รหัสโครงการ SUT3-302-50-36-01

รายงานการวิจัย

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน

Sunflower Breeding Project

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-50-36-01

รายงานการวิจัย

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน

Sunflower Breeding Project

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ผู้ร่วมวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา ตันตสวัสดิ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2550-2552

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

ธันวาคม 2554

กิตติกรรมประกาศ

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันสำเร็จด้วยดี ต้องขอขอบคุณ ศ. ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการวิจัย จนสามารถทำงานทดลองสำเร็จลงด้วยดี ฟาร์มมหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้พื้นที่ทำการทดลอง

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ และพันธุ์ลูกผสม เพื่อปรับปรุงลักษณะที่สำคัญมีเป้าหมายและวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อ 1) เพื่อปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ให้มีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ 2) หาวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะปริมาณ 3) เพื่อทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์เพื่อนำไปผลิตลูกผสม 4) เพื่อถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้แก่สายพันธุ์เพื่อผลิต B line ทำการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ โดยทำการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 4 พันธุ์ โดยใช้การคัดเลือก 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 คัดเลือกแบบ mass selection โดยคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ 1 รอบ วิธีที่ 2 คัดเลือกแบบ mass selection จำนวน 2 รอบ โดยคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ 1 รอบ และหลังการผสมพันธุ์อีก 1 รอบ วิธีที่ 3 คัดเลือกแบบ mass selection โดยคัดเลือกหลังการผสมพันธุ์ 2 รอบ ใช้การคัดเลือกแบบแปลงย่อยร่วมด้วยในทุกวิธี จากผลการทดลองพบว่าวิธีที่ 2 ทำให้ทุกประชากรมีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ สูงกว่าวิธีที่ 3 โดยประชากรที่มีความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ได้แก่ HOC_SM, S473_SM และ S475_SM สำหรับการทดลองที่ 2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม โดยการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์โดยการนำ 8 สายพันธุ์ (2A, 5A, 6A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A) มาผสมแบบพบกันหมดแล้วนำลูกผสม F_1 มาปลูกทดสอบร่วมกับพ่อ-แม่ และพันธุ์ลูกผสมทางการค้า พบว่าสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ได้แก่ 2A, 5A และ 9A และคู่ผสมที่มีสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) และ heterobeltiosis ของผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดดอกสูง ได้แก่ 5A×2A, 9A×2A และ 10A×9A ในขณะที่มี inbreeding depression ต่ำ ดังนั้นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 9A และ 10A จากนั้นนำสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงเหล่านี้มาผสมกับพันธุ์จาก NCRPIS ที่มีลักษณะ normal cytoplasm นำลูกผสมมาผสมกลับไปยังสายพันธุ์ของโครงการ 6 รอบ แล้วผสมตัวเองเพื่อทดสอบหาต้นที่มีลักษณะยีโนไทป์ F(msms) ซึ่งจากการทดสอบได้ต้นที่มียีโนไทป์ดังกล่าว 2 ต้น จากคู่ผสม W10×2A และ W10×10A ซึ่งทั้งสองต้นดังกล่าวสามารถนำไปขยายพันธุ์เพื่อผลิตเป็น B-line ได้ เพื่อนำไปสู่การผลิตทานตะวันลูกผสมต่อไป

คำสำคัญ : ทานตะวัน, พันธุ์สังเคราะห์, พันธุ์ลูกผสม, mass selection, grid selection, sca, gca, heterobeltiosis, inbreeding depression

Abstract

The breeding strategies and goals for economic traits of sunflower were different between synthetic and hybrid varieties. The objectives of this study were to 1) improve uniformity of agronomic characters of synthetic varieties 2) investigate the effective methods for uniformity improvement of quantitative characters 3) evaluate combining ability of inbred lines for hybrid variety production 4) inherit the normal cytoplasm for B-line production. Two experiments were carried out at Suranaree University of Technology Farm. Experiment I was conducted to improve uniformity of characters of four synthetic varieties using three selection methods. Method I used a cycle of mass selection with the selection before pollination. Method II used two cycles of mass selection with the selection before pollination in first cycle and after pollination in the second cycle. Method III also used two cycles of mass selection but the selection was done after pollination in both cycles. Grid selection was used for all methods. It was found that method II gave higher uniformity of characters than method III. The selected populations including HOC_SM, S473_SM and S475_SM gave high uniformity of plant height, days to flowering, seed yield and oil content. Experiment II, eight inbred lines (2A, 5A, 6A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A) were crossed using half diallel cross method. Twenty eight F_1 crosses with their parents and a commercial hybrid were evaluated for the combining ability. Lines 2A, 5A and 9A had high general combining ability (gca) for seed yield and oil content. The crosses 5A×2A, 9A×2A and 10A×9A showed high specific combining ability (sca) and heterobeltiosis for seed yield, oil content and head diameter, but they had low levels of inbreeding depression for these characters. The results indicated that the high potential inbred lines for hybrid varieties production were 2A, 5A, 9A and 10A. These inbred lines were crossed with normal cytoplasm varieties from NCRPIS. The F_1 crosses were backcrossed with their parents (lines 2A, 5A, 9A and 10A) for 6 generations. The progenies BC_6F_1 were selfed and BC_6F_2 were planted to determine F(msms) genotype. It was found that two progenies from the crosses of W10×2A and W10×10A were F(msms) genotype. Therefore, these two progenies were multiplied to produce B-line for sunflower hybrid production.

Key words: sunflower, synthetic variety, hybrid variety, mass selection, grid selection, sca, gca, heterobeltiosis, inbreeding depression

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ข

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ค

สารบัญ ง

สารบัญภาพ จ

สารบัญตาราง ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4

2.1 ความสำคัญและการผลิตทานตะวันในประเทศไทย 4

2.2 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทย 6

2.3 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 6

2.4 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม 8

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

3.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 12

3.2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม 18

บทที่ 4 ผลการทดลอง 23

4.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 23

4.2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม 30

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 45

เอกสารอ้างอิง 49

ภาคผนวก 52

ประวัติผู้วิจัย 54

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การผลิตสายพันธุ์ที่ดอกตัวผู้เป็นหมัน (A-line) 10
ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตสายพันธุ์บี (B-line) 11
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการคัดเลือกทานตะวันโดย 2 วิธีการ 17
ภาพที่ 3.2 การผสมกลับเพื่อย้ายยีน normal cytoplasm ให้กับทานตะวันสายพันธุ์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 21
ภาพที่ 4.1 แสดงแถบดีเอ็นเอของพันธุ์ทานตะวันจาก NCRPIS จำนวน 9 พันธุ์ 42

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของทานตะวันในประเทศไทย ปี 2546-2551 5

ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเมล็ด น้ำมัน และกากทานตะวัน ปี 2550-2551 5

ตารางที่ 3.1 แหล่งที่มาของสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง 18

ตารางที่ 3.2 แผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดของทานตะวัน 8 สายพันธุ์ 19

ตารางที่ 3.3 จำนวนต้น BC_6F_2 ของคู่ผสมต่าง ๆ ที่ผสมกับ Tester เพื่อทดสอบยีโนไทป์ F(msms) 22

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เมื่อใช้วิธีการ-คัดเลือกแตกต่างกัน 24

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 28

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 8 สาย-พันธุ์ 32

ตารางที่ 4.4 สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 28 คู่ผสม 33

ตารางที่ 4.5 ค่าความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่ที่ดี (heterobeltiosis) ของทานตะวัน 28 คู่ผสม 35

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน 28 คู่ผสม 37

ตารางที่ 4.7 ค่าการลดเสื่อม (Inbreeding depression) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 28 คู่ผสม 39

ตารางที่ 4.8 ผลการปลูกทดสอบทานตะวัน 11 พันธุ์ จาก North Central Regional Plant Introduction Station 41

ตารางที่ 4.9 จำนวนต้นที่ได้จากการผสมกลับในแต่ละรอบใน 8 คู่ผสม 43

ตารางที่ 4.10 ผลการปลูกทดสอบต้นที่ผสมกับ Tester เพื่อทดสอบยีโนไทป์ F(msms) 44

ตาราง ภ. 1 ค่า Mean square จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 53

บทที่ 1

บทนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน และคาโนลา น้ำมันทานตะวันมีคุณภาพสูง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 90% มีกรดไขมันอิ่มตัวเพียง 10.1% และมีวิตามินอีสูงสุด 41.1% และยังมีสาร antioxidants กันหืนได้ดี สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น จึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศเพื่อการบริโภค นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลายชนิด เช่น น้ำมันชักเงา น้ำมันหล่อลื่น และสีทาบ้าน เป็นต้น ส่วนกากที่ได้หลังจากสกัดน้ำมันจะใช้เป็นอาหารสัตว์เพราะมีโปรตีนสูงถึง 40-50% และลำต้นสามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษคุณภาพดี (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ปัจจุบันมีปริมาณการผลิตเมล็ดทานตะวันทั่วโลกประมาณ 31.24 ล้านตัน โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญ คือ ประเทศรัสเซีย ยูเครน อาร์เจนตินา จีน อินเดีย ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา ฮังการี ตุรกี และสเปน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) สำหรับประเทศไทยในแต่ละปีมีพื้นที่ปลูกทานตะวันประมาณ 200,000 ไร่ สามารถผลิตเมล็ดได้เพียง 20,000 ตันต่อปี ในขณะที่ความต้องการใช้ในประเทศมีมากถึงปีละ 100,000 ตัน เพื่อการบริโภค สกัดน้ำมัน เมล็ดพันธุ์ และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ โดยเฉพาะในปัจจุบันมีความต้องการน้ำมันทานตะวัน เพื่ออุตสาหกรรมอาหารที่ปลอด GMO สูง ต้องมีการสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ โดยมีการนำเข้าเมล็ดทานตะวัน น้ำมันเมล็ดทานตะวัน กากน้ำมัน และกากแข็งที่ได้จากการสกัดเมล็ดทานตะวันรวมมูลค่ามากกว่า 800 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทานตะวันนับเป็นพืชที่มีความสำคัญมาก แต่พื้นที่การปลูกมีแนวโน้มลดลงทุกปี โดยหากเปรียบเทียบพื้นที่การปลูกกับพืชไร่ชนิดอื่น เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา ฯ ถือว่าพื้นที่การปลูกทานตะวันยังมีน้อยมาก เนื่องจากเกษตรกรจะปลูกพืชที่มีผลตอบแทนมากกว่า การปลูกทานตะวันมีปัญหาหลายประการ เช่น การขาดเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีและราคาถูก เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกในปัจจุบันเป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของบริษัทเอกชน ในแต่ละปีประเทศไทยต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ประมาณ 60–90 ล้านบาท โดยราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างสูงประมาณ 180-400 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 25 ของต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ในการปลูกส่วนใหญ่เกษตรกรปลูกโดยใช้ปัจจัยการผลิตต่ำ ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ประสบภาวะขาดน้ำตลอดช่วงการเจริญเติบโต และช่วงติดเมล็ด ซึ่งล้วนส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ดังนั้นการลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์จึงเป็นแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนการผลิต การปลูกทานตะวันของเกษตรกรในประเทศไทย สำหรับแนวทางการลดต้นทุนเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน ควรมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีทั้งพันธุ์สังเคราะห์ และพันธุ์ลูกผสม ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ราคาเมล็ดพันธุ์ถูกลง และลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ทานตะวันจากต่างประเทศ

การเลือกใช้เมล็ดพันธุ์สำหรับปลูกทานตะวันในพื้นที่ต่าง ๆ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสม ในบางท้องที่ที่สภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนสูง หรือมีการใช้ปัจจัยการผลิตต่ำ การใช้พันธุ์สังเคราะห์มีความเหมาะสมกว่าการใช้พันธุ์ลูกผสม เนื่องจากพันธุ์สังเคราะห์สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เมล็ดพันธุ์มีราคาถูก และสามารถเก็บเมล็ดไว้ปลูกในฤดูต่อไปได้ แต่ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์มีข้อจำกัดเช่นกัน คือ ลักษณะต่าง ๆ มีความแปรปรวนมากกว่าพันธุ์ลูกผสม เช่น ความสูง อายุออกดอก ขนาดของดอก และการสุกแก่ไม่สม่ำเสมอเหมือนพันธุ์ลูกผสม และสีเมล็ดอาจแตกต่างกัน แม้เป็นพันธุ์เดียวกันก็ตาม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) นอกจากนี้พันธุ์สังเคราะห์บางพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ จึงทำให้เกษตรกรไม่นิยมปลูกทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัยและปรับปรุงทานตะวันพันธุ์-สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสมใช้เองภายในประเทศ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเกษตรกรลดต้นทุนการผลิต และได้พันธุ์ทานตะวันที่มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกและมีผลกำไรมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ และปรับปรุงสายพันธุ์ทานตะวันเพื่อนำไปใช้ในการผลิตลูกผสมที่มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงขึ้น สำหรับการปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ทำได้โดยการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงภายในประชากร ซึ่งในการทดลองนี้ทำการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก ขนาดดอก และอายุเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม ลักษณะดังกล่าวมาแล้วเป็นลักษณะทางปริมาณ ที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ มีอัตราพันธุกรรมต่ำ และแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม (Schneiter, 1997) ทำให้การคัดเลือกโดยตรงทำได้ยาก การคัดเลือกอาจทำได้โดยการคัดเลือกทางอ้อม (indirect selection) ผ่านลักษณะองค์ประกอบผลผลิต โดยศึกษาสหสัมพันธ์และอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม (สัมประสิทธิ์เส้นทาง) ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงกับผลผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพของพันธุ์สังเคราะห์ จากหลายงานทดลองได้ใช้ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงสูงในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตในพืชหลายชนิด เช่น ในข้าวโพด (Saleem et al., 2007) ทานตะวัน (Machikowa and Saetang, 2008) ปาล์มน้ำมัน (Oboh and Fakorede, 1990) และคำฝอย (Arslan, 2007) เป็นต้น นอกจากนี้ ฐิติพร มะชิโกวา (2550) ได้ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเป็นหมู่ร่วมกับการคัดเลือกในแปลงย่อย ซึ่งสามารถเพิ่มความสม่ำเสมอของความสูง และอายุออกดอกของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จะเป็นการค้นหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อทำให้ลักษณะต่าง ๆ มีความสม่ำเสมอมากขึ้น

สำหรับการผลิตสายพันธุ์เพื่อนำไปผลิตเป็นลูกผสม ขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งคือการทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์ ซึ่งสามารถทำได้โดยการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปของสายพันธุ์ สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะของคู่ผสม ความดีเด่น และการลดเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมตัวเอง เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน ซึ่งจะทำให้สามารถเลือกวิธีการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพการให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันของ

ทานตะวัน ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร ซึ่งจะส่งผลให้ได้พันธุ์ทานตะวันที่มีผลผลิตและมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงขึ้นได้

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1. ปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ที่มีอยู่แล้วให้มีลักษณะที่ดีขึ้นกว่าเดิม
2. ปรับปรุงสายพันธุ์ทานตะวันที่มีศักยภาพสูงเพื่อใช้ในการผลิตลูกผสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญและการผลิตทานตะวันในประเทศไทย

ทานตะวัน เป็นพืชน้ำมันที่มีบทบาทสำคัญในตลาดโลกรองจากถั่วเหลือง (*Glycine max*) ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) และคาโนลาหรือเรปซีด (*Brassica napus* L.) แหล่งผลิตที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศรัสเซีย ยูเครน อาร์เจนตินา จีน และอินเดีย เป็นต้น ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกทานตะวันมากขึ้น โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญ คือ จังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ และนครสวรรค์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ทานตะวันสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น การบริโภคโดยตรง นำมาสกัดเป็นน้ำมัน ซึ่งเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูง และยังสามารถนำน้ำมันมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลายประเภท เช่น เนยเทียม น้ำมันสลัด เครื่องสำอาง เป็นต้น นอกจากนี้กากเมล็ดสามารถใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ และยังสามารถปลูกเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ด้วย เมล็ดทานตะวันมีคุณค่าทางอาหารสูงเนื่องจากประกอบไปด้วยโปรตีน เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ บี ดี อี และเค โดยปริมาณของวิตามินอีในเมล็ดทานตะวันมีสูงกว่าในพืชชนิดอื่น ๆ และองค์ประกอบอาหารที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน 23 กรัม คาร์โบไฮเดรต 19 กรัม ไขมัน 50 กรัม ใยอาหาร 14.3 กรัม เหล็ก 7 มก. แคลเซียม 120 มก. โปแตสเซียม 690 มก. สังกะสี 5 มก. และโซเดียม 3 มก. นอกจากนี้ในน้ำมันทานตะวันยังอุดมด้วยวิตามินต่าง ๆ ดังนี้ วิตามิน เอ 50 IU วิตามินอี 50 มก. วิตามินบี 20.2 มก. และไนอะซิน 4 มก. น้ำมันเมล็ดทานตะวันเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว 90% (เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว 45.4% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน 40.1% สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น)

จากสถิติการเพาะปลูกพบว่า ในปี พ.ศ. 2550/2551 ประเทศไทยมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 162,679 ไร่ ได้ผลผลิต 19,346 ตัน (ตารางที่ 2.1) โดยจังหวัดที่มีการปลูกทานตะวันมาก ได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ และนครสวรรค์ หากเปรียบเทียบพื้นที่การปลูกและผลผลิตแล้ว พบว่าพื้นที่ปลูกและผลผลิตมีแนวโน้มลดลงจากปีก่อน ๆ สาเหตุที่ทำให้การผลิตลดลงเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าแรงงาน ค่าเมล็ดพันธุ์ และให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) แต่ในปัจจุบันมีความต้องการใช้เมล็ดทานตะวันเพื่อสกัดน้ำมันและในอุตสาหกรรมอื่น ๆ มากกว่าปีละ 100,000 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 แต่สามารถผลิตได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ จึงมีการนำเข้าเมล็ดทานตะวัน น้ำมันเมล็ดทานตะวัน กากน้ำมันและกากแข็งจากการสกัดเมล็ดทานตะวันรวมมูลค่ามากกว่า 800 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

ตารางที่ 2.1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของทานตะวันในประเทศไทย ปี 2546–2551

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2546	285,966	32,324	113
2547	179,106	22,090	123
2548	262,625	38,176	145
2549	207,632	24,229	117
2550	191,042	22,999	120
2551	162,679	19,346	119

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551

ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเมล็ด น้ำมัน และกากทานตะวัน ปี 2550–2551

รายการ	2550		2551	
	ปริมาณ (เมตริกตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (เมตริกตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
เมล็ดทานตะวัน	5,500	137,053	6,825	100,184
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	10,435	341,178	9,943	690,458
กากน้ำมันและกากแข็งจากการสกัดเมล็ดทานตะวัน	16,446	79,106	10,356	83,959
รวม	32,381	557,337	27,124	874,601

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551

ในสภาพการผลิตทานตะวันในประเทศไทย เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำ และมักปลูกในปลายฤดูฝนหลังพืชหลักโดยไม่คาดหวังให้ได้ผลผลิตสูง ดังนั้นควรส่งเสริมให้เกษตรกรกลุ่มนี้ใช้พันธุ์-สังเคราะห์ เนื่องจากพันธุ์สังเคราะห์เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการนำหลายสายพันธุ์ มาผสมกันอย่างสุ่ม ซึ่งพันธุ์ชนิดนี้จะให้ผลผลิตปานกลาง ไม่เทียบเท่าพันธุ์ลูกผสม ข้อจำกัดของพันธุ์สังเคราะห์ คือ ความสูงลำต้น อายุออกดอก ขนาดดอก และการสุกแก่ไม่สม่ำเสมอเหมือนพันธุ์ลูกผสม และสีเมล็ดอาจแตกต่างกัน แม้เป็นพันธุ์เดียวกันก็ตาม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1, สุรนารี 471 และสุรนารี 473 เป็นต้น แต่ทั้งนี้ยังไม่มีการผลิตเมล็ดทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ดังกล่าวเป็นการค้า (Laosuwan, 1997)

สำหรับการปลูกทานตะวันในพื้นที่ที่มีการให้ปัจจัยการผลิตเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และต้องการให้ได้ผลผลิตสูง พันธุ์ทานตะวันที่นิยมปลูกจะเป็นพันธุ์ลูกผสม เนื่องจากมีข้อดีเหนือพันธุ์สังเคราะห์หลายประการ ได้แก่ สามารถติดเมล็ดได้ดี เพราะในดอกมีละอองเรณูมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด 3-

4 เท่า จึงทำให้การติดเมล็ดด้วยการผสมตัวเองดีกว่าพันธุ์ผสมเปิด (สุพจน์ แสงประทุม, 2543) และยังมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น การเจริญเติบโตของพันธุ์มีความสม่ำเสมอ ค่อนข้างดี จานดอกใหญ่ เมล็ดติดเต็มจานดอก ให้ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูง ได้แก่ พันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้, โอลิซัน 2, แปซิฟิค 77, อะควอร่า 4, วี 487, แปซิฟิค 44, แปซิฟิค 77, เหรียญทอง และโกลเด้นวัน เป็นต้น

