การพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

นายกิตติ สัจจาวัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-533-468-5

DEVELOPMENT OF SINGLE CROSSES OF SUNFLOWER FOR HIGH YIELD AND OIL PERCENTAGE

Kitti Satjawattana

A Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for the

Degree of Doctor of Philosophy in Crop Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2005

ISBN 974-533-468-5

การพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์)
ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อาจารย์ ดร.โสภณ วงศ์แก้ว)
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น จอกลอย)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา ทิพย่อง)
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ รัตนพานี)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

กิตติ สัจจาวัฒนา : การพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง (DEVELOPMENT OF SINGLE CROSSES OF SUNFLOWER FOR HIGH YIELD AND OIL PERCENTAGE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 106 หน้า. ISBN 974-533-468-5

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน เนื่องจากให้น้ำมันที่มีคุณภาพดี มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เหมาะสำหรับการบริโภค ทานตะวันที่นิยมปลูกกันเป็นพันธุ์ลูกผสม ดังนั้นการวิจัยเพื่อผลิตลูกผสมจึงมีความสำคัญ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์เพื่อนำมาผลิตลูกผสมและการทดสอบลูกผสม ในการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ได้นำสายพันธุ์ 7 สายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้แล้วมาผสมพันธุ์แบบพบกันหมดแบบเต็มชุด (n × n) แล้วนำลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบไปทดสอบใน 2 สถานที่ทดลอง คือ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ผลปรากฏว่า ลูกผสมทั้ง 42 ชุด ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability, gca) และแบบจำเพาะ (specific combinig ability, sca) มีความสำคัญต่อลักษณะผลผลิต แต่สำหรับลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน sca เท่านั้นที่มีความสำคัญ เมื่อทำการคัดเลือกจากความดีเด่นของผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน sca ของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่า มีลูกผสม 15 ชุดที่ควรทำการทดสอบต่อไป

การทดสอบการผลิตลูกผสมลูกผสมมีวัตถุประสงค์ที่จะเลือกชุดลูกผสมที่จะนำไปผลิตเป็นการค้าต่อไป โดยทำการผลิตลูกผสมจำนวน 15 ชุด โดยใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน นำลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งเป็นลูกผสมทางการค้าจำนวน 3 พันธุ์ ไปปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ใน 2 สถานที่ทดลอง คือ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่า ผลผลิตของลูกผสมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีลูกผสม 5 ชุด ที่ให้ผลผลิตสูงในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ดีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันของลูกผสมต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ก็มีลูกผสม 7 ชุดที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันระดับเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ ในการศึกษาสหสัมพันธ์ พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์แบบบวกกับขนาดเมล็ด ขนาดดอก และความสูง และมีความสัมพันธ์แบบลบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

KITTI SATJAWATTANA : DEVELOPMENT OF SINGLE CROSSES OF SUNFLOWER FOR HIGH YIELD AND OIL PERCENTAGE. THESIS ADVISOR : PROF. PAISAN LAOSUWAN, Ph.D. 106 PP. ISBN 974-533-468-5

SUNFLOWER/HYBRID VARIETY/COMBINING ABILITY/DIALLEL CROSS

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an important oil crop giving high quality oil with a high concentration of polyunsaturated fatty acid which is suitable for human consumption. Hybrid varieties of the crop is grown commercially, thus the research on this aspect is very important. The objectives of this study were to study of combining ability to identify lines to be used to produce hybrids and to test the hybrids developed from these lines. In the study of combining ability, seven elite lines were crosses in full diallel (n × n) and were tested with a check variety at Suranaree University of Technology (SUT) Experimental Farm and the National Corn and Sorghum Research Center (Suwan farm). It was found that the averaged yield of 42 crosses was higher than that of the check, Pacific 33. General and specific combining abilities were both important for yield but only specific combining ability was important for oil content. Considering only the specific combining ability for yield and oil content, 15 crosses were identified for further test.

The study on the performance of hybrids was aimed to select for hybrids for commercial production. Fifteen hybrids produced by using genetic male sterility plus three checks were tested at SUT and Suwan farms. Mean yield of hybrids was higher than that of the checks. Among these, five crosses were outstanding due to their high yield. However, the average of oil content of these crosses was statistically lower than that of the checks. Seven crosses were found to give the same level of oil content as the checks. Studies of phenotypic and genotypic correlation showed a positive correlation of seed yield with seed

weight, head size and plant height, and which showed a negative correlation of seed yield with oil percentage.

School of Crop Production Technology Student's Signature K. Satjanattana .

Academic Year 2005 Advisor's Signature Parsan Laosuwan

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคล ต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย อาทิเช่น

ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น จอกลอย, อาจารย์ ดร.โสภณ วงศ์แก้ว และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา ทิพยผ่อง คณะกรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ

คุณจุฑามาศ เพียซ้าย และคุณภาคภูมิ ศรีหมื่นไวย เพื่อนร่วมเรียนปริญญาเอกที่ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษามาโดยตลอด และรุ่นน้องที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการวิจัยทางแปลงไร่นา

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการศึกษาในโครงการพัฒนาอาจารย์วิทยาเขตสารสนเทศ

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

กิตติ สัจจาวัฒนา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ง

สารบัญ.....จ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ญ

บทที่ 1. บทนำ.....1

1.1 คำนำ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 รายการอ้างอิง.....2

บทที่ 2. ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 การผลิตและความสำคัญ.....4

2.2 ประวัติของการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน.....4

2.3 การเขตกรรมของทานตะวัน.....6

2.4 สมรรถนะการรวมตัว.....7

2.5 รายการอ้างอิง.....8

บทที่ 3. การทดสอบสายพันธุ์ทานตะวันโดยวิธีผสมพันธุ์แบบพบกันหมด.....12

3.1 บทคัดย่อ.....12

3.2 บทนำ.....13

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....14

3.4 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล.....22

3.5 สรุปผลการวิจัย.....45

3.6 รายการอ้างอิง.....46

บทที่ 4. การปรับปรุงทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง.....50

4.1 บทคัดย่อ.....50

4.2 บทนำ.....51

4.3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล.....60
4.5 สรุปผลการวิจัย.....71
4.6 รายการอ้างอิง.....75
บทที่ 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....79
5.1 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 79
5.2 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล.....79
5.3 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 80
5.4 รายการอ้างอิง.....80
ภาคผนวก ก. 83
ภาคผนวก ข. 94
ประวัติผู้เขียน.....106

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

บทที่ 3

1. เปอร์เซ็นต์น้ำมันของสายพันธุ์ทานตะวันที่คัดเลือก 30 สายพันธุ์.....19
2. สายพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ในการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross).....20
3. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะรูปทรงของดอก.....21
4. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะความสม่ำเสมอของความสูง.....21
5. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะคอดอก.....21
6. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวัน ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.....30
7. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่.....31
8. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่.....33
9. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของสมรรถนะการรวมตัวในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.....38
10. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.....39
11. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรง ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่.....40
12. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่.....42
13. คู่ผสมที่คัดเลือกจากผลการทดสอบ และดำเนินการผสมพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป.....44

บทที่ 4

1. คู่ผสมที่คัดเลือกจากผลการทดสอบ และดำเนินการทดสอบพันธุ์เรียบร้อยแล้ว.....59
2. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.....66
3. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่.....67
4. ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ในวงเล็บ) ระหว่างลักษณะทางเกษตรของทานตะวันในการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....72

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

5. ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ในวงเล็บ) ระหว่างลักษณะทางเกษตรของทานตะวันในการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.....73
6. สัมประสิทธิ์เส้นทางของผลทางตรง (ตามแนวทแยง) และทางอ้อมของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิตของทานตะวัน และสหสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะทางเกษตร (สดมภ์สุดท้าย).....74

บทที่ 5

1. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ…….81
2. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 ปี และ 2 สถานที่ทดลอง…....82

ภาคผนวก ก.

1. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....84
2. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมในการทดสอบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ.....85
3. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....86
4. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....88
5. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ.....90
6. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ.....92

ภาคผนวก ข.

1. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....95

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

2. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ.....96
3. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ในการทดสอบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....97
4. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ในการทดสอบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ.....99

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

บทที่ 3

1. แสดงขั้นตอนการผลิตลูกผสม โดยใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน.....20
2. อุณหภูมิอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2543-2546.....23
3. ปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2543-2546.....23

บทที่ 4

1. วิธีการผลิตลูกผสมเดี่ยวโดยใช้ gene ms (ผสมระหว่าง A - line และ B - line).....58

ภาคผนวก ข.

1. รูปการบันทึกคะแนนความสม่ำเสมอของความสูง.....101
2. รูปการบันทึกคะแนนคอดอกของทานตะวัน.....102
3. รูปทรงดอกพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้.....103
4. รูปทรงดอกพันธุ์พันธุ์แปซิฟิก 33.....103
5. รูปทรงดอกพันธุ์แปซิฟิก 44.....103
6. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×017A.....103
7. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×021A.....103
8. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×022A.....103
9. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×023A.....104
10. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×027A.....104
11. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×008A.....104
12. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×017A.....104
13. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×021A.....104
14. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×027A.....104
15. รูปทรงดอกคู่ผสม 017A×021A.....105
16. รูปทรงดอกคู่ผสม 021A×008A.....105
17. รูปทรงดอกคู่ผสม 021A×022A.....105
18. รูปทรงดอกคู่ผสม 022A×023A.....105

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

19. รูปทรงดอกคู่ผสม 023A×021A.....105
20. รูปทรงดอกคู่ผสม 027A×014A.....105

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญพืชหนึ่งของโลก รองจากถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน และเรพสีด โดยมีน้ำมันในเมล็ดสูงถึงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนสูง ประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันทานตะวันเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง เหมาะสำหรับใช้ในการบริโภค เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดลิโนเลอิค (linoleic acid) มีปริมาณถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำมันในเมล็ด นอกจากนั้นยังมีวิตามิน เอ ดี อี และเค การที่มีโปรตีนสูงทำให้สามารถใช้กากเป็นอาหารสัตว์ได้ดี (ไพจิตร จันทรวงค์, 2538)

ทานตะวันมีถิ่นกำเนิดอยู่ในตอนใต้ของทวีปอเมริกาเหนือ ปี พ.ศ. 2544/2545 ปริมาณการผลิตเมล็ดทานตะวันทั่วโลกประมาณ 22.9 ล้านตัน และเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 2 ล้านตันในปี พ.ศ. 2545/2546 (Oil World Weekly, 2002) แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประเทศรัสเซีย อาร์เจนตินา อินเดีย สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส โรมาเนีย จีน และออสเตรเลีย (เสาวรี ตังสกุล และคณะ, 2544)

ทานตะวันจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของไทย โดยมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2531/2532 มีพื้นที่ปลูกเพียง 759 ไร่ ปี พ.ศ. 2537/2538 เพิ่มขึ้นเป็น 140,000 ไร่ และในปี พ.ศ. 2538/2539 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 180,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2540/2541 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทานตะวันทั้งสิ้น 225,000 ไร่ สามารถผลิตทานตะวันได้ประมาณ 40,500 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2541) ถึงปี พ.ศ. 2542/43 พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 540,000 ไร่ และให้ผลผลิตประมาณ 60,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2543/44 พื้นที่ปลูกลดลงเหลือประมาณ 296,000 ไร่ (กลุ่มพืชน้ำมัน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) ในปี พ.ศ. 2544/45 - 2545/2546 พื้นที่ปลูกลดลงเหลือประมาณ 237,000 และ 286,000 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 29,000 และ 32,000 ตัน ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันในประเทศมีความต้องการเมล็ดทานตะวันไม่ต่ำกว่าปีละ 1 แสนตัน (เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2540)

ทานตะวันเป็นพืชไม่ไวแสง มีการปรับตัวกว้าง และทนแล้ง สามารถปลูกได้ดีทั้งในพื้นที่ชลประทาน และพื้นที่นาที่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน (สมชาย บุญประดับ และ วันชัย ถนอมทรัพย์, 2544)จึงเหมาะต่อการปลูกในทุกภาคของประเทศ ความต้องการพิเศษของทานตะวัน คือ ให้มีการสุกแก่และเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้ง แหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศ คือ จังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ฯลฯ เกษตรกรผู้ปลูกได้รับเมล็ดพันธุ์ลูกผสมโดยการสนับสนุนจากกรมส่งเสริมการเกษตรแบบให้เปล่า

เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวนี้เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง อย่างไรก็ดีในปัจจุบันกรมส่งเสริมการเกษตรไม่ได้สนับสนุนในด้านเมล็ดพันธุ์ทานตะวันอีก ทำให้เกษตรกรต้องรับภาระค่าเมล็ดพันธุ์ การลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ลงจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับเกษตรกรที่ปลูกทานตะวันได้ผลผลิตต่ำ แนวทางที่ทำให้ราคาเมล็ดพันธุ์ถูกลง คือ เป็นเมล็ดพันธุ์ชนิดผสมเปิด แต่เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีข้อจำกัดเช่นกัน (เสาวรี ตังสกุล และคณะ, 2544) เช่น มีอายุออกดอกที่กว้างกว่าพันธุ์ลูกผสม มีความสม่ำเสมอน้อยกว่าพันธุ์ลูกผสม (Satjawattana and Laosuwan, 2002) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสมขึ้นในประเทศไทย เพื่อพัฒนาพันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพและไม่มีค่าขนส่งจากต่างประเทศ ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมมีราคาถูกลง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปและการรวมตัวจำเพาะของลักษณะผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันของสายพันธุ์ทานตะวัน

1.2.2 เพื่อพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

1.3 รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2541. **รายงานผลการทดลองประจำปี 2541**. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ฐานความรู้เรื่องพืช กรมวิชาการเกษตร** [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.doa.go.th/data-agi/SUNFLW/3var/var01.html

กลุ่มพืชน้ำมัน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2545. **การผลิตการตลาดทานตะวัน ปี 2545**. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนา วันที่ 20-21 กันยายน 2545 ณ โรงแรม โกลเด้นวัลเลย์ รีสอร์ท (เขาใหญ่) นครราชสีมา.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และ ศุภชัย แก้วมีชัย. 2540. **โครงการวิจัยและพัฒนาทานตะวัน.** ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

ไพจิตร จันทรวงค์. 2538. เทคโนโลยีการสกัดน้ำมัน. **งานวิจัยพืชน้ำมัน**. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สมชาย บุญประดับ และวันชัย ถนอมทรัพย์. 2544. การตอบสนองของพันธุ์ทานตะวันต่อการให้น้ำต่างระดับ. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอย แห่งชาติ ครั้งที่ 2** วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

เสาวรี ตังสกุล, ศุภชัย แก้วมีชัย, สมยศ พิชิตพร, เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และเสน่ห์ เครือแก้ว. 2544. ความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เบอร์ 1. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2** วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

Oil World Weekly. 2002. **Latest Oil World Weekly Headlines** [On-line]. Available : http://www.oilworld.de

Satjawattana ,K. and P. Laosuwan. 2002. Performance and synthetic varieties of sunflower. **Suranaree J. Sci. Technol**. 9:278-282.

บทที่ 2
ปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตและความสำคัญ

ทานตะวันเป็นพืชไม่ไวแสง อยู่ในสกุล *Helianthus* (2n = 34) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด (species) ทานตะวันชนิดที่ปลูกเป็นพืชน้ำมัน คือ *Helianthus annuus* var. *macrocarpus* (DC.) พืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในตอนใต้ของทวีปอเมริกาเหนือ จัดเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของโลก รองจากปาล์มน้ำมัน เรพสีด และถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวันเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ และคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดลิโนเลอิค (linoleic acid) มีปริมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำมันในเมล็ด กรดไขมันลิโนเลอิคเป็นกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ (Fick, 1978) น้ำมันทานตะวันยังใช้ในอุตสาหกรรมทำเนยเทียม สี น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เครื่องสำอาง และอื่น ๆ ส่วนกากทานตะวันหลังจากสกัดน้ำมันแล้วยังมีปริมาณโปรตีนสูง สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (ไพจิตร จันทรวงค์, 2538)

ทานตะวันเป็นพืชที่มีระบบรากลึก ในสภาพดินที่แห้งแล้งรากแก้วสามารถเจริญลงในดินได้ลึก มีลำต้นตรงแข็ง ใบกว้างรูปไข่ การเรียงตัวของใบล่างแบบตรงข้าม (opposite) ใบบนส่วนใหญ่เรียงตัวแบบสลับ (alternate) ดอกเป็นแบบดอกช่อสมบูรณ์เพศ เมล็ดเป็นแบบ achene รูปร่างเหลี่ยม ยาวรี ทานตะวันเป็นพืชผสมข้าม การผสมตัวเองในดอกเดียวกันมีโอกาสเกิดขึ้นน้อย (ธวัชชัย วรศานต์, 2539)

ทานตะวันเป็นพืชที่ปลูกได้ในทุกทวีปทั่วโลก ในปี ค.ศ. 2000 มีพื้นที่ปลูกมากกว่า 130 ล้านไร่ และมีแนวโน้มพื้นที่จะเพิ่มขึ้นอีก ในแต่ละปีให้ผลผลิตประมาณ 24 - 26 ล้านตัน แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประเทศรัสเซีย อาร์เจนตินา อินเดีย สหรัฐอเมริกา โรมาเนีย ฝรั่งเศส จีน และออสเตรเลีย (เสาวรี ตังสกุล และคณะ, 2544) สำหรับประเทศในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน เช่น โมรอคโค เอธิโอเปีย และตุรกี จะปลูกทานตะวันหมุนเวียนกับข้าวโพด ข้าวฟ่าง และข้าวฟ่างหางกระรอก ทานตะวันเป็นพืชที่ทนต่อสภาพอากาศร้อนและแห้งได้ดี มีปริมาณน้ำฝนปานกลาง จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีหน้าดินหนา และอุ้มความชื้นได้ดี (งานส่งเสริมเกษตรชลประทาน, 2535)

2.2 ประวัติของการปรับปรุงพันธ์ทานตะวัน

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันเริ่มต้น ณ สถานีทดลอง Kharkhov และสถานีทดลอง Kruglik ในประเทศสหภาพโซเวียต ในปี ค.ศ. 1912 และ 1913 ตามลำดับ งานทดลองในระยะเริ่มแรกเป็นการศึกษาชีววิทยาและพันธุศาสตร์ เพื่อที่จะค้นหาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ และการผลิตเมล็ดพันธุ์ งานวิจัยที่มีชื่อเสียงได้แก่งานวิจัยของ Pustovoit ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งค้นพบวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ประสบความสำเร็จ

อย่างสูง และใช้อย่างแพร่หลาย โดยดัดแปลงมาจากการปรับปรุงพันธุ์แบบคัดเลือกซ้ำ (recurrent selection) ร่วมกับการทดสอบรุ่นลูก และภายหลังปล่อยให้ผสมกันระหว่างรุ่นลูกที่มีลักษณะที่ดี แล้วทำการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ วิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมันจาก 30 เปอร์เซ็นต์ จนเกินกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า method of reserves (Fick, 1978) การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในระยะต่อมาเกิดขึ้นในประเทศแคนาดาและสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1937 ในความร่วมมือที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาแหล่งพันธุกรรม (germplasm) จากทานตะวันพันธุ์ป่าเพื่อโครงการปรับปรุงพันธุ์ (Fick and Milller, 1997)

การผลิตเมล็ดพันธุ์ทานตะวันลูกผสมเป็นการค้าเริ่มต้นที่ประเทศแคนาดา ในปี ค.ศ. 1946 มีการผลิตลูกผสม โดยการผสมข้ามอย่างสุ่มตามธรรมชาติ ระหว่างพันธุ์พ่อกับพันธุ์แม่ที่มีอัตราการผสมตัวเองไม่ติดที่สูง เช่น ลูกผสมพันธุ์ D693 และ D694 ซึ่งผลิตโดยวิธีนี้เป็นลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด (Fick, 1978) การผลิตลูกผสมในระยะต่อมาใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน (genetic male sterility, GMS) โดยเริ่มใช้ประเทศแถบยุโรปในปี ค.ศ. 1970 ลูกผสมที่ใช้วิธีนี้ให้ผลผลิตสูงกว่าทานตะวันผสมเปิดถึง 24 เปอร์เซ็นต์ เช่น พันธุ์ IRNA 6501 ในประเทศฝรั่งเศส และ Romsun 52 และ 53 ในประเทศโรมาเนีย เป็นต้น (Vranceanu and Stoenescu, 1980) วิธีการนี้ล้มเลิกไปเมื่อมีการค้นพบแหล่งของการเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยไซโตพลาสซึม (cytoplasmic male sterile, CMS) ที่เสถียรในปี ค.ศ. 1968 ได้มาจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่าง *Helianthus petiolaris* Nutt. และ *H. annuus* L. (Leclercq, 1968, quoted in Fick, 1978) ลูกผสมที่ได้รับความนิยมมากได้แก่ Hybrid 894 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดถึง 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูง ต้านทานโรคราสนิมและราน้ำค้าง มีความสม่ำเสมอในลักษณะความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว (Fick and Milller, 1997)

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ได้มีการนำพันธุ์ทานตะวันเข้ามาจากต่างประเทศ และทำการทดสอบผลผลิตในแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทย แต่จากการทดสอบพบว่าระดับผลผลิตไม่เป็นที่น่าพอใจ (Laosuwan, 1988) ในปี พ.ศ. 2529 ได้มีการนำทานตะวันลูกผสมพันธุ์ไฮซัน 33 เข้ามาจากต่างประเทศ ทดสอบผลผลิตที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ พบว่าพันธุ์ไฮซัน 33 ให้ผลผลิตที่สูง และมีความสม่ำเสมอของลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ เช่น ความสูง และสีเมล็ด (Siripongse *et al*., 1990) การพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ในประเทศไทย เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2529 ภายใต้การสนับสนุนของโครงการพัฒนาพืชน้ำมัน สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (Kaewmeechai *et al*., 1992) โดยทำการผลิตสายพันธุ์จากการผสมตัวเองของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก แล้วทำการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป โดยใช้พันธุ์ไฮซัน 33 เป็นพันธุ์ทดสอบ จากผลการทดลองสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ได้ 8 สายพันธุ์ นำสายพันธุ์เหล่านี้ไปผลิตพันธุ์สังเคราะห์และคัดเลือกได้พันธุ์สังเคราะห์ชื่อ Synthetic #1 ซึ่งอยู่ในระยะดำเนินการทำการทดสอบในแปลงเกษตรกร (เสาวรี ตังสกุล และคณะ, 2544) ระหว่างปี พ.ศ. 2530 - 2533 Yothasiri (1992) ได้พัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 36 พันธุ์ โดยการคัดเลือกจากพันธุ์ผสมเปิดที่ได้จากการผสมเปิดทานตะวัน 67 พันธุ์ เมื่อทำการเปรียบเทียบพันธุ์ พบว่าให้ผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ ที่น่าพอใจ ในระยะเวลาเดียวกันนั้นได้มีการ

พัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Julsrigival และ Gypmantasiri (1991) ทำการสกัดสายพันธุ์จากพันธุ์ผสมเปิด นำมาผลิตพันธุ์สังเคราะห์โดยวิธีผสมเปิด ทำการทดสอบในปี พ.ศ. 2532 โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ไฮซัน 33 แต่ยังพบว่าผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอยู่ 16 - 31 เปอร์เซ็นต์ และในปี พ.ศ. 2537 ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ (2544) ทำการพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์โดยสกัดสายพันธุ์จากพันธุ์ทานตะวันที่ปลูกในประเทศไทย มาทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง มาผลิตพันธุ์สังเคราะห์ จากการทดสอบผลผลิตพบว่ามีผลผลิตอยู่ในระดับที่น่าพอใจ และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันใกล้เคียงกับพันธุ์แปซิฟิก 33

2.3 การเขตกรรมของทานตะวัน

การใช้ปุ๋ยกับทานตะวัน ความต้องการธาตุอาหารของทานตะวันทำการทดลองโดยกรมวิชาการเกษตรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 พบว่าทานตะวันมีการตอบสนองต่อไนโตรเจนและโปแตสเซียม แต่ไม่ตอบสนองต่อฟอสฟอรัส (Laosuwan, 1988) มีรายงานวิจัยหลายรายงานที่ระบุว่าความต้องการธาตุอาหารของทานตะวันจะขึ้นอยู่กับพื้นที่การปลูกและชนิดดินที่ปลูก (Sanmaneedchai and Ratanapanich, 1990; Serepong, 1990) มีรายงานวิจัยที่จังหวัดเชียงใหม่ศึกษาความต้องการธาตุอาหารรองของทานตะวันพบว่าทานตะวันมีการตอบสนองต่อการขาดธาตุโบรอนในชนิดดินทราย (Sanmaneedchai and Ratanapanich, 1990; Gypmantasiri *et al*., 1990) การวิจัยในระยะต่อมาเน้นการใช้ปุ๋ยต่อการผลิตทานตะวัน กรมวิชาการเกษตรได้แนะนำว่าการปลูกทานตะวันควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) ในอัตราประมาณ 32 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ระยะปลูกของทานตะวัน มีรายงานวิจัยหลายรายงานที่ทดสอบความหนาแน่นของจำนวนต้นและระยะปลูกของทานตะวัน (Vichukit *et al*., 1990; Siripongse *et al*., 1990) สรุปคล้ายคลึงกันว่าที่ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้นประมาณ 35 - 45 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวันทุกพันธุ์

โรคและแมลงที่สำคัญ โรคสำคัญที่เป็นปัจจัยการจำกัดการผลิตทานตะวันที่สำคัญ เช่น โรคใบจุดและใบไหม้ ที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria helianthi* (Hansf.) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดขึ้นได้ในทุกพื้นที่ปลูกของประเทศไทย (นลินี ศิวากรณ์ และคณะ, 2539) โรคลำต้นเน่า เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sae.ซึ่งสามารถแพร่ระบาดได้ทุกฤดู โดยเฉพาะเมื่อมีความชื้นสูง (ธวัชชัย วรศานต์, 2539) แมลงศัตรูของทานตะวันมีหลายชนิด (เกรียงไกร จำเริญมา และ เตือนจิตต์ , 2538; Charlet and Brewer, 2000) ชนิดที่เข้าทำลายในระยะออกดอกและติดเมล็ด เช่น หนอนเจาะสมอฝ้าย *(Heliothis armigera*) จะมีผลโดยตรงต่อผลผลิต สามารถป้องกันและกำจัดโดยการพ่นสารฆ่าแมลง monocrotophos หรือ endosulfan (สว่าง เจริญยิ่ง และคณะ, 2532) นอกจากนี้ยังมีแมลงศัตรูประเภทปากดูด ได้แก่ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว มักพบตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว แต่การระบาดค่อนข้างต่ำ ยังไม่พบการทำลายอย่างรุนแรงในทานตะวัน (เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์และคณะ, 2544)

2.4 สมรรถนะการรวมตัว (combining ability)

การผลิตลูกผสมของพืชนั้น ขั้นตอนที่จำเป็นคือการผลิตสายพันธุ์ และการทดสอบสายพันธุ์ ก่อนที่จะนำสายพันธุ์ที่ทดสอบแล้วไปผลิตลูกผสม สายพันธุ์ที่จะจับคู่กันต้องสามารถเข้ากันได้ดี คุณสมบัติเช่นนี้เรียกว่าสมรรถนะการรวมตัว (combining ability) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability, gca) และ

2) สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (specific combining ability, sca)

Sprague และ Tatum (1942) ได้ให้คำจำกัดความของ gca ว่าเป็นค่าบอกคุณสมบัติโดยเฉลี่ย ในการให้ลูกผสมของพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเมื่อผสมกับสายพันธุ์อื่นทุกสายพันธุ์ ส่วน sca เป็นค่าบอกความดีเลวของแต่ละคู่ผสม เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติโดยเฉลี่ยของพ่อแม่

Rojas และ Sprague (1952) ทำการทดลองในข้าวโพด ได้รายงานว่าการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสม ในขั้นแรกควรทดสอบ gca ก่อน เมื่อเลือกสายพันธุ์บ้างแล้วจึงทดสอบ sca เฉพาะสายพันธุ์ที่เหลือ นอกจากนี้ได้สรุปว่า gca เป็นการแสดงออกของยีนแบบบวก (additive gene action) และ sca เป็นการแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นบวก (non-additive gene action) ซึ่งรวมถึงอิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominant gene action) และการแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ (epistasis)

การทดสอบการรวมตัวของสายพันธุ์มีหลายวิธี เช่น การผสมกับพันธุ์ทดสอบ (tester) (Davis, 1927, quoted in Hallauer and Miranda, 1981) หรือการผสมระหว่างกันเอง โดยใช้แผนการผสมพันธุ์ (mating design) (Comstock and Robinson, 1952) หรือการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) รายงานเกี่ยวกับทฤษฎีและวิธีการวิเคราะห์แบบพบกันหมดมีหลายรายงาน เช่น Hayman (1954 a; b; 1957; 1958 a; b; 1960) และ Griffing (1956) เป็นต้น

การทดสอบการรวมตัวของสายพันธุ์โดยการผสมกับพันธุ์ทดสอบนั้น Matzinger (1953) ทำการเปรียบเทียบพันธุ์ทดสอบในข้าวโพดสรุปว่า คุณสมบัติของพันธุ์ทดสอบที่ดีควรจะใช้ได้ง่ายสะดวก แยกคุณสมบัติของสายพันธุ์ได้ถูกต้อง Lonnquist และ Lindsey (1964) ทำการทดลองในข้าวโพด รายงานว่าโดยทั่วไปการประเมินสายพันธุ์ควรใช้ตัวทดสอบที่มีฐานพันธุกรรมกว้าง เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มี gca สูง และนำสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกจะนำไปใช้เพื่อผลิตลูกผสมเดี่ยว เพื่อทดสอบ sca ต่อไป Horner *et al*. (1973) และ Russell *et al*. (1973) รายงานว่า ตัวทดสอบที่เป็นสายพันธุ์แท้ในข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการทดสอบและคัดเลือกประชากรที่มี gca และ sca สูง อย่างไรก็ตาม Miller *et al*. (1980) เสนอว่าในการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในระยะยาว การใช้ตัวทดสอบที่เป็นสายพันธุ์ไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการปรับปรุงประชากร

2.5 รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ฐานความรู้เรื่องพืช กรมวิชาการเกษตร** [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.doa.go.th/data-agi/SUNFLW/3var/var01.html

เกรียงไกร จำเริญมา, และ เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์. 2538. แมลงศัตรูทานตะวันและการป้องกันกำจัด. *ใน* **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการปลูกทานตะวัน เรื่องเทคโนโลยีการปลูกทานตะวัน.** วันที่ 17-22 ธันวาคม 2538 ณ โรงแรมซันบีม เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี.

