



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภาคใต้สภาพอุณหภูมิสูง

Selection of Hom Nil Rice Mutant under High Temperature Condition

นามผู้วิจัย นายณัฐ พานิชวงษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิวา พาโคกทม , Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

Selection of Hom Nil Rice Mutant under High Temperature Condition

โดย

นายณัฏฐ์ พานิชวงษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐ พานิชวงษ์ 2557: การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนัญญ์ ม้าลำพอง, Ph.D. 105 หน้า

ภาวะโลกร้อนมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศของโลกเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อการปลูกข้าว  
นาปรังโดยทำให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพภูมิอากาศในโรงเรือนเพื่อ  
ใช้ในการคัดเลือกข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลาย จำนวน 2,000 สายพันธุ์ ที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง  
นอกจากนี้ยังศึกษาอุณหภูมิของต้นข้าวเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงด้วย ผลการทดลอง สภาพ  
ภูมิอากาศ ในปี พ.ศ 2555-2556 พบว่า อุณหภูมิอากาศกลางวันในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ  
มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 40.88 และ 41.15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลอง พบว่า มีอุณหภูมิ  
เฉลี่ยอยู่ที่ 32.79 และ 33.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สำหรับการคัดเลือก  
ความทนทานต่อภาวะอุณหภูมิสูงได้ โดยในรอบคัดเลือกที่ 1 มีสายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ด  
สูงสุด 10 อันดับแรก คือ M2156, M2660, M2828, M2128, M2008, M2015, M2266, M2823,  
M2001 และ M2060 โดยมีค่าอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 96.00, 95.12, 94.94, 93.62, 90.75, 91.07,  
90.74, 90.23, 90.30 และ 89.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นจึงคัดเลือกข้าวจำนวน 30 สายพันธุ์  
มาทดสอบในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิในรอบการคัดเลือกที่ 2 จนได้ สายพันธุ์ M3152 และ  
M3181ซึ่งมีอัตราการติดเมล็ด 72.04 และ 71.96% ตามลำดับ จากนั้นจึงทดสอบ 2 สายพันธุ์  
ดังกล่าวร่วมกับพันธุ์ควบคุมในรอบการคัดเลือกที่ 3 พบว่า มีอัตราการติดเมล็ด เท่ากับ 58.92 และ  
70.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ความยาวรวง น้ำหนักรวง จำนวนกอต่อต้น  
จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และความสูงต้น มีค่าลดลง ส่วนความมีชีวิตของละอองเกสร  
ในทั้งสองสายพันธุ์ไม่ลดลงเมื่ออยู่สภาพอุณหภูมิสูง นอกจากนี้การศึกษารูปร่างของต้นข้าวทั้ง  
สภาพอุณหภูมิธรรมชาติและอุณหภูมิสูง (38 – 45 องศาเซลเซียส) โดยกล้องตรวจจับความร้อน  
พบว่า ส่วนของช่อดอกข้าวมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ใบ และลำต้น ทั้งในสภาพอุณหภูมิ  
ธรรมชาติและอุณหภูมิสูง ดังนั้นแสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อ  
โดยตรงกับช่อดอกซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการให้ ผลผลิตข้าว

Nat Panichawong 2014: Selection of Hom Nil Rice Mutant under High Temperature Condition. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Assistant Professor Chanate Malumpong, Ph.D.  
105 pages.

Global warming has affect to increase air temperature on earth that can be reduced rice yield especially in dry season. Thus, the objectives were study climate conditions in greenhouse which used for select the heat tolerance in the 2,000 Homnin mutant lines. Moreover, the rice plant temperature was observed under high temperature condition also. The results of average temperature in green house at day time in 2012-2013 were 40.88 and 41.15° C, respectively. On the other hand, average temperature in paddy field were 32.79 and 33.45° C, respectively. Therefore, the air temperature condition in greenhouse could be used to select the Hom Nin Mutant lines for heat tolerant. In the 1<sup>st</sup> cycle of selection, the top ten lines for seed set rate were M2156 M2660 M2828 M2128 M2008 M2015 M2266 M2823 M2001 and M2060. These gave seed set rate at 96.00, 95.12, 94.94, 93.62, 90.75, 91.07, 90.74, 90.23, 90.30 and 89.72 %, respectively. After that, 30 mutant lines were selected to grow in 2<sup>nd</sup> cycle of selection. The line M3152 and M3181 showed the highest of seed set at 72.04 and 71.96 %, respectively. Finally in the 3<sup>rd</sup> cycle of selection these 2 lines were compared with control and showed seed set rate at 58.92 and 70.23%, respectively. However, the panicle length, panicle weight, 100 grains weight, and plant height were decreased, while pollen viability in both lines were not changed in high temperature condition. Moreover, the rice plant temperature was observed by using thermal camera comparing between normal and high temperature. The result showed that the temperature of panicle in both temperature conditions was higher than stem and leave. Therefore, when the air temperature is increasing, the panicle will get severe effect to produce grain yield .

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชเนษฎ์ ม้าลำพอง อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิวา พาโคกทม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้  
กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการวางแผนการทดลองรวมทั้งการเรียบเรียงตลอดจนตรวจแก้ไข  
วิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วิจิตร ใจอารีย์ ประธานในการสอบปากเปล่า  
ขั้นสุดท้าย และ ดร.นงนาด พ่อคำ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาให้คำแนะนำ ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์  
ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. บุญธง วสุริย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
นครปฐม ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ ไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และ  
คำแนะนำในด้านการศึกษาดลอดมา ขอขอบคุณ หน่วยงานศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าว และสถานที่ในการทดลอง ขอขอบคุณ  
สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และ  
ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นิสิตภาควิชาฟิสิกส์ ไร่นาทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำ  
วิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวพานิชวงษ์ ที่เป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ณัฐ พานิชวงษ์  
กรกฎาคม 2557

## สารบัญ

### หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการทดลอง	23
ผลและวิจารณ์	32
สรุปผลการทดลอง	90
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	96
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	105

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน ของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ ปี พ.ศ. 2555	35
2	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน ของในสภาพสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ ปี พ.ศ. 2556	40
3	อัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	49
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	แสดงอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	97
2	แสดงความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	99
3	แสดงการงอกของท่อนำของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	101
4	แสดงอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสรผลผลิตเมล็ดต่อต้น น้ำหนักรวง และ น้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ในรอบการคัดเลือกที่ 3 ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	103
5	แสดง จำนวนกอดต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น ความสูงต้น (เซนติเมตร) และความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ในรอบการคัดเลือกที่ 3 ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ	104

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงการเกิดภาวะเรือนกระจก	5
2 ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stages) ของข้าว ตั้งแต่ระยะ R1-R9	12
3 แผนผังการสร้างประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย	21
4 (ก) ชุดควบคุมอัตโนมัติ (ข) ระบบการให้ลมร้อนในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ (ค) ระบบพัดลมเพื่อลดอุณหภูมิภายใน(ง)ชุดเปิดปิดด้านข้างโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิเพื่อลดอุณหภูมิในโรงเรือน	24
5 เครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ (ก) กล้องบันทึกข้อมูล ที่มีเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (ข) เครื่องวัดความเข้มแสง	24
6 (ก) ข้าวที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ (ข) ภาพภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ	26
7 (ก) ละอองเกสรที่มีชีวิต (ข) ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต	28
8 (ก) ละอองเกสรที่งอก (ข) ละอองเกสรที่ไม่งอก	29
9 ภาพถ่ายจากกล้องอินฟราเรดชื่อ Flir infrared camera รุ่น FLIR i7 และการแสดงข้อมูลอุณหภูมิใน (ก) ภาพถ่ายจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ (ข) ภาพถ่ายจากสภาพแปลงทดลองธรรมชาติ	30
10 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ระหว่างเดือนตุลาคม– พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ตลอด 24 ชั่วโมง	42
11 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนตุลาคมพ.ศ.2554	43
12 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554	44
13 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	45
14 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554	46

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554	47
16	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554	47
17	จำนวนประชากรของเจ้าหอนิลพันธุ์กลายของที่ทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิสูง	49
18	การกระจายตัวของอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิสูง จำนวน 2,000 สายพันธุ์	50
19	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 – พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง	52
20	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนเมษายน พ.ศ.2555	53
21	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555	54
22	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนเมษายน พ.ศ.2555	55
23	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555	55
24	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนเมษายน พ.ศ.2555	56
25	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555	57
26	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ และพันธุ์ควบคุม ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิปกติ และในสภาพอุณหภูมิสูง	59

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด	62
28	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด	64
29	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิลดระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556 ตลอด 24 ชั่วโมง	66
30	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556	67
31	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556	68
32	แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนกันยายน พ.ศ.2556	69
33	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556	70
34	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนกันยายน พ.ศ.2556	70
35	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนกันยายน พ.ศ.2556	71
36	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556	72
37	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556	72
38	ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลด ในเดือนกันยายน พ.ศ.2556	73

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
39	74
40	76
41	77
42	78
43	79
44	80
45	81
46	82
47	83
48	84
49	86
50	86

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
51 แสดงอุณหภูมิของลำต้น, ใบและช่อดอกของข้าวสายพันธุ์ M7988เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิปกติระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)	87
52 แสดงอุณหภูมิของลำต้น , ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7988 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิสูง ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)	87
53 แสดงอุณหภูมิของลำต้น , ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7766 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิปกติระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)	88
54 แสดงอุณหภูมิของลำต้น , ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7766 เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิสูง ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)	89

## การคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง

### Selection of Hom Nil Rice Mutant under High Temperature Condition

#### คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญ และเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของปริมาณแคลอรีสำหรับประชากรโลกมากกว่า 3 พันล้านคน ประชากรโลกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเป็นหมื่นล้านคน ภายในปี ค.ศ. 2050 (Krishnan *et al.*, 2007) จากการสำรวจในปี ค.ศ. 2001 พบว่า พื้นที่การเก็บเกี่ยวข้าวทั้งหมดของโลกมีประมาณ 947 ล้านไร่ และในจำนวนนี้เป็นพื้นที่การปลูกข้าวของเอเชียมากกว่า 90% ส่วนในประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น และมีข้าวเป็นอาหารหลักที่ใช้บริโภคภายในประเทศ รวมทั้งเป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญ มีพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 63 ล้านไร่ โดยแบ่งการปลูกข้าวออกเป็นสองฤดูปลูก ได้แก่ ข้าวนาปี ซึ่งเพาะปลูกในฤดูฝน และข้าวนาปรัง เพาะปลูกในฤดูแล้ง โดยการปลูกข้าวนาปรังในปัจจุบันประสบกับปัญหาภัยแล้ง และอุณหภูมิสูง ทำให้มีผลผลิตลดลง การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการผลิตข้าว โดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงเกินไปในระหว่างกระบวนการผสมเกสร และการผสมน้ำหมักเมล็ดของข้าว ซึ่งในระยะดอกข้าวบานเป็นระยะที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด (Osada *et al.*, 1973; Satake and Yoshida, 1978) นอกจากนั้น อุณหภูมิสูงยังมีผลต่อการเปิดของอับละอองเกสรและการฟุ้งกระจายของละอองเกสร ออกจากอับละอองเกสรที่ลดลง รวมถึงความมีชีวิตของละอองเกสรที่ต่ำ มีผลทำให้ละอองเกสรเป็นหมัน และไม่สามารถผสมติดเป็นเมล็ดได้ (Satake and Yoshida, 1978; Matsui *et al.*, 2000) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยและพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของมนุษยชาติ ให้มีความสามารถในการที่จะทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ โดยเฉพาะสภาวะโลกร้อนที่ส่งผลให้ผลผลิตข้าวตกต่ำ จึงจำเป็นต้องเร่งหาแหล่งพันธุกรรมข้าว ที่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงในระยะเจริญพันธุ์ และให้ผลผลิต ดังนั้น การได้มาของความหลากหลายทางพันธุกรรมจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการหาพันธุกรรมข้าวที่ทนทานต่ออุณหภูมิ ซึ่งการสร้าง ความหลากหลายทางพันธุกรรมที่สามารถกระทำได้โดยมนุษย์คือ การก่อให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสี การวิจัยนี้จึงได้นำสายพันธุ์ข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ได้จากการฉายรังสี fast neutron มาคัดเลือกเพื่อที่จะได้เป็นเชื้อพันธุกรรมสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป นอกจากนี้ยังทดสอบการควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือนขนาดใหญ่ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการคัดเลือก

สายพันธุ์ข้าวทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ เนื่องจากการวิจัยในประเทศไทยที่ผ่านมา ยังไม่มีรายงานการใช้  
โรงเรือนขนาดใหญ่ที่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับงานวิจัยในเรื่องดังกล่าว



## วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบสภาพอากาศในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ สำหรับการคัดเลือกข้าวหอม  
นิลพันธุ์กลายที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง
2. เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ทนทานต่อสภาวะอุณหภูมิสูงใน  
ระยะเจริญพันธุ์
3. เพื่อศึกษาการสะสมอุณหภูมิของทรงพุ่มข้าวเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง

## การตรวจเอกสาร

### โลกร้อนผลจากภาวะเรือนกระจก

ในปัจจุบันชั้นบรรยากาศของโลก มีปริมาณก๊าซบางชนิดที่มากเกินไปจนส่งผลของธรรมชาติอันเป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>), ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs), ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถดูดกลืนและคายรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดได้ดีมาก ดังนั้นเมื่อพื้นผิวโลกคายรังสีอินฟราเรดขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ก๊าซเหล่านี้จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเอาไว้ต่อจากนั้นจะคายความร้อนที่สะสมอยู่บริเวณพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น พื้นผิวโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) จากรายงานผลการตรวจวัดอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วพื้นผิวโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1860 จนถึง 1995 พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นมาตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา และสูงขึ้นชัดเจนในปลายศตวรรษนี้ประมาณ 0.3-0.6 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) โดยเฉลี่ยในประเทศไทย จากรายงานของ จิราภรณ์ และคณะ (2545) พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุดในช่วง 50 ปี (ค.ศ.1951-2000) มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งประเทศ โดยอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด 0.7 องศาเซลเซียสในภาคกลางและภาคตะวันออก ดังนั้นภาคกลางจึงเป็นภาคที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากกว่าภาคอื่น

### ภาวะโลกร้อน (Global warming)

ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการกระจายของฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อการดำรงชีวิตของพืช สัตว์ และมนุษย์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550) ภาวะโลกร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เชื่อว่ามิใช่สาเหตุมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก และการที่ชั้นโอโซนถูกทำลายจนทำให้เกิดการสะสมของอุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศของโลก (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550)

## ภาวะเรือนกระจก หรือ ปฏิกิริยาเรือนกระจก (Greenhouse effect)



ภาพที่ 1 แสดงการเกิดภาวะเรือนกระจก

ภาวะเรือนกระจก คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ขอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในบรรยากาศ จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก (ภาพที่ 1) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นปรากฏการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกที่ใช้สำหรับปลูกพืชในประเทศเขตร้อน โดยแสงแดดสามารถส่องผ่านให้ความอบอุ่นภายในเรือนกระจกได้ แต่กระจกสามารถสะท้อนไม่ให้ความร้อนออกไปจากเรือนกระจกได้ จึงสามารถคงอุณหภูมิภายในเรือนกระจกไม่ให้หนาวเย็นเหมือนภายนอกได้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

ก๊าซเรือนกระจก เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่น ดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดกลืนรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิ

ในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน และไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>), ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>), ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O), ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC), ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>) ทั้งนี้ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว (อ้างอิง) กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติรวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน นอกจากนี้ กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) สถานะอุณหภูมิอากาศในประเทศไทย เดือนมีนาคม และเมษายน ปี 2553 ของกรมอุตุนิยมวิทยา (2553) รายงานว่า ในเดือนมีนาคม อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่าปกติในทุกภาคของประเทศและหลายพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัด โดยอุณหภูมิที่วัดได้สูงสุด คือ 42.2 องศาเซลเซียสที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนในเดือนเมษายน 2553 พบว่า ในภาคเหนือมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติถึง 2 องศาเซลเซียส และหลายพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าสถิติเดิมที่เคยตรวจวัดเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม 2553 โดยอุณหภูมิที่วัดได้สูงสุด คือ 43.5 องศาเซลเซียส ที่อำเภอเมือง จังหวัดตาก ซึ่งในช่วงเดือนดังกล่าวของทุกปี ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปรังจะประสบกับภาวะวิกฤติโดยตรงต่อการผสมเกสร การติดเมล็ดและสร้างเมล็ดข้าว ซึ่งทำให้ผลผลิตและคุณภาพลดลง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้าวนานาปรังจะได้รับผลกระทบที่รุนแรงต่อไปอนาคต

## ผลกระทบและความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการเกษตร

พื้นที่เกษตรของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งประเทศ มีประชากรที่เกี่ยวข้อโดยตรงมากกว่าร้อยละ 40 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ระบบการเกษตรร้อยละ 75 เป็นระบบเกษตรอาศัยน้ำฝน มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและฤดูกาล การศึกษาสภาพความแห้งแล้งในรอบหลายร้อยปีของประเทศไทยพบว่า มีผลต่อระบบนิเวศน์ รวมทั้งพื้นที่ป่าและระบบเกษตร (Buckley et al., 2007) การศึกษาความเสี่ยงของน้ำใต้ดิน ซึ่งเกษตรกรใช้เป็นแหล่งน้ำสำรอง โดยใช้โครงการชลประทานพลาญชุมพล จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ศึกษา พบว่า ปริมาณฝนรวมทั้งปีในช่วงอนาคตอาจจะลดลงบ้าง แต่ฝนจะตกมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะทำให้อัตราการเติมน้ำในฤดูแล้งดีขึ้นกว่าเดิมแต่ถ้าไม่มีการควบคุมการให้น้ำในฤดูแล้ง เกษตรกรอาจทำนาปรังมากขึ้น จึงทำให้อัตราการใช้น้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้นด้วย และจะส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลลดลงกว่าปัจจุบันได้อีกถึง 1 เมตร ดังนั้นการควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้เป็นไปตามกลไกปี น้ำจึงจะเป็นกุญแจสำคัญของการลดความเสี่ยงต่อภูมิอากาศในอนาคต (JIID, 2010)

## ผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อพืชไร่บางชนิด

ผลของสถานะเครียดของอุณหภูมิสูงที่มีต่อพืชปลูก สถานะเครียดต่ออุณหภูมิสูงเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเกษตรของโลก อุณหภูมิสูงมีผลกระทบต่อลักษณะทางกายวิภาค สันฐาน สรีรวิทยาและกระบวนการทางชีวเคมีของพืช ที่ทำให้จำกัดการพัฒนาและเจริญเติบโต ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตของพืชลดลง อุณหภูมิสูงวิกฤตที่มีต่อพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม ในมะเขือเทศ พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 35 องศาเซลเซียส การงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของต้น การออกดอกและการติดผลจะได้รับผลกระทบอย่างมาก ซึ่งในพืชชนิดอื่นอุณหภูมิสูงวิกฤตอาจจะต่ำหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสได้ อาทิ เช่น อุณหภูมิวิกฤตของฝ้าย, ข้าวโพด, ข้าว และข้าวสาลี อยู่ที่ 45, 38, 34 และ 26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Wahid et al., 2007)

พืชได้รับผลกระทบต่อสถานะอุณหภูมิสูงทั้งทางตรงและทางอ้อมผ่านกระบวนการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ผลของอุณหภูมิสูงที่ 40 องศาเซลเซียสต่อเมล็ดข้าวโพด ทำให้การงอกของเมล็ดช้าลง สูญเสียความแข็งแรง และการพัฒนาของ coleoptile ลดลง (Weaich et al., 1996) เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในสภาพอุณหภูมิสูง เช่น ในอ้อย จะทำให้เกิดปล้องที่สั้นลง

แตกกอมากขึ้น สุกแก่ เร็วขึ้น และส่งผลให้น้ำหนักรวมของผลผลิตลดลง (Ebrahim et al., 1998) ส่วนในระหว่างการสืบพันธุ์และการสร้างเมล็ดหรือผล อุณหภูมิที่สูงมีผลกระทบต่อพืชเช่นเดียวกัน เช่น ในมะเขือเทศ กระบวนการสืบพันธุ์ ได้แก่ การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย การงอกของละอองเกสร การพัฒนาการท่อละอองเกสร ความมีชีวิตของรังไข่ สัณฐานของเกสรตัวเมีย จำนวนละอองเกสรที่งอกบนยอดเกสรตัวเมีย กระบวนการก่อนและหลังการปฏิสนธิ ล้วนแล้วแต่ได้รับผลกระทบจากสภาวะอุณหภูมิสูงทั้งสิ้น (Foolad, 2005) นอกจากนี้ อุณหภูมิสูงระหว่างการพัฒนาเมล็ดในธัญพืช สามารถเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคุณภาพแป้งและโปรตีนในเมล็ด ทำให้เมล็ดธัญพืชมีคุณภาพโดยรวมลดลง (Perrotta et al., 1998)

**มันสำปะหลัง** ในพื้นที่ดอนของพื้นที่ผลิต หลักในประเทศมีการเปิดรับต่อปริมาณน้ำฝนที่อาจจะเพิ่มขึ้น ทำให้หัวมันสำปะหลังมีโอกาสเน่าเสียได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตลดลง (กรีก และคณะ, 2552) อุณหภูมิและความชื้นในอากาศและในดิน ที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตอาจจะทำให้ศัตรูของมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้แก่ เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว ไรแดง ปลวกและแมลงนูนหลวง (Bellotti and van Schoonhoven, 1978; Srinives, 1995) แต่ยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้โดยตรง

**อ้อย** โรงงานที่ปลูกอ้อยข้ามแล้งจะได้รับผลกระทบจากช่วงหน้าแล้งที่ยาวนานขึ้นกว่าอดีต อ้อยอาจจะประสบปัญหาขาดน้ำ และทำให้ประชากรและความหนาแน่นของอ้อยต่อพื้นที่ลดลง และส่งผลกระทบต่อผลผลิตลดลงด้วย นอกจากนี้ในฤดูฝนซึ่งคาดว่าจะมีปริมาณฝนมากขึ้นอาจจะทำให้อ้อยได้รับผลกระทบต่อภาวะน้ำขัง ทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโตและพัฒนาการได้ (Jintrawet et al., 2000; Jintrawet and Pramane, 2005) นอกจากนี้ ศัตรูของอ้อย เช่น หนอนกอด้วง หนอนขี้ขาวและปลวก ก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน

**ข้าวโพด** เลี้ยงสัตว์ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนจะได้รับผลกระทบจากความไม่แน่นอนของวันเริ่มต้นของฤดูฝน ทำให้การเริ่มต้นของฤดูปลูกไม่แน่นอน ความแปรปรวนของฝนในฤดูการผลิตอาจจะมีผลทำให้ข้าวโพดโดยเลี้ยงต่อการระบาดของ แมลงและโรคข้าวโพดอีกด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาโดย กรีก และคณะ (2552) คาดการณ์ว่าผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคตอาจจะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

**ข้าว** บางสายพันธุ์มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ (Baker et al., 1992; Rotter and van DeGeijn, 1999) อายุข้าวจะสั้นลงและส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลง รวมทั้งอาจจะมี

ผลต่อการระบาดของแมลงและโรคของข้าว (Pinnschmidt *et al.*, 1995; Savary *et al.*, 2005) นอกจากนี้การขาดน้ำทำให้การผสมเกสรลดลงและลดผลผลิตข้าวได้ (Ekanayake *et al.*, 1989) ข้าวนาปีมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ในอนาคตถึงอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้น แต่ข้าวส่วนใหญ่ก็ยังสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ ปริมาณน้ำฝนรายปีที่อาจจะเพิ่มขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และลดลงในพื้นที่ภาคกลาง อาจจะส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวบ้าง แต่ปัจจัยที่สำคัญคือ การเริ่มต้นของฤดูฝน หากความแปรปรวนของภูมิอากาศทำให้ฝนมาล่า จะทำให้เกษตรกรไม่สามารถเตรียมแปลงกล้าได้ ความแปรปรวนของภูมิอากาศและพายุที่อาจจะมามากขึ้นอาจจะทำให้มีภาวะน้ำท่วม ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ รวมทั้งพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็ยังคงมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิตข้าว (Clermont-Dauphin *et al.*, 2010) ส่วนข้าวนาปรังมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทานในภาคกลาง เป็นระบบการผลิตที่จะได้รับผลกระทบกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศโดยเฉพาะในช่วงปลายฤดู ระบบการผลิตจึงมีความไวต่อการควบคุมและระบายน้ำของภาครัฐ ซึ่งมีทั้งเพื่อการชลประทานในฤดูแล้ง และการจัดการน้ำท่วมในฤดูฝน

### ความสำคัญของข้าวต่อประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น

ความสำคัญทางประวัติศาสตร์ของข้าวในภูมิภาคเอเชีย ข้าวมีความสำคัญมากต่อแหล่งอารยธรรมจำนวนมากในสันดอนแม่น้ำของจีน อินเดีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรมในภูมิภาคนี้ นับพันปี ข้าวมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีมาก สามารถเจริญเติบโตได้ดี ในพื้นที่ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 3 เมตร ความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่การปลูกข้าวในโลกแสดงให้เห็นว่าข้าวสามารถปลูกได้ ตั้งแต่ 50 องศาเหนือในตอนกลางของประเทศเซคโกสโลวาเกีย และแมนจูเรีย ในประเทศจีน บริเวณเส้นศูนย์สูตร ถึง 35 องศาใต้ ในประเทศอูรุกวัย และนิวเซาท์เวลส์ ในประเทศออสเตรเลีย ข้าวสามารถปลูกได้ในภูมิภาคที่มีฝนชุกที่มีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 3,000 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามข้าวสามารถปลูกได้ในพื้นที่ที่เป็นทะเลทรายที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ของรัฐปัญจาบ และสินธุ ในประเทศปากีสถาน ข้าวสามารถปลูกได้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิที่มากกว่า 33 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยทางตอนเหนือของประเทศญี่ปุ่นสูงสุดไม่เกิน 17 องศาเซลเซียส

สำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวที่เหมาะสม คือ (i) การให้น้ำที่สม่ำเสมอในช่วงเจริญเติบโต และไม่ต้องการนํามากช่วงที่ข้าวสร้างเมล็ด (ii) อุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญ ข้าวต้องการอุณหภูมิสูงตลอดช่วงของการเจริญเติบโต แต่ก็ต้องการอุณหภูมิต่ำ ตอนกลางคืนช่วงที่ข้าวสร้างเมล็ด และ (iii) รังสีจากดวงอาทิตย์ที่เพียงพอตลอดฤดูการเจริญเติบโตบนพื้นฐานที่หลากหลาย เช่น

การควบคุมการให้น้ำ การระบายน้ำ ดิน และภูมิประเทศ สภาพแวดล้อมในการการปลูกข้าวจะถูกแบ่งออกเป็นประเภท เช่น ที่ที่มีระบบชลประทาน พื้นที่ฝนตกมาก ที่ดอน และพื้นที่น้ำท่วม เป็นต้น (Grist, 1986)

ข้าวที่ปลูกเป็นอาหารสำหรับการบริโภคโดยตรงจะมากขึ้นกว่าพืชอื่น ๆ อีกทั้งยังเป็น ธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 2 รองจากข้าวสาลี และมีประมาณความต้องการกว่า 80% ของประชากรโลก (FAO, 2008) ดังนั้นปริมาณความต้องการข้าวจึงมีมากกว่าพืชปลูกอื่น ๆ เพราะการเติบโตของประชากรส่วนมากคือผู้บริโภคข้าวและผู้ผลิตข้าวในภูมิภาคเอเชีย แอฟริกา และอเมริกา (Dawe, 2007; Easterling et al., 2007) นอกจากนี้ยังมีปัญหาการขาดแคลนที่ดินและน้ำเพื่อการเพาะปลูก (Khush, 2005) พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของความต้องการด้านอาหาร และการขยายระยะเวลาการเพาะปลูกเกินกว่าฤดูกาลเพาะปลูกที่เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคืออุณหภูมิไม่สูงมาก เนื่องจากอุณหภูมิสูงเป็นข้อจำกัดที่สำคัญ ข้าวเป็นพืชปลูกในฤดูร้อนที่ได้รับการปลูกในหลายภูมิภาคที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในช่วงวงจรของการเจริญเติบโต (Sung et al., 2003).

### พัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าว

ข้าวที่ปลูกเป็นการค้าทั่วไปมีวงจรชีวิตประมาณ 3 – 6 เดือน (90-180 วัน) นับจากเริ่มงอกจนถึงสุกแก่เก็บเกี่ยว อายุของข้าวจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมในขณะที่ปลูก Counce *et al.* (2000) ได้แบ่งระยะพัฒนาการของข้าวเป็นระยะใหญ่ ๆ 3 ระยะ คือระยะต้นอ่อน โผล่พื้นเมล็ด (Seedling) ระยะการเจริญทางลำต้น (Vegetative) และระยะการสืบพันธุ์ (Reproductive) (ภาพที่ 2) ซึ่งแต่ละระยะดังกล่าวแบ่งเป็นระยะย่อย ๆ ดังนี้

#### ระยะการเติบโต

#### ลักษณะพัฒนาการ

##### 1. Seedling

S <sub>0</sub>	เมล็ดแห้งยังไม่มีการคูดน้ำ
S <sub>1</sub>	ส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด (Coleoptile) โผล่พื้นเมล็ด หรือบางกรณีอาจพบรากแรกเกิด (Radicule) โผล่พื้นเมล็ด
S <sub>2</sub>	ส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด (Coleoptile) และรากแรกเกิด (Radicule) โผล่พื้นเมล็ด
S <sub>3</sub>	ใบแรก (Prophyll) ซึ่งมีเฉพาะกาบใบ แต่ไม่มีแผ่นใบโผล่จากส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด

ระยะการเติบโต	ลักษณะพัฒนาการ
2. Vegetative	
V <sub>1</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 1 ใบ (กาบใบ แผ่นใบ คอใบ)
V <sub>2</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 2 ใบ
V <sub>3</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 3 ใบ
V <sub>4</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 4 ใบ และเริ่มมีการแตกหน่อ
V <sub>5</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 5 ใบ และมีการแตกหน่อระยะแรก
V <sub>6</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 6 ใบ และมีการแตกหน่อเพิ่มขึ้น
V <sub>7</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 7 ใบ และมีการแตกหน่อระยะกลาง
V <sub>8</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 8 ใบ และมีการแตกหน่อระยะสุดท้าย
V <sub>9</sub>	ปรากฏใบที่สมบูรณ์ 9 ใบ (ก่อนจะมีใบธง 4 ใบ)
3.Reproductive	
R <sub>0</sub>	กำเนิดช่อดอกและมีใบ 9 ใบ (นับลงมาจากใบธง 4 ใบ)
R <sub>1</sub>	เริ่มสร้างแกนช่อดอกย่อย Glume Lemma และ Palea
R <sub>2</sub>	ระยะตั้งท้อง (Booting) มีการพัฒนาของช่อดอกและสร้างไมโครสปอร์
R <sub>3</sub>	ข้าวออกดอก 50 % ช่อดอกโผล่พ้นกาบใบธง
R <sub>4</sub>	เกิดการถ่ายละอองเกสร
R <sub>5</sub>	ช่อดอกย่อยมีการขยายขนาดทั้งด้านกว้างและด้านยาว
R <sub>6</sub>	ระยษณน้ำนมเมล็ดข้าวมีสีเขียว
R <sub>7</sub>	เมล็ดมีการสะสมแป้ง (ก้อนแป้งนุ่ม) เมล็ดสีเหลือง
R <sub>8</sub>	เมล็ดมีการสะสมแป้ง (ก้อนแป้งแข็ง) เมล็ดสีน้ำตาลสุกแก่ทางสรีรวิทยา
R <sub>9</sub>	ระยษณน้ำนม เมล็ดข้าวมีสีน้ำตาล และสุกแก่เต็มที่

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

Growth Stage	R0	R1	R2	R3	R4
Morphological Marker	Panicle development has initiated	Panicle branches have formed	Flag leaf collar formation	Panicle exertion from boot, tip of panicle is above collar of flag leaf	One or more florets on the main stem panicle has reached anthesis
Illustration					
Growth Stage	R5	R6	R7	R8	R9
Morphological Marker	At least one caryopsis on the main stem panicle is elongating to the end of the hull	At least one caryopsis on the main stem panicle has elongated to the end of the hull	At least one grain on the main stem panicle has a yellow hull	At least one grain on the main stem panicle has a brown hull	All grains which reached R6 have brown hulls
Illustration					

ภาพที่ 2 ระยะการเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stages) ของข้าว ตั้งแต่ระยะ R1-R9 (Counce et al., 2000)

### ผลของอุณหภูมิสูงต่อการเจริญเติบโต และการติดเมล็ดในข้าว

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่ใช้บริโภคภายในประเทศ รวมทั้งเป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญ การที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวอย่างแน่นอน แต่ประเทศไทยตั้งอยู่ในศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าว มีข้าวที่สามารถปรับตัวได้หลากหลายและจำเพาะต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในแต่ละท้องถิ่นซึ่งความหลากหลายดังกล่าวสามารถนำมาเป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ได้ มีรายงานว่าข้าวในกลุ่ม *Indica* ซึ่งปลูกกันเป็นหลักในเขตร้อนของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

อุณหภูมิสูงที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีลักษณะที่มีความสำคัญของความหลากหลายในการปรับตัวต่อพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีความเป็นไปได้ที่จะนำความหลากหลายดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ (Satake and Yoshida, 1978; Mutsushima et al., 1982) ดังนั้น หากทราบถึงความสามารถในพันธุ์ข้าวไทยในการตอบสนองต่ออุณหภูมิสูง โดยเฉพาะความมีชีวิตของละอองเกสรและการปฏิสนธิ นั้น จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการรับมือกับผลกระทบต่อสภาวะเครียดจากอุณหภูมิสูง นอกจากนี้ Matsui et al. (2000) รายงานว่า ข้าวใน subspecies *indica* มีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีกว่า *japonica* อย่างไรก็ตาม ลักษณะการทนทานอุณหภูมิสูงถูกพบได้ในทั้งสอง subspecies

อุณหภูมิที่สูงเกินไปในระยะออกดอกในระหว่างกระบวนการผสมเกสรและการผสมน้ำหั่นเมล็ด ซึ่งในระยะดอกบานเป็นระยะที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงมากที่สุด (Osada et al., 1973; Satake and Yoshida, 1978) โดยอุณหภูมิสูงมีผลต่อการแตกละอองเกสรออกจากอับละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสรทำให้เกิดการผสมเกสรไม่ติด (Satake and Yoshida, 1978; Matsui et al., 2000) และทำให้เมล็ดข้าวลีบในอัตราที่สูง ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าอุณหภูมิสูงในเวลากลางคืนก็มีผลต่อการผสมเกสรเช่นกัน ทำให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ IR72 ลดลง 10% เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยในตอนกลางคืนเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส ซึ่งช่อดอกข้าวที่ได้รับอุณหภูมิสูงมากกว่า 1 ชั่วโมงขึ้นไป ก็เพียงพอแล้วที่จะทำให้ช่อดอกย่อยข้าว (spikelets) เป็นหมันได้ (Jagadish et al., 2007) นอกจากนี้สภาวะเครียดในสภาพอุณหภูมิสูงในระยะการสร้างเมล็ด (grain filling) ยังส่งผลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวที่ลดลงเช่นเดียวกัน คุณภาพของข้าวที่ลดลงประกอบด้วยคุณภาพโดยรวมต่อลักษณะปรากฏของเมล็ด คุณภาพการสีข้าวและการหุงต้ม เนื่องจากการเกิดท้องไข การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอะไมโลเพคติน (amylopectin) อุณหภูมิแป้งสุกที่สูงขึ้น และความคงตัวของแป้งสุกที่เป็นแป้งแข็งมากขึ้น

### อิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อการออกรวงของข้าว

อิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อการออกรวงของข้าวโดยทั่วไป จะเป็นปฏิกริยาร่วมกันระหว่างระดับอุณหภูมิกับความยาววัน ข้าวจะตอบสนองต่ออุณหภูมิโดยมีช่วงแสงเป็นตัวกระตุ้น ระดับการตอบสนองจะแตกต่างกันตามพันธุ์ อุณหภูมิจะมีผลต่อการออกดอกของข้าวทั้งพันธุ์ไวแสง และพันธุ์ไม่ไวแสง ในสภาพปกติอุณหภูมิสูงจะเร่งให้ข้าวออกดอกเร็วขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอการออกดอกให้ช้าลงแต่ในบางสภาวะอุณหภูมิจะชะลอการออกรวงให้ช้าลงด้วย ซึ่ง Vergara and Lilis (1968) กล่าวว่า อุณหภูมิสูงช่วยในการออกดอก โดยอุณหภูมิสูงจะเร่งการพัฒนาและการยืดยาว

ของรวงให้เร็วขึ้นมากกว่าจะไปกระตุ้นให้เกิดการกำเนิดช่อดอกก่อน ได้มีการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อการออกดอกของข้าวในห้วงควบคุมสภาพแวดล้อม วาสนา (2540) ได้อ้างถึงผลการศึกษาของนักวิจัยหลายคน ได้แก่ (Vergara and Chan, 1985; Mudshirato, 1965; Yatsyyanogi and Tkuechi, 1956; Beest, 1959) ซึ่งสรุปได้ว่าอุณหภูมิสูงช่วยกระตุ้นการพัฒนาการสร้างรวง โดยมีอุณหภูมิวิกฤติอยู่ระดับ 18 องศาเซลเซียส อุณหภูมิระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส จะช่วยเร่งการพัฒนา รวงในช่วงท้าย

### อิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อการเป็นหมันของข้าว

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ข้าวเกิดการเป็นหมัน การเป็นหมันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิ ความยาวนาน ระยะการเจริญเติบโตที่ข้าวได้รับอุณหภูมิสูง และพันธุ์โดย Sato (1960:1966) สังเกตพบว่าการเป็นหมันรุนแรงในฤดูร้อนที่แห้งแล้งในประเทศกัมพูชา ซึ่งเป็นรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับอุณหภูมิสูงที่ก่อให้เกิดการเป็นหมันของข้าวเขตร้อน ข้าวมีความเป็นหมันเมื่อข้าวออกรวงในช่วงปลายเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม ในเดือนเมษายนอัตราการเป็นหมันสูงที่สุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นหมันลดลงแต่ยังคงมีอัตราสูงอยู่จนถึงปลายเดือนมิถุนายนซึ่งอัตราการเป็นหมันเท่ากับในช่วงปลายเดือนมกราคมถึงปลายเดือนมีนาคมคือจะสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ แต่ข้าวที่ออกรวงในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนมกราคม มีความเป็นหมันต่ำกว่าช่วงอื่น ๆ เมื่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด 36 ถึง 37 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเป็นหมันสูงที่สุด อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการผสมเกสรที่ผิดปกติซึ่งจะเกิดการแตกของอับละอองที่ผิดปกติและการเหี่ยวเฉาของเกสรตัวเมีย และ IRRI (1976) รายงานว่าที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส การผสมเกสรไม่เกิดขึ้นในพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่ออุณหภูมิสูงหลังจากที่ให้ข้าวได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 วัน ในข้าวพันธุ์ที่ทนทานแสดงเมล็ดที่เป็นหมันแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์อย่างเห็นได้ชัด เมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 5 วัน ในเขตภูมิอากาศแบบ Semiarid เมือง Hyderabad ประเทศอินเดีย ในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมเป็นช่วงที่ rabi rice crop ออกดอกและสูงแก่ในตอนกลางวันอุณหภูมิจะสูงสุด 38-40 องศาเซลเซียส ข้าวบางสายพันธุ์จะออกดอกในเดือนเมษายนและมีเปอร์เซ็นต์การเป็นหมันสูง เห็นได้ชัดช่วงที่อุณหภูมิสูงขณะดอกบานเป็นเหตุให้เกิดการเป็นหมันมาก เพราะการผสมเกสรของข้าวเกิดในช่วงตอนเช้าถึงกลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่อุณหภูมิสูงจะขึ้นถึงระดับวิกฤติของอุณหภูมิสูงที่ชักนำให้เกิดการเป็นหมัน ที่ Hyderabad อุณหภูมิสูง 35 องศาเซลเซียส ในช่วง 09.30 นาฬิกา (อุณหภูมิวิกฤติ) และสูงถึง 39 องศาเซลเซียส เมื่อถึงเที่ยงวันรูปแบบการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินำไปใช้ได้กับทุก ๆ ที่ ในเขตภูมิอากาศแบบ Semiarid

Chang *et al.* (1978) ปลูกข้าว 36 สายพันธุ์ในฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่าอุณหภูมิสูง ชักนำให้เกิดความเสียหาย 2 แบบ แบบแรก ต้นจะแคระแกรนในช่วงแรก ๆ ของการปลูกในฤดูแล้ง และแบบที่สองข้าวจะเป็นหมันทั้ง 2 ฤดู โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเป็นหมันจะต่ำเมื่อปลูกในฤดูหนาว การเป็นหมันที่ปรากฏจะเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดผลผลิต โดย IRRI (1977) กล่าวว่าภาคใต้ของประเทศไทย อณหภูมิสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนเมษายนสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส จะชักนำให้เกิดการเป็นหมัน และ Matsushima (1978) รายงานว่า อณหภูมิสูงชักนำให้เกิดการเป็นหมันในประเทศชูดาน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อุณหภูมิรายเดือนสูงสุดในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมสูงถึง 40 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดลีบมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อข้าวที่ปลูกออกรวงในช่วงปลายเดือนเมษายนถึงปลายเดือนพฤษภาคม ในประเทศอียิปต์ เปอร์เซ็นต์ของการเป็นหมันและเมล็ดลีบสูงเช่นกัน Matsushima *et al.* (1982) รายงานว่า ข้าวที่ได้รับอุณหภูมิสูง 40 ถึง 42.1 องศาเซลเซียส ที่ระยะออกรวงของข้าว 3 สายพันธุ์ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ไม่ได้รับการผสมกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดแก่จะมีความสัมพันธ์แบบผกผัน คือ หากเปอร์เซ็นต์ที่ไม่ได้รับการผสมสูง เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลง ซึ่งข้าวแต่ละพันธุ์จะได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงต่อเปอร์เซ็นต์การผสมติดแตกต่างกัน

Sato (1967) กล่าวว่าในประเทศ เซเนกัล และประเทศอื่นๆ ในอัฟกานิสถานอุณหภูมิสูงไม่เหมาะสมที่จะปลูกข้าว โดยข้าวพันธุ์ TR747 อ่อนแอต่ออุณหภูมิ เมื่อข้าวที่ได้รับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และ 41 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง พบว่าข้าวที่ได้รับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การผสมติดจะลดลงจาก 87 เปอร์เซ็นต์จนถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และ ข้าวที่ได้รับอุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การผสมติดจะลดลงจาก 90 เปอร์เซ็นต์ จนถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าเมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิสูงเปอร์เซ็นต์การผสมติดจะลดลง และเมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิสูงถึง 41 องศาเซลเซียส แม้จะได้รับเพียง 2 ชั่วโมง ก็ทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมติดลดลงไปอีก

Matsushima and Tanaka (1960) ได้ศึกษากระบวนการพัฒนารวงที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงในข้าวพันธุ์ BKN 6624 เมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิสูงมากที่สุดที่ระยะสร้างรวง เมล็ดข้าวจะไม่ได้รับการผสม (unfertilized grains) ตรวจสอบได้โดยใช้มือบีบซึ่งผลจะคล้ายกับการทดสอบด้วยไอโอดีน ซึ่ง Osada (1972) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ข้าวนาปรังในประเทศไทย มีอัตราเป็นหมันสูงเพราะกระทบอุณหภูมิสูงในช่วงดอกบาน ซึ่งผลกระทบในแต่ละพันธุ์ไม่เท่ากัน Toriyama and Hue (1982) ทดลองปลูกข้าวในประเทศปากีสถาน เมือง Lyallpur ข้าวเกิดเป็นหมัน 40-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพืชออกดอกเดือนกรกฎาคมและสุกแก่ในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูง ค่าเฉลี่ยของ

อุณหภูมิประจำเดือนกรกฎาคม (30.3 องศาเซลเซียส) นั้นมากเกินไปแต่อุณหภูมิรายวัน ในช่วงแรกของเดือนจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา บางครั้งสูงถึง 35-40 องศาเซลเซียส สำหรับการปลูกในเมือง Dolri ซึ่งอุณหภูมิสูงกว่าที่ Lyallpur ข้าวจะออกดอกในเดือนมิถุนายน ซึ่งอุณหภูมิจะสูงกว่าพบว่า เปอร์เซ็นต์การเป็นหมันจะสูงและ Al-Hassa Oasis ที่อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบ arid tropical ประเทศซาอุดีอาระเบีย ซึ่งเป็นเขตหนึ่งที่ร้อนที่สุดในโลก อุณหภูมิรายเดือนสูงสุดช่วงเดือนกันยายนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิรายวันและกลางคืนแตกต่างกันมาก Satake and Yoshida (1978) ได้ศึกษาช่วงเวลาการตอบสนองของดอกข้าวต่ออุณหภูมิสูงในวันที่ดอกบานในข้าวพันธุ์ IR 747B-2-6 เมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง 38 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และ 41 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ซึ่งการทดลองเป็นเวลา 5 วัน และทำเครื่องหมายไว้ที่ glume เพื่อบันทึกการผสมเกสร พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงเปอร์เซ็นต์การเป็นหมันสูงเช่นกันที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะได้รับอุณหภูมิสูงในเวลาเท่ากันที่ระดับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ข้าวจะมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดน้อยกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 41 องศาเซลเซียส แม้ว่าจะได้รับเพียง 2 ชั่วโมงเปอร์เซ็นต์การผสมติดต่ำสุดคือน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

Osada *et al.* (1973) ทดลองการเกิดเมล็ดลีบในหลายจังหวัดในประเทศไทยพบว่าข้าว 12 พันธุ์ และสายพันธุ์ ได้ถูกปลูก 3 ครั้ง เพื่อให้ออกดอกภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ในช่วงท้ายฤดูแล้ง ในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม อุณหภูมิสูงสุดตลอดทั้งวันเพิ่มขึ้นสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส จากการสังเกตการณ์ปลูกทั้ง 3 ครั้ง พบว่าเปอร์เซ็นต์การเป็นหมันจะอยู่ในช่วง 40 เปอร์เซ็นต์ ถึงน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และจะคล้าย ๆ กันในพันธุ์ที่ปลูกต่างกัน การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า เมล็ดที่ไม่เกิดการผสมเนื่องจากได้รับอุณหภูมิสูงมากกว่า 34 หรือ 35 องศาเซลเซียส ขณะดอกบาน ข้าวแต่ละพันธุ์ จะตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงที่ได้รับในช่วงดอกบานแตกต่างกัน Vergara (1979) พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวในประเทศอิหร่าน อียิปต์ และอินเดีย อุณหภูมิในตอนกลางวันจะสูง 35-40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของข้าว ในช่วงกำเนิดรวงและเริ่มสร้างรวง อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุทำให้ลดจำนวนดอกและลดการสร้างดอก ส่วนในระยะดอกบาน อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุทำให้ดอกข้าวเป็นหมันสูงมาก Takeoka *et al.* (1933) พบว่า อุณหภูมิที่ทำให้รวงอ่อนสามารถพัฒนาได้จะอยู่ในช่วง 18 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 32 องศาเซลเซียส เริ่มแสดงผลกระทบต่อลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนเมล็ดต่อรวง ขนาดเมล็ด เป็นต้น นอกจากนี้ข้าวที่ได้รับอุณหภูมิในระยะ reproductive เมล็ดและรวงจะมีสีซีด การเจริญเติบโตและพัฒนาการของดอกจะผิดปกติหากข้าวได้รับอุณหภูมิสูงเกินกว่า 37 องศาเซลเซียส จะทำให้รวงอ่อนที่กำลังเจริญเติบโตถูกยับยั้งและมีโอกาสเป็นหมันมากขึ้น อัตราการเป็นหมันจะสูงขึ้นอย่างรุนแรงเมื่อข้าวได้รับอุณหภูมิ

สูงนาน 1-2 ชั่วโมง ระหว่างที่ดอกบาน เพราะดอกข้าวไม่สามารถผสมติดได้ และเมล็ดจะลดลง เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส สูงกว่า 32 องศาเซลเซียส และมากกว่านั้นจำนวนเมล็ดลดลง

Osada *et al.* (1973) รายงานว่า พื้นที่ปลูกข้าวหลายจังหวัดในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทยที่ปลูกข้าวพันธุ์ส่งเสริมพันธุ์ที่ออกรวงในเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบมากกว่าปกติ โดยเฉพาะพันธุ์ C4-63 ที่นำมาจากประเทศฟิลิปปินส์ แสดงเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบที่สูง Satake and Yoshida (1978) ได้ทดลองในข้าว 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ N22 เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อความร้อน TR747B-2-6 ทนทานปานกลาง และพันธุ์ BKN6624 อ่อนแอต่อความร้อน พบว่า เปอร์เซ็นต์การผสมติดพันธุ์ BKN6624 สูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิตอนกลางวัน 29 องศาเซลเซียส และลดลงจนถึง 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 38 องศาเซลเซียส ขณะที่พันธุ์ TR747B-2-6 เปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุด คือสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิตอนกลางวัน 29 องศาเซลเซียส และลดลงเหลือ 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิตอนกลางวัน 38 องศาเซลเซียส ส่วนข้าวพันธุ์ N22 เปอร์เซ็นต์การผสมติดสูงที่สุด (สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) เมื่ออุณหภูมิตอนกลางวัน 29 องศาเซลเซียส และลดลง 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 38 องศาเซลเซียส และพบว่าเปอร์เซ็นต์ การผสมติดของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ จะลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 41 องศาเซลเซียส

#### อิทธิพลของอุณหภูมิสูงที่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

ได้มีการศึกษาพบว่า อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการให้ผลผลิต พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในระหว่าง 25-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป (ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส) จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น เช่น พบว่า อุณหภูมิที่สูงเกินไปและต่ำเกินไปช่วงที่มีการออกดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ เป็นต้น ดังนั้น อุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นกลางวัน หรือกลางคืนล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิสูงในกลางวันมีผลต่อการผสมเกสร ทำให้ผสมเกสรไม่ติด อุณหภูมิสูงในเวลากลางคืนมีผลต่อจำนวนดอก จำนวนเมล็ดที่ลีบเพิ่มมากขึ้น ในข้าวพันธุ์ IR72 หากอุณหภูมิกกลางคืน (วัดจากอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย) เพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส (จาก 22 องศาเซลเซียส) จะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง 10% งานวิจัยข้าวพิษณุโลก ปี 2543 พบว่า อุณหภูมิในช่วงเดือนมีนาคมที่สูงกว่าปกติ 1-3 องศาเซลเซียส ในช่วงผสมเกสรของข้าวนาปรัง ทำให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เกิดเมล็ดลีบมากกว่า

40% ในขณะที่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ไม่ได้ได้รับความเสียหาย ผลการศึกษาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศพบว่าในระยะ 20 ปี ต่อจากนี้ไปอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากระดับในปัจจุบันมากนัก แต่ในระยะ 90 ปีจะเพิ่มขึ้น งานวิจัยด้านพืชพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับผลผลิตนั้นไม่เป็นเส้นตรง บางพืชอาจจะเจริญเติบโตได้ดีขึ้นในระยะแรกแต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลผลิตจะลดลง ดังนั้นผลกระทบของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับว่าอุณหภูมิเริ่มต้นเป็นเท่าไร และพืชชนิดใด การสรุปทิศทางการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตในภาพรวมค่อนข้างยาก วิเชียร และคณะ (2547) ได้เทียบผลผลิตข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 ที่ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่าง ๆ พบว่าอีก 50 ปี ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นประมาณ 5-6 อย่างก็นักวิชาการด้านพืชได้ให้ความเห็นว่าความผิดปกติของอุณหภูมิแม้จะเกิดขึ้นเพียงไม่กี่นาทิจาอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตเกษตรได้ ถ้าความผิดปกติของอุณหภูมิเกิดขึ้น จะทำให้ปริมาณผลผลิตลดลงได้ ซึ่ง Shen and Way (1970) รายงานว่า พันธุ์ข้าวกลุ่ม indica ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและแสงแดด ข้าวที่ปลูกในเขตร้อนจะได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิสูงเสมอ ซึ่งทำให้ข้าวมีลักษณะผิดปกติ ความรุนแรงของความผิดปกติจะขึ้นอยู่กับระดับความสูงของอุณหภูมิ พันธุ์ ระยะการเจริญเติบโต และความรุนแรงขณะที่ข้าวได้รับอุณหภูมิสูง Yoshida (1973) ศึกษาช่วงอุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 22, 25, 28 และ 31 องศาเซลเซียส ในข้าวพันธุ์ IR8 พบว่า จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และ Murata (1976) พบว่า ข้าวบางพันธุ์เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงในช่วง 3 สัปดาห์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดลดลงจาก 24 กรัม เมื่อปลูกในที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส เหลือเพียง 21 กรัม เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นเป็น 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส จะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของข้าว อุณหภูมิต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ข้าวจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หากอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้การแตกกอลดลง รวมทั้งทำให้จำนวนเมล็ดลิบสูงขึ้นซึ่งเป็นผลทำให้ผลผลิตลดลง

### ประวัติการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิล

ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเป็นพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือก และพัฒนาจนได้พันธุ์ข้าวที่มีเมล็ดข้าวกล้องเรียวยาว สีม่วงเข้ม ข้าวกล้องเมื่อหุงสุกจะนุ่มเหนียว ที่สำคัญคือ ข้าวกล้องมีธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แคลเซียม และโพแทสเซียม สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 การศึกษาเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ไมโครเทลโลแกรมชนิด microsatellite จำนวน 48 ตำแหน่ง มาตรวจสอบ ชี้ให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลมีความแตกต่างจากข้าวพันธุ์ Hei Bao และ Xua Bue Huq ที่เป็นข้าวเมล็ดลีบดำของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จึงยืนยันได้ว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ไม่ได้เป็นพันธุ์เดียวกัน

## ลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเป็นข้าวนาสวนไม่ไวแสง สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี การแตกกอดี ไม่ต้านทานโรค ขอบใบแห้ง และแมลงโดยทั่วไป ความสูงต้น 75 ซม. ใบและลำต้นมีสีเขียวเข้มอมม่วง เมล็ดข้าวกล้องยาวประมาณ 6.5 มม. มีสีม่วงดำ เปลือกหุ้มเมล็ดข้าวมีสีม่วงเข้ม อายุเก็บเกี่ยว 95-100 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 400-700 กก./ไร่ ต้านทานต่อโรคไหม้ (blast) ทนทานต่อสภาพแล้ง (drought) และดินเค็ม (saline soil) ข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นสีม่วงเข้มประกอบไปด้วยสาร แอนโทไซยานิน (anthocyanin) โปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidin) ไบโอฟลาโวนอยด์ (bioflavonoids) และวิตามิน E ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และดีต่อสุขภาพตามธรรมชาติ ในส่วนของรำและจมูกข้าว มีวิตามิน E วิตามิน B และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ในส่วนของรำมีน้ำมันรำข้าว 18 % เป็นองค์ประกอบ ซึ่ง 80 % เป็นชนิด C18:1 และ C18:2 เหมือนกับน้ำมันที่ได้จากถั่วเหลืองและข้าวโพด และพบว่ามีสารโอเมกา-3 (omega-3) ประมาณ 1-2 % รำข้าวของข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลนี้มีปริมาณเส้นใยที่ย่อยได้ (digestible fiber) สูงถึง 10 % จากข้อมูลทางโภชนาการนับได้ว่าข้าวเจ้าหอมนิลเป็นข้าวที่มีศักยภาพในการนำมาแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหารสูง เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลรวมทั้งขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ

## การฉายรังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

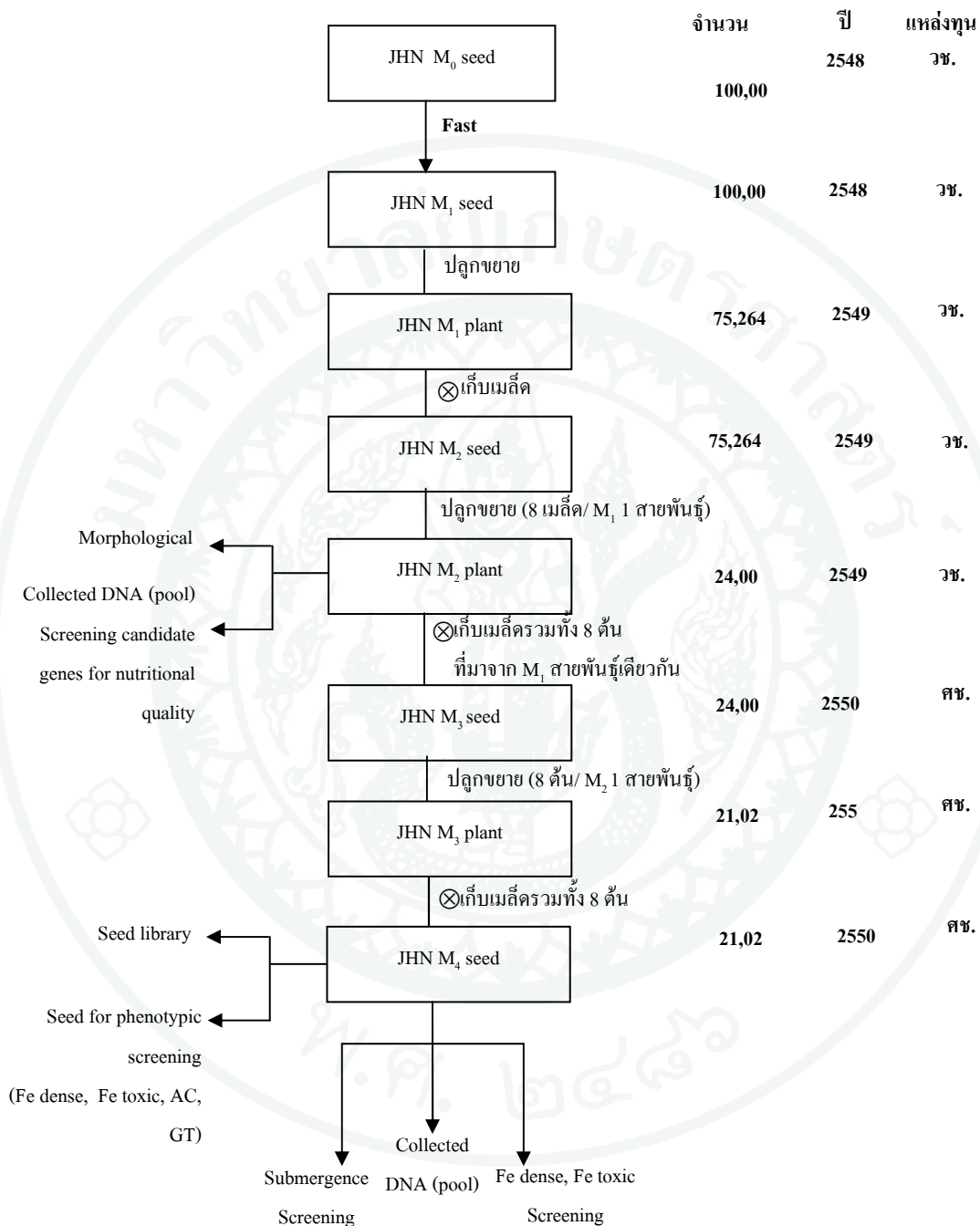
การปรับปรุงลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจและโภชนาการข้าวบางลักษณะ มีความซับซ้อนทำได้ยาก เนื่องจากความแปรปรวนของพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวในธรรมชาติมีไม่มากพอ การปรับปรุงพันธุ์โดยการกลายพันธุ์จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ นอกจากนี้การกลายพันธุ์ยังเป็นวิธีที่นิยมใช้ศึกษาบทบาทหน้าที่ของยีน ด้วยการยับยั้งการทำงานของยีนที่สนใจหรือทำให้เสียความสามารถในการแสดงออก (Reduce or knock-out) หรือการเพิ่มการแสดงออกเฉพาะยีน (Over-expression) ซึ่งส่งผลต่อลักษณะปรากฏของพืช ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่อ้างถึงการใช้ประชากรของข้าวพันธุ์กลายในการศึกษาวิเคราะห์และค้นหาบทบาทหน้าที่ของยีนประชากรเหล่านั้นถูกสร้างจากการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสี (Hirochika et al., 2004) รวมถึงการใช้ Agrobacterium T-DNA (Jeon et al., 2001) Ac/Ds Transposon (Greco et al., 2001) และ Retrotransposon Tos17 (Hirochika, 2001; Miyao et al., 2003) นอกจากนี้ยังมีการเก็บรวบรวมและสืบค้นข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของประชากรของข้าวพันธุ์กลาย จนสามารถสร้างเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญ เพื่อค้นหา ยีนและหน้าที่ของยีน