2.2 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทย

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทย ได้มีการเริ่มดำเนินงานมาเกือบ 30 ปี โดยในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการทดลองปลูกศึกษาพันธุ์ทานตะวันผสมเปิด จำนวน 4 พันธุ์ เป็น พันธุ์ท้องถิ่น 1 พันธุ์ และพันธุ์จากต่างประเทศ 3 พันธุ์ พบว่าพันธุ์ที่ศึกษามีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดประมาณ 70% และให้ผลผลิตประมาณ 175 กก./ไร่ นอกจากนี้สถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์ได้นำพันธุ์ทานตะวันจากต่างประเทศเข้ามาทดสอบพบว่าพันธุ์ SARATROSKIJ เจริญเติบโตและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี ต่อมาจึงใช้เป็นพันธุ์ส่งเสริม มีชื่อว่าทานตะวันพันธุ์ “สว.1” ให้ผลผลิต 200-300 กก./ไร่ แต่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันค่อนข้างต่ำเพียง 27.1% เท่านั้น นอกจากนี้แล้วนักวิจัย สาขาพืชน้ำมัน กองพืชไร่ (ปัจจุบัน สถาบันวิจัยพืชไร่) กรมวิชาการเกษตร ได้นำเข้าพันธุ์ทานตะวันจากต่างประเทศมากกว่า 60 พันธุ์ (รวมทั้งพันธุ์ SARATROSKIJ) และได้ปลูกศึกษา รวบรวมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชไร่กาฬสินธุ์ พบว่าพันธุ์ SARATROSKIJ มีการผสมติดดี อย่างไรก็ตามในระยะเริ่มแรกนั้น ตลาดรับซื้อผลผลิตทานตะวันมีจำกัด ทำให้การปลูกทานตะวันไม่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเท่าที่ควรและงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันก็ขาดการมุ่งเน้นอย่างต่อเนื่อง (กองแผนงานและวิชาการ, 2551) ในปี พ.ศ. 2516 มีการนำพันธุ์เข้ามาจากต่างประเทศ จำนวน 18 สายพันธุ์ มาทดสอบที่จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดเชียงใหม่ พันธุ์ที่ทดสอบเป็นพันธุ์ผสมเปิดทั้งสิ้น แต่จากการทดสอบ พบว่าระดับผลผลิตไม่เป็นที่น่าพอใจ (Laosuwan, 1997)

ต่อมาในปี 2519–2529 ได้มีการนำทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ มาปลูกทดสอบ ซึ่งล้วนแต่เป็นพันธุ์-ผสมเปิด จนช่วงปี 2529–2533 โครงการพัฒนาพืชน้ำมัน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ทำการทดสอบลูกผสมเดี่ยวจากต่างประเทศหลายพันธุ์ พบว่าพันธุ์ไฮซัน 33 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตและมีการปรับตัวดีที่สุด (Laosuwan, 1997) และได้ส่งเสริมให้ปลูกกันแพร่หลายในเวลาต่อมา โดยใช้ชื่อว่าพันธุ์แปซิฟิค 33

2.3 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

ในประเทศไทยการพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ของทานตะวันเริ่มต้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2529 ซึ่งเป็นการพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์โดยทดสอบการรวมตัวทั่วไป (general combining ability) ของสายพันธุ์ โดยวิธีทดสอบกับพันธุ์ไฮซัน 33 คัดเลือกได้ 18 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทาง

การเกษตรดี สำหรับใช้ในการผลิตพันธุ์สังเคราะห์ต่อไป (Kaewmeechai et al., 1992) ต่อมาในปี พ.ศ. 2530–2533 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้คัดเลือกสายพันธุ์ทานตะวัน 36 สายพันธุ์ จากการผสมข้ามของทานตะวัน 67 พันธุ์ ซึ่งปล่อยให้ผสมเปิด 5 รอบ เพื่อพัฒนาเป็นทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ได้ประชากรที่ให้ผลผลิตสูง และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าลูกผสมในชั่วที่ 1 ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (Yothasiri, 1992) ในปี พ.ศ. 2532 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้นำสายพันธุ์ทานตะวันมาพัฒนาเป็นพันธุ์-ผสมเปิด พบสายพันธุ์ที่น่าสนใจ 4 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไฮซัน 33 ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2540) สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ ซึ่งได้พันธุ์ Synthetic 1 เมื่อได้รับการทดสอบเพิ่มเติมก็เสนอรับรองพันธุ์ ชื่อพันธุ์เชียงใหม่ 1 ซึ่งทานตะวันพันธุ์นี้ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง แต่มีลักษณะความสูงต้น อายุออกดอก และขนาดดอกไม่ค่อยสม่ำเสมอ ทำให้ไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกรผู้ปลูกทานตะวันในแหล่งท่องเที่ยว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ใหม่ ๆ ขึ้นมา นอกจากนี้ต้องมีการสร้างประชากรใหม่ ๆ ขึ้นมา และการปรับปรุงประชากรของทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 เพื่อยกระดับเปอร์เซ็นต์น้ำมันให้สูงขึ้นใกล้เคียงพันธุ์ลูกผสม และหาแนวทางการวิจัยที่สร้างพันธุ์ลูกผสมทานตะวันภายในประเทศ (กองแผนงานและวิชาการ, 2551)

ในช่วงปี 2537–2547 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้พัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ที่ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และได้ขอรับรองพันธุ์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ชื่อพันธุ์ สุรนารี 471 และสุรนารี 473 (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) พันธุ์เหล่านี้มีข้อดีหลายประการ คือ ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ดอกใหญ่ มีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 เมื่อส่งเสริมให้กับเกษตรกรในแหล่งที่ปลูกเพื่อขายเมล็ดให้กับโรงงาน พบว่าได้รับการตอบรับที่ดี แต่ยังไม่เหมาะสำหรับปลูกในแหล่งท่องเที่ยวเนื่องจากมีการบานของดอก และความสูงต้นไม่สม่ำเสมอ การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารียังดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ในช่วงปี 2548 จนถึงปัจจุบัน ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงความสม่ำเสมอของพันธุ์สังเคราะห์ และพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ใหม่ ๆ ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงลูกผสม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) และได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอให้กับพันธุ์สุรนารี 471 และสุรนารี 473 ซึ่งสามารถเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ มากขึ้น (ฐิติพร มะชิโกวา, 2550) ทำให้ได้พันธุ์สังเคราะห์ที่มีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ยังต้องดำเนินต่อไป และต้องหาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถคัดเลือกพันธุ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้น เช่นการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงทั้งภายในประชากร และการปรับปรุงระหว่างประชากร ซึ่งต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ช่วยในการคัดเลือก

การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ ส่วนใหญ่ใช้การปรับปรุงภายในประชากร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงความสามารถและคุณลักษณะของพันธุ์พืชที่ดีอยู่แล้วให้ดีขึ้นกว่าเดิม โดยการเพิ่มอัตราส่วนยีนของลักษณะที่ต้องการ ซึ่งการปรับปรุงภายในประชากรของพืชผสมข้ามสามารถทำได้หลายวิธีการ ได้แก่ การคัดเลือกแบบเป็นหมู่ (mass selection) การคัดเลือกแบบมีการทดสอบรุ่นลูก (progeny test) การ

คัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถใช้ได้ทั้งกับลักษณะคุณภาพและลักษณะปริมาณ เช่น จุฑามาศ เพียซ้าย และไพศาล เหล่าสุวรรณ (2544) ได้คัดเลือกทานตะวันพันธุ์-สังเคราะห์แบบเป็นหมู่ ซึ่งสามารถเพิ่มความสม่ำเสมอของความสูง และเพิ่มผลผลิตได้ นอกจากนี้ ภาคภูมิ ศรีหมื่นไวย และไพศาล เหล่าสุวรรณ (2549) ใช้การคัดเลือกเป็นหมู่ซึ่งสามารถเพิ่มความสม่ำเสมอของอายุออกดอก และความสูง และยังเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมันได้ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ Gowda and Seetharam (2008) ได้ปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์โดยใช้การคัดเลือกเป็นหมู่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 40-65 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงถึง 38 เปอร์เซ็นต์ และในการทดลองนี้ได้ใช้การคัดเลือกแบบผสมตัวเอง 1 ครั้ง ซึ่งทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 16.79-23.61 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการคัดเลือกในพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด Eleftherios and Christos (1999) ใช้การคัดเลือกเป็นหมู่ในประชากรข้าวโพด พบว่าสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนได้ 7 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 5.1 เปอร์เซ็นต์ต่อรอบการคัดเลือก และ Eltahir and Ghizan (2003) ได้ใช้วิธีการคัดเลือกเป็นหมู่ในข้าวโพดหวาน ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 19.31-21.52 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการเหล่านี้กับลักษณะปริมาณมักมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะที่ทำการคัดเลือก ซึ่งมีผลทำให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการคัดเลือกวิธีการเหล่านี้สามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้เทคนิคการคัดเลือกในแปลงย่อย (grid selection) ซึ่งช่วยให้การคัดเลือกเป็นหมู่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น การปรับปรุงภายในประชากรทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะทางพืชไร่ ซึ่งเป็นลักษณะปริมาณ โดยใช้เทคนิคการคัดเลือกเป็นหมู่ร่วมกับการใช้แปลงย่อย ดังเช่นการทดลองของฐิติพร มะชิโกวา (2550) ซึ่งใช้การคัดเลือกเป็นหมู่ร่วมกับการคัดเลือกในแปลงย่อย พบว่าสามารถลดความแปรปรวนของอายุออกดอกได้ 14.81-125 เปอร์เซ็นต์ ลดความแปรปรวนของความสูง 17.24-71.43 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันและผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์เดิม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

พันธุ์ทานตะวันลูกผสม เช่น พันธุ์แปซิฟิค 33 เป็นลูกผสมเดี่ยว เมล็ดมีราคาแพง เนื่องจากผลิตได้ยาก การผลิตต้องใช้ความเป็นหมันชนิด genetic–cytoplasmic (Carter, 1978) ทำให้เมล็ดมีราคาแพง และต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้นต้องปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสมไว้ใช้เองในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ และยังช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในการผลิต และเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรปลูกพืชทางเลือกใหม่ คือ ทานตะวันมากขึ้น

ในช่วงเวลาตั้งแต่ปี 2537–2548 โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้คัดเลือกสายพันธุ์ทานตะวันที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไว้หลายสายพันธุ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) เมื่อนำสายพันธุ์เหล่านี้ไปทดสอบการรวมตัวทั่วไป และการรวมตัวจำเพาะ พบว่ามีหลาย

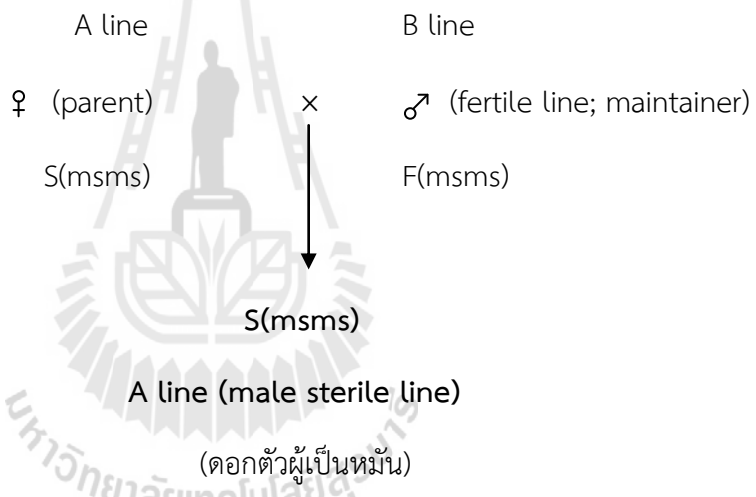
สายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง จึงทำการคัดเลือกไว้ 12 สายพันธุ์ (กิตติ สัจจาวัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ยังมีความเป็นพันธุ์ทางสูงไม่สม่ำเสมอ และบางลักษณะยังไม่ดีพอ ต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติม ดังนั้นการวิจัยในระยะต่อมาจึงเป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีความเป็นพันธุ์แท้สูงขึ้น และคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น จากนั้นสายพันธุ์เหล่านี้ต้องผ่านการทดสอบศักยภาพของสายพันธุ์ และทดลองผลิตลูกผสม ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้เป็นการนำสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาทดสอบศักยภาพของสายพันธุ์ ได้แก่ การทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; gca) สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (specific combining ability; sca) การทดสอบความดีเด่นของลักษณะ (heterobeltiosis) และการลดเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมตัวเอง (inbreeding depression)

2.4.1 สมรรถนะการรวมตัว เป็นการทดสอบความสามารถของสายพันธุ์โดยดูจากลูกผสม ซึ่งสามารถแยกสมรรถนะการรวมตัวได้ 2 แบบ คือ สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) เป็นการวัดผลในทางบวกของยีน และสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) เป็นค่าที่บอกความสามารถในการรวมตัวของลูกผสม เป็นการวัดผลของยีนในแบบข่ม ซึ่งหากต้องการนำสายพันธุ์ไปผลิตเป็นลูกผสม สายพันธุ์เหล่านั้นควรมีสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะต่าง ๆ สูง เพราะจะทำให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะนั้นดีด้วย เช่น Kaya (2005a) ได้นำสายพันธุ์ทานตะวันที่มี gca และ sca สูง มาทดลองผลิตเป็นลูกผสม พบว่าได้ลูกผสมที่ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อใช้ในการผลิตลูกผสม ต้องทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะ เพื่อให้ได้ลูกผสมที่ดี

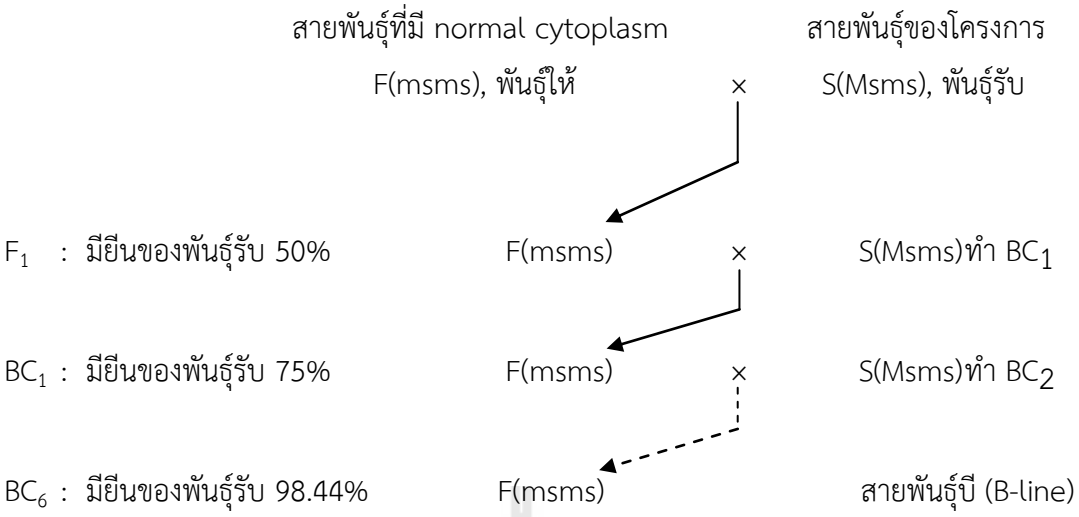
2.4.2 ความดีเด่นของลักษณะ การผลิตลูกผสมข้อมูลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การศึกษาความดีเด่นของลักษณะต่าง ๆ เพราะถ้ามีความดีเด่นสูงมักให้ลูกผสมที่ดีด้วย การศึกษาเกี่ยวกับความดีเด่นในทานตะวันมีหลายงานวิจัย โดยพบว่ามีความดีเด่นของผลผลิต 102–309 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ใบ 46.3–163.9 เปอร์เซ็นต์ ขนาดดอก 61.3–126.5 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 48.53 เปอร์เซ็นต์ และขนาดเมล็ด 9.2–121 เปอร์เซ็นต์ (Ahmad et al., 2005; Farthatullah and Hassan, 2005; Hladni et al., 2005; Haq et al., 2006) และ Kaya (2005b) พบว่าคู่ผสมที่มีความดีเด่นของผลผลิตสูง (288.3 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาผลิตเป็นลูกผสมสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 37–245 กก./เฮกแตร์

2.4.3 การลดเสื่อมของลักษณะ การผลิตสายพันธุ์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี จำเป็นต้องทำการผสมตัวเอง เพื่อให้สายพันธุ์มีความเป็นพันธุ์แท้มากที่สุด ซึ่งในพืชผสมข้ามหากมีการผสมตัวเองหรือผสมพันธุ์ระหว่างต้นที่มียีโนไทป์ใกล้เคียงกัน มักทำให้เกิดการลดเสื่อมของลักษณะ เช่น ผลผลิตลดลง ต้นแคระแกร็น เป็นต้น การศึกษาระดับการลดเสื่อมของลักษณะจึงมีความสำคัญในการวัดการลดเสื่อมในการผสมตัวเองเพื่อผลิตสายพันธุ์ ในทานตะวันมีการศึกษาการลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่ใบมีค่าการลดเสื่อม 17–71 เปอร์เซ็นต์ ขนาดดอก 8.7–48.1 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีเก็บเกี่ยว (-19.1)–38.8 (Ahmad et al., 2005)

สายพันธุ์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน เมื่อผ่านการทดสอบสามารถใช้เป็นสายพันธุ์สำหรับผลิตลูกผสมได้ ซึ่งในการผลิตลูกผสมต้องมีการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ ซึ่งมักมีความยุ่งยากในการตอนดอกตัวผู้ของต้นตัวเมีย วิธีการที่จะทำให้การผสมพันธุ์ทำได้ง่ายคือการทำให้ต้นตัวเมียมีละอองเกสรเป็นหมัน (male sterility) โดยลักษณะการเป็นหมันของดอกตัวผู้ในทานตะวันควบคุมโดยยีนและไซโตพลาสซึม (genetic-cytoplasmic male sterility) ซึ่งมีทั้งยีนที่ควบคุมในนิวเคลียสและหน่วยในไซโตพลาสซึม ซึ่งมียีโนไทป์ S(msms) สำหรับสายพันธุ์ของโครงการฯ ที่ได้รับการคัดเลือก มีหน่วยควบคุมในไซโตพลาสซึมที่ทำให้ดอกตัวผู้เป็นหมันและมียีโนไทป์ S(Msms) ดังนั้นหากต้องการให้ได้ลูก S(msms) ที่เรียกว่า A-line ในทุกชั่ว ต้องทำการ maintain สายพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยต้องมีแหล่งของ nomal cytoplasm ที่มีไซโตพลาสซึมปกติ และต้องถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้สายพันธุ์มียีโนไทป์ F(msms) เพื่อสร้าง B-line ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เพื่อนำไปสู่การผลิตทานตะวันพันธุ์ลูกผสมขึ้นใช้เองภายในประเทศได้



รูปที่ 2.1 การผลิตสายพันธุ์ที่ดอกตัวผู้เป็นหมัน (A-line)



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตสายพันธุ์บี (B-line)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันมาตั้งแต่ปี 2537 และได้พัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ไว้หลายพันธุ์ เช่น พันธุ์สุรนารี 471 (S471), สุรนารี 473 (S473), Diallel (S475), Low Oil Cross (LOC) และพันธุ์ High Oil Cross (HOC) เป็นต้น ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้า อย่างไรก็ตาม พันธุ์สังเคราะห์เหล่านี้พบว่ามีบางลักษณะที่มีความแปรปรวนสูงเช่น (1) มีความแปรปรวนของความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอก (2) มีโรคบางชนิดเข้าทำลายมากกว่าลูกผสม (3) พันธุ์สังเคราะห์มักมีการหักล้มมากกว่าลูกผสม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของสายพันธุ์เหล่านี้ให้ดีขึ้น

การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

ในการปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันครั้งนี้ ได้เลือกใช้พันธุ์-สังเคราะห์ที่มีลักษณะดีเด่น และให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ S471, S473, S475 และ HOC ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแปรปรวนของความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ขนาดดอก และการหักล้ม ของพันธุ์สังเคราะห์เหล่านี้ ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกใช้วิธีการคัดเลือกแบบ mass selection และการคัดเลือกแบบวงจร 2 วิธีการ ได้แก่ 1) การคัดเลือกแบบ mass selection ก่อนการผสมพันธุ์ 1 รอบ และหลังการผสมพันธุ์ 1 รอบ และ 2) การคัดเลือกแบบ mass selection หลังการผสมพันธุ์ จำนวน 2 รอบ โดยแต่ละวิธีการมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.1 การคัดเลือกแบบ mass selection ก่อนการผสมพันธุ์ ร่วมกับเทคนิคแปลงย่อย (grid selection) มีวิธีการ คือ

1) ปลูกทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ S471, S473, S475 และ HOC โดยแต่ละพันธุ์ปลูกเป็นพื้นที่ 1 ไร่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 แต่ละพันธุ์จะปลูกเหลื่อมวันกันประมาณ 25 วัน เพื่อให้ออกดอกต่างวันกัน ป้องกันการผสมข้ามพันธุ์ โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 ซม และระยะระหว่างต้น 25 ซม. หยอดหลุมละ 2 เมล็ด เมื่อทานตะวันอายุ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ซึ่งประชากรสำหรับการคัดเลือกของแต่ละพันธุ์จะมีประมาณ 8,533 ต้น

2) ในแต่ละพันธุ์ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 1 ไร่ ทำการแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อย ขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อทำการคัดเลือกแบบ grid selection (Gardner, 1961) ให้แต่ละแปลงย่อยมีจำนวน 50 ต้น (ดัดแปลงจาก Gardner, 1961) จากนั้นทำการคัดเลือกภายในแต่ละแปลงย่อย โดยวิธี mass selection โดยคัดเลือก