งานส่งเสริมเกษตรชลประทาน. 2535. **คำแนะนำการปลูกทานตะวันในเขตชลประทาน**. ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์, วรัญญา ตันติยุทธ, และ วรจิตร ผาภูมิ. 2544. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูทานตะวัน. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2.** วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ธวัชชัย วรศานต์. 2539. **ทานตะวันและการพัฒนาการผลิตทานตะวันในประเทศไทย.** กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

นลินี ศิวากรณ์, ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา, เพรินพิศ สงสังข์, และ ปรีชา สุรินทร์. 2539. การศึกษาโรคของทานตะวันที่พบในประเทศไทย. *ใน* **รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2539**. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร.

ไพจิตร จันทรวงค์. 2538. **เทคโนโลยีการสกัดน้ำมัน**. งานวิจัยพืชน้ำมัน กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ชัยยะ แสงอุ่น, มนตรี แหนงใหม่, ยศศักดิ์ แก้มค้างพลู, สุวัตชัย ชื่นชม ฐิติพร มะชิโกวา, และ กิตติ สัจจาวัฒนา. 2544. การวิจัยทานตะวันโดย มทส. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

สว่าง เจริญยิ่ง, สมชาย อิสิชัยกุล, วีรวรรณ อมรศักดิ์, และ รจนา สุรการ. 2532. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงประเภทไพรีทรอยสังเคราะห์และประเภทอื่นกับแมลงศัตรูทานตะวันชนิดต่าง ๆ. **รายงานผลวิจัยโครงการพัฒนาพืชน้ำมัน 2530**.

เสาวรี ตังสกุล, ศุภชัย แก้วมีชัย, สมยศ พิชิตพร, เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, และเสน่ห์ เครือแก้ว.2544. ความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เบอร์ 1. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2** วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

Charlet, L.D. and G.J. Brewer. 2000. **Sunflower insect pest management**. [On-line]. Available: http://www.ipmworld.umn.edu/chapters/charlet.html

Comstock, D. S. and H. F. Robinson. 1952. **Estimation of average of dominance**. **Heterosis**, pp. 494-516. J. W. Gowen (ed). Iowa State University Press., Ames, Iowa.

Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. **Quantitative genetics in maize breeding.** The Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.

Fick, G.N. 1978. Breeding and genetics. *In* J.F. Carter (ed.) **Sunflower science and technology.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Fick, G.N. and J.F. Miller. 1997. Sunflower breeding. *In* A.A. Schneiter (ed.) **Sunflower technology and production.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Aust. J. Biol. Sci.** 9: 463-493.

Gypmantasiri, P., S. Insomphun and V. Sriwattanapongse. 1990. On-farm research of sunflower production technology. **OCDP Research Report for 1988**. pp. 15-25.

Hayman, B. I. 1954a. The analysis of variance of diallel tables. **Biometrics** 10: 235-244.

Hayman, B. I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 39: 789-809.

Hayman, B. I. 1957. Interaction, heterosis and diallel crosses. **Genetics** 42: 336-355.

Hayman, B. I. 1958a. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 43: 63-68.

Hayman, B. I. 1958b. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. **Heridity** 12: 371-390.

Hayman, B. I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 45: 155-172.

Horner, E.S., H.W. Lundy, M.C. Lutrick and W.H. Chapman. 1973. Comparison of three methods of recurrent selection in maize. **Crop Sci.** 13: 485-489.

Julsrigival, S. and P. Gypmantasiri. 1991. Development of sunflower production technology: Improvement of sunflower for Northern Thailand cropping system. **OCDP Research Report for 1989**. pp. 170-179.

Kaewmeechai, S., P. Pudhanon and S. Dangpradub. 1992. Sunflower breeding: Line performance testing. **OCDP Research Report for 1989**. pp. 79-86.

Laosuwan, P. 1988. Sunflower production and research in Thailand. **Suranaree J. Sci. Tehnol**. 4: 159-167.

Lonnquist, J.H. and M.F. Lindsey. 1964. Topcross versus S_1 line performance in corn (*Zea may* L.). **Crop Sci**. 4: 580-584. Matzinger, D.F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of inbred lines of corn. **Agron. J**. 45: 493-495.

Miller, J.F., J.J. Hammond and W.W. Roath. 1980. Comparison of inbred vs. single cross testers and estimation of genetic effects in sunflower. **Crop Sci**. 20: 703-706.

Rojas, B.A. and G.F. Sprage. 1952. A comparison of variance components in corn yield trial. III. General and specific combining ability and their interaction with location and years. **Agron. J**. 44: 462-466.

Russell, W.A., S.A. Eberhart and U.A. Vego. 1973. Recurrent selection for specific combining ability for yield in two maize populations. **Crop Sci.** 13: 257-261.

Sanmaneedchai, M. and S. Ratanapanich. 1990. Inorganic nutrition of sunflower response to nitrogen and phosphorus. **OCDP Research Report for 1988**. pp. 75-86.

Serepong, S. 1990. Studies on the effects of various levels of nitrogen and phosphorus on growth, nutrient uptake and seed yield of sunflower. **OCDP Research Report for 1988**. pp. 63-74.

Siripongse, D., V. Vichukit and E. Sarobol. 1990. Yield performance and some agronomic traits of F_2 seed collected from F_1 sunflower hybrids. **OCDP Research Report for 1989**. pp. 40-45.

Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **J. Amer. Soc. Agron**. 34: 923-932.

Vichukit, V., E. Sarobol and D. Siripongse. 1990. Response of sunflower to time of thimming and number of plants per hill. **OCDP Research Report for 1988**. pp. 30-35.

Vranceanu, V. and F. M. Stoenescu. 1980. Genetic study of the occurrence of male sterile plants in cytoplasmic male sterile lines of sunflower. *In* **Proc. 9th Int. Sunflower Conf.**, 8-13 June, Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

Yothasiri, A. 1992. Sunflower breeding. **OCDP Research Report for 1990**. pp. 74-78.

บทที่ 3
การศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ทานตะวัน โดยใช้วิธีผสมพันธุ์แบบพบกันหมด

3.1 บทคัดย่อ

ในการผลิตลูกผสมนั้น ขั้นตอนที่จำเป็นคือการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบ gca และ sca ของสายพันธุ์ทานตะวัน นำสายพันธุ์ทานตะวันที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่าให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงจำนวน 7 สายพันธุ์ มาผสมพันธุ์แบบพบกันหมดแบบเต็มชุด (n×n) แล้วนำไปปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ทดลอง คือ ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยใช้แผนการทดลองแบบแลตติสสองซ้ำ (double lattice) เก็บข้อมูลผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด ขนาดดอก ความสูง คะแนนรูปทรงดอก คะแนนคอดอก คะแนนความสม่ำเสมอ และเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติด ผลการทดลองพบว่า มีลูกผสม 6 คู่ (จาก 42 คู่) ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (371 กก./ไร่) ลูกผสมชุด 022A × 023A ให้ผลผลิตสูงสุด 651 กก./ไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันมีลูกผสมถึง 25 ชุดที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (30.04 เปอร์เซ็นต์) ลูกผสมชุด 023A × 021A ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุด 38.70 เปอร์เซ็นต์ ลูกผสมให้อายุดอกบานและอายุเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ส่วนองค์ประกอบผลผลิต พบว่า ลูกผสมทั้งหมดให้ขนาดเมล็ดและขนาดดอกไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 gca และ sca มีความสำคัญทั้ง 2 สถานที่ แต่สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมันและขนาดดอก sca เท่านั้นที่มีความสำคัญใน 2 สถานที่ สายพันธุ์ที่มี gca ของผลผลิตสูง ได้แก่ 008A, 023A และ 027A ส่วนสายพันธุ์ที่มี gca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ได้แก่ 008A และ 014A ลูกผสมที่มี sca ของผลผลิตสูง ได้แก่ 008A × 021A, 014A × 017A, 014A × 027A, 022A × 023A, 014A × 008A, 023A × 008A, 027A × 021A และ 027A × 023A ลูกผสมที่มี sca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ได้แก่ 008A × 017A, 014A × 017A, 017A × 022A, 021A × 023A, 022A × 027A, 021A × 008A, 022A × 008A, 022A × 017A, 023A × 017A, 023A × 021A, 027A × 014A และ 027A × 021A เมื่อทำการคัดเลือกจากความดีเด่นของผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน การรวมตัวแบบจำเพาะของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่า มีลูกผสม 15 ชุดที่ควรทำการทดสอบต่อไป

คำสำคัญ : ทานตะวัน, สมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์, การผสมแบบพบกันหมด, gca, sca, เปอร์เซ็นต์น้ำมัน

3.2 บทนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญพืชหนึ่งของโลก เมล็ดให้น้ำมันประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากน้ำมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ในปัจจุบันนี้พันธุ์ทานตะวันที่ปลูกกันในประเทศไทยและทั่วโลกเป็นพันธุ์ลูกผสม โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ได้ผลิตสายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไว้ 12 สายพันธุ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2544) ซึ่งสามารถนำสายพันธุ์เหล่านี้มาทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบเพื่อผลิตลูกผสมต่อไป

การทดสอบสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมประกอบด้วยการทดสอบ gca และการทดสอบ sca การทดสอบ gca มักกระทำโดยนำสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบไปผสมกับพันธุ์ทดสอบ (tester) การทดสอบ sca กระทำโดยการผสมกันเป็นคู่ ๆ แบบพบกันหมด (diallel cross) (Allard, 1960; Briggs and Knowles, 1967) การทดสอบสมรรถนะการรวมตัวโดยใช้แผนการผสมพันธุ์ตามคำแนะนำของ Comstock and Robinson (1952) สามารถทดสอบได้ทั้ง gca และแบบ gca ในกรณีของสายพันธุ์การทดสอบอาจกระทำโดยวิธีผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) (Hayman , 1954 a; b; 1957; 1958 a; b; 1960; Griffing, 1956) เป็นต้น

ลักษณะที่สำคัญที่ควรประเมินการรวมตัวก่อนที่นำสายพันธุ์มาใช้ในการผลิตลูกผสมได้แก่ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน มีรายงานจำนวนมากที่แสดงว่า gca และ sca มีความสำคัญต่อผลผลิต แต่จะมีสัดส่วนมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของประชากรที่ใช้ศึกษา เช่น Putt (1966) ได้ทำการศึกษาทานตะวันสายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์ โดยผสมพันธุ์แบบพบกันหมด พบว่าในกลุ่มสายพันธุ์ที่ศึกษานั้น sca สำคัญกว่า gca จึงแสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญต่อผลผลิต Skoric *et al*. (2000) ได้ทำการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของทานตะวัน 20 สายพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์แท้เป็นตัวทดสอบ พบว่าอัตราส่วนของ gca ต่อ sca ต่ำกว่า 1 ชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญต่อลักษณะผลผลิต Marinkovic *et al*. (2000) ทำการทดสอบสายพันธุ์ทานตะวัน 10 สายพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์แท้เป็นตัวทดสอบ พบปฏิกิริยาระหว่างสายพันธุ์และพันธุ์ทดสอบ แสดงว่า sca มีความสำคัญในลักษณะผลผลิต

การศึกษาสมรรถนะการรวมตัวในลักษณะองค์ประกอบผลผลิตมีหลายรายงาน เช่น Rao และ Singh (1978) ทดสอบสายพันธุ์ทานตะวันโดยวิธีผสมแบบพบกันหมด พบว่าอิทธิพลของยีนแบบบวกมีความสำคัญในลักษณะขนาดดอกและขนาดเมล็ด ต่อมา Marinkovic *et al*. (2000) พบเช่นกันว่าลักษณะเหล่านี้มีการแสดงออกของอิทธิพลของยีนแบบบวก Fick (1975) และ Skoric(1978) พบว่าอิทธิพลของยีนแบบบวกมีความสำคัญในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวัน เช่นเดียวกับการทดลองของ Rojas *et al*. (2000) นำสายพันธุ์ทานตะวันที่ผ่านการคัดเลือกว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันและโปรตีนสูงมาผสมแบบพบกันหมด นำไปปลูกทดสอบในสองสภาพแวดล้อม ผลการทดลองพบว่าทั้ง gca และ sca มีความสำคัญในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันและโปรตีน แต่ผลของ gca จะมีความสำคัญมากกว่าผลของ sca นอกจากนี้มี

รายงานวิจัยหลายรายงานที่สนับสนุนว่าลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีการแสดงออกของยีนแบบบวก (Putt, 1966; Skoric *et al*.,2000; Marinkovic *et al*., 2000)

วัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้คือทดสอบสมรรถนะการรวมตัวและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการผลิตลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.3.1 ข้อมูลลักษณะสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป

ได้ทำการรวบรวมข้อมูลลักษณะทางภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนจากสถานีศึกษาและทดลองการใช้น้ำชลประทานบ้านห้วยยาง ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

3.3.2 การทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์

1. ขั้นตอนการผสมพันธุ์

(1) การทดลองนี้ใช้สายพันธุ์ทานตะวัน ที่คัดเลือกจากโครงการผลิตทานตะวันโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 12 สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง (ตารางที่ 1) มี gca สูง (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2544) และมียีนเป็นหมัน (genetic male sterile) ทำการผสมตัวเองจนเป็นพันธุ์แท้ประมาณ 6 ชั่ว

(2) ทำการทดสอบ sca โดยนำสายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 7 สายพันธุ์มาปลูกผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (full diallel cross) จำนวนลูกผสมเท่ากับ n^2

2. ขั้นตอนการทดสอบ

2.1 วัสดุ

(1) เมล็ดพันธุ์ทานตะวัน ลูกผสมต่าง ๆ จำนวน 42 คู่ ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหว่างสายพันธุ์ทานตะวัน 7 สายพันธุ์ (ตารางที่ 2)

(2) ปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15

(3) สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดแมลงมาลาไทออน (malathion) (Active Ingredient : diethyl succinate 83 % W/V E.C.) และสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอก alachlor (Active Ingredient : 2-chloro-2-6-diethyl-N-acetanilide 48 % W/V E.C.)

(4) ถุงกระดาษขนาดต่าง ๆ สำหรับคลุมดอกทานตะวันและการเก็บเกี่ยว

(5) วัสดุอื่น ๆ

2.2 สถานที่ทำการทดลอง

ปลูกทดสอบผลผลิตเพื่อทำการประเมิน gca และ sca ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

2.3 ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มการผสมพันธุ์ 2 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2546 และปลูกทดสอบพันธุ์ลูกผสมในวันที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2546 ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และวันที่ 29 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

2.4 พันธุ์ทานตะวัน

พันธุ์ทานตะวันที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นลูกผสม โดยทำการผสมแบบพบกันหมด ใช้ต้นแม่ที่มียีนควบคุมการเป็นหมัน วิธีการผลิตลูกผสมแสดงไว้ในรูปที่ 1

2.5 การทดสอบพันธุ์ทานตะวัน

1. แผนการทดลอง

การทดสอบทานตะวันลูกผสมใช้แผนการทดลองแบบแลตติสสองซ้ำ (double lattice) แต่ละแปลงย่อยมี 3 แถว ๆ ยาว 5 เมตร ปลูกทานตะวันลูกผสมทั้ง 49 พันธุ์ มีพันธุ์แปซิฟิค 33 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และมีพันธุ์สังเคราะห์ที่พัฒนาโดยโครงการวิจัยทานตะวันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) คือ พันธุ์ High oil, Medium oil, Diallel และพันธุ์สังเคราะห์จากกรมวิชาการเกษตร คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 เป็นพันธุ์ filler เพื่อจัดการทดลองแบบ 8×8 double lattice โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

2. การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงทดลองโดยใช้การไถตากดินเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นไถแปรเพื่อให้ก้อนดินมีขนาดเล็กลงรวมทั้งเป็นการกำจัดวัชพืช ตากดินไว้เป็นเวลา 15 วัน จึงทำการไถพรวนและปรับพื้นที่ ก่อนปลูกรองพื้น โดยการหว่านปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และโรยฟูราดานเพื่อป้องกันแมลง การปลูก แต่ละแปลงย่อยปลูก 3 แถว ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ระหว่างต้น 25 เซนติเมตร โดยหยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด หลังปลูกทำการกลบหลุมลึกประมาณ 3-7 เซนติเมตร หลังจากกลบหลุมแล้วฉีดสารเคมีอะลาคลอร์ (alachlor) 500-600 ซีซี ต่อน้ำ 60 ลิตร เพื่อควบคุมวัชพืช หลังปลูก 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน โรยปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืชวัชพืชแล้วพูนโคน สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงใช้มาลาไทออน (malathion) อัตรา 300-500 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะต้นกล้า

3. การบันทึกข้อมูล

(1) อายุดอกบานและอายุเก็บเกี่ยว บันทึกข้อมูลอายุดอกแรกบานที่ระยะ R5 ตามรายงานของ Schneiter และ Miller (1981) ทั้งนี้สังเกตจากการที่ดอกภายในจานดอกทานตะวัน (disc flower) เริ่มบาน และมีก้านชูละอองเกสรโผล่ออกมาประมาณ 2 แถววงนอกของดอก เก็บเกี่ยวที่ทานตะวันระยะ R9 สังเกตจากด้านหลังของจานดอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล

(2) ความสูงของลำต้น วัดเป็นเซนติเมตรจากพื้นดินถึงคอดอกจากทานตะวันที่ระยะ R8 สุ่มวัด 10 ต้นทั้ง 3 แถว ของทั้งแปลงแล้วหาค่าเฉลี่ย

(3) บันทึกรูปทรงของดอก โดยการให้คะแนน 1-5 ที่ระยะ R5 เปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก 33 มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

(4) บันทึกความสม่ำเสมอของความสูง โดยการให้คะแนน 1-5 ที่ระยะ R5 เปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก 33 มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

(5) บันทึกรูปทรงของคอดอก โดยการให้คะแนน 1-5 ที่ระยะ R5 มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

(6) เปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดของดอก วัดเป็นเซนติเมตร โดยวัดส่วนที่เมล็ดลีบผสมไม่ติดซึ่งจะอยู่วงด้านในของดอก และหารด้วยขนาดดอกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

(7) ขนาดดอก วัดเป็นเซนติเมตร โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางตามรูปทรงดอกด้านที่กว้างที่สุด

(8) ขนาดเมล็ด ชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเป็นกรัมจากตัวอย่าง 3 ซ้ำต่อแปลง แล้วหาค่าเฉลี่ย

(9) การเก็บเกี่ยวและการประเมินผลผลิต การวัดผลผลิตดำเนินการโดยการเก็บเกี่ยวต้นที่มีการแข่งขันทั้ง 3 แถว ก่อนเก็บเกี่ยวตัดต้นหัวแถวและท้ายแถวออกจากแถวทุกแถว วัดความยาวของทุกแถว นับจำนวนดอก เก็บเกี่ยวดอกรวบรวมลงในถุงเดียวกัน ตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน นวดแล้วทำการชั่งน้ำหนักเฉพาะเมล็ด ทำการวัดความชื้นเมล็ดโดยใช้เครื่อง Dole Model 400B Moisture Tester แล้วปรับความชื้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{A}{1,000} \times \frac{1,600}{B} \times \frac{88}{100-C}$$

A = ผลผลิต (กรัม/แปลง); B = พื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นตารางเมตร; C = เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่วัดได้

4. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันของเมล็ดทานตะวัน

(1) นำเมล็ดทานตะวันไปบดให้ละเอียด แล้วนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้ว 1.5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด ทศนิยมไม่ต่ำกว่า 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

(2) อบ beaker ที่ 105 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกัน ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่ง beaker ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด ทศนิยมไม่ต่ำกว่า 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

(3) ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้วด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียดแล้ว ห่อด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากไขมันพับใส่ใน extraction thimble เพื่อทำการสกัดหาปริมาณไขมันต่อไป

(4) เทตัวทำละลาย ในที่นี้ใช้ Petroleum ether 140 มิลลิลิตร ลงใน beaker นำ extraction thimble ประกอบเข้ากับ holder วางลงใน beaker แล้วนำไปสกัดหาปริมาณไขมันโดยใช้

เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่น S306 AK

(5) เมื่อทำการสกัดไขมันเสร็จสิ้นแล้ว นำ beaker มาทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบความชื้นสักครู่ จึงนำ beaker ไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น จากนั้นนำออกมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน}^{*} = \frac{\text{น้ำหนัก beaker ครั้งหลัง} - \text{น้ำหนัก beaker ครั้งแรก}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}} \times 100$$

* การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน มี 2 วิธี คือ

1. นำเมล็ดทานตะวันไปแกะเปลือกก่อนทำการบด แล้วนำเฉพาะkernel ไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ด แล้วจึงนำเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันรวมของเมล็ดทั้งหมด

2. ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบไม่แยกเปลือก โดยการบดทั้งเมล็ด

5. วิธีการทางสถิติ

(1) ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT 4.0 for Window และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

(2) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์แบบ RCB และวิธีการวิเคราะห์ร่วม (combined analysis) การทดลองมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2545) โดยมีฤดูปลูกเป็นปัจจัยสุ่ม และพันธุ์เป็นปัจจัยคงที่ ดังนี้

แบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์ที่มีแผนการทดลองแบบ RCB

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อให้ i = 1, 2,……., t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2,……., n (n = จำนวนซ้ำ)

Y_{ij} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

α = ผลของทรีตเมนต์

β = ผลของซ้ำ

ε = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

และทำการวิเคราะห์ร่วม (combined analysis) โดยมีแบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์แผนการทดลองแบบสำหรับการวิเคราะห์ร่วม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2545)

$$Y_{ijk} = \mu + E_k + B_j + T_i + (ET)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อให้ i = 1, 2,……., t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2,……., n (n = จำนวนซ้ำ)

k = 1, 2,……., e (e = จำนวนสภาพแวดล้อม)

Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j ในสภาพแวดล้อม k

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

E = ผลของสภาพแวดล้อม

B = ผลของซ้ำ/ภายในสภาพแวดล้อม

T = ผลของทรีตเมนต์

(ET) = ปฏิกิริยาระหว่างสภาพแวดล้อมกับทรีตเมนต์

ε = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

(3) การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม ศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลูกผสม โดยใช้วิธีของ Griffing (1956) model 1 วิธีที่ 1 โดยมีแบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + e_{ijk}$$

เมื่อให้ i, j = 1, 2,……., p (p = จำนวนพ่อแม่)

k = 1, 2,……., r (r = จำนวนซ้ำ)

Y_{ij} = ค่าเฉลี่ยของลูกผสมระหว่างพันธุ์พ่อ i และแม่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

g_i = อิทธิพลของ gca ของพันธุ์พ่อแม่ชุดแรก

g_j = อิทธิพลของ gca ของพันธุ์พ่อแม่ชุดสอง

s_{ij} = อิทธิพลของ sca ของคู่ผสม ij

r_{ij} = อิทธิพลของลูกผสมกลับของคู่ผสม ij

e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเพื่อหา $g_{i(j)}$, s_{ij} และ r_{ij} โดยใช้สมการ ดังนี้

$$g_i = \frac{1}{2p}(Y_{i.} + Y_{.j}) - \frac{1}{p^2} Y..$$

$$s_{ij} = \frac{1}{2}(Y_{ij} + Y_{ji}) - \frac{1}{2p}(Y_{i.} + Y_{.i} + Y_{j.} + Y_{.j}) + \frac{1}{p^2} Y..$$

$$r_{ij} = \frac{1}{2}(Y_{ij} + Y_{ji})$$

ทั้งนี้ Y_{ij} = ค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ ij

Y_{ji} = ค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ ji

p = จำนวนพ่อแม่

ทำการวิเคราะห์เพื่อหาวาเรียนซ์ของ $g_{i(j)}$, s_{ij} และ r_{ij} โดยใช้สมการ ดังนี้

$$Var(g_i) = \frac{p-1}{2p^2}\sigma^2$$

ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์น้ำมันของสายพันธุ์ทานตะวันที่คัดเลือก 30 สายพันธุ์

เลขที่	สายพันธุ์ใหม่	หมายเลขสายพันธุ์เดิม	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[1]
1	001A	113	21.52
2	002A	121	29.47
3	003A	125	32.24
4	004A	133	37.25
5	005A	161	21.31
6	006A	189	20.34
7	007A	195	32.38
8	008A**	295	36.26
9	009A	266	33.00
10	010A	268	29.03
11	011A	269	35.66
12	012A	287	35.72
13	013A	306	35.99
14	014A**	320	39.02
15	015A	321	32.79
16	016A	323	30.65
17	017A**	331	37.39
18	018A	373	39.43
19	019A	374	34.11
21	020A	377	30.23
21	021A**	387	36.86
22	022A**	397	38.34
23	023A**	389	41.40
24	024A	391	34.00
25	025A	392	37.51
26	026A	395	31.61
27	027A**	402	40.73
28	028A	403	42.81
29	029A	405	35.70
30	030A	408	39.50
31		แปซิฟิก 33	50.77*

(1) การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันได้รับความอนุเคราะห์จากกรมวิชาการเกษตร วิเคราะห์โดยรวมเปลือกและ kernel

(2) * เปอร์เซ็นต์น้ำมันจากฉลากข้างห่อบรรจุเมล็ดพันธุ์ (อาจจะวิเคราะห์เฉพาะ kernel)

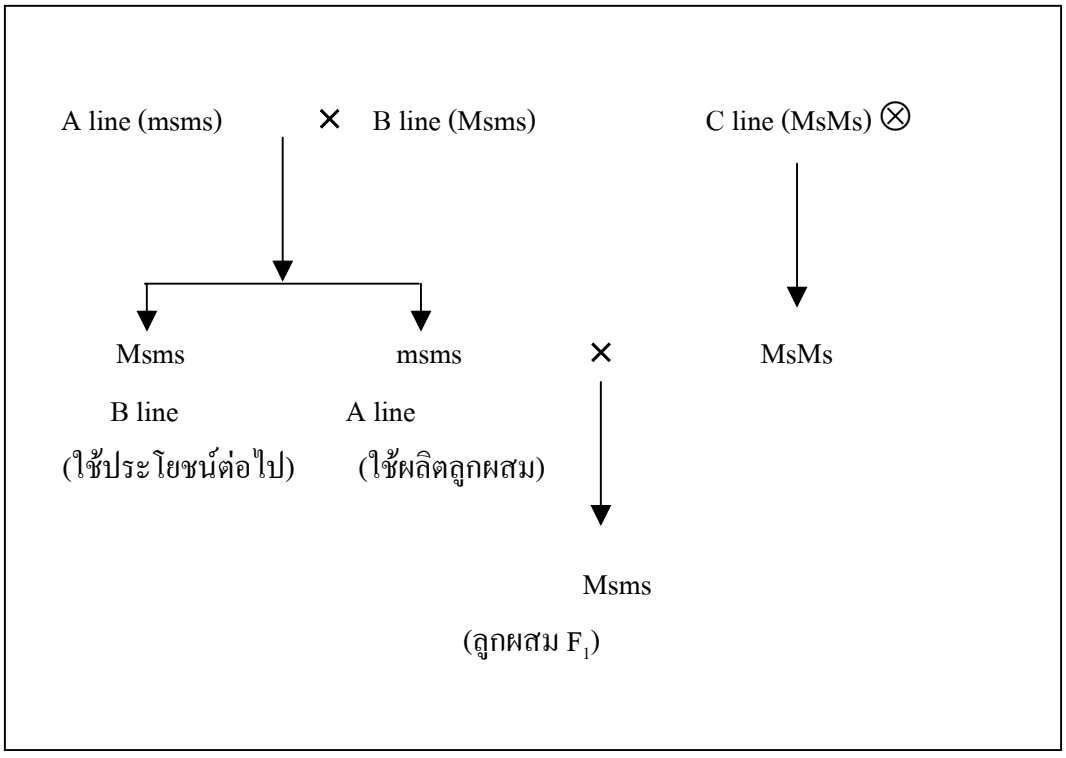
(3) ** สายพันธุ์น้ำมันสูงที่คัดเลือกเพื่อทดสอบสมรรถนะการรวมตัว

