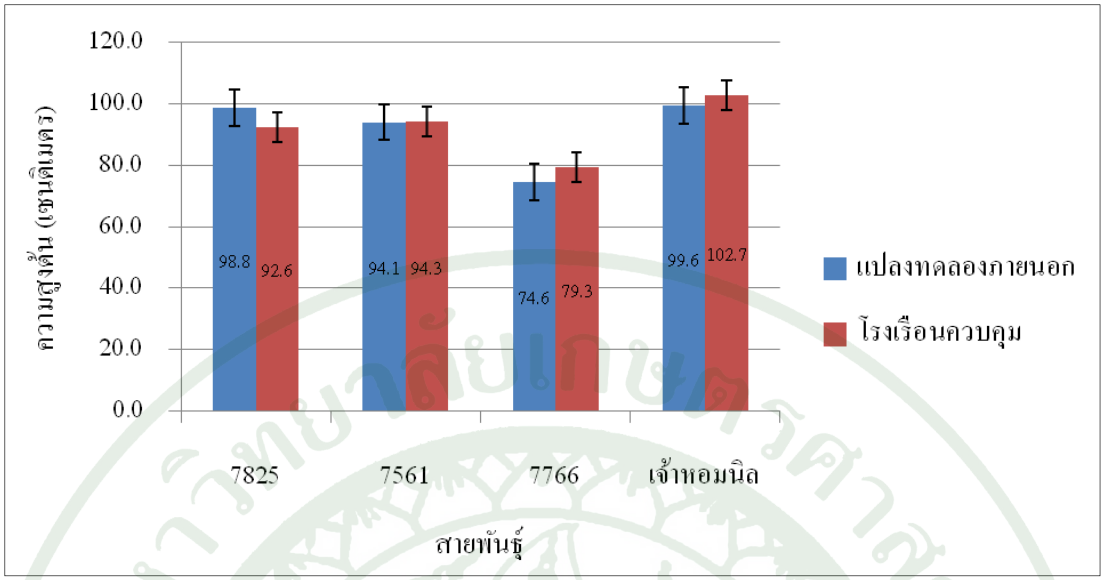
หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

12. ความมีชีวิตของละอองเกสร

จากการเก็บข้อมูลความมีชีวิตของละอองเกสร ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีความมีชีวิตของละอองเกสรไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง (ตารางที่ 16 และภาพที่ 42) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความมีชีวิตของละอองเกสรแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงส่งผลให้ความมีชีวิตของละอองเกสรในสายพันธุ์ คือ M7561 เพิ่มขึ้น ส่วนในสายพันธุ์ M7825 M7766 และเจ้าหอมนิล มีความมีชีวิตของละอองเกสรลดลง

ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 96.58 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 99.58 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.51 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำสุด 94.07 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่สายพันธุ์ M7561 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 94.39 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 98.8 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ M7561 ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M7825 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.99 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด 89.89 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ M7766

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการทดลองนี้ พบว่า ในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีความมีชีวิตของละอองเกสรไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง แต่จากการเก็บข้อมูลในรอบการคัดเลือกที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์ ระหว่างสภาพแปลงทดลองธรรมชาติกับในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 16 แสดงความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย	ความแตกต่าง(เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองภายนอก	โรงเรือนควบคุม		
M7825	98.51 [3/]ab [4/]A	96.99 ab A	[1/]a 97.75	1.54
M7561	94.07 bc B	98.89 ab A	a 96.48	-5.13
M7766	94.19 bc A	89.89 c B	b 92.04	4.56
เจ้าหอมนิล	99.58 a A	91.81 c B	ab 95.69	7.80
F-test	**	**		
ค่าเฉลี่ย	[2/]A 96.58	A 94.39		
CV (%)	4.78			

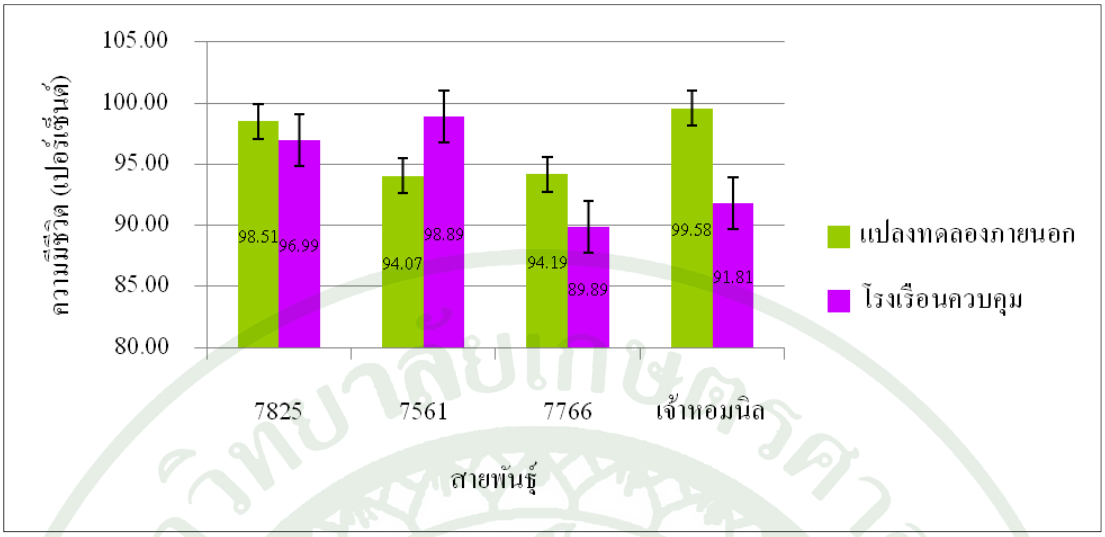
หมายเหตุ [1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากค่าเฉลี่ยพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[4/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

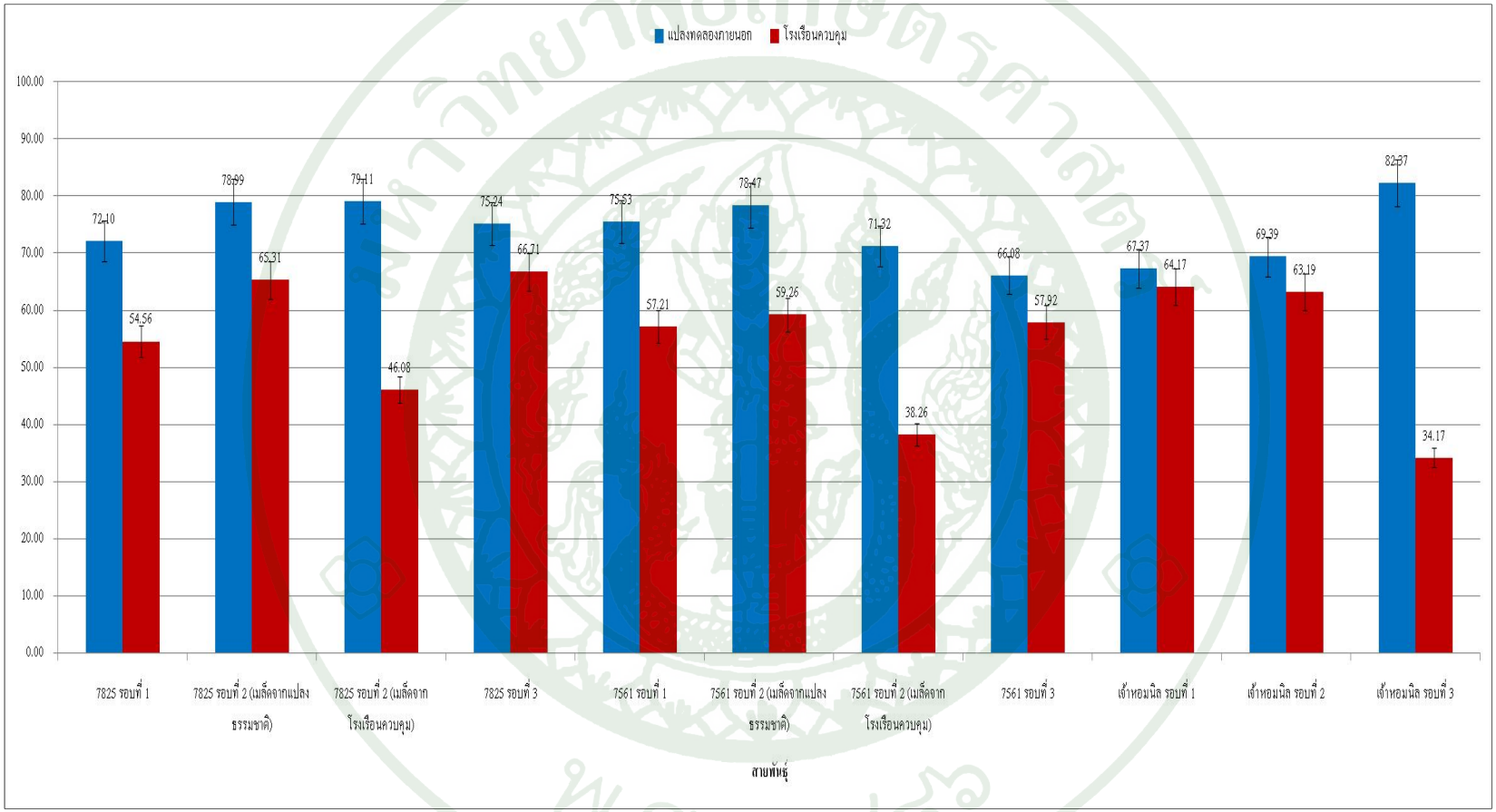


ภาพที่ 42 ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์กลายในสภาพแปลงทดลองสภาพและโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