ก่อนการผสมพันธุ์ ทำการคัดเลือกต้นในแต่ละแปลงย่อยที่มีลักษณะตรงตามต้องการ ได้แก่ ต้นที่มีอายุออกดอก ความสูง อายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอกใกล้เคียงกันในแต่ละแปลงย่อย ซึ่งมีขั้นตอนคือ (1) ระยะออกดอก คัดเลือกต้นที่มีอายุออกดอกใกล้เคียงกันภายในแต่ละแปลงย่อย จากนั้นคลุมดอกต้นที่ผ่านการคัดเลือก เพื่อไม่ให้เกิดการผสมข้าม (2) ต้นที่ผ่านการคัดเลือก (อายุออกดอกใกล้เคียงกัน) ทำการคัดเลือกในระยะ R6 ซึ่งเป็นระยะที่ดอกบานเต็มที่ โดยคัดเลือกต้นที่มีความสูงใกล้เคียงกัน (3) คัดเลือกต้นที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ (2) โดยคัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอกใกล้เคียงกัน คัดเลือกจากแต่ละแปลงย่อยประมาณ 5 ต้น (10 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นเก็บเกี่ยวเป็นรายดอกในแต่ละแปลงย่อย และนำเมล็ดของทุกดอกที่ได้รับการคัดเลือกมารวมกันในอัตราส่วนเท่ากัน

3) นำเมล็ดที่ได้จากการรวมกันในข้อ 2) มาปลูกเพื่อให้เกิดการผสมพันธุ์กันอย่างสุ่ม โดยใช้ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถว 25×75 ซม. ในระยะออกดอกปล่อยให้ผสมพันธุ์กันอย่างสุ่มภายในประชากรที่คัดเลือก และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเกี่ยว นวด แล้วนำเมล็ดมารวมกันเพื่อใช้ปลูกทดสอบ

3.1.2 การคัดเลือกแบบ mass selection ก่อนการผสมพันธุ์ 1 รอบ และหลังการผสมพันธุ์ 1 รอบ เป็นการคัดเลือกแบบวงจร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ปลูกทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ S471, S473, S475 และ HOC โดยแต่ละพันธุ์ปลูกเป็นพื้นที่ 1 ไร่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 แต่ละพันธุ์จะปลูกเหลื่อมวันกันประมาณ 25 วัน เพื่อให้ออกดอกต่างวันกัน ป้องกันการผสมข้ามพันธุ์ โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 ซม และระยะระหว่างต้น 25 ซม. หยอดหลุมละ 2 เมล็ด เมื่อทานตะวันอายุ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ซึ่งประชากรสำหรับการคัดเลือกของแต่ละพันธุ์จะมีประมาณ 8,533 ต้น

2) ในแต่ละพันธุ์ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 1 ไร่ ทำการแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อย ขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อทำการคัดเลือกแบบ grid selection (Gardner, 1961) ให้แต่ละแปลงย่อยมีจำนวน 50 ต้น (ดัดแปลงจาก Gardner, 1961) จากนั้นทำการคัดเลือกภายในแต่ละแปลงย่อย โดยวิธี mass selection คัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ ซึ่งมีวิธีการคือ ทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะตรงตามต้องการ ได้แก่ ต้นที่มีอายุออกดอก ความสูง อายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอกใกล้เคียงกันในแต่ละแปลงย่อย โดยมีการคัดเลือกดังนี้ (1) ระยะออกดอก คัดเลือกต้นที่มีอายุออกดอกใกล้เคียงกันภายในแต่ละแปลงย่อย จากนั้นคลุมดอกต้นที่ผ่านการคัดเลือก เพื่อไม่ให้เกิดการผสมข้าม (2) ต้นที่ผ่านการคัดเลือก (อายุออกดอกใกล้เคียงกัน) ทำการคัดเลือกในระยะ R6 ซึ่งเป็นระยะที่ดอกบานเต็มที่ โดยคัดเลือกต้นที่มีความสูงใกล้เคียงกัน (3) ต้นที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ (2) คัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอกใกล้เคียงกัน คัดเลือกในแต่ละแปลงย่อยประมาณ 5 ต้น (10 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นเก็บเกี่ยวเป็นรายดอกในแต่ละแปลงย่อยและนวด แล้วนำเมล็ดของทุกดอกที่ได้รับการคัดเลือกมารวมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน

3) นำเมล็ดที่ได้จากการรวมกันในข้อ 2) มาปลูกเพื่อให้เกิดการผสมพันธุ์กันอย่างสุ่ม โดยใช้ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถว 25×75 ซม ในระยะออกดอกปล่อยให้ผสมพันธุ์กันอย่างสุ่มภายใน

ประชากรที่คัดเลือก และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเกี่ยว นวดแล้วนำเมล็ดมารวมกัน เพื่อใช้เป็นประชากรสำหรับคัดเลือกในรอบที่ 2

4) เมล็ดของแต่ละพันธุ์ที่ได้จากข้อ 3) นำมาปลูกเพื่อใช้ในการคัดเลือกรอบที่ 2 โดยมีวิธีการคัดเลือกเช่นเดียวกับการคัดเลือกในข้อ 3.1.3 (ขั้นตอนที่ 1-3) ซึ่งเป็นการคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์ โดยคัดเลือกต้นที่มีลักษณะตามต้องการ 4 ลักษณะ และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเกี่ยวแล้วนวดรวมกัน จากนั้นเก็บเมล็ดไว้ปลูกทดสอบ (ข้อ 3.1.4 และภาพที่ 3.1)

3.1.3 การคัดเลือกแบบ mass selection (คัดเลือกหลังการผสมพันธุ์) จำนวน 2 รอบ เป็นการคัดเลือกแบบวงจร โดยใช้การคัดเลือกแบบ mass selection คัดเลือกหลังการผสมพันธุ์ จำนวน 2 รอบ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

1) ปลูกทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ S471, S473, S475 และ HOC โดยแต่ละพันธุ์ปลูกเป็นพื้นที่ 1 ไร่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ทั้ง 4 พันธุ์จะปลูกเหลื่อมวันกันประมาณ 25 วัน เพื่อให้แต่ละพันธุ์ออกดอกไม่พร้อมกัน ป้องกันการผสมข้ามพันธุ์ ในการปลูกใช้ระยะระหว่างแถว 75 ซม และระยะระหว่างต้น 25 ซม หยอดหลุมละ 2 เมล็ด เมื่อทานตะวันอายุ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ดังนั้นประชากรสำหรับการคัดเลือกของแต่ละพันธุ์จะมีประมาณ 8,533 ต้น

2) ทานตะวันแต่ละพันธุ์ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 1 ไร่ (ประชากร 8,533 ต้น) ทำการคัดเลือกโดยใช้เทคนิค grid selection (Gardner, 1961) โดยการแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อ ให้แต่ละแปลงย่อยมีจำนวน 50 ต้น (ดัดแปลงจาก Gardner, 1961) จากนั้นทำการคัดเลือกแบบ mass selection ภายในแต่ละแปลงย่อย โดยคัดเลือกต้นที่มีลักษณะอายุออกดอก ความสูง อายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอกใกล้เคียงกันในแต่ละแปลงย่อย โดยมีวิธีการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (1) อายุออกดอก ในระยะออกดอก คัดเลือกต้นภายในแต่ละแปลงย่อยที่มีอายุออกดอกใกล้เคียงกัน (2) ความสูง โดยต้นที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ (1) ที่มีอายุออกดอกใกล้เคียงกัน มาทำการคัดเลือกต้นที่มีความสูงใกล้เคียงกันในระยะ R6 ซึ่งเป็นระยะที่ดอกบานเต็มที่ และ (3) อายุเก็บเกี่ยว และขนาดดอก ทำการคัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวและขนาดดอกใกล้เคียงกันจากต้นที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ (2) ซึ่งเมื่อคัดเลือกทั้ง 4 ลักษณะในแต่ละแปลงย่อยจะได้แปลงย่อยละ 5 ต้น (10 เปอร์เซ็นต์) ทำการเก็บเกี่ยวเป็นรายดอกในแต่ละแปลงย่อย จากนั้นนำเมล็ดของทุกดอกที่ได้รับการคัดเลือกมารวมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน

3) นำเมล็ดที่ได้จากการรวมกันในข้อ 2) มาปลูกเพื่อให้เกิดการผสมพันธุ์กันอย่างสุ่ม โดยใช้ระยะปลูก 25×75 ซม. ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จากนั้นในระยะออกดอกปล่อยให้ผสมพันธุ์กันอย่างสุ่มภายในกลุ่มที่ได้รับการคัดเลือก และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเกี่ยว แล้วนวดและนำเมล็ดรวมกัน เพื่อใช้เป็นประชากรสำหรับคัดเลือกในรอบที่ 2

4) เมล็ดของแต่ละพันธุ์ที่ได้จากข้อ 3) นำมาปลูกเพื่อใช้ในการคัดเลือกรอบที่ 2 โดยมีวิธีการคัดเลือกเช่นเดียวกับรอบที่ 1 (ขั้นตอนที่ 1-3) จากนั้นเก็บเมล็ดไว้ปลูกทดสอบ

3.1.4 การปลูกทดสอบประชากรที่ได้จากการคัดเลือก ปลูกทดสอบเมล็ดที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 3.1.1, 3.1.2 และ 3.1.3 ซึ่งจากการคัดเลือกทานตะวัน 4 พันธุ์ โดยใช้วิธีการคัดเลือก 3 วิธีการ ดังนั้นจะได้ประชากรจากการคัดเลือก 12 ประชากร นำมาปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์เดิมที่ยังไม่ได้คัดเลือก 4 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์ 3 พันธุ์ LOC, LOO และพันธุ์เชียงใหม่ 1 และพันธุ์ลูกผสมทางการค้า คือ พันธุ์แปซิฟิค 77 ดังนั้นประชากรที่ทดสอบในครั้งนี้มีจำนวน 20 ประชากร ปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ ได้แก่ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส) และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) โดยในแต่ละสถานที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอก (RCBD) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1) อายุออกดอก บันทึกอายุออกดอกเป็นวัน นับจากวันปลูกถึงวันดอกบาน ซึ่งสังเกตจากดอกย่อยภายในจานดอกเริ่มบานวงแรก บันทึกจำนวน 10 ดอกในแต่ละแปลงย่อยแล้วหาค่าเฉลี่ย

2) ความสูง วัดความสูงของต้นจากพื้นดินถึงคอดอกเป็นเซนติเมตร ที่ระยะ R6 โดยสุ่มวัดจำนวน 20 ต้น ในแต่ละแปลงย่อยแล้วหาค่าเฉลี่ย

3) ความแข็งแรงคอดอก ที่ระยะ R8 ทำการวัดความแข็งแรงคอดอกเป็นรายแปลง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 = คอดอกหักลีบ โค้งงอมากกว่า 85% ของความยาวลำต้น ไม่สามารถรับน้ำหนักของดอกได้, 2 = คอดอกหักลีบ โค้งงอมากกว่า 60% แต่ไม่เกิน 85% ของความยาวลำต้น รับน้ำหนักของดอกได้ไม่ดี, 3 = คอดอก โค้งมากกว่า 35% แต่ไม่เกิน 60% ของความยาวลำต้น, 4 = คอดอกมีขนาดใหญ่แข็งแรง โค้งมากกว่า 15% แต่ไม่เกิน 35% ของความยาวลำต้น รับน้ำหนักดอกได้โดยไม่หัก, 5 = คอดอกมีขนาดใหญ่ แข็งแรง ตั้งตรงกับลำต้น หรือโค้งไม่เกิน 15% ของความยาวลำต้น

4) ขนาดดอก หลังจากเก็บเกี่ยว สุ่มวัดขนาดดอกจำนวน 20 ดอกต่อแปลงย่อย โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเป็นเซนติเมตร

5) รูปทรงดอก สุ่มดอกจำนวน 20 ดอกต่อแปลงย่อย บันทึกรูปทรงดอกโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 = ดอกบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรงมากกว่า 55%, 2 = ดอกบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรงมากกว่า 40% แต่ไม่เกิน 55%, 3 = ดอกบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรงมากกว่า 25% แต่ไม่เกิน 40%, 4 = ดอกบิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรงมากกว่า 10% แต่ไม่เกิน 25%, 5 = ดอกบิดเบี้ยวน้อยกว่า 10%

6) จำนวนเมล็ดต่อดอก สุ่มนับจำนวนเมล็ดเต็มต่อดอกในแต่ละแปลงย่อย 5 ดอก จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของแต่ละดอก

7) เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม สุ่มนับจำนวนเมล็ดเต็มของดอกในแต่ละแปลงย่อย 5 ดอก จากนั้นคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มของแต่ละดอก

8) เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ สุ่มชั่งน้ำหนักทั้งดอกในแต่ละแปลงย่อย 20 ดอก จากนั้นกะเทาะเมล็ดแล้วชั่งน้ำหนักเมล็ด และคำนวณเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ด} = \frac{\text{ผลผลิต (กก./ไร่)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด (กก./ไร่)}} \times 100$$

9) ผลผลิต เก็บผลผลิตเป็นรายแปลง นำดอกมาตากแดดให้แห้ง กะเทาะเมล็ด แล้วชั่งน้ำหนักเมล็ด และวัดความชื้น เพื่อคำนวณหาผลผลิตต่อแปลง จากนั้นคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{A}{1{,}000} \times \frac{1600}{B} \times \frac{100-C}{88}$$

เมื่อให้ A = ผลผลิตที่ชั่งได้ (กรัม/แปลง)

B = พื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นตารางเมตร

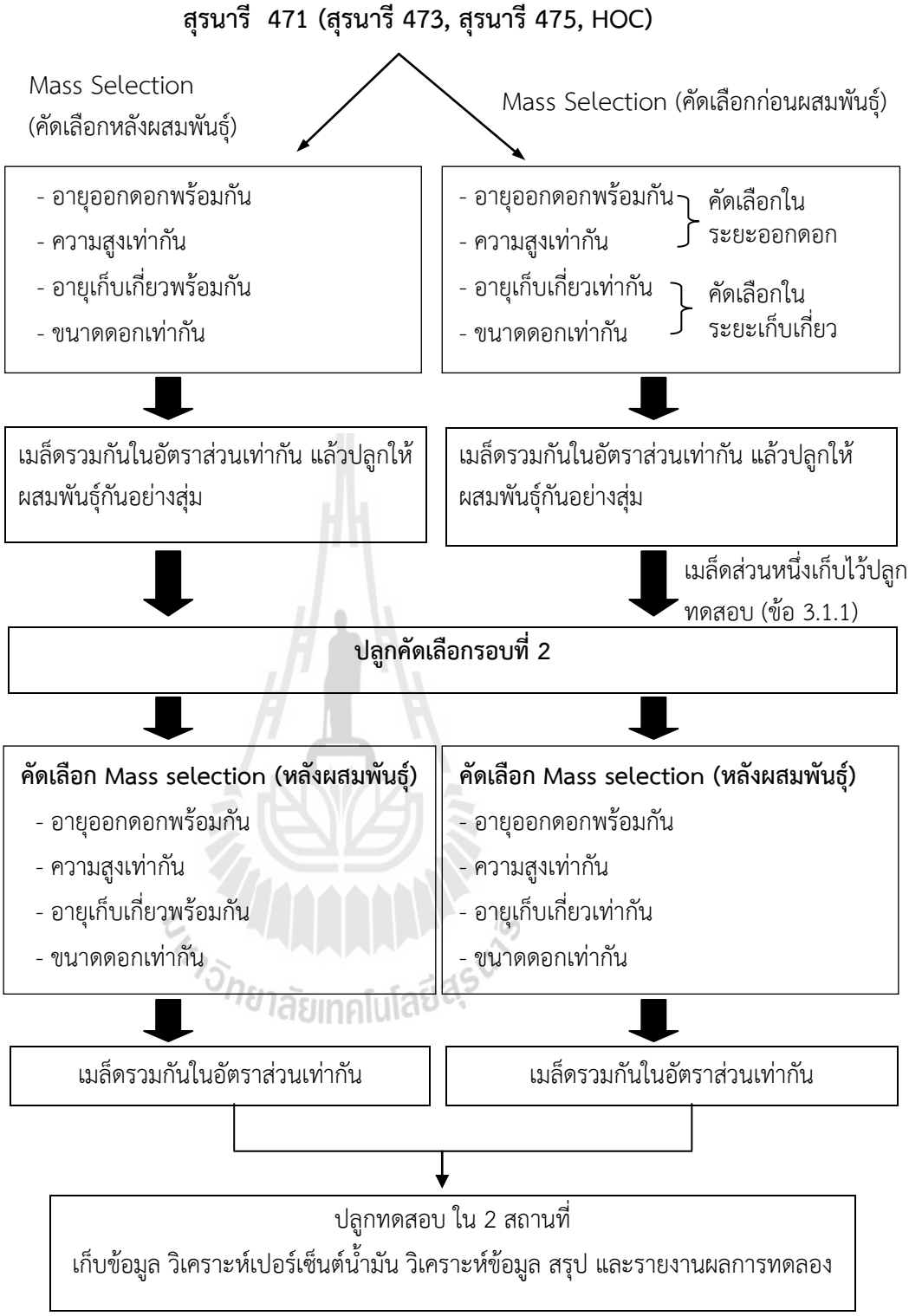
C = ความชื้นที่วัดได้ (เปอร์เซ็นต์)

10) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดหรือขนาดเมล็ด หลังจากนวดเมล็ดทั้งแปลงย่อยแล้ว สุ่มเมล็ดจากแต่ละแปลงย่อยมาชั่งน้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแปลงย่อย

11) เปอร์เซ็นต์น้ำมัน นำเมล็ดทานตะวันของแต่ละแปลงย่อย มาวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันตามวิธีของ AOAC (1995)

12) ความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อายุออกดอก ความสูง และขนาดดอก บันทึกลักษณะเป็นรายแปลง โดยแต่ละลักษณะมีเกณฑ์การให้คะแนน 1–5 ดังนี้ คะแนน 1 = ลักษณะมีความสม่ำเสมอน้อยกว่า 45%, 2 = ความสม่ำเสมอมากกว่า 45% แต่ไม่เกิน 60%, 3 = ความสม่ำเสมอมากกว่า 60% แต่ไม่เกิน 75%, 4 = ความสม่ำเสมอมากกว่า 75% แต่ไม่เกิน 90%, 5 = ความสม่ำเสมอมากกว่า 90%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการคัดเลือกทานตะวันโดย 2 วิธีการ

3.2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน ได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันมาตั้งแต่ปี 2537 จนถึงปัจจุบันได้พัฒนาสายพันธุ์ไว้หลายสายพันธุ์ โดยในขั้นตอนการคัดเลือกสายพันธุ์ใช้การผสมตัวเองและปลูกทดสอบจำนวน 6 ชั่ว จากนั้นทำการปลูกทดสอบสายพันธุ์เบื้องต้น พบว่าสายพันธุ์เหล่านั้นมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันตั้งแต่ 28–39 เปอร์เซ็นต์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) จากการปลูกทดสอบนี้ได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีน้ำมันค่อนข้างสูง (37–39 เปอร์เซ็นต์) มาปรับปรุงสายพันธุ์โดยการคัดเลือกอีก 2 รอบ จนได้สายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงและมีลักษณะทางการเกษตรดี และในปี 2547 โครงการฯ ได้รับสายพันธุ์ที่เป็นแหล่งของ normal cytoplasm จาก North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS), USA (ตารางที่ 3.1) ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ ให้มีลักษณะ normal cytoplasm เพื่อใช้ผลิต B-line

ตารางที่ 3.1 แหล่งที่มาของสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง

พันธุ์/สายพันธุ์	Code	แหล่งรวบรวมพันธุ์/ แหล่งที่มาของสายพันธุ์
Ames 3225	W1	NCRPIS, USA / USDA
PI 221693	W2	NCRPIS, USA/ Indonesia
PI 307831	W3	NCRPIS, USA/ Brazil
PI 318468	W4	NCRPIS, USA/ Brazil
PI 377528	W5	NCRPIS, USA/ Kenya
PI 420138	W6	NCRPIS, USA/ Australia
PI 431511	W7	NCRPIS, USA/ Rhodesia
PI 441983	W8	NCRPIS, USA/ Argentina
PI 480472	W9	NCRPIS, USA/ Zambia
PI 500689	W10	NCRPIS, USA/ Zambia
PI 507920	W11	NCRPIS, USA/ Hungary
No. 008A	2A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 014A	5A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 017A	6A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 021A	8A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 022A	9A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 023A	10A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 027A	11A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)
No. 028A	12A	มทส. (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548)

3.2.1 การประเมินศักยภาพของสายพันธุ์ทานตะวัน

สายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันมี 12 สายพันธุ์ และเพื่อให้การเลือกใช้สายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงเท่านั้น จึงต้องทดสอบศักยภาพในการให้ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ต่าง ๆ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A และ 12A โดยการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability, gca) และสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (specific combining ability, sca) ซึ่งใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) ของ Griffing วิธีที่ 4 (Griffing, 1956) ได้จำนวน 28 คู่ผสม ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดของทานตะวัน 8 สายพันธุ์

สายพันธุ์	5A	7A	8A	9A	10A	11A	12A
2A	×	×	×	×	×	×	×
5A		×	×	×	×	×	×
7A			×	×	×	×	×
8A				×	×	×	×
9A					×	×	×
10A						×	×
11A							×