ตารางที่ 2. สายพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ในการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross)

สายพันธุ์	008A	014A	017A	021A	022A	023A	027A
008A	⊗	×	×	×	×	×	×
014A	×	⊗	×	×	×	×	×
017A	×	×	⊗	×	×	×	×
021A	×	×	×	⊗	×	×	×
022A	×	×	×	×	⊗	×	×
023A	×	×	×	×	×	⊗	×
027A	×	×	×	×	×	×	⊗

⊗ ผสมตัวเอง

× ผสมข้าม



รูปที่ 1. แสดงขั้นตอนการผลิตลูกผสม โดยใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน

ตารางที่ 3. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะรูปทรงของดอก

คะแนน	ลักษณะ
1	ลักษณะของดอกบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรง และมีขนาดดอกเล็ก
2	ลักษณะของดอกที่ค่อนข้างบิดเบี้ยว และมีขนาดดอกเล็ก
3	ลักษณะของดอกที่มีรูปทรงที่ดี คือไม่บิดเบี้ยว ด้านหลังไม่โค้งงอ ขนาดดอกปานกลาง
4	ลักษณะของดอกที่มีรูปทรงที่ดี คือไม่บิดเบี้ยว ด้านหลังไม่โค้งงอ ขนาดดอกค่อนข้างโต
5	ลักษณะของดอกที่มีรูปทรงที่ดีตรงตามความต้องการ คือไม่บิดเบี้ยว ด้านหลังไม่โค้งงอ และมีขนาดใหญ่

ตารางที่ 4. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะความสม่ำเสมอของความสูง

คะแนน	ลักษณะ
1	ลักษณะของต้นที่มีความสูงไม่สม่ำเสมอมาก
2	ลักษณะของต้นที่มีความสูงไม่สม่ำเสมอ
3	ลักษณะของต้นที่มีความสูงค่อนข้างสม่ำเสมอ
4	ลักษณะของต้นที่มีความสูงสม่ำเสมอ
5	ลักษณะของต้นที่มีความสูงสม่ำเสมอมาก

ตารางที่ 5. เกณฑ์การให้คะแนนในการบันทึกลักษณะรูปทรงของคอดอก

คะแนน	ลักษณะ
1	ลักษณะของคอดอกที่หัก ลีบไม่สามารถรับน้ำหนักของดอกได้
2	ลักษณะของคอดอกที่ลีบ โค้งงอใกล้จะหัก รับน้ำหนักของดอกได้ไม่ดี
3	ลักษณะของคอดอกที่ดี โค้งงอพอควร แต่สามารถรับน้ำหนักดอกได้ ไม่หัก
4	ลักษณะของคอดอกที่มีขนาดใหญ่ แข็งแรง รับน้ำหนักดอกขนาดใหญ่ได้โดยไม่หัก
5	ลักษณะของคอดอกที่มีขนาดใหญ่มาก แข็งแรง ต้านทานต่อการหักล้ม

$$\text{Var}(s_{ij}) = \frac{1}{2p^2}(p^2 - 2p + 2)\sigma^2$$

$$\text{Var}(r_{ij}) = \frac{1}{2}\sigma^2$$

ทั้งนี้ $\sigma^2 = \frac{MSE}{p}$

3.4 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล

3.4.1 ลักษณะสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนโดยทั่วไปภายในเขตจังหวัดนครราชสีมา

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิต่ำสุด - สูงสุดของแต่ละเดือน เป็นองศาเซลเซียสในช่วง ปี พ.ศ. 2543 - 2546 แสดงไว้ในรูปที่ 2 พบว่าใน ปี พ.ศ. 2543 - 2546 อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนมกราคม และ ตุลาคม-ธันวาคม อยู่ระหว่าง 13 - 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน เมษายน-พฤษภาคม อยู่ระหว่าง 42 - 39 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดของปี พ.ศ. 2543 - 2546 เฉลี่ยในแต่ละเดือนใกล้เคียงกันมาก ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุด ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส อยู่ในระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป อุณหภูมิสูงสุดของปี พ.ศ. 2543 - 2546 มีความใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงเดือน เมษายน-พฤษภาคม และอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 39 - 42 องศาเซลเซียส

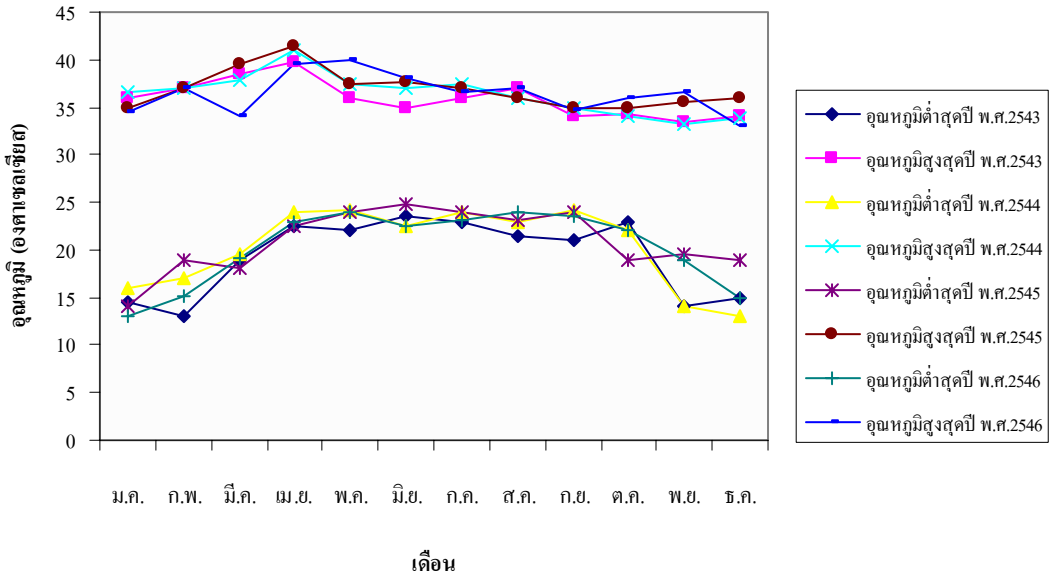
2. ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือน เป็นมิลลิเมตรในช่วง ปี พ.ศ. 2543 - 2546 แสดงไว้ในรูปที่ 3 พบว่าในปี พ.ศ. 2543 - 2546 ปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในเดือน พฤษภาคม และสิงหาคม-กันยายน อยู่ระหว่าง 220 - 330 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนสูงสุดของปี พ.ศ. 2543 - 2545 เฉลี่ยแต่ละเดือนค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณน้ำฝนสูงสุดมากกว่า 300 มิลลิเมตร ยกเว้นปี พ.ศ.2546 ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดเพียงประมาณ 150 มิลลิเมตรเท่านั้น

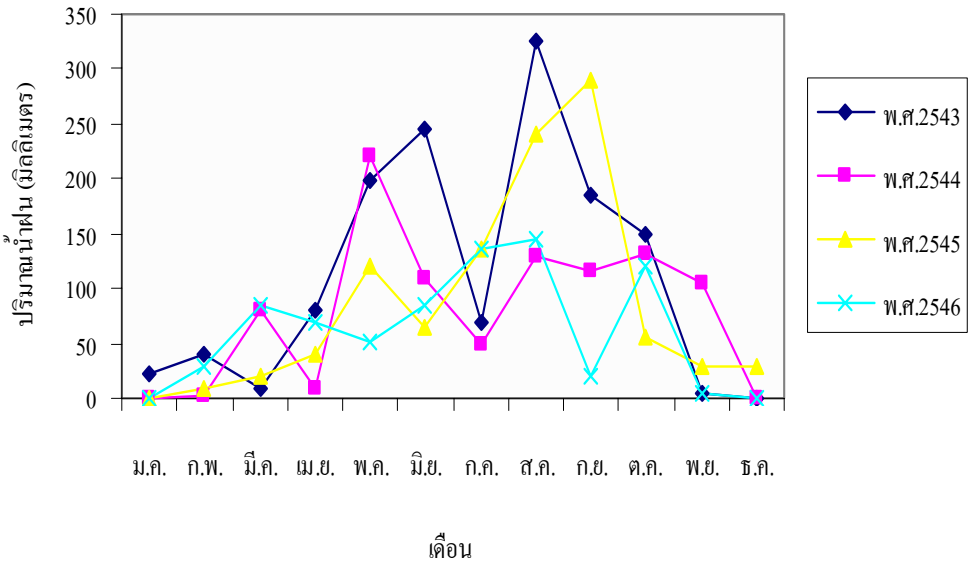
3.4.2 ผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ของลูกผสม

1. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม

การวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 สถานที่ทดลอง ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 1,000 เมล็ด คะแนนรูปทรงดอก คะแนนคอดอก คะแนนความสม่ำเสมอ และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (ตารางที่ 6) อย่างไรก็ดีลูกผสมเหล่านี้มีความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติ พบว่ามีปฏิกิริยาระหว่างลูกผสมกับสถานที่ทดลองในบางลักษณะได้แก่ ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน น้ำหนัก 1,000 เมล็ด คะแนนรูปทรงดอก คะแนนคอดอก และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด ส่วนอายุออกดอกอายุเก็บเกี่ยว ขนาดดอก ความสูง และคะแนนความสม่ำเสมอ ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ปลูก



รูปที่ 2. อุณหภูมิอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2543-2546



รูปที่ 3. ปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2543-2546

ค่าเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันในการเปรียบเทียบพันธุ์ทั้ง 2 สถานที่ทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 7 และตารางที่ 8

2. ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ลูกผสมตรงมีผลผลิตเฉลี่ย 2 พื้นที่ตั้งแต่ 298 - 651 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ลูกผสมชุด 022A × 023A มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุดคือ 651 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการเปรียบเทียบผลผลิตโดยวิธี LSD เฉพาะกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีผลผลิต 371 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีลูกผสม 4 คู่ คือ 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 027A และ 022A × 023A ให้ผลผลิต 569, 626, 588 และ 651 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีคู่ใดเลยที่ให้ผลผลิตต่ำอย่างแตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 แสดงให้เห็นว่าลูกผสมเหล่านี้มีศักยภาพสูง (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับมีผลผลิตเฉลี่ย 2 พื้นที่ตั้งแต่ 272-584 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ลูกผสมชุด 023A × 008A มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุดคือ 584 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการเปรียบเทียบผลผลิตโดยวิธี LSD กับพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีผลผลิต 371 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีลูกผสม 2 คู่ คือ 023A × 008Aและ 027A × 021A ให้ผลผลิต 584 และ 561 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีคู่ใดเลยที่ให้ผลผลิตต่ำอย่างแตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 แสดงให้เห็นว่าลูกผสมเหล่านี้มีศักยภาพสูง (ตารางที่ 8)

ในการทดลองนี้พบว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 30.04 เปอร์เซ็นต์ มีคู่ผสมถึง 12 คู่ ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุดและรองลงมาได้แก่ 008A × 017A, 014A × 017A, 008A×027A และ 008A × 023A ให้น้ำมันสูงถึง 37.68, 37.60, 36.69 และ 36.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีลูกผสมตรงเพียง 1 คู่ (จาก 21 คู่) คือ 021A × 027A ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (ตารางที่ 7) ส่วนลูกผสมกลับมีคู่ผสมถึง 13 คู่ ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด คือ สายพันธุ์ 022A × 017A และ 023A × 021A ให้น้ำมันสูงถึง 38.79 เปอร์เซ็นต์ และ 38.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่มีลูกผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าอย่างแตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 (ตารางที่ 8)

3. อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว

อายุออกดอกนับจากวันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน ลูกผสมตรงมีอายุออกดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 54 - 61 วัน โดยคู่ผสม 014A × 023A และ 021A × 027A มีอายุออกดอกเร็วที่สุด 54 วัน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้อายุออกดอก 57 วัน สำหรับอายุเก็บเกี่ยว ลูกผสมมีอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยตั้งแต่ 115 - 120 วัน โดยคู่ผสม 008A × 023A, 014A × 017A, 014A × 023A, 017A × 022A, 021A × 027A และ 023A × 027A มีอายุเก็บเกี่ยวเร็วที่สุด 115 วัน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้อายุเก็บเกี่ยว 117 วัน (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับมีอายุออกดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 49 - 61 วัน โดยคู่ผสม 027A × 022A มีอายุออกดอกเร็วที่สุด 49 วัน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้อายุออกดอก 57 วัน สำหรับอายุเก็บเกี่ยว ลูกผสมกลับมีอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยตั้งแต่ 108 - 120 วัน โดย คู่ผสม 027A × 022A มีอายุเก็บเกี่ยวเร็วที่สุด 108 วัน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้อายุเก็บเกี่ยว 117 วัน (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว ทานตะวันลูกผสมแทบทุกชุดมีอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ

4. ขนาดเมล็ดและขนาดดอก

ขนาดเมล็ดและขนาดดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) ขนาดเมล็ดวัดโดยชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในลูกผสมตรงไม่มีคู่ผสมใดเลยที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 54.76 กรัม และมีคู่ผสม 2 คู่ คือ 008A × 027A และ 022A × 027A ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญ ลูกผสมที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุดคือ 008A × 027Aซึ่งมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 74.26 กรัม (ตารางที่ 7) ส่วนขนาดดอกลูกผสมตรงทุกชุดมีขนาดดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 15.10 - 19.90 เซนติเมตร ลูกผสมตรงทุกชุดมีขนาดดอกโตกว่าหรือไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ให้ขนาดดอก 15.87 เซนติเมตร มีลูกผสมตรง 4 ชุด คือ 008A × 014A, 008A × 017A, 008A × 022A และ 022A × 027A มีขนาดดอกโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุด 022A × 027A ให้ขนาดดอกโตที่สุด คือ 19.90 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

ในลูกผสมกลับไม่มีคู่ผสมใดที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และมีคู่ผสมถึง 7 คู่ผสมที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่าพันธุ์แปซิฟิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ลูกผสมที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุดคือ 027A × 023A ซึ่งมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 73.91 กรัม (ตารางที่ 8) ส่วนขนาดดอกลูกผสมกลับทุกชุดมีขนาดดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 13.88 - 20.39 เซนติเมตร ลูกผสมทุกกลับแทบทุกชุดมีขนาดดอกไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ให้ขนาดดอก 15.87 เซนติเมตร ลูกผสมชุด 017A × 014A ให้ขนาดดอกโตที่สุด คือ 20.39 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดดอกโตกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (ตารางที่ 8)

5. ความสูง

ลูกผสมตรงมีค่าเฉลี่ยความสูงตั้งแต่ 157.35 - 176.60 เซนติเมตร ซึ่งลูกผสมทุกชุดไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่มีความสูงเฉลี่ย 174.17 เซนติเมตร ลูกผสมชุด 022A × 023A มีความสูงของลำต้นสูงที่สุด คือ 176.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับมีค่าเฉลี่ยความสูงตั้งแต่ 157.82 - 183.23 เซนติเมตร ซึ่งลูกผสมกลับทุกชุดไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่มีความสูงเฉลี่ย 174.17 เซนติเมตร ลูกผสมชุด 022A × 008A มีความสูงของลำต้นสูงที่สุด คือ 183.23 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามลูกผสมมีแนวโน้มมีความสูงของลำต้นเตี้ยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 8)

6. คะแนนรูปทรงดอก

ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมตรงมีคะแนนรูปทรงดอกเฉลี่ยแต่ 2.93 - 4.31 คะแนน โดยพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนรูปทรงดอก 3.12 คะแนน มีคู่ผสมถึง 11 คู่ (จาก 21 คู่) ที่ให้คะแนนรูปทรงดอกสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุด 008A × 022A มีคะแนนรูปทรงดอกสูงที่สุด คือ 4.31 คะแนน (ตารางที่ 7)

ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมกลับมีคะแนนรูปทรงดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 2.81 - 4.14 คะแนน โดยพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนรูปทรงดอก 3.12 คะแนน มีคู่ผสมถึง 7 คู่ (จาก 21 คู่) ที่ให้คะแนนรูปทรงดอกสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุด 023A × 008A มีคะแนนรูปทรงดอกสูงที่สุด คือ 4.14 คะแนน (ตารางที่ 8)

7. คะแนนคอดอก

ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมตรงมีคะแนนคอดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 3.37 - 4.25 คะแนน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนคอดอก 3.12 คะแนน มีคู่ผสมถึง 8 คู่ (จาก 21 คู่) ที่ให้คะแนนคอดอกสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุด 008A × 027A มีคะแนนคอดอกสูงที่สุด คือ 4.25 คะแนน (ตารางที่ 7)

ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมกลับมีคะแนนคอดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 3.25 - 4.75 คะแนน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนคอดอก 3.12 คะแนน มีคู่ผสมถึง 8 คู่ (จาก 21 คู่) ที่ให้คะแนนคอดอกสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุด 023A × 008A มีคะแนนคอดอกสูงที่สุด คือ 4.75 คะแนน (ตารางที่ 8)

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วลูกผสมทั้งหมดให้คะแนนคอดอกสูงกว่าหรือไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ

8. คะแนนความสม่ำเสมอของความสูง

ลูกผสมตรงให้คะแนนความสม่ำเสมอเฉลี่ยตั้งแต่ 3.12 - 4.25 คะแนน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนความสม่ำเสมอสูงสุด 4.25 คะแนน มีลูกผสมตรง 5 ชุดที่ให้คะแนนความสม่ำเสมอต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีลูกผสมถึง 16 ชุดที่มีคะแนนความสม่ำเสมอไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ลูกผสมชุด 014A × 017A มีคะแนนความสม่ำเสมอสูงที่สุด คือ 4.25 คะแนน (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับให้คะแนนความสม่ำเสมอเฉลี่ยตั้งแต่ 3.13 - 3.88 คะแนน พันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้คะแนนความสม่ำเสมอสูงสุด 4.25 คะแนน มีลูกผสมกลับ 8 ชุดที่ให้คะแนนความสม่ำเสมอต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีลูกผสมถึง 13 ชุดที่มีคะแนนความสม่ำเสมอไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ลูกผสมชุด 017A × 014A และ 023A × 017A มีคะแนนความสม่ำเสมอสูงที่สุด คือ 3.88 คะแนน (ตารางที่ 8)

9. เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด

ลูกผสมตรงมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.74 - 16.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคู่ผสมที่มีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำสุด คือ 008A × 027A มีค่า 2.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีลูกผสมตรง 2 พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีค่า 10.42 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและพันธุ์ลูกผสมที่เหลือก็มีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเฉลี่ย 3.27 - 13.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคู่ผสมที่มีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำสุด คือ 014A × 008A มีค่า 3.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพันธุ์ลูกผสมกลับทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 8)

เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าพันธุ์เหล่านั้นเป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการผสมข้าม ทำให้มีเมล็ดติดทั้งดอก หากมีเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดสูง แสดงว่าพันธุ์นั้น ๆ มีเมล็ดลีบอยู่มากซึ่งจะทำให้ผลผลิตน้อยลงไปด้วย

10. อภิปรายและสรุป

10.1 ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม (ตารางที่ 6) พบว่าผลผลิตของลูกผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์และสถานที่ทดลอง มีลูกผสม 6 ชุดที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสมชุดที่เหลือก็ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งแสดงว่าลูกผสมเหล่านี้มีศักยภาพพอที่จะพัฒนาเป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไปได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะอื่น ๆ แล้ว คู่ผสมชุด 008A × 017A จัดว่าเป็นคู่ผสมที่มีศักยภาพที่สุด เนื่องจากเป็นคู่ผสมที่ให้ทั้งผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอกและคะแนนคอดอก มากกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังมีคู่ผสมที่น่าสนใจอีก เช่น ลูกผสมชุด 008A × 021A, 014A × 027A และ 022A × 023A ที่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ หรือ ลูกผสมกลับ เช่น ลูกผสมชุด 014A × 008A, 017A × 014A, 021A ×008A, 023A × 017A, 023A × 021A, 027A × 014A และ 027A × 023A ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ในการทดลองครั้งนี้พบว่าคู่ผสมแทบทั้งหมดให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงเทียบเท่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ผลสำเร็จนี้เนื่องจากการใช้สายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงนั่นเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีโอกาสสูงที่สายพันธุ์จะถ่ายทอดลักษณะชนิดนี้ไปยังลูก

น้ำมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทานตะวัน จัดเป็นเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันที่สำคัญที่สุดรองจากผลผลิต (Fick and Milller, 1997) ในการทดลองครั้งนี้ลูกผสมส่วนมากให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อาจเป็นเพราะอุณหภูมิ จากการทดลองอื่น ๆ ซึ่งกระทำในปลายฤดูฝน หรือต้นฤดูแล้งพบว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 39.00 - 41.00 เปอร์เซ็นต์ (Satjawattana and Laosuwan, 2002; ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2544) ซึ่งผลของอุณหภูมิมีผลต่อ

เปอร์เซ็นต์น้ำมันและองค์ประกอบของน้ำมันมาก หากอุณหภูมิตอนกลางวันสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง (ธวัชชัย วรศานต์, 2539) อย่างไรก็ตามมีลูกผสมถึง 25 คู่ (จาก 42 คู่) ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีคู่ผสมเพียงคู่เดียวที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ

การที่ลูกผสมที่พัฒนาขึ้นมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 นับว่าเป็นความสำเร็จในการคัดเลือกสายพันธุ์ โดยการคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และผ่านการทดสอบ gca มาแล้วว่าสูง มาผลิตลูกผสมเดี่ยว ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติที่ดีของสายพันธุ์ตกทอดไปยังลูกผสมอย่างชัดเจน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานที่ว่าหากนำสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบว่ามี gca สูง มาผลิตลูกผสมจัดเป็นการเพิ่มโอกาสประสบผลสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ (Rojas and Sprague, 1952)

10.2 อายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยว

ในพืชหลายชนิดใช้อายุออกดอกเป็นตัวชี้การเป็นพันธุ์หนักหรือพันธุ์เบา ซึ่งจากการทดลองทั้ง 2 สถานที่ทดลอง พบว่า ทั้งอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวของลูกผสมไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่มีปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์และสถานที่ทดลอง ซึ่งอายุออกดอกของพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์แปซิฟิก 33 เฉลี่ย 49 - 61 วัน และอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ย108 - 120 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองอื่นพบว่ามีผลสอดคล้องกัน ดังเช่น การเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันการค้าที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท พบว่า ทานตะวันลูกผสมที่วางจำหน่ายเป็นการค้าในปัจจุบัน 12 พันธุ์ มีอายุออกดอก อยู่ระหว่าง 48 - 62 วัน และอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 95 - 105 วัน (กัลยา วิธี และคณะ, 2544)

10.3 ขนาดเมล็ดและขนาดดอก

ในทานตะวันขนาดเมล็ดและขนาดดอก เป็นลักษณะที่มีความสหสัมพันธ์ในแบบบวกกับผลผลิต (Fick, 1978; Skoric, 1982) ในการทดลองครั้งนี้มีคู่ผสม 14 คู่ที่ให้ขนาดเมล็ดหนักกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดเมล็ดได้แก่ ฤดูปลูก ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณน้ำฝนและการระบาดของโรคแมลง (เสาวคนธ์ ขุนนวล และ คณะ, 2544) ส่วนขนาดดอกลูกผสม 5 คู่ (จาก 42 คู่) ให้ขนาดดอกโตกว่าสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลูกผสมที่เหลือก็ไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่พบว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 มีขนาดดอกอยู่ระหว่าง 11 - 16 เซนติเมตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดดอกได้แก่ อัตราปลูก และปุ๋ยเคมี (กัลยา วิธี และคณะ, 2544; เสาวคนธ์ ขุนนวล และ คณะ, 2544; ไพโรจน์ พันธุ์พฤกษ์ และคณะ, 2544)

10.4 ความสูงของลำต้น

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าความสูงของลำต้นของลูกผสมไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม ลูกผสมทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะให้ต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 การปรับปรุงพันธุ์ครั้งนี้มีเป้าหมายให้ได้พันธุ์ที่ต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 เนื่องจากในประเทศไทยใช้การเก็บเกี่ยวด้วยมือ (กิตติ สัจจาวัฒนา, 2544) ซึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในสหรัฐอเมริกาและยุโรป จะคัด

เลือกลูกผสมที่มีความสูงประมาณ 150 - 200 เซนติเมตร (Skoric, 1978) นอกจากนี้ลูกผสมที่มีลำต้นเตี้ยยังมีความต้านทานต่อการหักล้มเนื่องจากฝนและลมได้อีกด้วย (Fick *et al*., 1985)

10.5 รูปทรงของดอกและคอดอก

คะแนนรูปทรงดอกเป็นลักษณะที่แสดงถึงรูปทรงดอกที่ดี มีขนาดดอกโต และมีอัตราการติดเมล็ดสูง และคะแนนคอดอกเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของลำต้นบริเวณส่วนคอดอก จัดว่าเป็นลักษณะที่ต้านทานการหักล้ม หากมีคะแนนสูงหมายถึงพันธุ์เหล่านี้มีลักษณะต้านทานการหักล้ม ถึงแม้จะมีดอกขนาดใหญ่ก็ตาม ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะเป็นลักษณะที่จะทำให้ผลผลิตสูง ในการทดลองครั้งนี้พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่มีคะแนนรูปทรงดอกและคอดอกสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ถ้าหากว่าลักษณะอื่น ๆ เหมาะสม เช่น ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ก็สามารถพัฒนาเป็นพันธุ์ส่งเสริมได้

10.6 คะแนนความสม่ำเสมอของความสูง

คะแนนความสม่ำเสมอพิจารณาจากความสม่ำเสมอในการออกดอกและความสูง การออกดอกพร้อมกันและมีความสูงเท่า ๆ กัน นอกจากจะทำให้มีความสวยงามแล้ว ยังทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่าย เพราะทานตะวันจะสุกแก่พร้อมกัน ซึ่งจัดเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่เกษตรกรต้องการ ในการทดลองครั้งนี้มีลูกผสม 13 คู่จาก 42 คู่ ที่ให้คะแนนความสม่ำเสมอต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งอาจเกิดจากการไม่เป็นพันธุ์แท้ของสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ แต่ยังสามารถปรับปรุงต่อไปได้อีกโดยใช้การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (pedigree selection) แล้วคัดเลือกลักษณะที่ต้องการจำนวน 2 - 5 ครั้ง (Fick and Milller, 1997)

10.7 เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด

ในการทดลองครั้งนี้ลูกผสมทุกชุดมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดน้อยกว่าหรือไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 แสดงให้เห็นว่าลูกผสมมีความสามารถในการผสมติดสูง เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าพันธุ์เหล่านั้น เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการผสมข้าม ทำให้มีเมล็ดติดทั้งดอก หากมีเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดสูง แสดงว่าพันธุ์นั้น ๆ มีเมล็ดลีบอยู่มากซึ่งจะทำให้ผลผลิตน้อยลงไปด้วยจากผลการทดลองนี้สามารถคัดเลือกลูกผสมที่ให้ผลผลิตและมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และมีลักษณะทางเกษตรที่ดี ดังตารางที่ 13

3.4.3 การแสดงออกของยีนของลักษณะผลผลิตและอื่น ๆ

1. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน

จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ในตารางที่ 9 เมื่อแยกความปรวนแปรของสิ่งทดลองในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด และขนาดดอก เพื่อศึกษาความสำคัญของสมรรถนะการรวมตัวของยีน พบว่า gca มีความสำคัญทางสถิติในลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สถานที่ทดลอง และมีความสำคัญทางสถิติในลักษณะขนาดเมล็ด และขนาดดอกในสถานที่ทดลองศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ sca มีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมันและขนาดเมล็ด ทั้ง 2 สถานที่ทดลองเมื่อพิจารณาผลของลูกผสมกลับ พบว่าอิทธิพลของลูกผสมกลับมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา

ตารางที่ 6. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวัน ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	รูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Location (L)	1	2,144,951.29**	517.71**	800.00**	584.82**	24,848.45**	760.58**	6,833.51**	5.64**	4.65**	0.78*	4,219.59**
Rep/Location	2	17,988.90	2.48	1.46	0.81	88.09	19.71**	212.38	2.56**	0.001	0.39	200.86**
Entries (E)	49	32,780.49**	31.98**	26.41**	22.65**	195.41**	6.05**	102.49	0.52**	0.48**	0.31*	51.89**
L x E	49	15,093.95**	25.83**	3.51	4.17	81.84**	2.38	152.33	0.17*	0.36**	0.15	31.50**
Pooled error	98	6,693.96	1.36	4.42	3.91	46.68	1.69	133.81	0.11	0.12	0.19	15.91
CV (%)		19.07	3.54	3.72	1.70	11.01	7.72	6.81	9.28	9.20	12.40	46.56