การปรับปรุงพันธุ์พืช โดยวิธีการคัดเลือกหลังชักนำให้กลายพันธุ์ ด้วยสารเร่งถือว่าเป็นหนึ่งในวิธีหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในช่วงปี 2525-2540 เมื่อมีการประยุกต์ใช้พลังงานปรมาณูเพื่อสันติร่วมกับหน่วยงานด้านรังสีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสำนักปรมาณูเพื่อสันติ โดยใช้แหล่งที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือสารเร่งก่อกลายพันธุ์ (mutagens) เช่นรังสีแกมมา นิวตรอนและรังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ทำให้เกิดการกลายยีน และดีเอ็นเอ หรือเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์เล็กน้อยหรือบางส่วนที่เรียกว่า point mutation ผลของการกลายยีนที่เกิดขึ้นโดยวิธีนี้และผ่านการคัดเลือกไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การกลายยีนจากข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 มาเป็นข้าวเหนียว กข 6 ของกรมวิชาการเกษตร

### ขั้นตอนการสร้างประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย

สร้างประชากรข้าวพันธุ์กลายโดยการเหนี่ยวนำเมล็ดข้าวเจ้าหอมนิลให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสี Fast Neutron ที่ระดับ 33 Gy ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้เมล็ดเริ่มต้น ( $M_0$ ) จำนวน 100,000 เมล็ด จากนั้นทำการปลูก  $M_1$  ในแปลงในรูปแบบเพลท 96 ตัวอย่าง เพื่อเก็บเมล็ด  $M_2$  ซึ่งสามารถปลูกต้น  $M_1$  ให้เจริญเติบโตจนสามารถเก็บเมล็ดได้ทั้งหมด 75,264 สายพันธุ์ (784 plate) ส่วนที่ขาดหายไปคาดว่าเป็นผลจากการเหนี่ยวนำด้วยรังสี ทำให้เมล็ดข้าวส่วนหนึ่งสูญเสียความมีชีวิตไป ไม่สามารถเพาะปลูกได้ จากนั้นทำการรวมเมล็ด  $M_2$  ที่มาจาก  $M_1$  ต้นเดียวกันเข้าด้วยกันแล้วสุ่มเมล็ด  $M_2$  มาปลูก 8 ต้น เพื่อเป็นตัวแทนของ  $M_1$  แต่ละสายพันธุ์ หลังจากเก็บเมล็ด  $M_2$  ได้เก็บเมล็ดไว้เพื่อรอการปลูกขยาย แต่เนื่องจากข้าวเจ้าหอมนิลเป็นข้าวที่ไม่มีการพักตัวของเมล็ด หลังจากสุกแก่แล้วพร้อมที่จะงอกทันที ในทางกลับกันถ้าเก็บเมล็ดเอาไว้เป็นเวลานานมากกว่า 6 เดือน จะสูญเสียความงอกไปเกือบทั้งหมด ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวยังขาดความพร้อมเรื่อง seed cold room ทำให้เมล็ดข้าวพันธุ์กลายจำนวนมากปลูกไม่ขึ้น ทำให้ขนาดประชากรลดลงมาอยู่ที่ 24,000 สายพันธุ์ แต่ก็ถือว่าเป็นขนาดที่เพียงพอและเหมาะสมกับการดูแลจัดการ หลังจากนั้นก็ได้ทำการปลูกขยายประชากรรุ่น  $M_3$  ตามวิธีการเดียวรุ่น  $M_2$  จนถึงปัจจุบันสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ในรุ่น  $M_4$  ได้ทั้งหมด 21,024 สายพันธุ์ (ภาพที่ 3)

การสร้างประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย



ภาพที่ 3 แผนผังการสร้างประชากรข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. อุปกรณ์ในการปลูกและดูแลรักษาข้าว

1.1 สายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลกลายพันธุ์ จำนวน 2,000 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ M2000-M4000

1.2 พันธุ์ข้าวควบคุม 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หอมนิล พันธุ์สินเหล็ก

1.3 ถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร

1.4 ถาดปลูก ขนาด 12×24 หลุม

1.5 กระถางพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมขนาด 7 x 7 นิ้ว

1.6 ดินจากแปลงนาและใส่ปุ๋ยอินทรีย์

1.7 ถูกระดาก

1.8 ถูตาข่าย

1.9 เครื่อง Watch Dog สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงเบื้องต้น (ภาพที่ 4)

1.10 อุปกรณ์ควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือน คือ ระบบการให้ลมร้อนในโรงเรือน และระบบพัดลมเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน (ภาพที่ 3)

1.11 กล้องอินฟราเรดยี่ห้อ Flir infrared camera รุ่น FLIR i7

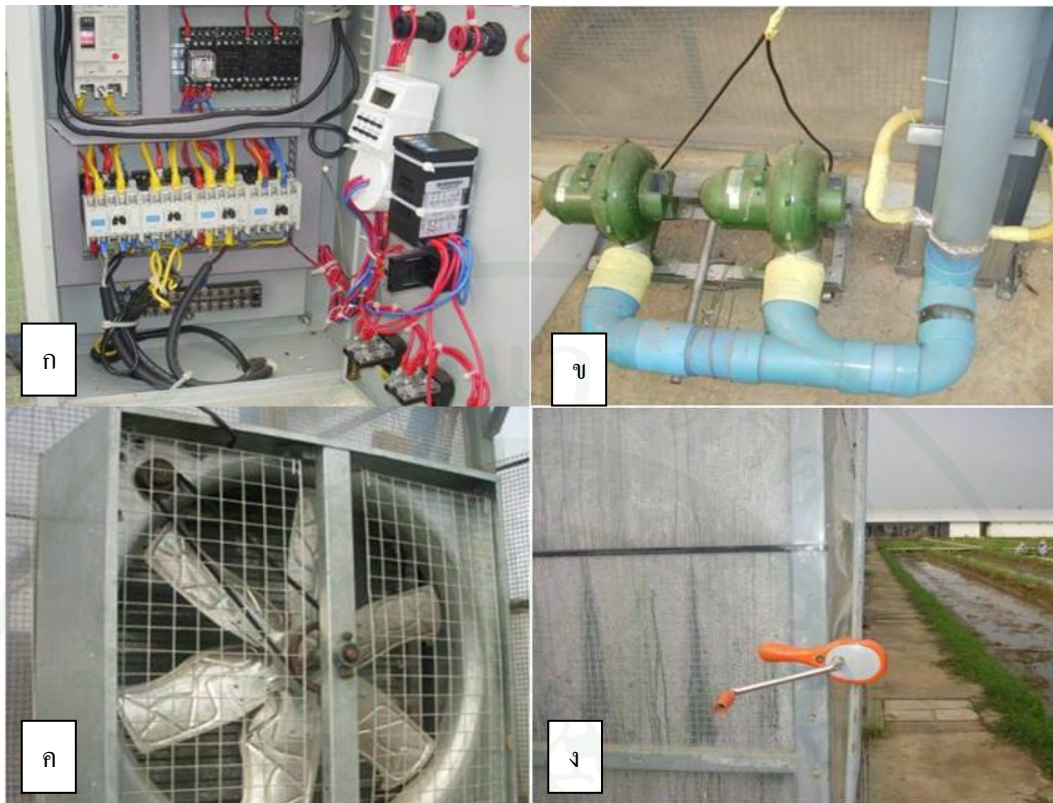
## 2. อุปกรณ์สำหรับประเมินความมีชีวิตของละอองเกสรและความงอกของละอองเกสร

- 2.1 สาร L<sub>2</sub>KI
- 2.2 ปากคีบปลายแหลม (Forcep)
- 2.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ (MS medium)
- 2.4 จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- 2.5 กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope) ยี่ห้อ Olympus รุ่น S2X12
- 2.6 กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope) ยี่ห้อ Leica รุ่น EZ4HD

### วิธีการทดลอง

#### 1. การควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

ข้อมูลสภาพอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ โดยระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ จะเริ่มทำงานตั้งเวลา 7.00-17.00 น. ซึ่งจะ ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 40- 45 องศาเซลเซียสเริ่มตั้งแต่วันที่ 9.00-17.00 น. ซึ่งระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจะให้ลมร้อนในโรงเรือนเมื่ออุณหภูมิ ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส และระบบพัดลมเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน เมื่ออุณหภูมิ สูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ภาพที่ 4 โดยตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง ด้วยเครื่อง Watch Dog ภาพที่ 5 ทั้งในแปลงทดลองและภายในโรงเรือน โดยตั้งค่าบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงกลางวัน โดยข้อมูลจะบันทึก ทุกๆ 5 นาที



ภาพที่ 4 (ก) ชุดควบคุมอัตโนมัติ (ข) ระบบการให้ลมร้อนในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ (ค) ระบบพัดลมเพื่อลดอุณหภูมิภายใน (ง) ชุดเปิดปิดด้านข้างโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิเพื่อลดอุณหภูมิในโรงเรือน



ภาพที่ 5 เครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ (ก) กล่องบันทึกข้อมูล ที่มีเครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (ข) เครื่องวัดความเข้มแสง

## 2. การทดสอบสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ในช่วงเวลา 10.00 – 16.00 น. มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม R โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) โดยใช้ 4 สัปดาห์ของแต่ละเดือนเป็นจำนวนซ้ำ พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของสภาพอากาศในปี พ.ศ 2555 ของเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม ส่วนในปี พ.ศ. 2556 เปรียบเทียบความแตกต่างของภูมิอากาศในเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน พฤศจิกายน และ ธันวาคม ส่วนเดือนที่ไม่มี คือเดือนที่ไม่ปรากฏการทดลองคัดเลือกสายพันธุ์ทนทานต่ออุณหภูมิสูง

## 3. การปลูกและดูแลรักษา

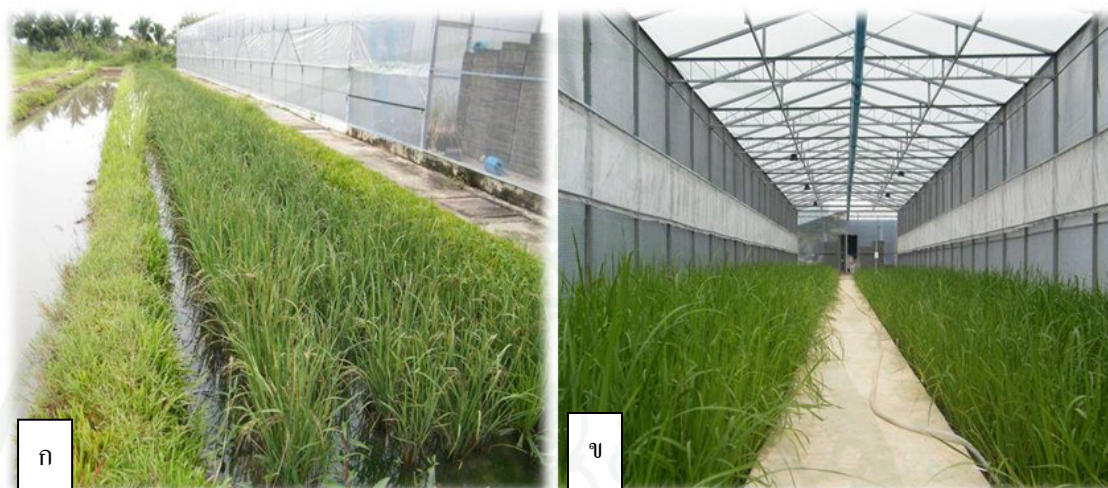
เพาะเมล็ดพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวต่างๆลงในกระบะเพาะข้าว 1 เมล็ดต่อ 1 หลุมเมื่อถึงระยะที่ข้าวย้ายลงกระถางมีอายุประมาณ 21 วัน ทำการย้ายต้นกล้าข้าวปลูกลงในกระถางกระถางพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมขนาด 7 x 7 นิ้ว 1 สัปดาห์ต่อมา ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และจำกัดวัชพืชในกระถาง โดยให้ข้าวทั้งสองกลุ่มมีการเจริญเติบโตทางลำต้นในสภาพแปลงนาอุณหภูมิปกติ เมื่อถึงระยะตั้งท้อง (R2) จึงนำข้าวกลุ่มที่ 2 เข้าสู่สภาพอุณหภูมิสูง จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, R9) ทำการเก็บเกี่ยวและเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

## 4. การคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าวเจ้าหอมนิล

### 4.1 การคัดเลือกรอบที่ 1

ในการคัดเลือกสายพันธุ์กลายข้าวเจ้าหอมนิลทำการคัดเลือกทั้งหมด 3 รอบ โดยในแต่ละรอบจะมีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ในรอบที่ 1 ของการคัดเลือก ปลูกข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายจำนวน 2,000 สายพันธุ์จำนวน 2 กระถางต่อพันธุ์ กระถางละ 2 ต้นและใช้พันธุ์ เจ้าหอมนิล และดินเหล็กเป็นพันธุ์ควบคุม ส่วนในสภาพอุณหภูมิปกติ ปลูกแปลงแปลงจำนวน 4 ต้นเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 6) และย้ายข้าวส่วนหนึ่งเข้าสู่สภาพอุณหภูมิสูงเมื่อถึงระยะเจริญพันธุ์ (ภาพที่ 6) สายพันธุ์ใดที่ไม่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งประเมินจากการติดเมล็ด จะถูกคัดทิ้งและเคลื่อนย้ายออกไปจากโรงเรือน ส่วนสายพันธุ์ใดที่สามารถผสมเกสรและติดเมล็ดได้จะดำเนินการ

คัดเลือกต่อไปในสภาพอุณหภูมิสูงในระหว่างการสร้างเมล็ด จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้น จะทำการเก็บเกี่ยวรวงข้าวคัดแยกเมล็ดดีและเมล็ดเสียเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์โดยใช้เกณฑ์การติดเมล็ด 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป



ภาพที่ 6 (ก) ข้าวที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ (ข) ภาพภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ

#### 4.2 การคัดเลือกรอบที่ 2

รอบคัดเลือกที่ 2 คัดเลือกข้าวจากสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดรอบในรอบที่ 1 จากอัตราการติดเมล็ดที่ 70 % ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเหมือนในรอบที่ 1 และเพิ่มเกณฑ์การคัดเลือกที่ละเอียดขึ้น ได้แก่ การตรวจสอบเกสรของข้าวในส่วนของความมีชีวิตของละอองเกสร และความงอกของละอองเกสร ความยาวรวง รอบที่ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split – plot in CRD Design ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ มี 2 กระจ่าง แต่ละกระจ่างมี 2 ต้น

#### 4.3 การคัดเลือกรอบที่ 3

รอบการคัดเลือกที่ 3 จะดำเนินการคัดเลือกข้าวจากสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดรอบในรอบที่ 2 ใช้การคัดเลือกจากเกณฑ์การติดเมล็ดที่สูงที่สุด 2 สายพันธุ์ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเหมือนในรอบที่ 2 พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่มีความละเอียดขึ้น ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนกอดอต้น จำนวนรวงต่อต้น ความยาวรวง น้ำหนักรวง ผลผลิตต่อต้น และ น้ำหนัก

100 เมล็ด การทดลองรอบที่ 3 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split – plot in CRD Design ทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ มี 10 กระจ่าง แต่ละกระจ่างปลูก 1 ต้น

## 5. การบันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

5.1 ความสูงต้น วัดความสูงของต้นข้าวจากโคนต้นที่ระดับผิวดินของกอข้าวจนถึงปลายใบของข้าว

5.2 จำนวนกอดต่อต้น นับจำนวนการแตกกอของข้าวตั้งแต่เริ่มแตกกอจนถึงเก็บเกี่ยว

5.3 จำนวนรวงต่อต้น นับจำนวนรวงข้าวทั้งหมดตั้งแต่เริ่มออกรวงจนถึงเก็บเกี่ยว

5.4 ความยาวรวง วัดความยาวรวงจากโคลนรวงจนถึงปลายรวง (เซนติเมตร)

5.5 น้ำหนักรวง ชั่งน้ำหนักรวงข้าวทั้งรวง (กรัม)

5.6 ผลผลิตต่อต้นชั่งน้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อต้น (กรัม)

5.7 จำนวนเมล็ดดีต่อรวง คัดแยกเมล็ดดีและนับเฉพาะจำนวนเมล็ดดี ใช้ 4 รวงต่อต้น

5.8 จำนวนเมล็ดเสียต่อรวง คัดแยกเมล็ดเสียและนับเฉพาะจำนวนเมล็ดเสียใช้ 4 รวงต่อต้น

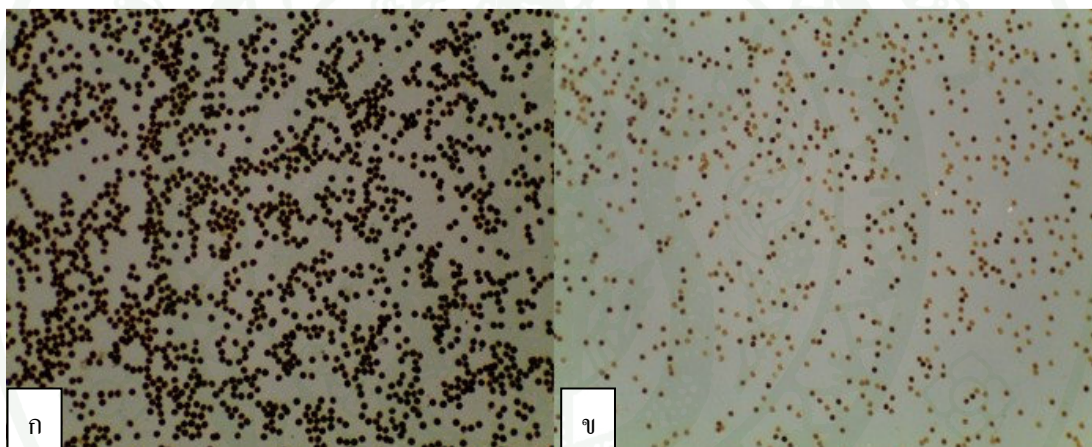
5.9 น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มชั่งเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด (กรัม)

5.10 เปอร์เซนต์การติดเมล็ด ทำการเก็บเกี่ยวและวิเคราะห์หาเปอร์เซนต์การติดเมล็ดโดยคำนวณเปอร์เซนต์การติดเมล็ดได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{Seed set} = \frac{\text{จำนวนเมล็ด ดี}}{\text{เมล็ดดี} + \text{เมล็ดเสีย}} \times 100$$

## 6. การวิเคราะห์ความมีชีวิตของละอองเกสร (Pollen viability)

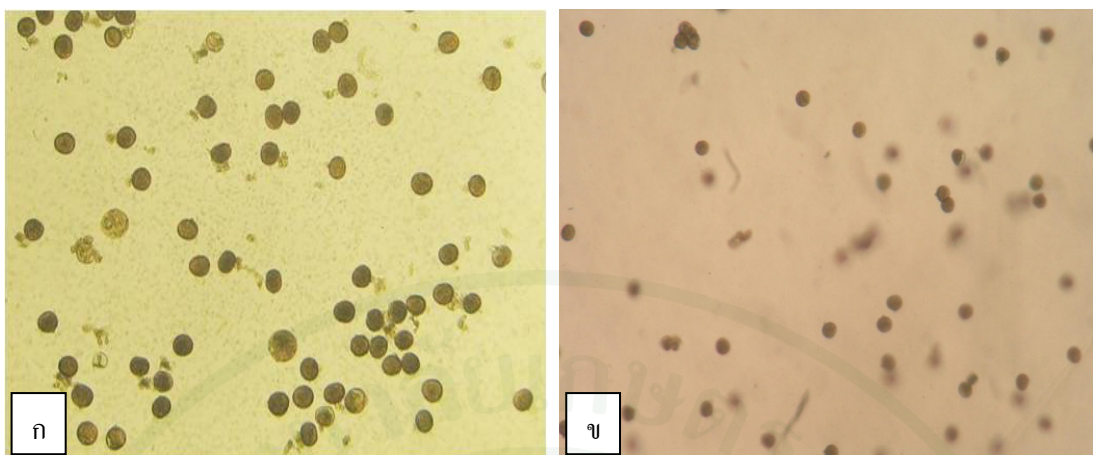
ตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรโดย I<sub>2</sub>KI โดยใช้เกณฑ์การสะสมแป้งในละอองเกสร โดยดูจากการย้อมติดสี และรูปร่างของละอองเกสร ซึ่งละอองเกสรที่มีชีวิตจะติดสีน้ำตาลเข้ม ส่วนละอองเกสรที่ติดสีเหลืองอ่อนหรือไม่ติดสีเลย (ภาพที่ 7) จะเป็นละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต โดยรูปร่างของละอองเกสรจะมีลักษณะกลมไม่บิดเบี้ยวจะเป็นลักษณะที่สมบูรณ์ (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



ภาพที่ 7 (ก) ละอองเกสรที่มีชีวิต (ข) ละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต

## 7. การวิเคราะห์ความงอกของละอองเกสร (Pollen germination)

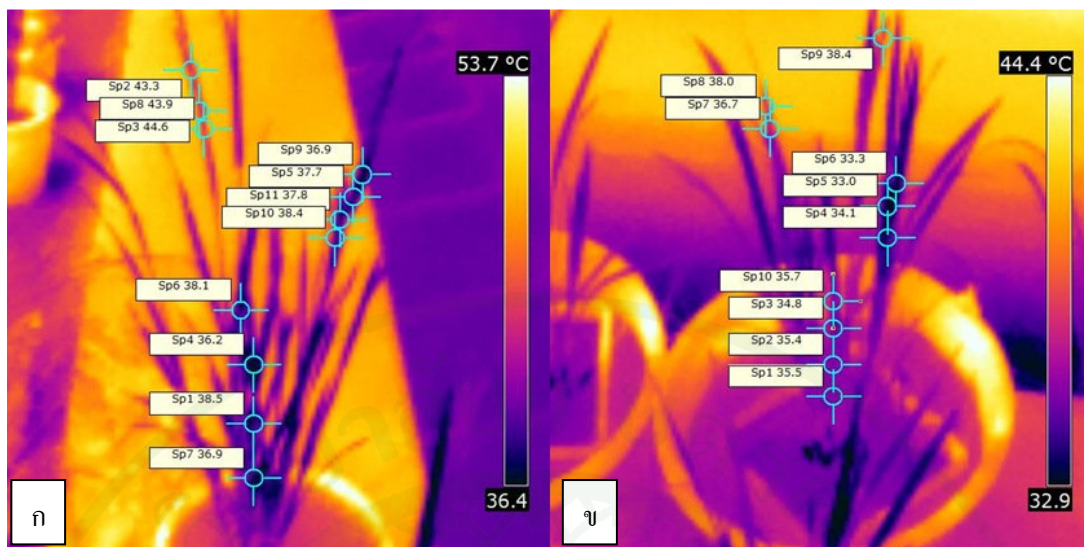
เก็บดอกย่อยบนรวง 2 ดอกย่อย (Spikelet) ในส่วน บน กลาง และล่างของรวง จำนวน 3 รวง ตรวจสอบความงอกของละอองเกสร บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (MS medium) ซึ่งเติมแคลเซียมไนเตรต และบอริก ที่เตรียมไว้ โดยโปรยละอองเกสรลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ วางในที่มืด นาน 4 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิห้อง ประเมินการงอกของละอองเกสรภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope) ตรวจสอบนับละอองเกสรที่งอกและไม่งอก (ภาพที่ 8) เมื่อความยาวของท่อละอองเกสรมีความยาวเท่ากับหรือมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของละอองเกสร ถ่ายภาพ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร



ภาพที่ 8 (ก) ละอองเกสรที่งอก (ข) ละอองเกสรที่ไม่งอก

#### 8. การตรวจสอบอุณหภูมิทรงพุ่มข้าว

ปลูกข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย 2 สายพันธุ์ ได้แก่ M7988 และ M 7766 ที่มีลักษณะการติดเมล็ดที่ดีและไม่ดี ในสภาพอุณหภูมิสูง ตามลำดับ สายพันธุ์ละ 6 กระถาง โดยใช้พันธุ์เจ้าหอมนิล wild type เป็นพันธุ์ควบคุมเมื่อข้าวเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (R2 : ระยะข้าวตั้งท้อง) จึงนำต้นข้าวจำนวน 3 กระถางเข้าสู่โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิที่ 38-45 องศาเซลเซียส ส่วนอีก 3 กระถาง ให้อยู่ในสภาพแปลงทดลอง ทำการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน โดยใช้ Data logger โดยมีการบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 5 นาทีเมื่อถึงระยะดอกบาน (R4) ทำการถ่ายภาพโดยใช้กล้องอินฟราเรดชื่อ Flir infrared camera รุ่น FLIR i7 ในการบันทึกรูปภาพความร้อน (ภาพที่ 9) ทุกๆ 1 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ เวลา 9.30 - 16.30 น. เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาอุณหภูมิส่วนของลำต้น ใบ และช่อดอก โดยวิเคราะห์อุณหภูมิในแต่ละส่วนของต้นข้าวจะสุ่มวัดอุณหภูมิของส่วนนั้นๆ จำนวน 5 จุดต่อหนึ่งช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดและนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรม FLIR Quick Report จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละส่วนของต้นข้าว และความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างต้นข้าวที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพแปลงทดลอง



ภาพที่ 9 ภาพถ่ายจากกล้องอินฟราเรดชนิดหือ Flir infrared camera รุ่น FLIR i7 และการแสดงข้อมูลอุณหภูมิ (ก) ภาพถ่ายจากโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ (ข) ภาพถ่ายจากสภาพแปลงทดลอง

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ของลักษณะทางการเกษตร และสภาพอากาศ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยใช้ LSD (least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### สถานที่ทำการทดลอง

1. ภาควิชา พืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. แปลงนาทดลอง ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิสภาพอุณหภูมิสูง ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาการทดลอง

มิถุนายน 2554 - ตุลาคม 2556



## ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 สภาพอากาศ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน ความเข้มแสงเฉลี่ยของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2555-2556

เนื่องจากสภาพอุณหภูมิอากาศภายนอกไม่สามารถกำหนดให้เป็นตามที่ต้องการได้จึงจำเป็นต้องสร้างโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิเพื่อที่สามารถทำการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวในปริมาณมาก ๆ และสามารถที่ได้ตลอดทั้งปี อีกทั้งจากการทดลองหาพันธุ์/สายพันธุ์ทนทานจากอุณหภูมิสูงในประเทศไทยที่ผ่านมาเป็นการออกแบบการทดลองในสภาพแปลงธรรมชาติโดยจะทำการทดลองในช่วงฤดูร้อนซึ่งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยจากการทดลองของเบญจวรรณ (2553) ใช้อุณหภูมิในการทดลองในช่วง 33 – 37 องศาเซลเซียส เป็นต้น ดังนั้น การทดลองนี้จึงต้องการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมภูมิอากาศ ได้แก่อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงของโรงเรือนในรอบปีว่าจะสามารถควบคุมได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้สภาพภูมิอากาศของแปลงนาเป็นสิ่งแวดล้อม

สภาพภูมิอากาศปี พ.ศ. 2555

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ได้ดำเนินการวัดสภาพภูมิอากาศ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ จำนวน 10 เดือน ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2555 พบว่า อุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 41.15 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติ อยู่ที่ 33.45 องศาเซลเซียส จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่า อุณหภูมิกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ แตกต่างกัน 7.7 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวันในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น.) (ตารางที่ 1) ของปี พ.ศ.2555 พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือ เดือนเมษายน แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับ เดือน กุมภาพันธ์ และ มีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.68 42.22 และ 42.75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ต่ำที่สุดคือ สิงหาคมและเดือนตุลาคม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.21 และ 39.24 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดในสภาพอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

สภาพอุณหภูมิปกติพบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.)สูงที่สุดคือเดือนเมษายน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับเดือน พฤษภาคม และสิงหาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.26, 35.55 และ 34.12 องศาเซลเซียสตามลำดับ และพบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.)ต่ำที่สุดคือเดือน กันยายนและ ตุลาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.63 และ 32.44 องศาเซลเซียสตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศระหว่างในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูงพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในทุกเดือน และจากการทดลองจะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศธรรมชาติจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในโรงเรือน

#### ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ใน พ.ศ. 2555 (ตารางที่ 1) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 50.97 %RH และ 55.47 %RH ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวันในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น.) (ตารางที่ 1) ของปี พ.ศ.2555 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนกันยายนแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับ เดือนตุลาคม และ พฤศจิกายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.03, 59.71 และ 55.21%RH ตามลำดับ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.)ต่ำที่สุดคือพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.73 %RH พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือน

สภาพอุณหภูมิปกติพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนพฤศจิกายนพบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม กันยายน และ ตุลาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.58, 60.76, 56.01, 56.85, 57.33 และ 57.93 %RH

ตามลำดับ และ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือ เมษายน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.89% RH

เมื่อเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิต่ำในเดือน สิงหาคมและเดือนธันวาคม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่าง ( $p < 0.05$ ) ส่วนในเดือนมกราคม, กุมภาพันธ์, มีนาคม, เมษายน, พฤษภาคม, ตุลาคม และพฤศจิกายน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 1)

#### ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในปี พ.ศ. 2555 (ตารางที่ 1) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำมีค่าเฉลี่ย คือ 898.40 และ 1237.81 PAR ตามลำดับ เมื่อพิจารณา ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวันในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น.) (ตารางที่ 1) ของปี พ.ศ.2555

ในสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือ เดือนพฤษภาคมแต่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับเดือนเมษายนและ สิงหาคม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1220.25, 1049.14 และ 1189.87 PAR ตามลำดับ ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือตุลาคมแต่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับเดือน มกราคม และกันยายน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 679.99, 752.07 และ 742.19 PAR ตามลำดับ

สภาพอุณหภูมิต่ำพบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือ เดือนเมษายน ซึ่ง ไม่แตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับ เดือนพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1744.69 และ 1625.32 PAR และพบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 785.16 PAR

ความเข้มแสงในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิต่ำ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญในทุกเดือน เนื่องจากภายในโรงเรือนมีหลังคาพลาสติกบังแสงแดด จึงทำให้มีความเข้มแสงภายในสภาพอุณหภูมิสูงน้อยกว่า แปลงทดลอง ไม่มีหลังคาจึงได้รับแสงแดดที่จ้าตลอดวัน

**ตารางที่ 1** แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศกลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน ของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลดลง  
ปี พ.ศ. 2555

เดือน	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.) (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.) (%RH)			ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.) (PAR)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง (%RH)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง (PAR)
	มกราคม	41.35bc <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	31.02d B	10.33	49.43bcdB	60.76abA	11.33	752.07cdB	1096dA
กุมภาพันธ์	42.22abA	33.20bcd B	9.02	50.24bcB	56.01abcdA	5.77	899.04bcB	1033.98deA	134.94
มีนาคม	42.75abA	32.90bcdB	9.85	45.67cdB	56.85abcdA	11.18	821.10cdB	1406.96bcA	585.86
เมษายน	44.68aA	36.26aB	8.42	45.81cdB	48.89dA	3.08	1049.14abB	1744.69aA	695.55
พฤษภาคม	40.64bcA	35.55abB	5.09	42.73dB	52.27bcdA	9.54	1220.25aB	1625.32abA	405.07
สิงหาคม	39.21cA	34.12abcB	5.09	51.27bcA	51.27cdA	0	914.72bcA	1263.45cdA	348.73
กันยายน	40.06bcA	32.63cdB	7.43	60.03aA	57.33abcdB	2.70	742.19cdB	1238.18cdA	495.99
ตุลาคม	39.24cA	32.44cdB	6.80	59.71aA	57.93abcB	1.78	675.99dB	1188.05cdA	512.06

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เดือน	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.) (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.) (%RH)			ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.) (PAR)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความ แตกต่าง (%RH)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความ แตกต่าง (PAR)
	พฤศจิกายน	40.40bcA	33.00bcdB	7.40	55.21abB	63.58aA	8.37	814.13cdA	1105.671dB
ธันวาคม	40.95bcA	33.45bcdB	7.50	49.60bcdA	49.78cdA	0.18	821.56cdB	1069.66dA	248.10
F-test	**	**	-	**	**	-	**	**	-
ค่าเฉลี่ย	41.15a	33.45b	-	50.97b	55.47a	-	898.40b	1237.81a	-
CV (%)	4.93	5.81	-	9.63	10.67	-	18.51	14.40	-

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยสภาพอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสภาพอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

## สภาพภูมิอากาศปี 2556

### อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ได้ดำเนินการทดลองวัดสภาพภูมิอากาศ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงซึ่งควบคุมอุณหภูมิช่วงกลางวันเป็นเวลา 6 ชั่วโมงที่ 40 – 45 องศาเซลเซียส และสภาพอุณหภูมิปกติ ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2556 พบว่าอุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.88 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 32.79 องศาเซลเซียส จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ แตกต่างกัน 8.09 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน ในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น.) (ตารางที่ 2) ของปี พ.ศ.2556 พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.60 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือนยกเว้นเดือนพฤศจิกายนซึ่งมีต่ำที่สุดคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.98 องศาเซลเซียส

สภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.)สูงที่สุดคือเดือนพฤษภาคมแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับเดือนมีนาคม เมษายน และกรกฎาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.95, 34.56, 35.63 และ 33.92 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และพบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.81 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศระหว่างในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพโรงเรือนของทุกเดือนมีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2555

### ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ใน พ.ศ. 2556 (ตารางที่ 2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 50.68 %RH และ 50.68 %RH ตามลำดับจะพบมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

เมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวันในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น.) (ตารางที่ 2) ของปี พ.ศ.2556 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนกันยายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.69% RH ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือมกราคม แต่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับเดือนเมษายนและพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.18 ,42.61และ 43.78 %RH ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดในสภาพอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

สภาพอุณหภูมิปกติพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนกันยายนซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับเดือนพฤศจิกายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.26 และ 56.56% RH ตามลำดับ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือ เดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.75 %RH

พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิปกติในเดือน มกราคม, กุมภาพันธ์, มีนาคม, เมษายน, กรกฎาคม, สิงหาคม และพฤศจิกายน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่ในเดือนพฤษภาคม, ตุลาคม และ ธันวาคม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 2)

#### ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในปี พ.ศ. 2556 (ตารางที่) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 841.24 และ1320.98 PAR ตามลำดับ

ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวันในสภาพอุณหภูมิสูง (10.00 -16.00 น. (ตารางที่2) ของปี พ.ศ. 2556 พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1130.27 PAR แต่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือน ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือ เดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 695.01 PAR

สภาพอุณหภูมิปกติพบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) สูงที่สุดคือเดือนมีนาคม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับเดือนพฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1617.20 และ 1532.02

PAR ตามลำดับ ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ต่ำที่สุดคือ เดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1047.84 PAR แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) กับทุกเดือน

ความเข้มแสงและคุณภาพของแสงที่เหมาะสมในการชักนำการออกดอกของข้าวนั้น ต้องไม่ต่ำกว่า 200 lux หากได้รับความเข้มแสงที่อยู่ในช่วง 10-100 lux สามารถชะลอการกำเนิดดอกได้ ซึ่งแสงที่ได้รับอาจเป็นแสงธรรมชาติ แสงจากหลอด incandescent หลอดทังสแตน หรือหลอด fluorescent ก็ได้ มีการทดลองใช้แสงสีต่าง ๆ พบว่าแสงสีฟ้า-ม่วง จะชักขวางการออกดอกของข้าว ในขณะที่แสงสีแดงจะมีผลต่อการออกดอกมากที่สุด โดยแสงสีแดงนั้นจะส่งผลในทางยับยั้งหากให้จัดจังหวะในระหว่างช่วงมืด (IRRI, 1985)

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน ความเข้มแสงเฉลี่ย ของในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดลง ปี พ.ศ. 2556

เดือน	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 - 16.00 น.) (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 - 16.00 น.) (%RH)			ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.) ( PAR )		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง (%RH)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลดลง	ความแตกต่าง ( PAR )
	มกราคม	40.46a A <sup>1/</sup>	31.89cdeB	8.57	42.18e A	43.75e A	1.57	783.20bcB	1150.57cdA
กุมภาพันธ์	41.65aA	32.73b-eB	8.92	50.93cd A	49.13cd A	1.8	695.01Cb B	1363.23abcA	668.24
มีนาคม	41.81aA	34.56abB	7.25	46.84de A	45.87de A	0.97	755.95bcB	1617.20aA	867.25
เมษายน	41.61aA	35.63aB	5.98	42.61e A	44.87de A	2.26	894.91bB	1047.84dA	152.93
พฤษภาคม	42.60aA	35.95aB	6.65	43.78e B	47.91de A	4.13	1130.27a B	1532.02abA	401.75
กรกฎาคม	41.45aA	33.92abcB	7.53	49.38d A	53.88bc A	4.50	897.58bB	1343.07abcA	445.49
สิงหาคม	40.78aA	31.67deB	9.11	55.25bc A	53.38bc A	1.87	800.73bcB	1357.09abcA	556.36
กันยายน	40.99aA	32.97bcdB	8.02	63.69a A	59.26a B	4.43	834.90bcB	1235.07cdA	400.17

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เดือน	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 - 16.00 น.) (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 - 16.00 น.) (%RH)			ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.) ( PAR )		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (%RH)	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง ( PAR )
	พฤศจิกายน	36.982bA	30.78eB	6.20	56.95b A	56.56ab A	0.39	804.21bcB	1264.43bcdA
ธันวาคม	40.54aA	27.81fB	12.73	55.22bc A	48.75cde B	6.47	815.65bcB	1299.32bcdA	483.67
F-test	**	**	-	**	**	-	**	**	-
ค่าเฉลี่ย	40.88a	32.79b	-	50.68a	50.34a	-	841.24b	1320.98a	-
CV (%)	3.65	4.34	-	7.36	7.27	-	14.54	15.48	-

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยสภาพอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

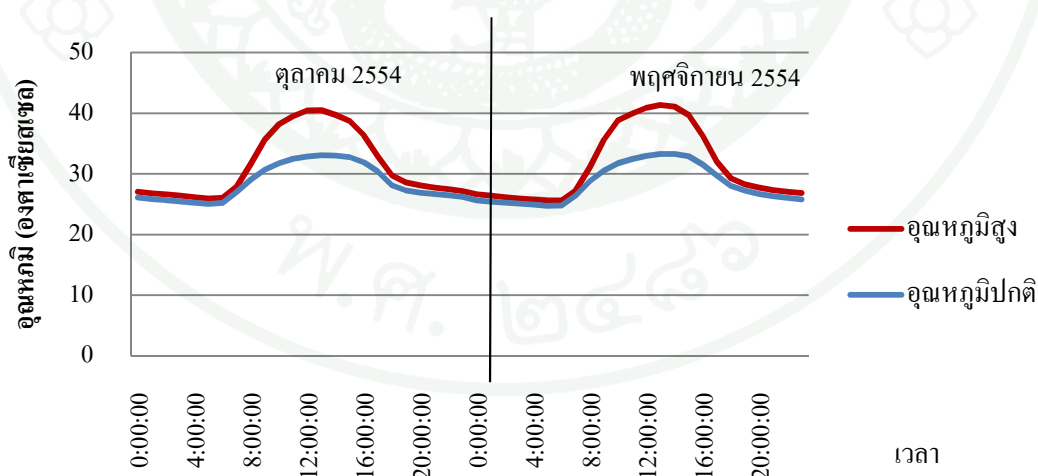
<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสภาพอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

## การทดลองที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายรอบการคัดเลือกที่ 1 จำนวน 2,000 สายพันธุ์

ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2 – R9 ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายทั้ง 2,000 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

### สภาพภูมิอากาศเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2554

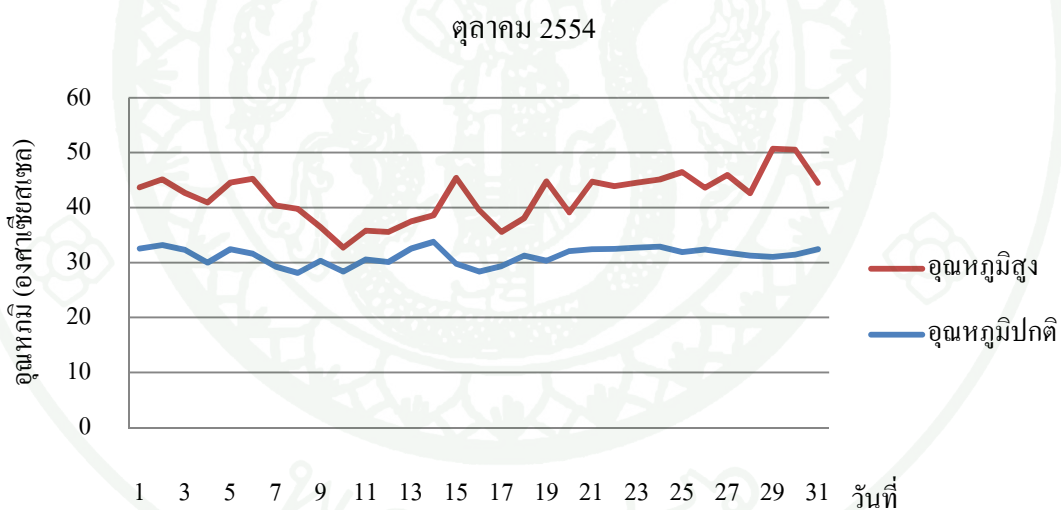
ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ พบว่าอุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 42.45 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 31.44 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27.73 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 26.26 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 10) จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติแตกต่างกัน 4.68 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกกลางคืนของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติแตกต่างกันเพียง 0.99 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ใน การทดลอง



ภาพที่ 10 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ระหว่างเดือนตุลาคม– พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ตลอด 24 ชั่วโมง

### อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

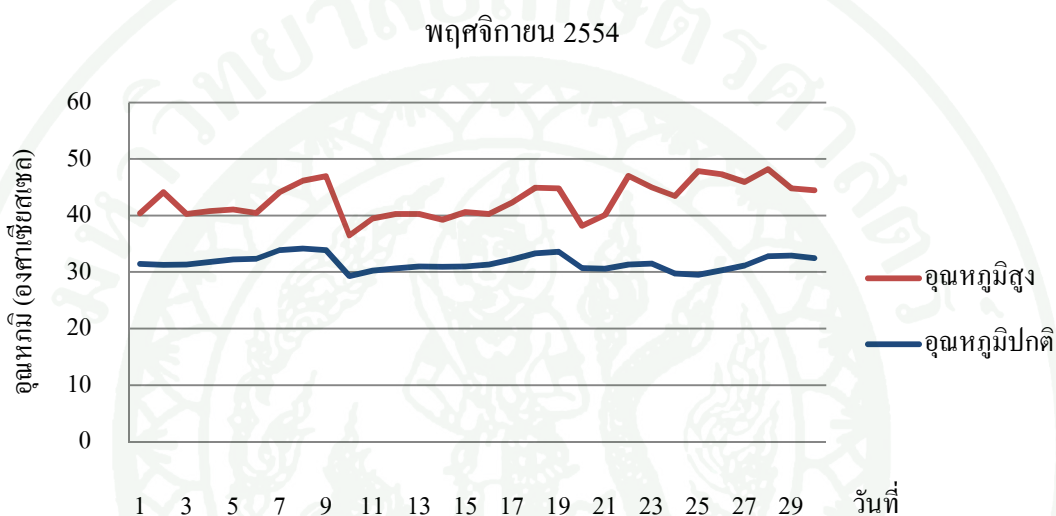
เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 11) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 42.07 องศาเซลเซียส และ 31.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียสในสภาพอุณหภูมิสูงมีทั้งหมด 10 วัน คือวันที่ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18 และ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2554 คือ 36.47, 32.73, 35.82, 35.55, 37.51, 38.59, 39.58, 35.56, 38.09 และ 39.14 องศาเซลเซียส และ พบว่าในอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิสูงเกิน 45 องศาเซลเซียสอยู่ 2 วัน คือวันที่ 29 และ 30 ตุลาคมพ.ศ. 2554 โดยมีอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 50.69 และ 50.54 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติถึง 10.81 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 11 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนตุลาคมพ.ศ.2554

ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 (ภาพที่ 11) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 42.84 องศาเซลเซียส และ 31.63 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียสในโรงเรือนมีทั้งหมด 4 วัน คือวันที่ 10, 11, 14 และ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 คือ 36.46, 39.48, 39.24 และ 38.2 องศาเซลเซียส และพบว่าในอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิสูงเกินเกิน 45 องศาเซลเซียสมี 6 วัน คือวันที่ 8, 9, 22, 25, 26 และ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 โดยมีอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 46.15, 46.94, 47.02, 47.84, 47.3 และ 48.18 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าสูงกว่าในอุณหภูมิปกติถึง 11.21 องศาเซลเซียส

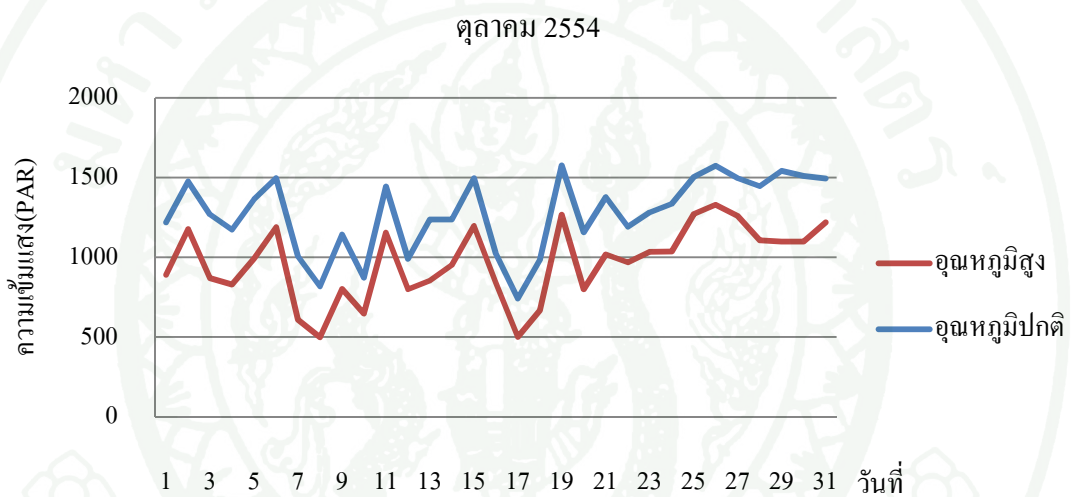


**ภาพที่ 12** แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554

จากภาพที่ 11 และภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่ามีบางวันที่กราฟอุณหภูมิอากาศลดลงทั้งคู่ ทั้งในอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ มาจากฝนตกในฤดูกาลมีเมฆมากในตอนกลางวัน พัดลมดูดความร้อนไม่ทำงาน ตัวเก็บข้อมูลอากาศมีความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูลและการเปิดประตูอุณหภูมิสูงทิ้งไว้ เป็นผลให้อุณหภูมิในอุณหภูมิสูงในเดือนตุลาคมพ.ศ.2554 มี 10 วันที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิในอุณหภูมิสูงในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 มี 4 วันที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส

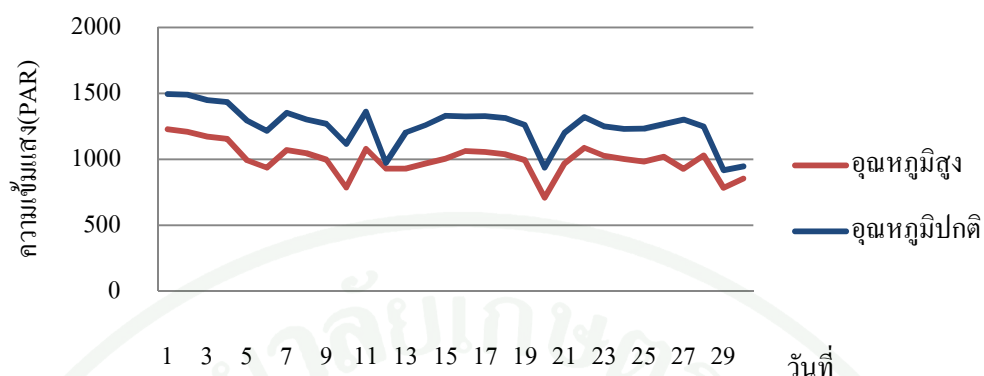
### ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 13) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลดมีค่าเฉลี่ย คือ 966.74 และ 1272.93 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 14) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลดมีค่าเฉลี่ย คือ 1002.42 และ 1253.89 PAR ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มแสงในแต่ละวันในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิลด



ภาพที่ 13 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิลดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

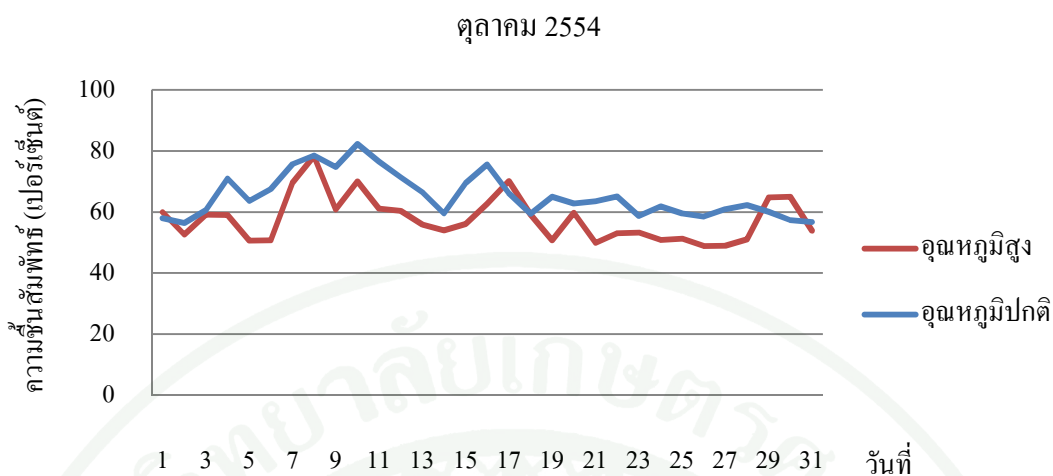
## พฤศจิกายน 2554



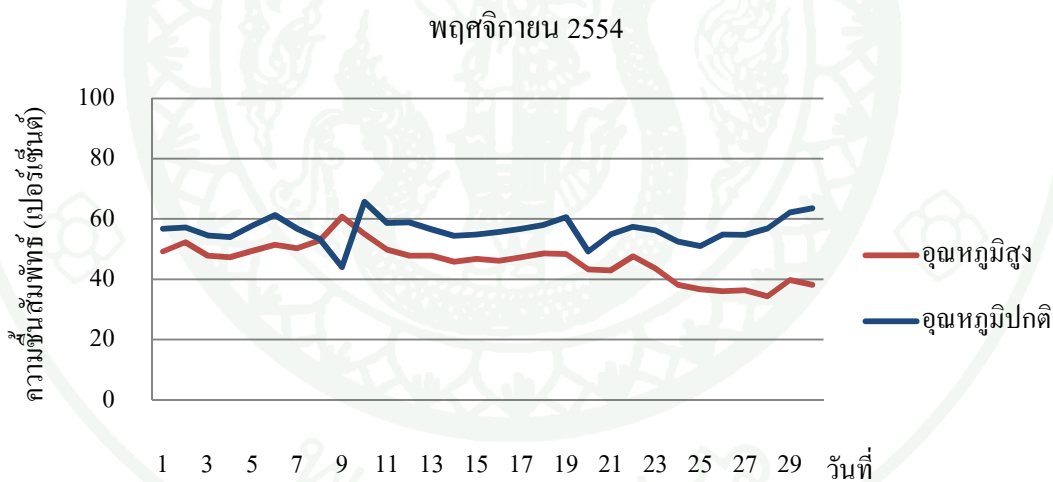
**ภาพที่ 14** ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

#### ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 15) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 57.78 %RH และ 65.6 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 16) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 46.04 %RH และ 56.29 %RH ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอุณหภูมิสูงมีค่าต่ำกว่าสภาพอุณหภูมิปกติเนื่องจากภายในอุณหภูมิสูงมีพัดลมดูดอากาศ ที่สามารถดูดความชื้นสัมพัทธ์ออกได้



ภาพที่ 15 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554



ภาพที่ 16 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

ในการทดลองคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงนี้ มีสายพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการคัดเลือเบื้องต้น คือ เจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 2,000 สายพันธุ์ และเนื่องจากจำนวนสายพันธุ์ข้าวมีมากจึงใช้วิธีประเมินการคัดเลือกแบบรวดเร็ว (fast screening method) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือ่อัตรการติดเมล็ด 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป โดยมีพันธุ์ควบคุมได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล

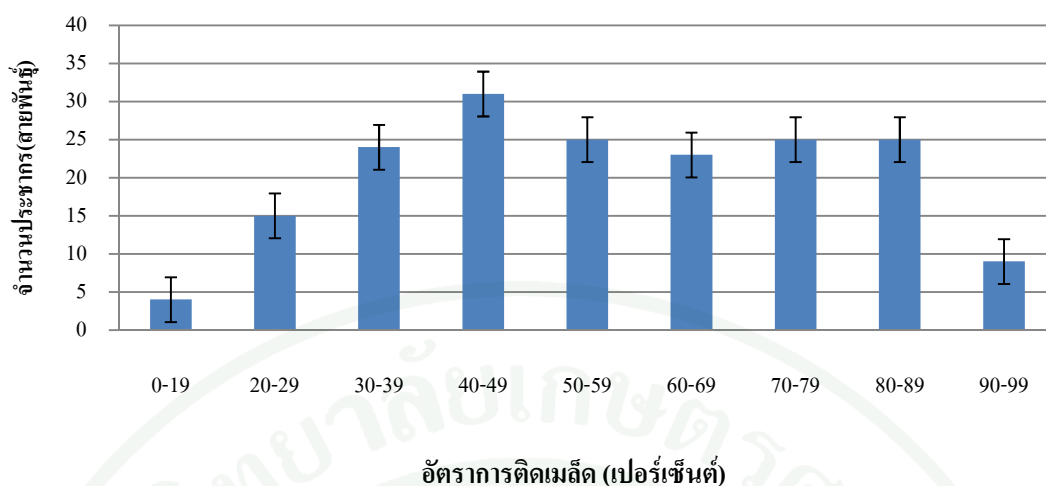
และพันธุ์สินเหล็ก ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2 – R9 ของข้าวทั้ง 2,000 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติ และทำการเก็บข้อมูลได้แก่ อัตราการติดเมล็ด

### อัตราการติดเมล็ด

จากผลการคัดเลือกข้าวหอมนิลสายพันธุ์กลายรอบที่ 1 จำนวน 2,000 สายพันธุ์ เบอร์ M2000 - M4000 ภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง พบว่า มีเพียง 105 สายพันธุ์ หรือคิดเป็น 5.25 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการติดเมล็ดตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โดยสามารถแบ่งเป็นห้ากลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่งมีอัตราการติดเมล็ด 90 – 99 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 9 สายพันธุ์ กลุ่มที่สอง อัตราการติดเมล็ด 80 – 89 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 25 สายพันธุ์กลุ่มที่สาม อัตราการติดเมล็ด 70 – 79 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 23 สายพันธุ์กลุ่มที่สี่ อัตราการติดเมล็ด 60 – 69 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามี 23 สายพันธุ์กลุ่มที่ห้า อัตราการติดเมล็ด 50 – 59 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 25 สายพันธุ์ ส่วนในสภาพอุณหภูมิปกติพบว่าอัตราการติดเมล็ด มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 17)

เมื่อพิจารณาสายพันธุ์กลาย ในสภาพอุณหภูมิสูงมีสายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับคือ M2156 M2660 M2828 M2128 M2008 M2015 M2266 M2823 M2001 และ M2060 โดยมีอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 96.00, 95.12, 94.94, 93.62, 90.75, 91.07, 90.74, 90.23, 90.30 และ 89.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการติดเมล็ดของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็ก เท่ากับ 64.17 และ 22.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