เมื่อผสมพันธุ์แล้วจะได้เมล็ดในชั่วที่ 1 (F_1) นำเมล็ดนี้ไปปลูกทดสอบร่วมกับพ่อ-แม่พันธุ์ และลูกผสมทางการค้าเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ (พันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้) ใน 2 สถานที่ ได้แก่ ฟาร์มมหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีสุรนารี (มทส) และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) โดยในแต่ละสถานที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอก (RCBD) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) และสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) และหาความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่ (heterobeltiosis) ของลูกผสม โดยเมื่อปลูกแล้วทำการเก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ผลผลิต ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด และความสูง ซึ่งมีวิธีการเก็บข้อมูลเหมือนกับข้อ 3.1.4 จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา gca, sca, ความดีเด่นของลักษณะ (heterobeltiosis) และการลดเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมภายในพันธุ์ (inbreeding depression) หากสายพันธุ์ใดมีสมรรถนะในการรวมตัวสูง และมี heterobeltiosis สูง และมี inbreeding depression ต่ำ จะได้รับการคัดเลือก เพื่อนำไปผลิต A-line ในข้อ 3.2.3

3.2.2 การตรวจสอบลักษณะของพันธุ์จาก NCRPIS

3.2.2.1 การทดสอบการปรับตัวและการเจริญเติบโตในสภาพแปลงปลูก

นำพันธุ์จากแหล่งรวบรวมพันธุ์ North Central Regional PI Station (NCRPIS) ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 11 พันธุ์ มาปลูกในสภาพแปลงเพื่อทดสอบลักษณะต่าง ๆ รวมถึงลักษณะ normal cytoplasm โดยนำเมล็ดมาปลูกพันธุ์ละ 20 ต้น ใช้ระยะระหว่างแถวและระหว่างต้น 75×25 ซม. การดูแลรักษาทำเช่นเดียวกับทานตะวันทั่วไป จากนั้นทำการเก็บข้อมูลของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะอายุออกดอก อายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูง ความแข็งแรงคอดอก ความรุนแรงของการเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน เพื่อประเมินความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

3.2.2.2 การตรวจสอบลักษณะความเป็น normal cytoplasm

นำเมล็ดทานตะวันจาก NCRPIS ทั้ง 11 พันธุ์ มาปลูกจากนั้นเมื่อต้นมีใบจริง 4-5 ใบ หรืออายุประมาณ 15 วัน เก็บใบอ่อนไปสกัดดีเอ็นเอ เพื่อทดสอบความเป็น normal cytoplasm โดยมีวิธีการดังนี้

1) สกัดดีเอ็นเอจากใบอ่อนทานตะวันจาก NCRPIS จำนวน 11 พันธุ์ (W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11) และสายพันธุ์จากโครงการเพื่อเปรียบเทียบลักษณะของ cytoplasmic male sterile 4 สายพันธุ์ (2A, 5A, 9A และ 10A) โดยวิธีการของ Rieseberg et al. (1993)

2) ใช้ primer ที่จำเพาะเจาะจงกับ CMS (Cytoplasmic Male Sterility) ในทานตะวัน ได้แก่ *atp*AF, *orf*H522R และ *orf*H873R (Köhler et al., 1991)

3) นำดีเอ็นเอของทานตะวันที่ได้จากข้อ 1 มาทำปฏิกิริยา PCR โดยใช้ primer ในข้อ 2 ซึ่งมีวิธีการดังแสดงใน Rieseberg et al. (1992)

4) นำดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยา PCR ในข้อ 3 มาแยกขนาดบน 1.5% agarose gel ย้อมดูแถบดีเอ็นเอด้วย ethidium bromide

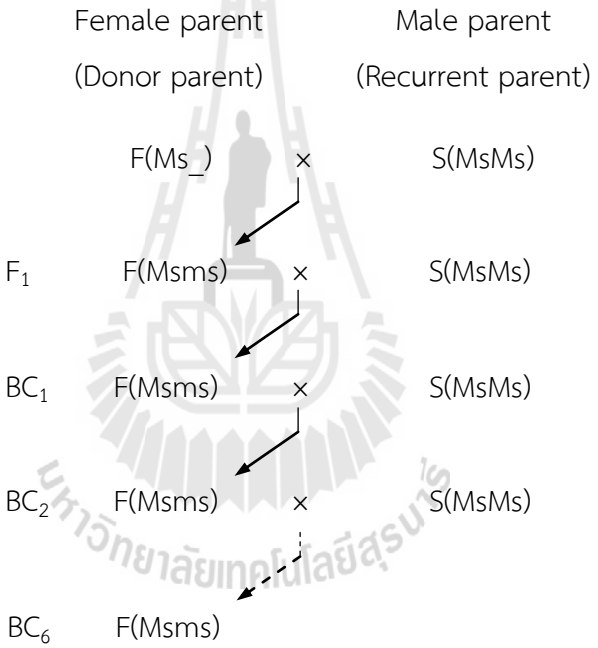
5) ถ่ายภาพเพื่อตรวจสอบขนาดและจำนวนของท่อนดีเอ็นเอในแต่ละตัวอย่าง

6) บันทึกผลการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอ ระหว่างพันธุ์จาก NCRPIS และสายพันธุ์ของโครงการ หากพันธุ์จาก NCRPIS ได้แถบดีเอ็นเอขนาด 870 bp (Rieseberg, 1994) แสดงว่ามี normal cytoplasm ทำการคัดเลือกพันธุ์นั้นไว้ใช้ประโยชน์ต่อไป หากได้แถบดีเอ็นเอเหมือนสายพันธุ์ของโครงการ (จะได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1,450 และ 870 bp) แสดงว่าพันธุ์นั้นมีไซโตพลาสซึมที่ควบคุมดอกตัวผู้เป็นหมัน (เป็น CMS) หรือไม่มี normal cytoplasm ทำการคัดทิ้ง

นอกจากนี้ทำการเก็บข้อมูลลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ลักษณะทางการเกษตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกสายพันธุ์ เพื่อสร้าง B-line ต่อไปในข้อ 3.2.3

3.2.3 การผลิตสายพันธุ์ มีขั้นตอนการผลิตสายพันธุ์โดยการผสมกลับจำนวนหลายครั้งเพื่อถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้กับสายพันธุ์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงของโครงการฯ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 การผลิตสายพันธุ์ให้มีลักษณะ normal cytoplasm จากผลการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ในการทดลองที่ 3.2.1 ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการรวมตัวสูงได้ 4 สายพันธุ์ คือ 2A, 5A, 9A, 10A ปลูกสายพันธุ์เหล่านี้ แล้วใช้เป็นพันธุ์พ่อ (พันธุ์รับ; recurrent parent) ในขณะเดียวกันคัดเลือกพันธุ์จาก NCRPIS ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วหากมีลักษณะเป็น normal cytoplasm และมีลักษณะทางการเกษตรดี ใช้เป็นพันธุ์แม่ (พันธุ์ให้; donor parent) ซึ่งจากการทดลองที่ 3.2.2 พบว่ามีลักษณะเป็น normal cytoplasm ทำการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการปรับตัว และมีลักษณะต่าง ๆ ดี จำนวน 2 พันธุ์ คือ W7 และ W10 ซึ่งเมื่อนำมาผสมพันธุ์กันจะได้ F_1 จำนวน 8 คู่ผสม ได้แก่ W7×2A, W7×5A, W7×9A, W7×10A, W10×2A W10×5A, W10×9A และ W10×10A จากนั้น**ใช้ F_1 เป็นพันธุ์แม่ผสมกลับไปยังสายพันธุ์รับ 4 สายพันธุ์** ในการทดลองนี้สามารถผสมพันธุ์ทานตะวันได้ปีละ 2–3 ครั้ง และในการทดลองนี้ได้ทำการผสมกลับจำนวน 6 ครั้ง (ดังภาพที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 การผสมกลับเพื่อย้ายยีน normal cytoplasm ให้กับทานตะวันสายพันธุ์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง

3.2.3.2 การทดสอบยีโนไทป์ N(msms) ในลูกผสมกลับ และนำไปผลิตสายพันธุ์บี (B-line)

1. นำเมล็ดลูกผสมกลับในชั่วที่ 6 (BC_6F_1) มาปลูกเป็นต้นต่อแถว จากนั้นทำการผสมตัวเอง (แสดงดังรูป) เมื่อสุกแก่ทำการเก็บเกี่ยวเป็นรายต้น เมล็ดที่ได้เรียกว่า BC_6F_2 โดยมีจำนวนต้นที่ทำการผสมตัวเองของคู่ผสมต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3.3

2. นำเมล็ด BC_6F_2 ไปปลูกเป็นต้นต่อแถวเพื่อใช้เป็นพันธุ์พ่อ ในการผสมข้ามกับ Tester (2A, 5A, 9A หรือ 10A) ซึ่งเป็นสายพันธุ์เดียวกับที่ใช้ในข้อ 3.2.3.1 ซึ่งมีทั้งต้นที่มียีโนไทป์ S(MsMs) และ S(msms) ทำการ

ปลูกแล้วเลือกใช้เฉพาะต้นที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน S(msms) เมื่อถึงระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดลูกผสมของต้นเป็นหมัน แล้วนวดเป็นรายดอก

3. นำเมล็ดลูกผสมทั้งหมดมาปลูกแบบต้นต่อแถวแถวละ 30 ต้น ดังนั้นคู่ผสม W7 × 2A มี BC_6F_2 จำนวน 8 ต้น จะได้ต้นที่ปลูกทดสอบทั้งหมด 240 ต้น (ตารางที่ 3.3) เมื่อถึงระยะออกดอกหากแถวใดไม่เป็นหมันแสดงว่าต้น BC_6F_2 มียีโนไทป์ F(Msms) ทำการคัดทิ้ง แต่หากพบว่าแถวใดเป็นหมันทั้งหมดแสดงว่าต้น BC_6F_2 นั้นมียีโนไทป์ F(msms) กลับมาใช้เมล็ดที่เก็บไว้ขยายพันธุ์เพื่อผลิต B-line ต่อไป

S(msms) × F(MsMs) ⟶ S(Msms).....ไม่เป็นหมันคัดทิ้ง

S(msms) × F(Msms) ⟶ S(Msms), S(msms)....กระจายตัวคัดทิ้ง

S(msms) × F(msms) ⟶ S(msms)....เป็นหมันเก็บต้นพ่อไว้ขยายพันธุ์ผลิต B-line

ตารางที่ 3.3 จำนวนต้น BC_6F_2 ของคู่ผสมต่าง ๆ ที่ผสมกับ Tester เพื่อทดสอบยีโนไทป์ F(msms)

Crosses	Tester × BC_6F_2 (ต้น)	จำนวนต้นที่ปลูกทดสอบในชั่วลูก
W7×2A	8	240
W7×5A	7	210
W10×2A	9	270
W10×5A	8	240
W10×9A	9	270
W10×10A	11	330

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

4.1.1 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกในพันธุ์สังเคราะห์

จากการคัดเลือกจากทานตะวัน 4 พันธุ์ โดยใช้วิธีการคัดเลือก 3 วิธี ได้แก่ การคัดเลือกโดย mass selection (วิธีที่ 1), mass selection ที่คัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ในรอบที่ 1 แล้วคัดเลือกหลังการผสมพันธุ์ในรอบที่ 2 (วิธีที่ 2) และ mass selection ที่คัดเลือกหลังการผสมพันธุ์ 2 รอบ (วิธีที่ 3) แต่ละวิธีใช้เทคนิคแบบแปลงย่อยช่วยในการคัดเลือก พบว่าสามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 12 ประชากร เมื่อนำมาปลูกเปรียบเทียบกับประชากรที่ยังไม่ได้คัดเลือก 4 ประชากร ดังนั้นได้ประชากรทั้งหมด 16 ประชากร จากนั้นเก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ จำนวน 13 ลักษณะแล้ววิเคราะห์ข้อมูล พบว่าลักษณะต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบใน 2 สถานที่ อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการคัดเลือก (ตารางที่ 4.1) พบว่าลักษณะต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้วิธีการคัดเลือกต่างกัน ยกเว้นลักษณะความสูง และหากพิจารณาลักษณะที่มีความสำคัญโดยเฉพาะความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก และขนาดดอก มีดังนี้

ความสม่ำเสมอของความสูง จากผลการวิเคราะห์พบว่าการคัดเลือกโดยใช้วิธีที่ 2 ร่วมกับเทคนิคการใช้แปลงย่อย ทำให้ความสูงมีความสม่ำเสมอไม่แตกต่างกับการใช้วิธีที่ 3 โดยพบว่ามีความสม่ำเสมอ 3.76 และ 3.46 คะแนนตามลำดับ ซึ่งถือว่าความสูงมีความสม่ำเสมอมากกว่าประชากรที่คัดเลือกโดยวิธี 1 ที่มีการคัดเลือกเพียง 1 รอบ นอกจากนี้ยังพบว่าการคัดเลือกทุกวิธีทำให้ความสูงมีความสม่ำเสมอกว่าประชากรที่ไม่ได้คัดเลือก

ความสม่ำเสมอของอายุออกดอก จากตารางที่ 4.1 พบว่าวิธีการคัดเลือกที่ทำให้ประชากรมีอายุออกดอกสม่ำเสมอมากที่สุด คือวิธีที่ 2 โดยทำให้ประชากรมีอายุออกดอกใกล้เคียงกัน (4.04 คะแนน) รองลงมาเป็นการวิธีที่ 3 และวิธีที่ 1 ซึ่งมีความสม่ำเสมอ 3.41 และ 2.95 คะแนนตามลำดับ และทุกวิธีการทำให้มีความสม่ำเสมอของอายุออกดอกมากกว่าประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกซึ่งมีความสม่ำเสมอเพียง 2.38 คะแนน

ความสม่ำเสมอขนาดดอก จากการคัดเลือกพบว่าวิธีที่ทำให้ประชากรมีขนาดดอกสม่ำเสมอได้แก่ วิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทำให้ขนาดดอกมีความสม่ำเสมอ (3.84 และ 3.65 คะแนนตามลำดับ) มากกว่าวิธีที่ 1 (3.11 คะแนน) อย่างไรก็ตามทั้ง 3 วิธี ทำให้ความสม่ำเสมอมากกว่าประชากรที่ไม่ได้คัดเลือก (2.67 คะแนน)

ผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของประชากรที่ไม่ได้คัดเลือก และประชากรที่คัดเลือกด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกทุกวิธีมีผลผลิตสูงกว่าการไม่คัดเลือก (290 กก./ไร่) แต่ประชากรที่ได้จากการคัดเลือกทุกวิธีให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกัน (304–337 กก./ไร่) ซึ่งถึงแม้เป็นการคัดเลือกเพื่อเน้นให้ได้ประชากรที่มีความสม่ำเสมอมากขึ้น แต่ในขั้นตอนการคัดเลือกได้ทำการคัดเลือกลักษณะอื่นร่วมด้วย ทำให้ได้ประชากรที่มีลักษณะอื่น ๆ เช่น ผลผลิตสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกแตกต่างกัน

วิธีการคัดเลือก	ผลผลิต[2] (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุออกดอก (วัน)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ก.)	ขนาดดอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ	เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม
ไม่คัดเลือก[1]	290 b	34.83 c	50 a	41.4 b	11.81 c	73.56 b	69.71 b
วิธีที่ 1	304 ab	35.97 b	50 a	44.4 ab	12.14 bc	76.85 ab	74.72 ab
วิธีที่ 2	337 a	36.93 a	50 a	48.8 a	13.29 a	80.48 a	81.76 a
วิธีที่ 3	326 ab	36.71 a	49 b	46.2 ab	13.47 a	78.89 ab	79.49 ab
F-test	*	**	*	*	**	*	*

ns, *, ** ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1] วิธีที่ 1 = คัดเลือกแบบ mass (ก่อนผสมพันธุ์) 1 รอบ, วิธีที่ 2 = คัดเลือกแบบ mass (รอบที่ 1 ก่อนผสมพันธุ์+รอบที่ 2 หลังการผสมพันธุ์) วิธีที่ 3 = คัดเลือกแบบ mass (หลังการผสมพันธุ์) 2 รอบ

[2] อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกแตกต่างกัน (ต่อ)

วิธีการคัดเลือก	ความสูง[2] (ซม.)	จำนวนเมล็ดต่อดอก	ความแข็งแรงคอดอก	ความสม่ำเสมอความสูง	ความสม่ำเสมออายุออกดอก	ความสม่ำเสมอขนาดดอก
			คะแนน[3]			
ไม่คัดเลือก[1]	188	915 b	3.22 b	2.42 c	2.38 d	2.67 c
วิธีที่ 1	193	988 a	3.55 b	3.11 b	2.95 c	3.11 b
วิธีที่ 2	196	925 b	4.07 a	3.76 a	4.04 a	3.84 a
วิธีที่ 3	199	913 b	3.79 ab	3.46 ab	3.41 b	3.65 a
F-test	ns	*	*	**	**	**

ns, *, ** ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1] วิธีที่ 1 = คัดเลือกแบบ mass (ก่อนผสมพันธุ์) 1 รอบ, วิธีที่ 2 = คัดเลือกแบบ mass (รอบที่ 1 ก่อนผสมพันธุ์+รอบที่ 2 หลังการผสมพันธุ์) วิธีที่ 3 = คัดเลือกแบบ mass (หลังการผสมพันธุ์) 2 รอบ

[2] อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

[3] คะแนน 5 = มีความสม่ำเสมอมาก, 1 = มีความสม่ำเสมอน้อย

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะนี้ระหว่างประชากรที่ไม่ได้คัดเลือก และประชากรที่คัดเลือกด้วยวิธีการต่าง ๆ พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าประชากรที่ไม่มีการคัดเลือก โดยการคัดเลือกวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างกัน (36.93, 36.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกทั้งสองวิธีทำให้ได้ประชากรที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าประชากรที่ได้จากวิธีที่ 1 (35.97 เปอร์เซ็นต์)

ลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด อายุออกดอก ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม จำนวนเมล็ดต่อดอก และความแข็งแรงคอดอก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 พบว่าลักษณะต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่าง 2 วิธีการ ดังนั้นการคัดเลือกทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกโดย 2 วิธีการดังกล่าว ทำให้ลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้นกว่าวิธีที่ 1 และการไม่คัดเลือก เช่น น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เมื่อคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 และ 3 ทำให้มีน้ำหนักเมล็ด (48.8 และ 46.2 กรัม/1,000 เมล็ด) สูงกว่าการใช้วิธีที่ 1 และการไม่คัดเลือก (44.4 และ 41.4 กรัม/1,000 เมล็ด) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะอื่นให้ผลการทดสอบเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ การคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การกระเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม และความแข็งแรงของคอดอก สูงไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะวิธีการัดเลือกวิธีที่ 2 มีค่ามากกว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าการไม่คัดเลือก

4.1.2 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการต่าง ๆ

จากการเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของประชากรที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการต่าง ๆ กับประชากรเดิมที่ไม่ได้คัดเลือกและพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งมีทั้งพันธุ์สังเคราะห์และลูกผสมทางการค้า ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าทุกประชากรที่คัดเลือกจากพันธุ์สังเคราะห์แต่ละพันธุ์ พบว่าความสูง อายุออกดอก และขนาดดอก มีความสม่ำเสมอสูงสุด เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 รองลงมาคือวิธีที่ 3

ความสม่ำเสมอของความสูง จากการทดสอบประชากรที่ได้จากการคัดเลือก หากเปรียบเทียบเฉพาะประชากรจากการคัดเลือกเท่านั้น พบว่าประชากร HOC_SM, S471_SM, S473_SM และ S475_SM มีความสม่ำเสมอของความสูงมากกว่ากลุ่มประชากรที่ไม่ได้ทำการคัดเลือก โดยมีสม่ำเสมอ 3.68–3.95 คะแนน ในขณะที่ประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกพบว่าความสูงมีคะแนน 2.06–2.68 คะแนน และหากเปรียบเทียบประชากรที่ได้จากการคัดเลือกดังกล่าวกับพันธุ์สังเคราะห์เชียงใหม่ 1 พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกมีความสม่ำเสมอของความสูงมากกว่า

ความสม่ำเสมอของอายุออกดอก จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างประชากรจากการคัดเลือกดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าประชากร HOC_SM, S473_SM และ S475_SM มีความสม่ำเสมอของอายุออกดอกมากที่สุด โดยมีสม่ำเสมอ 4.00–4.13 คะแนน ในขณะที่ประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกพบว่าอายุออกดอกมีคะแนน 2.18–2.56 คะแนน และหากเปรียบเทียบกับพันธุ์เชียงใหม่ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์สังเคราะห์ที่มีการปลูกทั่วไป พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกมีความสม่ำเสมอของอายุออกดอกมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1

ความสม่ำเสมอของขนาดดอก จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าประชากร HOC_SM, S471_MM, S473_SM และ S475_SM มีความสม่ำเสมอของอายุออกดอกสูง โดยมีสม่ำเสมอ 3.87–3.97 คะแนน ในขณะที่ประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกพบว่าอายุออกดอกมีคะแนนระหว่าง 2.31–2.93 คะแนน และพันธุ์ลูกผสมทางการค้ามีคะแนนความสม่ำเสมอเพียง 4.31 คะแนน