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 7. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	008A×014A	367	34.09**	61	119	55.06
2	008A×017A	569**	37.68**	59	119	66.99
3	008A×021A	626**	28.54	61	120	61.82
4	008A×022A	494	28.49	60	119	63.91
5	008A×023A	438	36.39**	55	115	64.19
6	008A×027A	504	36.69**	59	119	74.26**
7	014A×017A	487	37.60**	55	115	62.21
8	014A×021A	444	35.47**	57	117	66.45
9	014A×022A	352	32.65*	60	119	54.17
10	014A×023A	426	33.41**	54	115	66.39
11	014A×027A	588**	31.06	58	118	62.59
12	017A×021A	336	28.78	56	116	60.33
13	017A×022A	368	31.51	55	115	60.52
14	017A×023A	298	30.15	60	119	43.34
15	017A×027A	437	32.29**	57	117	60.89
16	021A×022A	398	34.79**	56	116	59.82
17	021A×023A	390	31.19	57	117	53.12
18	021A×027A	392	26.74	54	115	60.23
19	022A×023A	651**	31.14	60	120	59.18
20	022A×027A	379	32.66**	59	119	69.75**
21	023A×027A	395	33.37**	55	115	64.35
22	Pacific33	371	30.04	57	117	54.76
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		441	32.49	58	117	61.11
$LSD_{0.01}$		154	2.14	4	4	12.69

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันภายหลัง

ตารางที่ 7. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A×014A	18.53**	163.10	3.55	3.75	3.37	11.20
2	008A×017A	18.42**	170.35	3.36	4.00**	3.50	5.32
3	008A×021A	18.20	167.55	3.85**	4.00**	3.75	3.30
4	008A×022A	18.62**	173.45	4.31**	3.75	4.00	4.33
5	008A×023A	16.25	165.22	4.06**	3.87**	4.00	4.66
6	008A×027A	18.00	171.05	4.08**	4.25**	3.50	2.74**
7	014A×017A	17.57	164.95	3.72	3.75	4.25	5.31
8	014A×021A	16.90	166.75	3.98**	3.75	3.25	5.21
9	014A×022A	16.00	169.17	3.26	3.75	3.50	13.87
10	014A×023A	17.17	171.40	3.40	4.00**	3.62	12.98
11	014A×027A	17.57	157.35	3.82**	4.00**	3.87	3.01**
12	017A×021A	15.10	169.73	3.53	3.62	4.00	14.47
13	017A×022A	16.62	174.60	3.72	3.50	3.75	9.22
14	017A×023A	15.82	175.50	2.93	3.37	3.62	16.59
15	017A×027A	17.20	168.05	3.85**	3.62	3.62	7.28
16	021A×022A	16.50	169.75	3.43	3.87**	3.62	13.19
17	021A×023A	16.50	169.00	3.85**	3.37	3.50	8.75
18	021A×027A	16.57	170.52	3.76**	3.50	3.25	8.92
19	022A×023A	17.97	176.60	3.91**	3.87**	3.12	7.72
20	022A×027A	19.90**	170.55	4.11**	3.75	3.62	5.49
21	023A×027A	15.47	176.05	3.48	3.75	3.25	3.49
22	Pacific33	15.87	174.17	3.12	3.12	4.25	10.42
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		17.13	169.77	3.69	3.74	3.65	8.07
$LSD_{0.01}$		2.42	21.49	0.62	0.65	0.83	7.41

ตารางที่ 8. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	014A×008A	495	36.13**	54	114	62.67
2	017A×008A	357	32.46**	56	117	41.43
3	017A×014A	489	32.84**	58	118	70.82**
4	021A×008A	454	35.34**	57	117	62.66
5	021A×014A	374	33.61**	54	113	71.56**
6	021A×017A	344	33.22**	58	117	62.12
7	022A×008A	349	34.61**	58	118	62.73
8	022A×014A	312	29.90	61	120	50.63
9	022A×017A	272	38.79**	57	117	59.62
10	022A×021A	420	31.86	56	116	62.27
11	023A×008A	584**	31.61	56	116	70.55**
12	023A×014A	347	30.15	56	116	61.16
13	023A×017A	438	35.44**	55	116	68.06**
14	023A×021A	389	38.70**	55	115	50.94
15	023A×022A	484	29.53	56	116	71.19**
16	027A×008A	275	31.98	53	113	56.05
17	027A×014A	491	38.31**	56	117	66.49
18	027A×017A	348	30.92	51	110	70.19**
19	027A×021A	561**	31.12	54	114	64.65
20	027A×022A	371	35.05**	49	108	59.71
21	027A×023A	518	32.84**	57	117	73.91**
22	Pacific33	371	30.04	57	117	54.76
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		411	33.38	56	116	62.46
$LSD_{0.01}$		154	2.14	4	4	12.69

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันภายหลัง

ตารางที่ 8. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	014A×008A	16.95	167.26	3.83**	3.75	3.38	3.27
2	017A×008A	17.45	174.55	2.88	3.88**	3.50	13.47
3	017A×014A	20.39**	164.89	3.35	3.75	3.88	6.81
4	021A×008A	16.65	168.23	3.65	3.25	3.38	5.79
5	021A×014A	16.73	168.39	3.65	4.25**	3.63	9.38
6	021A×017A	16.18	173.12	3.33	3.63	3.63	11.21
7	022A×008A	13.88	183.23	2.81	4.00**	3.38	11.64
8	022A×014A	14.48	160.73	2.92	3.63	3.75	13.04
9	022A×017A	14.40	173.17	3.10	3.63	3.38	9.03
10	022A×021A	16.09	170.18	3.74	3.75**	3.25	3.93
11	023A×008A	17.60	166.62	4.14**	4.75**	3.38	5.87
12	023A×014A	15.70	171.63	3.09	3.63	3.63	7.11
13	023A×017A	17.13	163.66	4.03**	3.63	3.88	6.64
14	023A×021A	16.63	166.59	3.35	3.63	3.75	8.95
15	023A×022A	17.05	169.52	3.70	4.13**	3.75	4.83
16	027A×008A	16.00	167.17	2.96	3.25	3.50	11.55
17	027A×014A	16.73	177.82	3.89**	4.25**	3.75	7.76
18	027A×017A	15.43	165.69	3.68	3.38	3.13	8.86
19	027A×021A	17.45	167.59	4.00**	3.50	3.63	6.26
20	027A×022A	17.40	157.82	3.75**	4.25**	3.38	8.92
21	027A×023A	17.20	164.12	3.66**	3.63	3.38	6.72
22	Pacific33	15.87	174.17	3.12	3.12	4.25	10.42
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		16.52	168.92	3.48	3.76	3.57	8.25
$LSD_{0.01}$		2.42	21.49	0.62	0.65	0.83	7.41

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

2. gca

gca ของลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด และขนาดดอก แสดงไว้ในตารางที่ 10จากการศึกษาลักษณะผลผลิต (ตารางที่ 10) พบว่าสายพันธุ์ที่ให้ gca มีค่าเป็นบวก คือ 008A, 023A และ 027A ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 37.89, 26.60 และ 15.52 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แสดงว่าพันธุ์เหล่านี้เป็นพันธุ์ที่มี gca สูง มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตพันธ์สังเคราะห์และลูกผสม สายพันธุ์ที่มี gca ของผลผลิตต่ำคือ 014A, 017A, 021A และ 022A ซึ่งมีค่าเฉลี่ย -2.38, -36.53, -11.20 และ -29.91 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แสดงว่าหากรวมพันธุ์เหล่านี้เข้าไปในโครงการปรับปรุงประชากรจะทำให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตมีแนวโน้มลดลง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน (ตารางที่ 10) พบว่าพันธุ์ที่ gca มีค่าเป็นบวก คือ 008A, 014A และ 017A ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.54, 0.97 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าพันธุ์เหล่านี้เป็นสายพันธุ์ที่มี gca สูง มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง สายพันธุ์ที่มี gca ต่ำคือ 021A, 022A, 023A และ 027A ซึ่งมีค่า -0.55, -0.31, -0.45 และ -0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าหากรวมพันธุ์เหล่านี้เข้าไปในโครงการปรับปรุงประชากรจะทำให้ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง

ในตารางที่ 10 พบว่าสายพันธุ์ที่มีอิทธิพลของ gca ของขนาดเมล็ดสูงที่สุดและแตกต่างทางสถิติทั้ง 2 สถานที่ทดลอง คือ 027A มีค่าเฉลี่ย 3.25 กรัม และสายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ย gca เป็นบวกแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ คือ 008A, 014A และ 023A ซึ่งมีค่า 1.41, 0.56 และ 0.30 กรัม ตามลำดับ แสดงว่าโดยทั่วไปสายพันธุ์เหล่านี้มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ สายพันธุ์ที่มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีเมล็ดขนาดเล็กคือ 017A, 021A และ 022A ซึ่งมีค่าอิทธิพลของ gca ของน้ำขนาดเมล็ดเป็นลบ มีค่าเฉลี่ย -2.49, -1.22 และ -1.73 กรัม ตามลำดับ

ในตารางที่ 10 พบว่าสายพันธุ์ที่มีอิทธิพลของ gca ของขนาดดอกเป็นบวก คือ 008A, 014A และ 027A ซึ่งมีค่า 0.26, 0.37 และ 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10) แสดงว่าโดยทั่วไปสายพันธุ์เหล่านี้มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีดอกขนาดใหญ่ สายพันธุ์ที่มีแนวโน้มที่จะให้ลูกผสมที่มีขนาดดอกเล็ก คือ 017A, 021A, 022A และ 023A ซึ่งมีค่าอิทธิพลของ gca ของขนาดดอกเป็นลบ มีค่า -0.17,-0.29, -0.38 และ -0.04 กรัม ตามลำดับ

3. sca

อิทธิพลของ sca พิจารณาจากลูกผสมตรงและลูกผสมกลับของลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดเมล็ด แสดงไว้ในตารางที่ 11 และ 12 ตามลำดับ

พิจารณาลักษณะผลผลิต คู่ผสมที่มีค่าเฉลี่ยของอิทธิพลของ sca เป็นบวกและแตกต่างทางสถิติทั้ง 2 สถานที่ทดลอง คือ 008A × 021A, 014A × 027A และ 022A × 023A มีค่าเฉลี่ย 81.04, 74.36 และ 138.46 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามมีคู่ผสมที่ให้ sca เป็นบวกแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่น่าสนใจ คือ 008A × 017A, 008A × 022A, 014A × 017A, 021A × 022A และ 021A × 027A มีค่าเฉลี่ย 29.61, 42.74, 94.61, 18.29 และ 40.58 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คู่ผสมที่มีอิทธิพลของ sca เป็นลบ

ทั้ง 2 สถานที่ทดลอง และแตกต่างทางสถิติ คือ 008A × 027A, 014A × 022A, 014A × 023A และ 021A × 023A มีค่า -95.74, -67.32, -69.74 และ -57.74 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

เนื่องจากทั้ง gca และ sca มีความสำคัญต่อผลผลิต และคู่ผสมกลับก็มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9) ดังนั้นคู่ผสมที่มีผลผลิตสูงจึงอาจจะเป็นลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่ที่มี gca หรือ sca สูงก็ได้ และควรพิจารณาลูกผสมกลับด้วย

เนื่องจากอิทธิพลของลูกผสมกลับหาได้จากสูตร $\mathbf{r_{ij} = \frac{1}{2}(Y_{ij} - Y_{ji})}$ โดยที่ $\mathbf{Y_{ij}}$= ค่าเฉลี่ยของลูกผสมตรง และ $\mathbf{Y_{ij}}$= ค่าเฉลี่ยของลูกผสมกลับ ดังนั้นหากลูกผสมกลับมีค่าเฉลี่ยมากกว่าลูกผสมตรง อิทธิพลของลูกผสมกลับจะติดลบ เพราะฉะนั้นการพิจารณาอิทธิพลของลูกผสมกลับจะพิจารณาจากค่าที่ติดลบตรงกันข้ามกับลูกผสมตรง (Dabholkar, 1992) อิทธิพลของลูกผสมกลับ (reciprocal cross) ที่มีอิทธิพลของ sca ของผลผลิตเป็นลบทั้ง 2 สถานที่ทดลอง คือ 014A × 008A, 023A × 008A, 023A × 017A, 027A × 021A และ 027A × 023A มีค่า -64.25, -72.86, -70.20, -84.25 และ -55.84 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

อิทธิพลของ sca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันพิจารณาจากลูกผสมตรง ที่มีค่าเฉลี่ยเป็นบวกและอยู่ในระดับสูง ได้แก่คู่ผสม 008A × 017A, 014A × 017A, 014A × 021A, 017A × 022A, 021A × 022A, 021A × 023A และ 022A × 027A มีค่า 1.59, 1.31, 1.21, 2.53, 1.28, 3.04 และ 1.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11) อิทธิพลของ sca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันพิจารณาจากลูกผสมกลับ ที่มีค่าเฉลี่ยเป็นลบและอยู่ในระดับสูง ได้แก่คู่ผสม 014A × 008A, 021A × 008A, 021A × 017A, 022A × 008A, 022A × 017A, 023A × 017A, 023A × 021A, 027A × 014A, 027A × 021A และ 027A × 022A มีค่า -1.02, -3.41, -1.58, -3.60, -3.65, -2.64, -3.76, -3.63, -2.20 และ -1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ลักษณะขนาดเมล็ด ลูกผสมตรงที่มี sca เป็นบวกและแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ลูกผสมชุด 008A × 022A, 008A × 023A, 014A × 017A, 014A × 021A และ 022A × 023A ซึ่งมีค่า 2.14, 4.16, 6.27, 6.88 และ 4.44 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ลูกผสมกลับที่มี sca เป็นลบและมีค่าสูง ได้แก่ลูกผสมชุด 014A × 008A, 017A × 014A, 021A × 014A, 023A × 008A, 023A × 017A, 023A × 022A, 027A × 014A, 027A × 017A, 027A × 021A และ 027A × 023A มีค่า -3.81, -4.31, -2.55, -3.19, -12.36, -6.01, -2.20, -4.65, -2.21 และ -4.78 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

อิทธิพลของ sca พิจารณาจากลูกผสมตรงของลักษณะขนาดดอก แสดงไว้ในตารางที่ 11 อิทธิพลของ sca ของลูกผสมตรง ที่มีค่าเป็นบวกและแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ลูกผสมชุด 008A × 017A, 014A × 017A และ 022A × 027A ซึ่งมีค่า 1.02, 2.09 และ 1.71 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลของ sca ของลูกผสมกลับที่มีค่าเป็นลบและแตกต่างทางสถิติ ได้แก่ลูกผสมชุด 017A × 014A, 021A × 017A, 023A × 008A, 023A × 017A, 027A × 021A และ 027A × 023A ซึ่งมีค่า -1.41, -0.53, -0.68, -0.65, -0.44 และ -0.86 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

4. อภิปรายและสรุป

ในการทดสอบสายพันธุ์ทานตะวัน 7 สายพันธุ์โดยวิธีผสมแบบพบกันหมดนี้ พบว่าทั้ง gca และ sca มีสำคัญต่อการให้ผลผลิต ในสถานที่ทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า sca สูงกว่าสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป แต่มี gca สูงกว่า sca ในสถานที่ทดลองศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ซึ่งการที่อัตราความสำคัญของผลของยีนทั้ง 2 แบบ แตกต่างกันตามสถานที่ทดลอง แสดงว่ามีปฏิกิริยาระหว่างผลของยีนและสภาพแวดล้อม ผลการทดลองนี้แสดงว่าสายพันธุ์นี้เหมาะสำหรับการผลิตพันธุ์ลูกผสม (hybrid) และพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Theurer และ Elling (1964) ซึ่งพบว่าในลักษณะผลผลิตของอัลฟาฟ่า (alfalfa) มีปฏิกิริยาระหว่าง gca กับสภาพแวดล้อม และ Song และ Walton (1974) ก็พบปฏิกิริยาระหว่างและ gca และ sca ในลักษณะผลผลิตของอัลฟาฟ่ากับสภาพแวดล้อมเช่นกัน ในทานตะวัน Putt (1966) รายงานว่า ในลักษณะผลผลิตของทานตะวัน อิทธิพลของ sca สำคัญมากกว่า gca จึงกล่าวได้ว่ายีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญต่อผลผลิต

sca มีความสำคัญต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวัน ทั้ง 2 สถานที่ทดลองแสดงว่ายีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญลักษณะนี้ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของ gca ต่อ sca ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันมี sca สูงกว่า gca ทั้ง 2 สถานที่ทดลองแสดงว่าอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญ การปรับปรุงลักษณะเหล่านี้จึงควรทำในรูปการผลิตลูกผสม

ลักษณะขนาดเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของอิทธิพลของ sca ทั้ง 2 สถานที่ทดลอง แสดงว่ายีนแบบไม่เป็นบวกมีความสำคัญลักษณะนี้มากกว่า การปรับปรุงลักษณะเหล่านี้จึงควรทำในรูปของลูกผสม

ผลของ reciprocal มีความสำคัญในระดับสูงในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ความแตกต่างดังกล่าวนี้อาจมีสาเหตุมาจากผลขององค์ประกอบในไซโตพลาสซึม หรือความแตกต่างของลูกผสมเนื่องจากสายพันธุ์ยังไม่เป็นพันธุ์แท้อย่างเพียงพอ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rojas *et al.* (2000) ซึ่งรายงานว่าพบผลของ reciprocal มีความสำคัญในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันในการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของทานตะวันสายพันธุ์แท้ 6 สายพันธุ์

เมื่อพิจารณาค่า gca และ sca ของสายพันธุ์ พบว่ามีสายพันธุ์ที่น่าสนใจ เช่น 008A, 023A และ 027A ที่ให้ค่า gca ของผลผลิตเป็นบวก อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ที่มี gca ต่ำอาจให้ค่า sca สูงก็ได้ เพราะฉะนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์ควรพิจารณาจากคู่ผสมที่ให้ค่า sca สูง และพันธุ์พ่อหรือแม่หรือทั้งสองพันธุ์มีค่า gca สูงด้วย (Dabholkar, 1992) เมื่อคัดเลือกจากผลผลิตแล้วคู่ผสมที่น่าสนใจได้แก่ 008A × 021A, 014A × 017A , 014A × 027A, 022A × 023A, 014A × 008A, 023A × 008A, 027A × 021A และ 027A × 023A เมื่อพิจารณาลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า gca และแบบจำเพาะของสายพันธุ์ทานตะวันค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้ใช้สายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบ gca มาแล้ว จึงจัดว่าได้ใช้ศักยภาพของสายพันธุ์ที่มีสูงสุดแล้ว ซึ่งสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันมี sca สูง ได้แก่ 008A × 017A, 014A × 017A, 017A × 022A, 021A × 023A, 022A × 027A, 021A × 008A, 022A × 008A, 022A × 017A, 023A × 017A, 023A × 021A, 027A × 014A และ 027A × 021A

ตารางที่ 9. การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของสมรรถนะการรวมตัวในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต		เปอร์เซ็นต์น้ำมัน		ขนาดเมล็ด		ขนาดดอก	
		SUT[a]	FS[b]	SUT	FS	SUT	FS	SUT	FS
Replication	1	33,095.76**	3,601.45	1.85	3.35	3.19	172.16	2.72	34.16**
Crosses	48	22,506.70**	26,590.16**	31.04**	27.09**	107.65**	159.44**	5.15**	3.37*
GCA	6	9,399.76*	44,228.29**	6.71	14.43	36.03	271.31**	0.76	4.58*
SCA	21	23,260.54**	20,469.06**	25.95**	25.06**	112.17**	114.01**	5.61**	2.99
Reciprocal	21	25,497.70**	27,671.73**	31.91**	32.74**	123.60**	195.76**	5.94**	3.38*
Error	48	3,676.12	6,669.62	1.35	1.34	32.09	63.14	1.49	1.91
GCA:SCA		1:2.5	2:1	1:3.9	1:1.7	1:3.4	2.4:1	1:7.4	1.5:1
CV (%)		18.52	18.55	3.72	3.39	11.03	10.75	8.23	7.29

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[b] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

ตารางที่ 10. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

Parent	ผลผลิต			เปอร์เซ็นต์น้ำมัน			ขนาดเมล็ด			ขนาดดอก		
	SUT[a]	FS[b]	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย
008A	13.64	62.14**	37.89	0.11	0.97**	0.54	-0.68	2.14	1.41	0.02	0.50*	0.26
014A	-0.01	-4.74	-2.38	0.95**	0.99**	0.97	-0.14	1.26	0.56	-0.09	0.46	0.37
017A	-18.67	-54.39**	-36.53	0.05	0.01	0.03	-0.51	-4.47**	-2.49	-0.19	-0.15	-0.17
021A	-12.94	-9.46	-11.20	-0.63**	-0.47*	-0.55	-0.95	-0.27	-1.22	-0.10	-0.48*	0.19
022A	-21.16	-38.65**	-29.91	-0.01	-0.61**	-0.31	0.29	-3.75**	-1.73	0.07	-0.45	-0.38
023A	26.59*	26.61	26.60	-0.17	-0.73**	-0.45	-0.41	1.01	0.30	-0.02	-0.05	-0.04
027A	12.53	18.50	15.52	-0.30	-0.14	-0.22	2.41*	4.08**	3.25	0.32	0.18	0.25
S.E.	10.61	14.29		0.20	0.20		0.99	1.39		0.21	0.24	

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[b] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

ตารางที่ 11. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรง ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่

คู่ผสม	ผลผลิต			เปอร์เซ็นต์น้ำมัน		
	SUT[a]	FS[b]	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย
008A×014A	-75.88**	2.54	-36.67	1.65**	-0.26	0.70
008A×017A	31.45	27.76	29.61	-0.05	3.22**	1.59
008A×021A	68.09*	93.99**	81.04	0.23	-2.15**	-0.96
008A×022A	46.28	39.19	42.74	-1.03*	-2.12**	-1.58
008A×023A	65.78*	-36.88	14.45	1.14*	0.87	1.01
008A×027A	-44.54	-146.93**	-95.74	1.72**	0.50	1.11
014A×017A	182.75**	6.46	94.61	0.13	2.49**	1.31
014A×021A	-20.81	1.57	-9.62	3.18**	-0.76	1.21
014A×022A	-114.31**	-20.33	-67.32	-5.32**	0.75	-2.29
014A×023A	-46.96	-92.52**	-69.74	-2.67**	-0.43	-1.55
014A×027A	74.92**	73.79*	74.36	1.26*	0.80	1.03
017A×021A	-10.46	-54.88	-32.67	0.63	-2.11**	-0.74
017A×022A	-41.45	-49.36	-45.41	5.45**	-0.40	2.53
017A×023A	-99.57**	-8.87	-54.22	0.02	0.61	0.32
017A×027A	-9.02	-28.32	-18.67	-0.30	-1.92**	-1.11
021A×022A	-4.55	41.12	18.29	-0.71	3.26**	1.28
021A×023A	-23.75	-91.73*	-57.74	0.22	5.86**	3.04
021A×027A	37.41	43.74	40.58	-2.97**	-3.45**	-3.21
022A×023A	150.70**	126.22**	138.46	0.30	-3.90**	-1.80
022A×027A	-50.91	-33.89	-42.40	2.90**	0.08	1.49
023A×027A	-37.81	-7.89	-22.85	0.65	1.11*	0.88
S.E.	26.34	35.48		0.50	0.50	

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[b] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

ตารางที่ 11. (ต่อ)

คู่ผสม	ขนาดเมล็ด			ขนาดดอก		
	SUT	FS	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย
008A×014A	-5.37*	-3.85	-4.61	1.00	-0.19	0.41
008A×017A	-5.69*	-6.72	-6.21	1.23*	0.81	1.02
008A×021A	3.51	-3.63	-0.06	0.61	0.55	0.58
008A×022A	6.48**	-2.21	2.14	0.81	-059	-29.10
008A×023A	1.55	6.76*	4.16	0.01	-0.36	-0.18
008A×027A	0.95	-2.96	-1.01	-0.56	-0.23	-0.40
014A×017A	6.23*	6.30	6.27	1.98**	2.19**	2.09
014A×021A	8.62**	5.13	6.88	2.52	-0.44	1.04
014A×022A	-12.16**	-5.06	-8.61	-2.65**	-0.63	-1.64
014A×023A	-0.34	1.81	0.74	-1.08*	-0.09	-0.59
014A×027A	-1.33	-1.05	-1.19	0.77	-1.07	-0.15
017A×021A	1.34	2.96	2.15	-0.08	-1.44*	-0.76
017A×022A	3.40	0.82	2.11	-1.19*	-0.80	-1.00
017A×023A	-4.46	-4.10	-4.28	0.51	0.13	0.32
017A×027A	4.22	1.00	2.61	-0.68	-0.62	-0.65
021A×022A	-1.26	3.68	1.21	-0.07	-0.13	-0.10
021A×023A	-7.49**	-12.16**	-9.83	0.19	-0.16	0.02
021A×027A	-0.87	-3.86	-2.37	-0.54	0.89	0.18
022A×023A	7.26**	1.61	4.44	1.73**	-0.001	0.86
022A×027A	-0.65	2.72	1.04	2.19**	1.23*	1.71
023A×027A	0.76	6.05	3.41	-0.77	-0.74	-0.76
S.E.	2.46	3.45		0.53	0.60	

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 12. อิทธิพลของสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่

คู่ผสม	ผลผลิต			เปอร์เซ็นต์น้ำมัน		
	SUT[a]	FS[b]	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย
014A×008A	-85.73**	-42.77	-64.25	0.76	-2.79**	-1.02
017A×008A	126.06**	85.94*	106.00	4.95**	0.27	2.61
017A×014A	-139.52**	137.48**	-1.02	0.53	4.24**	2.39
021A×008A	65.46*	106.37**	85.92	-4.08**	-2.73**	-3.41
021A×014A	76.31**	-6.07	35.12	1.05	0.82	0.94
021A×017A	-84.96**	53.93	-15.52	0.04	-3.19**	-1.58
022A×008A	145.20**	-123.28**	10.96	-0.44	-5.68**	-3.06
022A×014A	67.66*	-28.99	19.34	3.94**	-1.19*	1.38
022A×017A	49.56	45.89	47.73	-4.92**	-2.37**	-3.65
022A×021A	20.52	-42.70	-11.09	1.81**	1.12	1.47
023A×008A	-61.17*	-84.54*	-72.86	3.05**	1.74*	2.40
023A×014A	-8.78	88.65*	39.94	0.06	3.40**	1.73
023A×017A	-80.22**	-60.17	-70.20	-4.02**	-1.26*	-2.64
023A×021A	-7.01	8.31	0.65	-5.05**	-2.46**	-3.76
023A×022A	59.59*	107.66**	83.63	-4.81**	6.42**	0.81
027A×008A	141.20**	87.42*	114.31	5.97**	-1.26*	2.36
027A×014A	-16.10	153.38**	68.64	-4.90**	-2.35**	-3.63
027A×017A	50.22	38.16	44.19	-0.37	1.75**	0.69
027A×021A	-77.88**	-90.61*	-84.25	-1.28*	-3.11**	-2.20
027A×022A	-47.99	56.14	4.08	-1.62**	-0.77	-1.20
027A×023A	-18.64	-93.04*	-55.84	-1.36*	1.89**	0.27
S.E.	29.49	40.83		0.58	0.58	

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[b] ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

ตารางที่ 12. (ต่อ)

คู่ผสม	ขนาดเมล็ด			ขนาดดอก		
	SUT	FS	เฉลี่ย	SUT	FS	เฉลี่ย
014A×008A	-3.19	-4.42	-3.81	1.31*	0.27	0.79
017A×008A	12.54**	13.03**	12.79	0.23	0.75	0.49
017A×014A	-6.15*	-2.46	-4.31	-1.68**	-1.14	-1.41
021A×008A	-5.25	4.42	-0.42	0.45	1.10	0.78
021A×014A	-0.93	-4.17	-2.55	0.30	-0.12	0.09
021A×017A	-8.55**	6.77	-0.89	-1.25*	0.20	-0.53
022A×008A	-4.07	5.24	0.59	2.30**	2.45**	2.38
022A×014A	8.90**	-5.36	1.77	1.50*	0.02	0.76
022A×017A	2.46	-1.56	0.45	1.50*	0.72	1.11
022A×021A	0.97	-3.42	-1.23	0.63	-0.21	0.21
023A×008A	-0.84	-5.53	-3.19	-0.53	-0.82	-0.68
023A×014A	2.42	2.81	2.62	-0.43	1.90**	0.74
023A×017A	-9.59**	-15.12**	-12.36	-1.20*	-0.10	-0.65
023A×021A	1.57	0.61	1.09	0.20	-0.31	-0.06
023A×022A	-3.42	-8.60*	-6.01	1.50*	-0.57	0.47
027A×008A	7.09*	10.31**	8.70	0.80	1.20	1.00
027A×014A	-0.49	-3.90	-2.20	0.53	0.37	0.45
027A×017A	1.47	-10.76**	-4.65	1.58**	0.20	0.89
027A×021A	1.12	-5.53	-2.21	-0.75	-0.12	-0.44
027A×022A	7.62**	2.43	5.03	2.50**	0.01	1.26
027A×023A	-1.59	-7.97*	-4.78	-0.45	-1.27	-0.86
S.E.	2.83	3.97		0.61	0.69	

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 13. คู่ผสมที่คัดเลือกจากผลการทดสอบ และดำเนินการผสมพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป[1]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิตสูง	เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง	sca ผลผลิตสูง	sca เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง	คอดอก	ความสม่ำเสมอ
1	008A×017A	/	/	/	/	/	
2	008A×021A	/		/		/	/
3	008A×022A	/				/	/
4	008A×023A		/		/	/	/
5	008A×027A	/	/		/	/	
6	014A×008A	/	/	/	/	/	
7	014A×017A		/	/	/	/	/
8	014A×021A		/		/	/	
9	014A×027A	/		/		/	/
10	017A×021A					/	/
11	021A×008A		/		/		
12	021A×022A		/		/	/	
13	022A×023A	/		/		/	
14	023A×021A		/		/		/
15	027A×014A		/		/	/	/

[1] การผสมนี้กระทำโดยใช้ genetic male sterility คือใช้ A line (msms) ผสมกับ C line (MsMs)

3.5 สรุปผลการวิจัย

จากการนำสายพันธุ์ทานตะวัน 7 สายพันธุ์มาผสมแบบพบกันหมดเพื่อทดสอบผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของลูกผสม และศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะเหล่านั้นพบว่า ลูกผสมให้ผลผลิตในระดับที่น่าพอใจ คือลูกผสม 6 คู่ ใน 42 คู่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่เหลือนอกนั้นให้ผลผลิตในระดับเดียวกับพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสม 022A × 023A ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 651 กิโลกรัมต่อไร่ (พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้ผลผลิต 371 กิโลกรัมต่อไร่) คู่ผสมอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิตที่น่าพอใจ คือ 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 027A และ 022A × 023A ลูกผสมกลับชุด 023A × 008A มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงที่สุดคือ 584 กิโลกรัมต่อไร่ ลูกผสมกลับอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิตที่น่าพอใจ คือ 023A × 008A และ 027A × 021A และโดยเฉลี่ยแล้วพันธุ์ลูกผสมแทบทั้งหมดให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งแสดงให้เห็นศักยภาพของสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบครั้งนี้ โดยมีคู่ผสมถึง 25 คู่ (จาก 42 คู่) ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสม 022A × 017A ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุดคือ 38.79 เปอร์เซ็นต์ (พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 30.04 เปอร์เซ็นต์) คู่ผสมอื่น ๆ ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่น่าพอใจ คือ 008A × 017A, 008A × 023A, 008A × 027A, 014A × 008A, 014A × 017A, 014A × 021A, 021A × 008A, 021A × 022A, 023A × 021A และ 027A × 014A

ผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ลูกผสมเดี่ยวที่ปรับปรุงขึ้นแทบทุกชุดมีอายุจากวันปลูกถึงวันดอกแรกบาน และอายุจากวันปลูกถึงวันเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ คือพันธุ์แปซิฟิก 33 ส่วนลักษณะความสูงของทานตะวันลูกผสมเดี่ยวทั้งหมดให้ความสูงของลำต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33

องค์ประกอบของผลผลิต พบว่าลูกผสมทั้งหมดมีแนวโน้มให้เมล็ดขนาดใหญ่กว่าพันธุ์เปรียบเทียบ โดยไม่มีคู่ผสมใดเลยที่มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสม 008A × 027A ให้ขนาดเมล็ดหนักที่สุด คือ 74.26 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด (พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 54.76 กรัม) ส่วนขนาดดอกลูกผสมทั้งหมดมีขนาดดอกไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสม 017A × 014A ให้ขนาดดอกโตที่สุด คือ 20.39 เซนติเมตร (พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้ขนาดดอก 15.87 เซนติเมตร) และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด พบว่าพันธุ์ลูกผสมแทบทั้งหมดมีอัตราการติดเมล็ดสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33

ลักษณะทางเกษตรที่พิจารณาจากการให้คะแนน ทานตะวันลูกผสมทั้งหมดให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนรูปทรงดอกและคะแนนคอดอกมากกว่าหรือไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 33 และลูกผสมส่วนใหญ่มีคะแนนความสม่ำเสมอเฉลี่ยไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33

สมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ที่ทดสอบ พบว่ามีสายพันธุ์ที่มี gca สูงในลักษณะผลผลิต ได้แก่ 008A, 023A และ 027A เมื่อคัดเลือกจาก sca ของผลผลิตแล้วคู่ผสมที่น่าสนใจได้แก่ 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 008A, 014A × 017A, 014A × 027A และ 022A × 023A ในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่าสายพันธุ์ที่มี gca สูง ได้แก่ 008A, 014A และ 017A ซึ่งสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่เปอร์เซ็นต์น้ำ

มันมี sca สูง ได้แก่ 008A × 017A, 008A × 023A, 008A × 027A, 014A × 008A, 014A × 017A, 014A × 021A, 021A × 008A, 021A × 022A, 023A × 021A และ 027A × 014A

เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ของทานตะวันลูกผสม ทั้งในแบบลูกผสมตรงและ ลูกผสมกลับ พบว่ามีลูกผสมมีลักษณะดีเด่นเหนือพันธุ์แปซิฟิก 33 อยู่หลายชุด สายพันธุ์ที่ใช้ผลิตลูกผสมเหล่านี้มีข้อได้เปรียบ คือได้คัดเลือกที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงอยู่แล้ว การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันในการทดลองนี้ ลูกผสมมีน้ำมันสูงสอดคล้องกับสายพันธุ์ จากผลการทดลองครั้งนี้ สามารถแยกลูกผสมออกเป็นชุด ๆ เพื่อทดสอบตามคุณสมบัติของลูกผสม ซึ่งคัดเลือกตามคุณสมบัติต่าง ๆ คือ

(1) ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

(2) ลูกผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

(3) ลูกผสมที่ให้ sca ของผลผลิตสูง

(4) ลูกผสมที่ให้ sca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

(5) ลูกผสมที่ให้คอดอกแข็งแรง

(6) ลูกผสมที่มีความสูงสม่ำเสมอและออกดอกพร้อมกัน

จึงควรผลิตลูกผสมอย่างน้อย 15 ชุด เพื่อทำการทดสอบต่อไป

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงประสบความสำเร็จ และชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะใด ๆ ก็ตาม ควรจะเริ่มจากการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวก่อน จึงนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งจัดว่าเป็นการเพิ่มโอกาสของความสำเร็จการปรับปรุงพันธุ์

3.6 รายการอ้างอิง

กิตติ สัจจาวัฒนา. 2544. **การพัฒนาและการเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กัลยา วิธี, สุริพัฒน์ ไทยเทศ, อาณัติ วัฒนสิทธิ์, เสาวคนธ์ ขุนนวล, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, เสน่ห์ เครือแก้ว, ดาวรุ่ง คงเทียน, วิสุทธ์ มณีสงฆ์, และ ไพฑูรย์ นาคาพันธ์. 2544. การเปรียบเทียบทานตะวันพันธุ์การค้า. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ธวัชชัย วรศานต์. 2539. **ทานตะวันและการพัฒนาการผลิตทานตะวันในประเทศไทย**. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ พันธุ์พฤกษ์, ประสาร พรมสูงวงค์, ลักษณาวดี พันธุ์พฤกษ์, และ เทียนชัย สุวรรณเวช. 2544. การใช้ปุ๋ยเคมีและศักยภาพการผลิตทานตะวันในดินเหนียวจังหวัดนครสวรรค์และ ลพบุรี. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2545. **สถิติเพื่อการวิจัยและวางแผนการทดลอง**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ชัยยะ แสงอุ่น, มนตรี แหนงใหม่, ยศศักดิ์ แก้มค้างพลู, สุวัตชัย ชื่นชม, ฐิติพร มะชิโกวา, และ กิตติ สัจจาวัฒนา. 2544. การวิจัยทานตะวันโดย มทส. *ใน* **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

เสาวคนธ์ ขุนนวล, สมยศ พิชิตรพร, เสาวรี ตังสกุล, เบญจมาศ คำสืบ, อภิชาต เมืองซอง, วาสนา วงษ์พินิจ, และ อนุศาสตร์ สุ่มมาตรย์. 2544. ผลของช่วงปลูกและอัตราปลูกต่อผลผลิตของทานตะวัน. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

Allard, R.W. 1960. **Principles of plant breeding**. John Wiley & Sons, Inc. USA.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. **Introduction to plant breeding**. Reinhold Publishing Corporation. USA.

Comstock, D. S. and H. F. Robinson. 1952. Estimation of average of dominance. **Heterosis**, pp. 494-516. J. W. Gowen (ed). Iowa State University Press., Ames, Iowa.

Dabholkar A.R. 1992. **Element of biometrical genetic**. Ashok Kumar Mittal Concept Publishing Company, New Delhi, India.

Fick, G.N. 1975. Heritability of seed oil content in sunflowers. **Crop Sci**. 15:77-78.

Fick, G.N., J.J. Caroline, G.E. Auwarter and P.M. Duhigg. 1985. Agronomic characteristics and field performance of dwarf sunflower hybrids. *In* **Proc. 11th Int. Sunflower Conf**., Mar del Plata, Argentina, Spain. 10-13 March. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

Fick, G.N. 1978. Breeding and genetics. *In* J.F. Carter (ed.) **Sunflower science and technology.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Fick, G.N. and J.F. Miller. 1997. Sunflower breeding. *In* A.A. Schneiter (ed.) **Sunflower technology and production.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Aust. J. Biol. Sci.** 9: 463-493.

Hayman, B. I. 1954a. The analysis of variance of diallel tables. **Biometrics** 10: 235-244.

Hayman, B. I. 1954b. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 39: 789-809.

Hayman, B. I. 1957. Interaction, heterosis and diallel crosses. **Genetics** 42: 336-355.

Hayman, B. I. 1958a. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 43: 63-68.

Hayman, B. I. 1958b. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. **Heridity** 12: 371-390.

Hayman, B. I. 1960. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics** 45: 155-172.

Marinkovic, R., D. Skoric and D. Jovanovic. 2000. Line x tester analysis of the combining ability in sunflower. *In* **Proc 15th Int. Sunflower Conf**., Toulouse, France. 12-15 June. Int. Sunflower Assoc., Toulouse, France.

Putt, E.D. 1966. Heterosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). **Can.J.Plant Sci**.46:59-67.

Roa, N.M. and B. Singh. 1978. Inheritance of some quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Pantnagar J. of Res**. 4(5):144-146

Rojas, P., D. Skoric and J. M. Fernandaz-Martinez. 2000. Combining ability for oil and protein kernel contents of sunflower inbreds in two different environments. *In* **Proc 15th Int. Sunflower Conf**., Toulouse, France. 12-15 June. Int. Sunflower Assoc., Toulouse, France.

Rojas, B.A. and G.F. Sprage. 1952. A comparison of variance components in corn yield trial. III. General and specific combining ability and their interaction with location and years. **Agron. J**. 44:462-466.

Sajawattana ,K. and P. Laosuwan. 2002. Performance and Synthetic Varieties of Sunflower. **Suranaree J. Sci. Technol**. 9:278-282.

Schneiter A.A. and J.F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. **Crop Sci**. 21:901-903.

Skoric, D. 1978. Mode of inheritance of oil content in sunflower seed of F_1 generation and components of genetic variability. ***In*** **Proc 7th Int. Sunflower Conf**., Krasnodar. USSR.

Skoric, D. 1982. Correlations for important agronomic characters between parent lines and F_1 hybrids. p.238. *In* **Proc. 10th Int. Sunflower Conf**., Surfers Paradise, Australia. 14-18 March. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

Skoric, D., S. Jocic, and I. Molnar. 2000. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. ***In*** **Proc 15th Int. Sunflower Conf**., Toulouse, France. 12-15 June. Int. Sunflower Assoc., Toulouse, France.

Song, S.P. and P.D. Walton. 1974. General combining ability and its interaction with environments in 7 x 7 diallel cross population of alfalfa. **Crop Sci.** 14:663-667.

Treurer J.C. and L.J. Elling. 1964. Coparative performance of diallel crosses and related econd-generation synthetics of alfalfa, Medicago sativa L. III. Forage yield. **Crop Sci**. 3:25-28.

บทที่ 4
การปรับปรุงทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

4.1 บทคัดย่อ

ได้ทำการพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวจากสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวโดยวิธีการผสมพันธุ์แบบพบกันหมด โดยคัดเลือกคู่ผสมที่ให้สมรรถนะการรวมตัวที่ดี และมีลักษณะทางเกษตรที่ดี ซึ่งสามารถพัฒนาลูกผสมเดี่ยวได้ 15 ชุด นำลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์แปซิฟิก 33 แปซิฟิก 44 และไพโอเนีย จัมโบ้ ไปทำการเปรียบเทียบพันธุ์ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดลองทั้ง 2 พื้นที่พบว่า มีลูกผสม 5 ชุดที่ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ คู่ผสม 008A×021A ให้ผลผลิตสูงสุด 639 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ให้ผลผลิตสูงสุด 467 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำมันมีลูกผสม 7 ชุดที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ ลูกผสมส่วนมากมีอายุดอกบานยาวกว่า และต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ในด้านรูปทรงดอกพบว่าคะแนนรูปทรงดอกและคะแนนคอดอกของลูกผสมที่คัดเลือกส่วนใหญ่มากกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบอื่น อย่างไรก็ตามลูกผสมให้คะแนนความสม่ำเสมอและคะแนนทิศทางการหันของทานตะวันน้อยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของลูกผสมอยู่ระหว่าง 50.73 - 66.05 กรัม ซึ่งส่วนมากหนักกว่าพันธุ์แปซิฟิก 44 ซึ่งมีน้ำหนัก 57.77 กรัม ขนาดดอกของลูกผสมอยู่ระหว่าง 15.57 - 18.05 เซนติเมตร ซึ่งส่วนมากโตกว่าพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งมีขนาดดอก 16.90 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดวัดจากเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดลูกผสมทั้งหมดให้เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์เส้นทางพบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์แบบบวกกับน้ำหนัก 1,000 เมล็ดและขนาดดอก จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของเส้นทางพบว่าความสูงมีผลทางตรงต่อผลผลิตมากกว่าลักษณะอื่น ๆ

คำสำคัญ : การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน, พันธุ์ลูกผสม, สหสัมพันธ์, การวิเคราะห์เส้นทาง

4.2 บทนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญพืชหนึ่งของโลก น้ำมันทานตะวันมีคุณภาพดี มีเปอร์เซ็นต์ของกรดไม่อิ่มตัวสูง เหมาะสำหรับการบริโภค ในปัจจุบันประเทศไทยปลูกทานตะวันกันแพร่หลายทั่วไปในภาคกลาง ในจังหวัด สระบุรี ลพบุรี และ เพชรบูรณ์ โดยในปี พ.ศ. 2531/32 มีพื้นที่ปลูก 759 ไร่ และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2542/43 พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 540,000 ไร่ และให้ผลผลิตประมาณ 60,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2543/44 พื้นที่ปลูกลดลงเหลือประมาณ 296,000 ไร่ (กลุ่มพืชน้ำมัน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) ในปี พ.ศ. 2544/45 - 2545/2546 พื้นที่ปลูกลดลงเหลือประมาณ 237,000 และ 286,000 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 29,000 และ 32,000 ตัน ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ทานตะวันเป็นพืชผสมเปิด พันธุ์ที่เหมาะสมเป็นพันธุ์เพื่อการค้าควรเป็นพันธุ์ลูกผสม ปัจจุบันทานตะวันที่ปลูกเป็นพืชน้ำมันทั่วโลกกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม (Duvick, 1999) ทานตะวันลูกผสมเชิงการค้าพันธุ์แรกผลิตที่ประเทศแคนาดา ในปี ค.ศ. 1946 ซึ่งใช้วิธีปล่อยให้ผสมพันธุ์กันอย่างสุ่มตามธรรมชาติ โดยปลูกต้นพ่อแม่สลับแถวกัน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ได้จึงน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การปลูก ในเวลาต่อมาวิธีการผลิตลูกผสมใช้ต้นแม่ที่มีอัตราการผสมตัวเองไม่ติดที่สูง วิธีนี้สามารถให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (Putt, 1962) หลังจากนั้นการผลิตลูกผสมใช้การเป็นหมันที่ควบคุมโดยยีน (genetic male sterility, gms) โดยเริ่มใช้ประเทศแถบยุโรปในปี ค.ศ. 1970 ลูกผสมที่ใช้วิธีนี้มีผลผลิตสูงกว่าทานตะวันผสมเปิดถึง 24 เปอร์เซ็นต์ เช่น พันธุ์ IRNA 6501 ในประเทศฝรั่งเศส Romsun 52 และ 53 ในประเทศโรมาเนีย เป็นต้น (Vranceanu and Stoenescu, 1980) วิธีการนี้ล้มเลิกไปเมื่อมีการค้นพบการเป็นหมันที่ควบคุมโดยไซโตพลาสซึม(cytoplasmic male sterility, cms) ที่เสถียรในปี ค.ศ. 1968 ได้มาจากการผสมข้ามระหว่าง *Helianthus petiolaris* Nutt. และ *H. annuus* L. (Leclercq, 1968, quoted in Fick, 1978) ลูกผสมที่ได้รับความนิยมมากได้แก่ Hybrid 894 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดถึง 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูง ต้านทานโรคราสนิมและราน้ำค้าง มีความสม่ำเสมอในลักษณะความสูง อายุดอกบาน และอายุเก็บเกี่ยว (Fick and Miller, 1997)

ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการ นอกจากการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์แล้ว การศึกษาลักษณะทางเกษตรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตก็มีความสำคัญเช่นกัน มีการวิจัยหลายรายงานที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืช และลักษณะทางเกษตรของทานตะวัน เพื่อช่วยในการคัดเลือกให้มีผลผลิตและน้ำมันสูง (Fick, 1978; Skoric,1982) ลักษณะที่มักมีความสัมพันธ์กับผลผลิตของทานตะวัน ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว ความสูง พื้นที่ใบต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางดอก น้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อดอก การต้านทานโรค การผสมติด และการดึงดูดผึ้ง ส่วนลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับน้ำมันของทานตะวัน ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด (Fick and Miller, 1997) ดังเช่น Russell (1953) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แท้และลูกผสมทอพครอสของทานตะวันพบว่า มีสหสัมพันธ์แบบบวกระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันและอายุดอกบาน ความสูง การต้านทาน และโรคราสนิม อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเมล็ด

ของสายพันธุ์แท้กับลูกผสม Skoric (1982) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และลูกผสมชั่วแรก พบว่า มีสหสัมพันธ์กันในลักษณะความสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จำนวนใบ พื้นที่ใบ Fick *et al.* (1974) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันกับลักษณะทางเกษตรของพันธุ์ผสมเปิดและลูกผสม พบว่า มีสหสัมพันธ์แบบบวกระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันกับอายุดอกบาน อายุดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูง และมีสหสัมพันธ์แบบลบกับการต้านทานโรคราสนิม และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำมันกับผลผลิตและน้ำหนักเมล็ด

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513/14 โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้แนะนำพันธุ์ทานตะวัน ที่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open-pollinated variety) คือพันธุ์ สว. 1 ซึ่งให้ผลผลิตประมาณ 200 - 300 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันค่อนข้างต่ำเพียง 27.1 เปอร์เซ็นต์ จึงประสบปัญหาเรื่องตลาดรับซื้อผลผลิต (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537) และในปี พ.ศ. 2516ได้มีการนำพันธุ์ทานตะวันเข้ามาจากต่างประเทศ และทำการทดสอบผลผลิตในแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทย แต่จากการทดสอบพบว่าระดับผลผลิตไม่เป็นที่น่าพอใจ (Laosuwan, 1988) ในปี พ.ศ. 2529 ได้มีการนำทานตะวันลูกผสม พันธุ์ไฮซัน 33 เข้ามาจากต่างประเทศ ทดสอบผลผลิตที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ พบว่าพันธุ์ไฮซัน 33 ให้ผลผลิตที่สูง และมีความสม่ำเสมอของลักษณะทางเกษตรที่สำคัญ เช่น ความสูง และสีเมล็ด (Siripongse *et al*., 1990) ปัจจุบันเมล็ดพันธุ์ที่ใช้เพาะปลูกในประเทศไทยเป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีราคาแพง จึงความคิดที่จะพัฒนาพันธุ์ลูกผสมในประเทศไทย ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 โดยโครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2544) โดยการนี้ได้ปรับปรุงพันธุ์ที่ให้ gca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไว้ 12 สายพันธุ์ ต่อมาได้นำสายพันธุ์เหล่านั้นมาทดสอบการ sca ระหว่างกันโดยใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) (กิตติ สัจจาวัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548) จากการทดสอบครั้งนี้ทำให้สามารถคัดเลือกคู่ผสมแบบต่าง ๆ ได้หลายชุด การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ทำการคัดเลือกไว้ เปรียบเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมที่จำหน่ายเชิงการค้าในปัจจุบัน

4.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

4.3.1 วิธีการผลิตลูกผสม

การผลิตลูกผสมที่ปฏิบัติการอยู่ในโครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปัจจุบัน คือการใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน (genetic male sterility) สายพันธุ์ใดที่มียีโนไทพ์ msms ก็จะเป็นหมัน ในการผลิตลูกผสมใช้เป็นพันธุ์แม่ (เรียก A line) พันธุ์พ่อ (เรียก C line) มียีโนไทพ์ MsMs จะได้ลูกผสม Msms กระบวนการผลิตลูกผสมแสดงไว้ในรูปที่ 1

4.3.2 การผลิตลูกผสม

การคัดเลือกคู่ผสมจากการทดสอบโดยใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมด ได้ทำการทดสอบสายพันธุ์ทานตะวันในการทดลองครั้งที่ 1 นำผลการวิเคราะห์ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน สามารถเลือกคู่ผสมได้ 4 ชุด คือลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ให้ sca ผลผลิตสูง ให้ sca เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และลักษณะต้นและดอกดี ได้ทำการผลิตลูกผสมจากคู่ผสมเหล่านั้นเพื่อนำไปทดสอบต่อไป การผลิตลูกผสมใช้การเป็นหมันของดอกตัวผู้ที่ควบคุมโดยยีน การใช้สายพันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่ดูจากผลการทดสอบ (ตารางที่ 1)

4.3.3 การทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์

1. วัสดุ

(1) เมล็ดพันธุ์ทานตะวัน ลูกผสมต่าง ๆ จำนวน 15 คู่

(2) ปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15

(3) สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดแมลงมาลาไทออน (malathion) (Active Ingredient : diethyl succinate 83 % W/V E.C.) และสารป้องกันกำจัดวัชพืชก่อนงอก alachlor (Active Ingredient : 2-chloro-2-6-diethyl-N-acetanilide 48 % W/V E.C.)

(4) ถุงกระดาษขนาดต่าง ๆ สำหรับคลุมดอกทานตะวันและการเก็บเกี่ยว

(5) วัสดุอื่น ๆ

2. สถานที่และเวลาที่ทำการทดลอง

ปลูกทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ผลผลิตใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เริ่มการผสมพันธุ์ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2547 และปลูกทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2547 และ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2547

3. การทดสอบพันธุ์ทานตะวัน

3.1 พันธุ์ทานตะวัน

พันธุ์ทานตะวันที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสม ทำการผสมโดยใช้ต้นแม่ที่มียีนควบคุมการเป็นหมัน วิธีการผลิตลูกผสมแสดงไว้ในรูปที่ 1 การทดสอบทานตะวันลูกผสมใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block (RCB) มี 3 ซ้ำ แต่ละแปลงย่อยมี 3 แถว ๆ ยาว 5 เมตร ปลูกทานตะวันลูกผสมเดี่ยวทั้ง 15 พันธุ์ มีพันธุ์แปซิฟิก 33 แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ดังนี้

3.2 การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงทดลองโดยใช้การไถตากดินเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นไถแปรเพื่อให้ก้อนดินมีขนาดเล็กลงรวมทั้งเป็นการกำจัดวัชพืช ตากดินไว้เป็นเวลา 15 วัน จึงทำการไถพรวนและปรับพื้นที่ ก่อนปลูกรองพื้น โดยการหว่านปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และ

โรยฟูราดานเพื่อป้องกันแมลง การปลูกแต่ละแปลงย่อยปลูก 3 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ระหว่างต้น 25 เซนติเมตร โดยหยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด หลังปลูกทำการกลบหลุมลึกประมาณ 3-7 เซนติเมตร หลังจากกลบหลุมแล้วฉีดสารเคมีอะลาคลอร์ (alachlor) 500-600 ซีซี ต่อน้ำ 60 ลิตร เพื่อควบคุมวัชพืช หลังปลูก 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน โรยปุ๋ย N-P-K สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืชแล้วพูนโคน สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงใช้มาลาไทออน (malathion) อัตรา 300-500 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในระยะต้นกล้า

3.3 การบันทึกข้อมูล

(1) อายุดอกบาน บันทึกข้อมูลอายุดอกแรกบานที่ระยะ R5 ตามรายงานของ Schneiter และ Miller (1981) ซึ่งเป็นระยะที่ดอกภายในจานดอกทานตะวัน (disc flower) เริ่มบาน และมีก้านชูละอองเกสรโผล่ออกมาประมาณ 2 แถววงนอกของจานดอก

(2) ความสูงของลำต้น วัดเป็นเซนติเมตรจากพื้นดินถึงคอดอกจากทานตะวันที่ระยะ R8 ซึ่งเป็นระยะที่ลำต้นพัฒนาเต็มที่ คอดอกโค้ง และดอกเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อน โดยสุ่มวัด 10 ต้นทั้ง 3 แถว ของทั้งแปลงแล้วหาค่าเฉลี่ย

(3) บันทึกรูปทรงของดอก พิจารณารูปทรงของดอกที่มีลักษณะสมส่วน นูน สวยงาม ให้คะแนน 1 - 5 โดยที่ 5 มีลักษณะที่ดีและสมส่วนที่สุด, 1 มีลักษณะไม่ดีที่สุด โดยใช้พันธุ์แปซิฟิก 33 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (โดยให้คะแนนตามมาตรฐานการประเมิน)

(4) บันทึกความสม่ำเสมอของความสูง การออกดอกและขนาดดอก พิจารณาจากความสม่ำเสมอ ให้คะแนน 1 - 5, โดยที่ 1 ลักษณะต่ำสุด, 5 ลักษณะสม่ำเสมอที่สุด โดยที่พันธุ์แปซิฟิก 33 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

(5) คะแนนรูปทรงของคอดอก คอดอกแข็งแรง ไม่หักเมื่อสุก มีคะแนน 1 - 5, โดยที่ 1 คออ่อนและหักมาก, 5 คอแข็งและไม่หักเลย ไม่มีพันธุ์มาตรฐานเพราะพันธุ์แปซิฟิก 33 มีคอดอกหักมาก

(6) ทิศทางของดอก ลักษณะที่ดอกบานไปในทิศทางเดียวกันมีคะแนน 1 - 5, 1 ลักษณะที่ไม่มีระเบียบที่สุด, 5 ลักษณะที่มีระเบียบที่สุด

(7) เปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดของดอก วัดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเซนติเมตร โดยวัดส่วนที่เมล็ดลีบ ผสมไม่ติด ซึ่งจะอยู่ส่วนกลางของจานดอก และหารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางดอกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

(8) ขนาดดอก วัดเป็นเซนติเมตร โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางตามความโค้งของดอก

(9) ขนาดเมล็ด วัดขนาดเมล็ดโดยชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเป็นกรัมจากตัวอย่าง 3 ซ้ำต่อแปลง แล้วหาค่าเฉลี่ย

(10) การเก็บเกี่ยวและการประเมินผลผลิต การวัดผลผลิตกระทำโดยการเก็บเกี่ยวต้นที่มีการแข่งขันทั้ง 3 แถว ก่อนเก็บเกี่ยวตัดต้นหัวแถวและท้ายแถวออกจากแถวทุกแถว วัดความยาว

ของทุกแถว นับจำนวนดอก เก็บเกี่ยวดอกรวบรวมลงในถุงเดียวกัน ตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน นวดแล้วทำการชั่งน้ำหนักเฉพาะเมล็ด ทำการวัดความชื้นเมล็ดโดยใช้เครื่อง Dole Model 400B Moisture Tester แล้วปรับความชื้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{A}{1,000} \times \frac{1,600}{B} \times \frac{88}{100 - C}$$

A = ผลผลิต (กรัม/แปลง); B = พื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นตารางเมตร; C = เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่วัดได้

3.4 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันของเมล็ดทานตะวัน

(1) นำเมล็ดทานตะวันไปบดให้ละเอียด แล้วนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้ว 1.5 กรัมด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด ทศนิยมไม่ต่ำกว่า 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

(2) อบ beaker ที่ 105 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกัน ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่ง beaker ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด ทศนิยมไม่ต่ำกว่า 3 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

(3) ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้วด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียดแล้ว ห่อด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากไขมันพับใส่ใน extraction thimble เพื่อทำการสกัดหาปริมาณไขมันต่อไป

(4) เทตัวทำละลาย ในที่นี้ใช้ Petroleum ether 140 มิลลิลิตร ลงใน beaker นำ extraction thimble ประกอบเข้ากับ holder วางลงใน beaker แล้วนำไปสกัดหาปริมาณไขมันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่น S306 AK

(5) เมื่อทำการสกัดไขมันเสร็จสิ้นแล้ว นำ beaker มาทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบความชื้นสักครู่ จึงนำ beaker ไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น จากนั้นนำออกมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน}^{*} = \frac{\text{น้ำหนัก beaker ครั้งหลัง} - \text{น้ำหนัก beaker ครั้งแรก}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}} \times 100$$

* การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน มี 2 วิธี คือ

1. นำเมล็ดทานตะวันไปแกะเปลือกก่อนทำการบด แล้วนำเฉพาะ kernel ไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ด แล้วจึงนำเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันรวมของเมล็ดทั้งหมด

2. ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบไม่แยกเปลือก โดยการบดทั้งเมล็ด

3.5 การวิเคราะห์ผล

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT 4.0 for Window และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยมีแบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์สำหรับแผนการทดลองแบบ RCB ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อให้ i = 1, 2,……., t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2,……., n (n = จำนวนซ้ำ)

Y_{ij} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

α = ผลของทรีตเมนต์

β = ผลของซ้ำ

ε = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

และทำการวิเคราะห์ร่วม (combined analysis) โดยมีแบบจำลองการทดลองทางคณิตศาสตร์แผนการทดลองแบบสำหรับการวิเคราะห์ร่วม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2545) โดยกำหนดให้ทรีทเมนท์ (พันธุ์ทานตะวัน) เป็นปัจจัยคงที่

$$Y_{ijk} = \mu + E_k + B_j + T_i + (ET)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อให้ i = 1, 2,……., t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2,……., n (n = จำนวนซ้ำ)

k = 1, 2,……., e (e = จำนวนสภาพแวดล้อม)

Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j ในสภาพแวดล้อม k

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

E = ผลของสภาพแวดล้อม

B = ผลของซ้ำ/ภายในสภาพแวดล้อม

T = ผลของทรีตเมนต์

(ET) = ปฏิกิริยาระหว่างสภาพแวดล้อมกับทรีตเมนต์

ε = ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2545) ดังนี้

(1) สหสัมพันธ์ลักษณะภายนอกระหว่างลักษณะ x และ y

$$r_{ph(xy)} = \frac{\sigma_{ph(xy)}}{\sqrt{(\sigma^2_{ph(x)})(\sigma^2_{ph(y)})}}$$

(2) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ x และ y

$$r_{g(xy)} = \frac{\sigma_{g(xy)}}{\sqrt{(\sigma^2_{g(x)})(\sigma^2_{g(y)})}}$$

เมื่อให้ $\sigma_{ph(xy)}$ = โควาเรียนซ์ของลักษณะภายนอกของลักษณะ x และ y

$\sigma_{g(xy)}$ = โควาเรียนซ์ของพันธุกรรมของลักษณะ x และ y

$\sigma^2_{ph(x)}$ = วาเรียนซ์ของลักษณะภายนอกของลักษณะ x

$\sigma^2_{ph(y)}$ = วาเรียนซ์ของลักษณะภายนอกของลักษณะ y

$\sigma^2_{g(x)}$ = วาเรียนซ์ของพันธุกรรมของลักษณะ x

$\sigma^2_{g(y)}$ = วาเรียนซ์ของพันธุกรรมของลักษณะ y

ทำการวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะทางเกษตรที่สำคัญต่อผลผลิต (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2545) ดังนี้

(1) ความสัมพันธ์ของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต

$$y = x_1 + x_2 + x_3$$

(2) สัมประสิทธิ์เส้นทาง

$$P^2 + Q^2 + R^2 = 1$$

(3) วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต

(4) ทำการวิเคราะห์ขนาดของผลทางตรงและทางอ้อมของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต ดังนี้

$$r(x_1, y) = P + r(x_1, x_2)Q + r(x_1, x_3)R$$

$$r(x_2, y) = r(x_2, x_1)P + Q + r(x_2, x_3)R$$

$$r(x_3, y) = r(x_3, x_1)P + r(x_3, x_2)Q + R$$

เมื่อให้

y = ลักษณะผลผลิต

x_1 = ลักษณะทางเกษตรลักษณะที่ 1

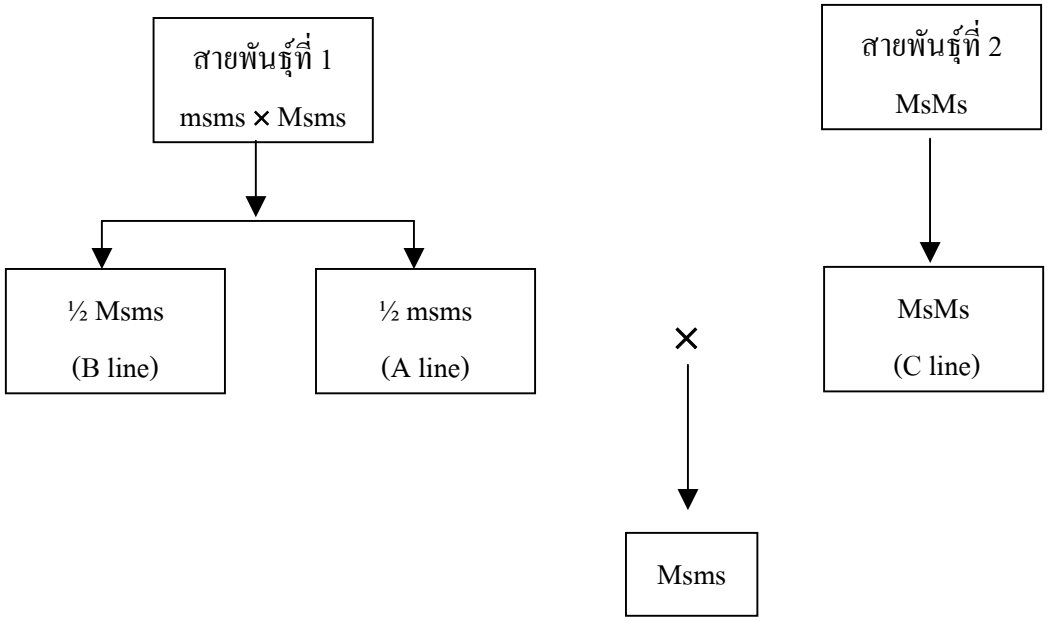
x_2 = ลักษณะทางเกษตรลักษณะที่ 2

x_3 = ลักษณะทางเกษตรลักษณะที่ 3

P = ผลทางตรงของลักษณะที่ 1 ต่อผลผลิต y

Q = ผลทางตรงของลักษณะที่ 2 ต่อผลผลิต y

R = ผลทางตรงของลักษณะที่ 3 ต่อผลผลิต y



รูปที่ 1. วิธีการผลิตลูกผสมเดี่ยวโดยใช้ gms (ผสมระหว่าง A - line และ B - line) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2547)

ตารางที่ 1. คู่ผสมที่คัดเลือกจากผลการทดสอบ และดำเนินการทดสอบพันธุ์เรียบร้อยแล้ว[1]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิตสูง	เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง	sca ผลผลิตสูง	sca เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง	คอดอก	ความสม่ำเสมอ
1	008A×017A	/	/	/	/	/	
2	008A×021A	/		/		/	/
3	008A×022A	/				/	/
4	008A×023A		/		/	/	/
5	008A×027A	/	/		/	/	
6	014A×008A	/	/	/	/	/	
7	014A×017A		/	/	/	/	/
8	014A×021A		/		/	/	
9	014A×027A	/		/		/	/
10	017A×021A					/	/
11	021A×008A		/		/		
12	021A×022A		/		/	/	
13	022A×023A	/		/		/	
14	023A×021A		/		/		/
15	027A×014A		/		/	/	/

[1] การผสมนี้กระทำโดยใช้การเป็นหมันที่ควบคุมโดยยีน (genetic male sterility) คือใช้ A line (msms) ผสมกับ C line (MsMs)

4.4 ผลการทดลอง และการอภิปรายผล

4.4.1 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม

การวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 สถานที่ทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 2 ลูกผสมเดี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติ ในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน ขนาดเมล็ด ขนาดดอก ความสูง และคะแนนรูปทรงดอก พันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะความสูง คะแนนรูปทรงดอก คอดอก ความสม่ำเสมอ และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด ลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันทางสถิติในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน คะแนนรูปทรงดอก ความสม่ำเสมอ ทิศทางการหันและเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดส่วนปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์และสถานที่ทดลองพบในบางลักษณะ ได้แก่ ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก และความสูง ส่วนอายุดอกบาน ขนาดเมล็ด คะแนนรูปทรงดอก คอดอก ความสม่ำเสมอ และทิศทางการหัน ไม่มีผลของสถานที่ทดลองมาเกี่ยวข้อง การวิเคราะห์วาเรียนซ์ของแต่ละสถานที่ทดลองแสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1 ข. และ 2 ข. จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในสถานที่ทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ตารางภาคผนวกที่ 1 ข.) พบว่า ลูกผสมเดี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติ ในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด ขนาดดอก ความสูง คะแนนรูปทรงดอกและคอดอก พันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ความสูง คะแนนคอดอก และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด ลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันทางสถิติในลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด คะแนนความสม่ำเสมอ ทิศทางการหัน และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด และจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในสถานที่ทดลองศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ตารางภาคผนวกที่ 2 ข.) พบว่า ลูกผสมเดี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติ ในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน ขนาดเมล็ด ขนาดดอก ความสูง คะแนนรูปทรงดอก และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด พันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก คะแนนคอดอก และความสม่ำเสมอ ลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันทางสถิติในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน ความสูง คะแนนรูปทรงดอก และทิศทางการหัน

4.4.2 ค่าเฉลี่ยและลักษณะต่าง ๆ

ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3

1. ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ผลการทดลอง 2 พื้นที่ พบว่า ลูกผสมมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตตั้งแต่ 386 - 639 กิโลกรัมต่อไร่ คู่ผสม 008A×022A ให้ผลผลิตสูงที่สุดในกลุ่มลูกผสม คือ 639 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ไพโอเนียจัมโบ้เป็นพันธุ์ให้ผลผลิตสูงที่สุดในพันธุ์เปรียบเทียบ คือ 467 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์แปซิฟิก 33 ให้ผลผลิต 435 และ 402 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด มีคู่ผสมถึง 5 คู่ ได้แก่ 008A×022A, 008A×023A , 008A×027A , 014A×008A และ 021A×008A ให้ผลผลิต 639, 602, 548, 552 และ 573 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ เมื่อแยก

ผลผลิตเฉลี่ยของลูกผสม และพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ย 485 กก./ไร่ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเฉลี่ย 435 กก./ไร่ ซึ่งลูกผสมแตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีลูกผสมเดี่ยวคู่ใดเลยที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าอย่างแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์

เปอร์เซ็นต์น้ำมันของลูกผสมเดี่ยวแสดงไว้ในตารางที่ 3 คู่ผสม 014A×008A ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุดในกลุ่มลูกผสม คือ 41.78 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้เป็นพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุดในพันธุ์เปรียบเทียบ คือ 42.10 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์แปซิฟิก 44 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 41.79 และ 41.73 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่โดยเฉลี่ยแล้วลูกผสมให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบเล็กน้อย แต่มีลูกผสมเดี่ยว 7 คู่ผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์

2. อายุดอกบาน

อายุดอกบานนับจากวันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน ลูกผสมมีอายุดอกบานเฉลี่ยตั้งแต่ 57 - 61 วัน โดย คู่ผสม 014A×008A และ 022A×023A มีอายุดอกบานเร็วที่สุด 57 วัน พันธุ์แปซิฟิก 44 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ดอกบานเร็วที่สุดในพันธุ์เปรียบเทียบ มีอายุดอกบาน 57 วัน เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วทานตะวันลูกผสมที่คัดเลือกแทบทุกชุดมีอายุดอกบานไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ

3. ขนาดเมล็ด

ขนาดเมล็ดวัดโดยชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีลูกผสมถึง 7 คู่ผสมที่มีขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 52.79 กรัม อย่างแตกต่างทางสถิติ และลูกผสมที่เหลือก็ให้ขนาดเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แปซิฟิก 33 คู่ผสม 008A×022A, 008A×027A และ 021A×022A มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุดสามอันดับแรก 64.08, 66.04 และ 64.23 กรัม ตามลำดับ มีขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 57.77 และ 57.19 กรัมตามลำดับ พิจารณาโดยรวมแล้ว ลูกผสมเดี่ยวส่วนใหญ่มีขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้

4. ขนาดดอก

ลูกผสมเดี่ยวทุกชุดมีขนาดดอกเฉลี่ยตั้งแต่ 15.56 - 18.05 เซนติเมตร คู่ผสม 008A×023A มีค่าเฉลี่ยขนาดดอกใหญ่ที่สุด 18.05 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งมีขนาดดอกเฉลี่ย 16.37, 16.67 และ 16.90 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามลูกผสมแทบทั้งหมดมีขนาดดอกไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์

5. ความสูง

ความสูงของลำต้นวัดเป็นเซนติเมตรจากพื้นดินถึงคอดอก ลูกผสมเดี่ยวมีความสูงเฉลี่ยตั้งแต่ 169 - 201 เซนติเมตร คู่ผสม 008A×023A และ 021A×008A ให้ความสูงของลำต้นสูงที่สุด คือ 201 เซนติเมตร พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้ความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดในพันธุ์เปรียบเทียบ คือ 200 เซนติเมตร พันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ และพันธุ์แปซิฟิก 44 ให้ความสูง 193 และ 171 เซนติเมตร ตามลำดับ ลูกผสมเดี่ยวแทบทั้งหมดให้ความสูงของลำต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์

ไพโอเนีย จัมโบ้

6. คะแนนรูปทรงของดอก

ลูกผสมมีค่าเฉลี่ยคะแนนคะแนนรูปทรงของดอกตั้งแต่ 3.10 - 3.70 คะแนน คู่ผสม 008A×022A มีค่าเฉลี่ยคะแนนรูปทรงดอกสูงที่สุด คือ 3.70 คะแนน แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ลูกผสมแทบทั้งหมดมีคะแนนรูปทรงดอกสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งให้คะแนนดอก 2.98 คะแนน และไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งให้คะแนนดอก 3.27 และ 3.36 คะแนน ตามลำดับ

7. คะแนนคอดอก

ลูกผสมมีค่าเฉลี่ยคะแนนคอดอกตั้งแต่ 3.33 - 3.91 คะแนน คู่ผสม 008A×027A มีค่าเฉลี่ยคะแนนคอดอกสูงที่สุด คือ 3.91 คะแนน มีลูกผสม 4 คู่ (จาก 15 คู่) ที่ให้คะแนนคอดอกสูงกว่าแบบแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งให้คะแนนคอดอก 3.00 คะแนน และลูกผสมทั้งหมดให้คะแนนคอดอกไม่มีความแตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ซึ่งให้คะแนนคอดอก 3.91 และ 3.33 คะแนน ตามลำดับ

8. คะแนนความสม่ำเสมอของความสูงและคะแนนทิศทางการหันของดอก

ลูกผสมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสม่ำเสมอของความสูงตั้งแต่ 2.83- 3.58 คะแนน คู่ผสม 008A×017A มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสม่ำเสมอของความสูงสูงที่สุด คือ 3.58 คะแนน มีลูกผสมถึง 9 คู่ที่ไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งมีคะแนน 3.83 และ 3.75 ตามลำดับ และลูกผสมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสม่ำเสมอของความสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 ซึ่งมีค่า 3.08 คะแนน

พิจารณาคะแนนทิศทางการหันของดอก ลูกผสมมีค่าเฉลี่ยคะแนนทิศทางการหันของดอกตั้งแต่ 2.75 - 3.58 คะแนน คู่ผสม 021A×022A มีค่าเฉลี่ยคะแนนทิศทางการหันของดอกสูงที่สุด คือ 3.58 คะแนน ลูกผสมแทบทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยคะแนนคะแนนทิศทางการหันของดอกต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งมีคะแนน 4.00 และ 3.75 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามมีลูกผสม 6 คู่ที่ไม่มีความแตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้งหมด และลูกผสมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยคะแนนทิศทางการหันของดอกไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 ซึ่งมีคะแนน 3.33 คะแนน

9. เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด

เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าพันธุ์เหล่านั้นเป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการผสมข้ามของทานตะวัน หากมีเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดสูง แสดงว่าพันธุ์นั้น มีเมล็ดลีบอยู่มาก ซึ่งจะทำให้ผลผลิตน้อยลงไปด้วย ลูกผสมทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเฉลี่ยตั้งแต่ 1.11-8.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคู่ผสมที่มีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำสุด คือ 008A×027A มีค่า 1.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลูกผสม 14 จาก 15 คู่ผสม ให้เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำกว่าอย่างแตกต่างทางสถิติพันธุ์แปซิฟิก 33 ซึ่งมีค่า 11.49 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นคู่ผสม 022A×023A ซึ่งมีค่า 8.47เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามลูกผสมทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทุกพันธุ์

10. อภิปรายและสรุป

10.1 ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

จากการเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างลูกผสมกับพันธุ์เปรียบเทียบ คือ พันธุ์แปซิฟิก 33 แปซิฟิก 44 ไพโอเนียจัมโบ้ มีลูกผสม 5 ชุดจาก 15 ชุดที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คู่ผสมที่เหลือก็ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อพิจารณาจากการทดลองครั้งที่ 1 (กิตติ สัจจาวัฒนาและไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548) พบว่าลูกผสมที่พัฒนาขึ้นให้ผลผลิตเฉลี่ยในทำนองเดียวกันคือสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งแสดงว่าลูกผสมเหล่านี้มีศักยภาพพอที่จะพัฒนาเป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไปได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลผลิต คู่ผสมที่น่าสนใจ ได้แก่ คู่ผสมชุด 008A × 022A, 008A × 023A, 008A × 027A, 014A × 008A และ 021A × 008A ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ในการทดลองครั้งนี้พบว่าคู่ผสมแทบทั้งหมดให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่เป็นพันธุ์ลูกผสมที่จำหน่ายเป็นการค้าและได้รับความนิยมในปัจจุบัน การทดลองครั้งนี้พันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ให้ผลผลิตเฉลี่ย 402, 435 และ 467 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของบริษัทแปซิฟิกเมล็ดพันธุ์จำกัด ที่รายงานลักษณะประจำพันธุ์ว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 มีผลผลิตต่อไร่ประมาณ 350 และ 425 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สุขเกษม จิตรสิงห์, 2543)

น้ำมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทานตะวัน จัดเป็นเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันที่สำคัญที่สุดรองจากผลผลิต (Fick and Milller, 1997) ในการทดลองครั้งนี้ลูกผสม 7 คู่ (จาก 15 คู่) ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ และเมื่อพิจารณาลูกผสมจากการทดลองที่ 1 พบว่าลูกผสมให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันไปในทิศทางเดียวกันคือไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งจัดเป็นความสำเร็จของการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากสายพันธุ์ที่นำมาผลิตลูกผสมเป็นสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และในการทดลองครั้งนี้ลูกผสมให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสอดคล้องกับการทดลองอื่น ๆ ซึ่งกระทำในปลายฤดูฝน หรือต้นฤดูแล้งพบว่า พันธุ์แปซิฟิก 33 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 39.00 - 41.00 เปอร์เซ็นต์ (Satjawattana and Laosuwan, 2002; ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2544) และรายงานลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันประมาณ 40, 42 และ 41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุขเกษม จิตรสิงห์, 2543)

เมื่อพิจารณาผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะอื่น ๆ แล้ว คู่ผสมชุด 014A × 008A จัดว่าเป็นคู่ผสมที่มีศักยภาพที่สุด เนื่องจากเป็นคู่ผสมที่ให้ทั้งผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์และยังมีคู่ผสมที่น่าสนใจอีก เช่น คู่ผสม 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 017A, 014A × 027A และ 017A × 021A ที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ

การที่ลูกผสมที่คัดเลือกส่วนใหญ่มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์นับว่าเป็นความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ โดยการคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

สูง และผ่านการทดสอบสมรรถนะการรวมตัว มาผลิตลูกผสมเดี่ยว ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติที่ดีของสายพันธุ์ตกทอดไปยังลูกผสมอย่างชัดเจน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานที่ว่าหากนำสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบว่ามีสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปสูง มาผลิตลูกผสมจัดเป็นการเพิ่มโอกาสประสบผลสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ (Rojas and Sprague, 1952)

10.2 อายุดอกบาน

ในพืชหลายชนิดใช้อายุดอกบานเป็นตัวชี้การเป็นพันธุ์หนักหรือพันธุ์เบา ซึ่งจากการทดลองทั้ง 2 สถานที่ทดลอง พบว่า อายุดอกบานเฉลี่ยของลูกผสมไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ และส่วนใหญ่มีอายุดอกบานช้ากว่าพันธุ์แปซิฟิก 44 ซึ่งอายุดอกบานของพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบ เฉลี่ย 57-61 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองอื่นพบว่ามีผลสอดคล้องกัน ดังเช่น การเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันการค้าที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท พบว่า ทานตะวันลูกผสมที่วางจำหน่ายเป็นการค้าในปัจจุบัน 12 พันธุ์ มีอายุดอกบาน อยู่ระหว่าง 48-62 วัน (กัลยา วิธี และคณะ, 2544)

10.3 ขนาดเมล็ดและขนาดดอก

ในทานตะวันขนาดเมล็ดและขนาดดอก เป็นลักษณะที่มีความสหสัมพันธ์ในแบบบวกกับผลผลิต (Fick, 1978; Skoric, 1982) ในการทดลองครั้งนี้มีคู่ผสม 3 คู่ที่ให้ขนาดเมล็ด โตกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ และมีคู่ผสม 7 คู่ที่ให้ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดเมล็ดได้แก่ ฤดูปลูก ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณน้ำฝนและการระบาดของโรคแมลง (เสาวคนธ์ ขุนนวล และคณะ, 2544) ส่วนขนาดดอก ลูกผสมเดี่ยวทั้งหมดให้ขนาดดอกไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย อื่น ๆ ที่พบว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 มีขนาดดอกอยู่ระหว่าง 11- 16 เซนติเมตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดดอกได้แก่ อัตราปลูก และปุ๋ยเคมี (กัลยา วิธี และคณะ, 2544; เสาวคนธ์ ขุนนวล และ คณะ, 2544; ไพโรจน์ พันธุ์พฤกษ์ และคณะ, 2544) และรายงานลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ มีขนาดดอกประมาณ 18-20 เซนติเมตร (สุขเกษม จิตรสิงห์, 2543)

10.4 ความสูงของลำต้น

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าความสูงของลำต้นของลูกผสมไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม ลูกผสมทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะให้ต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 การปรับปรุงพันธุ์ครั้งนี้มีเป้าหมายให้ได้พันธุ์ที่ต้นเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 เนื่องจากในประเทศไทยใช้การเก็บเกี่ยวด้วยมือ (กิตติ สัจจาวัฒนา, 2544) ซึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในสหรัฐอเมริกาและยุโรป จะคัดเลือกลูกผสมที่มีความสูงประมาณ 150-200 เซนติเมตร (Skoric, 1978) นอกจากนี้ลูกผสมที่มีลำต้นเตี้ยยังมีความต้านทานเนื่องจากลมและฝนได้ด้วย (Fick *et al*., 1985) ลูกผสมเดี่ยวมีคู่ผสม 8 คู่ที่ให้ความสูงอยู่ระหว่าง 169 -186 เซนติเมตร เตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และทั้งหมดให้ความสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อพิจารณาการทดลองครั้งที่ 1 (กิตติ สัจจาวัฒนาและไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548)พบว่า ให้ผลสอดคล้องกัน คือลูกผสมที่พัฒนาขึ้นให้ความสูงเฉลี่ยเตี้ยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33

10.5 รูปทรงของดอกและคอดอก

คะแนนรูปทรงของดอกเป็นลักษณะที่แสดงถึงรูปทรงดอกที่ดีสมส่วน มีขนาดดอกโต และมีอัตราการติดเมล็ดสูง และคะแนนคอดอกเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของลำต้นบริเวณส่วนคอดอก จัดว่าเป็นลักษณะที่ต้านทานการหักล้ม หากมีคะแนนสูงหมายถึงพันธุ์เหล่านี้มีลักษณะต้านทานการหักล้ม ถึงแม้จะมีดอกขนาดใหญ่ก็ตาม ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะเป็นลักษณะที่จะทำให้ผลผลิตสูง ในการทดลองครั้งนี้พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่มีคะแนนรูปทรงดอกและคอดอกสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบอื่น ถ้าหากว่าลักษณะอื่น เหมาะสม เช่น ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ก็สามารถพัฒนาเป็นพันธุ์ส่งเสริมได้

10.6 คะแนนความสม่ำเสมอและทิศทางการหันของดอก

คะแนนความสม่ำเสมอพิจารณาจากความสม่ำเสมอในการออกดอก ขนาดดอกและความสูง การออกดอกพร้อมกันและมีความสูงเท่า ๆ กัน นอกจากจะทำให้มีความสวยงามแล้ว ยังทำให้เก็บเกี่ยวได้ง่าย เพราะทานตะวันจะสุกแก่พร้อมกัน ซึ่งจัดเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่เกษตรกรต้องการ ในการทดลองครั้งนี้มีลูกผสมถึง 9 ชุด จาก 15 ชุดที่ให้คะแนนความสม่ำเสมอไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ส่วนลูกผสมที่เหลือก็ไม่มีคู่ใดเลยที่ให้คะแนนต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอื่น

คะแนนทิศทางการหันของดอกเป็นลักษณะทางเกษตรที่เกิดความสวยงาม สม่ำเสมอกัน และไม่เกิดการบังแสงของดอกในแถวที่ปลูก และจัดเป็นลักษณะที่เพิ่มความดึงดูดแก่นักท่องเที่ยว ในการทดลองครั้งนี้ลูกผสม 6 ชุด จาก 15 ชุด ให้คะแนนความสม่ำเสมอไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 และลูกผสมที่เหลือก็ไม่มีพันธุ์ใดเลยที่ให้คะแนนต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอื่น อย่างไรก็ตามลักษณะเหล่านี้สามารถปรับปรุงต่อไปได้อีก โดยใช้การคัดเลือกสายพันธุ์แบบบันทึกประวัติ (pedigree selection) แล้วคัดเลือกลักษณะที่ต้องการจำนวน 2-5 ครั้ง (Fick and Milller, 1997)

10.7 เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด

ในการทดลองครั้งนี้ลูกผสม 14 คู่จาก 15 คู่ผสมมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดน้อยกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และมี 7 คู่ผสมมีเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดน้อยกว่าพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ และทั้งหมดไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 แสดงให้เห็นว่าลูกผสมมีความสามารถในการผสมติดสูง เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าลูกผสมเหล่านั้น มีความสามารถในการผสมข้าม ทำให้มีเมล็ดติดทั้งดอก หากมีเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติดสูง แสดงว่าพันธุ์นั้น ๆ มีเมล็ดลีบอยู่มากซึ่งจะทำให้ผลผลิตน้อยลงไปด้วย

ตารางที่ 2. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	คะแนนรูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	คะแนนการหัน	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Locations (L)	1	365,050.01**	0.23	277.12**	1,250.72**	95.49**	1,378.96**	4.30**	0.11	0.84	1.33*	8.47
Rep/Location	4	6,941.37	4.35	2.87	67.47**	1.58**	276.09*	0.06	0.49*	0.37	0.32	24.55*
Entries (E)	17	28,878.50**	19.96**	9.52**	115.59**	2.55**	524.81**	0.19**	0.31	0.45**	0.62*	37.11**
Hybrid (H)	14	31,459.90**	16.78**	9.24**	129.45**	3.03**	444.57**	0.18**	0.174	0.27	0.30	20.62
Check (C)	2	6,396.75	0.24	6.72	44.42	0.45	1,348.26**	0.24*	1.29**	1.01*	0.68	61.21**
H vs C	1	37,702.40**	103.95**	19.04**	63.89	0.03	1.28	0.23*	0.25	1.80**	4.92**	219.84**
E x L	17	13,027.60**	23.37**	3.29	23.51	1.87**	198.72*	0.08	0.17	0.17	0.19	11.84
H x L	14	12,146.90**	24.82**	1.99	26.22	1.79**	115.02	0.09	0.199	0.14	0.20	9.48
C x L	2	22,207.94**	23.08**	5.72	3.47	2.41**	684.45**	0.01	0.0138	0.26	0.09	4.53
H vs C x L	1	6,996.72	3.63	16.63*	25.64	1.93	399.02*	0.14	0.0764	0.46	0.21	59.53*
Pooled error	68	3,951.46	2.24	2.57	18.04	0.56	94.66	0.06	0.18	0.21	0.29	8.59
CV (%)		12.94	3.37	2.76	7.32	4.42	5.15	6.91	12.25	14.07	16.74	55.25

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 พื้นที่ [(1)]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)
1	008A × 017A	428 ef	41.47 a	58 bcde	51.39 fg	16.85 bcde	181 ef
2	008A × 021A	485 cde	40.84 abc	60 abc	55.28 cdefg	16.41 def	196 abc
3	008A × 022A	639 a	35.33 e	60 ab	64.08 ab	17.65 abc	196 abc
4	008A × 023A	602 ab	38.06 d	59 abcd	56.89 cdef	18.05 a	201 ab
5	008A × 027A	548 bcd	39.05 bcd	59 bcde	66.04 a	17.71 ab	186 cde
6	014A × 008A	552 bc	41.78 a	57 de	60.51 bc	17.28 abcd	182 def
7	014A × 017A	473 de	40.45 abcd	58 bcde	56.91 cdef	16.42 def	183 cdef
8	014A × 021A	386 f	40.24 abcd	58 bcde	54.56 defg	15.56 f	180 efg
9	014A × 027A	436 ef	39.47 abcd	60 ab	61.01 abc	16.32 def	184 cdef
10	017A × 021A	441 ef	40.21 abcd	60 ab	50.73 g	16.12 ef	190 abcde
11	021A × 008A	573 ab	38.57 cd	61 a	57.95 bcd	16.30 cde	201 a
12	021A × 022A	418 ef	38.10 d	61 a	64.23 ab	16.13 ef	188 bcde
13	022A × 023A	445 ef	39.01 bcd	57 de	60.45 bc	16.20 ef	169 g
14	023A × 021A	460 ef	37.81 d	60 ab	55.81 cdefg	17.07 bcde	195 abcd
15	027A × 014A	438 ef	37.84 d	59 abcd	53.84 efg	16.30 def	186 cde
16	Pacific 33	402 ef	41.79 a	59 ef	52.79 efg	16.37 def	200 ab
17	Pacific 44	435 ef	41.73 a	57 e	57.77 cde	16.76 bcde	171 fg
18	Pioneer Jumbo	467 ef	42.10 a	59 bcde	57.19 cde	16.90 bcde	193 abcde
	ค่าเฉลี่ย	476	39.66	59	57.64	16.69	188
	ลูกผสม	485	39.22	59	57.98	16.69	188
พันธุ์เปรียบเทียบ		435	41.87	58	55.92	16.68	188

[(1)] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบไม่แยกเปลือก โดยการบดทั้งเมล็ด

ตารางที่ 3. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	คะแนนรูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	คะแนนการหัน (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A × 017A	3.45 abc	3.41 ab	3.58 abc	3.33 abcd	6.07 bcd
2	008A × 021A	3.19 cde	3.50 ab	3.00 cd	3.08 bcd	6.08bcd
3	008A × 022A	3.70 a	3.50 ab	3.25abcd	3.08 bcd	1.99 f
4	008A × 023A	3.48 abc	3.58 ab	2.83 d	2.83 cd	4.56 cdef
5	008A × 027A	3.60 ab	3.91 a	3.08 cd	3.00 bcd	1.11 ef
6	014A × 008A	3.48 abc	3.67 a	3.33 abcd	3.41 abcd	3.58 def
7	014A × 017A	3.27 cde	3.33 ab	3.08 cd	3.00 bcd	5.95 bcde
8	014A × 021A	3.30 bcd	3.41 ab	3.33 abcd	3.25 bcd	3.51 def
9	014A × 027A	3.32 bcd	3.58 ab	3.25 abcd	3.00 bcd	6.08 bcd
10	017A × 021A	3.22 cde	3.58 ab	2.83 d	2.75 d	4.71 bcdef
11	021A × 008A	3.60 a	3.67 a	3.25 abcd	3.33 abcd	4.45 bcde
12	021A × 022A	3.22 cde	3.83 a	3.50 abc	3.58 abc	5.04 bcde
13	022A × 023A	3.10 de	3.41 ab	3.33 abcd	3.33 abcd	8.47 abc
14	023A × 021A	3.29 bcde	3.33 ab	3.25 abcd	3.33 abcd	2.77 def
15	027A × 014A	3.30 bcd	3.50 ab	3.16 bcd	2.91 cd	4.56 cdef
16	Pacific 33	2.98 e	3.00 b	3.83 a	4.00 a	11.49a
17	Pacific 44	3.27 cde	3.91 a	3.08 cd	3.33 abcd	5.12 bcde
18	Pioneer Jumbo	3.36 bcd	3.33 ab	3.75 ab	3.75 ab	8.66 ab
	ค่าเฉลี่ย	3.34	3.53	3.26	3.24	5.23
	ลูกผสม	3.36	3.55	3.20	3.15	4.59
พันธุ์เปรียบเทียบ		3.20	3.41	3.55	3.69	8.42

(1) ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

.4.3 สหสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรม (phenotypic and genotypic correlation)

1. ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรม

สหสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทางเกษตรที่สำคัญในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ แสดงไว้ในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีพบว่า ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกของผลผลิตมีสหสัมพันธ์แบบบวกกับลักษณะขนาดเมล็ด ขนาดดอก และความสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.3860, 0.8354 และ 0.4995 ตามลำดับ) และในความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมพบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์แบบบวกกับลักษณะอายุดอกบาน ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และความสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.3590, 0.4405, 0.8905 และ 0.6509 ตามลำดับ) ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวก กับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.4930) และพบว่ามีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะอายุดอกบานและขนาดเมล็ด (-0.5390 และ -0.3290 ตามลำดับ) อายุดอกบานมีสหสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกแบบบวกกับลักษณะความสูง (0.4641) และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะความสูง และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.9990 และ 0.3866 ตามลำดับ) ขนาดเมล็ดพบว่า มีสหสัมพันธ์ทั้งทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.3510 และ -0.7280 ตามลำดับ) ขนาดดอกพบว่า มีสหสัมพันธ์ทั้งทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะความสูง (0.4634 และ 0.7128 ตามลำดับ) และความสูงพบว่ามีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.6826)

ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติพบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกแบบบวกกับลักษณะขนาดเมล็ด และขนาดดอก อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (0.4543 และ 0.6588 ตามลำดับ) และมีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะขนาดเมล็ด และขนาดดอก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (0.4085 และ 0.8412 ตามลำดับ) และมีสหสัมพันธ์แบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.4850) ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.4399) และพบว่ามีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะอายุดอกบาน (-0.3760 ตามลำดับ) อายุดอกบานพบว่า มีสหสัมพันธ์ทั้งทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะความสูง (0.5911 และ 0.8734) และมีสหสัมพันธ์ทั้งทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.3420 และ -0.6971 ตามลำดับ) ขนาดเมล็ดพบว่า มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะขนาดดอก(0.5036) ขนาดดอกพบว่า มีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.7082) และความสูงพบว่ามีสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.8640)

2. อภิปรายและสรุป

ความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน โดยเฉพาะระหว่างผลผลิตกับลักษณะทางเกษตรที่สำคัญ หรือระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันกับลักษณะทางเกษตร จัดเป็นคุณสมบัติที่ต้องศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตหรือเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวัน ซึ่งจัดเป็นลักษณะสำคัญที่สุดที่เป็นจุดประสงค์หลักในการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน (Fick and Miller, 1997; Fick *et al*., 1974) ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทั้งทางลักษณะภายนอกและทางพันธุกรรมในแบบบวกกับลักษณะขนาดเมล็ด และขนาดดอก ทั้ง 2 สถานที่ทดลอง แสดงถึงความสัมพันธ์กันที่อาจนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง โดยอาจคัดเลือกโดยใช้ลักษณะเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ซึ่งมีรายงานวิจัยสนับสนุนว่าพบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์แบบบวกกับขนาดเมล็ดและขนาดดอก (Fick, 1978; Skoric,1982) และพบว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันและเปอร์เซ็นต์การผสมไม่ติด ซึ่งแสดงว่าเป็นความสัมพันธ์แบบผกผันกลับกับลักษณะเหล่านี้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมาซึ่งพบว่าหากลูกผสมใดมีผลผลิตสูงมักจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ (Satjawattana and Laosuwan, 2002) ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่ามีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบลบกับลักษณะอายุดอกบาน และขนาดเมล็ด และมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบบวกกับลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดซึ่งมีรายงานการวิจัยยืนยันว่าลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีความสัมพันธ์แบบไม่ชัดเจนกับลักษณะผลผลิต อายุดอกบาน ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และขนาดเมล็ด (Putt, 1943)

4.4.4 การวิเคราะห์เส้นทาง (path coefficient) ของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต

1. การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต

สัมประสิทธิ์เส้นทางของผลทางตรงและทางอ้อมของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต แสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะขนาดเมล็ดและขนาดดอก (0.4863 และ 0.8204) และมีความสัมพันธ์แบบลบลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันและเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.4764 และ -0.5039) เปอร์เซ็นต์น้ำมันมีผล (สัมประสิทธิ์)ทางตรงแบบลบต่อผลผลิต(-0.1987)และมีผลทางอ้อมแบบลบผ่านทางลักษณะขนาดเมล็ด ขนาดดอก ความสูง และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (-0.1327, -0.0932, -0.1760 และ -0.1142 ตามลำดับ) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะอายุดอกบาน (0.2374) อายุดอกบาน มีผลทางตรงแบบลบต่อผลผลิต (-0.4720) และมีผลทางอ้อมแบบลบผ่านทางลักษณะขนาดดอก (-0.0224) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด ความสูง และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.0999, 0.0347, 0.4466 และ 0.0360) ขนาดเมล็ดมีผลทางตรงแบบบวกต่อผลผลิต (0.3043) และมีผลทางอ้อมแบบลบผ่านทางลักษณะอายุดอกบาน และความสูง (-0.0538 และ -0.0724 ตามลำดับ) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.0866, 0.1382 และ 0.0832) ขนาดดอก มีผลทางตรงแบบบวกต่อผลผลิต (0.3626) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน อายุดอกบาน ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.0511, 0.0293, 0.1159, 0.1797 และ 0.0824) ความสูงมีผลทางตรงแบบบวกต่อ

ผลผลิต (0.6134) และมีผลทางอ้อมแบบลบผ่านทางลักษณะอายุดอกบาน และขนาดเมล็ด (-0.3436 และ -0.0359 ตามลำดับ) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก ความสูงและเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (0.0570, 0.1062, 0.6134 และ 0.0017) เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดมีผลทางตรงแบบลบต่อผลผลิต (-0.2119)และมีผลทางอ้อมแบบลบผ่านทางลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และความสูง (-0.1071, -0.1196, -0.1411 และ -0.0049) และมีผลทางอ้อมแบบบวกผ่านทางลักษณะอายุดอกบาน (0.0087)

2. อภิปรายและสรุป

การวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิต เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะเหล่านี้กับผลผลิต ว่ามีผลทางตรงและทางอ้อมต่อผลผลิตอย่างไร หากพบว่าสหสัมพันธ์ของลักษณะต่อผลผลิตมีค่าใกล้เคียงกับผลทางตรง แสดงว่าเป็นความสัมพันธ์ที่แท้จริง ดังนั้น อาจคัดเลือกโดยใช้ลักษณะนี้ได้โดยตรง แต่ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะกับผลผลิตเป็นบวก แต่ผลทางตรงเป็นแบบลบ หรือต่ำมาก การคัดเลือกกระทำโดยใช้ผลของความสัมพันธ์ทางอ้อม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2547) ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะขนาดเมล็ดขนาดดอก และความสูง ซึ่งผลทางตรงของลักษณะเหล่านี้ให้ค่าเป็นบวก จัดว่าเป็นลักษณะที่สามารถใช้ในการคัดเลือกผลผลิตสูงได้โดยตรง ส่วนลักษณะอายุดอกบานถึงแม้ว่าจะมีสหสัมพันธ์แบบบวกกับผลผลิตแต่ก็มีผลทางตรงแบบลบ ดังนั้นจึงเป็นลักษณะที่ควรใช้ผลทางอ้อมในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต ในที่นี้เป็นผลทางอ้อมของลักษณะความสูงที่มีค่าเป็นบวก ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันและเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดเป็นลักษณะที่มีสหสัมพันธ์แบบลบกับผลผลิต และผลทางตรงและทางอ้อมส่วนมากก็เป็นค่าลบ จึงจัดว่าเป็นลักษณะที่ผกผันกลับกับผลผลิต ไม่ควรใช้ลักษณะเหล่านี้ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต

4.5 สรุปผลการวิจัย

จากการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมเดี่ยวในการทดลองที่ 1 สามารถคัดเลือกคู่ผสมได้ 15 คู่ นำสายพันธุ์มาผลิตลูกผสมเดี่ยว และทำการปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ลูกใน 2 สถานที่ทดลอง พบว่าลูกผสมเดี่ยวให้ผลผลิตอยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือลูกผสมเดี่ยว 5 คู่ ใน 15 คู่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งเป็นลูกผสมเชิงการค้า พันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ (ให้ผลผลิต 402, 435 และ 467 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ลูกผสมเดี่ยวชุด 008A × 022A ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 639 กิโลกรัมต่อไร่ ลูกผสมอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิตที่น่าพอใจ คือ 008A × 023A, 008A × 027A, 014A × 008A และ 021A × 008A ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน คู่ผสม 014A × 008A ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุด คือ 41.78 เปอร์เซ็นต์ (พันธุ์แปซิฟิก 33 พันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 41.79, 41.73 และ 42.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ลูกผสมอื่น ๆ ที่น่าสนใจ คือ 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 017A, 014A × 021A, 014A × 027A และ 017A × 021A ซึ่งคู่ผสมเหล่านี้มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์

ตารางที่ 4. ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ในวงเล็บ) ระหว่างลักษณะทางเกษตรของทานตะวันในการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะ	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
ผลผลิต	1	-0.0130	0.2437	0.3860*	0.8354**	0.4995**	-0.2350
		(-0.0330)	(0.3590*)	(0.4405**)	(0.8905**)	(0.6509**)	(-0.2890)
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน		1	-0.1480	-0.2030	0.0824	0.0324	0.3088
			(-0.5390**)	(-0.3290*)	(0.0237)	(0.1572)	(0.4930**)
อายุดอกบาน			1	0.1939	0.1018	0.4641**	0.1046
				(0.3186)	(0.3112)	(0.9990**)	(0.3866*)
ขนาดเมล็ด				1	0.2881	0.1558	-0.3510*
					(0.1510)	(0.0034)	(-0.7280**)
ขนาดดอก					1	0.4634**	-0.0323
						(0.7128**)	(-0.0342)
ความสูง						1	0.0093
							(0.6826**)
เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด							1

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 5. ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอกและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ในวงเล็บ) ระหว่างลักษณะทางเกษตรของทานตะวันในการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

ลักษณะ	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
ผลผลิต	1	-0.2110	0.2076	0.4543**	0.6588**	0.1566	-0.1310
		(-0.2730)	(0.0411)	(0.4085*)	(0.8412**)	(0.2110)	(-0.4850**)
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน		1	-0.2540	-0.2401	-0.0450	-0.1980	0.2248
			(-0.3760*)	(-0.2620)	(-0.0690)	(-0.3210)	(0.4399**)
อายุดอกบาน			1	0.08410	0.0110	0.5911**	-0.3420*
				(-0.0380)	(0.0637)	(0.8734**)	(-0.6971**)
ขนาดเมล็ด				1	0.3178	-0.0810	-0.0401
					(0.5036**)	(-0.2120)	(-0.1840)
ขนาดดอก					1	0.1490	-0.1959
						(0.1767)	(-0.7082**)
ความสูง						1	-0.2450
							(-0.8640**)
เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด							1

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 6. สัมประสิทธิ์เส้นทางของผลทางตรง (ตามแนวทแยง) และทางอ้อมของลักษณะทางเกษตรต่อผลผลิตของทานตะวัน และสหสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะทางเกษตร (สดมภ์สุดท้าย)

ลักษณะ	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด	ผลผลิต
เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	**-0.1987**	0.2374	-0.1327	-0.0932	-0.1760	-0.1142	-0.4764*
อายุดอกบาน	0.0999	**-0.472**	0.0347	-0.0224	0.4466	0.0362	0.1228
ขนาดเมล็ด	0.0866	-0.0538	**0.3043**	0.1382	-0.0724	0.0832	0.4863*
ขนาดดอก	0.0511	0.0293	0.1159	**0.3626**	0.1797	0.0824	0.8204**
ความสูง	0.0570	-0.3436	-0.0359	0.1062	**0.6134**	0.0017	0.3981
เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด	-0.1071	0.0807	-0.1196	-0.1411	-0.0049	**-0.2119**	-0.5039*

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาอายุดอกบาน ผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ลูกผสมเดี่ยวที่คัดเลือกแทบทั้งหมดมีอายุดอกบานไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ส่วนองค์ประกอบของผลผลิต พบว่าลูกผสมเดี่ยวมีถึง 7 คู่ ที่ให้ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 52.79 กรัม) และมี 3 คู่ที่ให้ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ (ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 57.77 และ 57.79 กรัม ตามลำดับ) ลูกผสมเดี่ยวชุด 008A × 027A ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด 66.04 กรัม ส่วนขนาดดอก ลูกผสมเดี่ยวชุด 008A × 022A ให้ขนาดดอกใหญ่สุด คือ 18.05 เซนติเมตร ใหญ่กว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ลูกผสมเดี่ยวที่เหลือให้ขนาดดอกไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 และมีเพียงคู่ผสมเดียวที่ให้ขนาดดอกเล็กกว่าพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ด้านความสูงพบว่าลูกผสมเดี่ยวแทบทั้งหมดมีความสูงของลำต้นสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 44 แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ คู่ผสม 008A × 023A และ 021A × 008A ให้ความสูงของลำต้นสูงสุด คือ 201 เซนติเมตร

ลักษณะทางเกษตรที่พิจารณาจากการให้คะแนน พบว่า ลูกผสมเดี่ยวส่วนใหญ่มีคะแนนรูปทรงดอกและคอดอกสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ส่วนคะแนนทิศทางการหันและความสม่ำเสมอของความสูง พบว่า ลูกผสมส่วนใหญ่ให้คะแนนต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 และไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 44 และพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้ ลูกผสมที่น่าสนใจได้แก่ 008A × 017A, 014A × 008A และ 021A × 008A ซึ่งให้คะแนนในลักษณะทั้งหมดอยู่ในระดับที่สูงกว่าหรือไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์

เมื่อพิจารณาจากลักษณะต่าง ๆ อันได้แก่ การให้ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดของดอก และอื่น ๆ แล้ว พบว่า คู่ผสมที่น่าจะนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ได้แก่ คู่ผสม 008A × 017A, 008A × 021A, 014A × 008A, 014A × 017A, 014A × 027A และ 017A × 021A

4.6 รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ฐานความรู้เรื่องพืช กรมวิชาการเกษตร** [ออนไลน์]. ได้จาก :
http://www.doa.go.th/data-agi/SUNFLW/3var/var01.html

กลุ่มพืชน้ำมัน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2545. **การผลิตการตลาดทานตะวัน ปี 25**45. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนา วันที่ 20-21 กันยายน 2545 ณ โรงแรม โกลเด้นวัลเลย์ รีสอร์ท (เขาใหญ่) นครราชสีมา.

กิตติ สัจจาวัฒนา. 2544. **การพัฒนาและการเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กิตติ สัจจาวัฒนา และ ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2548. การทดสอบสายพันธุ์ทานตะวันโดยวิธีผสมแบบพบกันหมด. *ใน* **รายงานความก้าวหน้าโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุร-นารีฉบับที่ 3**.

กัลยา วิธี, สุริพัฒน์ ไทยเทศ, อาณัติ วัฒนสิทธิ์, เสาวคนธ์ ขุนนวล, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, เสน่ห์ เครือแก้ว, ดาวรุ่ง คงเทียน, วิสุทธ์ มณีสงฆ์, และ ไพฑูรย์ นาคาพันธ์. 2544. การเปรียบเทียบทานตะวันพันธุ์

การค้า. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ไพโรจน์ พันธุ์พฤกษ์, ประสาร พรมสูงวงค์, ลักษณาวดี พันธุ์พฤกษ์, และ เทียนชัย สุวรรณเวช. 2544. การใช้ปุ๋ยเคมีและศักยภาพการผลิตทานตะวันในดินเหนียวจังหวัดนครสวรรค์และลพบุรี. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2545. **สถิติเพื่อการวิจัยและวางแผนการทดลอง**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2547. **พันธุศาสตร์ปริมาณสำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืช**. การปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ ครั้งที่ 9. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ชัยยะ แสงอุ่น, มนตรี แหนงใหม่, ยศศักดิ์ แก้มค้างพลู, สุวัตชัย ชื่นชม, ฐิติพร มะชิโกวา, และ กิตติ สัจจาวัฒนา. 2544. การวิจัยทานตะวันโดย มทส. *ใน* **เอกสาร ประกอบการประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

ศุภชัย แก้วมีชัย. 2537. พันธุ์พืชใหม่และความปลอดภัยทางชีวภาพ. *ใน* **เอกสารประกอบการบรรยาย สัมมนาทางวิชาการปรับปรุงพันธุ์ครั้งที่ 4** วันที่ 21-24 มิถุนายน 2537 ณ โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพฯ.

สุขเกษม จิตรสิงค์. 2543. การพัฒนาพันธุ์ทานตะวันของภาคเอกชน. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนา วิชาการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช ครั้งที่ 13 เทคโนโลยีใหม่-พันธุ์พืชใหม่** วันที่ 13-14 ธันวาคม 2543 ณ โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพฯ.

เสาวคนธ์ ขุนนวล, สมยศ พิชิตรพร, เสาวรี ตังสกุล, เบญจมาศ คำสืบ, อภิชาต เมืองซอง, วาสนา วงษ์พินิจ, และ อนุศาสตร์ สุ่มมาตรย์. 2544. ผลของช่วงปลูกและอัตราปลูกต่อผลผลิต ของทานตะวัน. *ใน* **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544 ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก.

Duvick, D.N. 1999. Heterosis: Feeding people and protecting natural resources. *In* J.G.Coor and S. Pandey (ed.) **The genetics and exploitation of heterosis in crops**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Fick, G.N., D.E. Zimmer and D.E. Zimmerman. 1974. Correlation of seed oil content in sunflowers with other plant and seed characteristics. **Crop Sci**. 14:755-757.

Fick, G.N. 1978. Breeding and genetic. *In* J.F. Carter (ed.) **Sunflower science and technology**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Fick, G.N., J.J. Caroline, G.E. Auwarter and P.M. Duhigg. 1985. Agronomic characteristics and field performance of dwarf sunflower hybrids. *In* **Proc. 11th Int. Sunflower Conf**., Mar del Plata, Argentina, Spain. 10-13 March. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

Fick, G.N. and J.F. Miller. 1997. Sunflower breeding. In A.A. Schneiter (ed.) **Sunflower technology and production**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin. USA.

Laosuwan, P. 1988. Sunflower production and research in Thailand. **Suranaree J. Sci. Tehnol**. 4: 159-167.

Putt, E.D. 1943. Association of seed yield and oil content with other characters in sunflower. **Sci. Agric**. 21:689-702.

Putt, E.D. 1962. The value of hybrids and synthetics in sunflower seed production. **Can. J. Plant Sci**.42:488-500.

Rojas, B.A. and G.F. Sprage. 1952. A comparison of variance components in corn yield trial III. General and specific combining ability and their interaction with location and years. **Agron. J**. 44:462-466.

Russell, W.A. 1953. A study of inter-relationship of seed yield, oil content, and other agronomic characters with sunflower inbred lines and their top crosses. **Can. J. Plant Sci**.33:291-314.

Siripongse, D., V. Vichukit and E. Sarobol. 1990. Yield performance and some agronomic traits of F_2 seed a collected from F_1 sunflower hybrids. **OCDP Research Report for 1988**. pp. 40-45.

Skoric, D. 1978. Mode of inheritance of oil content in sunflower seed of F_1 generation and components of genetic variability. ***In* Proc 7th Int. Sunflower Conf**., Krasnodar. USSR.

Skoric, D. 1982. Correlations for important agronomic characters between parent lines and F_1 hybrids. p.238. *In* **Proc. 10th Int. Sunflower Conf**., Surfers Paradise, Australia. 14-18 March. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

Sajawattana ,K. and P. Laosuwan. 2002. Performance and Synthetic Varieties of Sunflower. **Suranaree J. Sci. Technol**. 9:278-282.

Schneiter A.A. and J.F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. **Crop Sci**. 21:901-903.

Vranceanu, A.V. and F.M. Stoenescu. 1980. Genetic study of the occurrence of male sterile plants in cytoplasmic male sterile lines of sunflower. *In* **Proc. 9th Int. Sunflower Conf**.,Torremolinos, Spain. 8-13 June. Int. Sunflower Assoc., Paris, France.

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากลูกผสมแต่ละคู่ที่ทำการทดลองในการทดลองที่ 2 (บทที่ 4) ได้รับการทดสอบมาแล้วในการทดลองที่ 1 (บทที่ 3) จึงเห็นสมควรที่นำผลการทดลองเฉพาะส่วนที่ซ้ำกันมาวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อสรุปสุดท้ายในการคัดเลือกคู่ผสม จึงได้แยกข้อมูลมาเฉพาะผลผลิต ลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะอื่น ๆ ที่สำคัญมาทำกี่วิเคราะห์ร่วมโดยให้ปีและพื้นที่เป็นปัจจัยสุ่ม และคู่ผสมทดสอบเป็นปัจจัยคงที่ ดังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และรายละเอียดของการวิเคราะห์ที่อธิบายโดย ไพศาล เหล่าสุวรรณ (2545)

5.2 ผลการทดลองและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ที่ทำการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกลักษณะ ส่วนปฏิกิริยาระหว่างคู่ผสมกับปีและท้องที่มีความแตกต่างเฉพาะบางลักษณะ ผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2 พบว่าคู่ผสม 10 ชุด ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (387 กิโลกรัมต่อไร่) โดยที่คู่ผสม 008A × 021A ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 563 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่คู่ผสม 008A × 022A, 008A × 023A และ 008A × 027A ซึ่งให้ผลผลิต 554, 542 และ 532 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าคู่ผสมเหล่านี้และคู่ผสมอื่น ๆ อีกหลายคู่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 เป็นอย่างมาก ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเพื่อผลิตลูกผสมเป็นการค้าต่อไป ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่าคู่ผสม 6 ชุดให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (36.04 เปอร์เซ็นต์) โดยที่คู่ผสม 008A × 017A ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุด คือ 39.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนองค์ประกอบของผลผลิต พบว่าลูกผสมเดี่ยวมีถึง 13 คู่ ที่ให้ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 53.45 กรัม) โดยที่คู่ผสม 008A × 027A ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด 70.16 กรัม ส่วนขนาดดอก คู่ผสม 008A × 022A ให้ขนาดดอกใหญ่สุด คือ 17.90 เซนติเมตร โดยมีคู่ผสม 3 ชุดที่ให้ดอกขนาดใหญ่กว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (16.05 เซนติเมตร) ด้านความสูงพบว่าลูกผสมเดี่ยวแทบทั้งหมดมีความสูงของลำต้นไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 33 (187.64 เซนติเมตร) โดยที่คู่ผสม 008A × 022A ให้ความสูงของลำต้นสูงสุด คือ 184.99 เซนติเมตร และลักษณะเปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด พบว่าคู่ผสมแทบทั้งหมดให้เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำกว่าพันธุ์แปซิฟิก 33 (10.71 เปอร์เซ็นต์) โดยที่คู่ผสม 008A × 027A ให้เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติดต่ำสุด คือ 2.20 เปอร์เซ็นต์

5.3 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อพิจารณาจากลักษณะต่าง ๆ อันได้แก่ การให้ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดของดอก และอื่น ๆ แล้ว พบว่า คู่ผสมที่ดีที่สุดน่าจะนำทดสอบเพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไป ได้แก่ คู่ผสม 008A × 017A, 008A × 023A, 008A × 027A, 014A × 008A และ 014A × 017A

5.4 รายการอ้างอิง

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2545. **สถิติเพื่อการวิจัยและวางแผนการทดลอง**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ตารางที่ 1. ค่า mean square (ms) จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ พื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง แห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Years (Y)	1	43.65	852.43**	729.24**	9.57*	10,634.47**	28.28
Locations (L)	1	781,492.21**	64.95**	1,968.94**	235.44**	59,140.91**	221.49**
Y x L	1	48,984.89**	78.28**	6,597.56**	18.00**	30,844.13**	451.50**
Rep/Year/Location	4	12,460.72	8.62	89.00	10.38	169.60	55.75
Entries (E)	15	29,254.57**	28.81**	127.72**	3.25**	264.68*	49.81**
E x Y	15	24,245.81**	33.22**	68.61**	2.40	301.45*	28.87*
E x L	15	16,042.30**	23.04**	19.73	1.79	151.19	33.04**
E x Y x L	15	8,343.59	13.98**	47.63*	1.78	225.24	10.95
Pooled error	60	5,966.64	1.94	25.04	1.35	133.96	12.58
CV (%)		16.05	3.79	8.33	6.90	6.49	58.08

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน ในการเปรียบเทียบพันธุ์ 2 ปี และ 2 สถานที่ทดลอง [1]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)	ขนาดเมล็ด (กรัม)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A × 017A	499 abc	39.31 a	59.15 bc	17.48 abc	174.74 abc	5.73 cdef
2	008A × 021A	563 a	34.72 d	58.85 bc	17.40 abcd	183.32 ab	5.66 cdef
3	008A × 022A	554 a	32.11 e	63.55 b	17.90 a	184.99 ab	3.16 ef
4	008A × 023A	525 ab	37.19 bc	61.13 bc	17.15 abcd	183.84 ab	5.26 def
5	008A × 027A	532 a	37.75 ab	70.16 a	17.72 ab	177.66 abc	2.20 f
6	014A × 008A	516 abc	38.97 a	60.89 bc	17.01 abcd	177.68 abc	2.95 ef
7	014A × 017A	481 abcde	38.88 a	59.44 bc	16.99 abcd	173.02 bc	6.59 bcde
8	014A × 021A	409 def	36.73 bc	60.65 bc	16.95 abcd	168.81 c	5.23 def
9	014A × 027A	525 ab	36.03 cd	61.92 b	16.79 abcde	169.45 c	4.58 def
10	017A × 021A	397 ef	34.97 d	55.52 cd	15.53 e	177.34 abc	10.04 ab
11	021A × 008A	493 abcd	36.77 bc	61.06 bc	16.57 abcde	184.59 ab	5.76 cdef
12	021A × 022A	405 ef	36.65 bc	61.96 b	16.35 bcde	177.61 abc	8.59 abcd
13	022A × 023A	542 a	35.03 d	60.06 bc	17.11 abcd	171.38 bc	8.59 abcd
14	023A × 021A	431 cdef	38.12 ab	53.14 d	16.95 abcd	180.35 abc	6.12 bcdef
15	027A × 014A	441 bcdef	38.20 ab	60.63 bc	16.45 bcde	180.63 abc	5.56 cdef
16	Pacific 33	387 f	36.04 cd	53.45 d	16.05 de	187.64 a	10.71 a
	ค่าเฉลี่ย	481	36.72	60.10	16.90	178.32	6.05
	ลูกผสม	488	36.76	60.54	16.96	177.69	5.73

[1] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ก. ค่า mean square (ms) ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sources of Variation	df	ผลผลิต	อายุดอกบาน	อายุเก็บเกี่ยว	คะแนนเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	คะแนนรูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Replications	1	35,947.40**	2.56	0.81	4.12	3.47	0.89	4.796**	0.0001	0.36	304.08**
Entries	49	22,253.42**	17.01**	17.25**	105.87**	5.07**	130.02	0.337**	0.56	0.23	62.65**
Error	49	3635.07	3.89	3.85	31.49	1.51	185.86	0.097	0.0001	0.22	23.13
CV (%)		18.52	3.62	1.71	11.03	8.23	8.32	9.08	1	13.39	36.54

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ก. ค่า mean square (ms) ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต	อายุดอกบาน	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	คะแนนรูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Replications	1	30.40	0.36	0.81	172.06	35.95**	423.87*	0.34	0.01	0.42	97.63**
Entries	49	25,621.02**	12.91**	9.57**	171.37**	3.37*	124.81	0.36**	0.28	0.23	20.74**
Error	49	9752.85	4.97	3.97	61.87	1.88	81.76	0.13	0.25	0.17	8.69
CV (%)		18.55	3.82	1.69	10.75	7.29	5.15	9.43	12.51	11.39	74.20

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ก. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	008A×014A	179	34.75	60	117	41.57
2	008A×017A	479	36.33	60	120	56.60
3	008A×021A	461	26.90	59	119	47.57
4	008A×022A	511	29.89	57	117	52.98
5	008A×023A	372	35.39	53	112	50.57
6	008A×027A	449	38.77	58	119	61.53
7	014A×017A	351	32.93	51	112	50.38
8	014A×021A	369	35.82	55	116	57.54
9	014A×022A	259	30.81	58	118	47.85
10	014A×023A	297	29.43	53	115	52.48
11	014A×027A	397	28.28	56	116	51.39
12	017A×021A	199	31.37	55	115	42.27
13	017A×022A	295	31.84	54	114	56.59
14	017A×023A	155	27.14	58	117	35.97
15	017A×027A	362	30.35	56	115	58.54
16	021A×022A	309	31.73	54	115	49.99
17	021A×023A	310	25.63	55	114	43.65
18	021A×027A	286	26.09	51	115	52.64
19	022A×023A	543	26.57	59	120	54.68
20	022A×027A	219	32.23	59	119	60.61
21	023A×027A	310	30.08	52	112	52.12
22	Pacific33	255	30.05	55	115	47.73
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		339	31.06	56	116	51.31
$LSD_{0.05}$		121	2.33	4	4	11.28

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ตารางภาคผนวกที่ 3 ก. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A×014A	17.16	158	3.40	3.50	3.00	18.94
2	008A×017A	16.10	171	2.93	4.00	3.00	8.99
3	008A×021A	15.90	162	3.78	4.00	3.75	6.61
4	008A×022A	16.50	175	3.88	4.00	4.00	7.26
5	008A×023A	14.40	162	3.88	4.00	4.00	8.77
6	008A×027A	15.50	171	3.78	3.00	3.25	5.49
7	014A×017A	14.95	161	3.13	3.00	4.00	10.63
8	014A×021A	15.55	160	4.08	5.00	3.25	4.67
9	014A×022A	13.75	167	3.20	3.50	3.50	17.80
10	014A×023A	13.30	169	3.13	4.00	4.00	20.29
11	014A×027A	16.45	154	3.78	4.00	4.00	3.35
12	017A×021A	13.30	167	3.18	3.50	4.00	22.19
13	017A×022A	15.10	170	3.45	3.00	3.75	17.27
14	017A×023A	13.00	169	2.73	3.50	3.50	24.52
15	017A×027A	15.95	166	3.30	4.00	3.25	11.83
16	021A×022A	15.45	163	3.28	4.00	3.50	19.13
17	021A×023A	15.20	166	3.68	3.00	3.50	15.49
18	021A×027A	13.85	167	3.53	3.00	3.25	17.85
19	022A×023A	18.20	171	4.20	3.50	3.00	5.49
20	022A×027A	20.00	164	4.03	3.00	3.50	6.95
21	023A×027A	14.00	173	3.20	4.00	3.50	16.37
22	Pacific33	14.30	172	3.13	3.00	4.00	12.89
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		15.41	166	3.50	3.64	3.55	12.85
$LSD_{0.05}$		2.47	27	0.63	1	0.95	9.66

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ก. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	014A×008A	350	33.23	54	114	47.94
2	017A×008A	227	26.43	55	115	31.52
3	017A×014A	630	31.88	55	116	62.67
4	021A×008A	330	35.06	56	116	58.08
5	021A×014A	216	33.73	51	110	59.40
6	021A×017A	369	31.29	55	115	59.38
7	022A×008A	220	30.77	57	117	61.11
8	022A×014A	124	22.94	59	119	30.04
9	022A×017A	196	41.67	58	117	51.68
10	022A×021A	268	28.11	54	115	48.06
11	023A×008A	494	29.29	55	115	52.24
12	023A×014A	315	29.32	54	114	47.63
13	023A×017A	315	35.18	54	116	55.16
14	023A×021A	324	35.73	52	113	40.51
15	023A×022A	423	36.18	53	114	61.51
16	027A×008A	167	26.83	51	112	45.73
17	027A×014A	429	38.08	54	116	52.38
18	027A×017A	261	31.09	48	107	55.60
19	027A×021A	441	28.65	49	110	50.41
20	027A×022A	315	35.47	47	107	45.38
21	027A×023A	347	32.79	54	115	55.29
22	Pacific33	255	30.05	55	115	47.73
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		322	32.08	54	114	51.03
$LSD_{0.05}$		121	2.33	4	4	11.28

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันภายหลัง

ตารางภาคผนวกที่ 4 ก. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	014A×008A	14.55	156	3.70	3.00	3.00	3.36
2	017A×008A	15.65	168	2.93	4.00	3.75	19.72
3	017A×014A	18.30	159	2.93	3.50	4.00	12.76
4	021A×008A	15.00	144	3.28	3.00	3.25	8.46
5	021A×014A	14.95	159	3.33	4.00	3.50	13.38
6	021A×017A	15.80	167	3.28	3.50	3.50	14.51
7	022A×008A	11.90	176	2.53	3.50	3.25	17.03
8	022A×014A	10.75	155	2.55	3.50	4.00	23.19
9	022A×017A	12.10	177	3.10	3.50	3.25	13.49
10	022A×021A	14.20	149	3.80	4.00	3.00	7.04
11	023A×008A	15.45	163	4.00	5.00	3.50	9.96
12	023A×014A	14.15	169	3.43	3.50	3.25	10.99
13	023A×017A	15.40	149	4.00	3.50	3.75	9.05
14	023A×021A	14.80	165	3.15	3.50	3.75	16.26
15	023A×022A	15.20	172	3.68	4.00	4.00	7.56
16	027A×008A	13.90	144	2.78	3.00	3.50	22.52
17	027A×014A	15.40	160	4.00	4.00	3.50	9.73
18	027A×017A	12.80	155	3.20	3.00	3.00	13.21
19	027A×021A	15.35	164	3.73	3.00	3.75	11.52
20	027A×022A	15.00	156	3.55	4.00	3.25	14.08
21	027A×023A	14.90	160	3.88	3.50	3.25	9.82
22	Pacific33	14.30	172	3.13	3.00	4.00	12.89
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		14.55	160	3.37	3.60	3.48	12.74
$LSD_{0.05}$		2.47	27	0.63	1	0.95	9.66

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ก. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมตรงในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	008A×014A	544	33.46	63	121	68.54
2	008A×017A	658	39.02	61	120	77.39
3	008A×021A	790	30.17	63	121	76.07
4	008A×022A	476	27.10	63	122	74.82
5	008A×023A	504	37.40	58	118	77.80
6	008A×027A	558	34.62	61	119	86.98
7	014A×017A	622	42.28	58	118	74.03
8	014A×021A	518	35.12	59	118	75.36
9	014A×022A	445	34.49	63	121	60.48
10	014A×023A	555	37.78	55	115	80.31
11	014A×027A	778	33.84	59	119	73.80
12	017A×021A	472	28.78	58	118	78.39
13	017A×022A	441	31.17	57	116	64.45
14	017A×023A	440	33.17	62	122	50.72
15	017A×027A	511	34.24	59	119	63.26
16	021A×022A	487	37.84	58	118	69.64
17	021A×023A	471	36.75	59	119	62.59
18	021A×027A	499	27.38	58	118	67.82
19	022A×023A	759	35.71	62	120	63.68
20	022A×027A	539	33.09	59	119	78.89
21	023A×027A	481	36.67	59	118	76.58
22	Pacific33	487	30.04	59	119	61.79
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		550	34.29	60	119	71.50
$LSD_{0.05}$		198	2.33	4	4	15.81

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันภายหลัง

ตารางภาคผนวกที่ 5 ก. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A×014A	19.90	168	4.25	4.50	3.75	3.46
2	008A×017A	20.75	170	3.48	4.00	4.00	1.66
3	008A×021A	20.50	174	3.90	4.50	3.75	0.00
4	008A×022A	20.75	172	4.20	4.00	4.00	1.39
5	008A×023A	18.10	168	4.25	3.75	4.00	0.55
6	008A×027A	20.50	172	4.40	5.00	3.75	0.00
7	014A×017A	20.20	169	4.35	4.00	4.50	0.00
8	014A×021A	18.25	173	3.90	4.00	3.25	5.76
9	014A×022A	18.25	171	3.33	3.75	3.50	9.95
10	014A×023A	21.05	173	3.40	4.50	3.25	5.68
11	014A×027A	18.80	161	3.88	4.00	3.75	2.68
12	017A×021A	16.95	172	3.90	3.50	4.00	6.76
13	017A×022A	18.15	179	4.00	3.75	3.75	1.17
14	017A×023A	18.65	182	3.20	3.50	3.75	8.67
15	017A×027A	18.45	170	4.23	3.75	4.00	2.73
16	021A×022A	17.55	176	3.55	4.00	3.75	7.24
17	021A×023A	17.81	172	4.03	3.75	3.50	2.00
18	021A×027A	19.30	174	3.70	3.75	3.25	0.00
19	022A×023A	17.75	182	3.63	4.50	3.00	9.92
20	022A×027A	19.80	177	4.20	4.50	3.50	6.95
21	023A×027A	16.95	179	4.33	4.00	3.00	16.37
22	Pacific33	17.45	177	3.13	3.25	4.50	4.87
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		18.97	173	3.91	4.05	3.67	4.43
$LSD_{0.05}$		2.76	18	0.71	0.99	0.83	5.92

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 6 ก. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสมกลับในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)
1	014A×008A	639	39.03	55	114	77.39
2	017A×008A	486	38.49	58	118	51.33
3	017A×014A	347	33.79	61	120	78.96
4	021A×008A	578	35.62	58	118	67.22
5	021A×014A	530	33.49	57	116	83.71
6	021A×017A	364	35.15	61	120	64.85
7	022A×008A	723	38.45	59	118	64.34
8	022A×014A	502	36.86	63	121	71.21
9	022A×017A	348	35.90	57	117	67.56
10	022A×021A	572	35.60	59	118	76.48
11	023A×008A	673	33.92	57	118	88.86
12	023A×014A	378	30.98	58	118	74.69
13	023A×017A	560	35.69	57	116	80.96
14	023A×021A	454	41.67	59	118	61.37
15	023A×022A	544	22.88	58	118	80.88
16	027A×008A	383	37.13	54	114	66.36
17	027A×014A	471	38.54	59	119	81.60
18	027A×017A	434	30.74	54	114	84.78
19	027A×021A	680	33.59	58	118	78.88
20	027A×022A	427	34.63	50	110	74.03
21	027A×023A	667	32.89	59	119	92.53
22	Pacific33	487	30.04	59	119	61.79
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		512	35.00	58	117	74.67
$LSD_{0.05}$		198	2.33	4	4	15.81

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบแยกเปลือก โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกต่อเมล็ดมาปรับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันภายหลัง

ตารางภาคผนวกที่ 6 ก. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	รูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	014A×008A	19.35	179	3.95	4.50	3.75	3.18
2	017A×008A	19.25	181	2.83	3.75	3.25	7.23
3	017A×014A	22.48	170	3.78	4.00	3.75	0.87
4	021A×008A	18.30	193	4.03	3.50	3.50	3.12
5	021A×014A	18.50	178	3.98	4.50	3.75	5.38
6	021A×017A	16.55	179	3.38	3.75	3.75	7.92
7	022A×008A	15.85	191	3.10	4.50	3.50	6.25
8	022A×014A	18.20	167	3.28	3.75	3.50	2.89
9	022A×017A	16.70	169	3.10	3.75	3.50	4.56
10	022A×021A	17.97	191	3.68	3.50	3.50	0.83
11	023A×008A	19.75	170	4.28	4.50	3.25	1.78
12	023A×014A	17.25	175	2.75	3.75	4.00	3.23
13	023A×017A	18.85	178	4.05	3.75	4.00	4.23
14	023A×021A	18.45	170	3.55	3.75	3.75	1.64
15	023A×022A	18.90	167	3.73	4.25	3.50	2.11
16	027A×008A	18.10	191	3.15	3.50	3.50	0.57
17	027A×014A	18.05	196	3.78	4.50	4.00	5.39
18	027A×017A	18.05	176	4.15	3.75	3.25	4.51
19	027A×021A	19.55	170	4.28	4.00	3.50	1.01
20	027A×022A	19.80	160	3.95	4.50	3.50	3.77
21	027A×023A	19.50	168	3.45	3.75	3.00	3.62
22	Pacific33	17.45	177	3.13	3.25	4.50	4.87
ค่าเฉลี่ยลูกผสม		18.54	177	3.63	3.98	3.57	3.53
$LSD_{0.05}$		2.76	18	0.71	0.99	0.83	5.92

*,** แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์แปซิฟิก 33 ที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ภาคผนวก ข.

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sources of Variation	df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	คะแนนรูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	คะแนนการหัน	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Replications	2	5,408.84	0.99	0.22	135.49**	2.49*	557.07*	0.12	0.06	0.24	0.35	14.48
Entries	17	26,511.30**	18.62**	7.76*	60.98**	2.78**	569.07**	0.15*	0.18	0.27	0.45	23.45**
Hybrid (H)	14	30,699.00**	18.60**	7.66	64.49**	3.25**	397.94**	0.15*	0.14**	0.15	0.25	6.05
Check (C)	2	5,707.49	10.78*	12.33	17.25	0.50	1,946.27**	0.13	0.53**	0.19	0.58	34.49*
H vs C	1	9,491.12	34.58**	0.02	99.30*	0.76	210.49	0.19	0.04	2.11**	2.99*	244.97**
Error	34	2,831.32	2.06	3.91	16.41	0.55	153.89	0.06	0.21	0.27	0.42	6.87
CV (%)		12.55	3.62	3.44	6.61	4.7	8.14	7.58	13.09	16.21	20.67	51.98

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ข. ค่า mean square (ms) ของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันลูกผสม ในการทดสอบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources of Variation	df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุดอกบาน	ขนาดเมล็ด	ขนาดดอก	ความสูง	คะแนนรูปทรงดอก	คอดอก	ความสม่ำเสมอ	คะแนนการหัน	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด
Replications	2	10,537.55	7.17	5.35*	7.79	1.45	32.72	0.07	0.93**	0.50	0.28	30.21
Entries	17	19,047.30**	24.72**	5.79**	81.17**	1.71**	169.73**	0.16**	0.29	0.35*	0.35*	25.38*
Hybrid (H)	14	17,101.50**	22.99**	4.47**	93.88**	1.67**	181.08**	0.15**	0.23	0.26	0.29	24.54*
Check (C)	2	22,897.10*	12.53*	0.11	30.64	2.36*	86.43	0.11	0.78*	1.08**	0.19	31.25
H vs C	1	38,588.90**	73.32**	35.63**	4.29	0.97	177.43*	0.40**	0.15	0.15	1.51**	25.40
Error	34	4,861.85	2.42	1.41	19.36	0.54	33.15	0.05	0.16	0.16	0.17	10.14
CV (%)		13.05	3.91	1.96	8.11	4.15	2.57	0.31	11.37	11.81	12.29	57.74

*,** แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ข. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี [(1)]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)
1	008A × 017A	374 efgh	40.55 ab	56 abcd	54.38 f	15.60 cdefgh	141.13 def
2	008A × 021A	454 cdef	40.77 ab	58 abc	62.89 bcde	16.20 abcdef	170.47 abc
3	008A × 022A	641 a	36.89 cde	59 abc	68.68 ab	17.15 ab	157.19 abcde
4	008A × 023A	515 bcd	35.95 de	58 abc	59.77 cdef	17.50 a	167.98 abc
5	008A × 027A	456 cdef	41.44 ab	57 abcd	71.79 a	16.50 abcd	150.01 bcdef
6	014A × 008A	535 bc	42.44 ab	54 d	61.55 bcdef	16.57 abc	146.97 cdef
7	014A × 017A	344 gh	40.50 ab	56 bcd	59.14 cdef	14.88 fghi	147.14 cdef
8	014A × 021A	336 gh	39.13 bcd	55 cd	58.01 cdef	14.43 hi	138.80 def
9	014A × 027A	294 h	36.13 de	58 abc	64.93 abcd	13.98 i	143.55 def
10	017A × 021A	350 gh	41.36 ab	59 abc	57.49 def	14.60 ghi	150.62 bcdef
11	021A × 008A	572 ab	40.03 abc	60 a	65.31 abcd	16.40 abcde	172.17 ab
12	021A × 022A	357 fgh	35.86 de	59 ab	65.57 abc	15.03 efghi	147.17 cef
13	022A × 023A	343 gh	42.13 ab	56 abcd	60.39 cdef	15.10 defghi	133.59 ef
14	023A × 021A	470 cde	40.36 abc	58 abc	59.52 cdef	16.38 abcde	157.07 abcde
15	027A × 014A	409 efg	35.52 e	58 abc	58.66 cdef	15.90 bcdefg	146.86 cdef
16	Pacific 33	430 defg	43.59 a	58 abc	55.49 ef	16.45 abcde	178.73 a
17	Pacific 44	346 gh	40.15 abc	55 cd	59.21 cdef	15.63 cdefgh	128.80 f
18	Pioneer Jumbo	408 efg	40.50 ab	58 abc	59.99 cdef	16.05 bcdef	162.50 abcd
	ค่าเฉลี่ย	424	39.63	57	61.27	15.79	152

[(1)] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบไม่แยกเปลือก โดยการบดทั้งเมล็ด

ตารางภาคผนวกที่ 3 ข. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	คะแนนรูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	คะแนนการหัน (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A × 017A	3.23 abcd	3.50 b	3.50 a	3.00 ab	5.85 b
2	008A × 021A	3.10 cd	3.50 b	2.83 b	2.67 b	3.42 b
3	008A × 022A	3.60 a	3.33 b	3.17 a	3.00 ab	1.66 b
4	008A × 023A	3.27 abcd	3.67 a	2.83 b	2.83 ab	4.28 b
5	008A × 027A	3.18 abcd	3.83 a	3.17 ab	3.00 ab	2.22 b
6	014A × 008A	3.50 abc	3.83 a	3.17 ab	3.17 ab	2.07 b
7	014A × 017A	3.08 cd	3.50 b	3.17 ab	3.00 ab	5.63 b
8	014A × 021A	3.08 cd	3.50 b	3.33 a	3.17 ab	3.59 b
9	014A × 027A	2.98 d	3.67 a	2.83 b	2.67 b	3.27 b
10	017A × 021A	2.85 d	3.67 a	2.83 b	2.83 ab	5.44 b
11	021A × 008A	3.57 ab	3.50 b	3.00 b	3.17 ab	5.57 b
12	021A × 022A	2.92 d	3.67 a	3.33 a	3.67 ab	4.75 b
13	022A × 023A	3.02 d	3.00 b	3.33 a	3.50 ab	5.90 b
14	023A × 021A	3.10 cd	3.67 a	3.00 b	3.17 ab	3.80 b
15	027A × 014A	3.13 bcd	3.33 b	2.83 b	2.67 b	3.88 b
16	Pacific 33	2.85 d	3.00 b	3.67 a	4.00 a	12.40 a
17	Pacific 44	3.17 abcd	3.83 a	3.33 a	3.17 ab	5.97 b
18	Pioneer Jumbo	3.25 abcd	3.33 b	3.83 a	3.83 ab	11.04 a
	ค่าเฉลี่ย	3.16	3.52	3.18	3.14	5.04

[1] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ข. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ [(1)]

เลขที่	คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน[a] (เปอร์เซ็นต์)	อายุดอกบาน (วัน)	ขนาดเมล็ด (กรัม)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)
1	008A × 017A	482 cdef	42.38 ab	60 cdefg	48.41 efg	18.10 abcd	221.63 cdef
2	008A × 021A	515 bcde	40.91 abc	61 bcde	47.68 fg	16.63 ef	220.64 cdef
3	008A × 022A	637 ab	33.78 f	62 abc	59.50 abc	18.17 abc	234.17 a
4	008A × 023A	688 a	40.16 abcd	61 bcde	54.03 bcdef	18.60 ab	233.95 a
5	008A × 027A	639 ab	36.66 def	61 bcde	60.30 ab	18.93 a	222.57 bcdef
6	014A × 008A	569 abcd	41.12 ab	60 cdefg	59.47 abc	18.00 abcde	217.58 ef
7	014A × 017A	602 abc	40.40 abcd	60 cdefg	54.69 abcdef	17.97 abcde	219.77 def
8	014A × 021A	436 ef	41.34 ab	61 bcde	51.11 cdefg	16.70 def	221.58 cdef
9	014A × 027A	577 abcd	42.81 ab	61 bcde	57.09 abcd	18.67 ab	223.61 abcdef
10	017A × 021A	532 bcde	39.05 bcde	62 abc	43.98 fg	17.63 abcde	228.38 abcde
11	021A × 008A	574 abcd	37.10 cdef	62 abc	54.62 abcdef	17.03 cdef	231.13 abc
12	021A × 022A	479 cdef	40.34 abcd	63 a	62.89 a	17.23 bcdef	229.40 abcd
13	022A × 023A	547 bcde	35.89 ef	58 g	60.52 ab	17.30 bcdef	204.40 g
14	023A × 021A	449 def	35.26 f	62 abc	52.11 bcdefg	17.77 abcde	232.80 ab
15	027A × 014A	467 cdef	40.79 abc	60 cdefg	49.03 defg	16.70 def	224.55 abcdef
16	Pacific 33	374 f	39.98 abcd	59 efg	50.09 defg	16.30 f	220.90 cdef
17	Pacific 44	523 bcde	43.30 a	59 efg	56.33 abcde	17.90 abcde	213.63 fg
18	Pioneer Jumbo	527 bcde	43.69 a	59 efg	54.39 abcdef	17.77 abcde	224.11 abcdef
	ค่าเฉลี่ย	534	39.72	61	54.24	17.62	224

[(1)] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

[a] ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันแบบไม่แยกเปลือก โดยการบดทั้งเมล็ด

ตารางภาคผนวกที่ 4 ข. (ต่อ)

เลขที่	คู่ผสม	คะแนนรูปทรงดอก (คะแนน)	คอดอก (คะแนน)	ความสม่ำเสมอ (คะแนน)	คะแนนการหัน (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์ผสมไม่ติด (เปอร์เซ็นต์)
1	008A × 017A	3.67 abcd	3.33 abc	3.67 ab	3.67 ab	6.29 abc
2	008A × 021A	3.28 def	3.50 abc	3.17 bc	3.50 abc	8.73 ab
3	008A × 022A	3.80 abc	3.67 abc	3.33 abc	3.17 bcd	2.34 c
4	008A × 023A	3.70 abcd	3.50 abc	2.83 c	2.83 cd	4.85 abc
5	008A × 027A	4.02 a	4.00 a	3.00 bc	3.00 bcd	0.00 c
6	014A × 008A	3.47 cdef	3.50 abc	3.50 abc	3.67 ab	5.09 abc
7	014A × 017A	3.47 cdef	3.17 bc	3.00 bc	3.00 bcd	6.27 abc
8	014A × 021A	3.52 bcdef	3.33 abc	3.33 abc	3.33 abcd	3.44 bc
9	014A × 027A	3.65 abcd	3.50 abc	3.67 ab	3.33 abcd	8.89 ab
10	017A × 021A	3.60 abcde	3.50 abc	2.83 c	2.67 d	3.98 bc
11	021A × 008A	3.93 ab	3.67 abc	3.50 abc	3.67 ab	4.88 abc
12	021A × 022A	3.53 bcdef	4.00 a	3.67 ab	3.50 abc	5.34 abc
13	022A × 023A	3.18 ef	3.83 ab	3.33 abc	3.17 bcd	11.04 a
14	023A × 021A	3.48 cdef	3.00 c	3.50 abc	3.50 abc	1.74 abc
15	027A × 014A	3.48 cdef	3.67 abc	3.50 abc	3.17 bcd	5.24 c
16	Pacific 33	3.12 f	3.00 c	4.00 a	4.00 a	10.59 a
17	Pacific 44	3.38 cdef	4.00 a	2.83 c	3.50 abc	4.27 bc
18	Pioneer Jumbo	3.48 cdef	3.33 abc	3.67 ab	3.67 ab	6.27 abc
	ค่าเฉลี่ย	3.54	3.52	3.35	3.35	5.51

[(1)] ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

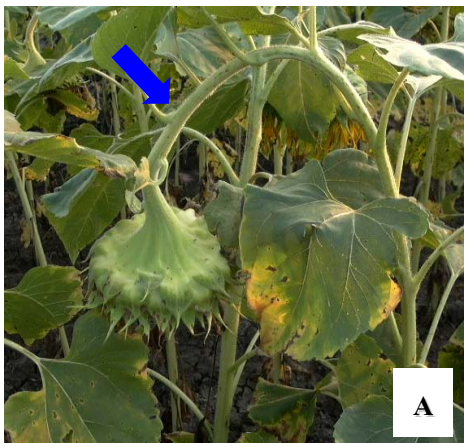
รูปผนวกที่ 1 ข. รูปการบันทึกคะแนนความสม่ำเสมอของความสูง

A. คะแนน 2.0 - 2.5

B. คะแนน 2.5 - 3.0

C. คะแนน 3.0 - 3.5

D. คะแนน 3.5 - 4.0



รูปผนวกที่ 2 ข . รูปการบันทึกคะแนนคอดอกของทานตะวัน

A. คะแนน 2.0 - 2.5

B. คะแนน 2.5 - 3.0

C. คะแนน 3.0 - 3.5

D. คะแนน 3.5 - 4.0

รูปผนวกที่ 3 ข. รูปทรงดอกพันธุ์ไพโอเนีย จัมโบ้

รูปผนวกที่ 4 ข. รูปทรงดอกพันธุ์พันธุ์แปซิฟิก 33

รูปผนวกที่ 5 ข. รูปทรงดอกพันธุ์แปซิฟิก 44

รูปผนวกที่ 6 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×017A

รูปผนวกที่ 7 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×021A

รูปผนวกที่ 8 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×022A

รูปผนวกที่ 9 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×023A

รูปผนวกที่ 10 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 008A×027A

รูปผนวกที่ 11 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×008A

รูปผนวกที่ 12 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×017A

รูปผนวกที่ 13 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×021A

รูปผนวกที่ 14 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 014A×027A

รูปผนวกที่ 15 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 017A×021A

รูปผนวกที่ 16 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 021A×008A

รูปผนวกที่ 17 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 021A×022A

รูปผนวกที่ 18 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 022A×023A

รูปผนวกที่ 19 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 023A×021A

รูปผนวกที่ 20 ข. รูปทรงดอกคู่ผสม 027A×014A

ประวัติผู้เขียน

นายกิตติ สัจจาวัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 ที่อำเภอ ด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2541 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จากสาขาวิชาและสถาบันเดียวกันเมื่อปี พ.ศ. 2545 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับดุษฎีบัณฑิตในปี พ.ศ. 2545 ประวัติการทำงาน เป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการวิจัยทานตะวันโดย มทส. ในระหว่างปี พ.ศ. 2541-2545 เป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2546 และได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากโครงการพัฒนาอาจารย์วิทยาเขตสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2545-2548