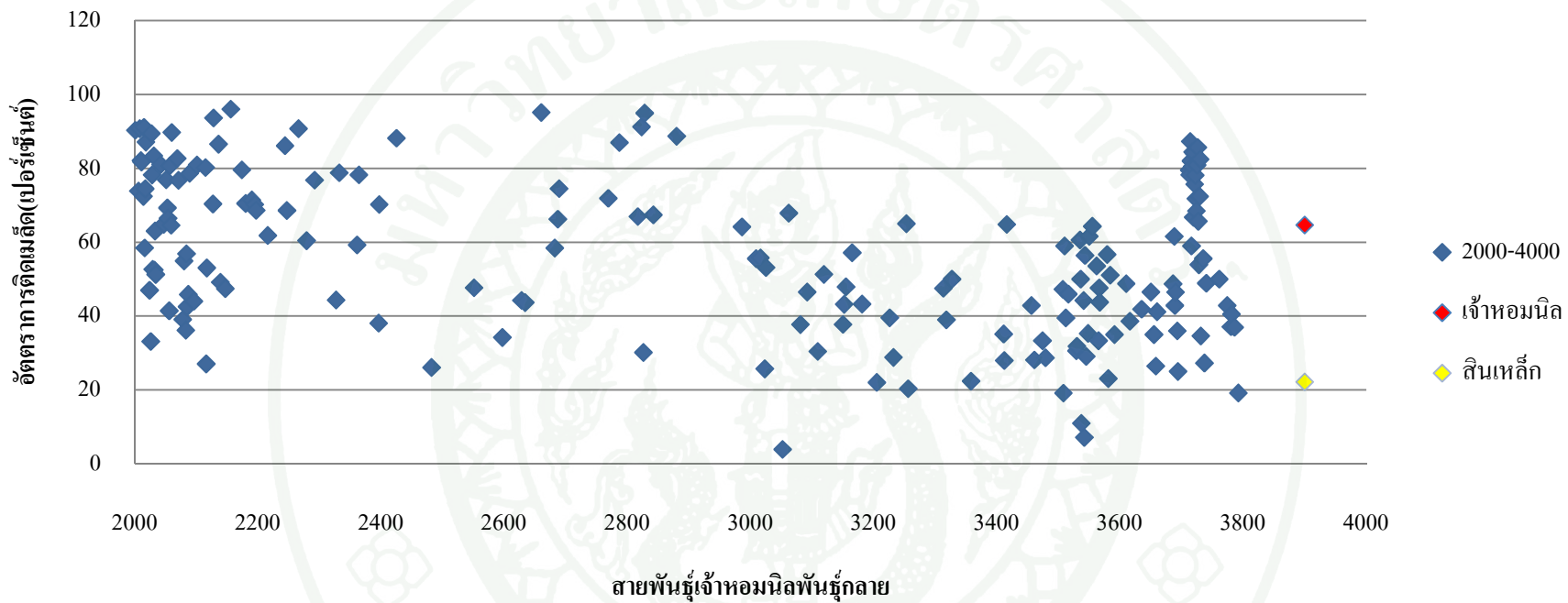
เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดระหว่างสภาพสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในสายพันธุ์เดียวกัน ของทั้ง 10 สายพันธุ์ที่มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด พบว่ามีค่าความแตกต่างของสายพันธุ์ คือ M2008 M2001 M2266 M2060 M2015 M2128 M2823 M2828 M2156 และ M2660 คือ 8.79, 7.78, 7.69, 6.67, 6.59, 5.32, 4.40, 4.21, 3.13 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 17 จำนวนประชากรของเจ้าหอนิลพันธุ์กลายของที่ทำกรคัดเลือกในสภาพสภาพ  
อุณหภูมิสูง

ตารางที่ 3 อัตราการติดเมล็ดสูงสุด 10 อันดับ ของสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอนิลพันธุ์กลายที่ปลูกใน  
สภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) $\pm$ sd		ค่าเฉลี่ย $\pm$ sd	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ		
M2156	96.00 $\pm$ 6.00	99 $\pm$ 2.65	97.5 $\pm$ 1.50	3.13
M2660	95.12 $\pm$ 5.29	95 $\pm$ 1.53	95 $\pm$ 0.00	0.00
M2828	94.94 $\pm$ 1.70	99 $\pm$ 4.04	97 $\pm$ 2.00	4.21
M2128	93.62 $\pm$ 3.31	99 $\pm$ 3.00	96.5 $\pm$ 2.50	5.32
M2008	91.07 $\pm$ 4.46	99 $\pm$ 3.06	95 $\pm$ 4.00	8.79
M2015	90.75 $\pm$ 3.24	97 $\pm$ 2.08	94 $\pm$ 3.00	6.59
M2266	90.74 $\pm$ 2.91	98 $\pm$ 2.08	94.5 $\pm$ 3.50	7.69
M2823	90.30 $\pm$ 3.63	95 $\pm$ 4	93 $\pm$ 2.00	4.40
M2001	90.23 $\pm$ 3.16	97 $\pm$ 2.08	93.5 $\pm$ 2.00	7.78
M2060	89.72 $\pm$ 8.64	96 $\pm$ 5.51	93 $\pm$ 3.00	6.67
เจ้าหอนิล	60.7 $\pm$ 658	66.37 $\pm$ 5.48	65.77 $\pm$ 2.26	4.75
สินเหล็ก	28.11 $\pm$ 3.54	56.45 $\pm$ 4.93	40.82 $\pm$ 25.76	61.71
ค่าเฉลี่ย	<b>84.87 <math>\pm</math> 8.16</b>	<b>91 <math>\pm</math> 11.88</b>	-	-



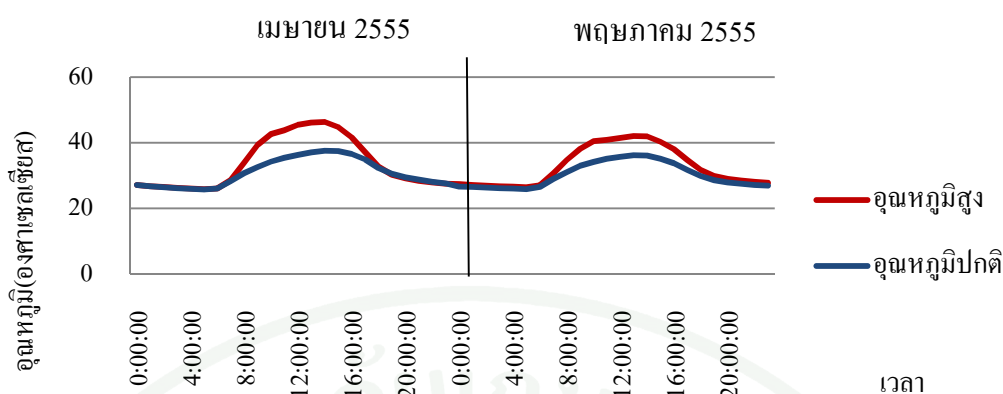
ภาพที่ 18 การกระจายตัวของอัตราค่าการคิดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิสูงจำนวน 2,000 สายพันธุ์

**การทดลองที่ 3 คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายรอบการคัดเลือกที่ 2**  
**จำนวน 30 สายพันธุ์ ประเมินอัตราการติดเมล็ด และการงอกของท่อนำละอองเกสร**

ในการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2 – R9 ของข้าวทั้ง 30 สายพันธุ์ ที่ผ่านการคัดเลือกจากอัตราการติดเมล็ดที่ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจากรอบการคัดเลือกที่ 1 โดยมีพันธุ์ควบคุมได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล และ สีนเหล็ก ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติและทำการเก็บข้อมูลต่างๆดังนี้ ได้แก่ อัตราการติดเมล็ด ความยาวรวง และการงอกของท่อนำละอองเกสร

**สภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนเมษายน – พฤษภาคม พ.ศ. 2555**

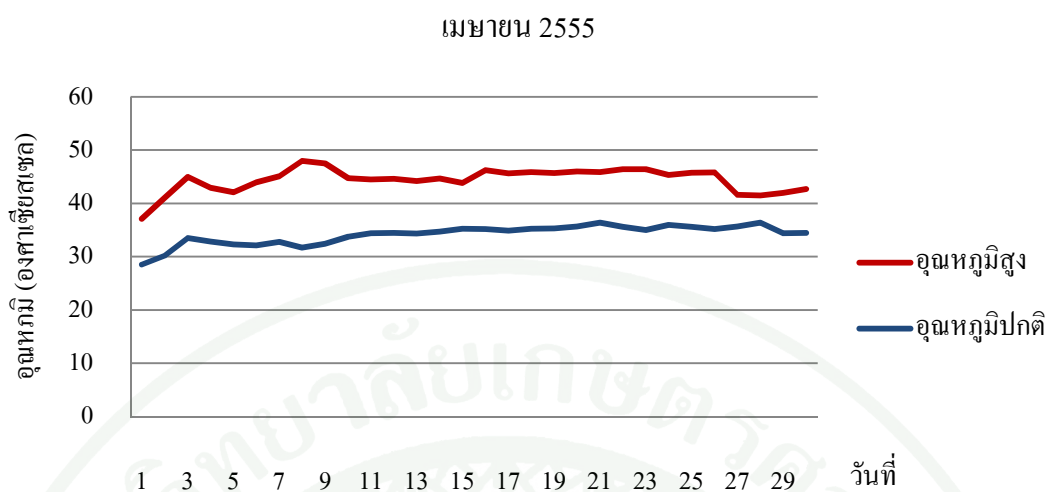
ซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนเมษายน – พฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่า อุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูงมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 43.17 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติในเวลาเดียวกัน อยู่ที่ 34.83 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูงมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 29.38 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติในเวลาเดียวกัน อยู่ที่ 29.52 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 19) จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่าอุณหภูมิกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติแตกต่างกัน 4.15 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกกลางคืนของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติแตกต่างกันเพียง 0.73 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ใน การทดลอง



**ภาพที่ 19** กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิต่ำ ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 – พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ตลอด 24 ชั่วโมง

#### อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

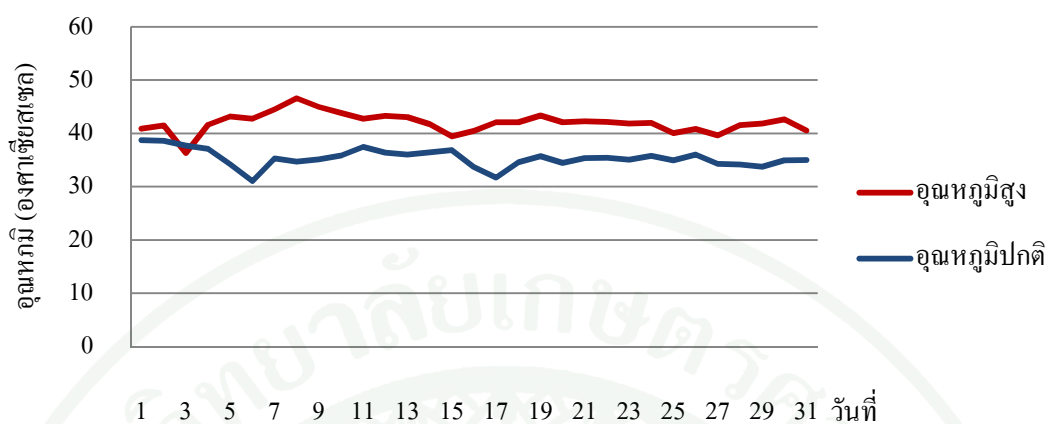
เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนเมษายน พ.ศ.2555 (ภาพที่ 20) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 44.39 องศาเซลเซียส และ 34.13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพที่ 20 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียสในโรงเรือนมีทั้งหมด 1 วัน คือวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2555 คือ 37.08 องศาเซลเซียส ในขณะที่เดียวกันในสภาพอุณหภูมิต่ำอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ได้แก่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2555 คือ 28.49 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และ พบว่าในสภาพอุณหภูมิสูงเกิน 45 องศาเซลเซียสมี 5 วัน คือวันที่ 8, 9, 16, 22 และ 23 เมษายน พ.ศ.2555 อุณหภูมิอากาศ 47.94, 47.49, 46.19, 46.39 และ 46.38 ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำถึง 10.26 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 20 แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนเมษายน พ.ศ.2555

ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 21) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 41.98 องศาเซลเซียสและ 35.36 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียสในสภาพอุณหภูมิสูงมีทั้งหมด 3 วัน คือวันที่ 3, 15 และ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 คือ 36.31, 39.45 และ 39.64 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันในสภาพอุณหภูมิปกติอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) มีอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส และพบว่าในสภาพอุณหภูมิสูงเกิน 45 องศาเซลเซียสมี 1 วัน คือวันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 อุณหภูมิอากาศ 46.58 องศาเซลเซียส ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมีค่าสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติถึง 6.63 องศาเซลเซียส

## พฤษภาคม 2555

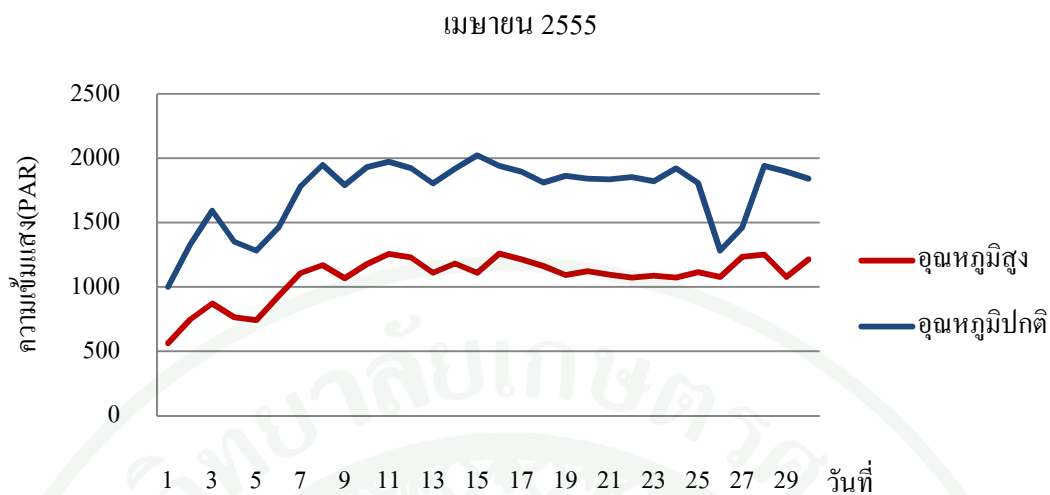


**ภาพที่ 21** แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555

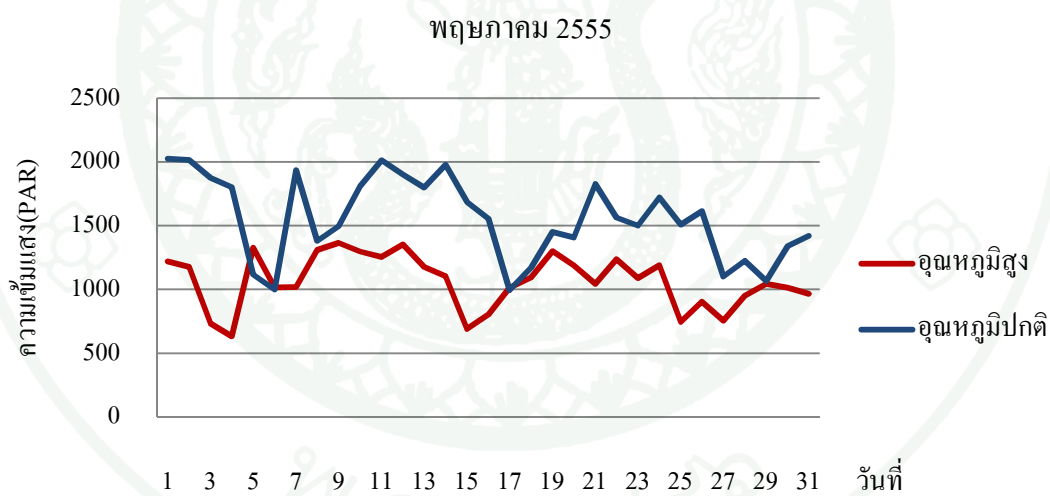
จากภาพที่ 20 และภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่าในบางวัน อากาศไม่แปรผันตามกันทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น บางวันที่กราฟอุณหภูมิอากาศลดลงทั้งคู่ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำ เป็นผลให้อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิสูงในเดือนเมษายน พ.ศ.2555 มี 1 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิสูงในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 มี 3 วัน ที่อุณหภูมิไม่ถึง 40 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ภายในสภาพอุณหภูมิสูง

#### ความเข้มแสงเฉลี่ย (10.00 -16.00 น.)

ความเข้มแสงเฉลี่ย ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 22) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำ มีค่าเฉลี่ย คือ 1052.66 และ 1750.03 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 23) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำ มีค่าเฉลี่ย คือ 1142.27 และ 1557.48 PAR ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มแสงในแต่ละวันในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำ



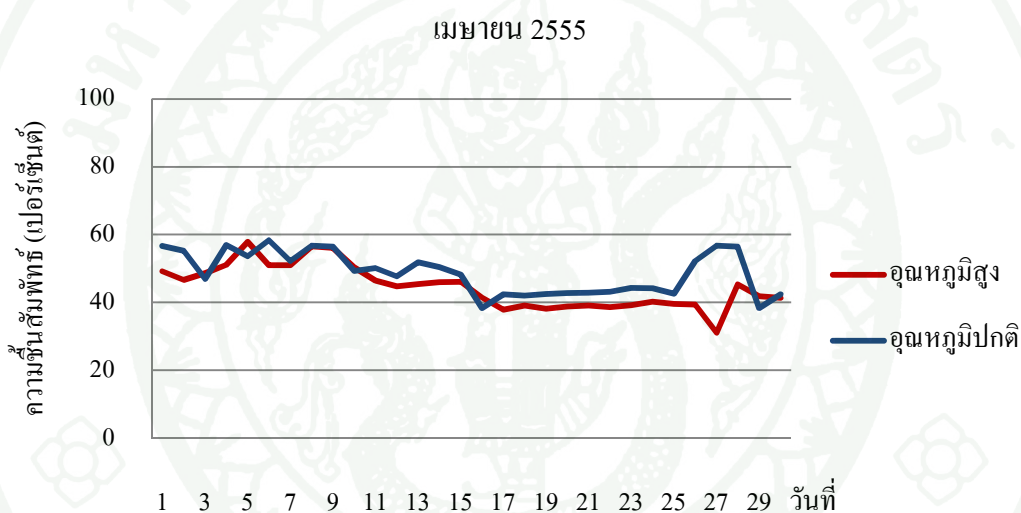
ภาพที่ 22 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555



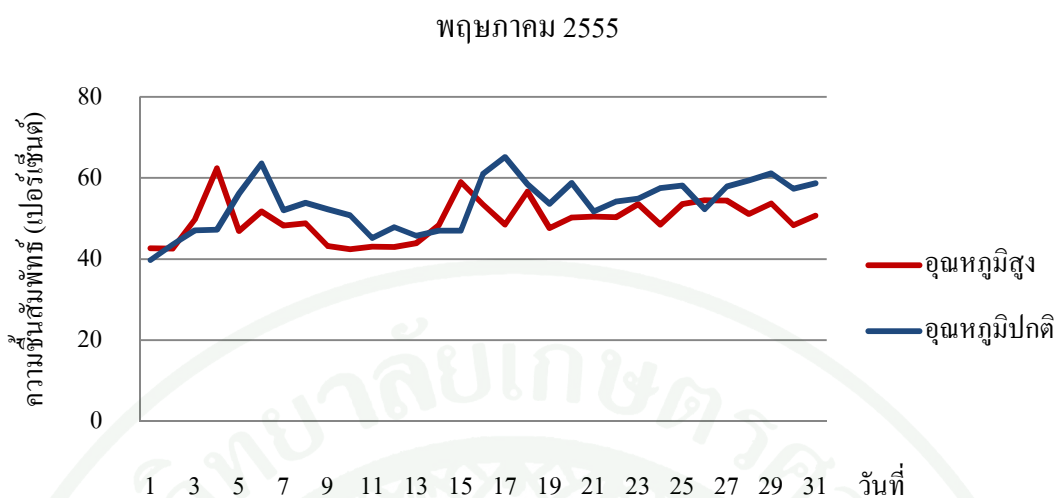
ภาพที่ 23 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555

### ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 24) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลอง ธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 45.31 %RH และ 48.64 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 25) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพแปลงทดลองธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย คือ 42.09 %RH และ 53.53 %RH ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิปกติ เนื่องจากภายในสภาพอุณหภูมิสูงมี พัดลมดูดอากาศ ที่สามารถดูดความชื้นสัมพัทธ์ได้



ภาพที่ 24 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00-16.00 น.) ในสภาพ อุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนเมษายน พ.ศ.2555



**ภาพที่ 25** ความขึ้นสัมพันธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555

#### อัตราการติดเมล็ด

จากการทดสอบสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 30 สายพันธุ์ ได้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 30 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 1 และ ภาพที่ 26) โดยค่าเฉลี่ยรวมของอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 78.89 เปอร์เซ็นต์ และภายในสภาพอุณหภูมิสูงเท่ากับ 66.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบข้าวแต่ละสายพันธุ์ระหว่างปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติและในสภาพอุณหภูมิสูง พบว่าส่วนใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

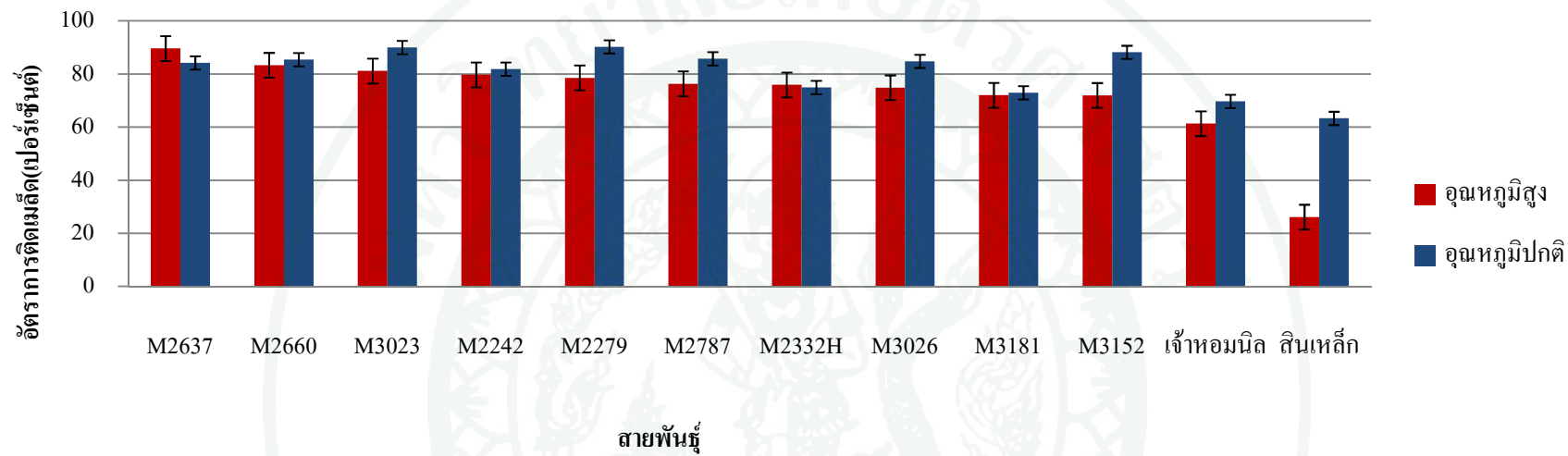
จากการวิเคราะห์อัตราการติดเมล็ดของข้าวทั้ง 30 สายพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิปกติพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบว่า สายพันธุ์ M3253 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 93.28 เปอร์เซ็นต์แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ M2279 M3023 M3152 และ M2667 โดยมีอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 90.28, 90.04, 88.19 และ 88.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ M3156 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 59.28 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในสภาพ

อุณหภูมิปกติในบางสายพันธุ์นั้นพบว่า มีอัตราการติดเมล็ดไม่สูง เช่นเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา เนื่องจากมีแมลง และนก มาทำลายและกินเมล็ด

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เช่นเดียวกัน โดยสายพันธุ์ M2637 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 89.63 เปอร์เซ็นต์ และใน สภาพอุณหภูมิปกติสายพันธุ์ดังกล่าวมีอัตราการติดเมล็ดเท่ากับ 84.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในสายพันธุ์ M2660 มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดสูงอยู่ในอันดับที่ 2 เท่ากับ 83.35 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิปกติ เท่ากับ 85.44 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์เจ้าหอมนิล และสินเหล็ก ซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูงเท่ากับ 61.35 และ 26.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ ในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 69.75 และ 63.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพันธุ์สินเหล็กมีอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูงกับสภาพอุณหภูมิปกติมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนในพันธุ์เจ้าหอมนิล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง จำนวน 26 สายพันธุ์ คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบบางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงมีอัตราการติดเมล็ด สูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติจำนวน 6 สายพันธุ์คิดเป็น 20 เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์

จากการคัดเลือกในรอบที่ 2 นี้พบว่าสายพันธุ์ M2637 M2660 M3023 M2242 M2279 M2787 M2332H M3026 M3181 และ M3152 มีอัตราการติดเมล็ดอยู่ใน 10 อันดับแรกซึ่งจะพบว่าสายพันธุ์ M2660 จะมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดอยู่ในอันดับที่ 2 ทั้ง 2 รอบการคัดเลือก และมีอัตราการติดเมล็ดภายในสภาพอุณหภูมิสูงเท่ากับ 85.35 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 85.44 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 26 อัตราการติดเมสส์ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ และพันธุ์ควบคุม ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิปกติและในสภาพอุณหภูมิสูง

### ความยาวรวง

สายพันธุ์ข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 30 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพ  
อุณหภูมิปกติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 2 ภาพที่ 27)  
จำนวน 24 สายพันธุ์ คิดเป็น 87.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บางสายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงมี  
ความยาวรวงสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติจำนวน 6 สายพันธุ์ คิดเป็น 12.50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์  
M2986C M2667 M2787 M3313 M2242 และ M3062 ตามลำดับ

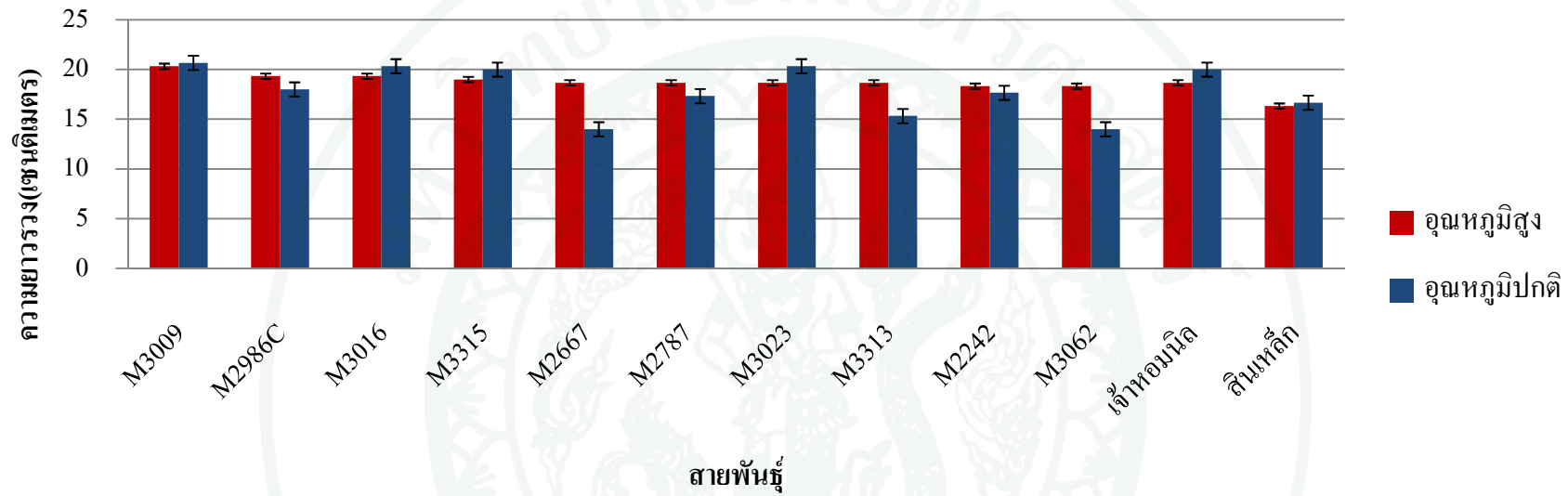
โดยในสภาพอุณหภูมิปกติข้าวสายพันธุ์กลาย จำนวน 30 สายพันธุ์ มีความยาวรวงเฉลี่ย  
17.01 เซนติเมตร สูงสุด 20.67 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M3009 และM3026 และมีความยาวรวง  
ต่ำสุด 13.67 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M2279 ส่วนในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิมีความยาว  
รวงเฉลี่ย 17.17 เซนติเมตร มีความยาวรวงต่ำสุด 12.00 เซนติเมตรได้แก่สายพันธุ์ M3026 และ  
สูงสุดคือ 20.33 เซนติเมตร ได้แก่สายพันธุ์ M3009 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวรวงระหว่าง  
ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติและในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิพบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวรวงไม่  
แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงสามารถแบ่งความยาวรวงได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ความยาวรวง  
ระหว่าง 16.00-20.99 เซนติเมตร มีจำนวน 20 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 2 ความยาวรวง ระหว่าง 10.00-15.99  
เซนติเมตรมีจำนวน 10 สายพันธุ์ โดยข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 30 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือน  
ควบคุมอุณหภูมิมีสายพันธุ์ที่มีความยาวรวงสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ M3009 M2986C M3016  
M3315 M2667 M2787 M3023 M3313 M2242 และ M3062 โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวรวงเท่ากับ  
20.33, 19.33, 19.33, 19.00, 18.67, 18.67, 18.67, 18.67, 18.33 และ 18.33 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความยาวรวงในสภาพอุณหภูมิปกติของสายพันธุ์ 10 อันดับแรกในสภาพอุณหภูมิสูงเท่ากับ  
20.67, 18.00, 20.33, 20.00, 14.00, 17.33, 20.33, 15.33, 17.67 และ 14.00 เซนติเมตร ตามลำดับโดย  
พบว่าความยาวรวงของสายพันธุ์ M2667 M3023 M3313 และ M3062 จากสภาพอุณหภูมิปกติและ  
จากสภาพอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวรวง  
ของพันธุ์ควบคุม คือพันธุ์เจ้าหอมนิล และพันธุ์สินเหล็กในสภาพอุณหภูมิสูงเท่ากับ 18.67 และ 16.33  
เซนติเมตร ส่วนในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 20.00 และ 16.67 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อดูจากผล

โดยรวมแล้วพบว่ามีเพียง 36.67 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ให้ความยาวรงภายในสภาพอุณหภูมิสูงมากกว่าสภาพอุณหภูมิลดลง ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงไม่มีผลทำให้ความยาวรงลดลง ยกเว้นบางสายพันธุ์ ได้แก่ M3023 M3327 M3253 M3026





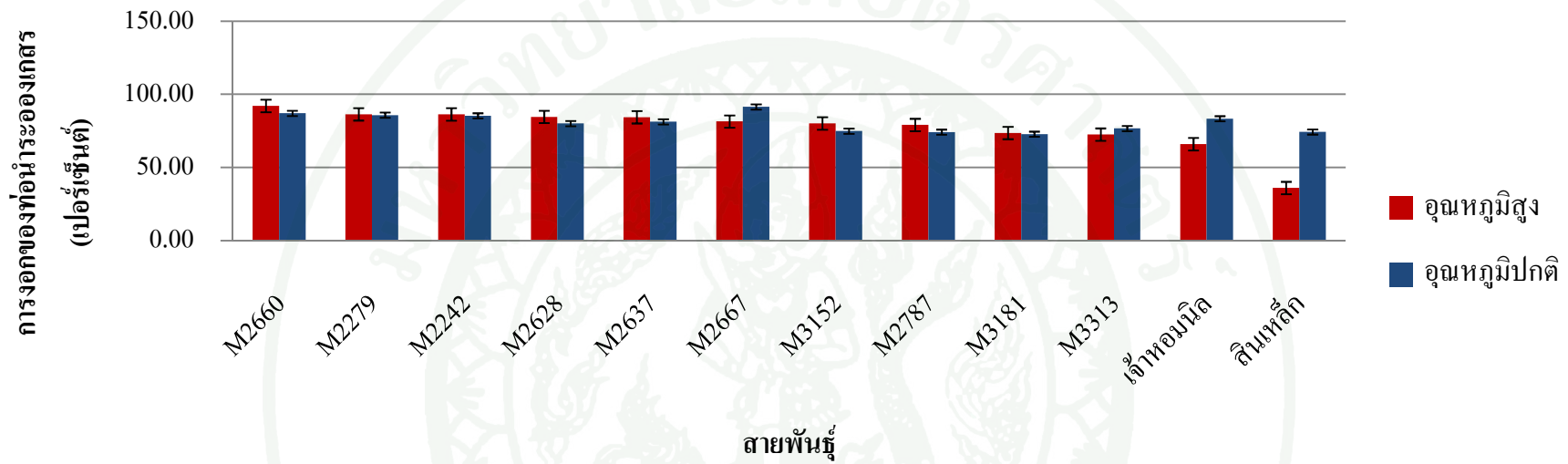
ภาพที่ 27 ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ และพันธุ์ควบคุม ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิต่ำ และในสภาพอุณหภูมิสูง

### การงอกของท่อนำละอองเกสร

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 30 สายพันธุ์ ระหว่าง สภาพอุณหภูมิปกติกับในสภาพอุณหภูมิสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 3 และ ภาพที่ 28) โดยค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 80.27 เปอร์เซ็นต์ และภายในอุณหภูมิสูงสูงเท่ากับ 68.68 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์การงอกของท่อนำละอองเกสรในสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดย สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดเท่ากับ 91.39 เปอร์เซ็นต์ คือ M2667 ส่วนสายพันธุ์ M2986 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 71.00 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เช่นเดียวกัน โดยมีสายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรสูงสุดคือ M2660 เท่ากับ 92.07 เปอร์เซ็นต์และในสภาพอุณหภูมิปกติ เท่ากับ 87.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนในสายพันธุ์ M3016 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 51.47 เปอร์เซ็นต์และในสภาพอุณหภูมิปกติ เท่ากับ 80.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้พันธุ์เจ้าหอมนิล และ สีนเหล็ก มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรต่ำที่สุดเท่ากับ 65.93 และ 35.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 83.33 และ 74.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรระหว่างสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในสายพันธุ์เดียวกันพบว่า ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของท่อนำละอองเกสรลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง



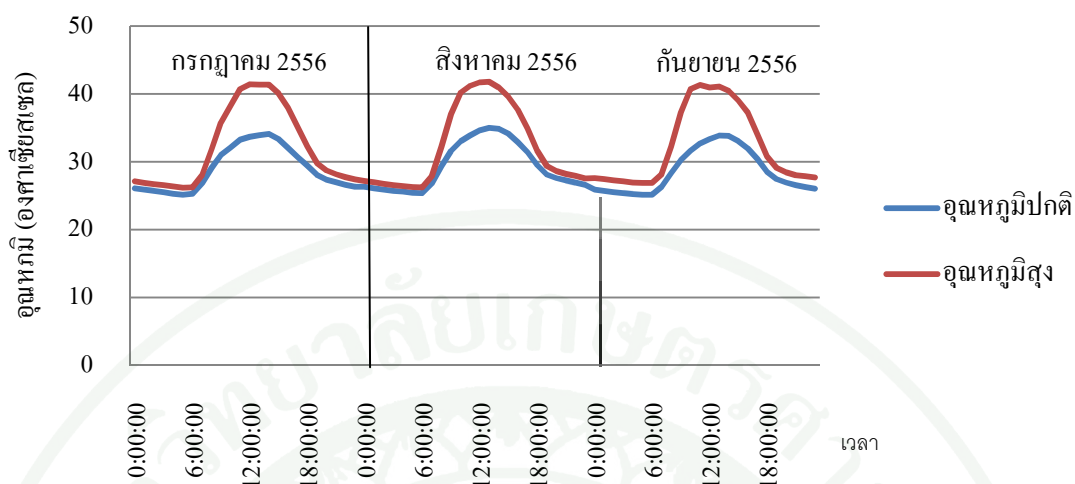
ภาพที่ 28 การออกของท่อลำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับ และพันธุ์ควบคุม ซึ่งทำการคัดเลือกในสภาพอุณหภูมิปกติและในสภาพอุณหภูมิสูง

#### การทดลองที่ 4 คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย 2 สายพันธุ์จากรอบการคัดเลือกที่ 2

ทดสอบสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากอัตราการติดเมล็ดที่ดีที่สุดจำนวน 2 สายพันธุ์ จากรอบการคัดเลือกที่ 2 ได้แก่สายพันธุ์ M3152 และ M3181 โดยมีพันธุ์ควบคุมได้แก่ พันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิล และสายพันธุ์ M7766 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ของข้าวตั้งแต่ระยะ R2 – R9 ของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติและทำการเก็บข้อมูลต่างๆดังนี้ ได้แก่ อัตราการติดเมล็ด ความยาวรวง น้ำหนักรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงต้น จำนวนกอ จำนวนรวง ความมีชีวิตของละอองเกสร และ น้ำหนักเมล็ดต่อต้น

#### สภาพภูมิอากาศเดือนกรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2556

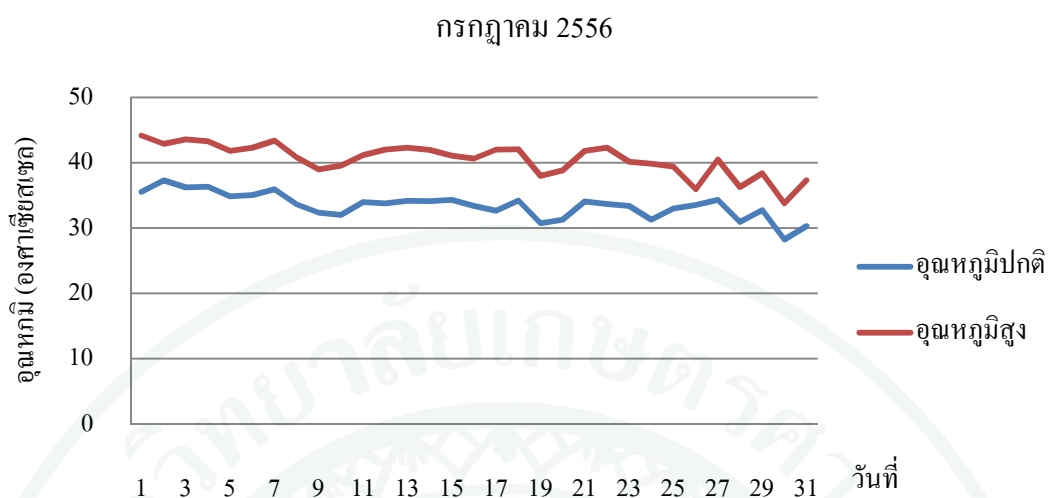
ได้ดำเนินการทดลองในช่วงระยะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ระยะ R2 – R9 ของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ ทั้งในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติซึ่งจากผลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระหว่างเดือนกรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2556 พบว่า อุณหภูมิระหว่างเวลา 10.00 น ถึง 16.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.78 องศาเซลเซียส ในขณะที่สภาพอุณหภูมิปกติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 33.99 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ภายในสภาพอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 27.76 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิในสภาพอุณหภูมิปกติ ณ เวลาเดียวกัน อยู่ที่ 26.44 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 29) จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศข้างต้น พบว่า อุณหภูมิกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติแตกต่างกัน 6.79 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิกกลางคืนของในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติแตกต่างกันเพียง 1.32 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ยในสภาพอุณหภูมิสูงเป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ใน การทดลอง



ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างภายในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิต่ำ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 – กันยายน พ.ศ. 2556 ตลอด 24 ชั่วโมง

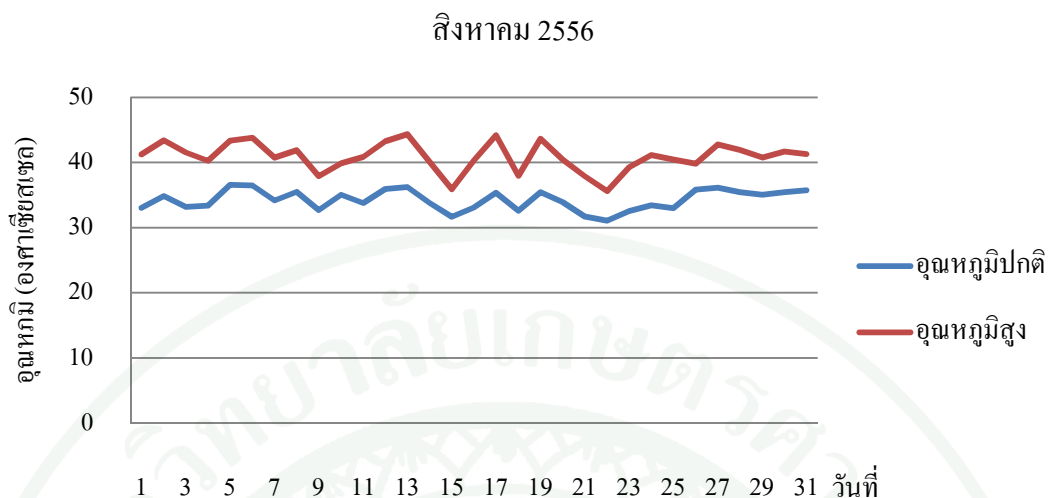
#### อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 30) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิต่ำมีค่าเฉลี่ย คือ 40.53 องศาเซลเซียส และ 33.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพที่ 31 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงไม่เกินช่วงอุณหภูมิที่กำหนด และพบว่าในสภาพอุณหภูมิสูง สูงอยู่ 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 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง มีค่าสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำถึง 7.08 องศาเซลเซียส



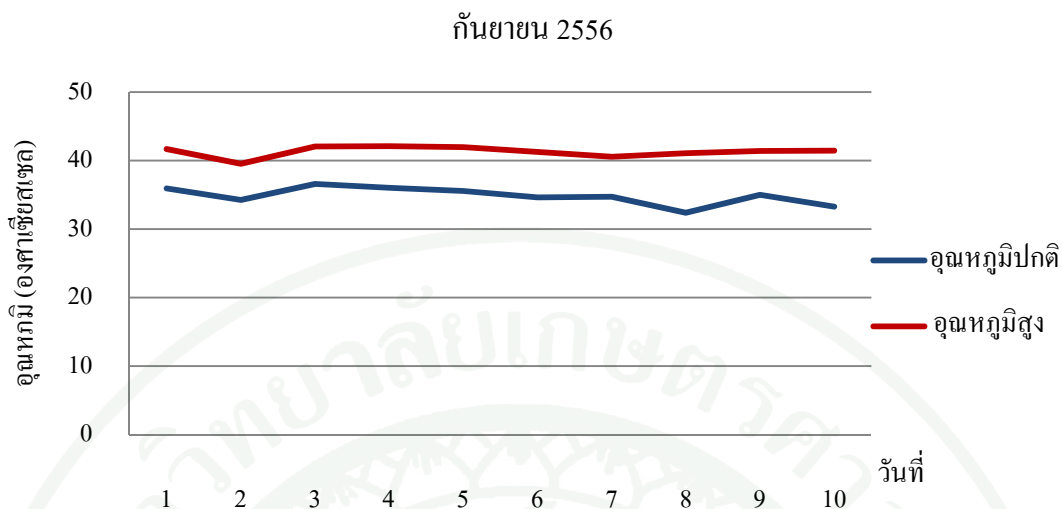
**ภาพที่ 30** แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมিপกติ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 (ภาพที่ 31) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 40.87 องศาเซลเซียส และ 34.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพที่ 32 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนอยู่ 7 วัน คิดเป็น 22.58 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอุณหภูมิลดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือวันที่ 9, 10, 15, 21, 22, 23 และ 26 สิงหาคม พ.ศ.2555 คือ 37.91, 39.85, 35.86, 37.89, 35.58, 39.26 และ 39.80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนในอุณหภูมิปกติอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (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 และพบว่าในสภาพอุณหภูมิสูง อยู่ช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง มีค่าสูงกว่าในอุณหภูมิปกติถึง 6.62 องศาเซลเซียส



**ภาพที่ 31** แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556

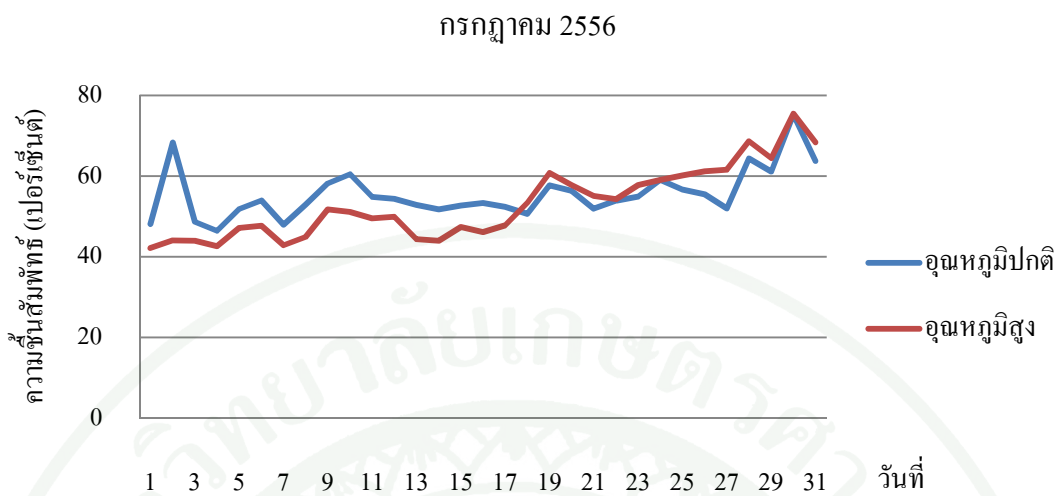
ส่วนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในเดือนกันยายน พ.ศ.2556 ทำการเก็บข้อมูล 10 วัน เนื่องจากข่าวถึงระยะเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 32) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 41.31 องศาเซลเซียส และ 34.83 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพที่ 32 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในโรงเรือนมี 1 วันที่มีอุณหภูมิตดลงจากช่วงอุณหภูมิที่กำหนดคือ วันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2556 คือ 39.51 องศาเซลเซียส ส่วนในอุณหภูมิปกติอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในวันที่ 2, 8 และ 10 กันยายน พ.ศ.2556 อุณหภูมิตดลงเช่นกัน คือ 34.23, 32.40 และ 33.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และพบว่าในสภาพอุณหภูมิสูง อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยรวมแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าสูงกว่าในอุณหภูมิปกติถึง 6.48 องศาเซลเซียส



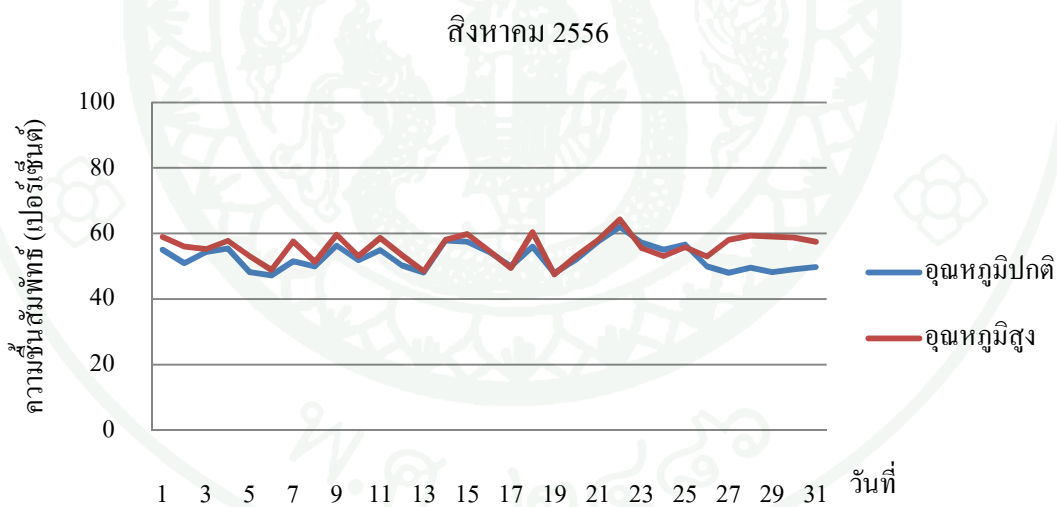
**ภาพที่ 32** แสดงอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนกันยายน พ.ศ.2556

#### ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

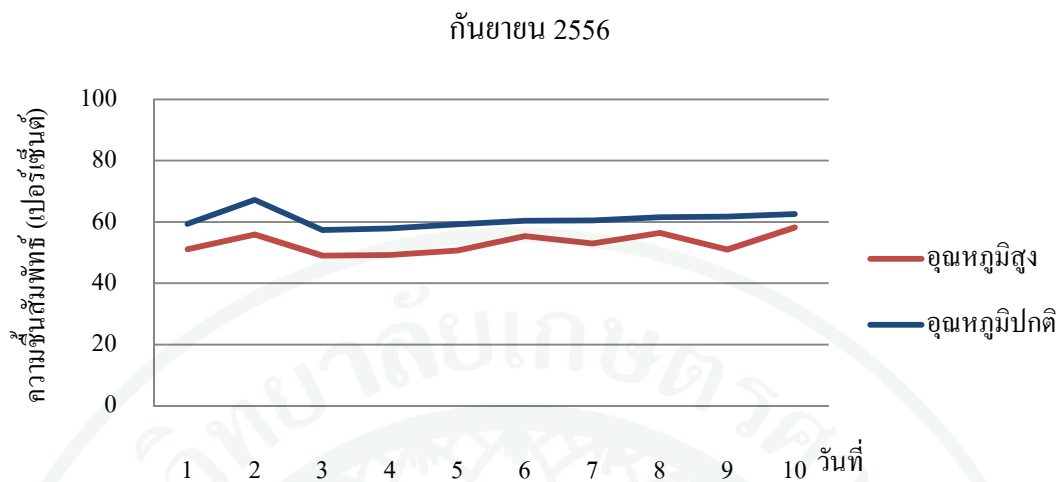
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 33) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติ มีค่าเฉลี่ย คือ 53.05 %RH และ 55.52 %RH ตามลำดับ ส่วนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 34) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 55.72 %RH และ 52.65 %RH ตามลำดับ และในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 35) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง และสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ย คือ 60.76 %RH และ 52.99 %RH ตามลำดับ



ภาพที่ 33 ความชันสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2556



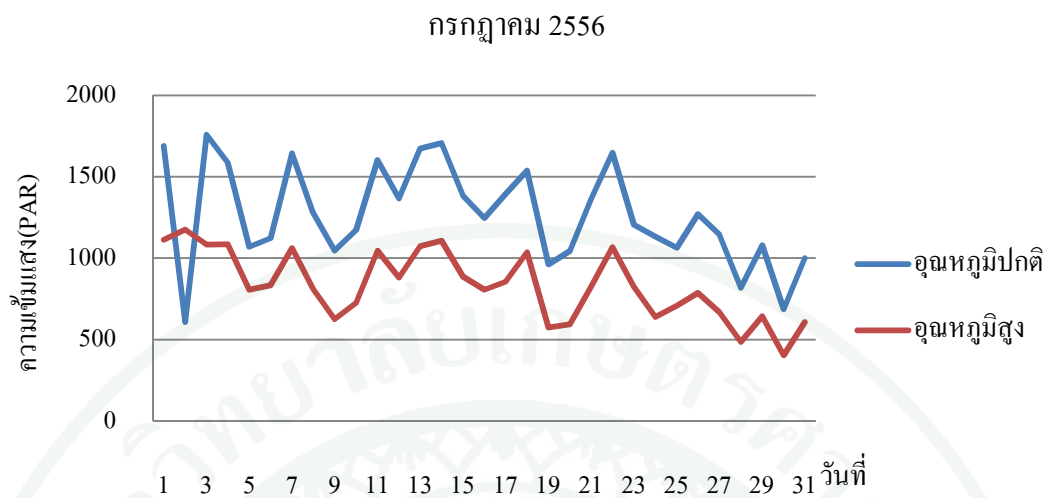
ภาพที่ 34 ความชันสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556



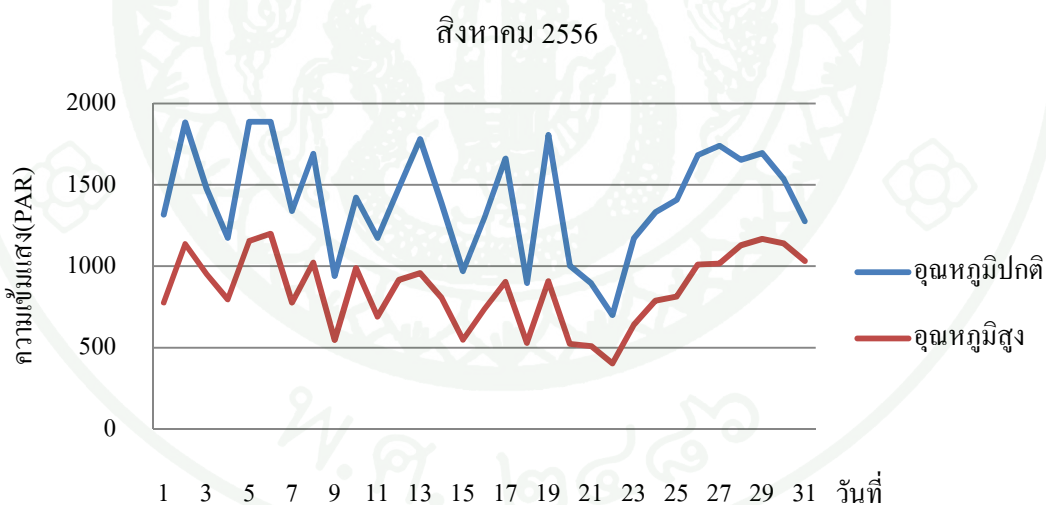
ภาพที่ 35 ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิต่ำ ในเดือนกันยายน พ.ศ.2556

#### ความเข้มแสงเฉลี่ยกลางวัน (10.00 -16.00 น.)

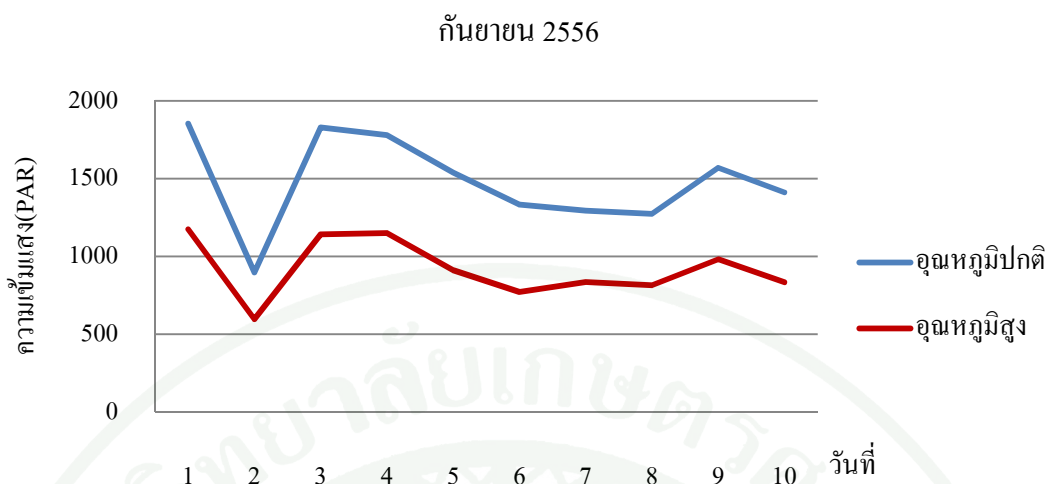
ความเข้มแสงเฉลี่ย ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 36) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ย ตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำมีค่าเฉลี่ย คือ 1052.66 และ 1750.03 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 37) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิต่ำมีค่าเฉลี่ย คือ 855.82 และ 1405.07 PAR ตามลำดับ ส่วนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 38) พบว่า ความเข้มแสงเฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูงอุณหภูมิและสภาพอุณหภูมิต่ำมีค่าเฉลี่ยคือ 920.63 และ 1477.58 PAR ตามลำดับ



ภาพที่ 36 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิตสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556



ภาพที่ 37 ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิตสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556



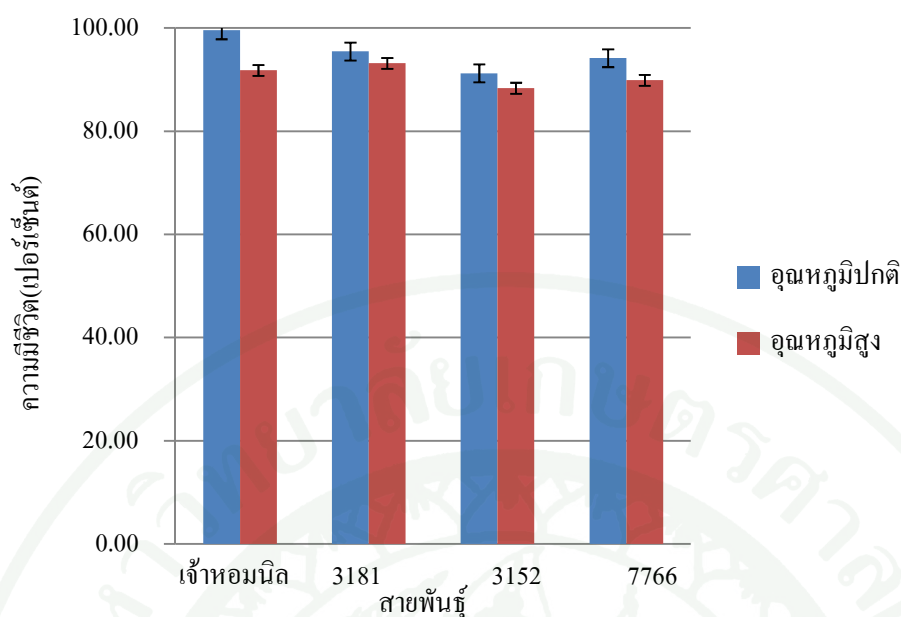
**ภาพที่ 38** ความเข้มแสง (PAR) เฉลี่ยตอนกลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในสภาพอุณหภูมิสูง กับสภาพอุณหภูมิปกติ ในเดือนกันยายน พ.ศ.2556

#### ความมีชีวิตของละอองเกสร

ความมีชีวิตของละอองเกสร ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 39)

ในสภาพอุณหภูมิปกติ ความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 95.12 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 97.17 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์เจ้าหอมนิล ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูง มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 90.82 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 95.26 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกสายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ M3181 M7766 และพันธุ์เจ้าหอมนิล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.36, 89.89 และ 91.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในการทดลองนี้พบว่า ในสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของละอองเกสรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับในสภาพอุณหภูมิสูง



**ภาพที่ 39** ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

#### อัตราการติดเมล็ด

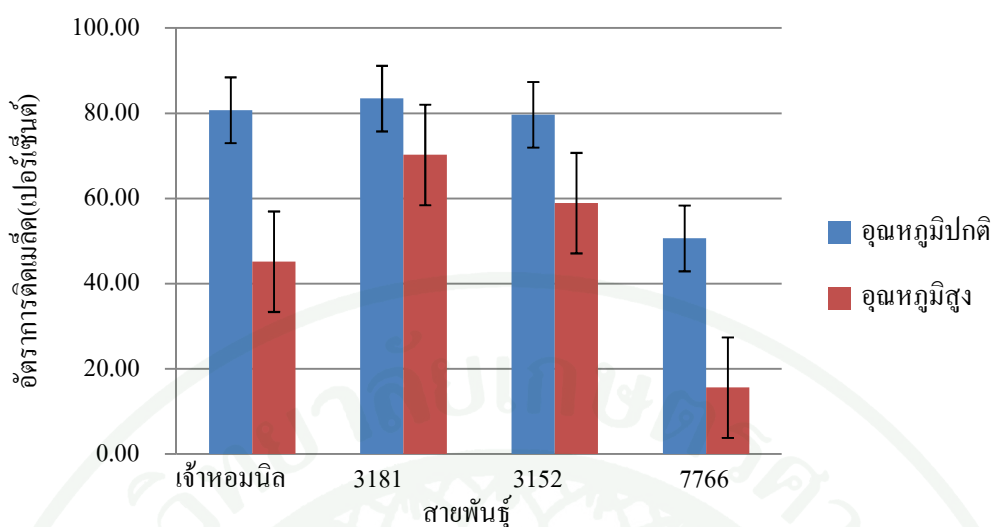
สายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย จำนวน 2 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยการติดเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 40) โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิปกติของสายพันธุ์ M 3181 เท่ากับ 83.74 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เจ้าหอมนิลซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุมเท่ากับ 80.74 เปอร์เซ็นต์ และสภาพอุณหภูมิสูง เท่ากับ 70.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ M3152 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการติดเมล็ดในภายในสภาพอุณหภูมิสูงของสายพันธุ์เท่ากับ 58.92 เปอร์เซ็นต์ และสภาพอุณหภูมิปกติเท่ากับ 79.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ระหว่างสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า ให้อัตราการติดเมล็ดของสายพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง

จากการวิเคราะห์อัตราการผลิตเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิปกติพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการผลิตเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยพบว่า พันธุ์ เจ้าหอมนิล มีอัตราการผลิตเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 80.74 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M3181 และ M3152 ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 50.62 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง

เมื่อพิจารณาการผลิตเมล็ดของสายพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิสูง พบว่า อัตราการผลิตเมล็ดของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยสายพันธุ์ M3181 มีอัตราการผลิตเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 70.23 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์ M7766 มีค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 15.60 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นจากการทดลองอธิบายได้ว่า เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงส่งผลให้อัตราการผลิตเมล็ดลดลงโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Osada et al. (1973) รายงานว่า ประเทศไทยที่อุณหภูมิ 34-35 องศาเซลเซียส ส่งผลให้อัตราการผลิตเมล็ดลดลงและภายใต้สภาพอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ในระยะ Anthesis จะส่งผลให้พันธุ์ข้าวต่างๆ มีอัตราการผลิตเมล็ดลดลงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (De Datta, 1981)

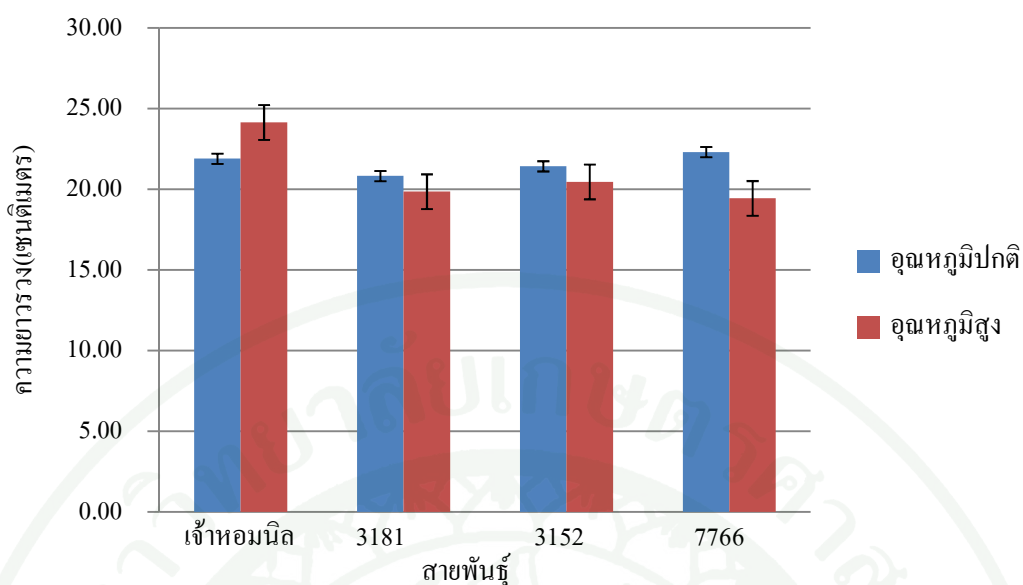
สายพันธุ์ M 3152 ที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.95, 71.96 และ 52.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่า มีอัตราการผลิตเมล็ดลดลง ส่วนสายพันธุ์ M 3181 ในสภาพอุณหภูมิสูงรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.19, 72.04 และ 70.23 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีอัตราการผลิตเมล็ดลดลงเล็กน้อย ส่วนใน พันธุ์เจ้าหอมนิลในสภาพอุณหภูมิสูงรอบที่ 1 รอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.7, 61.35 และ 45.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 48)



**ภาพที่ 40** อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวเจ้าหอนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

#### ความยาวรวง

สายพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติมีความยาวรวงสูงกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 41) ในขณะที่บางสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงมีความยาวรวงสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติจำนวน 1 สายพันธุ์ คือ เจ้าหอนิล โดยในสภาพอุณหภูมิปกติมีความยาวรวงเฉลี่ย 21.62 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุด ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 เท่ากับ 22.33 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และ เจ้าหอนิล เท่ากับ 21.44 และ 21.91 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวรวงต่ำสุด ได้แก่ สายพันธุ์ M3181 เท่ากับ 20.83 เซนติเมตร ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูง มีความยาวรวงเฉลี่ย 20.98 เซนติเมตร มีความยาวรวงสูงสุด ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอนิล เท่ากับ 24.15 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับทุกสายพันธุ์ และต่ำสุด ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 เท่ากับ 19.45 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และ M3181 เท่ากับ 20.47 และ 19.86 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อดูจากผลโดยรวมแล้ว พบว่า ความยาวรวงจากแปลงทดลองและสภาพอุณหภูมิสูงของสายพันธุ์ M3181 M3152 และเจ้าหอนิล ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนในสายพันธุ์ M7766 พบว่า ความยาวรวงจากสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



**ภาพที่ 41** ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิตั้ง

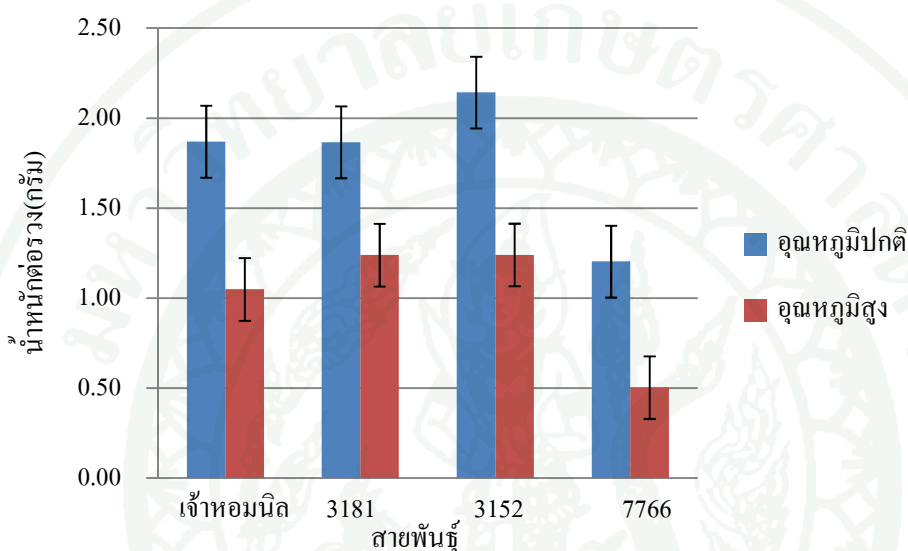
#### น้ำหนักรวง

โดยในสภาพอุณหภูมิปกติ มีน้ำหนักรวงเฉลี่ย 1.77 กรัม มีน้ำหนักรวงสูงสุด 1.87 กรัม ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และ M3181 ที่มีค่าเฉลี่ย 2.14 และ 1.87 กรัม และต่ำสุด 1.20 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M7766 (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 42)

ส่วนในสภาพอุณหภูมิตั้งมีน้ำหนักรวงเฉลี่ย 1.08 กรัม สูงสุดคือ 1.24 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 และ M3181 มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เจ้าหอมนิลและต่ำสุด 0.51 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M7766

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักรวงจากสภาพอุณหภูมิตั้งและในสภาพอุณหภูมิปกติมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกสายพันธุ์

จากการทดลองเห็นได้ว่า น้ำหนักรวงเฉลี่ย ในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิลดลง ซึ่งผลของอุณหภูมิสูงมีผลทำให้น้ำหนักรวงลดลงทุกสายพันธุ์และลดลงมากที่สุด ในสายพันธุ์ M3152 มีน้ำหนักรวงลดลงถึง 0.9 กรัม โดย Bakerand (1993) ได้รายงานไว้ที่อุณหภูมิ 28/21 องศาเซลเซียสผลผลิตจะลดลงราว 10% ต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส และ Baker (2004) รายงานว่า พันธุ์ข้าวในประเทศไทยมีความอ่อนไหว (sensitive) ต่ออุณหภูมิสูงมากกว่าพันธุ์ข้าวที่มาจากเอเชีย



ภาพที่ 42 น้ำหนักรวง (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

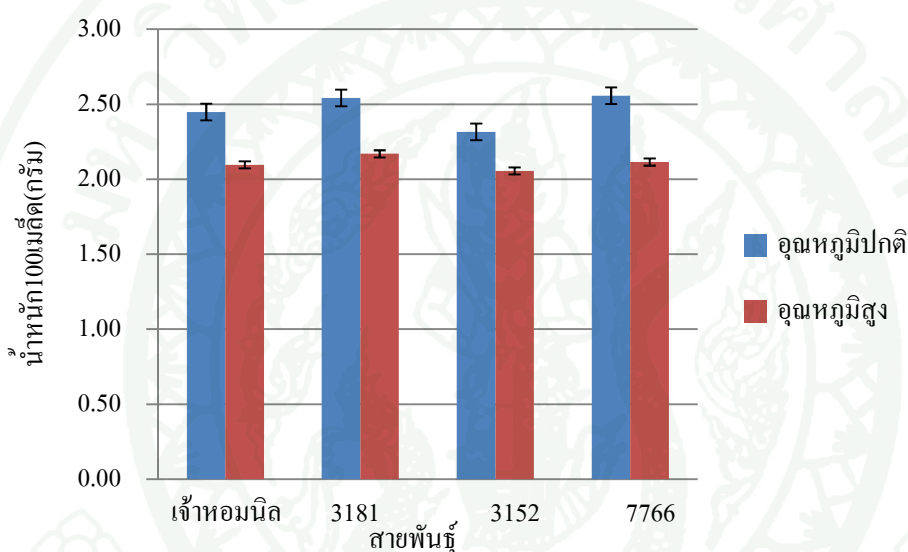
#### น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 43) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์มีความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงส่งผลให้น้ำหนัก เมล็ดลดลงทุกสายพันธุ์

เมื่อพิจารณาในสภาพอุณหภูมิปกติ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.47 กรัม สูงสุด 2.56 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M7766 โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ M3181 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.54 กรัม และต่ำสุด 2.32 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M3152 ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.11 กรัม มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุดคือ 2.17 กรัม ได้แก่สายพันธุ์ M3181 และต่ำสุด 2.10 กรัม

ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล สายพันธุ์ M3152 และ M7766 โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกสายพันธุ์

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนัก 100 เมล็ดระหว่างสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง พบว่าทุกสายพันธุ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง น้ำหนัก 100 เมล็ด ลดลงในทุกสายพันธุ์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cao Yun-Ying (2008) ได้ทำการทดสอบข้าวที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสพบว่า จำนวนช่อดอก อัตราการติดเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตลดลง



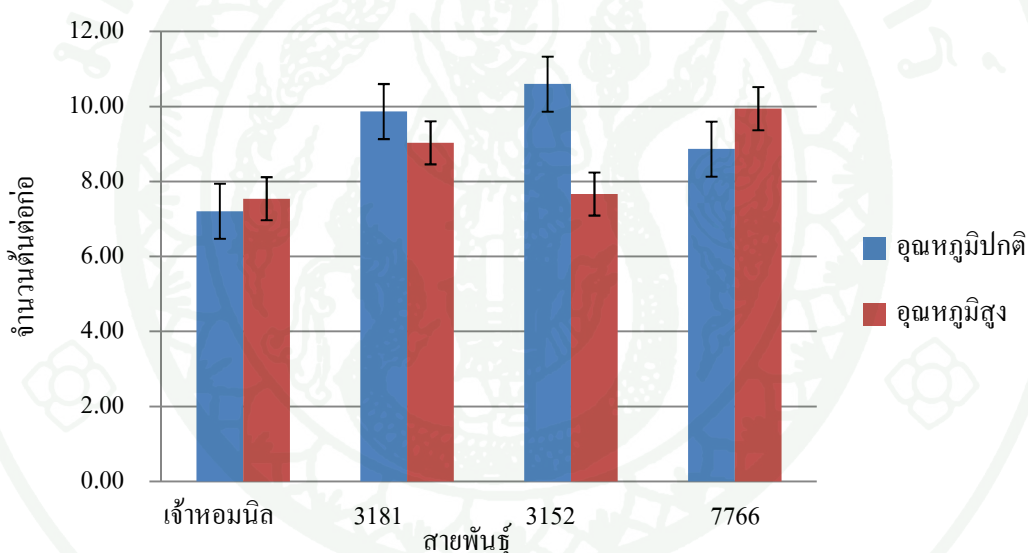
ภาพที่ 43 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

#### จำนวนกอดอตัน

จากการเก็บข้อมูลจำนวนกอดอตัน ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติพบว่า มีจำนวนกอดอตันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับข้าวที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 44) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของจำนวนกอดอตันแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูง ส่งผลให้จำนวนกอดอตันในสายพันธุ์ควบคุมเพิ่มขึ้น คือ M7766 และ เจ้าหอมนิล ส่วนในสายพันธุ์ M3152 และ M3181 มีจำนวนกอดอตันลดลง

ในสภาพอุณหภูมิปกติ มีจำนวนกอดต่อดันเฉลี่ย 9 กอ และจำนวนกอดต่อดันสูงสุด 10 กอ ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับสายพันธุ์ M3181 จำนวนกอดต่อดัน 9 กอ ส่วนพันธุ์เจ้าหอมนิลมีจำนวนกอดต่อดันต่ำสุด 7 กอ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับสายพันธุ์ M7766 ที่มีจำนวนกอดต่อดันเท่ากับ 8 กอ ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงมีจำนวนกอดต่อดันเฉลี่ย 8 กอ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 9 กอ ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 และ M3181 และต่ำสุด 7 กอ ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 และพันธุ์เจ้าหอมนิล

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง พบว่า สายพันธุ์ M3152 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนในสายพันธุ์ M3181 M7766 และเจ้าหอมนิล พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 44 จำนวนกอดต่อดัน ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

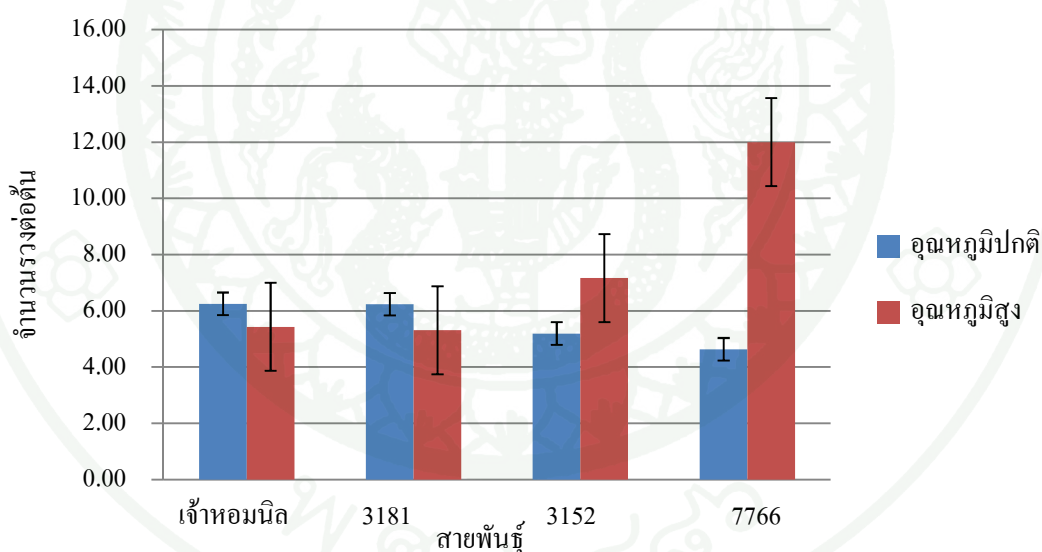
#### จำนวนรวงต่อดัน

พันธุ์เจ้าหอมนิลที่ปลูกในสภาพสภาพอุณหภูมิปกติมีจำนวนรวงต่อดันสูงกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 45) ส่วนในสายพันธุ์ M 3181 M3152 และสายพันธุ์ M7766 พบว่า จำนวนรวงต่อดันในสภาพอุณหภูมิปกติมีจำนวนน้อยกว่าการปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง

โดยในสภาพอุณหภูมิปกติมีจำนวนรวงต่อต้น เฉลี่ย 5 รวง สูงสุด 6 รวง ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ กับ สายพันธุ์ M3181 และ M3152 ที่มีจำนวนรวงเท่ากับ 5 รวง และต่ำสุด 4 รวง ได้แก่สายพันธุ์ M7766

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูงมีจำนวนรวงต่อต้นเฉลี่ย 7 รวง มีจำนวนรวงต่อต้น สูงสุดคือ 12 รวง ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 ส่วนสายพันธุ์ M3152 M3181 และเจ้าหอมนิล มีจำนวนรวงไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีจำนวนรวงเท่ากับ 7, 6 และ 5 รวง ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า สายพันธุ์ M3152 และ M7766 มีจำนวนรวงจากสภาพอุณหภูมิสูงมีสูงกว่าสภาพอุณหภูมิปกติโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนในสายพันธุ์ M3181และเจ้าหอมนิล พบว่าจำนวนรวงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 45 จำนวนรวงต่อต้น ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

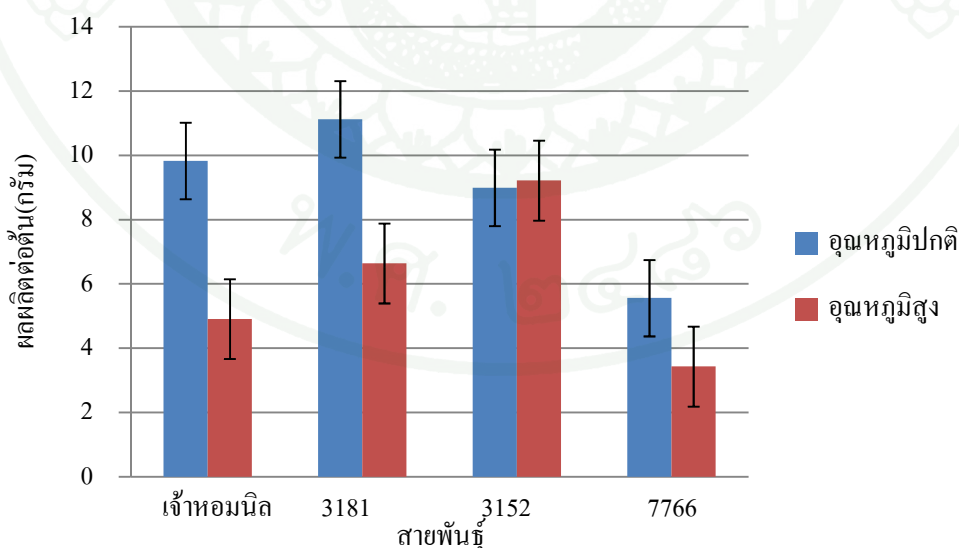
### ผลผลิตเมล็ดต่อต้น

จากการเก็บข้อมูลผลผลิตเมล็ดต่อต้นที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า สายพันธุ์ M3181 M7766 และพันธุ์เจ้าหอมนิลมีความแตกต่างกันทางสถิติกับสภาพอุณหภูมิสูงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนสายพันธุ์ M3152 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 46)

ในสภาพอุณหภูมิปกติมีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเฉลี่ย 8.88 กรัม สูงสุด 11.13 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M3181 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และพันธุ์เจ้าหอมนิล โดยมีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 8.99 และ 9.83 กรัม ตามลำดับ ส่วน M7766 มีผลผลิตเมล็ดต่อต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 5.56 กรัม

ในสภาพอุณหภูมิสูงมีผลผลิตเมล็ดต่อต้นเฉลี่ย 6.05 กรัม สูงสุดคือ 9.12 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M3152 และสายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.43 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์เจ้าหอมนิลที่มีผลผลิตเมล็ดต่อต้น เท่ากับ 4.91 กรัม

เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของผลผลิตเมล็ดต่อต้นระหว่างสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติในสายพันธุ์เดียวกัน พบว่า มีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงผลผลิตเมล็ดต่อต้นจะลดลงในทุกสายพันธุ์ ยกเว้น M3152



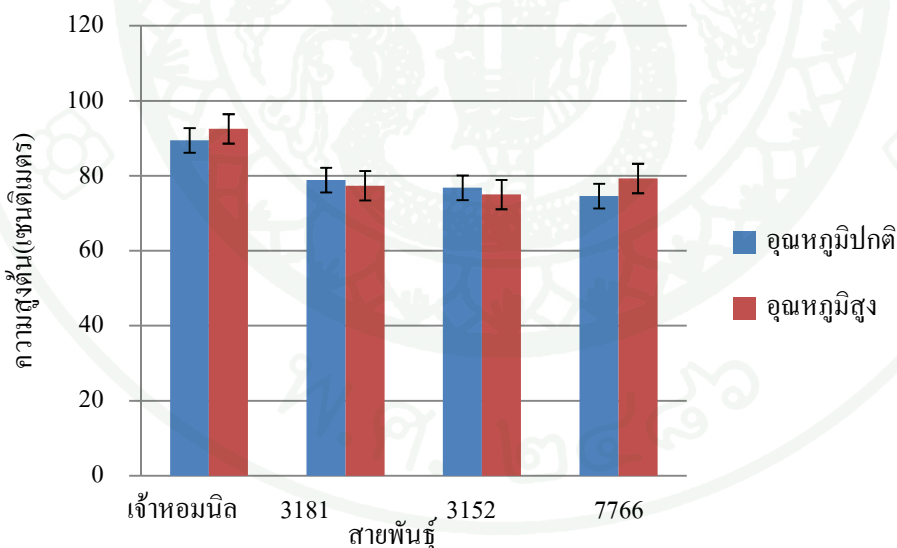
ภาพที่ 46 ผลผลิตเมล็ดต่อต้น (กรัม) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง

## ความสูงต้น

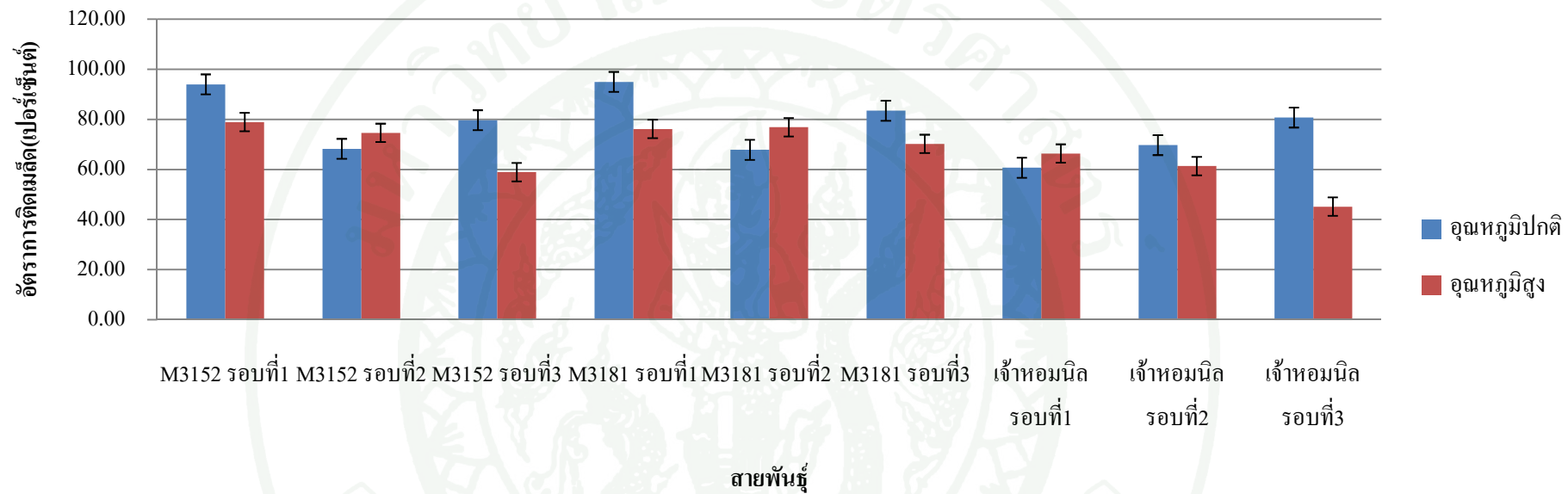
จากการเก็บข้อมูลความสูงต้นที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิปกติมีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับในสภาพอุณหภูมิสูง (ตารางผนวกที่ 4 และ ภาพที่ 47)

ในสภาพอุณหภูมิปกติมีความสูงต้นเฉลี่ย 79.92 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ย สูงสุด 89.44 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล และความสูงต้นเฉลี่ยต่ำสุด 74.57 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และ M3181 ที่มีความสูงต้นเท่ากับ 78.84 และ 76.81 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในสภาพอุณหภูมิสูงมีความสูงต้นเฉลี่ย 81.05 เซนติเมตร สายพันธุ์ที่มีความสูงเฉลี่ย สูงสุด คือ 92.53 เซนติเมตร ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอมนิล และความสูงต้นเฉลี่ยต่ำสุด 79.29 เซนติเมตร ได้แก่ สายพันธุ์ M7766 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายพันธุ์ M3152 และ M3181 ที่มีความสูงต้นเท่ากับ 75.01 และ 77.38 เซนติเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 47 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายในสภาพอุณหภูมิปกติและสภาพอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 48 เปรียบเทียบอัตรากาการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของสายพันธุ์ M3152 และ M3181 ทุกรอบการคัดเลือกในสภาพอณูภูมิปกติและสภาพอณูภูมิสูง

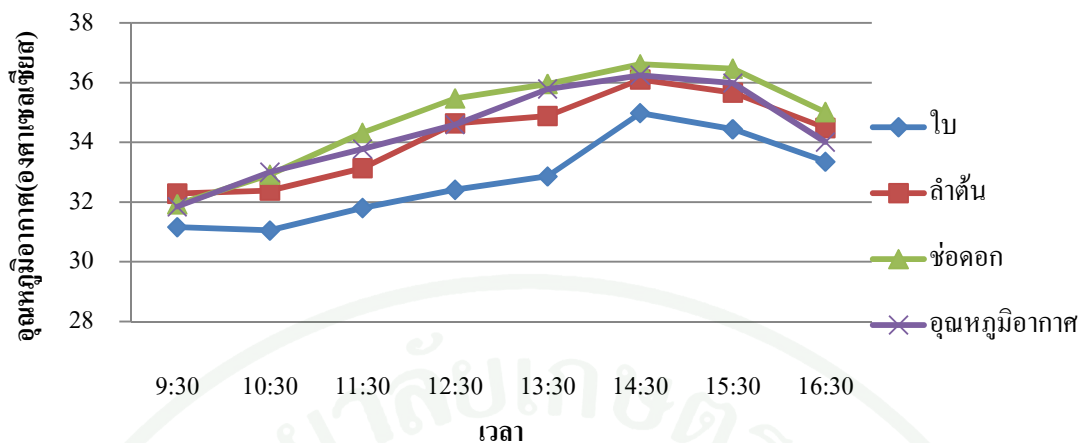
## การทดลองที่ 5 การตรวจสอบอุณหภูมิทรงพุ่มข้าว

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศโดยใช้ data logger ในช่วงเวลา 9.30-16.30น. ระหว่างอุณหภูมิอากาศจากสภาพอุณหภูมิปกติและอุณหภูมิอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า อุณหภูมิอากาศจากสภาพอุณหภูมิปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.24 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. (ภาพที่ 49) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.37 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 44.12 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.30 น โดยผลของอุณหภูมิต้องทรงพุ่มข้าวโดยวัดโดยกล้องตรวจจับความร้อน ให้ผลการทดลองดังนี้

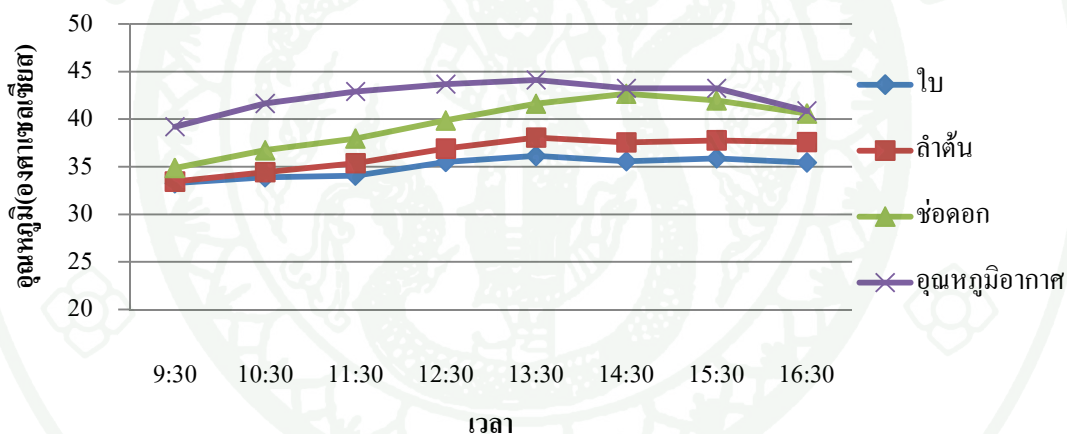
### อุณหภูมิของทรงพุ่มข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิล

เมื่อทำการถ่ายภาพด้วยกล้องตรวจจับความร้อนของต้นข้าวเจ้าหอมนิลในสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า อุณหภูมิใบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.75 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34.98 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. อุณหภูมิลำต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.19 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.11 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น.และอุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.88 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.61 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น.ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 36.24 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าส่วนของช่อดอกข้าวมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ และเมื่อพิจารณาตลอดทั้งวัน พบว่า อุณหภูมิช่อดอกจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิส่วนของใบและลำต้น และอุณหภูมิช่อดอกยังมีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศตั้งแต่วันที่ 10.30 น. ไปจนถึง 16.30 น. ส่วนอุณหภูมิของลำต้น พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 14.30 น. จนถึง 16.30 น. มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ ในขณะที่อุณหภูมิของใบมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน (ภาพที่ 49)

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูง อุณหภูมิใบ อุณหภูมิลำต้น และ อุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.97, 36.39 และ 39.54 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลำต้นและอุณหภูมิใบสูงสุดที่ 36.13 และ 38.07 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.30น และในอุณหภูมิช่อดอกสูงสุด 42.67 องศาเซลเซียสในเวลา 14.30 ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 43.25 และ 44.12 องศาเซลเซียสตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของช่อดอกมีอุณหภูมิสูงที่สุดเช่นเดียวกับสภาพอุณหภูมิปกติแต่ก็ไม่สามารถสูงเกินอุณหภูมิอากาศเหมือนกับ สภาพอุณหภูมิปกติ (ภาพที่ 50)



ภาพที่ 49 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบ และ ช่อดอก ของข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิปกติระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)

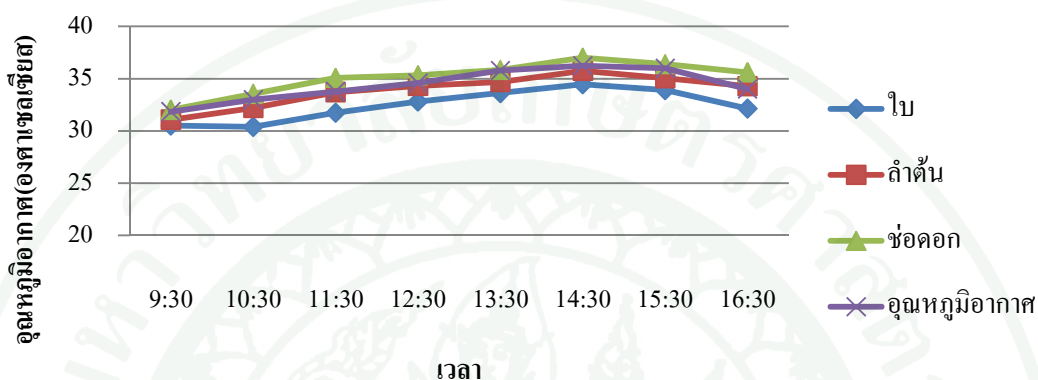


ภาพที่ 50 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบและ ช่อดอก ของข้าวพันธุ์เจ้าหอมนิลเปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิสูง ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)

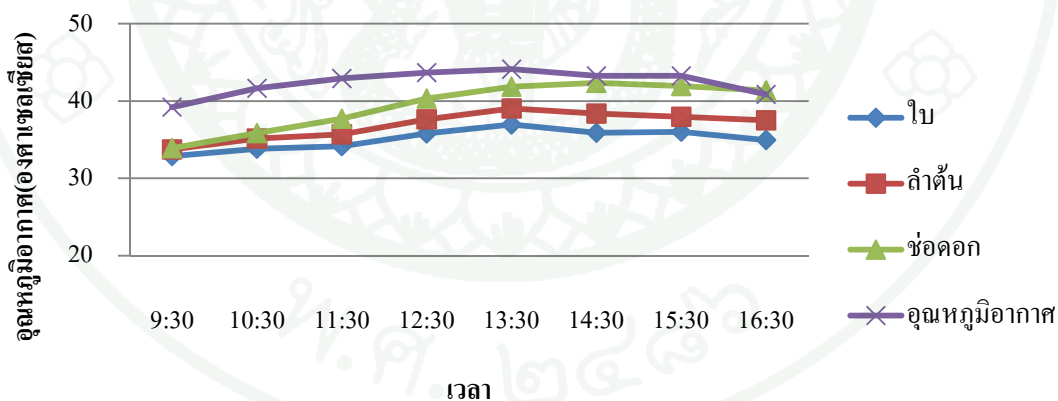
#### อุณหภูมิของทรงพุ่มข้าวสายพันธุ์ M7988

ในสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า อุณหภูมิใบ อุณหภูมิลำต้น และอุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 32.46, 33.89 และ 35.10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 34.47, 35.75 และ 37.01 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 36.24 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับพันธุ์เจ้าหอมนิล (ภาพที่ 51)

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูง อุณหภูมิใบ อุณหภูมิลำต้น และ อุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 35.06, 36.86 และ 39.41 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 36.67, 39.04 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.30 น. ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 43.25 และ อุณหภูมิช่อดอกเท่ากับ 42.34 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. เท่ากับ 44.12 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 52)



ภาพที่ 51 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7988 เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิปกติระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)

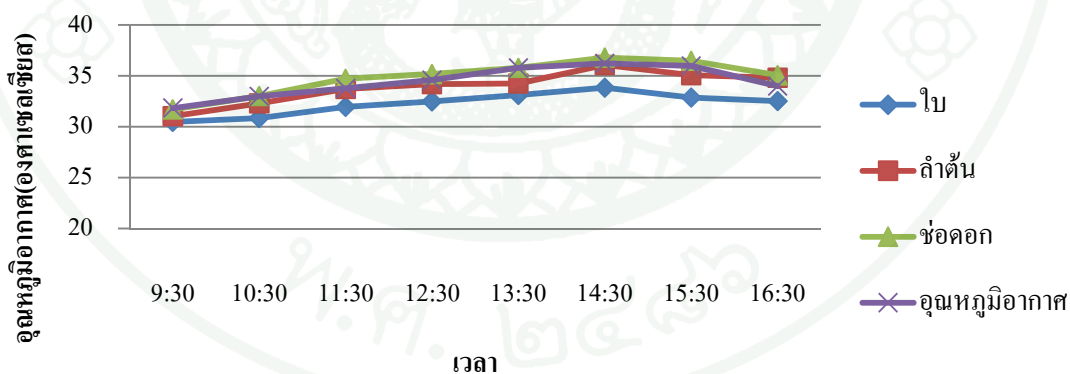


ภาพที่ 52 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7988 เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิสูง ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)

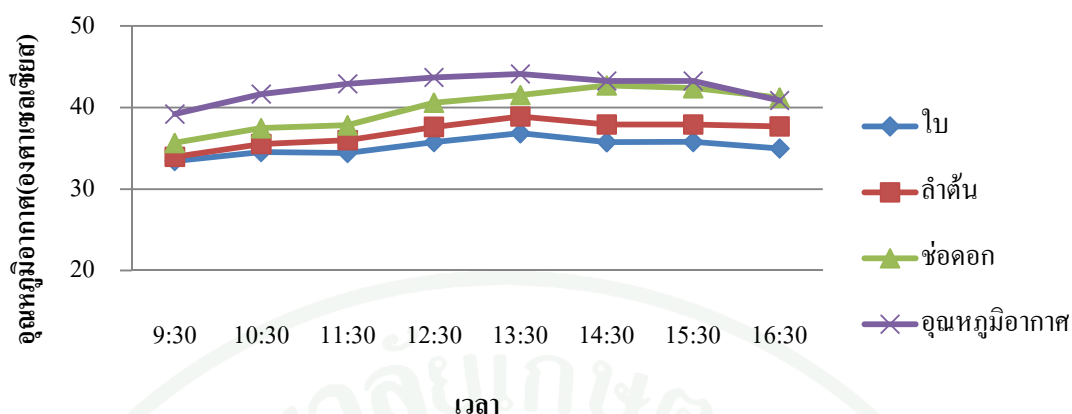
### อุณหภูมิของทรงพุ่มข้าวส่ายพันธุ์ M7766

ในสภาพอุณหภูมิสภาพอุณหภูมิปกติ พบว่า อุณหภูมิใบ อุณหภูมิลำต้น และ อุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.27, 33.94 และ 34.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 33.85, 36.08 และ 36.81 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 น. ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 36.24 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของช่อดอกและอุณหภูมิของลำต้น มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิของใบมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน (ภาพที่ 53)

ส่วนในสภาพอุณหภูมิสูง อุณหภูมิใบ อุณหภูมิลำต้น และ อุณหภูมิช่อดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.19, 36.94 และ 39.93 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิลำต้นและอุณหภูมิใบสูงสุดที่ 36.85 และ 38.9 องศาเซลเซียส ในเวลา 13.30 น. ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศเท่ากับ 43.25 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิช่อดอกมีค่าสูงสุด 42.71 องศาเซลเซียส ในเวลา 14.30 ซึ่ง ณ เวลาดังกล่าวอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 44.12 องศาเซลเซียสตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของช่อดอก มีอุณหภูมิสูงที่สุดเช่นเดียวกับสภาพอุณหภูมิปกติแต่ไม่สามารถสูงเกินอุณหภูมิอากาศเหมือนกับสภาพอุณหภูมิปกติ (ภาพที่ 54)



ภาพที่ 53 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบและ ช่อดอก ของข้าวส่ายพันธุ์M7766 เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิปกติ ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)



ภาพที่ 54 แสดงอุณหภูมิของลำต้น ใบและ ช่อดอก ของข้าวสายพันธุ์ M7766 เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิอากาศสภาพอุณหภูมิสูง ระหว่างเวลา (9.30 -16.30 น.)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิทรงพุ่มข้าวระหว่างสายพันธุ์ที่ทนทานและไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง คือ M7988 M7766 และพันธุ์เจ้าหอมนิล ซึ่งมีอัตราการติดเมล็ดในสภาพอุณหภูมิสูง เท่ากับ 76.53, 15.30 และ 50.64% ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิของต้นข้าว ทั้งสองสายพันธุ์และพันธุ์เจ้าหอมนิล ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกส่วนของข้าว ดังนั้นแสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ M7988 ที่มีช่อดอกที่สามารถผลิตละอองเกสรที่มีชีวิต สามารถปฏิสนธิ และพัฒนาเป็นเมล็ดได้ในสภาพอุณหภูมิสูง นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของช่อดอกข้าวเนื่องจากสายพันธุ์ข้าวที่ทนทานและไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิของช่อดอกไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของช่อดอก ทำให้ความมีชีวิตของละอองเกสรลดลง ผสมไม่ติด ทำให้ผลผลิตลดลง (Satake and Yoshida, 1978; Matsui *et al.*, 2000) สอดคล้องกับการทดลองนี้ เพราะ ส่วนของต้นข้าวที่สะสมความร้อนมากที่สุด คือ ช่อดอก ส่วน ใบที่มีอุณหภูมิต่ำสุด เนื่องจากว่า ในงานทดลองนี้ หากนำเฉลี่ยจากทุกใบ ตั้งแต่ใบส่วนล่าง ถึง ด้านบน นอกจากนี้ ใบมีการคายน้ำ ทำให้เมื่อถ่ายรูป อุณหภูมิจึงต่ำกว่าส่วนอื่น

## สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อพิจารณาสภาพอากาศ กลางวัน (10.00 -16.00 น.) ในปี พ.ศ 2555-2556 อุณหภูมิอากาศกลางวันของในสภาพอุณหภูมิสูง พบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ย อยู่ที่ 40.88-41.15 องศาเซลเซียส ส่วนในแปลงทดลองธรรมชาติ พบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ย อยู่ที่ 32.79-33.45 องศาเซลเซียส จึงมีความเหมาะสมในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวทนทานต่อสภาวะอุณหภูมิสูงในสภาพโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ
2. จากการคัดเลือกข้าวหอมนิลพันธุ์กลายจำนวน 2,000 สายพันธุ์ ตั้งแต่รอบคัดเลือกที่ 1 ถึงรอบคัดเลือกที่ 3 ได้สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ดีในสภาพอุณหภูมิสูงจำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ M3152 และ M3181 โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเฉลี่ยทั้ง 3 รอบการคัดเลือก เท่ากับ 67.94 และ 72.82 เปอร์เซ็นต์
3. อุณหภูมิสูงส่งผลต่อการลดลงของลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ความยาวรวง น้ำหนักรวง จำนวนกอต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ผลผลิตต่อต้น ส่วนความมีชีวิตของละอองเกสร และความสูงต้น ในทั้งสองสายพันธุ์ไม่ลดลงเมื่อเจอสภาพอุณหภูมิสูง
4. อุณหภูมิทรงพุ่มข้าว พบว่า อุณหภูมิของช่อดอกทั้ง 3 สายพันธุ์ มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิลำต้น และใบ แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ M7988 ที่มีช่อดอกที่สามารถผลิตละอองเกสรที่มีชีวิต สามารถปฏิสนธิ และพัฒนาเป็นเมล็ดได้ในสภาพอุณหภูมิสูงนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของช่อดอกข้าวที่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2550. ภาวะโลกร้อน. แหล่งที่มา: [http://www.tmd.go.th/NCCT/article/global\\_warming.pdf](http://www.tmd.go.th/NCCT/article/global_warming.pdf), 10 มกราคม 2556.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. รายงานสภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมีนาคม 2553. 5 หน้า.

เกริก ปั่นแห่งเพชร, วินัย ศรีวัต, สมชาย บุญประดับ, สุกิจ รัตนศรีวงษ์, สหัชชัย คงทน, สมปอง นิลพันธ์, ชัยนุชา บุคคาบุญกิ่งแก้ว, คุณเขต อิศระ พุทธสิมมา, ปรีชา กาเพชร, แคทลียา เอกอุ้น และวิภารัตน์ คำริ เข้มตระกูล. 2552. ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อยมันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

จิราภรณ์ จุฑาภรณ์, พิศ คงบริรักษ์ และชุตินา คตสุข. 2545. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประเทศไทย ค.ศ. 2000. บทคัดย่อ.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, เจษฎา จงใจดี, สิทธิชัย ลอดแก้ว, สาวิกา กอนแสง และ ศันสนีย์ จำจด. 2553. ผลของอุณหภูมิสูงต่อความมีชีวิตของละอองเรณูและการปฏิสนธิในพันธุ์ข้าวไทย. วารสารเกษตร 26(ฉบับพิเศษ).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. ข้าวเศรษฐกิจการเกษตร 56(533): 10-12.

Baker, J.T., L.H.Jr. Allen and K.J. Boote. 1992. Response of rice to carbon dioxide and temperature. **Agri. For. Meteorol** 60: 153–166.

Battisti, D.S. and R.L. Naylor. 2009. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science** 323: 240–244.

- Caldwell, D.G., N. McCallum, 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 J** 40:143–150.
- 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.
- Chang, C.T., C.-S.C. Wu and Yang, J.T. 1978. Circular dichroic analysis of protein conformation: Inclusion of the p-turns. **Anal. Biochem** 91: 13-31.
- Childs, N. and K. Baldwin. 2010. **Rice outlook**. A report from the Economic Research Service, Available Source: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/RCS/RCS-01-13-2010.pdf>, January 14, 2014.
- Cohen, J. E. 2003. Human population: The next half century. **Science** 302: 1172–1175.
- Counce, P.A., T.C. Keisling and A.J. Mitchell. 2000. A uniform, objective system for expressing rice development. **Crop Science**. 40: 436-443.
- Dawe, D. 2007. **Agricultural research, poverty alleviation and key trends in Asia's rice economy**. In "Charting New Pathways to C4 Rice" (J. E. Sheehy, P. L. Mitchell, and B. Hardy, Eds.), pp. 37–53. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines
- De Datta, S.K. 1981. **Principles and practices of rice production**. New York, John Wiley and Sons.

FAO. 2008. **Food and agriculture Statistics Global Outlook**. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Available Source: [http://faostat.fao.org/Portals/\\_Faostat/documents/pdf/world.pdf](http://faostat.fao.org/Portals/_Faostat/documents/pdf/world.pdf), January 20, 2014.

Gilchrist E.J., N.J. O'Neil, A.M. Rose, M.C. Zetka and G.W. Haughn. 2006. TILLING is an effective reverse genetics technique for *Caenorhabditis elegans*. **BMC Genomics** 7: 262.

Greco, R., P.B.F. Ouwkerk, C. Sallaud, A. Kohli, L. Colombo, P. Puigdomènech, E. Guiderdoni, P. Christou, J.H.C Hoge and A. Pereira. 2001. Transposon Insertional Mutagenesis in Rice. **Plant Physiol** 125:1175-1177.

Grist, D.H. 1986. Rice. Longman Singapore Publishers, **Singapore**, 599 pp.

Hirochika, H. 2001. Contribution of the Tos17 retrotransposon to rice functional genomics. **Curr. Opin. Plant Biol.** 4: 118–122.

Hirochika, H., E. Guiderdoni, G. An, Y.I. Hsing, M.Y. Eun, C.D. Han, N. Upadhyaya, S. Ramachandran, Q. Zhang, A. Pereira, V. Sundaresan and H. Leung. 2004. Rice mutant resources for gene discovery. **Plant Mol Biol** 54(3): 325–334

IRRI. 1985. 4<sup>th</sup> ed. **The Flowering Response of the Rice Plant to Photoperiod**. The International Rice Research Institute, Philippines. Policy Research Center, Japan.

Khush, G.S. 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. **Plant Mol. Biol.** 59: 1–6.

- Krishnan, P., D.K. Swain, B.C. Bhaskar, S.K. Nayak and R.N. Dash. 2007. **Impact of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on rice yield and methods of adaptation as evaluated by crop simulation studies.**
- Matsushima S, H. Ikewada, A. Maeda, S. Honda and H. Niki. 1982. Studies on rice cultivation in 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.
- Miyao, A., K. Tanaka, K. Murata, H. Sawaki, S. Takeda, K. Abe, Y. Shinozuka, K. Onosato and H. Hirochika. 2003. Target site specificity of the *Tos17* retrotransposon shows a preference for insertion within genes and against insertion in retrotransposon-rich regions of the genome, **Plant Cell** 15: 1771–1780
- 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. Sasiprada, M. Rahong, S. Dhammanuvong and M. Chakrabandhu. 1973. Abnormal occurrence of empty grains of indica rice plants in the dry, hot season in Thailand. **Proc. Crop Sci. Jpn.** 42: 103–109.
- Satake, T. and S. Yoshida. 1978. High temperature induced sterility in indica rices at flowering. **Jpn. J. Crop Sci.** 47: 6–17.
- Sato, K., K. Inaba and M. Tozawa. 1973. High temperature injury of ripening in rice plant. I. The effects of high temperature treatments at different stages of panicle development on the ripening. **Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.** 42: 207–213.

Shen, F.H., H. Loh and E.L. Way. 1970. Brain serotonin turnover in morphine tolerant-dependent mice. **J. Pharmacol. Exp. Ther.** 175: 427–434.

Sung, D.-Y., F. Kaplan, K.-J. Lee and C.L. Guy. 2003. Acquired tolerance to temperature extremes. **Trends Plant Sci.** 8: 179–187.

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, N. Taylor, J.G. Henikoff, L. Comai and S. Henikoff. 2003. Large-scale discovery of induced point mutations with high-throughput TILLING. **Genome Research**, 13( 3): 524-530

USCensusBureau, WorldPOPClockProjection. 2009. Available Source:  
<http://www.census.gov/main/www/popclock.html>, January 18, 2014.

Wongwiwatchai, C., S. Thippayarak and T. Taechakomain. 2001. **A semi-demonstration study on long term relation between soil properties and cassava production.** Paper presented at Cassava Research reporting. Rayong Field Crops Research Center, Rayong, Thailand. 10 p.(in Thai).

Wu, J-L., C. Wu, C. Lei, M. Baraoidan, A. Bordeos, MRS. Madamba, M. Ramos-Pamplona, R. Mauleon, A. Portugal, V.J. Ulat, R. Bruskiewich, G. Wang, J. Leach, G. Khush and H. Leung. 2005. Chemical and irradiation-induced mutants of indica rice IR64 for forward and reverse genetics. **Plant Mol Biol** 59:85–97.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงอัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกในสภาพ  
อุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	
M2637	89.63a A <sup>1/</sup>	84.23a-g <sup>2/</sup> B	2.4
M2660	83.35ab A	85.44a-e A	2.09
M3023	81.16ab B	90.04ab A	8.88
M2242	79.73abc A	81.84a-g A	2.11
M2279	78.59a-d B	90.28aA	11.69
M2787	76.34a-e B	85.75a-eA	9.41
M2332H	75.94a-e A	74.93b-I A	1.01
M3026	74.87a-f B	84.82a-fA	10.05
M3181	72.04a-g A	72.94b-iA	0.90
M3152	71.96a-g B	88.19abA	16.23
M2332C	71.33b-g A	67.80e-iB	3.53
M2986H	71.23b-g A	66.42ghiB	4.81
M2113	71.03 b-g B	78.15a-hA	7.12
M3315	70.41 b-g B	78.15a-hA	7.74
M2136	70.08 b-g B	87.05a-cA	16.97
M3165	70.41 b-g A	59.28i B	11.13
M2327	69.27 b-g B	86.93a-d A	17.66
M3313	68.87 b-g B	82.98a-g A	14.11
M2628	68.08 b-h A	66.81f-I A	1.27
M3009	62.065c-h B	84.23a-g A	22.17
M3327	61.06d-h B	76.03a-I A	14.97
M2053	60.69d-h B	80.13a-h A	19.44
M3253	60.11e-I B	93.28 a A	33.17

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M3062	57.78f-I B	68.96d-I A	11.18
M2667	57.11f-I B	88.19ab A	31.08
M2156	55.05ghi B	80.44a-h A	25.39
M2127	54.23ghiB	74.79b-iA	20.56
M3016	54.17gihB	80.82a-hA	26.65
M2986C	50.78hiB	69.24c-iA	18.46
M3115	42.49hiB	82.87a-gA	40.38
เจ้าหอมนิล	61.35d-hB	69.75c-iA	8.4
สินเหล็ก	26.14jB	63.32hiA	37.18
F-test	**	**	—
ค่าเฉลี่ย	66.14B	78.89A	—
CV(%)	23.86		

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์กลายที่ปลูกใน  
สภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลด

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	ความแตกต่าง (เซนติเมตร)
M3009	20.33a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	20.67a A	0.34
M2986C	19.33ab A	18c-e A	1.33
M3016	19.33ab A	20.33a A	1
M3315	19a-c A	20ab A	1
M2667	18.67a-d A	14kl B	4.67
M2787	18.67a-d A	17.33d-g A	1.34
M3023	18.67a-d B	20.33a A	1.66
M3313	18.67a-d A	15.33h-l B	3.34
M2242	18.33b-e A	17.67d-f A	0.66
M3062	18.33b-e A	14 kl B	4.33
M2327	17.67b-f A	17d-h A	0.67
M3165	17.67b-f A	17.67d-f A	0
M2113	17.33c-g A	15.33h-l B	2
M3115	17.33c-g A	17.33d-g A	0
M3152	17.33c-g A	17.33d-g A	0
M3181	17.33c-g A	16.67d-h A	0.66
M2053	17d-h A	18.33b-c A	1.33
M2986H	17d-h A	17d-h A	0
M3327	17d-h B	20ab A	3
M2279	16.67e-h A	13.67l B	3
M3253	16.67e-h B	19.67a-c A	3
M2127	16.33f-h A	14.67i-l A	1.66
M2156	16f-h A	15.67g-k A	0.33

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

สายพันธุ์	ความยาวรวง (เซนติเมตร)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (เซนติเมตร)
M2628	16f-h A	16.33e-I A	0.33
M2332H	15.67g-I A	15.33h-I A	0.34
M2136	15.33hi A	14.33j-I A	1
M2332C	15.33hi A	17.67d-f A	2.34
M2637	15.33hi A	16f-j A	0.67
M2660	14i A	15.67g-k A	1.67
M3026	12j B	20.67a A	8.67
เจ้าหอมนิล	18.67a-d A	20ab A	1.33
สินเหล็ก	16.33f-h A	16.67d-h A	0.34
F-test	17.16a A	17.01a A	–
ค่าเฉลี่ย	**	**	–
CV(%)	9.40	9.48	

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

ตารางผนวกที่ 3 แสดงการงอกของท่อนำของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย  
ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลด

สายพันธุ์	การงอกของท่อนำละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	
M2660	92.07a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	87bc B	5.07
M2279	86.35b A	85.79cd A	0.56
M2242	86.26b A	85.32c-e A	0.94
M2628	84.58bc A	80.03k-m B	4.55
M2637	84.36c A	81.22i-l A	3.14
M2667	81.41d B	91.39a A	9.98
M3152	80.12de A	74.83o-q B	5.29
M2787	79.04e A	74.16qr B	4.88
M3181	73.59f A	72.74rs A	0.85
M3313	72.48f A	76.64no A	4.16
M2127	72.08f B	82.84f-l A	10.76
M2332C	69.4g A	72.2s A	2.8
M3315	68.38g B	75.54o-q A	7.16
M2053	68.24g B	72.74rs A	4.5
M2156	68.03g B	87.66b A	19.63
M3023	67.76gh B	83.7e-g A	15.94
M3253	65.46i B	82.35f-j A	16.89
M2113	64.90il B	80.82j-l A	15.92
M2136	63.18jk B	82.16g-j A	18.98
M3327	62.77k B	76.03op A	13.26
M2986H	62.43k B	71.1s A	8.67
M3115	62.16kl B	87.06bc A	24.90
M2332H	62.04kl B	83.33f-h A	21.29

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	การออกของท่อหน้าละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)		
	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
M2327	61.15kl B	84.05d-f A	22.9
M3026	60.54l B	81.69h-k A	21.15
M3165	58.49m B	82.03g-j A	23.54
M3009	56.23n B	75.53o-q A	19.30
M2986C	56.1n B	78.43mn A	22.33
M3062	54.22o B	79.81lm A	25.59
M3016	51.47o B	80.01k-m A	28.54
เจ้าหอมนิล	65.93hi B	83.33f-h A	17.40
สินเหล็ก	35.97q B	74.3p-r A	38.33
F-test	**	**	—
ค่าเฉลี่ย	68.68b	80.27a	—
CV(%)	2.37	2.01	—

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

ตารางผนวกที่ 4 แสดงอัตราการติดเมล็ด ความมีชีวิตของละอองเกสรผลผลิตเมล็ดต่อต้น น้ำหนักรวง และ น้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ในรอบการคัดเลือกที่ 3 ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลด

สายพันธุ์	อัตราการติดเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)		ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์)		ผลผลิตเมล็ดต่อต้น(กรัม)		น้ำหนักรวง (กรัม)		น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	
	อุณหภูมิลด	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิลด	อุณหภูมิสูง
M3181	83.46a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	70.23a B	95.47 ab <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	93.18 a A	9 ab <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	9 b A	1.87a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	1.24 a B	2.54a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	2.10 a B
M3152	79.68 a A	58.92 b B	91.24 b A	88.36a A	10 a A	7 c B	2.14aA	1.24 a B	2.32 b A	2.17a B
M7766	50.62 b A	15.6 d B	94.19 b A	89.89 a A	8 bc A	9 aA	1.2b A	0.51 c B	2.56a A	2.11a B
เจ้าหอมนิล	80.74 aA	45.16 c B	92.58ab A	91.81a A	7 c A	7 c A	1.87a A	1.05 b B	2.45ab A	2.10 a B
F-test	**	**	*	ns	**	**	**	**	**	ns

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลด

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิลด

ตารางผนวกที่ 5 แสดง จำนวนกอดต่อต้น จำนวนรวงต่อต้น ความสูงต้น (เซนติเมตร) และ ความยาวรวง (เซนติเมตร) ของข้าวหอมนิลพันธุ์กลาย ในรอบการคัดเลือกที่ 3 ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

สายพันธุ์	จำนวนกอดต่อต้น		จำนวนรวงต่อต้น		ความสูงต้น (เซนติเมตร)		ความยาวรวง (เซนติเมตร)	
	อุณหภูมิปกติ	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	อุณหภูมิสูง	อุณหภูมิปกติ	อุณหภูมิสูง
M3181	9 ab <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	9 b A	5a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	6 b A	5a <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	6 b A	20.38 b <sup>2/</sup> A <sup>1/</sup>	19.86 b A
M3152	10 a A	7 c B	5ab B	7 b A	5ab B	7 b A	21.44 ab A	20.47 b A
M7766	8 bc A	9 aA	4b B	12 a A	4b B	12 a A	22.23 a A	19.45 b B
เจ้าหอมนิล	7 c A	7 c A	6a A	5 b A	6a A	5 b A	21.91 ab B	24.15a A
<b>F-test</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>ns</b>	<b>**</b>

<sup>1/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษใหญ่ แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของค่าเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

<sup>2/</sup> ตัวอักษรภาษาอังกฤษเล็ก แสดงค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงและสภาพอุณหภูมิปกติ

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายณัฐ พานิชวงษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	15 สิงหาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