ผลผลิต ในการเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของประชากรต่าง ๆ ที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งในการคัดเลือกจะเป็นการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของอายุออกดอก ขนาดดอก ความสูง และอายุเก็บเกี่ยว ส่วนลักษณะผลผลิตเป็นการคัดเลือกโดยการคัดเลือกทางอ้อมโดยดูขนาดดอกใหญ่ มีการติดของเมล็ดสูง แต่ไม่ได้เป็นลักษณะหลักที่ใช้ในการคัดเลือก อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าได้ประชากรที่มีผลผลิตมากกว่าประชากรที่ยังไม่ได้คัดเลือก โดยประชากร S473_ SM และ S473_MM เป็นประชากรที่มีผลผลิต (355 และ 353 กก./ไร่ ตามลำดับ) สูงกว่าประชากรอื่น ๆ ที่ได้จากการคัดเลือก และยังพบว่าให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ ซึ่งได้แก่พันธุ์ LOC, LOO และพันธุ์เชียงใหม่ 1

อายุออกดอก เป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการคัดเลือก ซึ่งต้นที่ได้รับการคัดเลือกมักเป็นต้นที่มีอายุออกดอกเร็ว-ปานกลาง ส่วนต้นที่ออกดอกช้ามักไม่ได้รับการคัดเลือก เมื่อปลูกทดสอบจึงพบว่าในทุกพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกจะได้ประชากรที่มีอายุออกดอกเร็วกว่าพันธุ์ที่ไม่ได้รับการคัดเลือก แสดงว่าการคัดเลือกอายุออกดอกสามารถใช้วิธีการต่าง ๆ ในการทดลองนี้ โดยประชากรที่ได้จากการคัดเลือกจะมีอายุสั้นกว่าพันธุ์เดิมประมาณ 1-4 วัน

เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ในการคัดเลือกนี้ได้ใช้แปอร์เซ็นต์การกะเทาะเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเลือก โดยจะเลือกดอกที่มีการจัดเรียงเมล็ดสวยงาม ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า S473_SM, S471_SM และ S475_SM เป็นประชากรที่มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะสูง (81.38, 80.72 และ 80.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ 1 และสูงกว่าพันธุ์ LOC, LOO

เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการคัดเลือกดอกที่ต้องการก่อนปลูกทดสอบ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า S473_SM, S471_SM, S473_MM และ S475_SM เป็นประชากรที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม (83.32, 82.12, 81.50 และ 81.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าประชากรอื่น ๆ ที่ไม่ได้คัดเลือก และยังพบว่าประชากรที่ผ่านการคัดเลือกจะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์เปรียบเทียบ ได้แก่พันธุ์ LOO, LOC และ ซึ่งมีค่า 65.00 และ 66.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนักเมล็ด โดยวัดจากน้ำหนัก 1,000 เมล็ด หากประชากรใดมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าแสดงว่ามีขนาดเมล็ดโตกว่า ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกทุกวิธีการมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่าประชากรที่ยังไม่ได้คัดเลือกทุกประชากร นั่นคือการคัดเลือกทำให้ได้ประชากรที่มีน้ำหนักเมล็ดมากขึ้น นอกจากนี้พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกมีน้ำหนักเมล็ดไม่แตกต่างจากพันธุ์ลูกผสมทางการค้า ได้แก่ ประชากร S473_SM ซึ่งมีน้ำหนัก 50.4 กรัม/1,000 เมล็ด

ความแข็งแรงคอดอก เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการคัดเลือกดอกที่ต้องการ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า S475_SM, S471_SM, HOC_MM, HOC_SM และ S473_SM เป็นประชากรที่มีคะแนนความแข็งแรงของคอดอก (4.12, 4.10, 4.10, 4.03 และ 4.03 คะแนน ตามลำดับ) สูงกว่าประชากรอื่น ๆ ที่ได้จากการคัดเลือก และยังพบว่าความแข็งแรงคอดอกของประชากรเหล่านี้ใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ 1 และยังพบว่าสูงกว่าพันธุ์ LOC, LOO

ลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก ความสูง และจำนวนเมล็ดต่อดอก ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ได้ใช้ในการคัดเลือก แต่เป็นองค์ประกอบของการให้ผลผลิตทานตะวัน ซึ่งเมื่อทดสอบแล้วพบว่าลักษณะเหล่านี้มีความแตกต่างจากประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกเพียงเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พันธุ์[1]	ผลผลิต[2] (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุออกดอก (วัน)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ขนาดดอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ	เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม
HOC	290 ghi	34.84 def	55 a	45.2 d-h	11.32 de	71.26 hi	64.88 i
HOC_M_1	312 efg	38.68 b	50 c-g	48.8 bcd	12.28 b-e	76.75 c-g	72.14 f g
HOC_SM	343 bcd	36.72 bcd	51 bcd	49.9 bc	13.82 ab	79.30 b-e	80.35 bcd
HOC_MM	319 def	37.34 bcd	51 bcd	47.5 b-f	14.86 a	77.82 b-g	77.21 c-f
S471	306 efg	34.44 ef	48 d-g	37.2 k	11.95 b-e	74.04 f-i	70.52 gh
S471_M_1	299 e-h	34.91 def	48 d-g	43.5 f-i	13.04 a-e	76.06 d-g	72.61 fg
S471_SM	324 d	37.18 b-e	47 e-g	46.7 b-g	12.49 b-e	80.72 bc	82.12 bc
S471_MM	322 def	36.28 b-f	47 e-g	45.3 d-h	13.73 abc	79.00 b-e	79.10 b-e
S473	300 e-h	35.80 c-f	46 g	40.2 ijk	12.53 b-e	73.65 ghi	68.99 ghi
S473_M_1	311 efg	35.80 c-f	46 g	42.0 hj	11.46 cde	78.09 b-f	79.48 b-e
S473_SM	355 b	38.09 bc	47 e-g	50.4 ab	13.84 ab	81.38 b	83.32 b
S473_MM	353 b	38.21 bc	47 e-g	45.9 c-h	11.79 b-e	80.31 bcd	81.50 bc
S475	265 i j	34.22 f	52 abc	43.0 g-i	11.42 cde	75.28 e-h	74.46 efg
S475_M_1	292 f-i	34.47 ef	55 a	43.3 ghi	11.79 b-e	76.48 c-g	74.65 dg
S475_SM	326 cde	35.73 c-f	53 abc	48.3 b-e	13.00 a-e	80.52 bc	81.26 bc
S475_MM	308 efg	34.99 def	50 c-g	46.2 c-g	13.48 a-d	78.41 b-e	80.15 b-e
LOO	260 j	29.10 g	46 g	36.7 k	11.00 e	66.30 j	65.00 i
LOC	272 hij	30.95 g	47 e-g	38.9 jk	11.26 de	70.09 i	66.13 hi
CM1	322 de	30.67 g	51 bcd	44.5 e-h	11.72 b-e	81.84 b	78.55 b-e
Pacific 77	410 a	42.79 a	54 ab	53.9 a	13.13 a-e	92.41 a	89.11 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	8.35	6.72	6.99	8.05	15.45	4.86	6.66

[1] วิธีที่ 1 = คัดเลือกแบบ mass (ก่อนผสมพันธุ์) 1 รอบ, วิธีที่ 2 = คัดเลือกแบบ mass (รอบที่ 1 ก่อนผสมพันธุ์+รอบที่ 2 หลังการผสมพันธุ์) วิธีที่ 3 = คัดเลือกแบบ mass (หลังการผสมพันธุ์) 2 รอบ

[2] อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ต่อ)

พันธุ์[1]	ความสูง[2] (ซม.)	จำนวนเมล็ดต่อดอก	ความแข็งแรงคอดอก	ความสม่ำเสมอความสูง	ความสม่ำเสมออายุออกดอก	ความสม่ำเสมอขนาดดอก
			คะแนน			
HOC	191 b-e	1,026 ab	3.32 fgh	2.68 fg	2.56 g	2.93 efg
HOC_M_1	200 ab	995 abc	3.37 fgh	3.03 ef	3.18 ef	3.12 def
HOC_SM	199 abc	833 bc	4.03 bcd	3.95 bc	4.06 bc	3.97 ab
HOC_MM	200 abc	867 bc	4.10 bc	3.47 de	3.18 ef	3.60 bc
S471	190 b-e	826 c	3.06 h	2.50 gh	2.53 g	2.76 fg
S471_M_1	190 b-e	910 bc	3.63 ef	3.25 de	2.93 f	3.06 d-g
S471_SM	199 abc	895 bc	4.10 bc	3.70 cd	3.97 bc	3.62 bc
S471_MM	205 a	838 bc	3.57 efg	3.60 cd	3.28 def	3.95 ab
S473	179 e	926 bc	3.28 fgh	2.43 gh	2.18 g	2.31 hi
S473_M_1	187 b-e	1,117 a	3.38 fgh	2.76 fg	3.38 de	3.20 de
S473_SM	196 a-d	991 abc	4.03 bcd	3.72 cd	4.13 b	3.87 b
S473_MM	197 abc	919 bc	3.62 ef	3.25 de	3.53 de	3.43 cd
S475	193 bcd	880 bc	3.20 gh	2.06 h	2.25 g	2.66 gh
S475_M_1	193 bcd	929 bc	3.82 cde	3.41 de	2.31 g	3.07 d-g
S475_SM	190 b-e	982 abc	4.12 bc	3.68 cd	4.00 bc	3.88 b
S475_MM	194 bcd	1,027 ab	3.85 cde	3.53 cd	3.66 cd	3.63 bc
LOO	186 c-e	1,004 abc	3.68 def	2.47 gh	2.18 g	2.16 i
LOC	184 de	845 bc	3.06 h	2.06 h	2.37 g	2.22 i
CM1	199 abc	882 bc	4.31 b	3.23 de	3.20 ef	3.59 bc
Pacific77	189 b-e	925 bc	5.00 a	4.93 a	5.00 a	4.31 a
F-test	**	*	**	**	**	**
CV(%)	5.71	5.47	9.29	12.77	11.16	3.46

[1] วิธีที่ 1 = คัดเลือกแบบ mass (ก่อนผสมพันธุ์) 1 รอบ, วิธีที่ 2 = คัดเลือกแบบ mass (รอบที่ 1 ก่อนผสมพันธุ์+รอบที่ 2 หลังการผสมพันธุ์) วิธีที่ 3 = คัดเลือกแบบ mass (หลังการผสมพันธุ์) 2 รอบ

[2] อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

4.2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

4.2.1 การประเมินศักยภาพของสายพันธุ์

การทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; gca) และสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (specific combining ability; sca) ของทานตะวัน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 7A, 8A, 10A, 11A และ 12A โดยใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) ตามวิธีของ Griffing วิธีที่ 4 (Griffing, 1956) ได้ผลการทดสอบ gca ดังข้อ 4.2.1.1 และผลการทดสอบ sca ดังข้อ 4.2.1.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของสายพันธุ์

การทดสอบ gca เป็นการทดสอบสมรรถนะเฉลี่ยของสายพันธุ์ที่ทดสอบผสมกับสายพันธุ์อื่น ๆ เป็นการวัดการแสดงออกของยีนในแบบบวก ในการทดลองนี้ต้องการทดสอบ gca ของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ผลผลิต ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด และความสูง ของทานตะวัน 8 สายพันธุ์ ซึ่งปลูกทดสอบ 2 สถานที่ แต่ละสถานที่ทดสอบ 4 ซ้ำ และเนื่องจากไม่มี interaction ระหว่างสถานที่จึงได้ทำการวิเคราะห์ร่วมทั้งสองสถานที่ ผลการวิเคราะห์ gca แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าลักษณะต่าง ๆ มี gca ของสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลผลิต ลักษณะนี้พบว่า 4 สายพันธุ์มีค่า gca เป็นแบบบวกและมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สายพันธุ์ 2A (5.26), 5A (8.54), 7A (3.44) และ 9A (5.27) ซึ่งแสดงว่าลักษณะผลผลิตของทานตะวันทั้ง 4 สายพันธุ์มีการแสดงออกของยีนแบบบวก ส่วนอีก 4 สายพันธุ์ที่เหลือมีค่า gca เป็นลบ

ขนาดดอก เป็นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสำคัญ ซึ่งพบว่า gca ของ 5 สายพันธุ์ มีค่า gca แบบบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 5A, 9A, 10A, 11A และ 12A โดยมีค่า gca เท่ากับ 0.56, 0.64, 0.60, 0.50 และ 0.30 ตามลำดับ ส่วน 3 สายพันธุ์มีค่า gca เป็นลบ

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน เป็นลักษณะหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน จากการวิเคราะห์ gca พบว่ามี 4 สายพันธุ์ ที่มีค่า gca แบบบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่สายพันธุ์ 2A, 5A, 9A และ 10A โดยมีค่า gca เท่ากับ 1.08, 1.11, 0.87 และ 0.34 ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ที่เหลือมีค่า gca ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันเป็นลบ

ขนาดเมล็ด เป็นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสำคัญ ซึ่งพบเช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน คือมี 4 สายพันธุ์ ที่มีค่า gca แบบบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่สายพันธุ์ 5A, 9A และ 10A โดยมีค่า gca เท่ากับ 0.06, 1.01, 0.98 และ 0.29 ตามลำดับ และอีก 4 สายพันธุ์มีค่าในทางลบ

ความสูง เป็นลักษณะที่ให้ผลการทดสอบแตกต่างจากลักษณะอื่น เนื่องจากการคัดเลือกส่วนใหญ่ไม่ต้องการต้นที่สูงเกินไป ดังนั้นค่า gca ที่ได้มักจะแตกต่างจากลักษณะอื่น ดังนั้นสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีค่า gca ในแบบลบ ซึ่งได้แก่ สายพันธุ์ 7A, 8A, 9A และ 11A

ดังนั้น เมื่อพิจารณาค่าสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 8 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ 2A, 5A, 9A และ 10A เป็นสายพันธุ์ที่มีค่า gca ของลักษณะที่ต้องการสูง

ได้แก่ผลผลิต ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดเมล็ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการให้มีค่าสูง เนื่องจากลักษณะเหล่านี้มีการแสดงออกของยีนในแบบบวก (ตารางที่ 4.3)

4.2.1.2 สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) ของสายพันธุ์

การทดสอบ sca เป็นการทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์หนึ่งเมื่อผสมพันธุ์กับอีกสายพันธุ์หนึ่งว่ามีลักษณะสูงกว่าหรือดีกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อผสมกับสายพันธุ์อื่น ๆ หลายสายพันธุ์ ซึ่งเป็นการวัดผลการแสดงออกของยีนที่ไม่เป็นแบบบวก ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการผสมพันธุ์ทานตะวัน 8 สายพันธุ์ โดยวิธีผสมแบบพบกันหมด ได้ทั้งหมด 28 คู่ผสม แล้วปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ และการวิเคราะห์ sca ได้ทำการวิเคราะห์ร่วมทั้ง 2 สถานที่ ซึ่งได้ค่าของลักษณะต่าง ๆ 5 ลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ผลผลิต จากการทดสอบทั้ง 28 คู่ผสม เพื่อวัดผลการแสดงออกของยีนที่ไม่เป็นแบบบวกของลักษณะผลผลิตพบว่าคู่ผสมที่มีค่า sca เป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติมี 4 คู่ผสม ได้แก่ 5A×2A, 9A×2A, 12A×2A และ 10A×9A (16.91, 11.45, 12.32 และ 10.45 ตามลำดับ) แสดงว่าคู่ผสมเหล่านี้ลักษณะผลผลิตมีการแสดงออกของยีนไม่เป็นแบบบวก สามารถนำไปสู่การผลิตเป็นลูกผสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง

ขนาดดอก เป็นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่นำมาทดสอบหา sca ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า sca ของขนาดดอกมีถึง 8 คู่ผสมที่มี sca แบบบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 9A×2A, 9A×5A, 11A×5A, 8A×7A, 9A×7A, 12A×10A และ 12A×11A โดยมีค่า sca เท่ากับ 0.98, 1.37, 0.57, 0.62, 1.22, 2.55, 0.76 และ 0.66 ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จากการวิเคราะห์ sca พบว่ามี 9 คู่ผสมที่มีค่า sca เป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 7A×2A, 9A×5A, 8A×7A, 9A×7A, 10A×8A, 10A×9A, 12A×9A และ 12A×11A โดยมีค่า sca เท่ากับ 1.45, 1.08, 1.85, 1.22, 1.15, 1.94, 1.71, 1.42 และ 1.32 ตามลำดับ

ขนาดเมล็ด ผลการวิเคราะห์ sca ของ 28 คู่ผสม พบว่ามี 7 คู่ผสมที่มีค่า sca เป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 7A×2A, 12A×5A, 10A×7A, 11A×7A, 10A×9A และ 12A×8A โดยมีค่า sca เท่ากับ 2.67, 1.31, 1.94, 0.79, 0.84, 0.95 และ 0.97 ตามลำดับ

ความสูง เป็นลักษณะที่ให้ผลการทดสอบแตกต่างจากลักษณะอื่น เนื่องจากในการคัดเลือกความสูงจะต้องการต้นที่ไม่สูงเกินไป เพราะหากต้นสูงเกินไปจะทำให้ต้นหักล้มได้ ดังนั้นค่า sca ส่วนใหญ่จึงมีค่าเป็นลบ

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 8 สายพันธุ์

สายพันธุ์	ผลผลิต	ขนาดดอก	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด	ความสูง
2A	5.26 **	-0.66 **	1.08 **	0.06	1.35 *
5A	8.54 **	0.56 **	1.11 **	1.01 **	0.65
7A	3.44 *	-0.56 **	-0.76 **	-0.13	-1.62 **
8A	-7.97 **	-0.75 **	-0.69 **	-0.10	-0.29
9A	5.27 **	0.64 **	0.87 **	0.98 **	-1.82 **
10A	-4.96 **	0.60 **	0.34 *	0.29 *	2.07 **
11A	-3.71 *	0.50 **	-0.61 **	-0.60 **	-1.62 **
12A	-0.59	0.30 *	-0.47 *	-0.62 **	0.77
F-test	**	**	**	*	*

ns, *, ** ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ค่า sca ของ 28 คู่ผสม พบว่าคู่ผสมที่มีค่า sca ของลักษณะผลผลิตขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดเมล็ด มีค่าสูง ส่วนความสูงต้นมีค่า sca ต่ำ ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 7A×2A, 9A×2A และ 10A×9A ซึ่งสายพันธุ์ที่นำไปสู่การผลิตลูกผสมเหล่านี้ ได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 7A, 9A และ 10A

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.4 สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 28 คู่ผสม

คู่ผสม	ผลผลิต	ขนาดดอก	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด	ความสูง
5A×2A	16.91 **	0.98 **	1.45 **	2.67 **	-6.60 **
7A×2A	5.64	-0.28	1.08 *	1.31 **	0.57
8A×2A	-7.69	0.38	-1.74 **	-0.37	9.80 **
9A×2A	11.45 **	1.37 **	-0.53	0.68	-7.86 **
10A×2A	-16.67 **	0.09	-0.77	-0.98 *	-0.53
11A×2A	-0.51	-0.91 **	0.43	0.56	5.57 **
12A×2A	12.32 **	-0.25	-0.44	-3.19 **	-8.80 **
7A×5A	-4.05	-0.02	-0.06	-2.56 **	-2.20
8A×5A	6.87	-0.73 **	-1.06 *	-0.33	3.20 *
9A×5A	-1.28	0.57 *	1.85 **	-0.74	-0.46
10A×5A	8.96	0.34	-0.11	-0.39	-1.47
11A×5A	-6.32	0.62 **	-0.62	-1.34 **	-0.87
12A×5A	-12.36 **	-1.18 **	0.40	1.94 **	7.93 **
8A×7A	-13.37 **	1.22 **	1.22 *	0.17	-0.13
9A×7A	6.44	2.55 **	1.15 *	-0.87 *	8.11 **
10A×7A	3.83	-0.89 **	-0.63	0.79 *	9.70 **
11A×7A	1.77	0.01	-1.17 *	0.84 *	-4.20 *
12A×7A	6.17	-0.04	-0.45	-0.57	-3.73 *
10A×8A	6.31	-0.41	1.94 **	-0.09	-8.40 **
11A×8A	1.29	-0.51 *	-0.96	-0.35	-2.97 *
12A×8A	6.59	0.05	0.59	0.97 *	-1.50
10A×9A	10.45 *	-0.34	1.71 *	0.95 *	3.42 *
11A×9A	8.27 *	-0.35	-1.15 *	-0.81 *	1.46
12A×9A	5.77	-0.86 **	1.42 **	-1.25 *	2.97 *
11A×10A	5.53	0.13	0.99	0.05	-1.47
12A×10A	-10.95 *	0.76 **	-1.43 **	0.62	2.17
12A×11A	-3.26	0.66 **	1.32 *	0.23	3.93 *
F-test	*	*	*	**	**

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

4.2.1.3 ความดีเด่นของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม

การทดสอบความดีเด่นของลักษณะ เป็นการทดสอบศักยภาพของลูกผสมเมื่อเทียบกับพ่อ-แม่ เป็นการวัดผลการแสดงออกของยีนที่ไม่เป็นแบบบวก หากคู่ผสมใดมีความดีเด่นของลักษณะที่ต้องการสูง เป็นคู่ผสมที่ควรนำมาผลิตเป็นลูกผสม ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดสอบทั้งหมด 8 สายพันธุ์ มาผสมพันธุ์กัน โดยวิธีการผสมแบบพบกันหมดตามวิธีที่ 4 ของ Griffing ได้ลูกผสมจำนวน 28 คู่ผสม จากนั้นปลูกทดสอบลูกผสมใน 2 สถานที่ เมื่อเปรียบเทียบค่าความดีเด่นของลูกผสมกับพ่อ-แม่ที่ดีกว่า (heterobeltisis) ใน 5 ลักษณะ แสดงในตารางที่ 4.5