13. ผลผลิตต่อต้นที่ได้จากการคำนวณ

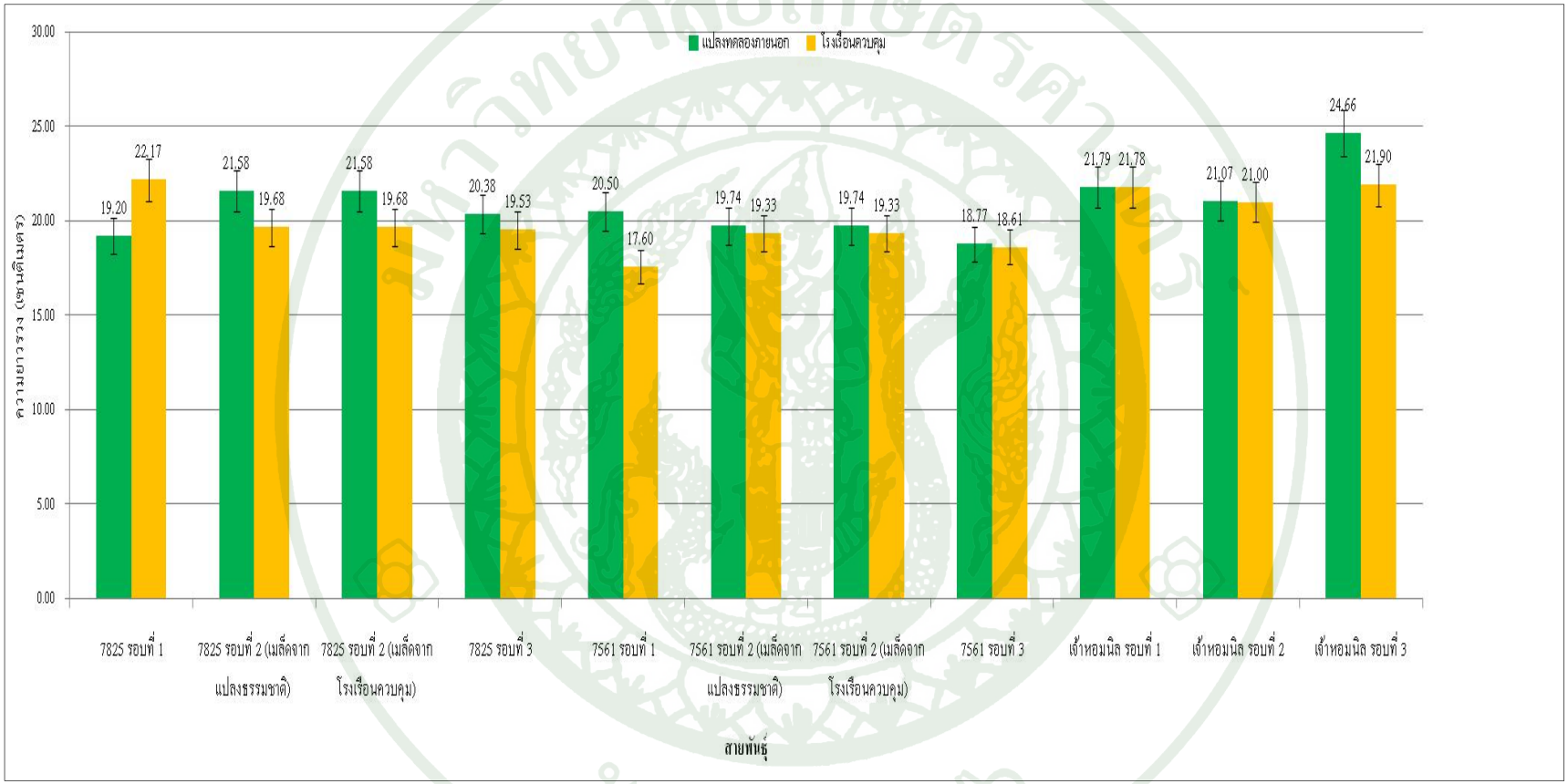
จากการเก็บข้อมูลผลผลิตต่อต้นโดยคำนวณจาก น้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดรวม และจำนวนรวง ที่เก็บข้อมูลดังแสดงในข้างต้นของแต่ละสายพันธุ์พบว่าในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ สายพันธุ์ M7561 มีผลผลิต 45.5 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ M7825 มีผลผลิต 39.5 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ M7766 มีผลผลิต 17.76 กรัมต่อต้น ส่วนพันธุ์เจ้าหอมนิล มีผลผลิต 18.9 กรัมต่อต้น ในขณะที่ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ M7561 มีผลผลิต 35.04 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ M7825 มีผลผลิต 23.49 กรัมต่อต้น สายพันธุ์ M7766 มีผลผลิต 30.02 กรัมต่อต้น ส่วนพันธุ์เจ้าหอมนิล มีผลผลิต 15.50 กรัมต่อต้น ซึ่งเห็นได้ว่าผลผลิตต่อต้นไม่ได้ขึ้นกับความยาวรวงแต่พบว่า สายพันธุ์ที่มีผลผลิตต่อต้นสูง จะมีอัตราการติดเมล็ดสูงด้วยเช่นกัน ดังนั้นอัตราการติดเมล็ดจึงน่าที่จะเป็นลักษณะที่สำคัญที่ใช้บ่งบอกในการคัดเลือกสายพันธุ์ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลผลิตของข้าวมีผลผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อเปรียบในสายพันธุ์เดียวกัน จะเห็นว่า ผลผลิตของข้าวจะลดลงเมื่อถูกควบคุมด้วยสภาพอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับบุญหงษ์ (2553) ที่กล่าวว่า ภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของข้าวซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาและการสร้างเมล็ดของข้าว โดยจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวเช่นกัน โดยให้ข้อสรุปว่า ผลผลิตที่แตกต่างกันของในแต่ละประเทศนั้นส่วนใหญ่เนื่องมาจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



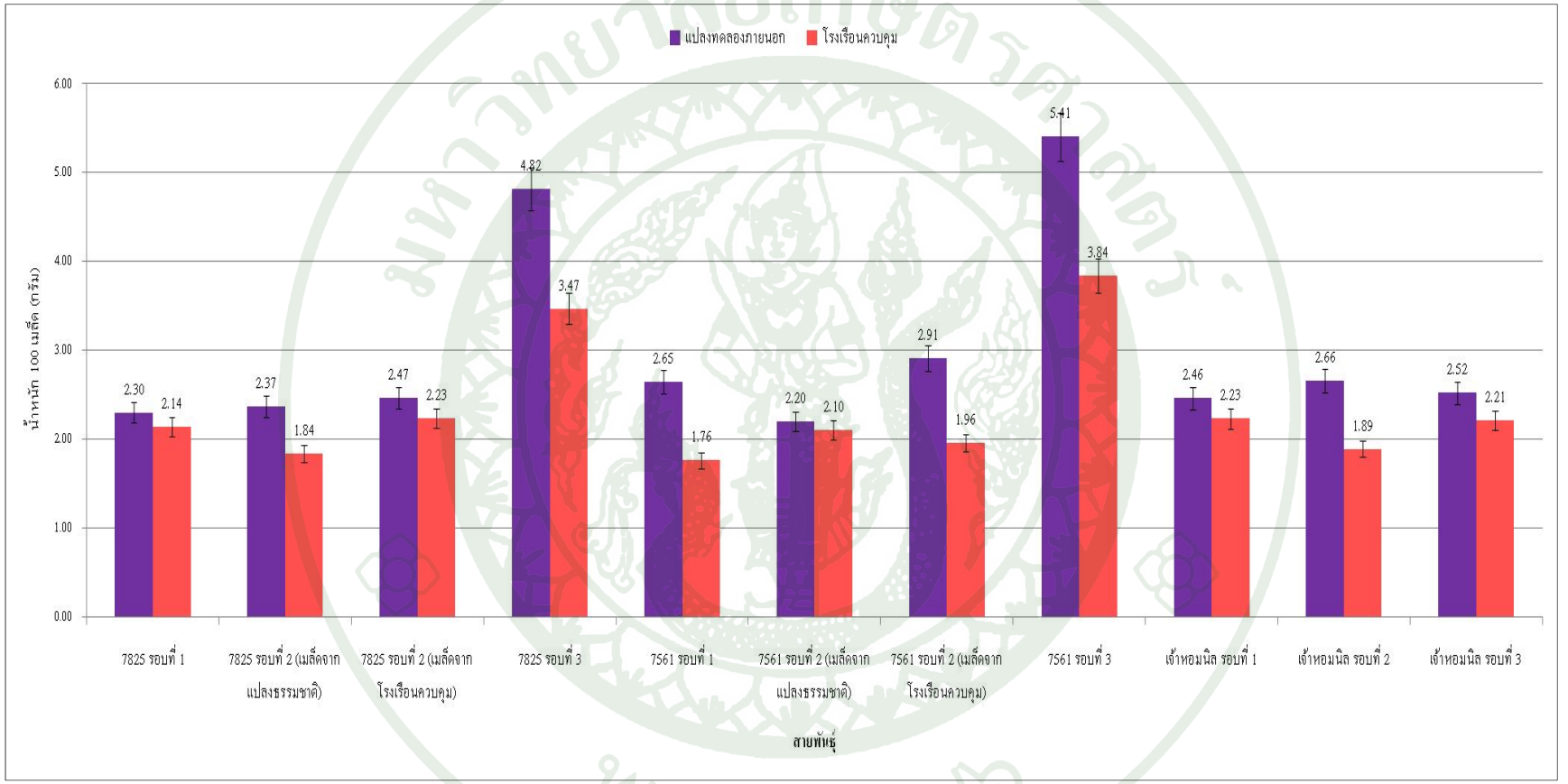
ภาพที่ 43 เปรียบเทียบอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุกรอบการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 44 เปรียบเทียบความยาวรวง (เซนติเมตร) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุกรอบการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 45 เปรียบเทียบน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของสายพันธุ์ M7825 และ M7561 ทุกรอบการคัดเลือกในสภาพแปลงทดลองธรรมชาติและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป

1. อัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ข้าวไทยทั้ง 6 พันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 64.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์สุพรรณบุรี1 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.00 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสองพันธุ์มีความมีชีวิตและการงอกของท่อละอองเกสรสูงด้วย ในขณะที่พันธุ์สินเหล็ก มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 22.60 เปอร์เซ็นต์อีกทั้งมีความมีชีวิตและการงอกของท่อละอองเกสรต่ำที่สุด

2. อัตราการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 48 สายพันธุ์จาก 1,500 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับคือ M8894 M8766 M8473 M8293 M8768 M8287 M8832 M8872 M8990 และ M8216 โดยมีค่าอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 68.34, 65.89, 64.1, 63.17, 63.02, 60.87, 60.41, 60.11, 59.84 และ 58.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 64.17 และ 22.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. อัตราการติดเมล็ดของข้าวทั้ง 48 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมล็ดจากแปลงทดลองธรรมชาติ สายพันธุ์ M7825 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 65.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7892 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 19.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงมีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยสายพันธุ์ M8359 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 58.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7892 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 19.38 เปอร์เซ็นต์

4. อัตราการติดเมล็ดของแต่ละพันธุ์ในการทดลองที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสาย M7825 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุด เท่ากับ 66.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ M7561 ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 15.60 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553ก. **รายงานสภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมีนาคม 2553**. 5 หน้า.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553ข. **รายงานสภาวะอากาศประเทศไทย เดือนเมษายน 2553**. 5 หน้า.

จิราภรณ์ จุธากรณ์, พิศ คงบริรักษ์ และ ชุติมา คตสุก. 2545. **เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประเทศไทย ค.ศ. 2000**. แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=78, 15 กรกฎาคม 2556.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2556. เทคโนโลยีการเกษตร. **เทคโนโลยีชาวบ้าน** 25 (555): 63.

นิรนาม. 2550. **ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว**. แหล่งที่มา: http://dna.kps.ku.ac.th/, 8 กุมภาพันธ์ 2556.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, เจษฎา จงใจดี, สิทธิชัย ลอดแก้ว, สาวิกา กอนแสง และ ศันศนีย์ จำจด. 2553. ผลของอุณหภูมิสูงต่อความมีชีวิตของละอองเรณูและการปฏิสนธิในพันธุ์ข้าวไทย. **วารสารเกษตร** 26 (ฉบับพิเศษ): 29-35.

บุญหงษ์ จงคิด. 2553. **ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปัทมา ศิริธัญญา. 2548. **การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมระบบสองสายพันธุ์โดยใช้ยีน tms2**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

วิไลลักษณ์ สมมุติ. 2544. **การปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ.** ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2550. **เอกสารวิชาการ การวิจัยและพัฒนาการผลิตข้าวในภาคตะวันออก.** หจก.พิมพ์งาม, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้-สกว. 2555. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ชาวสวนลำไยตั้งรับและปรับตัวอย่างไร. **ลำไยสาส์น** 2 (4): 17.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2539. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย**. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 28/2539, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับข้าวไทย**. ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. **ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร** 47 (533): 10-12.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. 2540. **การกลายพันธุ์ของพืช.** ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ แจคำ. 2547. **การผลิตข้าวลูกผสม.** สาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

Baker, J.T. and L.H. Jr Allen. 1993. Effects of CO_2 and temperature on rice: A summary of five growing seasons. **J. Agric. Meteorol. (Japan)** 48: 575-582.

_____. 2004. Yield responses of southern US rice cultivars to CO_2 and temperature. **Agricultural and Forrest Meteorology** 122: 129-137.

Brown, F.B. 1969. Upland rice in Latin America**. Int Rice Comm Newsl** 18: 1-5.

Cao Y.Y., H. Duan, L.N. Yang, Z.Q. Wang, S.C. Zhou and J.C. Yang. 2008. Effect of heat stress during Meiosis on grain yield of rice cultivars differing in heat tolerance and its physiological mechanism. **Acta Agronomic Sinica** 34: 2134-2142.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Caldwell D.G., N. Mc Callum, P. Shaw, G.J. Muehlbauer, D.F. Marshall and R. Waugh. 2004. A structured mutant population for forward and reverse genetics in Barley (*Hordeum vulgare* L.). **Plant Journal** 40: 143-150.

Counce, P.A., D.R. Gealy, T.C. Keisling and T.A. Costello. 2000. Weed levels did not alter rice grain yield response to nitrogen. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 31: 2607-2615.

De Datta, S.K. 1981. **Principles and practices of rice production**. John Willey and Sons, New York.

_____. and P.M. Zarate. 1970. Environmental conditions affecting growth characteristics, Nitrogen response and grain yield of tropical rice. **Biometeorology** 4: 71-89.

Ebrahim M.K., O. Zingsheim, M.N. El-Shourbagy, P.H. Moore and E. Komor. 1998. Growth and sugar Storage in sugarcane grown at temperature below and above optimum. **Plant Physiology** 153: 539-602.

Evans, L.T. and S.K. De Datta. 1979. The relation between irradiance and grain yield of irrigated rice in the tropics, as influenced by cultivar, nitrogen fertilizer application and month of planting. **Field Crops Res**. 2: 1-17.

Erin J. G. and G.W. Haughn. 2005. TILLING without a plough: a new method with applications for reverse genetics. **Plant Biology** 8: 1-5.

FAO. 2000. **Rice situation and outlook**. Item of the Provisional Agenda, Committee on commodity problems. Inter-govermental group on rice, seville.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Foolad M.R. 2005. Breeding for abiotic stress tolerances in tomato, pp. 613-684. *In* M. Ashraf and P.J.C. Harris, eds. **Abiotic stress: Plant resistance through breeding and molecular approaches**. The Howorth Press Inc., New York, USA.

Fukui, H. 1971. Environmental determinants affecting the potential dissemination of high yielding varieties of rice-a case study of the Chao Phraya river basin. pp. 348-374. *In* **Conference on agriculture and economic development**, Tokyo and Hakone, 1971. (mimeo).

Haughn, G.W. and E. J. Gilchrist. 2006. **TILLING in the Botanical Garden: a reverse genetic technique feasible for all plant species. In: Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: Advances and Topical Issues**. 1st ed. Global Science Books, Ltd., London, UK.

Heinrichs V. 1998. Regulation of sex-specific selection of fruitless 5' splice sites by transformer and transformer-2. **Mol. Cell. Biol**. 18(1): 450-458.

Hu W., G. Hu. and B. Han. 2009. Genome-wide survey and expression profiling of heat shock proteins and heat shock factors revealed overlapped and stress specific response under abiotic stresses in rice. **Plant Science** 176: 583-590.

IPPC. 2007. **Sumary for policy makers**. In Climate change 2007: The physical science basis.

IRRI. 1972. **Annual report for 1971**. Los Banos, Philippines.

_____. 1989. **Annual Report for 1989**. IRRI, Manila.

_____. 1985. **The Flowering Response of the Rice Plant to Photoperiod.** 4th ed. The International Rice Research Institute, Philippines.Policy Research Center, Japan.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

IRRI. 2007. Copping with climate change. **Rice Today** 6 (3): 10-14.

Jagadish S.V.K., R. Mathurajan, R. Oane, T.R. Wheeler, S. Heuer, J. Bennett and P.Q. Craufurd. 2010. Physiological and proteomic approaches to address heat tolerance during anthesis in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimantal Botany** 61: 143-156.

Kondo, M. and T. Okamura. 1931. The relationship between water temperature and growth of rice plant II. **Agriculture and Horticulture** 6: 517-530.

Matsubayashi M., N. N. Shikenjo, N. N.G. Kenkyujo. 1963. **Theory and practice of growing rice**. Fuji Publishing, Tokyo.

Matsushima S, H. Ikewada, A. Maeda, S. Honma and H. Niki. 1982. Studies on rice cultivation in the tropics 1 Yielding and ripening responses of the rice plant to the extremely hot and dry climate in Sudan. **Japanese Journal of Tropical Agriculture** 26: 19-25.

Matsui, T., K. Omasa and T. Horie. 2000. High temperature at flowering inhibit swelling of pollen grains, a driving force for thecae dehiscence in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Prod. Sci**. 3: 430-434.

Matsui T. and Omasa K. 2002. Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars tolerant to high temperature at flowering: anther characteristics. **Annals of Botany** 89: 683-687.

Mohammed A.R. and L. Tarpley. 2009. High nighttime temperatures affect rice productivity through altered pollen germination and spikelet fertility. **Agriculture and Forest Meteorology** 149: 999-1008.

Munakata, K., I. Kawasaki, and K. Kariya. 1967. Quantitative studies on the effects of the climatic factors on the productivity of rice. **Bull Chugoku Agric Exp Stn, A**. 14: 59-96.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Murata, Y. 1966. On the influence of solar radiation and air temperature upon the local differences in the productivity of paddy rice in Japan. **Int Rice Comm Newsl**. 15: 20-30.

Oh, E., S.Yamaguchi, J. Hu, J. Yusuke, B. Jung, I. Paik, H.S. Lee, T.P. Sun, Y. Kamiya and G. Choi. 2007. PIL5, a phytochrome-interacting bHLH protein, regulates gibberellin responsiveness by binding directly to the GAI and RGA promoters in Arabidopsis seeds. **Plant Cell** 19: 1192-1208.

Osada, A., V. Sasiprapa, M. Rahong, S. Dhammanuvong and H. Chakrabandhu. 1973. Abnormal occurrence of empty grains of indica rice plants in the dry, hotseason in Thailand. Proc. **Crop Sci. Soc**. 42: 103-109.

Peng, S., J. Huang, J.E. Sheehy, R.C Laza, R.M. Visperas, X. Zhong, G.S. Centeno, G.S Khush and K.G. Cassman. 2004. Rice yield decline with higher night temperature from global warming, pp. 46-56. *In* E.D. Redona, A.P. Castro and G.P. Llanto, eds. **Rice Integrated Crop Management: Towards a RiceCheck syatem in the Philippines**. Nueva Ecija, Philippines, PhilRice.

Perrotta C., A.S. Treglia, G. Mita, E. Giangrande, P. Rampino, G. Ronga, G. Spano and N. Marmiroli. 1998. Analysis of mRNAs from ripening wheat seeds: the effect of high temperature. **Cereal Science** 27: 127-132.

Prasad, P.V.V., K. J. Boote, L.H. Allen, 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 Crops Res**. 95: 398-411.

Satake T. and S. Yoshida. 1978. High temperature-induced sterility in indica rice at flowering. **Japanese Journal of Crop Science** 47: 6-10.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sato, K. 1972. Growth responses of rice plant to environmental conditions. The effect of air-temperature on the growth at vegetative stage (in Japanese, English summary). **Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.** 41: 388-393.

Slade, A., L. Sadler, C. de Dios-Kenn, D. Webb, J. Ezepchick and L. Mayes. (2005c). Minding the baby: A reflective parenting program. **Psychoanalytic Study of the Child** 60: 74-100.

Stansel, J.W. 1975. Effective utilization of sunlight. In Texas Agricultural Experiment Station, In cooperation with the U.S. Department of Agriculture. Six decades of rice research in Texas. **Res Monogr** 4: 7-15.

Till B.J., S.H. Reynolds, E.A. Greene, C.A. Codomo, L.C. Enns, J.E. Johnson, C. Burtner, A.R. Odden, K. Young and N.E. Taylor. 2003. Large-scale discovery of induced point mutations with high-throughput TILLING. **Genome Res** 13: 524-530.

_____. 2007. Discovery of chemically induced mutations in rice by TILLING. **BMC Plant Biol** 7: 19.

Wadsworth, R.M. 1959. On optimum wind speed for plant growth. **Ann Bot N S** 23: 195-199.

Wahid A., Gelani S., M. Ashraf and M.R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. **Environmental and Experimental Botany** 61: 199-223.

Weaich K., K.L.Briston and A. Cass. 1996. Modeling preemergent maize shoot growth. II. High temperature stress conditions. **Agricultural Journal** 88: 398-403.

Wu, Q., Y. Zhang, J. Xu and P. Shen. 2005. Regulation of hunger-driven behaviors by neural ribosomal S6 kinase in Drosophila. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** 102 (37): 13289-13294.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yoshida, S. and S.B. Ahn. 1968. The accumulation process of carbohydrate in rice varieties in relation to their response to nitrogen in the tropics. **Soil Sc Plant Nutr**. 14: 153-161.

_____. 1972. Physiological aspects of grain yield. **Annu Rev Plant Physiol**. 23: 437-464.

_____. and T.T. Parao. 1976. **Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics,** p.369. *In* IRRI, eds. **Climate and rice**. Los Banos, Philippines.

_____. 1978. **Tropical Climate and its Influence on Rice**. IRRI Research Paper Series 20. Los Baos, The Philippines.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการติดเมล็ดรอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลาย จำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M7557	80.33 ± 8.52	51.04 ± 22.34	65.68 ± 20.71	36.46
M7561	75.53 ± 9.63	57.21 ± 13.45	66.37 ± 12.95	24.26
M7589	80.51 ± 8.45	50.1 ± 14.42	65.31 ± 21.50	37.77
M7611	80.01 ± 1.23	52.05 ± 6.51	66.03 ± 19.77	34.95
M7633	81.58 ± 7.04	51.12 ± 5.61	66.35 ± 21.54	37.34
M7811	63.61 ± 9.01	51.64 ± 26.95	57.63 ± 8.46	18.82
M7812	72.84 ± 30.00	54.76 ± 16.77	63.80 ± 12.78	24.82
M7825	72.11 ± 6.60	54.56 ± 14.96	63.34 ± 12.41	24.34
M7892	82.76 ± 14.30	56.47 ± 21.09	69.62 ± 18.59	31.77
M7897	82.44 ± 2.35	56.62 ± 13.54	69.53 ± 18.26	31.32
M8037	81.34 ± 10.52	54.72 ± 3.64	68.03 ± 18.82	32.73
M8053	78.93 ± 11.28	54.17 ± 8.08	66.55 ± 17.51	31.37
M8066	82.19 ± 2.93	55.21 ± 20.38	68.70 ± 19.08	32.83
M8070	81.55 ± 19.11	52.41 ± 20.10	66.98 ± 20.61	35.73
M8073	81.1 ± 3.50	53.56 ± 9.61	67.33 ± 19.47	33.96
M8094	72.87 ± 14.11	51.15 ± 14.59	62.01 ± 15.36	29.81
M8140	82.75 ± 6.58	53.54 ± 13.78	68.15 ± 20.65	35.30
M8216	89.67 ± 5.42	58.54 ± 16.54	74.11 ± 22.01	34.72
M8282	80.35 ± 4.71	54.32 ± 21.06	67.34 ± 18.41	32.40
M8286	86.71 ± 6.06	50.17 ± 15.36	68.44 ± 25.84	42.14
M8287	84.04 ± 9.59	60.87 ± 10.82	72.45 ± 16.38	27.57
M8293	74.58 ± 23.66	63.17 ± 13.33	68.88 ± 8.07	15.30
M8336	81.98 ± 8.31	53.85 ± 23.13	67.92 ± 19.89	34.31
M8338	72.43 ± 6.64	51.3 ± 22.54	61.87 ± 14.94	29.17
M8342	85.28 ± 7.23	54.47 ± 9.85	69.88 ± 21.79	36.13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M8355	73.53 ± 7.72	54.09 ± 27.20	63.81 ± 13.75	26.44
M8359	82.56 ± 7.63	50.50 ± 14.03	66.53 ± 22.67	38.83
M8440	82.47 ± 9.07	50.62 ± 17.53	66.55 ± 22.52	38.62
M8458	67.80 ± 17.41	52.41 ± 14.37	60.11 ± 10.88	22.70
M8461	80.97 ± 8.18	54.61 ± 6.03	67.79 ± 18.64	32.56
M8473	78.29 ± 5.19	64.1 ± 21.02	71.19 ± 10.03	18.12
M8480	70.54 ± 9.34	56.94 ± 3.45	63.74 ± 9.62	19.28
M8687	75.36 ± 9.14	50.81 ± 16.89	63.09 ± 17.36	32.58
M8766	76.79 ± 9.35	65.89 ± 22.52	71.34 ± 7.71	14.19
M8767	86.13 ± 4.90	57.30 ± 16.21	71.72 ± 20.39	33.47
M8768	82.32 ± 8.38	63.02 ± 15.64	72.67 ± 13.65	23.45
M8779	56.27 ± 26.35	51.88 ± 17.61	54.08 ± 3.10	7.80
M8813	75.62 ± 4.23	57.87 ± 14.21	66.75 ± 12.55	23.47
M8820	78.90 ± 8.31	51.32 ± 17.00	65.11 ± 19.50	34.96
M8832	80.39 ± 9.44	60.41 ± 10.44	70.4 ± 14.13	24.85
M8853	76.22 ± 8.05	51.68 ± 15.12	63.95 ± 17.35	32.20
M8866	79.35 ± 6.05	55.47 ± 16.01	67.41 ± 16.89	30.09
M8869	80.81 ± 6.95	53.58 ± 12.03	67.20 ± 19.25	33.70
M8872	80.15 ± 4.56	60.11 ± 16.80	70.13 ± 14.17	25.00
M8891	83.60 ± 12.34	51.70 ± 27.94	67.65 ± 22.56	38.16
M8894	73.21 ± 35.51	68.34 ± 11.98	70.78 ± 3.44	6.65
M8990	70.69 ± 10.12	59.84 ± 5.87	65.26 ± 7.67	15.35
M9000	58.85 ± 30.73	55.47 ± 13.66	57.16 ± 2.39	5.74
เจ้าหอมนิล	67.37 ± 6.17	64.17 ± 2.30	65.77 ± 2.26	4.75
สินเหล็ก	59.03 ± 3.77	22.6 ± 1.44	40.82 ± 25.76	61.71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนัก 100 เมล็ด รอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์

สายพันธุ์	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M7557	2.30 ± 2.21	2.14 ± 3.21	2.22 ± 2.45	6.96
M7561	2.20 ± 4.31	2.10 ± 5.76	2.15 ± 6.23	4.55
M7589	2.78 ± 0.12	2.56 ± 0.13	2.67 ± 0.16	7.91
M7611	2.34 ± 3.23	2.16 ± 2.35	2.25 ± 3.12	7.69
M7633	2.56 ± 0.24	2.42 ± 0.19	2.49 ± 0.10	5.47
M7811	1.74 ± 0.83	1.86 ± 5.43	1.80 ± 0.41	-6.90
M7812	2.04 ± 1.23	2.02 ± 6.34	2.03 ± 5.78	0.98
M7825	2.30 ± 0.18	2.14 ± 0.14	2.22 ± 0.12	6.96
M7892	2.06 ± 2.34	2.02 ± 2.24	2.04 ± 4.79	1.94
M7897	2.46 ± 4.98	2.22 ± 6.98	2.34 ± 9.69	9.76
M8037	2.40 ± 0.34	2.20 ± 0.25	2.30 ± 0.37	8.33
M8053	2.56 ± 0.17	2.40 ± 0.12	2.48 ± 0.11	6.25
M8066	2.18 ± 1.89	2.08 ± 1.43	2.13 ± 1.59	4.59
M8070	2.64 ± 0.23	2.42 ± 0.18	2.53 ± 0.16	8.33
M8073	1.96 ± 0.19	2.01 ± 0.17	1.98 ± 0.17	-2.55
M8094	2.44 ± 2.31	2.20 ± 2.56	2.32 ± 2.89	9.84
M8140	2.34 ± 7.65	2.16 ± 9.79	2.25 ± 10.76	7.69
M8216	2.50 ± 0.11	2.26 ± 0.15	2.38 ± 0.14	9.60
M8282	2.06 ± 0.57	2.02 ± 0.68	2.04 ± 0.98	1.94
M8286	1.92 ± 1.78	1.90 ± 1.94	1.91 ± 1.87	1.04
M8287	2.50 ± 3.98	2.27 ± 4.76	2.39 ± 7.99	9.20
M8293	2.14 ± 6.77	2.07 ± 5.32	2.11 ± 9.78	3.27
M8336	2.20 ± 0.19	2.08 ± 0.14	2.14 ± 1.40	5.45
M8338	2.40 ± 0.23	2.18 ± 2.45	2.29 ± 2.65	9.17
M8342	2.22 ± 0.13	2.10 ± 0.17	2.16 ± 0.37	5.41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

สายพันธุ์	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M8355	2.52 ± 0.26	2.28 ± 0.11	2.40 ± 0.17	9.52
M8359	2.62 ± 0.14	2.42 ± 0.22	2.52 ± 0.14	7.63
M8440	2.10 ± 1.45	2.04 ± 1.56	2.07 ± 1.98	2.86
M8458	2.24 ± 0.43	2.12 ± 0.45	2.18 ± 3.45	5.36
M8461	3.12 ± 0.21	2.70 ± 0.27	2.91 ± 0.30	13.46
M8473	1.94 ± 4.23	1.98 ± 2.16	1.96 ± 4.24	-2.06
M8480	2.00 ± 0.18	2.01 ± 0.26	2.01 ± 2.45	-0.50
M8687	2.10 ± 6.78	2.04 ± 7.89	2.07 ± 10.23	2.86
M8766	2.24 ± 1.67	2.12 ± 1.78	2.18 ± 3.90	5.36
M8767	2.26 ± 1.98	2.12 ± 1.67	2.19 ± 7.86	6.19
M8768	2.18 ± 2.16	2.08 ± 3.45	2.13 ± 5.87	4.59
M8779	1.74 ± 3.11	1.78 ± 8.56	1.76 ± 11.09	-2.30
M8813	1.96 ± 0.11	2.01 ± 0.25	1.99 ± 1.78	-2.55
M8820	2.30 ± 2.32	2.14 ± 2.16	2.22 ± 2.32	6.96
M8832	2.56 ± 0.11	2.34 ± 0.17	2.45 ± 0.16	8.59
M8853	2.36 ± 1.65	2.18 ± 1.98	2.27 ± 5.76	7.63
M8866	2.32 ± 0.65	2.16 ± 0.12	2.24 ± 0.45	6.90
M8869	2.46 ± 1.34	2.22 ± 1.65	2.34 ± 2.47	9.76
M8872	2.40 ± 1.67	2.19 ± 1.32	2.29 ± 3.21	8.75
M8891	2.18 ± 4.13	2.07 ± 3.12	2.13 ± 6.14	5.05
M8894	2.56 ± 0.13	2.32 ± 0.20	2.44 ± 0.17	9.38
M8990	2.18 ± 0.19	2.08 ± 0.17	2.13 ± 0.34	4.59
M9000	2.72 ± 0.19	2.43 ± 0.17	2.58± 0.21	10.66
เจ้าหอมนิล	2.46 ± 0.21	2.23 ± 0.12	2.35 ± 0.16	9.35
สินเหล็ก	2.23 ± 0.22	1.73 ± 0.13	1.98 ± 0.35	22.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ความยาวรวง รอบการคัดเลือกที่ 1 ของข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายจำนวน 48 สายพันธุ์ จาก 1,500 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M7557	22.17 ± 1.33	20.17 ± 0.75	21.17 ± 1.41	9.02
M7561	20.50 ± 2.07	17.60 ± 3.44	19.05 ± 2.05	14.15
M7589	19.00 ± 1.26	20.25 ± 0.88	19.63 ± 0.88	-6.58
M7611	20.67 ± 1.63	21.33 ± 1.51	21.00 ± 0.47	-3.19
M7633	22.17 ± 0.75	21.00 ± 1.67	21.59 ± 0.83	5.28
M7811	19.40 ± 1.52	18.17 ± 2.48	18.79 ± 0.87	6.34
M7812	18.00 ± 1.22	19.17 ± 1.47	18.59 ± 0.83	-6.50
M7825	19.20 ± 3.27	22.17 ± 1.17	20.69 ± 2.10	-15.47
M7892	20.00 ± 2.19	18.20 ± 1.03	19.10 ± 1.27	9.00
M7897	19.00 ± 1.03	21.67 ± 1.21	20.34 ± 1.89	-14.05
M8037	20.67 ± 1.41	20.67 ± 1.83	20.67 ± 0.00	0.00
M8053	20.67 ± 1.17	20.14 ± 1.41	20.41 ± 0.37	2.56
M8066	19.00 ± 1.67	21.17 ± 1.21	20.09 ± 1.53	-11.42
M8070	19.17 ± 1.47	20.00 ± 1.17	19.59 ± 0.59	-4.33
M8073	20.00 ± 2.32	21.33 ± 1.72	20.67 ± 0.94	-6.65
M8094	20.17 ± 3.14	20.17 ± 2.43	20.17 ± 0.00	0.00
M8140	19.17 ± 0.41	20.15 ± 2.64	19.66 ± 0.69	-5.11
M8216	18.83 ± 2.42	19.50 ± 1.75	19.17 ± 0.47	-3.56
M8282	17.67 ± 2.14	20.50 ± 4.24	19.09 ± 2.00	-16.02
M8286	21.17 ± 2.50	20.14 ± 2.77	20.66 ± 0.73	4.87
M8287	19.67 ± 1.47	18.17 ± 1.92	18.92 ± 1.06	7.63
M8293	16.17 ± 2.42	18.00 ± 2.56	17.00 ± 1.29	-11.32
M8336	18.17 ± 1.47	17.00 ± 2.34	17.59 ± 0.83	6.44
M8338	21.17 ± 1.47	17.67 ± 3.20	19.42 ± 2.47	16.53
M8342	18.67 ± 2.35	15.20 ± 1.67	16.94 ± 2.45	18.59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร)		ค่าเฉลี่ย ± sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	แปลงทดลองธรรมชาติ	โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
M8355	17.33 ± 1.72	18.67 ± 1.17	18.00 ± 0.95	-7.73
M8359	18.60 ± 1.41	18.50 ± 2.26	18.55 ± 0.07	0.54
M8440	21.17 ± 1.55	17.20 ± 3.95	19.19 ± 2.81	18.75
M8458	19.67 ± 1.38	19.17 ± 1.63	19.42 ± 0.35	2.54
M8461	18.83 ± 1.03	17.33 ± 2.99	18.08 ± 1.06	7.97
M8473	20.50 ± 1.38	17.60 ± 2.75	19.05 ± 2.05	14.15
M8480	20.17 ± 1.94	17.60 ± 2.07	18.89 ± 1.82	12.74
M8687	21.17 ± 1.21	18.25 ± 3.03	19.71 ± 2.06	13.79
M8766	19.00 ± 1.47	17.00 ± 5.42	18.00 ± 1.41	10.53
M8767	18.50 ± 1.83	16.00 ± 1.47	17.25 ± 1.77	13.51
M8768	18.67 ± 1.63	19.75 ± 1.58	19.21 ± 0.76	-5.78
M8779	22.50 ± 1.22	14.25 ± 1.87	18.38 ± 5.83	36.67
M8813	18.83 ± 0.58	14.40 ± 0.75	16.62 ± 3.13	23.53
M8820	18.33 ± 2.48	17.00 ± 2.07	17.67 ± 0.94	7.26
M8832	17.17 ± 3.88	18.17 ± 1.26	17.67 ± 0.71	-5.82
M8853	17.17 ± 1.38	20.15 ± 3.31	18.66 ± 2.11	-17.36
M8866	18.67 ± 1.60	18.00 ± 2.43	18.34 ± 0.47	3.59
M8869	16.00 ± 1.72	18.50 ± 2.50	17.25 ± 1.77	-15.63
M8872	19.33 ± 2.42	19.17 ± 1.86	19.25 ± 0.11	0.83
M8891	15.83 ± 3.74	18.75 ± 1.21	17.29 ± 2.06	-18.45
M8894	19.83 ± 5.18	19.40 ± 1.97	19.62 ± 0.30	2.17
M8990	18.33 ± 2.79	16.00 ± 2.50	17.17 ± 1.65	12.71
M9000	19.17 ± 2.55	15.83 ± 2.14	17.50 ± 2.36	17.42
เจ้าหอมนิล	21.79 ± 2.47	21.78 ± 0.45	21.02 ± 0.02	0.14
สินเหล็ก	22.36 ± 0.47	15.39 ± 0.75	18.27 ± 4.57	30.09

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7825	65.31 [2/]a [3/]B	78.99 a-d A	17.32	46.08 [2/]c-k [3/]B	79.11 a-b A	41.76
M7561	59.26 a-b B	78.47 a-e A	24.48	38.26 f-n B	71.32 b-i A	46.35
M8094	59.13 a-c A	64.84 j-n A	6.18	48.82 b-k B	70.72 b-j A	30.98
M8140	57.39 a-d B	71.36 b-l A	19.57	50.71 a-j B	66.16 e-n A	23.36
M8037	56.67 a-d B	69.35 d-m A	18.29	51.73 a-i B	73.03 a-g A	29.16
M7557	53.82 a-e B	80.89 a-c A	33.47	53.15 a-g B	74.99 a-e A	29.13
M7812	53.59 a-f B	77.52 a-f A	30.88	48.04 b-k B	82.50 a A	41.78
M8216	53.56 a-f B	61.79 l-o A	13.33	52.16 a-h B	64.77 f-o A	19.48
M7897	53.46 a-f B	75.38 a-h A	29.09	37.22 h-n B	79.21 ab A	53.02
M8070	52.28 a-g B	62.68 k-n A	16.60	56.96 a-c A	58.13 m-o A	2.02
M8338	51.62 a-h B	66.50 h-n A	22.38	44.17 c-n B	67.48 d-m A	34.54
M8073	50.85 a-I A	52.49 o A	3.12	37.17 h-n B	69.00 c-kl A	46.13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7589	50.81 a-I B	81.41 a A	37.59	41.16 d-n B	71.75 b-h A	42.64
M8066	50.14 b-I B	69.06 e-m A	27.39	53.11 a-g A	56.58 n-o A	6.15
M8053	49.68 b-j B	67.53 g-n A	26.43	56.53 a-d B	67.14 d-m A	15.81
M8687	49.60 b-j B	69.23 d-m A	28.35	46.21 c-k B	60.06 l-o A	23.06
M8461	49.11 b-k B	67.33 g-n A	27.07	38.14 g-n B	67.59 d-m A	43.57
M8282	49.07 b-k B	65.55 i-n A	25.15	51.80 a-i B	63.12 g-o A	17.93
M8813	48.81 b-k B	71.36 b-l A	31.60	47.65 b-k B	69.44 b-l A	31.39
M8359	45.91 c-l B	73.68 a-j A	37.69	58.31 a-b A	63.04 g-o A	-4.56
M9000	45.44 c-l B	58.81 n-o A	22.74	40.18 e-n B	69.21 b-l A	41.95
M7611	45.21 c-m B	81.03 a-b A	44.20	38.35 f-n B	69.46 b-l A	44.79
M7633	43.72 d-m B	73.96 a-j A	40.88	44.77 c-n B	74.85 a-e A	40.19
M8779	43.56 d-m B	74.95 a-I A	41.88	46.80 c-k B	60.91 j-o A	23.17
M8287	43.41 d-m B	66.20 h-n A	34.43	45.60 c-m B	64.15 g-o A	28.92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8820	41.46 e-n B	76.83 a-g A	46.03	39.04 f-n B	66.26 e-n A	41.09
M8832	41.42 e-n B	65.18 i-n A	36.46	40.54 e-n B	61.66 i-o A	34.25
M8767	41.28 e-n B	74.94 a-I A	44.91	36.29 i-n B	78.78 a-c A	53.94
M8866	40.82 e-n B	66.03 h-n A	38.18	55.61 a-e B	66.50 e-n A	16.38
M8342	39.64 e-o B	70.71 d-l A	43.95	47.39 c-k B	69.45 b-l A	31.76
M8355	39.25 f-o B	69.99 d-m A	43.92	34.11 k-o B	65.73 e-n A	48.11
M8990	38.28 g-o B	62.71 k-n A	38.96	35.77 j-n B	62.27 h-o A	42.55
M8458	37.43 h-o B	71.81 a-k A	47.89	33.19 a-f B	56.70 n-o A	41.46
M8440	37.33 h-o B	67.15 g-n A	44.40	53.82 a-f B	65.43 e-o A	17.75
M8766	37.31 h-o B	62.73 k-n A	40.52	35.07 j-n B	55.70 o A	37.03
M8480	36.95 i-o B	72.23 a-k A	48.84	30.09 m-o B	66.32 e-n A	54.63
M8473	36.41 i-o B	67.59 g-n A	46.13	29.55 n-o B	70.24 b-k A	57.94
M8768	35.34 j-o B	64.35 j-n A	45.08	29.70 n-o B	66.84 e-m A	55.56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8293	35.03 kl-o B	66.01 h-n A	46.94	37.69 g-n B	63.32 g-o A	40.48
M8869	34.07 l-p B	68.22 f-n A	50.06	29.70 n-o B	67.89 d-m A	56.25
M7811	33.40 l-p B	73.41 a-j A	54.50	34.89 k-o B	71.59 b-i A	51.26
M8286	33.06 l-p B	66.06 h-n A	49.95	60.44 k-o A	30.31 l-o B	49.84
M8891	32.93 l-p B	64.58 j-n A	49.01	45.84 c-l B	74.62 a-f A	38.57
M8872	32.63 l-p B	68.63 f-m A	52.45	33.61 k-o B	64.52 g-o A	47.90
M8853	30.82 m-p B	71.33 b-l A	56.79	37.37 h-n B	77.02 a-d A	51.49
M8894	28.18 n-p B	61.99 l-o A	54.55	34.09 k-o B	66.79 e-m A	48.96
M8336	26.20 ap B	65.81 h-n A	60.20	44.27 c-n B	59.94 l-o A	26.15
M7892	19.68 p B	71.15 c-l A	72.34	19.38 o B	71.34 b-i A	72.84
เจ้าหอมนิล	63.19 a-b A	69.39 d-m A	8.94	63.19 a-b A	69.39 b-l A	8.94
สินเหล็ก	37.36 h-o B	60.43 m-o A	38.18	37.36 h-n B	60.43 k-o A	38.18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)			อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
F-test	**	**		**	**	
ค่าเฉลี่ย	[1/]B 44.03	A 69.22		[1/] B 42.77	A 67.46	
CV (%)		12.31			11.43	

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความยาวรวง (เซนติเมตร)			ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7825	20.52[2/]a-c[3/]A	21.13 c-h A	2.89	19.67 [2/]a-f[3/]B	21.58 c-f A	8.83
M7561	19.85 a-f B	21.93 c-e A	9.51	19.33 a-g A	19.74 h-k A	2.05
M8094	20.07 a-e B	20.75 c-h A	3.28	19.02 b-i B	22.50 b-c A	15.46
M8140	17.43 g-p B	22.77 b-c A	23.46	19.42 a-g B	22.15 b-c A	12.32
M8037	20.82 a-b A	19.74 e-j A	-5.51	20.65 a-b B	22.49 b-c A	8.14
M7557	20.04 a-e A	21.26 c-h A	5.73	18.12 e-n B	20.30 e-j A	10.74
M7812	19.51 a-i B	21.59 c-g A	9.65	19.97 a-d A	21.00 c-h A	4.93
M8216	16.19 m-v B	20.28 d-i A	20.18	17.91 f-o B	22.10 b-c A	18.94
M7897	19.22 a-j A	20.73 c-h A	7.32	18.77 c-k B	22.37 b-c A	16.12
M8070	19.78 a-g B	20.72 c-h A	4.51	18.00 f-n B	21.25 c-g A	15.28
M8338	14.60 t-v B	21.63 c-f A	32.50	17.95 f-n B	21.11 c-h A	14.95
M8073	15.47 o-v B	21.97 c-e A	29.59	19.35 a-g B	21.38 c-f A	15.21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความยาวรวง (เซนติเมตร)			ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7589	20.31 a-d A	20.43 d-i A	0.59	17.90 f-o B	20.36 e-j A	12.08
M8066	18.69 a-l B	22.58 cd A	17.25	18.84 b-j B	20.44 d-j A	7.79
M8053	18.57 b-m B	21.07 c-h A	11.88	16.80 l-r B	23.13 b A	27.35
M8687	13.91 v B	16.08 l-m A	13.47	15.30 q-t B	18.00 n-q A	15.00
M8461	19.74 a-g A	19.19 h-k A	-2.89	18.58 d-l B	24.69 a A	24.76
M8282	17.94 d-n B	26.17 a A	31.45	18.81 b-j B	22.26 b-c A	15.50
M8813	17.75 e-o A	15.82 m B	-12.16	15.75 p-t B	18.52 k-o A	14.96
M8359	18.65 a-l B	20.32 d-i A	8.25	18.23 d-m B	22.25 b-c A	18.10
M9000	14.75 s-v B	16.67 l-m A	11.49	14.88 s-t B	19.48 j-n A	23.61
M7611	19.03 a-k B	21.38 c-h A	11.00	19.95 a-e A	19.83 g-k A	-0.59
M7633	18.88 a-k B	21.12 c-h A	10.60	19.42 a-g A	20.14 f-j A	3.57
M8779	15.25 p-v A	16.86 l-m A	9.56	15.00 r-t B	18.12 m-p A	17.20
M8287	18.94 a-k B	21.58 c-g A	12.26	17.40 h-p B	21.44 c-f A	18.84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความยาวรวง (เซนติเมตร)			ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8820	14.91 s-v B	17.24 k-m A	13.45	16.94 k-q B	18.14 l-p A	6.60
M8832	15.04 q-v A	16.70 l-m A	9.97	15.77 p-t B	16.50 q-s A	4.44
M8767	16.01 n-v A	16.82 l-m A	4.86	18.08 f-n A	16.24 r-s B	-11.30
M8866	17.03 j-s A	16.12 l-m A	-5.69	16.68 m-s A	21.30 c-g A	21.71
M8342	18.44 c-m B	21.06 c-h A	12.45	18.45 d-m B	21.88 b-d A	15.66
M8355	17.65 f-o B	25.00 a-b A	29.39	17.17 j-p B	19.58 i-m A	12.29
M8990	15.94 n-v A	15.63 m A	-1.98	16.75 l-r B	18.19 l-p A	7.90
M8458	18.29 c-n B	21.28 c-h A	14.05	20.57 a-c A	19.64 h-l A	-4.77
M8440	19.03 a-k B	21.33 c-h A	10.79	17.80 g-o B	25.13 a A	29.15
M8766	15.50 o-v B	17.19 k-m A	9.83	14.75 t B	17.313 o-r A	14.80
M8480	17.77 e-o B	19.25 h-k A	7.68	18.10 f-n B	21.56 c-f A	16.06
M8473	18.71 a-l A	19.28 g-k A	2.94	19.18 a-h B	21.75 b-e A	11.85
M8768	15.02 r-v B	17.78 j-m A	15.53	17.33 i-p B	18.60 k-o A	6.86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความยาวรวง (เซนติเมตร)			ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8293	19.15 a-jk B	21.66 c-e A	11.60	19.40 a-g B	21.71 b-e A	10.63
M8869	17.40 g-q B	19.33 f-k A	9.96	17.29 i-p A	18.42 k-o A	6.10
M7811	18.20 c-n B	19.94 e-j A	8.73	19.24 a-g B	21.11 c-h A	8.82
M8286	16.40 l-u B	21.83 c-e A	24.91	17.84 f-o B	19.18 j-n A	7.00
M8891	16.81 k-t A	17.03 k-m A	1.33	16.28 n-t A	16.69 p-r A	2.43
M8872	17.13 i-s A	17.18 k-m A	0.28	16.35 n-t A	16.38 r-s A	0.18
M8853	18.19 c-n A	18.15 i-l A	-0.23	16.75 l-r A	16.58 q-r A	-1.01
M8894	14.03 u-v B	16.65 l-m A	15.70	16.09 o-t A	15.04 s A	-6.99
M8336	17.34 h-r B	21.15 c-h A	17.97	17.88 f-o B	21.91 b-d A	18.41
M7892	19.68 a-h A	20.87 c-h A	5.72	19.38 a-g B	22.23 b-c A	12.81
เจ้าหอมนิล	21.00 a A	21.07 c-h A	0.33	21.00 a A	21.07 c-i A	0.33
สินเหล็ก	15.21 p-v B	21.60 c-f A	29.60	15.21 q-t B	21.6 c-f A	29.60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความยาวรวง (เซนติเมตร)			ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
F-test	**	**		**	**	
ค่าเฉลี่ย	[1/]B 17.76	A 19.93		[1/]B 17.97	A 20.31	
CV (%)		0.00			0.00	

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7825	1.84 [2/] k-p [3/] B	2.37 e-f A	22.39	2.23 [2/] a-d [3/] B	2.47 f-k A	9.38
M7561	1.76 m-p B	2.64 b-d A	33.46	1.96 e-j B	2.91 a-b A	32.70
M8094	2.09 c-k B	2.42 e-f A	13.64	2.21 a-e B	2.66 b-g A	16.92
M8140	2.16 b-h B	2.54 c-e A	14.96	2.30 a-b B	2.72 b-f A	15.44
M8037	1.66 o-p B	3.02 a A	45.08	1.75 j-k B	1.94 m A	9.50
M7557	2.06 d-l A	2.11 h-i A	2.49	1.96 e-j B	2.86 a-d A	31.39
M7812	2.09 c-k A	2.15 g-h A	2.68	2.04 c-i B	2.47 f-k A	17.63
M8216	2.10 c-k A	2.37 e-f A	11.39	2.20 a-f B	2.53 e-j A	13.04
M7897	2.00 e-m B	2.64 b-d A	24.17	2.04 c-i B	2.54 e-j A	19.72
M8070	2.29 a-d A	2.33 f-g A	1.72	2.12 b-i A	2.35 i-l A	9.79
M8338	2.13 b-i B	2.37 e-f A	10.13	2.10 b-i B	2.36 h-l A	11.02
M8073	2.24 a-e A	2.35 e-g A	4.68	1.97 e-j B	2.48 f-k A	20.56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7589	1.80 l-p A	1.91 i A	6.14	2.12 b-i B	3.08 a A	31.11
M8066	2.23 a-e A	2.41 e-f A	7.47	2.23 a-d B	2.47 f-k A	9.72
M8053	2.26 a-e A	2.39 e-f A	5.44	2.09 b-i B	2.66 b-g A	21.43
M8687	1.95 g-n B	2.11 h-i A	7.58	2.14 b-i A	2.29 j-l A	6.55
M8461	2.35 a-c B	2.49 c-f A	5.62	2.18 a-f A	2.36 h-l A	7.63
M8282	2.15 b-i B	2.51 c-f A	14.34	2.43 a A	2.51 e-j A	3.19
M8813	2.46 a A	2.41 e-f A	-2.07	2.21 a-e A	2.32 j-l A	4.74
M8359	2.22 a-f A	2.40 e-f A	7.50	2.03 c-i B	2.40 g-l A	15.42
M9000	2.39 a-b A	2.40 e-f A	0.42	2.13 b-i B	2.48 f-k A	14.11
M7611	1.89 i-o B	2.80 b A	32.56	1.91 g-j B	2.30 j-l A	17.09
M7633	1.94 h-n A	2.07 h-i A	6.30	1.91 g-j B	2.89 a-c A	33.69
M8779	2.31 a-d A	2.37 e-f A	2.53	2.00 d-j B	2.51 e-j A	20.32
M8287	2.13 b-i B	2.49 c-f A	14.57	2.31 a-b A	2.52 e-j A	8.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8820	2.06 d-l B	2.37 e-f A	13.08	2.24 a-d A	2.42 g-l A	7.44
M8832	2.09 c-k B	2.45 d-f A	14.69	2.09 b-i B	2.31 j-l A	9.52
M8767	2.31 a-d A	2.43 e-f A	4.94	2.11 b-i B	2.60 d-i A	18.85
M8866	2.35 a-c A	2.42 ef A	2.89	2.20 a-f B	2.50 e-k A	12.00
M8342	2.09 c-k A	1.99 h-i A	-5.03	2.02 d-i B	2.46 f-k A	17.89
M8355	2.28 a-d A	2.46 c-f A	7.32	2.30 a-b B	2.56 e-j A	10.16
M8990	2.11 c-j B	2.44 d-f A	13.52	2.31 ab A	2.46 f-k A	6.10
M8458	2.29 a-d A	2.38 e-f A	3.78	2.16 b-g B	2.43 g-l A	11.11
M8440	1.96 f-n B	2.53 c-f A	22.63	2.24 a-d B	2.63 c-h A	14.83
M8766	2.27 a-d A	2.40 e-f A	5.42	2.18 a-f B	2.49 e-k A	12.45
M8480	2.2 a-h B	2.53 c-f A	13.04	2.15 b-h B	2.34 i-l A	8.12
M8473	2.11 c-j B	2.55 c-e A	17.25	1.95 f-j B	2.23 k-l A	12.56
M8768	1.63 o-p B	2.41 e-f A	32.37	2.23 a-d B	2.41 g-l A	7.47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8293	2.24 a-e B	2.54 c-e A	11.81	2.24 a-d B	2.51 e-j A	10.76
M8869	2.30 a-d A	2.53 c-f A	9.09	2.08 b-i B	2.50 e-k A	16.80
M7811	1.85 j-p A	1.96 h-i A	5.24	1.92 g-j B	2.76 b-e A	30.53
M8286	1.95 g-n B	2.46 c-f A	20.73	2.14 b-i B	2.50 e-jk A	14.40
M8891	2.12 c-j B	2.38 e-f A	10.92	2.04 c-i B	2.55 e-j A	20.00
M8872	2.21 a-g B	2.44 d-f A	9.43	2.1 b-i B	2.51 e-j A	16.33
M8853	2.30 a-d A	2.36 e-f A	2.54	2.28 a-c A	2.33 i-l A	2.15
M8894	2.00 e-m B	2.52 c-f A	20.63	2.18 a-f A	2.17 l-m A	-0.46
M8336	1.94 h-n B	2.45 d-f A	20.82	1.90 g-j B	2.35 i-l A	19.04
M7892	1.72 n-p B	2.11 h-i A	18.39	1.89 h-j B	2.66 b-g A	28.91
เจ้าหอมนิล	1.89 i-o B	2.66 b-c A	28.97	1.89 i-j B	2.66 b-g A	28.92
สินเหล็ก	1.59 p B	2.35 e-g A	32.20	1.59 k B	2.35 i-l A	32.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)			น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
F-test	**	**		**	**	
ค่าเฉลี่ย	[1/]B 2.09	A 2.40		[1/]B 2.1	A 2.49	
CV (%)		7.65			8.74	

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ความมีชีวิตของละอองเกสรของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7825	96.47 [2/]a-f [3/]B	99.78 a-b A	3.32	99.37 [2/]a [3/]A	97.84 a-c A	-1.56
M7561	96.17 a-g B	99.53 a-b A	3.38	93.27 a-g B	99.12 a A	5.90
M8094	85.69 g-l A	82.74 f B	-3.57	85.69 b-i A	83.09 e-f B	-3.13
M8140	87.26 e-l A	84.09 f B	-3.78	88.54 a-i A	81.07 e-f B	-9.22
M8037	88.81 b-k B	99.63 a-b A	10.86	98.32 a-b B	100.00 a A	1.68
M7557	99.78 a A	91.69 c-d B	-8.82	98.73 a A	99.00 ab A	0.28
M7812	99.02 a-c A	100.00 a A	0.98	98.03 a-b A	99.55 a A	1.53
M8216	64.86 m B	84.75 f A	23.48	87.37 a-i A	80.10 f B	-9.07
M7897	93.75 a-j B	99.34 a-b A	5.62	95.27 a-e B	99.74 a A	4.48
M8070	87.44 e-l A	85.34 e-f B	-2.47	80.35 h-i B	83.43 e-f A	3.68
M8338	94.91 a-h A	96.37 a-c A	1.52	95.83 a-d B	99.51 a A	3.70
M8073	84.82 h-l A	82.68 f B	-2.59	81.04 g-i B	83.14 e-f A	2.52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7589	95.61 a-g B	99.57 a-b A	3.98	98.64 a A	99.79 a A	1.16
M8066	85.93 f-l A	85.77 d-f A	-0.19	82.98 e-i A	84.21 e-f A	1.46
M8053	81.98 k-l B	85.17 f A	3.75	81.98 f-i B	86.52 d-f A	5.25
M8687	100.00 a A	98.38 a-b A	-1.65	97.64 a-c A	96.56 a-c A	-1.12
M8461	97.22 a-e A	95.19 a-c B	-2.13	83.50 d-i B	97.22 a-c A	14.11
M8282	77.94 l B	86.99 d-f A	10.40	60.84 j B	87.19 d-e A	30.23
M8813	97.20 a-e A	98.04 a-b A	0.86	95.85 a-d B	99.79 a A	3.94
M8359	83.28 j-l B	98.61 a-b A	15.55	95.17 a-e A	96.64 a-c A	1.52
M9000	88.54 c-k B	99.09 a-b A	10.65	97.69 a-c B	99.75 a A	2.06
M7611	99.21 a-b A	98.42 a-b A	-0.80	98.83 a A	96.09 a-c A	-2.85
M7633	97.04 a-e A	98.61 a-b A	1.59	97.65 a-c A	99.58 a A	1.94
M8779	99.24 a-b A	100.00 a A	0.76	95.96 a-d B	97.81 a-c A	1.89
M8287	96.15 a-g B	98.44 a-b A	2.32	94.23 a-f B	98.91 a-b A	4.73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8820	95.44 a-g B	98.91 a-b A	3.50	92.45 a-h B	99.44 a A	7.03
M8832	99.02 a-c A	100.00 a A	0.98	87.43 a-i B	99.85 a A	12.44
M8767	98.48 a-d A	97.18 a-c A	-1.35	84.95 c-i B	99.30 a A	14.45
M8866	97.74 a-e A	98.94 a-b A	1.21	97.19 a-c B	97.20 a-c A	-0.01
M8342	95.00 a-h A	93.75 b-c A	-1.33	100.00 a A	95.45 a-c B	-4.76
M8355	100.00 a A	100.00 a A	0.00	98.75 a A	97.73 a-c A	-1.05
M8990	99.52 a A	99.06 a-b A	-0.46	95.81 a-e B	100.00 a A	4.19
M8458	95.42 a-g B	100.00 a A	4.58	98.75 a A	91.45 c-d B	-7.98
M8440	98.68 a-c A	100.00 a A	1.32	100.00 a A	96.61 a-c B	-3.51
M8766	96.84 a-e B	99.27 a-b A	2.45	91.13 a-h B	95.91 a-c A	4.98
M8480	92.96 a-j A	91.45 c-e A	-1.65	99.19 a A	95.54 a-c B	-3.83
M8473	93.00 a-j B	97.30 a-c A	4.41	98.08 a-b A	99.34 a A	1.27
M8768	91.75 a-k B	98.79 a-b A	7.13	94.58 a-f B	97.12 a-c A	2.61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8293	94.23 a-i A	95.59 a-c A	1.42	77.78 i B	98.44 a-b A	20.99
M8869	89.94 a-k B	99.63 a-b A	9.72	98.70 a A	95.99 a-c B	-2.82
M7811	98.31 a-d B	100.00 a A	1.69	98.06 a-b A	98.44 a-b A	0.39
M8286	84.31 i-l B	94.95 a-c A	11.21	97.09 a-c A	92.31 b-d B	-5.18
M8891	95.52 a-g A	96.43 a-c A	0.94	97.02 a-c A	95.66 a-c B	-1.42
M8872	93.46 a-j B	99.29 a-b A	5.87	90.55 a-i B	100.00 a-c A	9.45
M8853	98.89 a-c A	99.17 a-b A	0.28	96.06 a-d B	98.69 a-b A	2.66
M8894	87.94 d-l B	99.46 a-b A	11.59	99.27 a A	99.50 a A	0.24
M8336	99.19 a-b A	96.08 a-c B	-3.24	95.00 a-e B	97.37 a-c A	2.43
M7892	96.87 a-e A	100.00 a A	3.13	95.21 a-e B	100.00 a A	4.78
เจ้าหอมนิล	95.69 a-g A	96.68 a-c A	1.03	95.69 abcde A	96.68 abc A	1.03
สินเหล็ก	58.02 m B	96.87 a-c A	40.10	58.02 j B	96.87 abc A	40.10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
F-test	**	**		**	**	
ค่าเฉลี่ย	[1/]B 92.49	A 95.94		[1/]B 92.39	A 95.61	
CV (%)	6.56			6.78		

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 การงอกของท่อนำของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอง

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7825	82.84 [2/]a-h [3/]A	82.97 c-l A	0.16	82.84 [2/]a-g [3/]A	80.60 e-l B	-2.77
M7561	66.54 d-p B	75.66 h-o A	12.05	62.60 g-o B	77.36 g-m A	19.07
M8094	75.25 a-l A	56.51 q-r B	-33.15	94.45 a-b A	58.30 p-q B	-62.00
M8140	72.50 b-n A	61.90 o-r B	-17.13	76.19 a-k A	56.82 p-q B	-34.11
M8037	61.47 g-p B	81.67 c-l A	24.73	52.96 l-o B	76.59 g-n A	30.85
M7557	51.19 m-q B	80.97 c-m A	36.78	61.18 h-o B	75.26 i-n A	18.71
M7812	56.03 i-q B	76.05 h-o A	26.33	56.69 k-o B	83.42 c-k A	32.04
M8216	87.10 a-f A	71.01 k-q B	-22.66	93.75 a-b A	62.45 n-q B	-50.13
M7897	58.02 j-q B	81.96 c-l A	29.21	57.35 j-o B	77.74 g-m A	26.23
M8070	78.97 a-j A	66.80 m-q B	-18.21	83.34 a-g A	57.99 p-q B	-43.69
M8338	48.34 o-q B	78.59 e-n A	38.50	57.83 i-o B	69.99 k-p A	17.37
M8073	68.45 c-o A	64.74 n-r B	-5.73	86.61 a-e A	67.31 l-q B	-28.66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M7589	59.31 h-q B	76.68 f-n A	22.65	58.34 i-o B	75.28 i-n A	22.50
M8066	97.22 a A	73.50 i-p B	-32.28	90.97 a-c A	72.67 j-o B	-25.19
M8053	93.75 a-b A	73.01 j-p B	-28.40	93.75 a-b A	59.43 o-q B	-57.75
M8687	82.34 a-i A	81.25 c-m A	-1.34	85.42 a-f B	97.72 a-b A	12.60
M8461	53.93 l-q B	88.67 a-h A	39.18	60.54 h-o B	92.94 a-f A	34.87
M8282	85.21 a-f B	51.79 r B	-64.55	80.55 a-h A	55.77 q B	-44.45
M8813	75.00 a-l B	85.18 b-k A	11.96	77.03 a-k B	88.10 a-i A	12.57
M8359	53.34 l-q B	79.84 c-m A	33.20	53.34 l-o B	84.78 b-j A	37.09
M9000	88.75 a-e B	100.00 a A	11.25	65.78 e-m B	89.04 a-i A	26.12
M7611	56.85 j-q B	80.74 c-m A	29.59	59.89 h-o B	76.33 h-n A	21.53
M7633	58.83 i-q B	72.65 j-p A	19.02	57.62 i-o B	72.66 j-o A	20.70
M8779	97.22 a A	76.19 g-o B	-27.61	87.85 a-d B	95.81 a-d A	8.30
M8287	74.35 a-m B	93.12 a-d A	20.16	60.93 h-o B	92.91 a-f A	34.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8820	67.86 d-o B	90.06 a-h A	24.65	83.34 a-g B	86.28 a-j A	3.41
M8832	76.39 a-l B	89.40 a-h A	14.55	86.61 a-e B	95.42 a-d A	9.23
M8767	91.67 a-c A	88.75 a-h B	-3.29	78.97 a-i B	89.89 a-h A	12.14
M8866	70.83 b-o B	100.00 a A	29.17	75.00 b-k B	98.61 a-b A	23.94
M8342	54.67 k-q B	86.49 a-j A	36.79	43.95 n-o B	92.18 a-f A	52.32
M8355	43.95 p-r B	89.41 a-h A	50.85	78.72 a-j B	92.13 a-f A	14.56
M8990	55.91 j-q B	90.00 a-h A	37.88	69.28 d-l B	89.04 a-i A	22.18
M8458	36.09 q-r B	78.84 d-n A	54.22	65.15 f-n B	83.27 c-k A	21.76
M8440	49.81 n-q B	90.67 a-g A	45.06	44.92 m-o B	89.37 a-i A	49.73
M8766	93.75 a-b B	100.00 a A	6.25	97.22 a A	92.44 a-f B	-5.17
M8480	11.25 r B	75.90 h-o A	85.18	44.92 m-o B	78.75 f-m A	42.96
M8473	67.06 d-p B	81.88 c-l A	18.11	41.90 o B	93.38 a-e A	55.13
M8768	81.85 a-i B	91.67 a-e A	10.72	76.85 a-k B	88.09 a-i A	12.77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M8293	63.79 f-p B	87.79 a-i A	27.34	59.72 h-o B	82.19 d-k A	27.33
M8869	74.58 a-m B	98.08 a-b A	23.96	76.52 a-k B	100.00 a A	23.49
M7811	56.59 i-q B	78.52 e-n A	27.93	56.56 k-o B	77.40 g-m A	26.92
M8286	36.50 q-r B	61.11 p-r A	40.28	45.74 m-o B	87.22 a-i A	47.55
M8891	84.45 a-g A	79.17 d-n B	-6.67	58.28 i-o B	95.83 a-d A	39.18
M8872	89.25 a-d B	94.11 a-c A	5.16	80.56 a-h B	94.11 a-e A	14.40
M8853	77.98 a-k A	90.87 a-f A	14.19	76.22 a-k B	96.75 a-c A	21.22
M8894	70.78 b-o B	100.00 a A	29.22	69.35 d-l B	96.17 a-d A	27.88
M8336	65.35 e-p B	86.02 a-j A	24.02	78.45 a-j B	90.65 a-g A	13.46
M7892	53.87 l-q B	81.96 c-l A	34.27	60.25 h-o B	78.96 f-m A	23.70
เจ้าหอมนิล	88.87 a-e A	86.11 a-j A	-3.20	72.045 e-m A	65.57 m-q B	-9.88
สินเหล็ก	70.75 b-o A	70.59 l-q A	-0.22	18.60 p B	97.22 abc A	80.87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

สายพันธุ์	เมล็ดพันธุ์จากแปลงทดลองธรรมชาติ			เมล็ดพันธุ์จากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง		
	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)			การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)	โรงเรือนควบคุม	แปลงทดลองภายนอก	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
F-test	**	**		**	**	
ค่าเฉลี่ย	[1/]B 69.02	A 81.57		[1/]B 68.74	A 82.56	
CV (%)		19.74			17.18	

หมายเหตุ [1/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[2/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

[3/] ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองภายนอกและสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปริศนา รัตนเมตตา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 14 มกราคม 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วท.บ. (เกษตรศาสตร์)
	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (2553)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์