ผลผลิต จากการทดสอบลักษณะผลผลิตของลูกผสม 28 คู่ พบว่าทุกคู่ผสมมีค่า heterobeltiosis สูงกว่าพ่อ-แม่ที่ดีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาคู่ผสมที่มีค่า heterobeltiosis เป็นบวกสูงกว่าคู่ผสมอื่น ๆ พบว่ามี 4 คู่ ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 7A×2A, 7A×5A และ 8A×5A โดยมีค่าเท่ากับ 49.04, 43.41, 41.36 และ 39.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าลักษณะผลผลิตของคู่ผสมเหล่านี้มีการแสดงออกของยีนไม่เป็นแบบบวก สามารถนำไปผลิตเป็นลูกผสมเพื่อให้ผลผลิตสูงได้

ขนาดดอก ผลการทดสอบความดีเด่นขนาดดอก โดยหากค่าเป็นบวกแสดงว่าลูกผสมมีขนาดดอกโตกว่าพ่อ-แม่ที่มีขนาดดอกใหญ่ แต่หากค่าเป็นลบแสดงว่าลูกผสมมีขนาดดอกเล็กกว่า ซึ่งพบว่าลูกผสมมีค่า heterobeltiosis ทั้งแบบบวกและลบ โดยมีค่าเป็นบวกมากถึง 19 คู่ผสม โดยในจำนวนนี้มี 15 คู่ผสมที่มีระดับนัยสำคัญสูง

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จากการวิเคราะห์ heterobeltiosis ของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่าทุกคู่ผสมมีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อ-แม่พันธุ์ และคู่ผสมที่มีค่าสูงมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ 5A×2A, 10A×5A, 12A×5A, 10A×8A และ 10A×9A โดยมีค่า heterobeltiosis เท่ากับ 28.30, 24.84, 22.46, 23.96 และ 22.45 ตามลำดับ

ขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 1,000 เมล็ด) ผลการวิเคราะห์ heterobeltiosis ของขนาดเมล็ดใน 28 คู่ผสม หากค่าเป็นบวกแสดงว่าลูกผสมมีขนาดเมล็ดโตกว่าพ่อ-แม่ที่มีขนาดเมล็ดใหญ่ แต่หากค่าเป็นลบแสดงว่ามีขนาดเมล็ดเล็กกว่า ซึ่งพบว่าลูกผสมมีค่า heterobeltiosis ทั้งแบบบวกและลบ และมีเพียง 4 คู่ผสมที่มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 5A×2A, 10A×8A, 11A×8A และ 11A×9A โดยมีค่า heterobeltiosis เท่ากับ 7.83, 4.14, 4.15 และ 5.95 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าลูกผสมเหล่านี้มีขนาดเมล็ดใหญ่กว่าพ่อ-แม่ ที่มีขนาดเมล็ดโต

ความสูง เป็นลักษณะที่ให้ผลการทดสอบแตกต่างจากลักษณะอื่น เนื่องจากในการคัดเลือกความสูงต้องการต้นที่ไม่สูงเกินไป เพราะหากต้นสูงเกินไปจะทำให้ต้นหักล้มได้ อย่างไรก็ตาม จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความดีเด่น (heterobeltiosis) ลูกผสมทุกคู่มีค่าเป็นบวก แสดงว่าลูกผสมมีความสูงมากกว่าพ่อ-แม่ที่ต้นสูง

จากการวิเคราะห์ค่า heterobeltiosis ของ 28 คู่ผสม พบว่าคู่ผสมที่มีค่า heterobeltiosis ของลักษณะต่าง ๆ มีค่าสูงยกเว้นลักษณะความสูง โดยเฉพาะลักษณะผลผลิต ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 10A×2A , 10A×5A, 10A×8A และ 10A×9A นอกจากนี้ยังพบว่าคู่ผสมเหล่านี้มีผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงใกล้เคียงกับลูกผสมทางการค้า ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อ 4.2.1.4 ซึ่งแสดงว่าลูกผสมเหล่านี้มีศักยภาพสูง เหมาะที่จะเลือกสายพันธุ์มาผลิตเป็นลูกผสม

ตารางที่ 4.5 ค่าความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่ที่ดี (heterobeltiosis) ของทานตะวัน 28 คู่ผสม

คู่ผสม	ผลผลิต	ขนาดดอก	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด	ความสูง
5A×2A	49.04 **	7.87 *	28.30 **	7.83 **	20.85 **
7A×2A	43.41 **	-6.35	20.13 **	0.59	13.61 **
8A×2A	32.47 **	-2.98	11.53 **	-1.21	17.39 **
9A×2A	26.47 **	-19.17 **	14.07 **	1.93	12.09 **
10A×2A	21.98 **	7.38 *	18.45 **	-1.74	26.54 **
11A×2A	26.85 **	-1.35	18.64 **	-0.73	27.61 **
12A×2A	32.08 **	1.93	19.62 **	-9.95 **	16.98 **
7A×5A	41.36 **	1.34	19.15 **	-5.11 *	10.75 **
8A×5A	39.02 **	-5.59	17.21 **	1.76	12.64 **
9A×5A	35.28 **	-17.36 **	16.34 **	-4.22 *	14.19 **
10A×5A	31.75 **	14.24 **	24.84 **	2.40	24.78 **
11A×5A	26.23 **	15.46 **	17.82 **	-1.90	23.04 **
12A×5A	25.28 **	0.34	22.46 **	3.19	25.39 **
8A×7A	29.69 **	21.99 **	16.32 **	-1.95	10.06 **
9A×7A	37.24 **	1.42	10.97 **	-4.24 *	10.63 **
10A×7A	28.03 **	16.73 **	14.35 **	0.10	19.10 **
11A×7A	26.88 **	21.06 **	8.84 **	-2.05	8.98 **
12A×7A	29.35 **	15.55 **	11.81 **	-5.04 *	10.97 **
9A×8A	35.48 **	8.15 *	8.65 **	1.05	9.08 **
10A×8A	24.32 **	19.04 **	23.96 **	4.14 *	8.08 **
11A×8A	22.23 **	14.48 **	9.81 **	4.15 *	8.42 **
12A×8A	25.00 **	14.31 **	16.10 **	-1.41	10.85 **
10A×9A	19.22 **	-9.83 *	22.45 **	1.35	12.45 **
11A×9A	20.65 **	-5.29	14.17 **	5.95 *	2.83
12A×9A	19.74 **	-16.20 **	15.33 **	-6.35 *	6.46 *
11A×10A	25.30 **	34.47 **	20.05 **	2.89	24.12 **
12A×10A	20.93 **	34.41 **	13.58 **	-1.39	24.01 **
12A×11A	23.45 **	32.60 **	18.00 **	-4.44 *	22.42 **

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

4.2.1.4 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม

ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ จากการปลูกทดสอบลูกผสมเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมทางการค้า (ไพโอเนียร์ จัมโบ้) ใน 2 สถานที่ คือ ที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย (มทส) และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) โดยค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.6

ผลผลิต จากการทดสอบลูกผสม 28 คู่ ในสภาพแปลง 2 สถานที่ พบว่าให้ผลผลิตระหว่าง 361–409 กก./ไร่ ซึ่งลูกผสมทุกคู่ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (290 กก./ไร่) โดยทุกคู่ผสมที่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงไม่แตกต่างจากผลผลิตของลูกผสมไพโอเนียร์ จัมโบ้ (406 กก./ไร่) และคู่ผสมที่มีผลผลิตสูงใกล้เคียงกับพันธุ์ไพโอเนียร์ จัมโบ้ ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 7A×2A, 12A×2A, 7A×5A และ 10A×5A โดยให้ผลผลิต 409, 401, 403, 396 และ 399 กก./ไร่ ตามลำดับ

ขนาดดอก ขนาดดอกของพ่อ-แม่พันธุ์มีค่าเฉลี่ย 11.5 ซม. ในขณะที่พันธุ์ไพโอเนียร์มีขนาดดอก 14 ซม. ผลการทดสอบลูกผสมพบว่ามีขนาดดอกตั้งแต่ 9.7–15.6 ซม. ซึ่งลูกผสมมีทั้งที่ขนาดดอกเล็กกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ และดอกโตกว่าพันธุ์ไพโอเนียร์ อย่างไรก็ตามขนาดดอกที่ต้องการควรมีขนาดดอกกลางถึงดอกโต ซึ่งลูกผสมที่ให้ขนาดดอกตั้งแต่ 14 ซม. ขึ้นไป และไม่แตกต่างกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้า ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 10A×5A, 11A×5A, 11A×10A, 12A×10A และ 12A×11A

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันของลูกผสม พบว่ามีค่าระหว่าง 33.88–40.75 เปอร์เซ็นต์ โดยลูกผสมทุกคู่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ (30.31 เปอร์เซ็นต์) แต่ให้ค่าน้อยกว่าลูกผสมไพโอเนียร์ (41.59 เปอร์เซ็นต์) และคู่ผสมที่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุดและไม่แตกต่างจากพันธุ์ลูกผสม ได้แก่ 5A×2A โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเท่ากับ 40.75 เปอร์เซ็นต์

ขนาดเมล็ด ผลการเปรียบเทียบขนาดเมล็ดของ 28 คู่ผสม กับพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมทางการค้า โดยวัดจากน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่าลูกผสมให้ขนาดเมล็ด 43.05–50.88 กรัม/ 1,000 เมล็ด ซึ่งลูกผสมมีทั้งที่ขนาดเมล็ดเล็กและโตกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ และทุกคู่ผสมมีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ไพโอเนียร์ อย่างไรก็ตาม ลูกผสมที่มีขนาดเมล็ดโต ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A และ 12A×5A โดยมีน้ำหนัก 50.88 และ 49.33 กรัม/ 1,000 เมล็ด

ความสูง ผลการเปรียบเทียบความสูงของ 28 คู่ผสม กับพันธุ์พ่อ-แม่ และพันธุ์ลูกผสมไพโอเนียร์ พบว่าลูกผสมมีความสูงต้นระหว่าง 191–216 ซม. ซึ่งเป็นความสูงที่มากกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ไพโอเนียร์ ซึ่งในการผลิตลูกผสมไม่ต้องการต้นที่สูงหรือเตี้ยเกินไป ดังนั้นลูกผสมทุกชุดมีความสูงต้นที่พอเหมาะ

จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม พบว่ามีลูกผสมหลายคู่ที่มีลักษณะตรงตามต้องการ ได้แก่ ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ซึ่งมีหลายคู่ผสมที่มีค่าใกล้เคียงกับลูกผสมทางการค้า นอกจากนี้ยังพบว่ามีขนาดดอก ขนาดเมล็ด และความสูงที่พอเหมาะกับสภาพการปลูกในปัจจุบัน คือมีขนาดดอกปานกลาง และความสูงที่ไม่มากเกินไปลดการหักล้มจากลม โดยคู่ผสมเหล่านี้ ได้แก่ 5A×2A, 7A×2A, 10A×5A, 12A×5A และ 10A×8A

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน 28 คู่ผสม

คู่ผสม	ผลผลิต (กก./ไร่)	ขนาดดอก (ซม.)	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด (ก/1,000 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)
5A×2A	409	14.6	40.75	50.88	199
7A×2A	401	12.0	38.15	48.16	205
8A×2A	374	12.4	35.42	46.61	216
9A×2A	367	10.3	36.23	48.09	208
10A×2A	369	13.7	37.62	46.36	209
11A×2A	387	12.6	37.68	46.84	210
12A×2A	403	13.0	36.99	43.05	199
7A×5A	396	13.7	37.06	45.43	200
8A×5A	393	12.8	36.14	47.80	207
9A×5A	392	11.2	35.72	44.99	212
10A×5A	399	15.4	38.33	48.10	205
11A×5A	385	15.6	36.67	46.08	201
12A×5A	383	13.6	37.87	49.33	213
8A×7A	367	13.4	36.18	46.94	203
9A×7A	398	11.1	34.51	45.84	205
10A×7A	387	12.9	35.56	47.92	215
11A×7A	387	13.7	33.88	46.90	197
12A×7A	395	13.4	34.77	45.46	200
9A×8A	393	11.7	33.50	44.08	202
10A×8A	376	13.1	38.22	47.18	199
11A×8A	373	12.9	34.18	45.84	200
12A×8A	382	13.2	35.90	47.14	204
10A×9A	361	9.9	36.31	45.91	209
11A×9A	368	10.7	35.53	46.64	191
12A×9A	366	9.7	35.66	44.77	197
11A×10A	382	15.2	37.36	46.61	204
12A×10A	369	15.5	35.12	47.14	211
12A×11A	377	15.3	36.72	45.69	208
ค่าเฉลี่ยพ่อ-แม่	290	11.5	30.31	45.76	172
ไพโอเนียร์ (จัมโบ้)	406	14.0	41.59	53.17	205
$LSD_{0.05}$	46.2	1.92	4.03	3.63	12.5
F-test	*	**	**	**	**

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

4.2.1.5 การลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม

การทดสอบการลดเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมภายในพันธุ์ (inbreeding depression) เป็น การทดสอบการลดเสื่อมของลูกผสมเมื่อเกิดการผสมตัวเอง ซึ่งมียีโนไทป์อยู่ในสภาพเป็นพันธุ์แท้ โดยหากมีการลดเสื่อมของลักษณะต่ำจะดีในกรณีที่ต้องการผสมตัวเองเพื่อผลิตสายพันธุ์แท้ ดังนั้นสายพันธุ์ที่มีการลดเสื่อมของลักษณะต่ำ นั่นคือเป็นสายพันธุ์ที่ควรนำมาผลิตเป็นลูกผสม ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดสอบลูกผสมจำนวน 28 คู่ผสม เมื่อผสมตัวเองลูกผสมจนได้ชั่วที่ 2 จากนั้นปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ ซึ่งได้ค่าการลดเสื่อมของลักษณะ ของลูกผสมใน 5 ลักษณะ แสดงในตารางที่ 4.7

ผลผลิต จากการทดสอบลูกในชั่วที่ 2 ทั้ง 28 คู่ พบว่าค่าการลดเสื่อมของประชากรมีค่า 6.50-17.96 เปอร์เซ็นต์ โดยคู่ผสมที่มีค่าการลดเสื่อมของลักษณะต่ำ ได้แก่ 12A×5A และ 8A×7A โดยมีค่าเท่ากับ 9.30 และ 6.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นั่นคือ ประชากรเหล่านี้เมื่อเกิดการผสมตัวเองจะทำให้ผลผลิตลดเพียงเล็กน้อย

ขนาดดอก การวิเคราะห์ข้อมูลการลดเสื่อมของขนาดดอกในลูกผสม หากค่ามีค่าเป็นบวกแสดงว่าลูกผสมมีขนาดดอกเล็กกว่าพ่อ-แม่ที่มีดอกใหญ่ แต่หากค่าเป็นลบแสดงว่าลูกผสมมีขนาดดอกใหญ่กว่าพ่อ-แม่ที่มีดอกใหญ่ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่ามี 18 คู่ผสมที่มีค่าการลดเสื่อมแบบบวก นั่นคือลูกผสมเหล่านี้มีขนาดดอกเล็ก โดยในจำนวนนี้มี 5 คู่ผสมที่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีการลดเสื่อมของลักษณะมาก ส่วนอีก 10 คู่ผสม พบว่ามีค่าการลดเสื่อมเป็นลบ นั่นคือลูกผสมมีขนาดดอกใหญ่กว่าพ่อ-แม่พันธุ์

เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จากการวิเคราะห์การลดเสื่อมของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่ามีค่า 14.36–25.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าทุกคู่ผสมมีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญ แสดงว่าลูกในชั่วที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำกว่าลูกผสมในชั่วที่ 1

ขนาดเมล็ด ผลการวิเคราะห์การลดเสื่อมของขนาดเมล็ดใน 28 คู่ผสม พบว่า 27 คู่ผสมมีค่าการลดเสื่อมเป็นบวก แสดงว่าคู่ผสมเหล่านี้มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าในชั่วที่ 1 ที่มีขนาดเมล็ดโต ยกเว้นคู่ผสม 12A×2A มีค่าเป็นลบ (-1.45) ซึ่งคู่ผสมนี้มีขนาดเมล็ดโตกว่าพ่อ-แม่

ความสูง เป็นลักษณะที่ให้ผลการทดสอบแตกต่างจากลักษณะอื่น เนื่องจากในการคัดเลือกความสูงจะต้องการต้นที่ไม่สูงเกินไป เพราะหากต้นสูงเกินไปจะทำให้ต้นหักล้มได้ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าความสูงมีค่าการลดเสื่อม 5.33–24.66 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ค่าการลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ในชั่วที่ 2 ของ 28 คู่ผสม ซึ่งลูกผสมมักให้ลักษณะที่ด้อยกว่าในชั่วที่ 1 อย่างไรก็ตาม หากการลดเสื่อมมีค่าน้อยแสดงว่ามีการลดเสื่อมของลักษณะต่ำ แต่หากมีค่ามากแสดงว่ามีการลดเสื่อมของลักษณะสูง ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และความสูง มีค่าการลดเสื่อมเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ลักษณะขนาดดอกและน้ำหนักเมล็ดมีค่าการลดเสื่อมทั้งบวกและลบ แสดงว่าลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และความสูง มีการลดเสื่อมของลักษณะสูงกว่าอีกสองลักษณะ อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับการทดลอง

อื่น ๆ (กิตติ สัจจาวัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548; Ahmad et al., 2005) พบว่าคู่ผสมในการทดลองนี้ มีค่าการลดเสื่อมของลักษณะต่ำกว่า

ตารางที่ 4.7 ค่าการลดเสื่อม (inbreeding depression) ของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวัน 28 คู่ผสม

คู่ผสม	ผลผลิต	ขนาดดอก	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ขนาดเมล็ด	ความสูง
5A×2A	10.06 *	17.39 *	20.08 **	6.01 *	11.32 **
7A×2A	14.48 **	-8.65	18.30 **	3.96	12.35 **
8A×2A	12.67 **	7.88	14.36 **	6.76 *	17.64 **
9A×2A	10.12 *	-15.66	20.72 **	10.36 **	16.66 **
10A×2A	16.53 **	21.79 **	20.91 **	7.24 *	19.37 **
11A×2A	13.19 **	-10.05	17.01 **	6.79 *	24.66 **
12A×2A	10.89 *	-13.74	14.88 **	-1.45	12.52 **
7A×5A	15.46 **	-2.34	20.46 **	0.44	12.10 **
8A×5A	13.38 **	13.39	16.96 **	12.06 **	17.60 **
9A×5A	14.58 **	-2.42	20.33 **	0.94	17.06 **
10A×5A	16.03 **	16.15 *	19.46 **	1.27	20.38 **
11A×5A	12.59 **	16.74 *	20.65 **	1.59	19.52 **
12A×5A	9.30 *	3.50	22.36 **	13.01 **	16.71 **
8A×7A	6.50	9.92	23.39 **	6.88 *	7.81
9A×7A	17.96 **	-8.92	19.62 **	5.77 *	10.12 *
10A×7A	14.29 **	2.85	18.29 **	9.73 *	19.38 **
11A×7A	12.33 **	1.24	18.92 **	5.19	14.10 **
12A×7A	11.92 **	6.77	21.93 **	5.72	16.84 **
9A×8A	16.68 **	-4.69	19.55 **	2.17	14.94 **
10A×8A	10.73 *	4.31	25.86 **	8.08 **	11.40 **
11A×8A	11.30 *	13.01	17.04 **	7.26 *	17.77 **
12A×8A	15.41 **	23.59 **	19.02 **	6.89 *	16.02 **
10A×9A	13.45 **	-8.50	22.10 **	6.10 *	15.94 **
11A×9A	10.87 *	9.03	22.54 **	9.73 **	5.33
12A×9A	9.28	-33.61	23.74 **	8.79 **	20.03 **
11A×10A	14.37 **	8.00	19.90 **	9.05 **	17.25 **
12A×10A	10.80 *	11.11	16.18 **	10.28 **	22.07 **
12A×11A	12.79 **	12.95	19.99 **	7.73 *	17.31 **

*, ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

4.2.2 การตรวจสอบลักษณะของพันธุ์จาก North Central Regional PI Station (NCRPIS)

4.2.2.1 การทดสอบการปรับตัวและการเจริญเติบโตของพันธุ์จาก NCRPIS ในสภาพแปลง

พันธุ์ที่ได้รับจากแหล่งรวบรวมพันธุ์ทานตะวัน North Central Regional PI Station (NCRPIS) ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 11 พันธุ์ โดยพันธุ์เหล่านี้จะใช้เป็นแหล่งของ normal cytoplasm เมื่อนำมาปลูกทดสอบลักษณะต่าง ๆ และความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งลักษณะต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าทุกพันธุ์สามารถออกดอกได้ และสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีอายุออกดอกตั้งแต่ 51–64 วัน โดยพันธุ์ที่มีอายุออกดอกสั้นที่สุด ได้แก่ พันธุ์ W5, W7 ซึ่งมีอายุออกดอก 51 และ 52 วันตามลำดับ ส่วนพันธุ์ W4 มีอายุออกดอกช้าที่สุด (64 วัน) นอกจากนี้ยังพบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างกันด้วย โดยพันธุ์ที่มีต้นเตี้ย ได้แก่ พันธุ์ W3 และ W7 ซึ่งมีความสูงต้น 142 และ 148 ซม. ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ W4 มีความสูงต้นมากที่สุด (215 ซม.) สำหรับลักษณะความแข็งแรงของคอดอก พบว่าทุกพันธุ์มีความแข็งแรงของคอดอกสูง โดยมีคะแนนใกล้เคียงกันที่ 2.5–4.0 คะแนน นอกจากนี้ทุกพันธุ์มีอาการโรคใบไหม้ และโรคราแป้งไม่รุนแรง โดยมีระดับความรุนแรงของโรคเพียง 2.0–2.5 คะแนน และลักษณะที่สำคัญอีกลักษณะหนึ่ง คือ การแตกกิ่งข้าง ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของทานตะวันพันธุ์ปลูก ในการทดสอบครั้งนี้พบว่ามี 5 พันธุ์ที่มีการแตกกิ่ง ได้แก่ W3, W5, W6, W9 และ W11 ส่วนพันธุ์ที่เหลือไม่พบการแตกกิ่ง ซึ่งเป็นลักษณะที่ตรงตามต้องการ

โดยสรุปแล้ว พันธุ์จาก NCRPIS สามารถปรับตัวเข้าและเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ และมีหลายพันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีตรงตามต้องการ เช่น มีความแข็งแรงคอดอก มีต้นไม่สูงมากเกินไป มีการปรากฏของโรคน้อย และไม่มีการแตกกิ่งข้าง ได้แก่ พันธุ์ W1, W2, W4, W7, W8 และ W10 ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในโครงการต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.8 ผลการปลูกทดสอบทานตะวัน 11 พันธุ์ จาก North Central Regional Plant Introduction Station

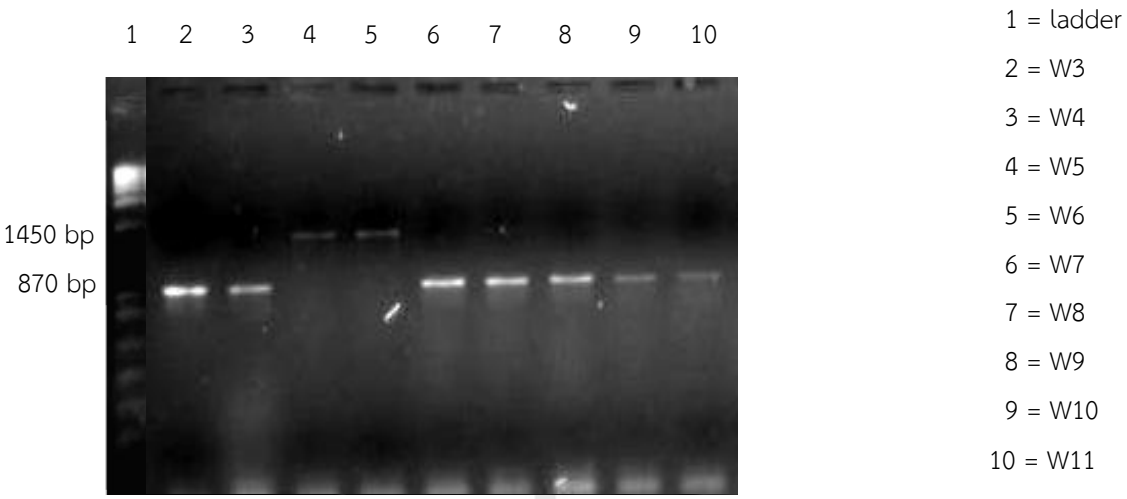
พันธุ์	อายุออกดอก (วัน)	อายุออกดอก 50% (วัน)	ความสูง (ซม.)	ความแข็งแรงคอดอก[1] (คะแนน)	ความรุนแรงของโรค[2] (คะแนน)	เปอร์เซ็นต์กิ่งข้าง
W1	58	65	175	2.5	2.0	0
W2	56	62	164	2.5	2.0	0
W3	54	60	142	3.5	2.0	25
W4	64	71	215	3.5	2.5	0
W5	51	58	161	4.0	2.0	30
W6	53	60	162	4.0	2.0	25
W7	52	58	148	4.0	2.0	0
W8	62	69	206	3.5	2.5	0
W9	58	63	170	3.5	2.0	35
W10	60	65	165	4.0	2.0	0
W11	59	63	212	3.5	2.0	40

[1] คะแนน 1 = คอดอกไม่แข็งแรง และ 5 = คอดอกแข็งแรงมาก

[2] คะแนน 1 = ไม่ปรากฏโรค และ 5 = เป็นโรครุนแรงมาก

4.2.2.2 การตรวจสอบลักษณะความเป็น normal cytoplasm ของพันธุ์จาก NCRPIS

พันธุ์ต่าง ๆ จาก NCRPIS หลังจากทดสอบการปรับตัวในสภาพแปลงแล้ว นำพันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ตรงตามต้องการ ซึ่งจากการทดสอบในแปลงปลูกพบว่าพันธุ์ W1 และ W2 มีลักษณะคอดอกไม่แข็งแรง และมีการปรากฏของโรคใบไหม้สูง จึงไม่ได้นำมาทดสอบความเป็น normal cytoplasm ส่วนอีก 9 พันธุ์ นำเมล็ดมาเพาะแล้วเก็บใบอ่อนไปสกัดดีเอ็นเอ และทดสอบความเป็น normal cytoplasm โดยหากพันธุ์ใดได้แถบดีเอ็นเอขนาด 870 bp (Rieseberg, 1994) แสดงว่ามีลักษณะ normal cytoplasm หากพันธุ์ใดได้แถบดีเอ็นเอขนาด 1,450 และ 870 bp แสดงว่ามีไซโตพลาสซึมที่ควบคุมดอกตัวผู้เป็นหมัน (CMS) หรือไม่มีลักษณะ normal cytoplasm ซึ่งจากการตรวจสอบแถบดีเอ็นเอของทานตะวัน 9 พันธุ์ แสดงดังภาพที่ 4.1 พบว่าพันธุ์ที่มีแถบดีเอ็นเอขนาด 870 bp ได้แก่พันธุ์ W3, W4, W7, W8, W9, W10 และ W11 ดังนั้นแสดงว่าพันธุ์เหล่านี้มีไซโตพลาสซึมปกติ สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมของ normal cytoplasm ได้ ส่วนพันธุ์ที่มีแถบดีเอ็นเอขนาด 1,450 และ 870 bp ได้แก่พันธุ์ W5 และ W6 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีหน่วยในไซโตพลาสซึมเป็นหมัน



รูปที่ 4.1 แสดงแถบดีเอ็นเอของพันธุ์ทานตะวันจาก NCRPIS จำนวน 9 พันธุ์

4.2.3 การคัดเลือกสายพันธุ์/พันธุ์ เพื่อนำมาผสมกลับเพื่อผลิตสายพันธุ์บี (B-line)

4.2.3.1 การคัดเลือกสายพันธุ์จากโครงการทานตะวัน จากการทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน จำนวน 8 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นการทดสอบ gca, sca ค่าความดีเด่นและค่าการลดเสื่อมของลักษณะของสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สายพันธุ์เหล่านี้ไปผลิตเป็นสายพันธุ์ดีเพื่อนำไปสู่การผลิตเป็นทานตะวันลูกผสม พบว่าสายพันธุ์ 2A, 5A, 9A และ 10A เป็นสายพันธุ์ที่มี gca ของลักษณะผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ สูง และเมื่อนำสายพันธุ์เหล่านี้มาผลิตเป็นลูกผสมพบว่ามีค่าความดีเด่น และ sca สูงเช่นกัน และสายพันธุ์เหล่านี้ยังให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ สูงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าลูกผสมในชั่วที่ 2 มีการลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ต่ำด้วย

4.2.3.2 การคัดเลือกพันธุ์จาก NCRPIS จากผลการปลูกทดสอบทานตะวันจาก NCRPIS ในสภาพแปลง และการทดสอบ normal cytoplasm ของพันธุ์แล้ว โดยพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อใช้เป็นแหล่งของ normal cytoplasm ได้แก่ พันธุ์ W7 และ W10 เนื่องจากสองพันธุ์นี้มีลักษณะ normal cytoplasm และยังมีลักษณะต่าง ๆ ตามต้องการ เช่น ต้นไม่มีกิ่งข้าง มีความรุนแรงของโรคน้อย และมีความแข็งแรงของคอดอกค่อนข้างสูง

ดังนั้นสายพันธุ์ของโครงการที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปผสมกลับในการผลิตเป็น B-line ต่อไป ได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 9A, 10A สำหรับพันธุ์จาก NCRPIS ซึ่งได้รับการคัดเลือกเป็นแหล่งของ normal cytoplasm ได้แก่พันธุ์ W7 และ W10

4.2.4 การผลิตสายพันธุ์ให้มีลักษณะ normal cytoplasm เพื่อสร้างสายพันธุ์บี (B-line)

4.2.4.1 การผสมกลับสายพันธุ์ให้มีลักษณะ normal cytoplasm ในการผสมนี้ดำเนินการปีละ 2–3 ครั้ง ดังนั้นสามารถผสมกลับได้ 6 ครั้ง (ดังตารางที่ 4.9) โดยทั้ง 8 คู่ผสม ในแต่ละคู่ผสมขณะที่

ทำการผสมกลับแต่ละรอบจะทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เช่น ต้นไม่แคระแกร็น รูปทรงดอกดีไม่บิดเบี้ยว มีต้นและคอดอกแข็งแรง การปรากฏของโรคไม่รุนแรง เป็นต้น ดังนั้นแต่ละคู่ผสมจะได้จำนวนต้นที่ได้รับการผสมกลับไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และเมื่อทำการผสมกลับถึงชั่วที่ 4 พบว่าคู่ผสม W7×5A มีต้นที่ผ่านการคัดเลือกและได้รับการผสมกลับมากที่สุดคือ 26 ต้น รองลงมาคือคู่ผสม W10×10A ซึ่งมีต้นที่ผ่านการคัดเลือก 20 ต้น ในขณะที่มี 2 คู่ผสมคือ W7×9A และ W7×10A มีจำนวนต้นที่ผ่านการคัดเลือกน้อยที่สุดคือ 3 และ 1 ต้น ตามลำดับ และทั้ง 2 คู่ผสมนี้เมื่อนำมาปลูกเพื่อทำการผสมกลับในชั่วที่ 5 ปรากฏว่าต้นที่ปลูกในชั่วนี้เกิดโรคใบไหม้อย่างรุนแรง และไม่สามารถนำมาผสมต่อเป็น BC_5 และ BC_6 ได้ ดังนั้นทั้งสองคู่ผสมนี้จึงไม่ได้รับการทดสอบต่อ ดังนั้นจะเหลือคู่ผสมที่ผสมกลับในชั่วที่ 5 และ 6 เพียง 6 คู่ผสม ดังแสดงในตาราง และเมื่อทำการผสมกลับพร้อมกับคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ จนได้ลูกผสมกลับ BC_6 และได้ต้นที่ผ่านการคัดเลือกตั้งแต่ 9–20 ต้นต่อคู่ผสม โดยคู่ผสมที่มีต้นที่ผ่านการคัดเลือกมากที่สุด 20 ต้น คือคู่ผสม W7×5A รองลงมาคือคู่ผสม W10×10A ซึ่งมีต้นที่ผ่านการคัดเลือก 15 ต้น จากนั้นนำต้นที่ผ่านการผสมกลับในทุกคู่ผสมไปทดสอบยีโนไทป์ N(msms) ต่อไป เพื่อนำไปสู่การผลิตสายพันธุ์บี

ตารางที่ 4.9 จำนวนต้นที่ได้จากการผสมกลับในแต่ละรอบใน 8 คู่ผสม

Crosses	BC_1	BC_2	BC_3	BC_4	BC_5	BC_6
W7×2A	14	18	23	17	12	9
W7×5A	16	24	28	26	22	20
W7×9A	10	8	4	3	-	-
W7×10A	11	8	2	1	-	-
W10×2A	12	19	20	15	11	9
W10×5A	14	17	21	16	13	11
W10×9A	14	20	19	16	15	12
W10×10A	15	27	23	20	17	15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.4.2 การทดสอบยีโนไทป์ F(msms) ในลูกผสมกลับ

การทดสอบยีโนไทป์ในลูกผสมกลับเพื่อตรวจสอบ normal cytoplasm ซึ่งมียีโนไทป์ F(_) และเพื่อตรวจสอบยีนควบคุมการเป็นหมันในนิวเคลียส ซึ่งมียีโนไทป์ F(msms) โดยนำเมล็ดลูกผสมกลับมาผสมตัวเองจะได้ลูกในชั่วที่ 2 ที่เรียกว่า BC_6F_2 จากนั้นใช้ BC_6F_2 เป็นพันธุ์พ่อเพื่อผสมข้ามกับ Tester (2A, 5A, 9A หรือ 10A) ที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน S(msms) แล้วนำลูกผสมทั้งหมดมาปลูกแบบต้นต่อแถว (แถวละ 30 ต้น) เมื่อถึงระยะออกดอก สังเกตลักษณะต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน ซึ่งหากแถวใดไม่พบว่าดอกตัวผู้เป็นหมันแสดงว่าต้น BC_6F_2 มียีโนไทป์ F(MsMs) หรือ F(Msms) ทำการคัดทิ้ง

แต่หากพบว่าแถวใดพบว่าดอกตัวผู้เป็นหมันทั้งหมดแสดงว่าต้น BC_6F_2 นั้นมียีโนไทป์ F(msms) ที่แสดงว่าต้นมีหน่วยในนิวเครียสซึ่งควบคุมการเป็นหมันของดอกตัวผู้ ซึ่งผลจากการปลูกทดสอบยีโนไทป์ของลูกผสมแสดงดังตารางที่ 4.10 โดยพบว่าลูกผสมของต้น BC_6F_2×Tester ของคู่ผสม W10×2A มีแถวที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน 1 แถว และพบเช่นเดียวกันว่าลูกของ BC_6F_2 × Tester ของคู่ผสม W10×10A ก็พบแถวที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน 1 แถว ดังนั้นแสดงว่าต้น BC_6F_2 ทั้งสองต้นดังกล่าวมียีโนไทป์ F(msms) จากนั้นทำการขยายพันธุ์ทั้งสองต้นนั้นเพื่อผลิต B-line

ตารางที่ 4.10 ผลการปลูกทดสอบต้นที่ผสมกับ Tester เพื่อทดสอบยีโนไทป์ F(msms)

Crosses	จำนวน BC_6F_2×Tester (แถว)	จำนวนต้นที่ปลูกทดสอบ	จำนวนแถวที่เป็นหมัน
W7 × 2A	8	240	0
W7 × 5A	7	210	0
W10 × 2A	9	270	1 (เป็นหมันทั้งแถว)
W10 × 5A	8	240	0
W10 × 9A	9	270	0
W10 × 10A	11	330	1 (เป็นหมันทั้งแถว)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

5.1.1 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกในพันธุ์สังเคราะห์

จากการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของลักษณะอายุออกดอก ขนาดดอก และความสูง ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ S471, S473, S475 และ HOC โดยใช้การคัดเลือก 3 วิธีการ ได้แก่ mass selection ที่มีการคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ 1 รอบ (วิธีที่ 1), mass selection 2 รอบ โดยคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ในรอบที่ 1 และคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์ในรอบที่ 2 (วิธีที่ 2) และ mass selection 2 รอบ โดยการคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์ทั้งสองรอบ (วิธีที่ 3) แต่ละวิธีการใช้เทคนิคแบบแปลงย่อยช่วยในการคัดเลือก ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 12 ประชากร เมื่อนำทั้ง 12 ประชากรมาปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์เดิมที่ไม่ได้คัดเลือก พบว่าลักษณะต่าง ๆ มีความสม่ำเสมอมากขึ้น สำหรับความสูงหากเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่คัดเลือกกับประชากรที่ไม่ได้คัดเลือก พบว่าวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีความสม่ำเสมอของความสูงเพิ่มขึ้น 28.5, 55.4 และ 43.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อายุออกดอกมีความสม่ำเสมอมากขึ้น 24.0, 69.7 และ 43.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทำให้ขนาดดอกสม่ำเสมอมากขึ้น 16.5, 43.8 และ 36.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยวิธีที่ 2 ทำให้ลักษณะมีความสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการคัดเลือกวิธีต่าง ๆ ทำให้ผลผลิต น้ำหนักเมล็ด เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม และความแข็งแรงคอดอก มีค่าสูงกว่าการไม่คัดเลือก โดยเฉพาะวิธีที่ 2 ทำให้ลักษณะต่าง ๆ สูงกว่าการคัดเลือกแบบอื่น ดังนั้นวิธีที่ 2 ที่มีการคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์จัดเป็นการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์ (วิธีที่ 3) อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ลักษณะความสูงไม่มีความแตกต่างระหว่างการคัดเลือกแบบต่าง ๆ กับการไม่คัดเลือก ในขณะที่อายุออกดอก และจำนวนเมล็ดต่อดอกของประชากรที่ไม่ได้คัดเลือกมีค่าเฉลี่ยมากกว่าการคัดเลือกแบบต่าง ๆ จากผลการเปรียบเทียบแล้วจะพบว่าวิธีที่ 2 มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีที่ 3 เนื่องจากการคัดเลือกวิธีที่ 2 เป็นการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการให้ผสมตัวเองก่อน จากนั้นนำต้นที่ได้รับคัดเลือกเหล่านั้นมาผสมพันธุ์กัน นอกจากนี้การใช้เทคนิคแปลงย่อยมาช่วยในการคัดเลือก ส่งผลให้สามารถลดอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และทำให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 3 ที่มีการปล่อยให้ผสมพันธุ์ก่อนทำการคัดเลือก ทำให้ไม่สามารถเลือกพ่อพันธุ์ได้ ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Gowda and Seetharam (2008) สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำมันทานตะวันได้ 36–47 เปอร์เซ็นต์ และฐิติพร มะชิโกวา (2550) ที่สามารถลดความแปรปรวนของความสูง และอายุออกดอกได้ 17.24–71.43 เปอร์เซ็นต์ และ 14.81–125 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ สรรเสริญ จำปาทอง (2529) ใช้การคัดเลือกเป็นหมู่ร่วมกับการผสมตัวเองก่อนการผสมพันธุ์ข้าวโพด ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 16.63 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการต่าง ๆ

การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของประชากรที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการ mass selection ที่มีการคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์และหลังการผสมพันธุ์ กับประชากรเดิมที่ไม่ได้คัดเลือกและพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งมีทั้งพันธุ์สังเคราะห์และลูกผสมทางการค้า ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าประชากรที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 ที่มีการคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์ในรอบแรก มีความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก และขนาดดอก มากที่สุด รองลงมาคือวิธีที่ 3 โดยประชากรที่มีความสม่ำเสมอของลักษณะมากที่สุด ได้แก่ HOC_SM, S473_SM และ S475_SM โดยมีความสม่ำเสมอของความสูง (4.03–4.12 คะแนน) อายุออกดอก (4.00–4.13 คะแนน) และขนาดดอก (3.88–3.97 คะแนน) ดังนั้นทั้ง 3 ประชากรเป็นประชากรที่ได้รับการคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 เพื่อปลูกขยายพันธุ์ต่อไป ดังนั้นหากเปรียบเทียบระหว่างการคัดเลือกแล้ว จะเห็นว่าการคัดเลือกก่อนการผสมพันธุ์จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการคัดเลือกภายหลังการผสมพันธุ์

5.2 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

5.2.1 การประเมินศักยภาพของสายพันธุ์

สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) ของสายพันธุ์ การวัด gca ของสายพันธุ์เป็นการวัดผลของยีนในแบบบวก โดยการทดลองนี้ได้นำสายพันธุ์ทานตะวันของโครงการปรับปรุงพันธุ์จำนวน 8 สายพันธุ์มาผสมพันธุ์แบบ half diallel cross และนำลูกผสมปลูกทดสอบแล้ววิเคราะห์ค่า gca ของ 5 ลักษณะ ได้แก่ ผลผลิต ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดเมล็ด และความสูง ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า gca ของแต่ละลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่า gca ของแต่ละสายพันธุ์ พบว่า 2A, 5A, 9A และ 10A เป็นสายพันธุ์ที่มีค่า gca สูงโดยเฉพาะลักษณะผลผลิต ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดเมล็ด แสดงว่าการแสดงออกของยีนของลักษณะเหล่านี้มีอิทธิพลของยีนในแบบบวก (ตารางที่ 4.4) การทดลองอื่น ๆ ก็พบเช่นเดียวกันว่าค่า gca มีความสำคัญต่อลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และขนาดดอก (Satjawattana and Laosuwan, 2006) ดังนั้นสายพันธุ์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการผลิตพันธุ์สังเคราะห์ได้ เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้มี gca สูง

สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) ของสายพันธุ์ เนื่องจากสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบ gca เป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อเป็นข้อมูลก่อนนำสายพันธุ์มาทดสอบ sca ซึ่งเป็นการทดสอบการแสดงออกของยีนที่ไม่เป็นแบบบวก หากคู่ผสมใดมีค่าสูงแสดงว่าเหมาะที่จะนำมาทำเป็นลูกผสม จากการทดสอบพบว่าคู่ผสมที่มีค่า sca ของลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิต ขนาดดอก ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ซึ่งมีหลายคู่ผสมที่มีลักษณะต่าง ๆ ดี ได้แก่ 5A×2A, 9A×2A, 7A×2A และ 10A×9A สำหรับลักษณะความสูงต้น ค่า sca ไม่ควรสูงเกินไป เพราะจะทำให้ต้นสูงเกินไปและหักล้มได้ง่าย ดังนั้นคู่ผสมดังกล่าวมาแล้วเหมาะที่จะนำไปผลิตเป็นลูกผสม เนื่องจากมีการแสดงออกของลักษณะที่เป็นแบบข่ม และจะส่งผลให้ลูกผสมมีค่า heterobeltiosis สูงด้วย

ความดีเด่นของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม จากการวิเคราะห์ค่าความดีเด่นของลูกผสมโดยเปรียบเทียบ กับพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า เรียกว่า heterobeltiosis ของ 28 คู่ผสม พบว่าคู่ผสมที่มีค่า heterobeltiosis ของลักษณะต่าง ๆ มีค่าสูง โดยเฉพาะลักษณะผลผลิต ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ได้แก่ คู่ผสม 5A×2A, 10A×2A, 10A×5A, 10A×8A, 10A×9A และ 11A×10A ซึ่งแสดงว่าลูกผสมเหล่านี้ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะที่พบว่าคู่ผสม 5A×2A และ 10A×9A มี sca สูง ดังนั้นสายพันธุ์ 2A, 5A, 8A, 9A, 10A และ 11A เหมาะที่จะเลือกมาผลิตเป็นลูกผสม

ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม พบว่ามีลูกผสมหลายคู่ที่มีลักษณะตรงตามต้องการ ได้แก่ มีผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และมีขนาดดอก ขนาดเมล็ด และความสูงที่พอเหมาะ โดยคู่ผสมเหล่านี้ ได้แก่ 5A×2A, 7A×2A, 10A×5A, 12A×5A และ 10A×8A และพบว่าคู่ผสมเหล่านี้มีค่า heterobeltiosis และ sca สูง ดังนั้นคู่ผสมที่มีค่าเหล่านี้สูงมักเป็นคู่ผสมที่มีลักษณะสูงด้วย

การลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสม จากการวิเคราะห์ค่าการลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ในชั่วที่ 2 ของลูกผสม 28 คู่ พบว่าลูกในชั่วที่ 2 มักให้ลักษณะที่ด้อยกว่าในชั่วที่ 1 อย่างไรก็ตาม หากการลดเสื่อมมีค่าน้อยแสดงว่ามีการลดเสื่อมของลักษณะต่ำ แต่หากมีค่ามากแสดงว่ามีการลดเสื่อมของลักษณะสูง ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และความสูง มีค่าการลดเสื่อมเป็นบวก แสดงว่าลักษณะเหล่านี้มีการลดเสื่อมของลักษณะ อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับการทดลองพบว่ามีค่าสูงกว่า ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าคู่ผสมต่าง ๆ มีการลดเสื่อมของลักษณะต่ำเมื่อเทียบกับการทดลองอื่น ๆ (กิตติ สัจจา-วัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2548; Ahmad et al., 2005) จากการทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์ทานตะวัน 8 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นการทดสอบ gca, sca ค่าความดีเด่น และค่าการลดเสื่อมของลักษณะของสาย-พันธุ์ต่าง ๆ พบว่า 2A, 5A, 9A และ 10A เป็นสายพันธุ์ที่มี gca ของลักษณะผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ สูง และเมื่อนำสายพันธุ์เหล่านี้มาผลิตเป็นลูกผสมพบว่ามีค่าความดีเด่น และ sca สูงเช่นกัน โดยเฉพาะคู่ผสม 5A×2A และ 7A×2A ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะต่าง ๆ สูง นอกจากนี้ยังพบว่าลูกผสมในชั่วที่ 2 มีการลดเสื่อมของลักษณะต่าง ๆ ต่ำด้วย ดังนั้นสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดังได้กล่าวมาแล้วมีหลายสายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์2A, 5A, 9A และ 10A ซึ่งควรนำมาใช้เป็นสายพันธุ์สำหรับนำมาผลิตเป็นลูกผสม โดยในการผลิตลูกผสมสายพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นแม่ (A-line) ต้องมียีโนไทป์ S(msms) และในการรักษาสายพันธุ์ (B-line) ต้องมียีโนไทป์ F(msms) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้มียีโนไทป์ S(Msms) ดังนั้นต้องทำการสร้าง B-line ให้แก่สายพันธุ์เหล่านี้ ซึ่งแหล่งของ normal cytoplasm หรือF(__) ได้จากแหล่งรวบรวมพันธุกรรมทานตะวัน North Central Regional PI Station (NCRPIS)

5.2.2 การผลิตสายพันธุ์ให้มีลักษณะ normal cytoplasm เพื่อสร้างสายพันธุ์บี (B-line)

การทดสอบทานตะวันจาก North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS)

จากการปลูกทดสอบทานตะวันจาก NCRPIS ในสภาพแปลงปลูก พบว่าทานตะวันทั้ง 11 พันธุ์ มี

ความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ดี โดยมีอายุออกดอกตั้งแต่ 51–64 วัน มีความสูงต้น 142–215 ซม. และทุกพันธุ์มีความแข็งแรงของคอดอกสูง โดยมีความแข็งแรง 3.5–4.0 คะแนน นอกจากนี้ทุกพันธุ์มีอาการโรคใบไหม้ และโรคราแป้งไม่รุนแรง อย่างไรก็ตามพบว่ามีบางพันธุ์ที่แตกกิ่งข้าง ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ได้แก่ W3, W5, W6, W9 และ W11 ส่วนพันธุ์ W1, W2, W4, W7, W8 และ W10 ไม่มีการแตกกิ่ง ซึ่งเหมาะแก่การนำมาเป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการผลิตสายพันธุ์

เมื่อนำพันธุ์จาก NCRPIS ที่มีลักษณะต่าง ๆ ดีตรงตามต้องการ ซึ่งได้แก่ พันธุ์ W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10 และ W11 เมื่อตรวจสอบลักษณะความเป็น normal cytoplasm ของพันธุ์ โดยวิธีการตรวจสอบดีเอ็นเอ หากพันธุ์ใดได้แถบขนาด 870-bp (Rieseberg, 1994) แสดงว่ามี normal cytoplasm หากพันธุ์ใดได้แถบขนาด 1,450-bp แสดงว่ามีไซโตพลาสซึมที่ควบคุมดอกตัวผู้เป็นหมัน (S-cytoplasm) หรือไม่มี normal cytoplasm ซึ่งจากการตรวจสอบ พบว่าพันธุ์ที่มี normal cytoplasm ได้แก่พันธุ์ W3, W4, W7, W8, W9, W10 และ W11 ดังนั้น สามารถนำพันธุ์เหล่านี้ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมได้

ดังนั้นจากผลการปลูกทดสอบทานตะวันจาก NCRPIS ในสภาพแปลง และทดสอบ normal cytoplasm แล้ว พันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อใช้เป็นแหล่งของ normal cytoplasm ได้แก่ พันธุ์ W7 และ W10 เนื่องจากสองพันธุ์นี้มีลักษณะ normal cytoplasm และยังมีลักษณะไม่มีกิ่งข้าง มีความรุนแรงของโรคน้อย และมีความแข็งแรงของคอดอกสูง

การผสมกลับสายพันธุ์ให้มีลักษณะ normal cytoplasm เมื่อนำสายพันธุ์ของโครงการที่ได้รับการคัดเลือก (2A, 5A, 9A และ 10A) ใช้เป็นพันธุ์รับในการผสมกลับเพื่อผลิตเป็น B-line สายพันธุ์ 2A, 5A, 9A, 10A สำหรับพันธุ์จาก NCRPIS ซึ่งได้รับการคัดเลือกเป็นแหล่งของ normal cytoplasm ได้แก่พันธุ์ W7 และ W10 เมื่อผสมกลับจำนวน 6 รอบ แล้วพบว่าสายพันธุ์มีความแข็งแรง ลำต้นสูงซึ่งเกิดจากการมีค่าการลดเสื่อมของลักษณะต่ำ และเมื่อนำสายพันธุ์ที่ได้จากการผสมกลับมาทดสอบความเป็น normal cytoplasm โดยการผสมตัวเองต้นที่ได้จากผสมกลับ จากนั้นนำต้น BC_6F_2 เป็นพันธุ์พ่อเพื่อผสมข้ามกับ Tester ซึ่งได้แก่ สายพันธุ์ 2A, 5A, 9A หรือ 10A โดยสายพันธุ์เหล่านี้มียีโนไทป์ที่หลากหลาย ได้แก่ S(MsMs), S(Msms) และ S(msms) เลือกใช้สายพันธุ์เหล่านี้เป็นต้นแม่ โดยใช้เฉพาะต้นที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน S(msms) จากนั้นนำลูกผสมทั้งหมดมาปลูกแบบต้นต่อแถว บันทึกต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน หากพบว่าแถวใดพบว่าดอกตัวผู้เป็นหมันทั้งหมดแสดงว่าต้น BC_6F_2 นั้นมียีโนไทป์ F(msms) ที่แสดงว่าต้นมีหน่วยในนิวเคลียสซึ่งควบคุมการเป็นหมันของดอกตัวผู้ ซึ่งพบว่าลูกผสมของต้น BC_6F_2×Tester ของคู่ผสม W10×2A มีแถวที่เป็นมีดอกตัวผู้เป็นหมัน 1 แถว และพบเช่นเดียวกันว่าลูกของ BC_6F_2 × Tester ของคู่ผสม W10×10A ก็พบแถวที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน 1 แถว ดังนั้นแสดงว่าต้น BC_6F_2 ทั้งสองต้นดังกล่าวมียีโนไทป์ F(msms) จากนั้นทำการขยายพันธุ์ทั้งสองต้นนั้นเพื่อผลิต B-line

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ทานตะวัน [ออนไลน์]. ได้จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=30

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. การเพิ่มผลผลิตทานตะวัน [ออนไลน์]. ได้จาก: http://agritech.doae.go.th/agri-media/book-file/book-rice/RB019.pdf

กองแผนงานและวิชาการ. 2551. แบบเสนอแผนปฏิบัติงานโครงการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2551 [ออนไลน์]. ได้จาก: http://as.doa.go.th/

กิตติ สัจจาวัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2548. การทดสอบสายพันธุ์ทานตะวัน โดยวิธีผสมแบบพบกันหมด (diallel). รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-สุรนารี. หน้า 12-23.

จุฑามาศ เพียซ้าย และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2544. การพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง. สำนัก-วิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ฐิติพร มะชิโกวา. 2550. การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. ใน รายงานการวิจัย โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 32 หน้า.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และศุภชัย แก้วมีชัย. 2540. โครงการวิจัยพัฒนาทานตะวัน. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ปิยะดา ทิพยผ่อง, กิตติ สัจจาวัฒนา, มนตรี แหนงใหม่, ชัยยะ แสงอุ่น, ยศศักดิ์ แก้มค้างพลู, ยุพยงค์ จันร์ขำ, จุฑามาศ เพียซ้าย, ภาคภูมิ ศรีหมื่นไวย และฐิติพร มะชิโกวา. 2548. การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง. ใน รายงานการวิจัย โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน ระยะที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 46 หน้า.

ภาคภูมิ ศรีหมื่นไวย. 2549. การปรับปรุงลักษณะทางการเกษตร เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 79 หน้า.

สรรเสริญ จำปาทอง, ชำนาญ ฉัตรแก้ว, สุรพล อุปดิสสกุล และ Carlos de Leon. 2529. การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกแบบหมุนเวียน 11 วิธี ในข้าวโพด. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24 วันที่ 27-29 มกราคม 2529. หน้า 211-220.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.oae.go.th/download/journal/yearbook50.pdf

สุพจน์ แสงประทุม. 2543. ทานตะวัน. กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร. (จุลสาร).

Ahmad, S., Khan, M.S., Swati, M.S., Shah, G.S. and Khalil, I.H. 2005. A study on heterosis and inbreeding depression in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Songkhanakarin J. Sci. Technol. 27(1): 1-8.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists. AOAC, International Arlington, Virginia, USA.

Arslan, B. 2007. The path analysis of yield and its components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Biol. Sci. 7(4): 668-672.

Carter, J. F. 1978. Sunflower Science and Technology. American Society of Agronomy, Inc.

Eleftherios, A.B. and Christos, K.G. 1999. Mass selection for improvement of grain yield and protein in a maize population. Crop Sci. 39: 1,302-1,305.

Eltahir, S.A. and Ghizan, B.S. 2003. Response of two cycles of phenotypic mass selection and heritability on two tropical sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*) population. Asian J. Plant Sci. 2: 65-70.

Farhatullah, M.J. and Hassan, G. 2005. Heterosis estimates for yield and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pak. J. Biol. Sci. 8(4): 553-557.

Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1: 241-245.

Gowda, J. and Seetharam, A. 2008. Response to mass selection and S1 selection for autogamy, seed yield and oil content in sunflower populations (*Helianthus annuus* L.). Helia. 31: 101-110.

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

Haq, A.U., Rashid, A., Butt, M.A., Akhter, M.A., Aslam, M., and Saeed, A. 2006. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids for yield and yield components in Central Punjab. J. Agric. Res. 44(4): 277-285.

Hladni, N., Skoric, D., and Balalic, M.K. 2005. Heterosis for seed yield and yield components in sunflower. Genetika. 37(3): 253-260.

Kaewmeechai, S., P. Pudhanon, and S. Duangpradub. 1992. Sunflower breeding: Line performance testing. OCDP Research Report for 1989. p. 79-80.

Kaya, Y. 2005a. Determining combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk J. Agric. For. 29: 243-250.

Kaya, Y. 2005b. Hybrid vigor in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk. J. Agric. For. 28: 77-86.

Köhler, RH, Horn, R., Lössl, A. and Zetsche, K. 1991. Cytoplasmic male sterility is correlated with the co-transcription of a new open reading frame with the atpA gene. Mol. Cen. Genet. 227: 369-376

Laosuwan, P. 1997. Sunflower production and research in Thailand. Suranaree J. Sci. Technol. 4: 159-167.

Machikowa, T. and Saetang, C. 2008. Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. Suranaree J. Sci. Technol. 15(3): 243-248.

Rieseberg, L.H, Hanson, M.A. and Philbrick, C.T. 1992. Androdioecy is derived from dioecy in the Datiscaceae: evidence from restriction site mapping of PCR amplified chloroplast DNA fragment. Syst Bot. 17: 324-336.

Rieseberg, L.H., Choi, H.C., Chan, R. and Spore, C. 1993. Genomic map of a diploid hybrid species. Heredity. 70: 285-293.

Rieseberg, L.H., Fossen,C.V., Arias, D. and Carter, R.L. 1994. Cytoplasmic male sterility in sunflower: Origin, inheritance, and frequency in natural populations. The Journal of Heredity 85(3): 233-238.

Saleem, A.R., Saleem, U., and Subhani, G.M. 2007. Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). J. Agric. Res. 45(3): 177-183.

Satjawattana, K. and Laosuwan, P. 2006. Study on combining ability of inbred lines of sunflower using diallel cross. Suranaree J. Sci. Technol. 13(2):189-196.

Schneiter, A.A. 1997. Sunflower Technology and Production. Agron. Monogr. 35. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.

Yothasiri, A. 1992. Sunflower breeding. OCDP Reseach Report for 1991. p. 771-781.

ภาคผนวก

ตาราง ภ. 1 ค่า Mean square จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Sources	Df	ผลผลิต	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	อายุออกดอก	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	ขนาดดอก	เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ	เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็ม
Location (L)	1	29869.77 **	2.53	45.15	252.80 **	137.71 **	87.85	15.78
Rep/L	6	723.54	9.54	13.23	12.63	3.79	24.35	20.98
Varieties (V)	19	9349.91 **	73.95 **	75.28 **	159.25 **	9.21 **	229.53 **	352.89 **
L x V	19	580.31	2.74	24.53 *	14.55	7.94 **	14.37	36.47
Error	114	689.16	5.71	11.98	13.05	3.73	14.21	25.69
CV (%)		8.35	6.72	6.99	8.05	15.45	4.86	6.66

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตาราง ภ. 1 ค่า Mean square จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วม ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ต่อ)

Sources	Df	ความสูง	จำนวนเมล็ดต่อดอก	ความแข็งแรงคอดอก	ความสม่ำเสมอความสูง	ความสม่ำเสมออายุออกดอก	ความสม่ำเสมอขนาดดอก
Location (L)	1	3276.10 **	472301.55 **	0.61	0.07	0.11	0.25
Rep/L	6	132.33	9536.47	0.14	0.02	0.13	0.14
Varieties (V)	19	317.96 **	48898.06 *	1.85 **	4.34 **	5.21 **	3.26 **
L x V	19	211.10 *	25536.59	0.32 **	0.26	0.24 *	0.23
Error	114	121.55	25902.14	0.12	0.17	0.13	0.14
CV (%)		5.71	5.47	9.29	12.77	11.16	3.46

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ประวัติผู้วิจัย

1. **ชื่อ** (ภาษาไทย) นางสาว ฐิติพร มะชิโกวา
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Thitiporn Machikowa
2. **เลขหมายประจำตัวประชาชน** 3310200235674
3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
   สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
4. **หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail**
   สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
   โทรศัพท์ 044-224579, โทรสาร 044-224281
   E-mail: machiko@sut.ac.th
5. **ประวัติการศึกษา**
   5.1 ปริญญาตรี สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   ปีที่สำเร็จ 2541
   5.2 ปริญญาโท ไม่มี (เข้าศึกษาต่อปริญญาเอกหลังจบปริญญาตรี)
   5.3 ปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
   ปีที่สำเร็จ 2547
6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   Plant Breeding, Statistics, Genetics
7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:**
   7.1 ผู้อำนวยการแผนการวิจัย : -
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์, โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน
8. **งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย**

   Machikowa, T, Nuysirung, N, Burton, J.W., and Laosuwan, P. (2004). Soybean breeding at Suranaree University of Technology. *In* National Soybean Conference IX at Lamphang Wiangthong Hotel, Lamphang, Thailand, 3-4 March 2004.

   Machikowa, T., Burton, J.W., and Laosuwan, P. (2004). Effects of population densities on yield and other characters of different types of soybean. Thai J. Agric. Sci. 37 (1): 9-16.

Machikowa, T., Waranyuwat, A., and Laosuwan, P. (2005). Relationships between yield and other characters of different maturity types of soybean grown in different environments and levels of fertilizer. ScienceAsia 31(1): 37-41.

Machikowa, T., and Laosuwan, P. (2006). Evaluation of early maturing lines of soybean. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006.

Tantanapornkul, N., **Machikowa, T.,** and Laosuwan, P. (2006). Research on mungbean breeding at Suranaree University of Technology. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006.

Machikowa, T., Burton, J.W., Waranyuwat, A., and Laosuwan, P. (2007). Yield improvement of early maturing soybeans by selection for later flowering. ScienceAsia 33(2): 229-234.

Chutamard, P., **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. (2007). Development and potential of synthetic varieties of sunflower. *In* Proceedings of the 5th National Conference on Sesame, Sunflower, Castor and Safflower. pp. 91-99. 23-25 May 2007. Nan, Thailand.

Machikowa, T. and Saetang, C. (2008). Breeding for yield improvement of sunflower. *In* The International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy, and Industry 2008 (ICSA2008). Sapporo, Japan, July 2-6, 2008.

Machikowa, T. and Saetang, C. (2008). Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. Suranaree J. Sci. Technol. 15(3):243-248.

Machikowa, T. and Laosuwan, P. (2009). Effects of extension of days to flowering on yield and other characters of early maturing soybean. Suranaree J. Sci. Technol. 16(2):169-174.

เกียรติศักดิ์ ฟั่นเพ็ง และ **ฐิติพร มะชิโกวา**. 2553. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่ในทานตะวัน. ใน การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553. วันที่ 25-26 มกราคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 486-490.

Huang, Z., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Chen, Z. 2010. Combining ability for seed yield and other characters in rapeseed. Suranaree J. Sci. Technol. 17(1):39-48.

Huang, Z., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Chen, Z. 2010. Heterosis for seed yield, oil content and other characters in rapeseed *(Brassica napus* L.). Journal of Northeast Agricultural University 17(1): 1-9.

Huang, Z., **Machikowa, T.**, Chen, Z., Dai, W., Tang, R. and Li, D. 2010. Analysis of heterosis for characters of male sterile lines in rapeseed *(Brassica napus* L.). Hatyai Journal, 8(1): 1-13.

Saetang, C. and **Machikowa, T.** 2011. Heterosis and inbreeding depression in sunflower. Journal of Agricultural Science, 1: 138-145.

Machikowa, T., Funpeng. K. and Saetang, C. 2011. General and specific combining ability for quantitative characters in sunflower. Journal of Agricultural Science and Technology. 3(1): 91-95.

Machikowa, T. and Laosuwan, P. 2011. Path coefficient analysis for yield of early maturing soybean. Songklanakarin J. Sci. Technol. 33 (4): 365-368.

9. งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

9.1 โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน มทส.

9.2 โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

9.3 โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น และโปรตีนสูง, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

9.4 โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

9.5 โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.

9.6 โครงการเทคโนโลยีการผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ “สุรนารี 473” ในแปลงเกษตรกร. แหล่งทุน สกอ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี