รหัสโครงการ SUT3-302-53-36-11

รายงานการวิจัย

การพัฒนาการปลูกทานตะวัน

(The Development of Sunflower Production)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-53-36-11

รายงานการวิจัย

การพัฒนาการปลูกทานตะวัน

(The Development of Sunflower Production)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฐิติพร มะชิโกวา

ผู้ร่วมวิจัย

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา อลิฌาณ์ ตันตสวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดชล วุ้นประเสริฐ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และการวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ และความร่วมมือจากหลายฝ่ายดังนี้

ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ปลูกทานตะวัน รวมทั้งการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์พื้นฐานในการดำเนินการวิจัย

ผู้ช่วยนักวิจัย และนักศึกษาจ้างงาน ที่มีความตั้งใจ และทุ่มเท ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยอย่างเต็มความสามารถ

ฐิติพร มะชิโกวา

กันยายน 2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การปลูกทานตะวันให้มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ขึ้นอยู่กับทั้งพันธุกรรมที่ดี ปัจจัยการผลิตและการจัดการปลูกให้เหมาะสม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อพัฒนาทานตะวันพันธุ์ลูกผสมที่มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และ 2) เพื่อทดสอบปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน การทดลองที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสม เริ่มจากนำสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกของโครงการ 3 สายพันธุ์ (2A, 5A และ 10A) มาทดสอบยีโนไทป์ N(msms) เพื่อใช้ผลิตสายพันธุ์-บี (B-line) โดยใช้ 2 วิธีการ คือการผสมกับพันธุ์ทดสอบ และการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ซึ่งจากการทดสอบโดยวิธีการแรกหากได้ลูกจากการผสมพันธุ์มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันทุกต้น บ่งชี้ว่าสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบมียีโนไทป์ N(msms) สำหรับวิธีการที่ 2 หากต้นที่ทดสอบโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล HRG01 และ HRG02 ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 454 และ 740-bp ตามลำดับ บ่งชี้ว่าสายพันธุ์ที่ทดสอบมียีโนไทป์ N(msms) ซึ่งจากผลการทดสอบทั้ง 3 สายพันธุ์ จำนวน 120 ต้น มีต้นที่แสดงลักษณะตรงกันระหว่าง 2 วิธีการ ที่มียีโนไทป์ N(msms) จำนวน 35 ต้น เมื่อเลือกสายพันธุ์เหล่านี้มาผลิตลูกผสมจำนวน 3 คู่ผสม (2Ax5A, 2Ax10A และ 5Ax10A) เมื่อปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์แปซิฟิก 77 ที่เป็นลูกผสมทางการค้า พบว่าทั้ง 3 คู่ผสม มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ แต่มีลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ น้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ

การทดลองที่ 2 การเพิ่มผลผลิตทานตะวันโดยวิธีเขตกรรม ซึ่งเป็นการทดสอบการให้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับทานตะวัน ได้แก่ 1) การทดสอบผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน ซึ่งได้ทดสอบความถี่และช่วงเวลาของการให้น้ำเมื่อปลูกในดินร่วนเหนียวปนทราย ผลการทดลองพบว่าความถี่การให้น้ำที่ทำให้ทานตะวันมีน้ำหนักแห้ง และผลผลิตสูง คือควรให้เมื่อความชื้นในดินลดลง 30 และ 50% AWHC และช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมาะสมในดินชนิดนี้คือควรให้ทุก 6–10 วัน จะทำให้ทานตะวันมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด 2) การทดสอบผลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน ซึ่งได้ทดสอบการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ เมื่อปลูกในดินร่วนเหนียวปนทราย ผลการทดลองพบว่าการให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ทานตะวันมีน้ำหนักแห้ง และผลผลิตสูงที่สุด สำหรับการทดสอบจุลธาตุที่มักขาดในทานตะวันคือโบรอน พบว่าการให้โบรอน 1,500 กรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีผลให้ละอองเรณูมีชีวิตสูง ซึ่งส่งผลให้ทานตะวันติดเมล็ดและให้ผลผลิตสูง 3) ผลของความหนาแน่นประชากรต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน พบว่าระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวัน ซึ่งทำให้ทานตะวันให้ผลผลิตสูง ได้แก่ การปลูกโดยใช้ระยะห่างระหว่างแถวและต้น 70x30 และ 65x30 ซม. 4) การกำจัดวัชพืช ผลการทดสอบพบว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง โดยฉีดพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอกหลังจากปลูกและใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังจากปลูก 35 วัน จะทำให้ทานตะวันได้ผลผลิตสูงสุด เมื่อนำผลการทดสอบทั้ง 4 ปัจจัย มาทดสอบร่วมกันเป็น

การให้ปัจจัยการผลิต 3 ระดับ ได้แก่ การให้ในระดับต่ำ (วิธีของเกษตรกร) ระดับปานกลาง (ให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, ให้น้ำ 6 ครั้ง, กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง) และการให้ในระดับสูง (ให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, ให้น้ำ 10 ครั้ง, กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง) ผลการทดสอบพบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลางและระดับสูงให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกัน และสูงกว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

In sunflower production, high seed yield and oil content are depend on genetic, production inputs and cultural practice management. The objectives of this research were to 1) develop sunflower hybrid varieties with high yield and oil content and 2) evaluate the appropriate production inputs for maximizing sunflower growth and yield. In the first experiment, the sunflower hybrid variety development, three sunflower lines (2A, 5A and 10A) from the breeding project were evaluated for N(msms) genotype in order to produce B-line by two methods (1. crossing with inbred testers and 2. using molecular marker). In the first method, if the progenies are male sterility, the genotype of parental lines are N(msms). In the second method, if the lines tested using HRG01 and HRG02 markers do not display DNA bands at banding 454 and 740 bp, the genotypes of these lines are N(msms). The results showed that 32 out of 120 plants of the selected lines (2A, 5A, 10A) were indicated for N(msms) genotype by both methods. Then, these 32 plants were selected to produce three crosses (2Ax5A, 2Ax10A and 5Ax10A). These hybrids were grown and compared with a commercial hybrid variety (Pacific77). The results showed that all of three hybrids had similar seed yield and oil content with Pacific 77. However, their agronomic characters were not as uniform as the commercial hybrid variety.

In the second experiment, yield improvement by cultural practices, the several production inputs were studied. Firstly, the effects of water application on sunflower growth and yield were tested in a sandy clay loam soil. It was found that water application at 30 and 50% of available water holding capacity (AWHC) and the application frequency of every 6-10 days resulted in the highest sunflower growth and yield. Secondly, the effects of fertilizer application on sunflower growth and yield were tested in the same soil. The results showed that the N-P-K application based on soil test + organic fertilizer and micronutrients and the N-P-K application based on soil test + micronutrients gave the highest sunflower growth and yield. Moreover, it was found that the application of boron (B) in the form of boric acid at the rate of 1500 g/rai with organic fertilizer resulted to more pollen viability, high seed setting and grain yield. Thirdly, the effects of planting density on sunflower growth and yield were tested. The results

indicated that the optimum planting densities were 70x30 and 65x30 cm. Fourthly, weeding methods in sunflower were tested. It was found that the use of pre-emergence herbicide with mechanical weeding at 35 days after planting resulted in the highest sunflower grain yield. From these results, optimum levels of each factor were combined, divided into three levels (low, medium and high), and were tested in sunflower. The low level was a farmer practice, the medium level was the combination of N+P+K application based on soil test + micro nutrients, 6 times of water application and two times of weeding, and the high level was the combination of N+P+K application based on soil test +organic fertilizer+ micro nutrients, 10 times of water application and two times of weeding. The results showed that medium and high input levels gave higher sunflower grain yield than the low input level.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 26

บทที่ 5 บทสรุป 59

เอกสารอ้างอิง 62

ประวัติผู้วิจัย 66

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกทดสอบทานตะวัน 19

ตารางที่ 3.2 การจัดทรีตเมนต์เพื่อทดสอบการใช้ปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันในทานตะวัน 24

ตารางที่ 4.1 ผลการปลูกทดสอบต้นที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์และต้นที่เป็นหมัน 26

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบสายพันธุ์และต้นที่มียีโนไทป์ N(msms) โดยใช้ไพรเมอร์ HGR01
และ HGR02 27

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบต้นที่ได้จากการผสมพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ HRG02 28

ตารางที่ 4.4 ลักษณะต่างๆ และผลผลิตของลูกผสม 3 คู่ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม
ทางการค้า 32

ตารางที่ 4.5 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการให้น้ำที่ความถี่ต่างกัน 35

ตารางที่ 4.6 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473..... 36

ตารางที่ 4.7 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 37

ตารางที่ 4.8 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 39

ตารางที่ 4.9 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 40

ตารางที่ 4.10 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และ
ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 41

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.11 ผลของโบรอนต่อความมีชีวิตของละอองเรณู ขนาดดอก ความสูง การผสมติด และขนาดเมล็ดของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 42

ตารางที่ 4.12 ผลของโบรอนต่อผลผลิต ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโบรอนในใบ และ น้ำหนักแห้ง ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 43

ตารางที่ 4.13 ผลของโบรอนต่อความมีชีวิตของละอองเรณู ขนาดดอก ความสูง การผสมติด และขนาดเมล็ด ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 44

ตารางที่ 4.14 ผลของโบรอนต่อผลผลิต ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโบรอนในใบ และ น้ำหนักแห้ง ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 45

ตารางที่ 4.15 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับโบรอนกับความมีชีวิตของละอองเรณู ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 และสุรนารี 473 46

ตารางที่ 4.16 พื้นที่ใบ ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของ ทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 47

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดเมล็ด ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 49

ตารางที่ 4.18 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 50

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดดอก ขนาดเมล็ด ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อปลูกในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตต่างกัน 55

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดดอก ขนาดเมล็ด ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อปลูกในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตต่างกัน 57

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิต A-line ที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันของทานตะวัน 6

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิต B-line ที่ใช้สำหรับเป็นสายพันธุ์ที่รักษา A-line 7

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดสอบยีโนไทป์ N(msms) ของสายพันธุ์ 13

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้าง B-line (maintainer line) 15

รูปที่ 3.3 ผลการย้อมสีละอองเรณูทานตะวันด้วยวิธี Tetrazolium Test 22

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบสายพันธุ์ทานตะวัน 2A (a), 5A (b), 10A (c) โดยใช้เครื่องหมาย
โมเลกุล HRG02 29

รูปที่ 4.2 ลักษณะดอกบิดเบี้ยวของ A-line 30

รูปที่ 4.3 ลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันของ A-line ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างต้นที่ดอกตัวผู้
เป็นหมันกับ B-line 31

รูปที่ 4.4 น้ำหนักแห้งของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีความถี่ของการให้น้ำแตกต่างกัน 34

รูปที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีความถี่ของการให้น้ำแตกต่างกัน 36

รูปที่ 4.6 น้ำหนักแห้งของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีช่วงเวลาการให้น้ำแตกต่างกัน 38

รูปที่ 4.7 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีช่วงเวลาการให้น้ำแตกต่างกัน 39

รูปที่ 4.8 น้ำหนักแห้งต่อต้นของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีระยะปลูกแตกต่างกัน 48

รูปที่ 4.9 น้ำหนักแห้งต้นของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อใช้วิธีกำจัดวัชพืชต่างกัน 49

รูปที่ 4.10 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีการกำจัดวัชพืชแตกต่างกัน 51

รูปที่ 4.11 น้ำหนักแห้งของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการให้ปัจจัยการผลิตแตกต่างกัน 56

รูปที่ 4.12 น้ำหนักแห้งของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีการให้ปัจจัยการผลิตแตกต่างกัน 58

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน และคาโนลา ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทานตะวันประมาณ 2–3 แสนไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 30,000 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ปัจจุบันมีความต้องการใช้น้ำมันทานตะวันมาก เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เหมาะสำหรับการบริโภค และเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประเทศไทยมีความต้องการเมล็ดเพื่อนำมาสกัดน้ำมันเพื่อใช้ในประเทศปีละประมาณ 100,000 ตัน ในขณะที่สามารถผลิตได้ปีละ 30,000 ตัน ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการ ต้องมีการนำเข้าทั้งในรูปของเมล็ดและน้ำมันทานตะวันโดยมีการนำเข้าเมล็ดปีละกว่า 100 ล้านบาท และมีการสั่งน้ำมันทานตะวันจากต่างประเทศถึงปีละประมาณ 400 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

ปัจจุบันพื้นที่ปลูกทานตะวันในประเทศมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากอัตราการเติบโตของการใช้หัวมันสำปะหลังสดประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (สมศักดิ์ ทองศรี และคณะ, 2550) ซึ่งส่งผลให้ราคามันสำปะหลังมีราคาสูง จึงมีการขยายพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังแทนที่การปลูกพืชไร่ชนิดอื่น ซึ่งรวมถึงพื้นที่การปลูกทานตะวันด้วย ทำให้ผลผลิตทานตะวันโดยรวมของประเทศมีแนวโน้มลดลง การปลูกทานตะวันส่วนใหญ่เป็นการปลูกในที่ดอนช่วงปลายฝน โดยจะปลูกเป็นพืชตามหลังจากปลูกพืชหลัก เช่น ข้าวโพด ข้าว เป็นต้น ดังนั้นการขยายพื้นที่ปลูกทานตะวันในพื้นที่หลังนา เป็นพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่ไม่มีการปลูกพืชอื่นตาม ประกอบกับทานตะวันเป็นพืชอายุสั้น ทนแล้ง และต้องการน้ำน้อย จึงควรส่งเสริมให้ปลูกหลังนา

พันธุ์ทานตะวันที่ปลูกในปัจจุบันมีทั้งพันธุ์ผสมเปิด และพันธุ์ลูกผสม ให้ผลผลิตเฉลี่ยในปี 2549 ประมาณ 117 กก./ไร่ ซึ่งจะเห็นว่าให้ผลผลิตในระดับที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่ให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 250–400 กก./ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ดังนั้นหากต้องการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น ควรมีการทดลองเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกที่ช่วยให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง การพัฒนาให้ได้พันธุ์ลูกผสมเพื่อใช้ในประเทศจะเป็นการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเมล็ดพันธุ์ และลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ นอกจากนี้การจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้มีประสิทธิภาพ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดทานตะวัน ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

1) เพื่อปรับปรุงพันธุกรรมของทานตะวันให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงโดยการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม โดยในขั้นตอนการผลิตลูกผสมต้องมีการสร้างสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สายพันธุ์-เอ (A-line) สายพันธุ์-บี (B-line) และสายพันธุ์-ซี (C-line) หรือสายพันธุ์-อาร์ (R-line) ซึ่งสายพันธุ์เหล่านี้มีขั้นตอนและวิธีการทดสอบที่ค่อนข้างยุ่งยาก และใช้เวลานาน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นการถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้กับสายพันธุ์-บี การคัดเลือก และขยายพันธุ์ A-line และ R-line

2) เพื่อทดสอบการจัดการปัจจัยการผลิตให้เหมาะสมกับการปลูกทานตะวัน เพื่อให้การผลิตทานตะวันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ต้นทุนต่ำและได้ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูงขึ้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกทานตะวัน ได้แก่ การให้น้ำที่มีปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสม การให้ปุ๋ยให้เหมาะกับดินและการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน การจัดการธาตุอาหารรองที่มีผลต่อผลผลิต การจัดการวัชพืชอย่างเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน การหาอัตราการปลูก และระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวันทั้งพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างพันธุ์ทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง
2. เพื่อทดสอบวิธีการให้น้ำที่ช่วยเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของทานตะวัน
3. เพื่อทดสอบชนิดและวิธีการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตทานตะวัน
4. เพื่อหาอัตราและวิธีการให้ปุ๋ยโบรอนที่เหมาะสมแก่ทานตะวัน
5. เพื่อหาอัตราปลูก/ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการปลูกทานตะวัน
6. เพื่อทดสอบวิธีการกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน

3. ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อสร้างสายพันธุ์ทานตะวันสำหรับผลิตลูกผสม ได้แก่ A-line, B-line, C-line หรือ R-line ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง เพื่อนำไปใช้ในการผลิตลูกผสมที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง สำหรับใช้ปลูกในประเทศไทยทดแทนและลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศ และทดสอบการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่างๆ เพื่อนำไปสู่การหาวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการผลิตทานตะวัน ซึ่งได้แก่ การหาระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวัน การหาวิธีการและชนิดของการให้ปุ๋ย น้ำ และการกำจัดวัชพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น

4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ผลงานวิจัยที่สามารถตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ/ นานาชาติ
2. เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป และสามารถสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่อย่างน้อย 1 คน
3. ได้เทคโนโลยีการปลูกทานตะวันที่เหมาะสม ได้แก่ การจัดการน้ำ ปุ๋ย วัชพืช และอัตราการปลูกที่เหมาะสม (ลดต้นทุนการผลิต และให้ผลผลิตต่อไร่สูง)

4. บริการความรู้แก่ประชาชน ในเรื่องเทคโนโลยีการปลูกทานตะวันที่เหมาะสม
5. ผลการวิจัยนี้จะนำไปสู่การผลิตทานตะวันพันธุ์ลูกผสมเชิงพาณิชย์ขึ้นในประเทศ ซึ่งจะลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทานตะวันในประเทศไทย
6. หน่วยงานที่คาดว่าสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เกษตรกรผู้ปลูกทานตะวัน และกรมวิชาการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การปลูกทานตะวันในประเทศไทยเริ่มมีการปลูกเป็นการค้าในปี 2531 โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 7,500 ไร่ และพื้นที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งปี 2542 มีพื้นที่ปลูกเพิ่มสูงถึง 600,000 ไร่ อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี 2543 พื้นที่การปลูกทานตะวันลดลงเหลือ 400,000 ไร่ จากนั้นพื้นที่การปลูกลดลงเรื่อยๆ จนในปัจจุบันเหลือเพียง 200,000 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554ก) ให้ผลผลิตประมาณ 30,000 ตันต่อปี ขณะที่ความต้องการน้ำมันทานตะวันมีเพิ่มขึ้น โดยแต่ละปีต้องการใช้เมล็ดทานตะวันประมาณ 100,000 ตัน ทั้งเพื่อนำมาสกัดน้ำมัน ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น ซึ่งส่วนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นหากต้องการขยายพื้นที่ปลูกทานตะวันภายในประเทศเพื่อสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น ลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ และเพื่อลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ให้ถูกลง ควรมีการค้นคว้าวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันโดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ลูกผสมขึ้นมาใช้เอง เพื่อลดปัญหาต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้พื้นที่การผลิตทานตะวันลดลง เนื่องจากการที่มีพืชแข่งขันอื่นที่มีผลตอบแทนสูงกว่า เช่น การปลูกมันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย เป็นต้น ประกอบกับการปลูกทานตะวันมีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีราคาค่อนข้างแพงประมาณกิโลกรัมละ 300–600 บาท ในขณะที่ผลตอบแทนต่อไร่ค่อนข้างต่ำ จึงทำให้เกษตรกรหันไปปลูกพืชอื่นมากขึ้น นอกจากนี้ในสภาพการผลิตทานตะวันในประเทศไทยเกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกในปลายฤดูฝนหลังพืชหลัก ซึ่งเป็นการปลูกที่ไม่มีการชลประทาน เป็นการปลูกโดยอาศัยความชื้นที่เหลืออยู่ในดินเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นระบบการปลูกที่นอกจากความชื้นไม่เพียงพอกับความต้องการของทานตะวันแล้ว ยังพบว่ามีการใช้ปัจจัยการผลิตค่อนข้างต่ำ ซึ่งจากสาเหตุเหล่านี้ส่งผลทำให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ และผลผลิตเฉลี่ยของทานตะวันค่อนข้างต่ำ โดยในปี 2549–2552 ทานตะวันมีผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศตั้งแต่ 105–117 กก./ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดหากต้องการเพิ่มผลผลิตทานตะวันในประเทศให้เพียงพอกับความต้องการใช้ และเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรผู้ปลูก ควรมีการสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกทานตะวันเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจสามารถทำได้โดยการพัฒนาพันธุ์หรืออาจพัฒนาวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวทาง คือ 1) การปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพสูงเพื่อใช้เองในประเทศเพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ และลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ในการปลูกของเกษตรกร เนื่องจากเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตในประเทศจะมีต้นทุนต่ำกว่าการนำเข้าซึ่งจะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีราคาถูกกว่า 2) การทดลองหาเทคโนโลยีการปลูกที่เหมาะสมในการปลูกทานตะวัน ได้แก่ เทคโนโลยีการปลูกต่างๆ รวมทั้งเทคโนโลยีการให้น้ำ ให้ปุ๋ย และการกำจัดศัตรูของทานตะวัน ซึ่งเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตของทานตะวันให้สูงขึ้นได้

1. การพัฒนาพันธุ์ทานตะวันของประเทศไทย

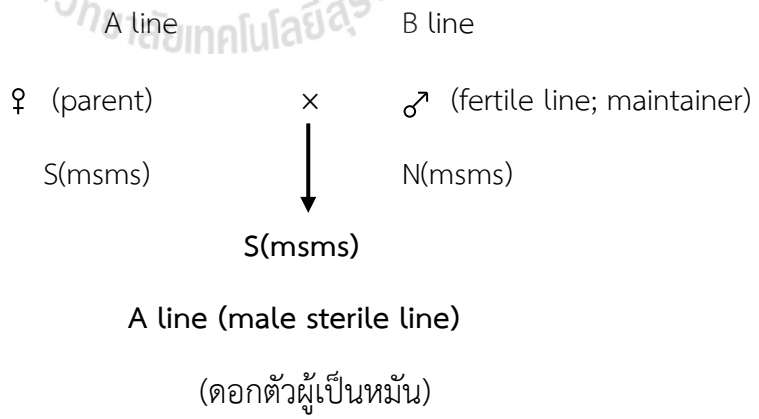
1.1 การพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ สำหรับการพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ในประเทศไทยเริ่มต้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ซึ่งได้เริ่มต้นโดยการนำสายพันธุ์ทานตะวันจากต่างประเทศและในประเทศมาปลูกทดสอบและคัดเลือกจนสามารถพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ ชื่อพันธุ์เชียงใหม่ 1 ในช่วงปี 2537–2548 สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้พัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ จนถึงขั้นรับรองพันธุ์ชื่อ พันธุ์สุรนารี 473 ซึ่งพันธุ์นี้มีลักษณะพิเศษ คือ เป็นพันธุ์เบา เก็บเกี่ยวได้เร็ว ดูแลง่าย ให้ผลผลิต และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) และพันธุ์สังเคราะห์พันธุ์นี้ได้รับความสนใจจากเกษตรกร อย่างไรก็ตามพันธุ์สังเคราะห์มักมีข้อเสีย คือ มีลักษณะต่างๆ เช่น ความสูงต้น อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 ได้รับการปรับปรุงให้มีลักษณะต่างๆ สม่ำเสมอมากขึ้นโดยที่ยังมีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน และผลผลิตสูง ใกล้เคียงกับพันธุ์เดิมและพันธุ์ลูกผสม (ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตสวัสดิ์, 2554) อย่างไรก็ตามพันธุ์สังเคราะห์ที่กล่าวมาทั้งหมดยังไม่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นการค้า (Laosuwan, 1997) ในแต่ละปีกรมวิชาการเกษตรได้ผลิตเมล็ดพันธุ์สังเคราะห์เชียงใหม่ 1 เพื่อจำหน่ายแก่เกษตรกรปีละ 500–1,000 กิโลกรัม สำหรับพันธุ์สุรนารี 473 เป็นพันธุ์สังเคราะห์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อแจกจ่ายแก่เกษตรกร เพียงปีละ 200–500 กิโลกรัม

1.2 การพัฒนาทานตะวันพันธุ์ลูกผสม โดยทั่วไปทานตะวันพันธุ์ลูกผสม เมล็ดพันธุ์มักมีราคาสูง เนื่องจากขั้นตอนการผลิตทำได้ยาก การผลิตต้องใช้ความเป็นหมันชนิด genetic–cytoplasmic (Carter, 1978) ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีราคาแพง นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่ต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ หรือมีการปรับปรุงพันธุ์โดยบริษัทเอกชน ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสม เพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ และยังช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในการผลิต และเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรปลูกทานตะวันมากขึ้น

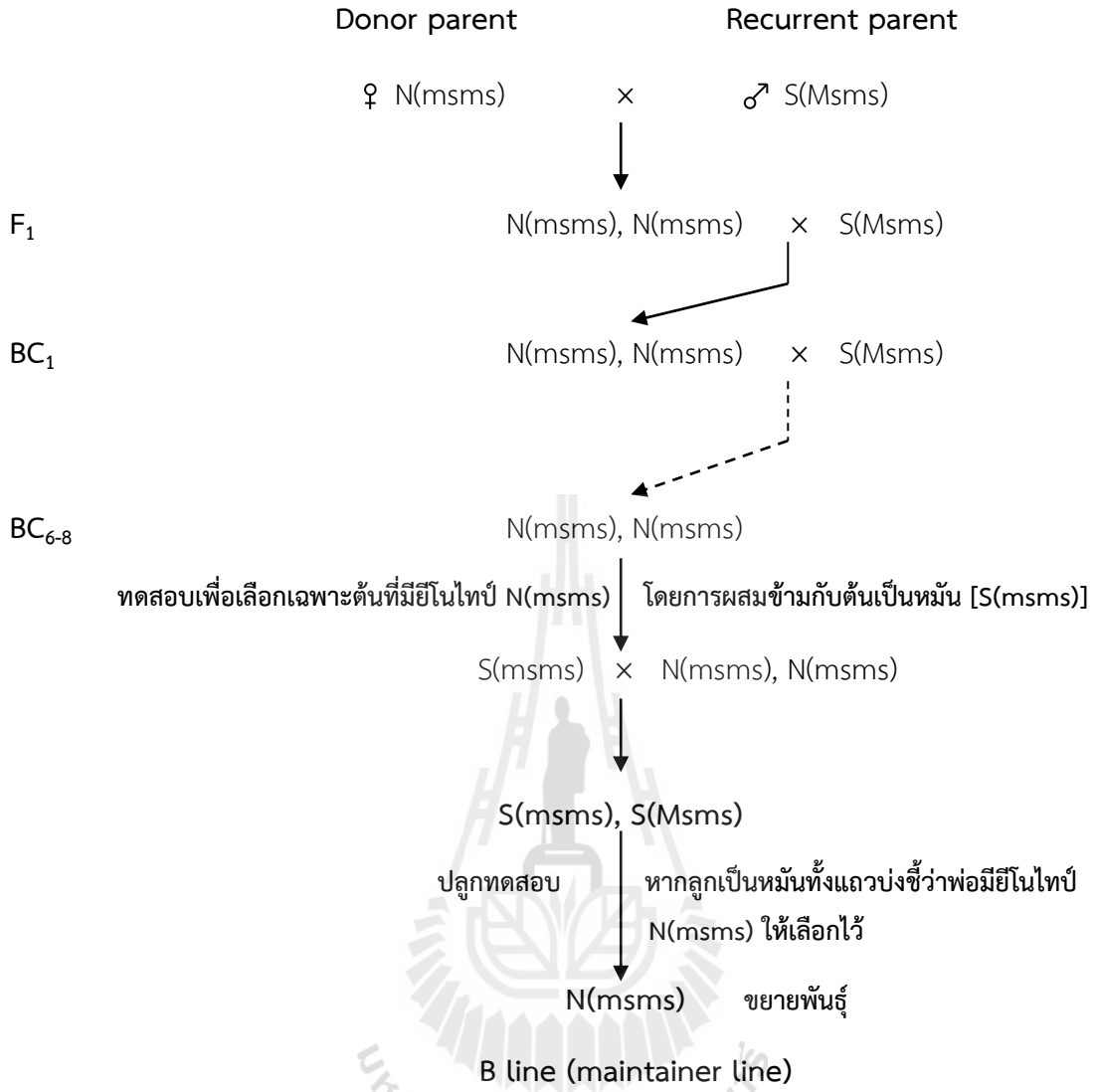
ในช่วงเวลาตั้งแต่ปี 2537–2548 โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้คัดเลือกสายพันธุ์ทานตะวันที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไว้หลายสายพันธุ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2548) เมื่อนำสายพันธุ์เหล่านี้ไปทดสอบการรวมตัวทั่วไป และการรวมตัวจำเพาะ พบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง จึงทำการคัดเลือกไว้ 12 สายพันธุ์ (กิตติ สัจจาวัฒนา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2549) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ยังมีความเป็นพันธุ์ทางสูง ลักษณะต่างๆ ไม่สม่ำเสมอ และบางลักษณะยังไม่ดีพอ ต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติม ดังนั้นการวิจัยในระยะต่อมาจึงเป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีความเป็นพันธุ์แท้สูงขึ้น และคัดเลือกลักษณะต่างๆ ให้ดีขึ้น ในระยะต่อมาโครงการได้ปรับปรุงสายพันธุ์เหล่านี้เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความเป็นพันธุ์แท้ โดยการผสมตัวเองอีก 3 รอบ พร้อมกับคัดเลือกลักษณะทางพืชไร่ และลักษณะทางการเกษตรให้ดีขึ้น จากนั้นทดสอบศักยภาพในการให้ผลผลิตของสายพันธุ์โดยการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general

combining ability; gca) สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (specific combining ability; sca) การทดสอบความดีเด่นของลักษณะโดยเปรียบเทียบกับพ่อหรือแม่ที่ดี (heterobeltiosis) และการลดเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมตัวเอง (inbreeding depression) (ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตสวัสดิ์, 2554) ซึ่งพบว่าหลายสายพันธุ์มีลักษณะต่างๆ สม่ำเสมอมากขึ้น เนื่องจากมีความเป็นพันธุ์แท้มากขึ้น และยังพบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีศักยภาพสูง เนื่องจากมี sca และ gca ของลักษณะต่างๆ สูง และเมื่อทดลองผลิตลูกผสมพบว่าลูกผสมมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง

สายพันธุ์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน เมื่อผ่านการทดสอบสามารถใช้เป็นสายพันธุ์สำหรับผลิตลูกผสมได้ ซึ่งในการผลิตลูกผสมต้องมีการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ ซึ่งมักมีความยุ่งยากในการตอนดอกตัวผู้ของต้นตัวเมีย วิธีการที่จะทำให้การผสมพันธุ์ทำได้ง่ายคือการทำให้ต้นตัวเมียมีละอองเกสรเป็นหมัน (male sterility) โดยลักษณะการเป็นหมันของดอกตัวผู้ในทานตะวันควบคุมโดยยีนและไซโตพลาสซึม (genetic-cytoplasmic male sterility) ซึ่งมีทั้งยีนที่ควบคุมในนิวเคลียสและหน่วยในไซโตพลาสซึม ซึ่งมียีโนไทป์ S(msms) สำหรับสายพันธุ์ของโครงการฯ ที่ได้รับการคัดเลือกมีหน่วยควบคุมดอกตัวผู้เป็นหมันในไซโตพลาสซึม ซึ่งคาดว่าจะมียีโนไทป์ S(Msms) ดังนั้นหากต้องการให้ได้ลูก S(msms) ที่เรียกว่า A-line ในทุกชั่วอายุต้องทำการ maintain สายพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยต้องมีแหล่งของ normal cytoplasm ที่มีไซโตพลาสซึมปกติ และต้องถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้สายพันธุ์มียีโนไทป์ N(msms) เพื่อสร้าง B-line ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เพื่อนำไปสู่การผลิตทานตะวันพันธุ์ลูกผสมได้ ซึ่งสายพันธุ์ของโครงการที่ได้รับการคัดเลือกเหล่านี้ได้รับการถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm N(msms) ให้แก่สายพันธุ์เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง B-line ซึ่งขั้นตอนการถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ได้ใช้วิธีการผสมกลับ (ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตะสวัสดิ์, 2554)



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิต A-line ที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันของทานตะวัน



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนผลิต B-line ที่ใช้สำหรับเป็นสายพันธุ์ที่รักษา A-line

2. ปัจจัยการผลิตที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ทานตะวันพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์สังเคราะห์ ที่ปลูกในปัจจุบันมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง แต่การปลูกของเกษตรกรส่วนใหญ่มีการให้ปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม ซึ่งมีทั้งสูงเกินไปและต่ำเกินไป ทำให้ผลผลิตไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และบางรายได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ โดยทั่วไปการให้ผลผลิตของพืชนอกจากจะขึ้นกับพันธุกรรมของพืชแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แก่ ความชื้น ธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โรค แมลง และวัชพืช เป็นต้น เนื่องจากผลผลิตและลักษณะต่างๆ จะเพิ่มขึ้น หรือลดลงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชนิดของวัชพืช ความหนาแน่นของวัชพืช ช่วงเวลาที่เข้าแข่งขันกับวัชพืช ดังนั้นการจัดการที่ดีและเหมาะสม ซึ่งได้แก่ การจัดการดิน น้ำ ธาตุอาหาร และศัตรูทานตะวัน จะช่วยให้สามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดทานตะวันได้อีกทางหนึ่ง

2.1 ความชื้นหรือการให้น้ำ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน โดยทั่วไปความต้องการน้ำของพืชขึ้นอยู่กับชนิดของดิน อายุของพืช และสภาพภูมิอากาศ สำหรับปริมาณ และความถี่ของการให้น้ำขึ้นกับความต้องการน้ำของพืช และความสามารถในการเก็บรักษาน้ำของดิน (ชนิดของดิน) เนื่องจากหากให้น้ำแก่พืชน้อยหรือห่างเกินไป อาจเสี่ยงต่อการขาดน้ำ แต่ถ้าให้น้ำปริมาณมากหรือถี่เกินไป ถ้าดินระบายน้ำไม่ดี อาจเกิดความเสี่ยงเนื่องจากน้ำท่วมขัง หรือหากดินระบายน้ำดีจะไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของพืช แต่ต้นทุนในการให้น้ำจะสูง เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชทนแล้งจึงมีความต้องการน้ำประมาณ 400 มิลลิเมตรต่อปี มีการทดลองเพื่อทดสอบผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน เช่น เฉลิมพล แซมเพชร (2537) พบว่าการให้น้ำทุกสัปดาห์ ทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง และผลผลิตของทานตะวันสูง และหากความถี่ของการให้น้ำลดลงจะทำให้ผลผลิตลดลง 52 เปอร์เซ็นต์ สำหรับงานทดลองของ Bakht et al. (2010) พบว่าการให้น้ำทานตะวันในช่วงเวลาที่เหมาะสมคือในช่วงฟอร์มดอก ช่วงที่ดอกกำลังบาน และช่วงการติดเมล็ด ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ 24.83 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าทานตะวันจะมีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดในช่วงอายุ 90 วันหลังจากปลูก ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้มีการใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ทานตะวันมีผลผลิตสูง เสียค่าใช้จ่ายต่ำ และได้รับผลตอบแทนต่อไร่สูงขึ้น

2.2 ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมากที่มีผลต่อปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตทานตะวัน (Scheiner et al., 2002) การให้ปุ๋ยกับพืชขึ้นกับความต้องการของพืช และปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ซึ่งความต้องการธาตุอาหารของทานตะวัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ทานตะวัน (พันธุ์ลูกผสม และพันธุ์สังเคราะห์) และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ส่วนปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินขึ้นอยู่กับชนิดของดิน (วัตถุต้นกำเนิดดิน) ประวัติการใช้ที่ดิน และการจัดการดิน จากการทดลองของ เสาวรี บำรุง (2550) ได้ทดสอบให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ทานตะวัน พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ และการไม่ให้ปุ๋ย นอกจากนี้จากงานทดลองของผู้วิจัยเดียวกันยังได้ทดลองการให้ปุ๋ยสูตรต่างๆ ในสภาพดินเหนียวสีแดง พบว่าการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 ในอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ จะทำให้ผลผลิตทานตะวันสูง และหากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำให้ใส่ในอัตราที่สูงขึ้น และยังได้ทดสอบการให้ปุ๋ยอินทรีย์แก่ทานตะวัน พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินทรายจะช่วยเพิ่มผลผลิตทานตะวัน ดังนั้นหากต้องการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก เพื่อให้สามารถเลือกชนิด และปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมกับการผลิตทานตะวันได้

นอกจากนี้การให้ธาตุอาหารหลักแล้ว ทานตะวันเป็นพืชหนึ่งที่ตอบสนองง่ายต่อการขาดจุลธาตุ เช่น โบรอน ซึ่งธาตุนี้มีผลต่อการเจริญเติบโต การติดดอก การติดเมล็ด และการให้ผลผลิตของทานตะวัน (Krudnak et al., 2013) หากมีการขาดธาตุนี้อย่างรุนแรง อาจทำให้ใบมีลักษณะเล็ก ดอกบิดเบี้ยว อัตราการผสมติดค่อนข้างต่ำ โดยทั่วไปการปลูกในดินทรายมักจะขาดธาตุนี้ โดยอาการขาดธาตุโบรอนพบในแหล่งปลูกทานตะวันหลายจังหวัด เช่น ลพบุรี สระบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ และศรีสะเกษ โดยดินที่เหมาะสมต่อการปลูกทานตะวันควรมีโบรอนที่ระดับ 0.95 ppm (นลินี ศิวากรณ์, 2550) และการให้ปุ๋ยบอแรกซ์ที่

เหมาะสมสำหรับทานตะวันเมื่อใส่โดยวิธีหว่านมีค่าเท่ากับ 1.8 กก./ไร่ (ประสาตร์ ล้อมลาย, 2534) นอกจากนี้การปรับปรุงดินโดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์ จะช่วยทำให้โครงสร้างของดินทรายสามารถดูดซับความชื้นได้ดีขึ้น และยังพบว่ามีธาตุอาหารหลายชนิดที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยอินทรีย์ รวมทั้งธาตุโบรอนที่พบว่าปลดปล่อยได้จากปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากมีรายงานของ Yang and Xue (1989) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งให้โบรอนได้เป็นอย่างดี และปุ๋ยคอกทุกชนิดมีโบรอนในปริมาณตั้งแต่ 7.3–86 mg B/kg สำหรับการให้โบรอนแก่ทานตะวันนอกจากมีรายงานว่าช่วยเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังมีรายงานว่ามีผลให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงขึ้นด้วย (Oyinlola, 2007)

2.3 วัชพืช นับว่าเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตทานตะวันลดลง จากหลายงานทดลองพบว่าหากปลูกทานตะวันโดยไม่กำจัดวัชพืชจะทำให้เกิดการแก่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตของทานตะวัน เช่น ความชื้น แสง ธาตุอาหาร เป็นต้น ส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิต ของทานตะวันลดลง 15-72 เปอร์เซ็นต์ (Robinson, 1978; Zemichael, 1989, นิตยา วานิกร และคณะ, 2534) นอกจากนี้วัชพืชยังทำให้ความสูง ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ของทานตะวันลดลงด้วย (Johnson, 1971) นอกจากนี้การทดลองของเบญจมาศ คำสืบ และคณะ (2548) ในทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์พันธุ์เชียงใหม่ 1 พบว่าการใช้สารคุมวัชพืชก่อนงอกฉีดพ่นทันทีหลังปลูก ทำให้ทานตะวันมีผลผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดสารคุมวัชพืช และพบว่าเมื่อวัชพืชแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตของทานตะวันยังส่งผลต่อขนาดดอกด้วย สำหรับช่วงเวลาที่ควรเข้ากำจัดวัชพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน จากงานวิจัยพบว่าการกำจัดวัชพืชหลังจากทานตะวันงอก 30 วัน จะทำให้ผลผลิตสูงสุด (นิตยา วานิกร และคณะ, 2534)

2.4 ความหนาแน่นประชากรหรือระยะปลูกที่เหมาะสม เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวัน เนื่องจากมีผลต่อการจัดการธาตุอาหาร ความชื้นในดิน วัชพืช โรค และแมลงศัตรู ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน (เสาวรี บำรุง, 2550) นอกจากนี้การใช้ระยะปลูกที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน โดยมีผลต่อพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) รวมทั้งมีผลต่อองค์ประกอบผลผลิต (ขนาดดอก ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อดอก) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการให้ผลผลิต (จุฑาทิพย์ เทพบุญ, 2534; Olowe, 2005; Süzer, 2010; Ibrahim, 2012) และพันธุกรรมของทานตะวันก็มีการตอบสนองต่อความหนาแน่นประชากร โดยมีรายงานว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมควรปลูกที่ความหนาแน่น 50,000–90,000 ต้น/เฮกตาร์

จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่านอกจากพันธุ์ทานตะวันที่ดีที่เหมาะกับสภาพการปลูกในแต่ละแหล่งแล้ว ปัจจัยการผลิตหลายชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวันด้วย จากการทดลองของจุฑามาศ เพียซ้าย และ ไพศาล เหล่าสุวรรณ (2552) พบว่าทานตะวันแต่ละพันธุ์จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการปลูก นอกจากนี้ Chieochansilp et al. (2012) ได้รายงานว่าทานตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตไม่เหมือนกัน โดยการให้ปัจจัยการผลิตระดับสูงมักได้ผลผลิตทานตะวันสูงกว่าการให้ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม การให้ปัจจัยการผลิตใน

ระดับปานกลางจะมีความคุ้มค่าในการผลิตทานตะวันมากที่สุด ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์หนึ่งเพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน อันได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน ระดับของจุลธาตุที่เหมาะสมกับการปลูกในสภาพดินร่วนทราย การจัดการน้ำ การจัดการวัชพืช รวมทั้งประชากรหรือความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการปลูกทานตะวัน และเพื่อทดสอบศักยภาพในการให้ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การปลูกทานตะวันที่เหมาะสมกับการปลูกของประเทศไทย

ดังนั้นการให้ผลผลิตของทานตะวันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ โรค แมลง และวัชพืช ดังนั้นหากต้องการปลูกทานตะวันพันธุ์ให้มีผลผลิต และคุณภาพสูง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการทานตะวันที่มีมากขึ้น ต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์ดี และการทดลองเพื่อหาวิธีการจัดการที่ดีและเหมาะสมที่สามารถเพิ่มผลผลิต และช่วยลดต้นทุนการผลิตของทานตะวัน

3. การเจริญเติบโตของทานตะวัน

การเจริญเติบโตของทานตะวันได้แบ่งตามวิธีของ Schneiter and Miller (1981) ได้ 2 ระยะ ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (vegetative stage, V) ระยะนี้เริ่มจากการงอกของต้นกล้าและสิ้นสุดเมื่อเริ่มมองเห็นดอกเกิดขึ้น โดยอาศัยจำนวนใบเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งย่อยได้ดังนี้

ระยะ vegetative emergence (VE) เป็นระยะที่ต้นกล้ามีใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดิน และมีใบจริงคู่แรกอยู่เหนือใบเลี้ยง โดยมีความยาวน้อยกว่า 4 เซนติเมตร

ระยะ V(n) เป็นระยะที่มีการเจริญทางลำต้นและใบ โดย n หมายถึง จำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร เช่น V1, V2, V3 และ V4 หมายถึง การเจริญทางลำต้นและใบ เมื่อมีใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร จำนวน 1, 2, 3 และ 4 ใบ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อทานตะวันเจริญเติบโตและมีอายุมากขึ้นใบส่วนล่างจะแก่และร่วงหล่นทำให้เกิดรอยแผลบนลำต้น ซึ่งการกำหนดระยะการเจริญเติบโตโดยนับจำนวนใบนี้จะต้องนับจำนวนใบทั้งหมดรวมทั้งใบที่ร่วงหล่นไปแล้วด้วย

2) ระยะสืบพันธุ์ (reproductive stage, R) เริ่มเมื่อทานตะวันเริ่มมีดอกเล็กๆ เกิดขึ้น (floral initiation) จนถึงระยะต้นแก่เต็มที่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) แบ่งได้ 9 ระยะ ดังนี้

ระยะ R1 เป็นระยะที่สามารถมองเห็นช่อดอก (head) ที่หุ้มด้วยใบประดับอ่อน (young bract) เมื่อมองจากด้านบน (top view) จะเห็นกลีบเลี้ยงอ่อนๆ ลักษณะคล้ายดาว (star like) ปรากฏขึ้นมา

ระยะ R2 มีช่วงความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอก (receptacle) ยาว 0.5–2 เซนติเมตร ข้ออยู่ระหว่างใบสุดท้ายกับฐานรองดอก บางครั้งอาจพบใบประดับ (adventitious bracts) ตรงบริเวณข้อดังกล่าว

ระยะ R3 ความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอกจะยืดอย่างรวดเร็วยกจานดอกให้สูงขึ้น ทำให้ข้อช่วงดังกล่าวยาวมากกว่า 2 เซนติเมตร

ระยะ R4 ดอกเริ่มบานกลีบเล็กๆ คลี่ตัวออกมา

ระยะ R5 ระยะนี้เริ่มมีการถ่ายละอองเกสร (anthesis) เกิดขึ้น กลีบดอกบานเต็มที่ และสามารถมองเห็นดอกย่อย สำหรับระยะนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีกโดยอาศัยเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดอกย่อยที่ถ่ายละอองเกสรแล้ว การถ่ายละอองเกสรจะเริ่มจากดอกย่อยที่อยู่รอบนอกเข้ามาสู่ใจกลางของดอก

ระยะ R6 การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นสมบูรณ์ กลีบดอกเริ่มแสดงการเหี่ยว

ระยะ R7 ด้านหลังจานดอกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อนๆ

ระยะ R8 ด้านหลังจานดอกสีเหลือง แต่ใบประดับยังคงเป็นสีเขียวอยู่ และอาจพบจุดสีน้ำตาลบริเวณหลังจานดอก

ระยะ R9 ใบประดับเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล มีจุดสีน้ำตาลหลังจานดอก ระยะนี้เป็นระยะที่มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างสายพันธุ์และทดลองผลิตทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง มีรายละเอียดดังข้อ 3.1 ส่วนการทดลองเพื่อใช้เทคโนโลยีการปลูกที่เหมาะสมในการปลูกทานตะวัน ที่มีรายละเอียดดังข้อ 3.2 ซึ่งทั้งสองการทดลองมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

3.1 การปรับปรุงทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันของสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้พัฒนาสายพันธุ์ไว้จำนวนหนึ่งที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง นอกจากนั้นทางโครงการฯ ได้รับแหล่งของ normal cytoplasm จาก North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS) ได้ดำเนินการพัฒนาสายพันธุ์ A-line, B-line และ R-line เพื่อใช้ในการผลิตลูกผสม โดยนำเมล็ดจาก NCRPIS จำนวน 2 พันธุ์ คือ PI431511 และ PI500689 (ใช้ชื่อรหัสพันธุ์เป็น W7 และ W10 ตามลำดับ) นำทั้งสองสายพันธุ์มาผสมข้ามกับทานตะวันของโครงการ 3 สายพันธุ์ เพื่อถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm N(_ _) จากพันธุ์ของ NCRPIS (W7, W10) ให้กับทั้ง 3 สายพันธุ์ (2A, 5A และ 10A) โดยสายพันธุ์ของโครงการทั้ง 3 สายพันธุ์ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีศักยภาพสูงในการนำไปผลิตเป็นลูกผสม (ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตสวัสดิ์, 2554) แล้วทำการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์จำนวน 5 คู่ผสม ได้แก่ W7×2A, W7×5A, W10×2A, W10×5A และ W10×10A จากนั้นทำการผสมกลับไปยังสายพันธุ์ของโครงการ โดยให้สายพันธุ์ของโครงการเป็นพันธุ์พ่อจำนวน 8 ครั้ง ได้ลูกผสมกลับ BC_8F_1 และเพื่อยืนยันว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการผสมกลับมี normal cytoplasm จึงได้ทำการทดสอบโดยใช้ 2 วิธีการ คือ การทดสอบโดยใช้วิธีการผสมกับพันธุ์ทดสอบ และการทดสอบโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ซึ่งจากการทดสอบดังกล่าวสามารถถ่ายทอดลักษณะ normal cytoplasm ให้แก่สายพันธุ์ และได้หลายสายพันธุ์ที่มีลักษณะเป็น normal cytoplasm (ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตสวัสดิ์, 2554) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการวิจัยที่ต่อเนื่องจากผลการทดลองที่ผ่านมา โดยนำสายพันธุ์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมีลักษณะเป็น normal cytoplasm มาขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวน จากนั้นผสมตัวเองแล้วนำมาทดสอบเพื่อให้ทราบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มียีโนไทป์เป็นยีนด้อย N(msms) เพื่อนำไปผลิตเป็น A-line, B-line และในขณะเดียวกันทำการคัดเลือกต้น N(MsMs) หรือ S(MsMs) เพื่อผลิต R-line สำหรับนำไปผลิตลูกผสม ซึ่งในการทดลองนี้มีรายละเอียดของขั้นตอนของการวิจัย ดังนี้

3.1.1 การตรวจสอบยีโนไทป์ของสายพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาโดยโครงการ

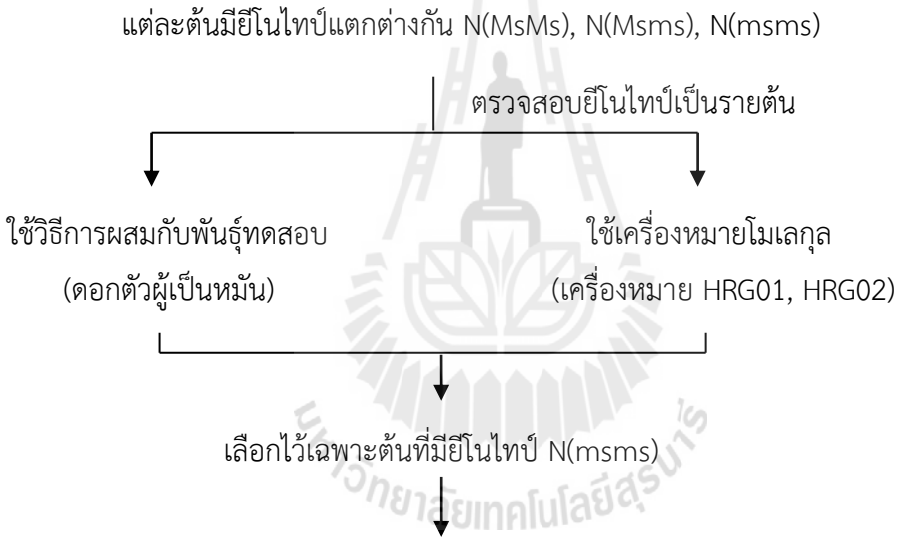
การทดสอบยีโนไทป์ของสายพันธุ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ามียีโนไทป์อยู่ในสภาพ N(msms) หรือ N(Msms) สามารถทำได้โดยการนำต้นที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูกให้ผสมตัวเอง ซึ่งจะได้ลูกที่มียีโนไทป์หลากหลายดังแสดงด้านล่าง โดยเมล็ดจากแต่ละต้นที่ได้อาจมียีโนไทป์ต่างๆ กันดังแสดงในสมการ

N(MsMs) ⊗ ⟶ N(MsMs)

N(Msms) ⊗ ⟶ 3/4 N(Ms_), 1/4 N(msms)

N(msms) ⊗ ⟶ N(msms)

นำไปปลูกเพื่อทดสอบยีโนไทป์สามารถใช้ 2 วิธีการ ได้แก่ การทดสอบโดยใช้วิธีการผสมพันธุ์กับพันธุ์ทดสอบ และการทดสอบโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังข้อ 3.1.1.1 และ 3.1.1.2



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดสอบยีโนไทป์ N(msms) ของสายพันธุ์

3.1.1.1 การทดสอบยีโนไทป์ msms, MsMs และ Msms โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์กับพันธุ์ทดสอบ การทดสอบว่าลูกที่ได้จากการผสมตัวเองมียีโนไทป์เป็นแบบใด (เพื่อจะกลับไปใช้ต้นที่มียีโนไทป์ N(msms) ใช้ผสมตัวเองเพื่อใช้ในการผลิต B-line) สามารถทำได้โดย

1) นำเมล็ดรุ่นลูกที่ได้จากการผสมตัวเอง ใช้เป็นพันธุ์พ่อผสมกับต้นแม่ (พันธุ์ทดสอบ) ที่มีดอกตัวผู้เป็นหมันคือมียีโนไทป์ S(msms) จะได้ลูกผสมที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน และไม่เป็นหมัน มีการแสดงออกที่แตกต่างกันขึ้นกับยีโนไทป์ต้นพ่อ ดังแสดงด้านล่าง ได้แก่

S(msms) × N(msms) ⟶ **S(msms)**

S(msms) × N(Msms) ⟶ **S(Msms), S(msms)**

S(msms) × N(MsMs) ⟶ **S(Msms)**

การทดสอบครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ที่มาจาก 2A จำนวน 42 ต้น 5A จำนวน 55 ต้น และสายพันธุ์ 10A จำนวน 23 ต้น มาผสมข้ามกับสายพันธุ์ 2A, 5A และ 10A ที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน (ยีโนไทป์ S(msms) ใช้เป็นต้นแม่)

2) จากนั้นนำเมล็ดรุ่นลูกไปปลูกเป็นต้นต่อแถว โดยนำเมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์ไปปลูกเป็นต้นต่อแถว ซึ่งได้ทั้งหมด 120 สายพันธุ์ (แถว) หากในรุ่นลูกปรากฏลักษณะเป็นหมันทั้งแถว แสดงว่าต้นพ่อจากข้อ 1) มียีโนไทป์ N(msms) ให้เก็บเมล็ดต้นพ่อไว้ใช้ประโยชน์ หากในรุ่นลูกมีการกระจายตัว คือมีทั้งต้นเป็นหมันและไม่เป็นหมันแสดงว่าพ่อมียีโนไทป์ N(Msms) หากไม่เป็นหมันทั้งแถว แสดงว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(MsMs) ถ้าในแถวได้ลูกที่ไม่เป็นหมัน ทำการคัดทิ้งเมล็ดในข้อ 1)

S(msms) × N(msms) ⟶ **S(msms)** ..... ต้นเป็นหมันทั้งแถวเก็บเมล็ดต้นพ่อ N(msms) ในข้อ 1) ไว้ใช้ผลิต B-line และ A-line

S(msms) × N(Msms) ⟶ **S(Ms_)** ..... ต้นภายในแถวมีทั้งเป็นหมันและไม่เป็นหมัน คัดทิ้งต้นพ่อในข้อ 1)

S(msms) × N(MsMs) ⟶ **S(Msms)** ..... ต้นไม่เป็นหมันทั้งแถว คัดทิ้งต้นพ่อ

ซึ่งสายพันธุ์ N(msms) นำไปผลิตเป็น B-line และ S(msms) นำไปผลิต A-line

3.1.1.2 การทดสอบยีโนไทป์ msms, MsMs และ Msms โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อแยกความแตกต่างทางพันธุกรรม เนื่องจากให้ผลการทดลองที่รวดเร็ว ไม่ต้องรอผสมข้ามกับยีโนไทป์ S(msms) และไม่ต้องรอเก็บเกี่ยวก็สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1) นำเมล็ดชุดเดียวกับเมล็ด 3.1.1.1 ข้อ 1) มาปลูกร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบของโครงการที่ทราบว่ามีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน (มียีโนไทป์ S(msms)) และดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน ซึ่งการที่ดอกตัวผู้ไม่เป็นหมันอาจมียีโนไทป์ S(Msms) หรือ S(MsMs)

2) ในระยะต้นอ่อนหรืออายุ 30 วันหลังจากปลูก เก็บตัวอย่างใบอ่อนของสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบ (ต้นที่ได้จาก 3.1.1.1 ข้อ 1) และต้นเปรียบเทียบที่ทราบว่ามีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมัน (ยีโนไทป์ S(msms)) และไม่เป็นหมัน (ยีโนไทป์ S(MsMs) หรือ S(Msms)) นำมาสกัดดีเอ็นเอตามวิธีการของ Rieseberg et al. (1993) จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นของดีเอ็นเอ

3) นำดีเอ็นเอของทานตะวันที่ได้มาทำปฏิกิริยา PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงกับ GMS (Genotypic Male Sterility) ในทานตะวัน (Rieseberg et al., 1992; Rieseberg et al., 1994) ได้แก่ HRG01 และ HRG02 (Köhler et al., 1991; Kusterer et al., 2005)

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

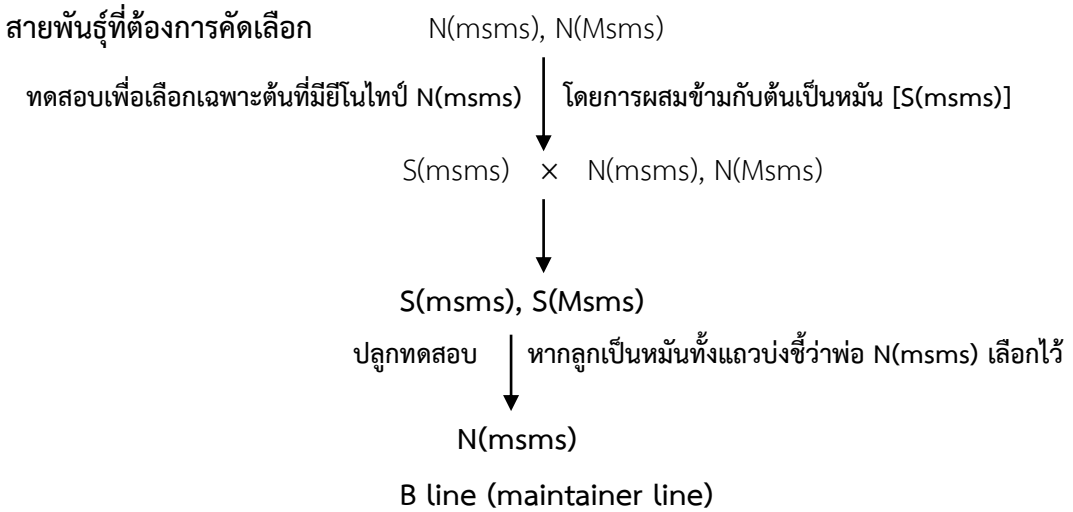
6) ถ่ายภาพเพื่อตรวจสอบขนาดและจำนวนของท่อนดีเอ็นเอในแต่ละตัวอย่าง

7) บันทึกผลการทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบ กับสายพันธุ์ของโครงการที่มีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันและไม่เป็นหมัน โดยหากลูกจากคู่ผสมต่างๆ เมื่อตรวจสอบโดยใช้ 2 ไพรเมอร์จะได้ผลการทดสอบดังนี้

- ไพรเมอร์ HRG01 หากต้นที่ต้องการทดสอบไม่พบแถบดีเอ็นเอเหมือนสายพันธุ์ที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน S(msms) แสดงว่ามียีโนไทป์ N(msms) ทำการคัดเลือกไว้ หากมีลักษณะเหมือนสายพันธุ์ที่มีดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน จะพบแถบดีเอ็นเอขนาด 454-bp (Kusterer et al., 2005) บ่งชี้ว่าต้นนั้นมียีโนไทป์ N(Msms) หรือ N(MsMs) ทำการคัดทิ้ง
- ไพรเมอร์ HRG02 หากต้นที่ต้องการทดสอบไม่พบแถบดีเอ็นเอเหมือนสายพันธุ์ที่มีดอกตัวผู้เป็นหมันแสดงว่ามียีโนไทป์ N(msms) ทำการคัดเลือกไว้ หากมีลักษณะเหมือนสายพันธุ์ที่มีดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน จะได้แถบดีเอ็นเอขนาด 740-bp (Kusterer et al., 2005) แสดงว่ามียีโนไทป์ N(Msms) หรือ N(MsMs) ทำการคัดทิ้ง

ผลจากการทดสอบโดยใช้ 2 ไพรเมอร์ ดังกล่าวมาแล้ว หากต้นจากคู่ผสมใดไม่พบแถบดีเอ็นเอเช่นเดียวกับต้นที่ดอกตัวผู้เป็นหมัน บ่งชี้ว่าต้นนั้นมียีโนไทป์ S(msms) กลับไปใช้ต้นจาก 3.1.1.1 (ข้อ 1) ที่มียีโนไทป์ N(msms) มาผลิต B-line และใช้เป็นต้นพ่อเพื่อผลิต A-line

3.1.1.3 การผลิตสายพันธุ์ N(msms) หรือ B-line เป็นการนำเมล็ดต้นพ่อที่ผ่านการทดสอบในข้อ 3.1.1.1 และ 3.1.1.2 ที่ทดสอบแล้วพบลูกเป็นหมันทั้งแถวและการทดสอบโดยเครื่องหมายโมเลกุลไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ซึ่งบ่งชี้ว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) นำเมล็ดมาปลูกจนถึงระยะออกดอกทำการผสมตัวเอง (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้าง B-line (maintainer line)

การบันทึกลักษณะต่างๆ ในช่วงที่ปลูกทดสอบต้นพ่อ บันทึกลักษณะทางการเกษตร และลักษณะอื่นๆ ที่จำเป็น ได้แก่

- อายุออกดอก: บันทึกอายุออกดอกเป็นในระยะออกดอกรายแถว แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ความสม่ำเสมอของความสูงต้น: บันทึกความสม่ำเสมอของความสูงเป็นรายแถว โดยให้เป็นคะแนน 1–5 โดย 1 = มีความสูงไม่สม่ำเสมอ และ 5 = มีความสูงสม่ำเสมอมาก
- รูปร่างดอก ให้คะแนน 1–5 โดย 1 = มีรูปร่างดอกบิดเบี้ยว และ 5 = มีรูปร่างดอกเป็นทรงกลม
- ความแข็งแรงของคอดอก ให้คะแนน 1–5 โดย 1 = คอดอกเล็กไม่แข็งแรง และ 5 = คอดอกแข็งแรงทั้งแถว
- การติดเมล็ด ให้คะแนน 1–100 เปอร์เซ็นต์ โดยการสุ่ม 10 ดอกจากแต่ละซ้ำ จากนั้นคำนวณพื้นที่การติดเมล็ดของดอกเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากทั้ง 10 ดอก

ในระยะเก็บเกี่ยวคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดีตรงตามความต้องการ คือ มีความสูงต้นสม่ำเสมอ ดอกมีรูปร่างกลมสวย คอดอกมีความแข็งแรงสูง และมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูง

3.1.1.4 การผลิตสายพันธุ์ S(msms) หรือ A-line เป็นการนำต้นพ่อที่ผ่านการทดสอบในข้อ 3.1.1.1 และ 3.1.1.2 ที่คาดว่ามียีโนไทป์ N(msms) มาปลูกเพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อ (W10x2A, W10x5A, W10x10A) พร้อมกับสายพันธุ์ 2A, 5A, 10A ที่มียีโนไทป์ S(msms) ใช้เป็นสายพันธุ์แม่ จากนั้นในระยะออกดอกผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ ดังนี้ [2A x (W10x2A)], [5A x (W10x5A)], [10A x (W10x10A)] ในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวแล้วนำเมล็ดมาปลูกทดสอบ ซึ่งต้นที่ได้ทั้งหมดต้องมีดอกตัวผู้เป็นหมันทุกต้น พร้อมกันนี้ทำการบันทึกลักษณะทางการเกษตร และลักษณะต่างๆ เช่น อายุออกดอก รูปร่างดอก ความสม่ำเสมอของความสูงต้น ความสม่ำเสมอของอายุออกดอก ความแข็งแรงของคอดอก การติดเมล็ด จากนั้นนำข้อมูลมาใช้ในการคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีลักษณะต้นดี ตรงตามความต้องการ

3.1.2 การผลิตสายพันธุ์พ่อ S(MsMs) หรือ C-line เป็นการผลิตสายพันธุ์ทานตะวันที่ไม่เป็นหมันที่มียีโนไทป์ S(MsMs) หรือ S(Msms) สำหรับใช้เป็นสายพันธุ์พ่อในการผลิตลูกผสม ซึ่งสามารถผลิตได้โดยการนำสายพันธุ์ที่ดอกตัวผู้ปกติ (ไม่เป็นหมัน) มาผสมตัวเอง หรือผสมข้ามต้นกับสายพันธุ์เดียวกัน ระหว่างต้นที่มียีโนไทป์ S(Msms) และ S(MsMs) ของแต่ละสายพันธุ์แล้วผสมตัวเอง ดังนี้

1) นำต้น S (Msms) ไปผสมตัวเองจะได้ 3/4(Ms_) และ 1/4 S(msms)

S(Msms) $\otimes$ ⟶ 3/4 S(Ms_) : 1/4 S(msms)

2) นำเมล็ดจากข้อ 1) ไปปลูกทดสอบต้นต่อแถว หากพบว่าแถวใดมีทั้งต้นเป็นหมันและไม่เป็นหมันทำการคัดทิ้ง คัดเลือกแถวที่ไม่พบต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมันแล้วผสมตัวเองเก็บไว้

S(MsMs) ⟶ S(MsMs) ..... ดอกไม่เป็นหมันทั้งแถว (ผสมตัวเอง เก็บเมล็ดไว้)

S(Msms) ⟶ S(MsMs) ..... ดอกไม่เป็นหมันทั้งแถว (ผสมตัวเอง)

S(Msms) ⟶ S(msms) .....ในแถวมีทั้งดอกเป็นหมันและไม่เป็นหมัน (คัดทิ้ง)

3) นำเมล็ดจากการผสมตัวเองในข้อ 2) มาปลูกเป็นต้นต่อแถว ถ้าทดสอบแล้วมีการกระจายตัวคัดทิ้ง แต่หากไม่มีการกระจายตัวเก็บเมล็ดไว้ใช้ผลิต C-line

S(MsMs) × ⟶ S(MsMs) เก็บไว้

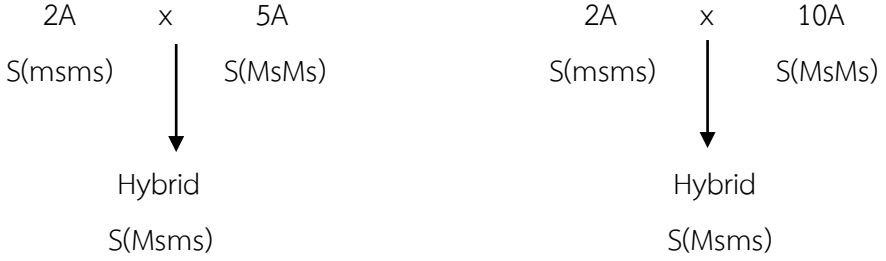
S(Msms) × ⟶ S(MsMs), S(Msms), S(msms) คัดทิ้ง

หากมีการกระจายตัวคัดทิ้ง หากไม่มีการกระจายตัวบ่งชี้ว่ามียีนแก้การเป็นหมัน ซึ่งมียีโนไทป์ S(MsMs) เก็บไว้ผลิตเป็นสายพันธุ์พ่อ (R-line) เมื่อได้แถวที่ไม่เป็นหมันทั้งแถวเก็บเมล็ดมาเพื่อปลูกขยายพันธุ์ โดยนำเมล็ดมาปลูกเป็นรายแถว พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลักษณะต่างๆ พร้อมทั้งประเมินเพื่อให้คะแนนความสม่ำเสมอความสูงต้น ความแข็งแรงต้น และคอดอก เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกเมื่อเก็บเกี่ยวเก็บเป็นรายแถว นวดเมล็ด

3.1.3 การทดลองผลิตลูกผสม

1) ขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณสายพันธุ์ B-line (สายพันธุ์ที่ได้จากข้อ 3.1.1.3), A-line (สายพันธุ์ที่ได้จากข้อ 3.1.1.4) และ R-line (สายพันธุ์ที่ได้จากข้อ 3.1.2) ให้ได้เมล็ดจำนวนมากใช้เวลา 1 ชั่วอายุ หรือประมาณ 4 เดือน โดย A-line ต้องผสมข้ามกับ B-line เพื่อให้สามารถผลิตเมล็ดได้ เช่น A-line ของ 2A มีวิธีการคือนำต้น S(msms) x N(msms) ⟶ S(msms) ส่วน B-line และ C-line นำต้นที่ผ่านการคัดเลือกผสมตัวเอง

2) ทดลองผลิตลูกผสมจากสายพันธุ์ 2A, 5A และ 10A โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์เหล่านี้ ได้จำนวน 3 คู่ผสม ได้แก่ 2A×5A, 2A×10A และ 5A×10A โดยการผสมข้ามจะใช้การผสมระหว่าง A-line ของสายพันธุ์แม่ผสมข้ามกับ R-line ของสายพันธุ์พ่อ ดังนี้



3) การปลูกทดสอบผลผลิต และลักษณะต่างๆ ของลูกผสม เมื่อได้เมล็ด F_1 ของทั้ง 3 คู่ผสม แล้วปลูกทดสอบใน 2 ฤดูหรือ 2 สถานที่ โดยปลูกทดสอบ F_1 จำนวน 3 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ คือ พันธุ์แปซิฟิก 77 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block

design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีแปลงย่อย 6 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะระหว่างแถว 75 ซม. ระหว่างต้น 25 ซม. ขนาดแปลงทดลอง 4.5 × 6 ตรม./ซ้ำ หลังปลูก 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อต้นทานตะวันมีอายุ 30 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืชและพูนโคน กำจัดโรคและแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร หลังจากนั้นทำการบันทึกข้อมูลของผลผลิต และลักษณะต่างๆ ดังนี้

<u>การเก็บข้อมูล</u>

- อายุออกดอก (วัน) : ทำการบันทึกอายุออกดอกในระยะออกดอกรายแถว แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ความแข็งแรงของคอดอก (คะแนน) ให้คะแนน 1–5 โดย 1 = คอดอกเล็กไม่แข็งแรง และ 5 = คอดอกแข็งแรงทั้งแถว
- รูปทรงของดอก (คะแนน) ให้คะแนน 1–5 โดย 1 = มีรูปร่างดอกบิดเบี้ยว และ 5 = มีรูปร่างดอกเป็นทรงกลม
- ความสม่ำเสมอของความสูง (คะแนน) : บันทึกความสม่ำเสมอของความสูงเป็นรายแถว ให้คะแนน 1–5 โดย 1 = มีความสูงไม่สม่ำเสมอ และ 5 = มีความสูงสม่ำเสมอมาก
- การติดเมล็ด ให้คะแนน 1–100 เปอร์เซ็นต์ โดยการสุ่ม 10 ดอกจากแต่ละซ้ำ จากนั้นคำนวณพื้นที่การติดเมล็ดของดอกเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากทั้ง 10 ดอก
- ความสูงของลำต้น (ซม.) สุ่มวัดความสูงต้นในระยะ R7 แปลงละ 10 ต้น แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ขนาดดอก (ซม.) สุ่มวัดขนาดดอกในระยะเก็บเกี่ยวแปลงละ 20 ดอก แล้วหาค่าเฉลี่ย
- น้ำหนักเมล็ด (กรัม/ 100 เมล็ด) หลังจากนวดเมล็ดแล้วสุ่มวัดน้ำหนัก 100 เมล็ด แปลงละ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ผลผลิต (กก./ไร่) เก็บเกี่ยวทานตะวันเป็นรายแปลง เมื่อนวดเมล็ดแล้วนำเมล็ดไปอบลดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักเมล็ดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว แล้วเปลี่ยนเป็นกิโลกรัม/ไร่
- เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เปอร์เซ็นต์) นำเมล็ดไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณน้ำมันตามวิธีการของ AOAC (1995)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ซึ่งลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ อายุออกดอก ความสม่ำเสมอของความสูง รูปทรงของดอก ความแข็งแรงของคอดอก ความสูงต้น การติดเมล็ด ขนาดดอก ขนาดเมล็ด ผลผลิต (กก./ไร่) และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

3.2 การเพิ่มผลผลิตทานตะวันโดยวิธีเขตกรรม

การทดสอบปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่เหมาะสมกับการปลูกทานตะวัน นอกจากจะทำให้การใช้ปัจจัยการผลิต อันได้แก่ น้ำ ปุ๋ย รวมถึงการจัดการวัชพืช และความหนาแน่นต้น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต และเพิ่มรายได้ในการปลูกทานตะวันด้วย

3.2.1 ผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

การทดสอบผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสม เพื่อให้การจัดการน้ำในการผลิตทานตะวันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ทดสอบการให้น้ำ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ทดสอบการให้น้ำที่ความถี่ต่างกัน เป็นการให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงจนถึงระดับต่างๆ (30 และ 50% AWHC) และแบบที่ 2 ทดสอบช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำแก่ทานตะวัน การทดสอบเริ่มจากปลูกทานตะวันที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดำเนินการทดสอบใน 2 ฤดู โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์ คือพันธุ์สุรนารี 473 และพันธุ์ลูกผสม คือพันธุ์แปซิฟิก 77 ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 70 ซม. และระยะระหว่างต้น 25 ซม. ขนาดแปลงย่อย 4.5 x 6 ตรม. เพื่อทดสอบวิธีการให้น้ำในดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายที่มีผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งพบว่าเนื้อดินมีความเป็นกรด-ด่าง 6.41–6.68 มีอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างต่ำ (1.11–1.17) ดินไม่เค็ม ค่า P ปานกลาง (11.5–18.9 ppm) และค่า K อยู่ในระดับต่ำ–ปานกลาง (35–65 ppm) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกทดสอบทานตะวัน

ตัวอย่าง/ ระดับความลึก	pH	EC (µs/cm)	OM (%)	P	K	Ca (ppm)	Mg	S	เนื้อดิน
15 cm	6.68	50	1.17	18.9	65	926	234	17	ร่วนเหนียวปนทราย
30 cm	6.41	59	1.11	11.5	35	786	199	15	ร่วนเหนียวปนทราย

สำหรับการทดลองผลของน้ำต่อทานตะวันได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ความถี่ของการให้น้ำที่เหมาะสม และช่วงเวลาของการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน ซึ่งได้ดำเนินการทดลองดังนี้

3.2.1.1 ความถี่ของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ทดสอบโดยใช้ความถี่ของการให้น้ำจำนวน 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่

T1 = ไม่ให้น้ำ (ให้เฉพาะหลังปลูกครั้งแรก)

T2 = ให้น้ำเมื่อระดับน้ำในดิน (ลึก 30 ซม.) ลดลงถึง 50% AWHC

T3 = ให้น้ำเมื่อระดับน้ำในดิน (ลึก 30 ซม.) ลดลงถึง 30% AWHC

การให้น้ำทุกครั้ง จะให้จนถึงระดับ Field Capacity ที่ความลึก 30 ซม.

<u>การเก็บข้อมูล</u>

- ความชื้นในดิน ก่อนให้น้ำทุกครั้ง
- ปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้ง/ตลอดการทดลอง
- ความสูงต้น (ซม.) วัดความสูงต้นในระยะ R7 จำนวน 10 ต้นต่อแปลงแล้วหาค่าเฉลี่ย
- ขนาดดอก (ซม.) สุ่มวัดขนาดดอกในระยะเก็บเกี่ยวแปลงละ 20 ดอก แล้วหาค่าเฉลี่ย
- ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) หลังจากนวดเมล็ดแล้ว สุ่มวัดน้ำหนัก 100 เมล็ด แปลงละ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย
- การกะเทาะ (%) เมื่อนวดเมล็ดแล้วเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักเมล็ดและน้ำหนักจานดอกเป็นเปอร์เซ็นต์
- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ V6, R1, R3, R5 โดยสุ่มตัดต้นแปลงละ 4 ต้น เพื่อนำไปอบที่ 70°C เป็นเวลา 48 ชม. ชั่งน้ำหนักแห้งเป็นกรัม
- ผลผลิต (กก./พื้นที่) เก็บเกี่ยวทานตะวันเป็นรายแปลง เมื่อนวดเมล็ดแล้วนำเมล็ดไปอบลดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักเมล็ดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.2.1.2 ช่วงเวลาของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน ทำการทดสอบโดยใช้ความถี่ของการให้น้ำจำนวน 5 ทรีตเมนต์ ได้แก่

T1 = ให้น้ำ 10 ครั้ง โดยให้ทุกๆ 10 วัน
T2 = ให้น้ำ 8 ครั้ง (หลังปลูก, ระยะ V3, V6, R1, R3, R5, R6, R7)
T3 = ให้น้ำ 6 ครั้ง (หลังปลูก, ระยะ V4, R1, R3, R5, R6)
T4 = ให้น้ำ 4 ครั้ง (หลังปลูก, ระยะ V4, R3, R5)
T5 = ไม่ให้น้ำ (ให้เฉพาะหลังปลูกครั้งแรก)

การให้น้ำทุกครั้ง จะให้จนถึงระดับ Field Capacity ที่ความลึก 30 ซม.

<u>การเก็บข้อมูล</u> ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองอื่นๆ โดยเก็บข้อมูลของลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ความชื้นในดิน ก่อนให้น้ำทุกครั้ง
- ปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้ง/ตลอดการทดลอง
- การกะเทาะ (%)
- ความสูงต้น (ซม.)
- ขนาดดอก (ซม.)
- ผลผลิต (กก./พื้นที่)

- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ V6, R1, R3, R5 - ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ทำการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.2.2 ผลของชนิดปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

3.2.2.1 ผลของชนิดปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ปลูกทดสอบทานตะวันที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์ คือ พันธุ์สุรนารี 473 และพันธุ์ลูกผสมคือ พันธุ์แปซิฟิก 77 โดยใช้ระยะระหว่างแถว 70 ซม. และระยะระหว่างต้น 25 ซม. จำนวน 6 แถว แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 4.5 x 6 ตรม./ซ้ำ การป้องกันกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ทำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยมีชนิดและวิธีการให้ปุ๋ย ดังนี้

T1 = ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กก./ไร่
T2 = ปุ๋ยเคมี ตามค่าการวิเคราะห์ดิน
T3 = ปุ๋ยอินทรีย์ + ปุ๋ยเคมี ตามค่าการวิเคราะห์ดิน
T4 = ปุ๋ยเคมี + จุลธาตุ (พ่นทางใบ) ตามค่าการวิเคราะห์ดิน
T5 = ปุ๋ยอินทรีย์ + ปุ๋ยเคมี + จุลธาตุ (พ่นทางใบ) ตามค่าการวิเคราะห์ดิน

<u>การเก็บข้อมูล</u> ทำการเก็บข้อมูลเหมือนการทดลองอื่นๆ ดังนี้

- ความสูงต้น (ซม.) - ขนาดดอก (ซม.)
- การกะเทาะ (%) - ผลผลิต (กก./พื้นที่)
- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ R5 - ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.2.2.2 ผลของโบรอนต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ปลูกทดสอบทานตะวันที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์คือ พันธุ์สุรนารี 473 และพันธุ์ลูกผสมคือ พันธุ์แปซิฟิก 77 โดยใช้ระยะระหว่างแถว 70 ซม. และระยะระหว่างต้น 25 ซม. จำนวน 6 แถว แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 4.5 x 6 ตรม./ซ้ำ การป้องกันกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ทำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยมี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 การให้ปุ๋ยอินทรีย์ และไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์

ปัจจัยที่ 2 การให้ปุ๋ยเคมี และให้โบแรกซ์

T1 = ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่

T2 = โบแรกซ์ 500 ก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่

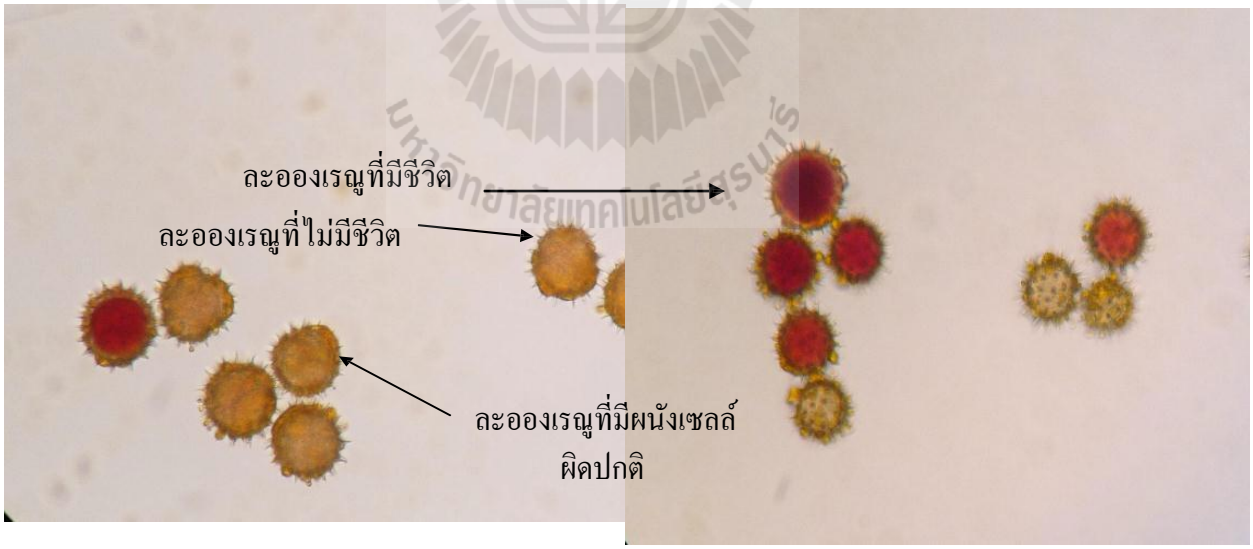
T3 = โบแรกซ์ 1,000 ก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่

T4 = โบแรกซ์ 1,500 ก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่

T5 = โบแรกซ์ 2,000 ก./ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่

<u>การเก็บข้อมูล</u> เก็บข้อมูลลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ความมีชีวิตของละอองเรณู ในระยะดอกบาน (R5.1) สุ่มเก็บดอกทานตะวันทุกทรีตเมนต์ จากนั้นนำละอองเรณูมาย้อมด้วย Tetrazolium จากนั้นนับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต โดยละอองเรณูที่มีชีวิตจะติดสีย้อม ส่วนละอองเรณูที่ไม่มีชีวิตจะไม่ติดสี (รูปที่ 3.3)
- ความสูงต้น (ซม.)
- ผลผลิต (กก./ไร่)
- น้ำหนักแห้ง ในระยะ R5
- ปริมาณโบรอนในใบ
- ขนาดดอก (ซม.)
- ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)
- เปอร์เซ็นต์น้ำมัน
- การติดเมล็ด (%)



รูปที่ 3.3 ผลการย้อมสีละอองเรณูทานตะวันด้วยวิธี Tetrazolium Test

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.2.3 ผลของความหนาแน่นประชากรต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ปลูกทดสอบทานตะวันที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใน 2 ฤดู ทดสอบในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 ขนาดแปลงย่อย 4.5 × 6 ตรม./ซ้ำ ปลูกจำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย แต่ละแถวยาว 6 เมตร การให้น้ำ ปุ๋ย และการกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ทำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีระยะปลูกและจำนวนต้น/ไร่ต่าง ๆ กันดังนี้

T1 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 75×30 ซม. (7,111 ต้น/ไร่)
T2 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 75×25 ซม. (8,533 ต้น/ไร่)
T3 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 70×30 ซม. (7,619 ต้น/ไร่)
T4 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 70×25 ซม. (9,143 ต้น/ไร่)
T5 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 65×30 ซม. (8,205 ต้น/ไร่)
T6 = ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้น 65×25 ซม. (9,846 ต้น/ไร่)

การเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลเหมือนการทดลองอื่นๆ ดังนี้

- ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ในระยะ R1
- ความสูงต้น (ซม.)
- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ V4, V6, R3, R5
- ขนาดดอก (ซม.)
- ผลผลิต (กก./พื้นที่)
- ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.2.4 ผลของวิธีการกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ปลูกทดสอบทานตะวันที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์คือ พันธุ์สุรนารี 473 และพันธุ์ลูกผสมคือ พันธุ์แปซิฟิก 55 ใช้ระยะระหว่างแถว 70 ซม. และระยะระหว่างต้น 25 ซม. จำนวน 6 แถว แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 4.5 × 6 ตรม./ซ้ำ การให้น้ำ ปุ๋ย รวมถึงการป้องกันกำจัดโรคและแมลง ทำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีวิธีการกำจัดวัชพืช ดังนี้

T1 = ไม่กำจัดวัชพืช
T2 = ฉีดพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก
T3 = ฉีดพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก + ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน
T4 = ฉีดพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก + ฉีดพ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน

<u>การเก็บข้อมูล</u> เก็บข้อมูลเหมือนการทดลองอื่นๆ ดังนี้

- ความสูงต้น (ซม.)
- การกะเทาะ (%)
- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ V6, R1, R3, R5
- ขนาดดอก (ซม.)
- ผลผลิต (กก./พื้นที่)
- ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

3.3 การทดสอบผลของปัจจัยการผลิตต่อผลผลิตของทานตะวัน

ปลูกทดสอบทานตะวันใน 2 ฤดู ฤดูละ 4 ซ้ำ โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สังเคราะห์ คือ พันธุ์สุรนารี 473 และพันธุ์ลูกผสมคือ พันธุ์แปซิฟิก 77 โดยมีขนาดแปลงย่อย 4.5 x 6 ตรม./ซ้ำ ทดสอบที่ 2 ระยะปลูก คือ 65x30 ซม. และ 70x30 ซม. การให้ปุ๋ย น้ำ และการป้องกันกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ทำตามวิธีการต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ดังนี้

Low Input = ปลูกและดูแลรักษาตามวิธีการของเกษตรกร

Medium Input = ให้น้ำตามระยะที่จำเป็น (6 ครั้ง) ให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน กำจัดวัชพืช โรค และแมลง เมื่อมีการระบาด

High Input = ให้น้ำ 10 ครั้ง ให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน กำจัดวัชพืช โรค และแมลง เมื่อมีการระบาด ส่วนระยะปลูกของทั้ง 3 ระดับใช้จากผลการทดลองที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การจัดทรีตเมนต์เพื่อทดสอบการใช้ปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันในทานตะวัน

ทรีตเมนต์	ปุ๋ย[1]	น้ำ	วัชพืช	ระยะปลูก (แถวxต้น)
Low Input[2]	1	1	1	70x30 และ 65x30 ซม.
Medium Input	2	2	2	70x30 และ 65x30 ซม.
High Input	3	3	2	70x30 และ 65x30 ซม.

(ดัดแปลงจาก Laosuwan and Macartney, 1992)

[1] **การให้ปัจจัยการผลิต** 1 = ระดับต่ำ, 2 = ระดับปานกลาง และ 3 = ระดับสูง

[2] **Low input** = ให้ปุ๋ยเคมีพร้อมปลูกตามวิธีเกษตรกร น้ำให้ครั้งเดียวหลังปลูก กำจัดวัชพืชครั้งเดียวโดยฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก การป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

Medium input = ให้ปุ๋ยเคมีและจุลธาตุตามค่าวิเคราะห์ดิน (ใส่ 2 ครั้ง รองพื้น+หลังถอนแยก) ให้น้ำในระยะที่จำเป็น (6 ครั้ง) กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (ฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก+พร้อมกับให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 หากมีวัชพืชระบาด) การป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

High input = ให้ปุ๋ยเคมีและจุลธาตุตามค่าวิเคราะห์ดิน (ใส่ 2 ครั้ง รองพื้น+หลังถอนแยก) ให้น้ำตามความต้องการของพืช (10 ครั้ง) กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (ฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก+พร้อมกับให้ปุ๋ยครั้งที่ 2) และป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

การเก็บข้อมูล เก็บข้อมูลเหมือนการทดลองอื่นๆ ดังนี้

- ความสูงต้น (ซม.)
- การกะเทาะ (%)
- น้ำหนักแห้งต้นในระยะ V6, R3, R5, R6
- ขนาดดอก (ซม.)
- ผลผลิต (กก./ไร่)
- ขนาดเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิต และลักษณะต่างๆ พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างสายพันธุ์–เอ (A–line) และสายพันธุ์–บี (B–line) นับว่ามีความสำคัญมากต่อการผลิตลูกผสม เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจะช่วยให้การผสมข้ามมีความรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้แรงงานคนเพื่อตอนดอกตัวผู้ของต้นตัวเมียสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามการสร้างสายพันธุ์ A–line และ B–line มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน สำหรับการวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายในการผลิต A–line และ B–line โดยสายพันธุ์ต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบต่างๆ และได้ผลดังนี้

4.1 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสม

4.1.1 การตรวจสอบยีโนไทป์ของสายพันธุ์ ผลการตรวจสอบยีโนไทป์ของสายพันธุ์ว่ามียีโนไทป์ N(msms) หรือไม่ โดยใช้ 2 วิธีการคือ การผสมกับพันธุ์ทดสอบ และวิธีการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1.1.1 การทดสอบยีโนไทป์ N(msms) โดยวิธีการผสมกับพันธุ์ทดสอบ จากการนำสายพันธุ์ที่ดอกตัวผู้เป็นหมันมาผสมข้ามเพื่อทดสอบสายพันธุ์ที่ผ่านการตรวจสอบว่ามี normal cytoplasm (จาก 2A = 42, 5A = 55 และ 10A = 23 ต้น) เมื่อนำเมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์ไปปลูกทดสอบเป็นต้นต่อแถว จำนวน 120 สายพันธุ์ (แถว) พบว่ามีสายพันธุ์จากคู่ผสม 2A, 5A และ 10A จำนวน 11, 18 และ 9 แถว ตามลำดับ ที่ปลูกทดสอบในรุ่นลูกแล้วพบว่าเป็นหมันทั้งแถว ซึ่งบ่งชี้ว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) (ตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นยีโนไทป์ที่ต้องการ ดังนั้นสามารถกลับไปใช้เมล็ดที่ใช้เป็นต้นพ่อสำหรับผลิต B–line ได้

ตารางที่ 4.1 ผลการปลูกทดสอบต้นที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์และต้นที่เป็นหมัน

คู่ผสม	จำนวนต้นผสมข้าม	จำนวนแถวที่พบเป็นหมัน
2A	42	11
5A	55	18
10A	23	9
รวม	**120**	**38**

4.1.1.2 การทดสอบยีโนไทป์ N(msms) โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ การทดสอบยีโนไทป์ N(msms) โดยเปรียบเทียบกับยีโนไทป์ S(Msms) โดยใช้ไพรเมอร์ HRG01 และ HRG02 ได้ผลดังนี้

1) เมื่อทดสอบโดยใช้ไพรเมอร์ HRG01 แล้วไม่พบแถบดีเอ็นเอขนาด 454 bp ไม่ว่าจะเป็นต้นที่มีลักษณะดอกตัวผู้ปกติ [S(Msms), N(msms)] หรือต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน (S(msms)) บ่งชี้ว่าไพรเมอร์นี้ไม่สามารถใช้ในการตรวจสอบลักษณะยีโนไทป์ N(msms), S(Msms) และ S(msms) ในประชากรนี้ได้

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบสายพันธุ์และต้นที่มียีโนไทป์ N(msms) โดยใช้ไพรเมอร์ HRG01 และ HRG02

Lines	HRG01	HRG02
Maintainer line		
2A [N(msms)]	–	–
5A [N(msms)]	–	–
10A [N(msms)]	–	–
Restorer line		
2A [S(Msms)]	–	+
5A [S(Msms)]	–	+
10A [S(Msms)]	–	+
สายพันธุ์ที่ทดสอบ		
2A_1	–	–
2A_2	–	–
2A_3	–	+
⬇	⬇	⬇
2A_23	–	+
5A_1	–	–
5A_2	–	–
5A_3	–	–
⬇	⬇	⬇
5A_55	–	nd
10A_1	–	–
10A_2	–	–
10A_3	–	–
⬇	⬇	⬇
10A_42	–	+

- คือไม่พบแถบดีเอ็นเอ, + คือพบแถบดีเอ็นเอ, nd คือไม่สามารถตรวจสอบได้

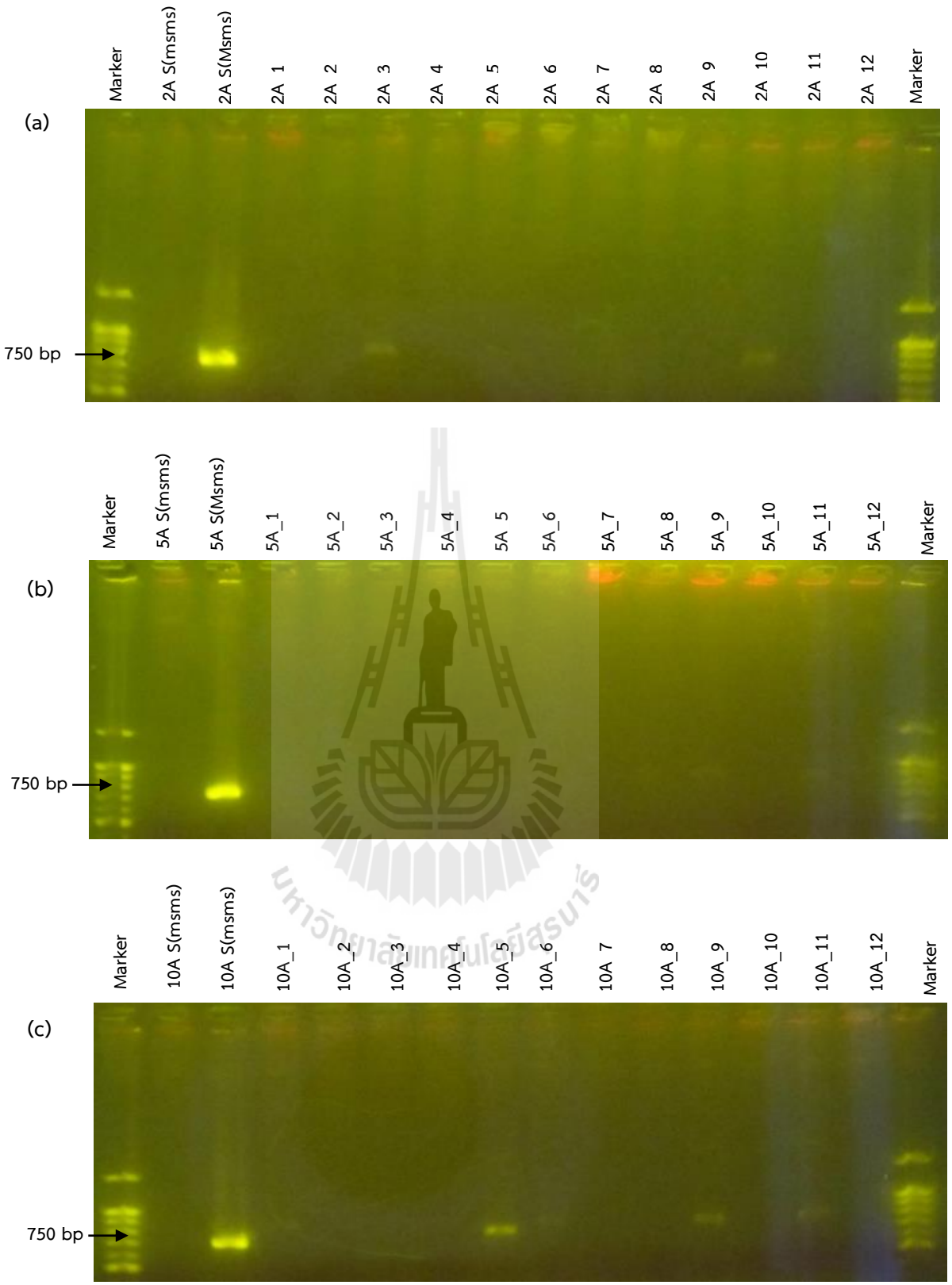
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2) เมื่อทดสอบโดยใช้ไพรเมอร์ HRG02 พบว่าต้นที่ใช้เปรียบเทียบซึ่งมีลักษณะดอกตัวผู้ปกติแสดงแถบดีเอ็นเอขนาด 740 bp บ่งชี้ว่าต้นนั้นมียีโนไทป์ S(Msms), S(MsMs) หรืออาจเป็น S(Msms) ส่วนต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมันหรือมียีโนไทป์ S(msms) จะไม่พบแถบดีเอ็นเอขนาดดังกล่าว โดยในรูปที่ 4.1 เป็นผลการทดลองใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบ และแสดงตัวอย่างเพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างต้นที่ไม่พบและพบแถบดีเอ็นเอขนาด 740 bp ซึ่งผลจากการทดสอบนี้พบว่าแต่ละสายพันธุ์มีทั้งพบและไม่พบแถบดีเอ็นเอ และต้นที่แสดงผลไม่ชัดเจนเนื่องจากไม่สามารถระบุขนาดแถบดีเอ็นเอที่ชัดเจนได้ โดยสายพันธุ์ 2A, 5A, 10A มีต้นที่ไม่พบแถบดีเอ็นเอจำนวน 10, 16 และ 9 ต้นตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ซึ่งต้นที่ไม่แสดงแถบดีเอ็นเอเหล่านี้ได้รับการคัดเลือกไว้ผลิต B-line ส่วนต้นแม่คัดเลือกไว้เป็น A-line

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบต้นที่ได้จากการผสมพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ HRG02

สายพันธุ์	ต้นที่ทดสอบ	ต้นที่ไม่พบแถบดีเอ็นเอ	ต้นที่ไม่สามารถตรวจสอบได้
2A	42	10	1
5A	55	16	2
10A	23	9	-
รวม	**120**	**35**	**3**

หลังจากตรวจสอบโดยทั้งสองวิธี และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างทั้งสองวิธี คือ การทดสอบสายพันธุ์โดยวิธีการผสมสายพันธุ์กับพันธุ์ทดสอบ ผลจากข้อ 4.1.1.2 การแสดงลักษณะของรุ่นลูกมีดอกตัวผู้เป็นหมันทั้งแถว บ่งชี้ว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) และเปรียบเทียบกับวิธีใช้เครื่องหมายโมเลกุลต้นที่ไม่พบแถบดีเอ็นเอบ่งชี้ว่าต้นนั้นมียีโนไทป์ N(msms) เช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีการ พบว่าจาก 120 ต้น/สายพันธุ์ โดยวิธีที่ 1 พบรุ่นลูกเป็นหมันทั้งแถว 38 ต้น ส่วนวิธีที่ 2 ไม่พบแถบดีเอ็นเอจำนวน 35 ต้น เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบ 32 ต้นที่ให้ผลตรงกัน ซึ่งในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดจาก 32 ต้นเหล่านี้แล้วเลือกไว้เป็น B-line และนำไปใช้เป็นต้นพ่อเพื่อผลิต A-line ดังแสดงในข้อ 4.1.1.3 และ 4.1.1.4



รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบสายพันธุ์ทานตะวัน 2A (a), 5A (b), 10A (c) โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล HRG02

4.1.1.3 การขยายพันธุ์เพื่อผลิต B-line นำเมล็ดต้นพ่อที่ผ่านการทดสอบในข้อ 4.1.1.1 และ 4.1.1.2 ที่ทดสอบแล้วพบลูกเป็นหมันทั้งแถว และทดสอบโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลถ้าไม่พบแถบดีเอ็นเอบ่งชี้ว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) โดยเมื่อเปรียบเทียบจากทั้งสองวิธีการแล้วพบว่ามีจำนวน 32 สายพันธุ์ที่ได้ผลตรงกันอย่างชัดเจน นำเมล็ดของสายพันธุ์ดังกล่าวมาปลูกขยายพันธุ์ โดยในระยะออกดอกทำการผสมตัวเองเป็นรายต้น และในระยะเก็บเกี่ยวทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ดี มีลักษณะคอดอกแข็งแรง ดอกไม่บิดเบี้ยว โดยต้นที่ผ่านการคัดเลือกเป็นต้นที่มีลักษณะคอดอกแข็งแรง (ได้คะแนนความแข็งแรงของคอดอกไม่น้อยกว่า 4) มีความสม่ำเสมอสูง ซึ่งได้แก่ลักษณะความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว ต้องได้คะแนนความสม่ำเสมอไม่น้อยกว่า 3.5 และมีลักษณะดอกไม่บิดเบี้ยว จากนั้นคัดเลือกมาต้นที่ดีเหล่านั้นมาจากทั้ง 3 สายพันธุ์ (2A, 5A, 10A)

4.1.1.4 การขยายพันธุ์เพื่อผลิต A-line เมื่อนำสายพันธุ์แม่ (2A, 5A, 10A) ที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน (ยีโนไทป์ S(msms)) มาผสมข้ามกับต้นพ่อที่ผ่านการทดสอบในข้อ 4.1.1.1 และ 4.1.1.2 มียีโนไทป์ N(msms) หลังนำเมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์มาปลูกทดสอบ พบว่ารุ่นลูกที่ได้ทั้งหมดมีลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันทุกต้น (รูปที่ 4.3) อย่างไรก็ตามรุ่นลูกพวกนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะดอกบิดเบี้ยว (รูปที่ 4.2) เมื่อบันทึกข้อมูลลักษณะต่างๆ แล้วคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตดี คอดอกแข็งแรง มีความสูงสม่ำเสมอ และดอกสวยไม่บิดเบี้ยว โดยแต่ละลักษณะต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 3.5 (จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน) เช่นเดียวกับการคัดเลือก B-line

รูปที่ 4.2 ลักษณะดอกบิดเบี้ยวของ A-line

รูปที่ 4.3 ลักษณะดอกตัวผู้เป็นหมันของ A-line ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างต้นที่ดอกตัวผู้เป็นหมันกับ B-line

4.1.2 การผลิตสายพันธุ์-อาร์ (R-line) หรือสายพันธุ์ที่มียีโนไทป์ S(MsMs)

จากการนำลูก S (Ms _) ไปผสมตัวเอง แล้วทดสอบหากในระยะออกดอกถ้าไม่มีการกระจายตัว โดยพบต้นไม่เป็นหมันทั้งแถว ทำการคลุมดอกเพื่อเก็บเมล็ดไว้ใช้ขยายพันธุ์ แต่หากพบภายในแถวเดียวกันมีทั้งต้นที่มีดอกตัวผู้เป็นหมันและไม่เป็นหมันคัดทิ้งแถวดังกล่าว ดังแสดงด้านล่าง

S(MsMs) ⊗ ⟶ S(MsMs) เก็บไว้

S(Msms) ⊗ ⟶ S(MsMs), S(Msms), S(msms) คัดทิ้ง

เมื่อคัดเลือกได้แถวที่มีดอกตัวผู้ไม่เป็นหมันทั้งแถวเก็บเมล็ดมาเพื่อปลูกขยายพันธุ์ โดยนำเมล็ดมาปลูกเป็นรายแถว เมื่อประเมินเพื่อให้คะแนนความสม่ำเสมอของความสูงต้น ความแข็งแรงคอดอก อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือก เมื่อสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายแถว แล้วนวดเมล็ด พบว่าต้นที่ได้รับการคัดเลือกมีลักษณะคอดอกแข็งแรง (คะแนนความแข็งแรงของคอดอกไม่น้อยกว่า 4 จาก 5 คะแนน) คะแนนความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว (ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 3.5 จาก 5 คะแนน) ซึ่งได้คัดเลือกไว้ 12 สายพันธุ์

4.1.3 การทดลองผลิตลูกผสม

จากการทดลองผลิตลูกผสมจำนวน 3 คู่ผสม (2Ax5A, 2Ax10A, 5Ax10A) และทำการปลูกทดสอบได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งผลการทดสอบพบว่าทั้ง 3 คู่ผสมในการทดลองนี้มีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับลูกผสมพันธุ์แปซิฟิก 77 อายุออกดอกของคู่ผสมอยู่ระหว่าง 58–62 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์แปซิฟิก 77 โดยคู่ผสม 2A x 5A มีอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวช้ากว่าลูกผสมคู่อื่นๆ (อายุเก็บเกี่ยว 110 วัน) ส่วนคู่ผสม 5A x 10A มีอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวเร็ว (อายุออกดอก 58 วัน อายุเก็บเกี่ยว 102 วัน) ส่วนความสม่ำเสมอของความสูง พบว่าคู่ผสมต่างๆ มีความสม่ำเสมอน้อยกว่าลูกผสมทางการค้าที่มีคะแนนความสม่ำเสมอ 5 ยกเว้นคู่ผสม 5A x 10A ที่มีความสม่ำเสมอใกล้เคียง (คะแนน 4.5) กับพันธุ์แปซิฟิก 77 การที่คู่ผสมต่างๆ มีความสม่ำเสมอของความสูงน้อยกว่าพันธุ์ลูกผสมทางการค้า อาจเนื่องจากต้นที่ใช้ในการผสมพันธุ์มาจากหลายต้น ซึ่งยังมีการกระจายตัวบ้าง สำหรับปริมาณน้ำมันของคู่ผสมต่างๆ ไม่พบว่ามีความแตกต่างกับลูกผสมแปซิฟิก 77 ลักษณะผลผลิตพบว่าคู่ผสมที่ทดสอบทั้งหมดให้ผลผลิตระหว่าง 356–381 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์แปซิฟิก 77 ที่ให้ผลผลิต 364 กก./ไร่

สำหรับลักษณะอื่นๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ความสูง เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ขนาดเมล็ด และขนาดดอก ของคู่ผสมต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์แปซิฟิก 77 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 61–65 เปอร์เซ็นต์ ความสูง 168–180 ซม. เปอร์เซ็นต์ติดเมล็ด 59–62 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเมล็ด 5.64–5.82 กรัม/100 เมล็ด และขนาดดอก 16.33–17.12 ซม.

ตารางที่ 4.4 ลักษณะต่างๆ และผลผลิตของลูกผสม 3 คู่ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้า

คู่ผสม	**อายุออกดอก**[1] (วัน)	**อายุเก็บเกี่ยว** (วัน)	**ความสม่ำเสมอ ความสูง**	**ผลผลิต** (กก./ไร่)	**น้ำมัน** (%)
2A x 5A	62 a	110 a	4.0 b	356	38.4
2A x 10A	61 a	107 ab	3.8 b	368	37.2
5A x 10A	58 b	102 b	4.5 ab	381	38.6
แปซิฟิก 77	60 ab	105 ab	5.0 a	364	38.5
F-test	*	*	*	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ ข้อมูลของลักษณะต่างๆ ได้จากค่าเฉลี่ยของ 2 ฤดู

ตารางที่ 4.4 ลักษณะต่างๆ และผลผลิตของลูกผสม 3 คู่ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้า (ต่อ)

คู่ผสม	การกะเทาะ (%)	ความสูง (ซม.)	การติดเมล็ด (%)	ขนาดเมล็ด (ก./100 เมล็ด)	ขนาดดอก (ซม.)
2A x 5A	65	180	59	5.82	17.12
2A x 10A	61	177	62	5.64	16.33
5A x 10A	63	168	60	5.71	16.40
แปซิฟิก 77	64	172	61	5.66	16.68
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ ข้อมูลของลักษณะต่างๆ ได้จากค่าเฉลี่ยของ 2 ฤดู

4.2 การเพิ่มผลผลิตทานตะวันโดยวิธีเขตกรรม

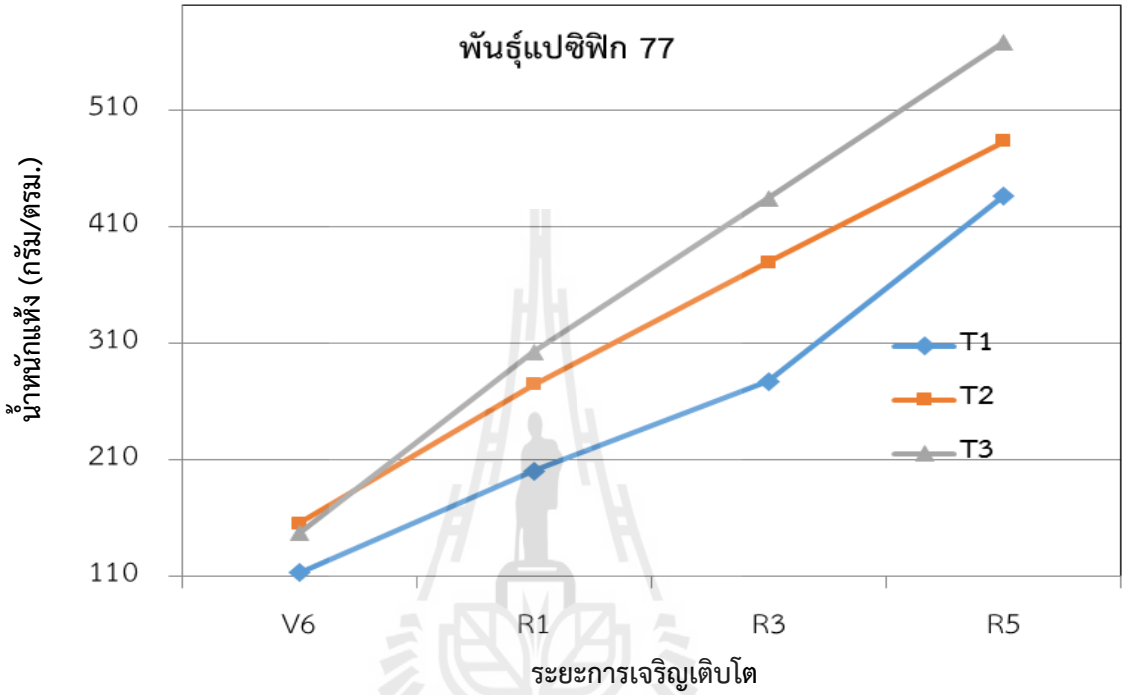
จากการทดสอบการให้ปัจจัยการผลิตต่างๆ เป็นระยะเวลา 2 ปี ทดสอบปีละหนึ่งครั้งตามฤดูกาลของการปลูกทานตะวัน ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.2.1 ผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองผลของความถี่ และปริมาณการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นการทดสอบช่วงเวลาที่จำเป็นในการให้น้ำแก่ทานตะวัน เช่น ระยะออกดอก ระยะติดเมล็ด เป็นต้น ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.2.1.1 ความถี่ของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน การทดลองทำในดินร่วนเหนียวปนทราย โดยใช้ทานตะวัน 2 พันธุ์ (พันธุ์แปซิฟิก 77 และสุรนารี 473) เพื่อเปรียบเทียบผลของการไม่ให้น้ำ (ให้เฉพาะหลังปลูกครั้งแรก) กับการให้น้ำเมื่อระดับน้ำในดิน (0–30 ซม.) ลดลงถึง 30% AWHC และให้น้ำเมื่อระดับน้ำในดิน (0–30 ซม.) ลดลงถึง 50% AWHC ผลจากการทดลองพบว่าน้ำหนักแห้งของทานตะวันทั้งสองพันธุ์มีการตอบสนองต่อความถี่ในการให้น้ำคล้ายกัน โดยเมื่อมีการให้น้ำที่ความถี่สูง (เมื่อระดับน้ำในดินลดลงถึง 50% AWHC) ในพันธุ์แปซิฟิก 77 พบว่าระยะการเจริญเติบโตต่างๆ (V6, R1, R3 และ R5) มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และในระยะ R5 มีน้ำหนักแห้งสูงถึง 568 กรัม/ตรม. (ตารางที่ 4.5) รองลงมาคือการให้น้ำในระดับปานกลาง ส่วนการ

ไม่ให้น้ำจะมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (436 กรัม/ตรม.) อย่างไรก็ตาม การให้น้ำและไม่ให้น้ำแก่ทานตะวันพันธุ์นี้ ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงแตกต่างกัน (166–178 ซม.)



T1=ไม่ให้น้ำ, T2=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 30% AWHC, T3=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 50% AWHC

รูปที่ 4.4 น้ำหนักแห้งของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีความถี่ของการให้น้ำแตกต่างกัน

สำหรับขนาดเมล็ดและขนาดดอกของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการให้น้ำด้วยความถี่สูงส่งผลให้มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด (7.45 กรัม/100 เมล็ด) และมีขนาดดอก (17.06 ซม.) ใหญ่กว่าการไม่ให้น้ำ ในขณะที่การไม่ให้น้ำจะมีขนาดเมล็ด (6.64 กรัม/100 เมล็ด) และขนาดดอกเล็กที่สุด (14.59 ซม.) สำหรับเปอร์เซ็นต์การกะเทาะไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะให้น้ำหรือไม่ให้น้ำ นอกจากนี้พบว่าการให้ผลผลิตสอดคล้องกับการสะสมน้ำหนักแห้ง และลักษณะอื่นๆ โดยการไม่ให้น้ำทานตะวันได้ผลผลิตต่ำที่สุด (173 กก./ไร่) ส่วนการให้น้ำทั้งสองแบบให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ อย่างไรก็ตามการให้น้ำทั้งสองระดับไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ (247 และ 255 กก./ไร่) สำหรับลักษณะความสูง และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะไม่พบว่ามีการตอบสนองต่อความถี่ของการให้น้ำ เนื่องจากลักษณะเหล่านี้ไม่แตกต่างกันเมื่อให้น้ำที่ความถี่ต่างกัน

ตารางที่ 4.5 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการให้น้ำที่ความถี่ต่างกัน

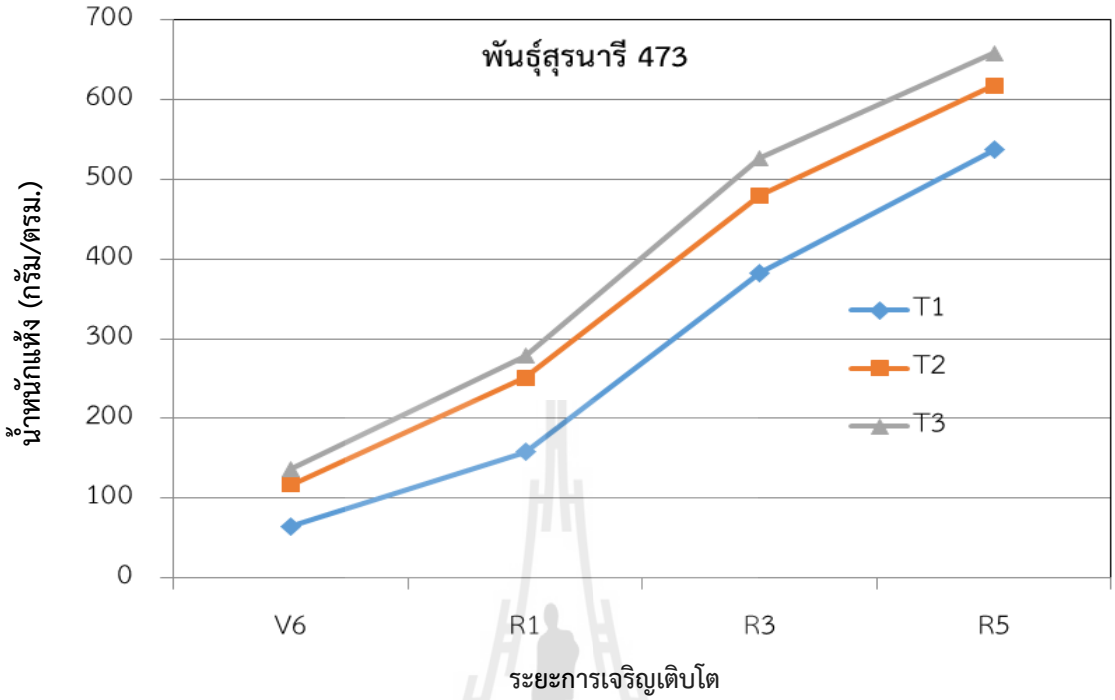
ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด[1] (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	6.64 b	166	14.59 b	59.50	436 b	173 b
T2	6.66 b	178	16.98 a	62.33	483 ab	247 a
T3	7.45 a	169	17.06 a	60.05	568 a	255 a
F-test	*	ns	*	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ไม่ให้น้ำ, T2=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 30% AWHC, T3=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 50% AWHC

การตอบสนองต่อความถี่ของการให้น้ำของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 มีแนวโน้มเหมือนพันธุ์แปซิฟิก 77 โดยเมื่อมีความถี่ของการให้น้ำสูง (ให้เมื่อความชื้นในดินลดลงจนถึง 50% AWHC) มีการสะสมน้ำหนักแห้งในทุกระยะการเจริญเติบโตสูงสุด (รูปที่ 4.5) และในระยะ R5 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงถึง 657 กรัม/ตรม. ในขณะที่การไม่ให้น้ำจะมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (538 กรัม/ตรม.) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 สำหรับการเจริญเติบโตด้านความสูงมีการตอบสนองต่อความถี่ของการให้น้ำแตกต่างกัน โดยเมื่อให้น้ำในระดับสูงจะทำให้มีความสูงต้น (211 ซม.) มากกว่าการไม่ให้น้ำ (187 ซม.) ส่วนลักษณะขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ไม่พบความแตกต่างเมื่อมีการให้น้ำที่ความถี่ต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



T1=ไม่ให้น้ำ, T2=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 30% AWHC, T3=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 50% AWHC

รูปที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีความถี่ของการให้น้ำแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.6 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด[1] (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	6.99	187 b	14.95 b	65.8	538 b	147 b
T2	7.49	208 ab	17.60 a	68.0	619 a	221 a
T3	7.57	211 a	18.53 a	67.0	657 a	238 a
F-test	ns	*	*	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ไม่ให้น้ำ, T2=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 30% AWHC, T3=ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลดลงถึง 50% AWHC

ขนาดดอกและขนาดเมล็ดของพันธุ์สุรนารี 473 พบว่าเมื่อมีการให้น้ำ และไม่ให้น้ำ มีขนาดเมล็ด (6.99–7.57 กรัม/100 เมล็ด) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับขนาดดอกมีขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อให้น้ำขณะที่ความชื้นในดินลดลง 50% และ 30% AWHC (18.53 และ 17.60 ซม. ตามลำดับ) ส่วนการไม่ให้น้ำจะมีขนาดดอกเล็กที่สุด (14.95 ซม.) สำหรับเปอร์เซ็นต์การกะเทาะไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะมีการให้น้ำหรือไม่ให้น้ำ และยังพบว่าการให้ผลผลิตสอดคล้องกับการสะสมน้ำหนักแห้ง คือการไม่ให้น้ำมีผลให้ทานตะวันมีน้ำหนักแห้งและผลผลิตต่ำที่สุด (147 กก./ไร่) ส่วนการให้น้ำทั้งสองระดับให้น้ำหนักแห้งและผลผลิตไม่แตกต่างกัน (221 และ 238 กก./ไร่) แต่การให้น้ำทั้งสองระดับส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ เช่นเดียวกับการตอบสนองต่อความถี่ของการให้น้ำในพันธุ์ลูกผสมแปซิฟิก 77

4.2.1.2 ช่วงเวลาของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

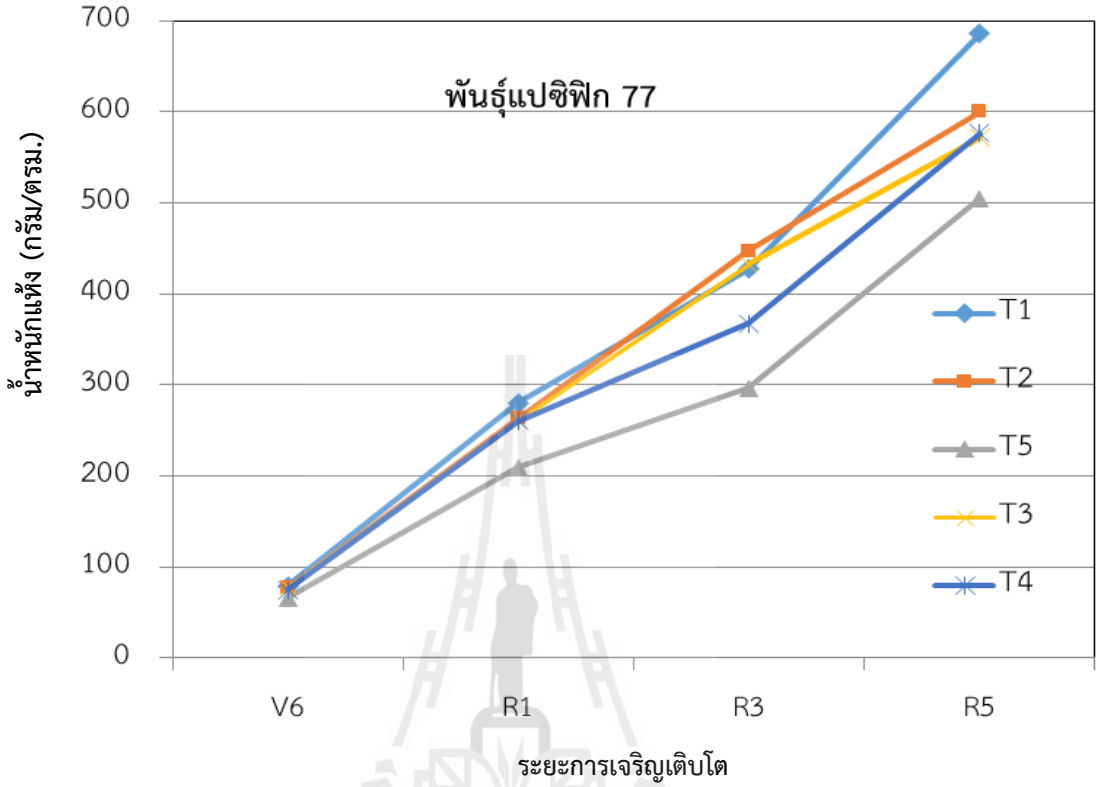
การศึกษาช่วงเวลาของการให้น้ำที่เหมาะสมในดินร่วนเหนียวปนทรายในทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 โดยให้น้ำ 4, 6, 8 และ 10 ครั้งตลอดฤดูปลูก เปรียบเทียบกับไม่ให้น้ำ พบว่าเมื่อให้น้ำ 4, 6, 8 และ 10 ครั้ง ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน (216, 254, 269 และ 280 กก./ไร่ ตามลำดับ) และเมื่อให้น้ำ 10 ครั้งผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ (ตารางที่ 4.7) ส่วนขนาดเมล็ด และความสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อมีช่วงเวลาในการให้น้ำต่างกัน สำหรับเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ และน้ำหนักแห้งต้น (รูปที่ 4.6) มีการตอบสนองต่อช่วงเวลาในการให้น้ำ โดยเมื่อให้น้ำ 10 ครั้ง มีน้ำหนักแห้งสูงสุด โดยในระยะ R5 มีน้ำหนักแห้ง 686 กรัม/ตรม. ส่วนการไม่ให้น้ำมีน้ำหนักแห้งต้นต่ำที่สุด (505 กรัม/ตรม.) แต่การให้น้ำ 10, 8 และ 6 ครั้ง มีขนาดดอกไม่แตกต่างกัน (16.12–17.06 ซม.) แต่การให้น้ำมีขนาดดอกใหญ่กว่าเมื่อไม่ให้น้ำ (14.12 ซม.)

ตารางที่ 4.7 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77

ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก[1] (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	6.71	159	17.06 a	59.3 ab	686 a	280 a
T2	6.77	159	16.12 ab	57.5 ab	600 b	269 ab
T3	6.20	166	16.28 ab	63.7 a	572 bc	254 ab
T4	6.88	160	15.44 b	56.0 ab	576 bc	216 ab
T5	6.77	152	14.12 c	51.1 b	505 c	174 b
F-test	ns	ns	**	ns	**	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

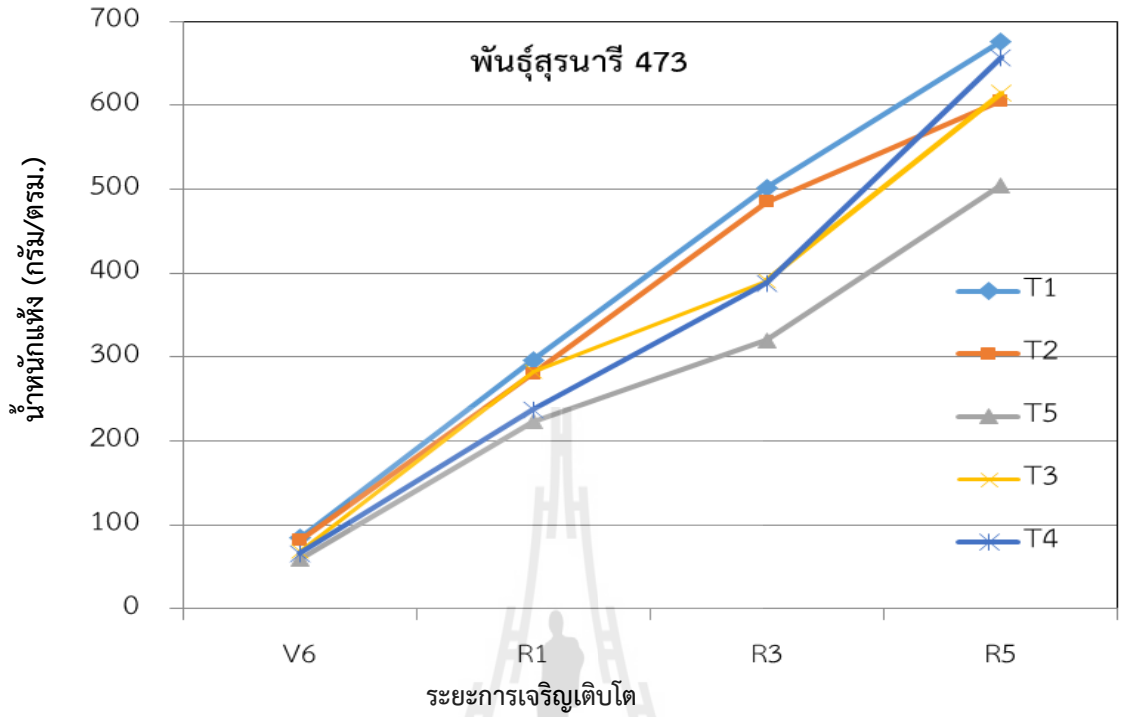
[2] T1 = ให้น้ำ 10 ครั้ง, T2 = ให้น้ำ 8 ครั้ง, T3 = 6 ครั้ง, T4 = 4 ครั้ง, T5 = ไม่ให้น้ำ



T1 = ให้น้ำ 10 ครั้ง, T2 = ให้น้ำ 8 ครั้ง, T3 = 6 ครั้ง, T4 = 4 ครั้ง, T5 = ไม่ให้น้ำ

รูปที่ 4.6 น้ำหนักแห้งของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีช่วงเวลาการให้น้ำแตกต่างกัน

พันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีช่วงเวลาการให้น้ำต่างๆ กัน พบว่าความสูงต้น และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) ซึ่งได้ผลการทดลองเช่นเดียวกับพันธุ์แปซิฟิก 77 นอกจากนี้น้ำหนักแห้งต้นในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ (V6, R1, R3, R5) ของพันธุ์นี้มีการตอบสนองต่อการให้น้ำคล้ายกับพันธุ์ลูกผสมเช่นกัน โดยเมื่อไม่ให้น้ำทานตะวันมีน้ำหนักแห้งต้นน้อยกว่า (507 กรัม/ตรม.) การให้น้ำ 10 ครั้ง (676 กรัม/ตรม.) ซึ่งการให้น้ำช่วงเวลาต่างๆ กัน (ให้น้ำ 4–10 ครั้ง) ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งต่างกัน (รูปที่ 4.7) สำหรับลักษณะองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ขนาดเมล็ด และขนาดดอก พบว่าการให้น้ำ 10 ครั้ง ทำให้ขนาดเมล็ด และขนาดดอก (7.34 กรัม/ 100 เมล็ด และ 17.60 ซม. ตามลำดับ) มากกว่าการไม่ให้น้ำที่มีขนาดเมล็ด 6.38 กรัม/ 100 เมล็ด และขนาดดอก 6.03 ซม. สำหรับผลผลิตมีการตอบสนองต่อการให้น้ำ โดยเมื่อไม่ให้น้ำให้ผลผลิตต่ำเพียง 157 กก./ไร่ ในขณะที่การให้น้ำ 10 ครั้งมีผลผลิตสูงถึง 261 กก./ไร่ หรือสูงกว่าการไม่ให้น้ำประมาณ 39.85 เปอร์เซ็นต์



T1 = ให้น้ำ 10 ครั้ง, T2 = ให้น้ำ 8 ครั้ง, T3 = 6 ครั้ง, T4 = 4 ครั้ง, T5 = ไม่ให้น้ำ

รูปที่ 4.7 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีช่วงเวลาการให้น้ำแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.8 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด[1] (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	7.34 a	195	17.60 a	53.46	676 a	261 a
T2	6.88 ab	190	17.58 a	50.15	605 ab	250 ab
T3	6.92 ab	205	16.67 ab	54.16	615 ab	248 ab
T4	6.81 ab	189	16.28 b	47.51	659 ab	210 ab
T5	6.38 b	190	16.03 b	52.38	507 b	157 b
F-test	*	ns	*	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1 = ให้น้ำ 10 ครั้ง, T2 = ให้น้ำ 8 ครั้ง, T3 = 6 ครั้ง, T4 = 4 ครั้ง, T5 = ไม่ให้น้ำ

4.2.2 ผลของชนิดปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

4.2.2.1 ผลของชนิดปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

ผลการทดลองเพื่อศึกษาการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับทานตะวันในดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งการทดลองมีทั้งการให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (ตามวิธีของเกษตรกร และการให้ตามค่าวิเคราะห์ดิน) การให้ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยเคมี ตามค่าวิเคราะห์ดิน การให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าการให้ปุ๋ยแบบต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้วไม่มีผลต่อความสูง ขนาดเมล็ด ขนาดดอก น้ำหนักแห้งต้น (ระยะ R5) และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยแบบต่างๆ ดังกล่าวมีผลต่อการให้ผลผลิตทานตะวัน โดยการให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ, ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้ผลผลิตของพันธุ์นี้สูงกว่า (267–272 กก./ไร่) การให้ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกร (185 กก./ไร่) (ตารางที่ 4.9) สำหรับพันธุ์สุรนารี 473 พบว่าเมื่อให้ปุ๋ยต่างกันไม่มีผลต่อความสูงต้น ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยต่างกันมีผลต่อน้ำหนักแห้ง และผลผลิต (ตารางที่ 4.10) โดยหากให้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรซึ่งไม่มีการวิเคราะห์ดินได้น้ำหนักแห้งต้นต่ำกว่า (474 กรัม/ตรม.) และให้ผลผลิตต่ำกว่า (182 กก./ไร่) การให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีน้ำหนักแห้งสูง (641 กรัม/ตรม. ตามลำดับ) และมีผลผลิตสูง (260 กก./ไร่) เช่นเดียวกับพันธุ์แปซิฟิก 77

ตารางที่ 4.9 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77

ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต[1] (กก./ไร่)
T1[2]	6.16	165	14.22	43.98	580	185 b
T2	5.79	158	14.00	49.09	585	228 ab
T3	6.14	153	13.84	45.43	590	267 a
T4	6.44	156	13.70	50.25	600	270 a
T5	6.39	152	14.19	46.74	587	272 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตร, T2=ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน, T3=ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T4=ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T5=ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตารางที่ 4.10 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ทรีตเมนต์	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง[1] R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	5.54	181	17.09	43.47	474 b	182 b
T2	5.65	197	16.13	48.96	485 ab	205 ab
T3	5.13	190	16.19	45.00	521 ab	239 ab
T4	5.53	186	16.89	47.63	641 a	260 a
T5	5.11	178	16.86	47.58	582 ab	251 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร, T2=ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน, T3=ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T4=ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T5=ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.2.2.2 ผลของโบรอนต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

1) ความมีชีวิตของละอองเรณู จากการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณูโดยวิธีการย้อมสีด้วยสาร TTC (2,3,5- Triphenyl tetrazolium chloride) แล้วนับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณู ซึ่งทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณู (89.80 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (45.67 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม การให้โบรอนทั้งแบบไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.11 โดยพบว่าความมีชีวิตของละอองเกสรสูงตั้งแต่ 89.80–99.00 เปอร์เซ็นต์ โดยการให้โบรอนตั้งแต่ 1,000 กรัม/ไร่ ร่วมกับการให้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรสูงกว่า 98 เปอร์เซ็นต์

การติดเมล็ด ในทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 พบว่าลักษณะการติดเมล็ดมีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์และโบรอน โดยมีแนวโน้มเหมือนกับลักษณะความมีชีวิตของละอองเรณู คือเมื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอน พบว่าการติดเมล็ดของทานตะวันพันธุ์นี้ (60.33–65.68 เปอร์เซ็นต์) มีแนวโน้มมากกว่าการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอน (59.62 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติไม่พบว่ามีความแตกต่างกัน สำหรับลักษณะขนาดดอกก็พบเช่นกันว่าทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลทำให้ขนาดดอกแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.11) โดยมีขนาดดอก 15.20–17.30 ซม. สำหรับความสูงต้นพบว่าการใส่ปุ๋ย

อินทรีย์ทำให้พันธุ์นี้มีความสูง (153 ซม.) มากกว่าการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์ (145 ซม.) ส่วนการให้โบรอนระดับต่างๆ ทำให้ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 163–174 ซม. ในขณะที่ลักษณะขนาดเมล็ดพบว่าเมื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์และให้โบรอนมีผลทำให้ขนาดเมล็ดมีความแตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักเมล็ด 4.97–6.57 กรัม/100 เมล็ด ซึ่งมากกว่าการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอน (4.27 กรัม/100 เมล็ด)

ตารางที่ 4.11 ผลของโบรอนต่อความมีชีวิตของละอองเรณู ขนาดดอก ความสูง การผสมติด และขนาดเมล็ด ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77

ปุ๋ย	โบรอน (ก. /ไร่)	ความมีชีวิต[1] (%)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	การติดเมล็ด (%)	ขนาดเมล็ด (ก./100 เมล็ด)
ไม่ใส่ปุ๋ย	0	45.67 b	17.29	145 e	59.62	4.27 d
อินทรีย์	500	93.20 a	17.27	163 c	64.91	5.40 c
	1,000	93.66 a	15.87	166 bc	65.04	6.07 ab
	1,500	95.00 a	15.60	164 c	65.22	5.50 bc
	2,000	98.60 a	16.67	173 a	65.68	6.57 a
ใส่ปุ๋ย	0	89.80 a	15.53	153 d	60.33	4.97 c
อินทรีย์	500	90.06 a	16.37	164 c	62.69	5.63 bc
	1,000	98.00 a	17.30	163 c	65.02	5.10 bc
	1,500	98.47 a	15.20	163 c	62.71	5.37 bc
	2,000	99.00 a	15.67	174 a	62.67	6.30 ab
F-test	–	**	ns	**	ns	**

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ผลผลิต น้ำหนักแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะอื่นๆ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอนแก่ทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 ทำให้ได้ผลผลิต 208–246 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ให้ปุ๋ยทั้งสองชนิด (204 กก./ไร่) สำหรับปริมาณโบรอนในใบ เมื่อให้โบรอนในระดับต่างๆ พบว่ามีปริมาณโบรอนในใบ 51.37–61.06 mg B/kg โดยการให้โบรอน 2,000 กรัม/ไร่ + ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณโบรอนในใบ (61.06 mg B/kg) สูงกว่าการไม่ให้โบรอนและปุ๋ยอินทรีย์ (46.92 mg B/kg) สำหรับน้ำมันพบว่าการให้หรือไม่ให้โบรอนไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน (36.40–38.53 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.12 นอกจากนี้ยังพบว่าการให้และไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์แก่ทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 มีผลทำให้น้ำหนักแห้ง

ต้นแตกต่างกัน โดยการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอนมีน้ำหนักแห้งต่ำกว่า (452 กรัม/ตรม.) การให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับโบรอน (590–630 กรัม/ตรม.) โดยเฉพาะการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับโบรอนอัตรา 1,500–2,000 กรัม/ไร่ ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด (618–630 กรัม/ตรม.)

ตารางที่ 4.12 ผลของโบรอนต่อผลผลิต ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโบรอนในใบ และน้ำหนักแห้ง ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77

ปุ๋ย	โบรอน (กรัม/ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำมัน (%)	โบรอนในใบ (mg B/kg)	น้ำหนักแห้ง (ก./ตรม)
ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	204	38.03	46.92 b	452 d[1]
	500	207	38.53	52.32 ab	466 bcd
	1,000	220	36.83	51.37 ab	486 bcd
	1,500	228	36.40	54.97 ab	512 bcd
	2,000	241	38.23	59.26 ab	526 bcd
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	208	37.20	55.11 ab	524 bcd
	500	216	38.90	59.24 ab	590 abc
	1,000	233	38.67	57.98 ab	604 abc
	1,500	244	37.23	55.46 ab	618 ab
	2,000	246	36.63	61.06 a	630 a
F-test		ns	ns	*	*
CV. (%)		13.14	15.17	10.95	13.04

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ความมีชีวิตของละอองเรณู ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีการเพิ่มระดับโบรอนพบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตเพิ่มขึ้น และการให้โบรอนที่อัตรา 2,000 กรัม/ไร่ พบว่าความมีชีวิตของละอองเรณูมีค่าสูง (96.80 เปอร์เซ็นต์) และยังพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้โบรอนจะมีผลทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูมีมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้โบรอนอัตรา 1,500 กรัม/ไร่ จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงสุด (96.93 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 สำหรับการติดเมล็ด มีการตอบสนองต่อโบรอนคล้ายกับลักษณะความมีชีวิตของละอองเรณู โดยหากไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอนพบว่ามีการติดเมล็ดเพียง 63.00 เปอร์เซ็นต์ แต่หากให้โบรอนหรือให้โบรอนร่วมกับ

ปุ๋ยอินทรีย์ มีผลทำให้ติดเมล็ดสูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้โบรอนอัตรา 1,500–2,000 กรัม/ไร่ ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูง 71.00–72.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 ผลของโบรอนต่อความมีชีวิตของละอองเรณู ขนาดดอก ความสูง การผสมติด และขนาดเมล็ด ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ปุ๋ย	โบรอน (ก./ไร่)	ความมีชีวิต (%)	ขนาดดอก (ซม.)	ความสูง (ซม.)	การติดเมล็ด (%)	ขนาดเมล็ด (ก./ 100 เมล็ด)
ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	55.67 d	15.80	155 f	63.00 d	4.63 g
	500	83.26 b	15.60	160 ef	64.00 cd	5.56 de
	1,000	83.40 b	16.73	168 cd	64.20 cd	5.70 cde
	1,500	84.13 b	15.87	171 cd	64.53 cd	5.77 cd
	2,000	96.80 a	16.13	183 a	65.13 cd	6.73 a
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	71.93 c	16.27	165 de	63.40 d	5.43 def
	500	82.80 b	16.20	182 a	64.13 cd	5.03 f
	1,000	85.27 b	16.00	183 a	67.80 bc	5.33 ef
	1,500	96.93 a	17.86	179 ab	71.00 ab	6.37 ab
	2,000	81.73 b	15.60	175 bc	72.13 a	6.10 b
F-test		**	ns	**	**	**

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ขนาดดอก จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ไม่ทำให้ขนาดดอกของพันธุ์สุรนารี 473 มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.13) นอกจากนี้การให้โบรอนระดับแตกต่างกันไม่มีผลต่อขนาดดอกเช่นกัน (ขนาดดอก 15.60–17.86 ซม.) สำหรับลักษณะความสูง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 มีความสูง (165 ซม.) ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (155 ซม.) นอกจากนี้เมื่อมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับโบรอนอัตรา 500 และ 1,000 กรัม/ไร่ ทำให้มีความสูงต้นสูงสุด (183 ซม.) ส่วนลักษณะขนาดเมล็ด พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลต่อขนาดเมล็ดของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 แต่การให้โบรอนระดับต่างกันมีผลทำให้เมล็ดมีขนาดต่างกัน โดยการให้โบรอนอัตรา 2,000 กรัม/ไร่ ทำให้ขนาดของเมล็ดสูงกว่า (6.73 กรัม/100 เมล็ด) การไม่ให้โบรอนและปุ๋ยอินทรีย์ (4.63 กรัม/100 เมล็ด)

ผลผลิต น้ำหนักแห้ง เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และลักษณะอื่นๆ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอนมีผลต่อผลผลิตพันธุ์สุรนารี 473 (ตารางที่ 4.14) โดยการให้โบรอนจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับโบรอนที่ 1,500 กรัม/ไร่ ได้ผลผลิตสูงสุด (286 กก./ไร่) ซึ่งสูงกว่าการไม่ให้โบรอน (189 กก./ไร่) สำหรับผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์และโบรอนระดับต่างกันทำให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 34.53–39.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.14) โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการให้โบรอนอัตรา 1,500 กรัม/ไร่ จะทำให้มีปริมาณน้ำมันสูงกว่าการให้โบรอนในระดับอื่น สำหรับน้ำหนักแห้งต้นพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์แก่พันธุ์สุรนารี 473 ไม่มีผล ทำให้น้ำหนักแห้งแตกต่างกัน (562 และ 600 กรัม/ตรม. ตามลำดับ) นอกจากนี้การให้โบรอนระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งแตกต่างกัน (640–916 กรัม/ตรม.)

ปริมาณโบรอนในใบทานตะวัน ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 พบมีการสะสมธาตุโบรอนอยู่ในช่วง 40–54 mg B/kg (ตารางที่ 4.14) โดยเมื่อให้โบรอนในระดับสูงจะมีปริมาณการสะสมโบรอนในใบเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อให้โบรอนในอัตรา 2,000 กรัม/ไร่ พบมีการสะสมธาตุโบรอนในใบสูงที่สุด 53.56 mg B/kg

ตารางที่ 4.14 ผลของโบรอนต่อผลผลิต ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโบรอนในใบ และน้ำหนักแห้ง ในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ปุ๋ย	โบรอน (กก. /ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำมัน (%)	โบรอนในใบ (mg B/kg)	น้ำหนักแห้ง (ก./ตรม)
ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	189 b[1]	35.03 cd	40.05 c	562
	500	198 b	34.53 d	43.64 bc	640
	1,000	196 b	36.13 bcd	45.42 abc	788
	1,500	200 b	35.27 cd	48.24 abc	884
	2,000	211 ab	35.93 bcd	53.56 a	904
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	0	194 b	36.43 abcd	42.40 bc	600
	500	194 b	36.37 abcd	44.20 bc	700
	1,000	198 b	38.40 abc	50.04 ab	656
	1,500	286 a	39.70 a	47.95 abc	910
	2,000	243 ab	39.03 ab	39.77 c	916
F-test		*	**	**	ns
CV. (%)		10.53	4.98	10.45	24.56

[1]ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ระดับโบรอนที่เหมาะสมกับทานตะวันในดินร่วนเหนียวปนทราย เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชที่ไวต่อการขาดธาตุโบรอน ปริมาณโบรอนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตทานตะวันจึงขึ้นอยู่กับสภาพดินที่ปลูก อายุพืช ระยะการเจริญเติบโต เป็นต้น การปลูกทานตะวันในสภาพดินทรายมักมีอาการขาดธาตุโบรอน โดยเฉพาะในระยะสืบพันธุ์มักได้รับผลกระทบมากหากดินมีระดับโบรอนต่ำกว่า 0.26 mg B/kg และลักษณะความมีชีวิตของละอองเรณูเป็นลักษณะที่มีความไวต่อการขาดโบรอนมากที่สุด และจากผลการทดลองบ่งชี้ว่าการให้โบรอนจะทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลต่อการติดเมล็ดด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงเลือกใช้ความมีชีวิตของละอองเรณูเป็นดัชนีในการวัดปริมาณโบรอนที่เหมาะสมต่อการปลูกทานตะวันในดินร่วนเหนียวปนทราย โดยวัดความสัมพันธ์ระหว่างระดับโบรอนและความมีชีวิตของละอองเรณูในทานตะวันทั้งสองพันธุ์ ซึ่งพบมีนัยสำคัญในความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง (ตารางที่ 4.15) ซึ่งบ่งชี้ว่าการให้โบรอนมีผลทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูสูงขึ้น แต่หากให้โบรอนในระดับสูงจนเกินความต้องการมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูลดลง โดยผลจากการทดสอบในทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 ในดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งพบค่าความเหมาะสมของโบรอน (ช่วงความมีชีวิตของละอองเรณู 98 เปอร์เซ็นต์) อยู่ในช่วง 1,336–2,963 กรัม/ ไร่ แต่หากให้โบรอนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ควรให้โบรอนระดับต่ำ (894–1,669 กรัม/ไร่) ส่วนในทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อให้โบรอนในดินร่วนเหนียวปนทรายควรให้ในอัตรา 1,069–1,650 กรัม/ไร่

ตารางที่ 4.15 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับโบรอนกับความมีชีวิตของละอองเรณูของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 และสุรนารี 473

ทรีตเมนต์	สมการแสดงความสัมพันธ์	ค่าโบรอนที่เหมาะสม (กรัม/ไร่)
พันธุ์แปซิฟิก 77		
ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	$Y_3 = -2.13X^2 + 11.43X + 81.08$	1,081–1,650
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	$Y_4 = -9.81X^2 + 42.25X + 52.47$	1,069–1,625
พันธุ์สุรนารี 473		
ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	$Y_1 = -2.75X^2 + 18.90X + 60.54$	1,336–2,963
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์	$Y_2 = -4.76X^2 + 19.50X + 70.80$	894–1,669

4.2.3 ผลของความหนาแน่นประชากรต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน การทดลองนี้เป็นการศึกษาความหนาแน่น หรือระยะปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 พบว่าการปลูกที่ความหนาแน่นต่างกันมีผลกับทุกลักษณะของ

ทานตะวัน ยกเว้นลักษณะขนาดเมล็ด โดยระยะปลูกที่มีระยะห่างระหว่างต้นมากหรือมีความหนาแน่นต่ำจะทำให้มีพื้นที่ใบต่อพื้นที่ น้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ และความสูงต้น น้อยกว่าการปลูกที่ความหนาแน่นสูง โดยการปลูกที่ระยะ 75x30 ซม. (7,111 ต้น/ไร่) มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด (49.94 ตรซม.) แต่การปลูกที่ความถี่สูง 65x25 ซม. มีพื้นที่ใบต่อพื้นที่สูงสุด (103.75 ตรซม.) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะน้ำหนักแห้งที่มีการตอบสนองในทางเดียวกัน คือการปลูกที่ระยะต่างๆ มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.8) แต่ในระยะ R5 จะมีความแตกต่างกัน โดยเมื่อปลูกที่ระยะ 75x30 ซม. มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด (668 กรัม/ตรม.) ส่วนการปลูกที่ระยะ 65x25 ซม. และ 65x30 ซม. จะมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (1,119 และ 1,107 กรัม/ตรม. ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามการปลูกที่ความหนาแน่นต่ำ พบว่ามีขนาดดอกใหญ่กว่าการปลูกที่ความหนาแน่นสูง (ตารางที่ 4.16) โดยจากการทดลองนี้เมื่อปลูกที่ระยะ 75x30 และ 70x30 ซม. มีขนาดดอกใหญ่ที่สุด (17.08 และ 17.33 ซม. ตามลำดับ) ในขณะที่การปลูกที่ระยะ 65x25 ซม. มีขนาดดอกเล็กที่สุด (14.03 ซม.)

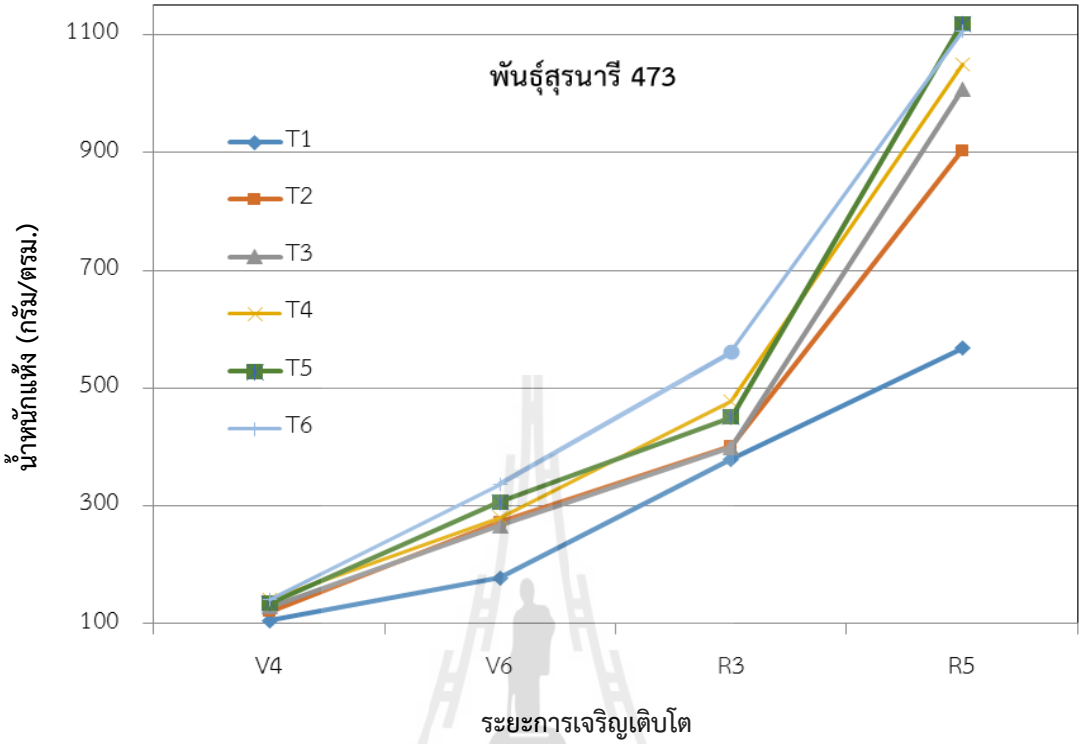
สำหรับขนาดเมล็ดพบว่าการปลูกที่ความหนาแน่นต่ำและสูง ขนาดเมล็ดไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์นี้พบว่าการปลูกที่ความหนาแน่นต่ำ (75x30 ซม.) หรือสูงเกินไป (65x25 ซม.) มีผลให้ผลผลิตต่ำ (261 และ 266 กก./ไร่ ตามลำดับ) สำหรับการใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมจะได้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งได้แก่ การปลูกที่ระยะ 70x30 และ 65x30 ซม. ทำให้ทานตะวันพันธุ์นี้ได้ผลผลิตสูงสุด 354 และ 340 กก./ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 พื้นที่ใบ ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ทรีตเมนต์	พื้นที่ใบ[1] R1 (ตรซม.)	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	49.96 b	6.24	168 b	17.08 a	668 c	261 b
T2	76.43 ab	6.03	176 ab	17.33 a	903 b	296 ab
T3	64.00 ab	6.40	172 ab	15.95 ab	907 b	354 a
T4	76.29 ab	6.27	186 ab	15.75 ab	1,040 ab	311 ab
T5	76.87 ab	6.73	181 ab	16.08 ab	1,119 a	340 a
T6	103.75 a	6.36	189 a	14.03 b	1,107 a	266 b
F-test	*	ns	*	*	**	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ระยะ 75×30 ซม., T2=75×25 ซม., T3=70×30 ซม., T4=70×25 ซม., T5=65×30 ซม., T6=65x25 ซม.



T1=ระยะ 75×30 ซม., T2=75×25 ซม., T3=70×30 ซม., T4=70×25 ซม., T5=65×30 ซม., T6=65×25 ซม.

รูปที่ 4.8 น้ำหนักแห้งต่อต้นของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีระยะปลูกแตกต่างกัน

4.2.4 ผลของวิธีการกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน

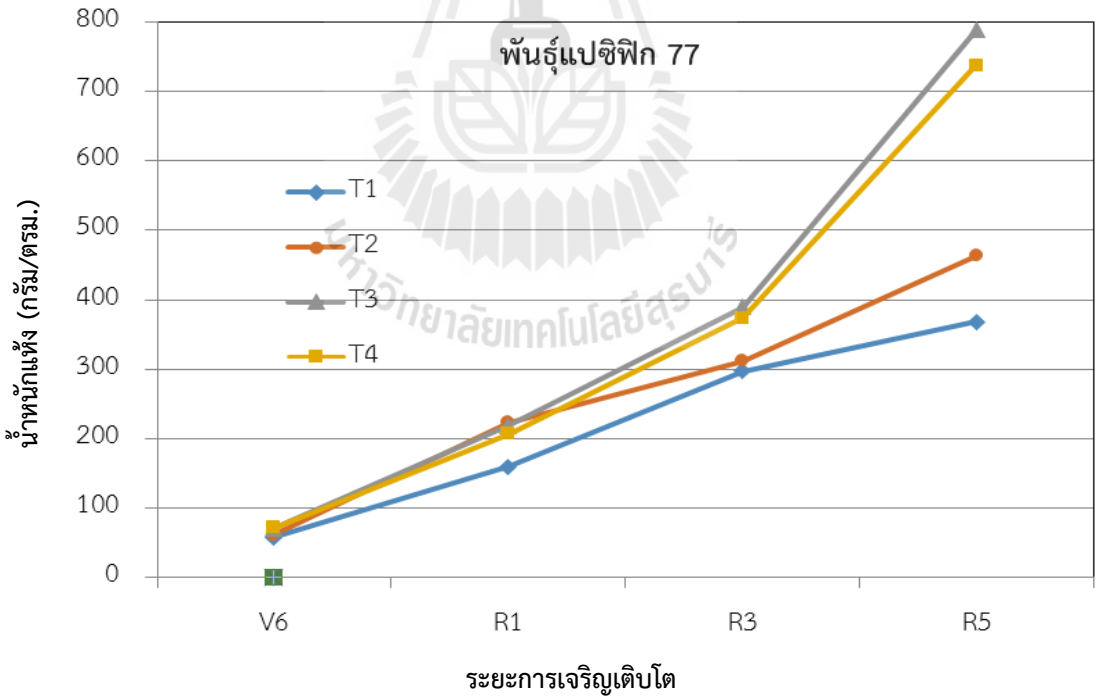
ผลการกำจัดวัชพืชโดยวิธีการและเวลาต่างกันในทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสมแสดงในตารางที่ 4.17 ซึ่งพบว่าการกำจัดวัชพืชแบบต่างๆ และไม่กำจัดวัชพืช ไม่มีผลต่อความสูงของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 และยังพบว่าไม่มีผลต่อขนาดเมล็ด (6.53–7.16 กรัม/100 เมล็ด) ขนาดดอก (15.05–16.43 ซม.) และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ (51.21–54.01 ซม.) อย่างไรก็ตาม พันธุ์นี้เมื่อมีการกำจัดวัชพืชโดยวิธีการฉีดพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก และกำจัดโดยใช้แรงงานคนเมื่ออายุ 35 วันหลังงอก ได้ผลผลิตสูง (237–291 กก./ไร่) ซึ่งสูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืช (229 กก./ไร่) สำหรับน้ำหนักแห้งพบว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (T3, T4) มีน้ำหนักแห้งต้นสูงกว่า (788 และ 737 กรัม/ตรม.) โดยวิธีการอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดเมล็ด ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง[1] R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	175	6.61	15.05	53.25	368 b	229 b
T2	170	6.53	15.50	51.21	463 ab	237 ab
T3	179	7.16	16.35	52.03	788 a	291 a
T4	182	6.85	16.43	54.01	737 a	257 ab
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ไม่กำจัดวัชพืช, T2=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก, T3=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน, T4=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+พ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน



T1=ไม่กำจัดวัชพืช, T2=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก, T3=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน T4=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+พ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน

รูปที่ 4.9 น้ำหนักแห้งต้นของพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อใช้วิธีกำจัดวัชพืชต่างกัน

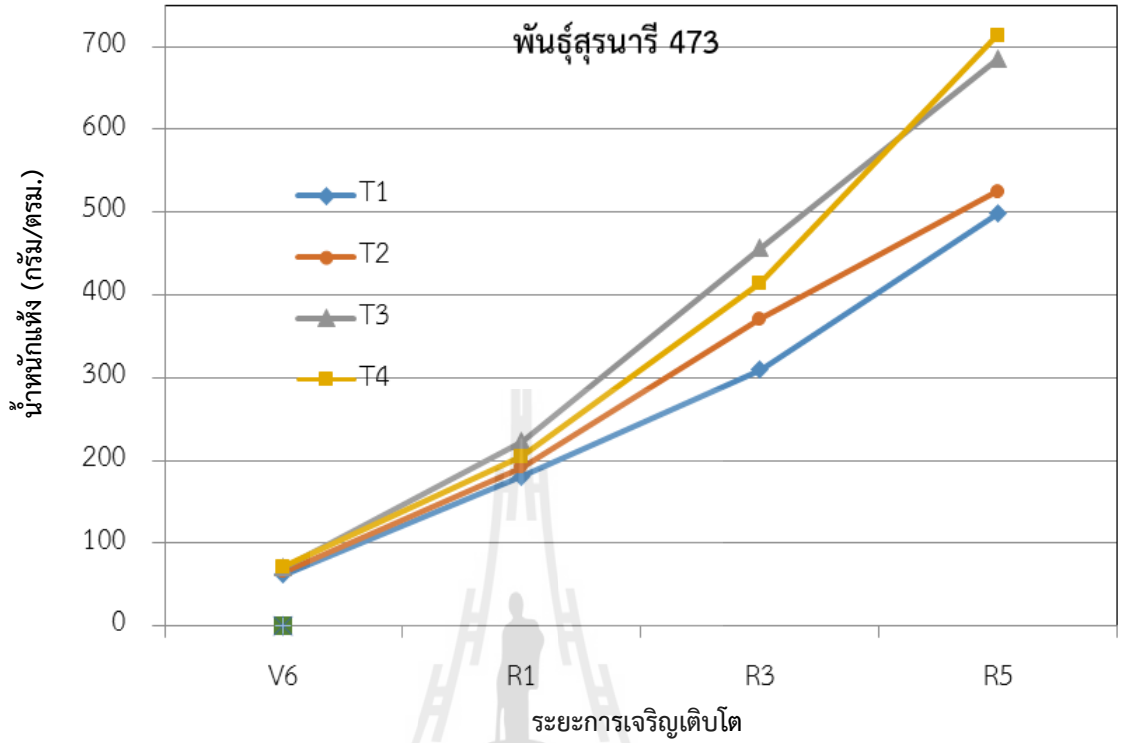
สำหรับพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการไม่กำจัดวัชพืช กับการกำจัดวัชพืชโดยวิธีการต่างๆ พบว่าเมื่อมีการกำจัดวัชพืชโดยวิธีการต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต โดยทำให้ความสูงต้น ขนาดดอก และผลผลิต ของพันธุ์สุรนารี 473 มีค่ามากกว่าการไม่กำจัดวัชพืช แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการกำจัดวัชพืชและไม่กำจัดวัชพืชไม่มีผลทำให้ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.18) อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งต้นในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ (V6, R1, R3, R5) ของพันธุ์นี้มีการตอบสนองต่อการกำจัดวัชพืชเช่นเดียวกันกับพันธุ์แปซิฟิก 77 โดยพบว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (T3, T4) มีผลทำให้น้ำหนักแห้งสูงกว่า (685 และ 714 กรัม/ตรม.) การกำจัดวัชพืชโดยวิธีการอื่น ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.10 และการให้ผลผลิตก็ให้ผลเช่นเดียวกับน้ำหนักแห้ง คือ T3, T4 มีผลทำให้ได้ผลผลิต 275 และ 264 กก./ไร่ ตามลำดับ สำหรับความสูงต้น การไม่กำจัดวัชพืชจะมีผลทำให้ต้นมีความสูง (150 ซม) น้อยกว่าการกำจัดวัชพืชโดยการพ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+พ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก (168 ซม.)

ตารางที่ 4.18 ขนาดเมล็ด ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473

ทรีตเมนต์	ความสูง[1] (ซม.)	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ขนาดดอก (ซม.)	การกะเทาะ (%)	น้ำหนักแห้ง R5 (ก/ตรม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
T1[2]	150 b	5.93	16.98 b	61.25	498 b	178 b
T2	154 ab	6.11	17.90 a	63.08	525 b	213 ab
T3	157 ab	6.16	17.83 ab	61.38	685 a	275 a
T4	168 a	6.30	17.53 ab	63.50	714 a	264 a
F-test	*	ns	*	ns	*	*

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] T1=ไม่กำจัดวัชพืช, T2=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก, T3=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน, T4=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+พ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน



T1=ไม่กำจัดวัชพืช, T2=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก, T3=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน, T4=พ่นยาคุมวัชพืชก่อนงอก+พ่นยากำจัดวัชพืชหลังงอก 35 วัน

รูปที่ 4.10 น้ำหนักแห้งของพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีการกำจัดวัชพืชแตกต่างกัน

สรุปและวิจารณ์ผลของการเขตกรรมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวัน

จากผลการทดสอบปัจจัยการผลิตต่อการให้ผลผลิตและลักษณะต่างๆ ในทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกในดินร่วนเหนียวปนทราย สามารถสรุปผลได้คือ การให้น้ำแก่ทานตะวันทั้งสองพันธุ์มีการตอบสนองต่อการให้น้ำเหมือนกันคือ ความถี่ในการให้น้ำหากให้ในระดับปานกลางและสูง (ให้เมื่อความชื้นในดินลดลง 50 และ 30% AWHC ตามลำดับ) ส่งผลให้ทานตะวันมีขนาดดอก น้ำหนักแห้งต้นและผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ แต่การให้น้ำด้วยความถี่ 2 ระดับไม่มีผลให้ผลผลิตต่างกัน สำหรับช่วงเวลาการให้น้ำก็มีผลต่อลักษณะต่างๆ โดยการให้น้ำ 4–10 ครั้งตลอดอายุปลูก มีผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้น้ำ และการให้น้ำ 8 และ 10 ครั้ง มีแนวโน้มทำให้ทานตะวันทั้งสองพันธุ์มีขนาดดอก และให้ผลผลิตสูงกว่าการให้น้ำที่ 0, 4 และ 6 ครั้ง มีรายงานว่าการให้น้ำที่ความถี่สูงมีผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของทานตะวันสูงขึ้น แต่หากลดความถี่ของการให้น้ำลงส่งผลให้ผลผลิตลดลง 52 เปอร์เซ็นต์ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2537) โดยเฉพาะการให้น้ำทานตะวันในช่วงเวลาที่เหมาะสม

คือในช่วงฟอร์มดอก ช่วงที่ดอกกำลังบาน และช่วงการติดเมล็ด โดยพบว่าทานตะวันจะมีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดในช่วงอายุ 90 วันหลังจากปลูก ซึ่งการให้น้ำในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ให้น้ำ 24.83 เปอร์เซ็นต์ (Bakht et al., 2010) สำหรับการให้ปุ๋ยสรุปได้ว่าการให้ตามค่าวิเคราะห์ดินตามความต้องการของทานตะวัน โดยการให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ และการให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ+อินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ทานตะวันทั้งสองพันธุ์ได้ผลผลิตสูงที่สุด โดยเฉพาะพันธุ์ลูกผสมจะมีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตมากกว่าพันธุ์สังเคราะห์ สำหรับจุลธาตุที่จำเป็นสำหรับดินทรายคือโบรอน ซึ่งผลจากการทดลองบ่งชี้ว่าโบรอนมีผลทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูของทั้งสองพันธุ์สูงขึ้นประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และโบรอนอาจส่งผลต่อการติดเมล็ด และการให้ผลผลิตของทานตะวัน ดินที่ใช้ในการทดลองมีเนื้อดินเป็นแบบร่วนเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง แต่ดินชนิดนี้มักขาดธาตุโบรอน โดยเมื่อวิเคราะห์ดินพบโบรอนในดินประมาณ 0.14 mg/kg (ตารางที่ 3.1) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าความต้องการของทานตะวัน อย่างไรก็ตามเมื่อปลูกทานตะวัน 2 พันธุ์ ไม่พบความผิดปกติด้านการเจริญเติบโตทางลำต้น เนื่องจากเมื่อให้โบรอนระดับต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน ซึ่ง Asad et al. (2002) พบเช่นเดียวกันว่าความเข้มข้นของโบรอนในระดับที่มีผลต่อการสร้างดอกไม่ได้มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นของคาโนลาและทานตะวัน ดังนั้นการทดลองนี้ปลูกทานตะวันในดินร่วนเหนียวปนทรายที่มีโบรอนต่ำ ควรให้โบแรกซ์ประมาณ 0.9–1.7 กก./ไร่ ประกอบกับในช่วงเดือนแรกของการปลูกทานตะวันในครั้งนี้มีฝนตกส่งผลให้ดินมีความชื้นสูง ส่งผลให้อาการขาดธาตุโบรอนไม่รุนแรงจนถึงกับแสดงอาการให้เห็นชัดเจน เนื่องจากความชื้นจะช่วยให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุโบรอนได้ดี การขาดธาตุโบรอนของทานตะวันจะไม่รุนแรงถ้าดินมีความชื้นสูง (Blamey et al., 1978) อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองพบว่าโบรอนมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเรณู โดยเมื่อให้โบรอนในอัตราสูงขึ้นจะทำให้ความมีชีวิตของละอองเรณูเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากโบรอนมีบทบาทอย่างมากต่อโครงสร้างและการคงรูปของผนังเซลล์ และเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดขนาด และรูปร่าง ในระหว่างการพัฒนาของละอองเรณู (Power and Wood, 1997) การขาดโบรอนทำให้ผนังเซลล์เจริญเติบโตผิดปกติ ผิวมีลักษณะไม่เรียบ และมีการทับถมรวมกันของเซลล์อย่างไม่เป็นระเบียบ (เพิ่มพูน กีรติกสิกร, 2546) ส่งผลให้รูปร่างของละอองเรณูผิดปกติ เมื่อละอองเรณูมีรูปร่างผิดปกติ หรืออาจมีผลทำให้ละอองเรณูไม่พัฒนาหรือเป็นหมัน (Cakmak and Römheld, 1997) ทำให้ละอองเรณูมีคุณภาพต่ำ ความมีชีวิตต่ำ หรือเป็นหมัน และอาจส่งผลให้ ดอกมีขนาดเล็ก เมลดลีบ และไม่สมบูรณ์ Cakmak และ Römheld (1997) พบเช่นเดียวกันว่าธาตุโบรอนมีผลต่อการติดเมล็ด เนื่องจากโบรอนมีบทบาทสำคัญต่อผนังเซลล์ การเคลื่อนย้ายน้ำตาล การพัฒนาของผลและเมล็ดในข้าวสาลีก็พบเช่นกันว่าโบรอนเป็นตัวกำหนดความอุดมสมบูรณ์ของดอกและเมล็ด (Huang et al., 2000) ซึ่งเนื่องจากโบรอนมีผลต่อการสังเคราะห์ผนังเซลล์ การได้รับโบรอนในปริมาณต่ำหรือสูงเกินไป อาจ

ทำให้รูปร่างของละอองเรณูผิดปกติ และไม่สมบูรณ์ (Rerkasem et al., 1989) และหากมีการให้โบรอนเพิ่มในช่วงที่ใบธงเจริญจนถึงระยะออกดอก จะทำให้ข้าวสาลีติดเมล็ดมากขึ้น (Rerkasem et al., 1997) โดยอาการขาดธาตุโบรอนในช่วงออกดอกจะทำให้ละอองเรณูมีรูปร่างผิดปกติ หรือทำให้ละอองเรณูไม่พัฒนาหรือเป็นหมัน หรือละอองเรณูไม่แข็งแรงจนไม่สามารถพัฒนาและเข้าผสมพันธุ์ได้ (Cakmak and Römheld, 1997; Dell and Huang, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ มานัส แสนมณีชัย และภิญโญ ศิรินันท์ (2531) ที่พบว่าทานตะวันที่ปลูกในดินทรายที่ขาดโบรอนจะมีผลผลิตต่ำ แต่หากมีการให้โบรอนทำให้ผลผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันแตกต่างกันเมื่อมีการให้โบรอนในระดับต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Jellum et al. (1973) ที่ทดสอบในข้าวโพดพบว่าโบรอนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันในเมล็ด ถึงแม้ว่าเข้มข้นของโบรอนในใบจะแตกต่างกันก็ตาม ซึ่งโดยทั่วไปการให้โบรอนแก่พืชควรให้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งมีช่วงค่อนข้างแคบ หากมีไม่เพียงพอจะมีอาการผิดปกติ แต่หากให้มากเกินไปจะทำให้มีความเป็นพิษ สำหรับในการทดลองนี้เมื่อเพิ่มระดับโบรอนเป็น 500, 1,000 และ 1,500 กรัม/ไร่ จะทำให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มโบรอนสูงถึง 2,000 กรัม/ไร่ เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตจะลดลง ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลกระทบความเป็นพิษจากส่วนเกินของโบรอน ซึ่งหลายการทดลองของพบเช่นเดียวกันว่าการให้โบรอนที่ระดับสูงจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษและทำให้ผลผลิตของทานตะวันลดลง (Blamey et al., 1978; Oyinlola, 2007) สำหรับการวิจัยนี้ได้หาระดับการให้โบรอนที่เหมาะสมในระยะออกดอกอยู่ในช่วง 1,338-2,963 กรัม/ไร่ แต่หากมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์แก่ดินการให้โบรอนจะให้ในปริมาณน้อยกว่าการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์คืออยู่ในช่วง 894-1,669 กรัม/ไร่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากในปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งให้โบรอน โดย Yang and Xue (1989) รายงานว่าปุ๋ยคอกทุกชนิดมีโบรอนในปริมาณตั้งแต่ 7.3-86 mg B/kg ดังนั้นหากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสม อาจไม่จำเป็นต้องใส่โบรอน เพราะปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งให้โบรอนที่สำคัญ เพราะสารอินทรีย์แต่ละชนิดจะให้ปริมาณโบรอนแตกต่างกัน

สำหรับระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวัน คือระยะระหว่างแถวและระหว่างต้น 70 x 30 ซม. หรือประมาณ 7,619 ต้น/ไร่ และ 65 x 30 ซม. หรือ 8,205 ต้น/ไร่ โดยพบว่าในระยะปลูกทั้งสองทำให้ทานตะวันมีผลผลิตสูงกว่าการปลูกถี่หรือห่างเกินไป บ่งชี้ว่าการปลูกควรมีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 30 ซม. เหมาะสมกว่าระยะอื่น ส่วนระยะระหว่างแถวอยู่ระหว่าง 65–70 ซม. ประชากรหรือความหนาแน่นต่อไร่ควรอยู่ระหว่าง 7,600–8,200 ต้น/ไร่ สำหรับการป้องกันกำจัดวัชพืชพบว่าควรทำ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ควรพ่นยาหลังปลูกทานตะวันหรือพ่นก่อนงอกและครั้งที่ 2 ควรกำจัดเมื่อทานตะวันอายุ 35 วันหลังปลูก หรือก่อนทานตะวันออกดอก เนื่องจากช่วงเวลาที่กำจัดวัชพืชมีผลต่อการให้ผลผลิต หากไม่กำจัดวัชพืชจะทำให้เกิดการแก่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตของทานตะวัน เช่น ความชื้น แสง ธาตุอาหาร

เป็นต้น ส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิต ของทานตะวันลดลง 15-72 เปอร์เซ็นต์ (Robinson, 1978; Zemichael, 1989, นิตยา วานิกร และคณะ, 2534) นอกจากนี้วัชพืชยังมีผลให้ความสูง ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันลดลงด้วย (Johnson, 1971) โดยหากสามารถกำจัดวัชพืชหลังจากทานตะวันช่วงหลังจากงอกจนถึงอายุ 30 วัน จะส่งผลให้ผลผลิตสูงสุด (Gimenez and Rioz, 1986; นิตยา วานิกร และคณะ, 2534) สำหรับช่วงเวลาที่ควรเข้ากำจัดวัชพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน จะส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืชหรือการกำจัดวัชพืชเพียงครั้งเดียว ดังนั้นผลที่ได้จากการทดสอบปัจจัยการผลิตต่างๆ และระดับที่เหมาะสมเหล่านี้จะใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการทดสอบ เพื่อเลือกใช้ทรีตเมนต์ที่เหมาะสมในการปลูกทานตะวันให้ได้ผลผลิตสูง

4.3 ผลของปัจจัยการผลิตต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน

เมื่อทดสอบผลของปัจจัยการผลิตต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน โดยทดสอบปัจจัยในระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง ดังแสดงข้างล่าง และได้ผลการทดลองดังนี้

Low input = ให้ปุ๋ยเคมีพร้อมปลูกตามวิธีเกษตรกร น้ำให้ครั้งเดียวหลังปลูก กำจัดวัชพืชครั้งเดียวโดยฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก การป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

Medium input = ให้ปุ๋ยเคมีและจุลธาตุตามค่าวิเคราะห์ดิน (ใส่ 2 ครั้ง รองพื้น+หลังถอนแยก) ให้น้ำในระยะที่จำเป็น กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (ฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก+พร้อมกับให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 หากมีวัชพืชระบาด) การป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

High input = ให้ปุ๋ยเคมีและจุลธาตุตามค่าวิเคราะห์ดิน (ใส่ 2 ครั้ง รองพื้น+หลังถอนแยก) ให้น้ำตามความต้องการของพืช (10 ครั้ง) กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง (ฉีดยาคุมวัชพืชหลังปลูก+กำจัดพร้อมกับให้ปุ๋ยครั้งที่ 2) และป้องกันกำจัดแมลงและโรคเมื่อมีการระบาด

จากการปลูกทดสอบทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสมใน 2 ฤดู ในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตต่างๆ กัน สำหรับการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำเป็นการทดสอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับการให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลาง และระดับสูง ซึ่งในพันธุ์แปซิฟิก 77 พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลางและสูง มีผลทำให้น้ำหนักแห้งต่อพื้นที่สูงกว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ (รูปที่ 4.11) แต่การให้ปัจจัยการผลิตทั้งสองระดับไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งต่างกัน สำหรับความสูงของพันธุ์นี้ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อให้ปัจจัยการผลิตต่างกัน นอกจากนี้ขนาดดอก ขนาดเมล็ด และการกะเทาะ ก็ได้ผลการทดสอบเช่นเดียวกัน คือพบว่าลักษณะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะให้ปัจจัยการผลิตในระดับ

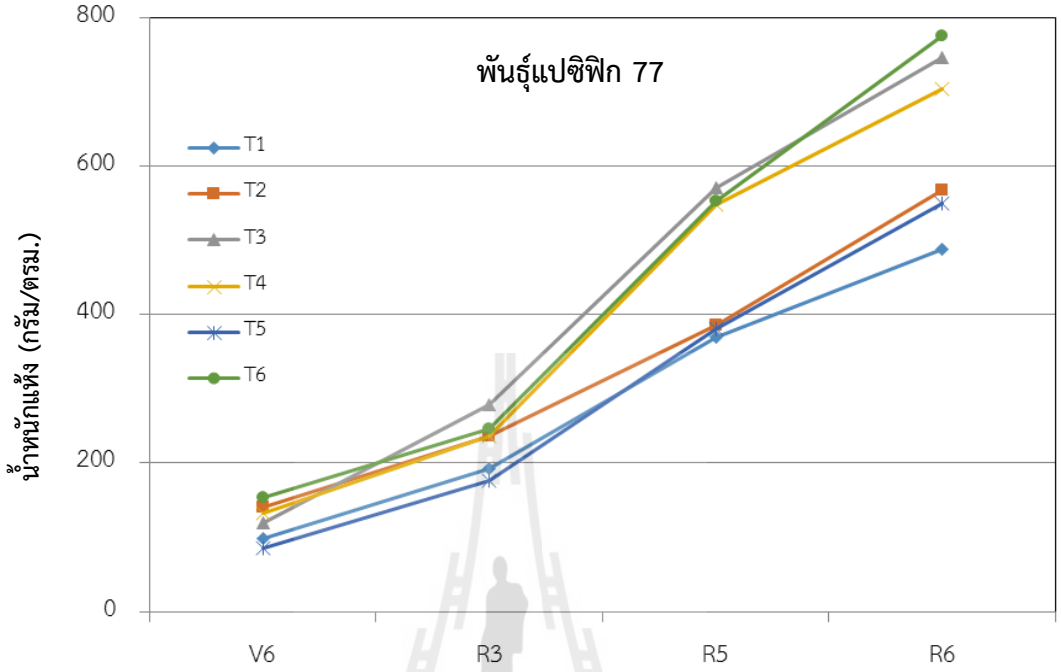
ใด (ตารางที่ 4.19) สำหรับการตอบสนองของการให้ผลผลิต พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูงมีผลทำให้พันธุ์แปซิฟิก 77 ได้ผลผลิตสูง ทั้งการใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 70 และ 65 เซนติเมตร โดยเฉพาะเมื่อปลูกทานตะวันโดยใช้ระยะปลูก 65x30 เซนติเมตร มีผลผลิตสูง (352 กก./ไร่) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะปลูกในทุกระดับปัจจัยการผลิต พบว่าการปลูกที่ระยะระหว่างแถว 65 และ 70 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปัจจัยระดับสูงทานตะวันมีผลผลิตสูงกว่าการให้ปัจจัยต่ำ 27.54–41.15 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างการให้ปัจจัยการผลิตระดับปานกลางและระดับสูง พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตระดับปานกลางได้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูง ดังนั้นสำหรับพันธุ์แปซิฟิก 77 การให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลางให้ผลคุ้มค่ากว่าการให้ในระดับสูง

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดดอก ขนาดเมล็ด ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อปลูกในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตต่างกัน

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก (ซม.)	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ผลผลิต[1] (กก./ไร่)	กะเทาะ (%)
T1	129	13.94	4.43	226 b	63
T2	128	13.06	4.16	258 ab	63
T3	115	15.74	4.65	276 ab	65
T4	149	13.65	4.76	293 ab	64
T5	129	14.55	5.04	319 ab	66
T6	135	14.23	4.74	352 a	65
F-test	ns	ns	ns	*	ns

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

[2] **การให้น้ำ**: T1, T2 =วิธีเกษตรกร**,** T3, T4=ให้น้ำ 6 ครั้ง**,** T5, T6=ตามความต้องการของพืช (ให้น้ำ 10 ครั้ง)
ระยะปลูก : 70x30 ซม. = T1, T3, T5 และ 65x30 ซม. = T2, T4, T6
การกำจัดวัชพืช : T1, T2=พ่นยาครั้งแรก (ไม่กำจัดวัชพืช), T3, T4=พ่นยา 2 ครั้ง, T5, T6=พ่นยา 2 ครั้ง
การให้ปุ๋ย : T1, T2=ใส่ปุ๋ยรองพื้นครั้งเดียว (วิธีเกษตรกร), T3, T4=ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T5, T6= ใส่ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ+ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน



รูปที่ 4.11 น้ำหนักแห้งของทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อมีการให้ปัจจัยการผลิตแตกต่างกัน

สำหรับพันธุ์สุรนารี 473 พบว่ามีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตคล้ายกับพันธุ์ลูกผสม โดยเมื่อมีการให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลางและสูง ทำให้ทานตะวันมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ (รูปที่ 4.12) โดยการให้ปัจจัยการผลิตระดับกลางที่ระยะปลูก 65x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด และยังพบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่างกันมีผลกับลักษณะอื่นๆ ด้วย โดยการให้ปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง-สูง ทำให้ได้ขนาดดอกใหญ่กว่า และผลผลิตสูงกว่าการให้ปัจจัยการผลิตระดับต่ำ อย่างไรก็ตามการให้ปัจจัยการผลิตต่างกันไม่มีผลให้ความสูงต้น ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไม่ว่าจะให้ปัจจัยการผลิตในระดับใด สำหรับการปลูกที่ระยะปลูกต่างกันพบว่าการปลูกที่ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ทานตะวันจะมีดอกขนาดใหญ่กว่าการปลูกที่ระยะ 65 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามการปลูกทานตะวันที่ระยะ 65x30 เซนติเมตร มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกที่ระยะ 70x30 เซนติเมตร และการปลูกทั้งสองระยะปลูกที่มีการให้ปัจจัยการผลิตสูงจะให้ผลผลิตสูง (338 และ 343 กก./ไร่) ซึ่งหากเปรียบเทียบระหว่างการให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูง มีแนวโน้มทำให้ทานตะวันได้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปัจจัยการผลิตระดับต่ำ 23.28–40.43 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดดอก ขนาดเมล็ด ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะ ของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อปลูกในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตต่างกัน

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	ขนาดดอก[1] (ซม.)	ขนาดเมล็ด (ก/100 เมล็ด)	ผลผลิต (กก./ไร่)	กะเทาะ (%)
T1[2]	138	13.53 bc	5.00	230 b	62.4
T2	142	12.97 c	4.93	262 ab	62.6
T3	143	14.11 b	5.16	281 ab	63.6
T4	149	14.60 ab	5.69	314 ab	64.1
T5	132	15.11 a	5.18	338 a	61.8
T6	133	14.19 bc	5.00	343 a	64.3
F-test	ns	*	ns	*	ns

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

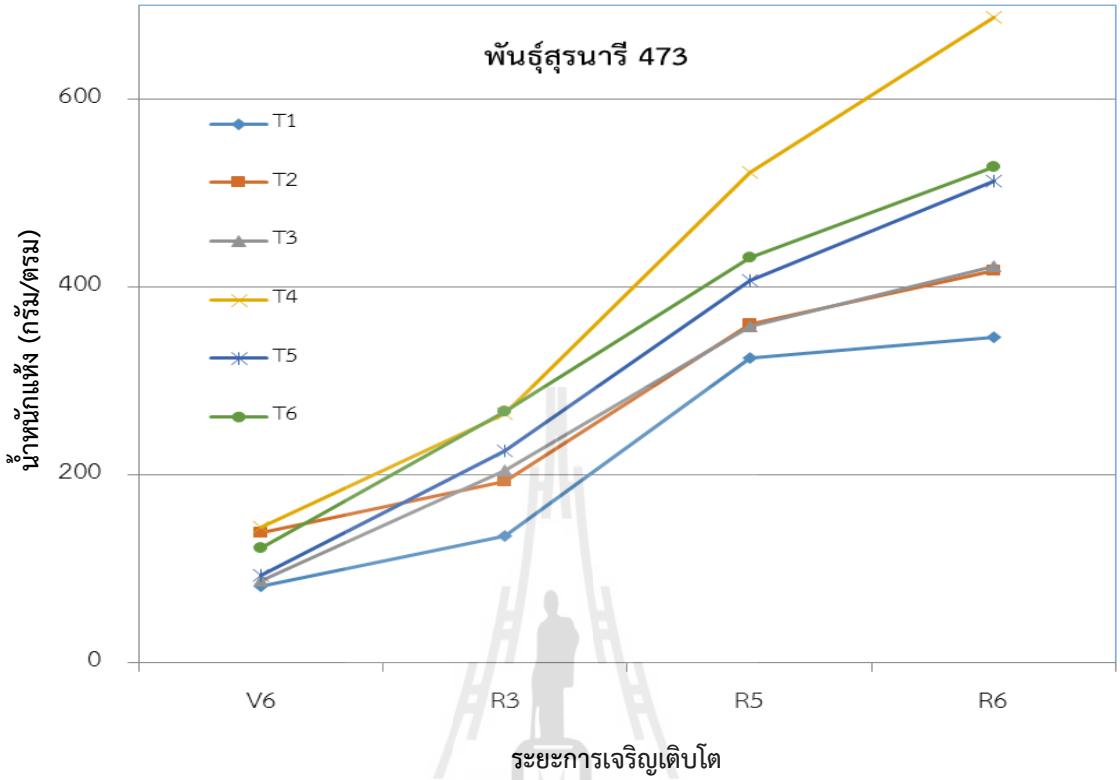
[2] **การให้น้ำ**: T1, T2 = วิธีเกษตรกร**,** T3, T4 = ให้น้ำ 6 ครั้ง**,** T5, T6 = ให้น้ำ 8-10 ครั้ง

ระยะปลูก : 70x30 ซม. = T1, T3, T5 และ 65x30 ซม. = T2, T4, T6

การกำจัดวัชพืช : T1, T2=พ่นยาครั้งแรก (ไม่กำจัดวัชพืช), T3, T4=พ่นยา 2 ครั้ง, T5, T6=พ่นยา 2 ครั้ง

การให้ปุ๋ย : T1, T2=ใส่ปุ๋ยรองพื้นครั้งเดียว (วิธีเกษตรกร), T3, T4=ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน, T5, T6=ใส่ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ+ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.12 น้ำหนักแห้งของทานตะวันพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อมีการให้ปัจจัยการผลิตแตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันลูกผสม

จากการนำสายพันธุ์ที่ผ่านการผสมกลับกับสายพันธุ์ที่มี normal cytoplasm แล้วนำสายพันธุ์ที่ได้มาทดสอบยีโนไทป์ N(msms) โดยใช้ 2 วิธีการ คือ วิธีการผสมกับพันธุ์ทดสอบ และการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ซึ่งผลจากการตรวจสอบสายยีโนไทป์ของสายพันธุ์ได้ผลดังนี้ 1) เมื่อนำสายพันธุ์ของโครงการ 3 สายพันธุ์ (2A, 5A และ 10A จำนวน 42, 55 และ 23 ต้น ตามลำดับ) ใช้เป็นต้นพ่อมาผสมกับพันธุ์ทดสอบที่มีดอกตัวผู้เป็นหมัน หากรุ่นลูกที่เกิดขึ้นเป็นหมันทั้งแถวบ่งชี้ว่าต้นที่ใช้เป็นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่าสายพันธุ์ 2A พบรุ่นลูกที่เป็นหมันทั้งแถว 11 แถว สายพันธุ์ 5A พบ 18 แถว และ 10A จำนวน 9 แถว บ่งชี้ว่าต้นพ่อมียีโนไทป์ N(msms) และคัดเลือกไว้ สำหรับการทดสอบวิธีการที่ 2 โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล HRG01 และ HRG02 หากต้นที่ทดสอบมียีโนไทป์ N(msms) จะไม่พบแถบดีเอ็นเอ ซึ่งจากการทดสอบโดยใช้ไพรเมอร์ HRG01 ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ส่วนไพรเมอร์ HRG02 สามารถแยกต้นที่มียีโนไทป์แตกต่างได้ โดยพบต้นที่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 740 bp ของสายพันธุ์ 2A จำนวน 10 ต้น 5A จำนวน 16 ต้น และ 10A จำนวน 9 ต้น จากนั้นเมื่อนำผลจากการทดสอบทั้ง 2 วิธีการแล้วเปรียบเทียบต้นที่มีลักษณะตรงกันทั้งสองวิธีพบว่ามีทั้งหมด 32 ต้นที่ได้ผลตรงกันในทั้งสองวิธีการ จากนั้นนำต้นเหล่านี้ไปขยายพันธุ์และคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี (มีลักษณะความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว สม่ำเสมอ โดยสายพันธุ์ที่ได้คะแนน 3.5–5 เท่านั้นที่ได้รับการคัดเลือก และเลือกต้นที่มีลักษณะคอดอกแข็งแรง ดอกที่ไม่บิดเบี้ยว) เพื่อใช้ผลิต B-line และใช้สำหรับเป็นสายพันธุ์ที่รักษา/ขยายพันธุ์ A-line จากนั้นนำสายพันธุ์เหล่านี้ไปขยายพันธุ์และคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีดังกล่าว แล้วนำมาทดลองผลิตลูกผสมจำนวน 3 คู่ (2A x 5A, 2A x 10A และ 5A x 10A) เมื่อนำเมล็ด F_1 ของคู่ผสมมาปลูกทดสอบและเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้า (แปซิฟิก 77) พบว่าคู่ผสมเหล่านี้มีผลผลิตใกล้เคียงกับลูกผสมทางการค้าและมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าเล็กน้อย ส่วนลักษณะอื่นๆ ทั่วไป (ความสูง ขนาดดอก ขนาดเมล็ด การติดเมล็ด การกะเทาะ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามทั้ง 3 คู่ผสมยังมีความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว น้อยกว่าลูกผสมทางการค้า ซึ่งอาจเนื่องจากในขั้นตอนการผลิตลูกผสมใช้ต้นพ่อ–แม่พันธุ์ จากหลายต้น (สายพันธุ์เหล่านี้ได้รับการผสมตัวเอง 10 ชั่วอายุ แต่ยังมีลักษณะไม่สม่ำเสมอเล็กน้อย) ทำให้ลูกผสมที่ได้มีความแปรปรวน บ่งชี้ได้ว่าการสร้างลูกผสมของการวิจัยนี้ทำให้ได้ลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงไม่แตกต่างกับพันธุ์ลูกผสมทางการค้าในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามยังต้องมีการปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น

เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีความสม่ำเสมอของความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว มากขึ้น และยังต้องมีการคัดเลือกและปรับปรุง A-line ไม่ให้มีลักษณะดอกบิดเบี้ยว

5.2 การเพิ่มผลผลิตทานตะวันโดยวิธีเขตกรรม

5.2.1 ผลของการให้น้ำต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน การทดสอบผลของการให้น้ำต่อทานตะวัน ได้แบ่งเป็นการให้น้ำ 2 แบบ ได้แก่ ช่วงเวลาและความถี่ในการให้น้ำต่อทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสม โดยทดสอบในทานตะวัน 2 พันธุ์คือ พันธุ์สังเคราะห์ (สุรนารี 473) และพันธุ์ลูกผสม (แปซิฟิก 77) ใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 2 ปี ในพื้นที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่มีลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย โดยทดสอบช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำแก่ทานตะวัน ได้เลือกทดสอบ 3 ระดับคือ ไม่ให้น้ำ ให้น้ำเมื่อน้ำในดินลงลง 30% AWHC และให้น้ำเมื่อน้ำในดินลงลง 50% AWHC ผลการทดลองพบว่าความถี่การให้น้ำที่ทำให้ทานตะวันทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักแห้งและผลผลิตสูง คือควรให้เมื่อความชื้นในดินลดลง 30 และ 50% AWHC สำหรับการทดสอบช่วงเวลาการให้น้ำที่เหมาะสมในดินชนิดนี้ ได้ทดสอบโดยใช้ช่วงเวลาในการให้น้ำ 5 ช่วง ได้แก่ ไม่ให้น้ำ ให้น้ำ 4, 6, 8, 10 ครั้งตลอดระยะเวลาของการปลูก ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่าการให้น้ำ 6–10 ครั้ง มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทานตะวันสูง และการให้น้ำ 8–10 ครั้งมีแนวโน้มได้ผลผลิตสูงที่สุด

5.2.2 ผลของชนิดปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน การทดสอบผลของการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ทดสอบผลของการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนที่ 2 ทดสอบผลของจุลธาตุต่อทานตะวัน การทดลองส่วนที่ 1 ได้เปรียบเทียบการให้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร กับการให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน การให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลการทดลองพบว่าการให้ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน การให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยเคมี+อินทรีย์ ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ทานตะวันมีน้ำหนักแห้ง และผลผลิตสูง สำหรับการทดลองส่วนที่ 2 ทดสอบผลของจุลธาตุ (โบรอน) ที่มีผลต่อทานตะวัน โดยการทดสอบระดับที่เหมาะสมของโบรอน ซึ่งพบว่าในดินร่วนเหนียวปนทรายจำเป็นต้องใส่โบรอนให้แก่ทานตะวัน เนื่องจากมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเรณู โดยเมื่อเพิ่มระดับโบรอนเป็น 500, 1,000 และ 1,500 กรัม/ไร่ จะทำให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพิ่มขึ้น และการให้โบรอนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้มีการดูดใช้โบรอนได้ดีขึ้น ซึ่งการให้โบรอน 1,500 กรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีผลให้ละอองเรณูมีชีวิตสูง ซึ่งส่งผลให้มีการติดเมล็ดและการให้ผลผลิตสูงด้วย จากการทดลองนี้ ได้หาระดับการให้โบรอนที่เหมาะสมในระยะออกดอกอยู่ในช่วง 1,338-2,963 กรัม/ไร่ แต่หากมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์แก่ดินค่าความเหมาะสมของการให้โบรอนจะน้อยกว่าการไม่ให้ปุ๋ยอินทรีย์ คืออยู่ในช่วง 894-1,669 กรัม/ไร่

5.2.3 ผลของความหนาแน่นประชากรต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน โดยใช้ระยะปลูก 6 ระยะ ได้แก่ 75 x 30, 75 x 25, 70 x 30, 70 x 25, 65 x 30 และ 65 x 25 ซม.

พบว่าระยะปลูกที่เหมาะสมกับทานตะวัน ได้แก่ การปลูกที่ระยะห่างระหว่างแถวและต้น 70x30 ซม. (7,619 ต้น/ไร่) และ 65x30 ซม. (8,205 ต้น/ไร่) มีน้ำหนักแห้ง และผลผลิตสูง บ่งชี้ว่าการปลูกควรมีระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 30 ซม. มีผลทำให้ทานตะวันทั้งสองพันธุ์มีผลผลิตสูงกว่าการปลูกที่ระยะอื่น ส่วนระยะระหว่างแถวที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 65–70 ซม. ประชากรหรือความหนาแน่นต่อไร่ควรอยู่ระหว่าง 7,600–8,200 ต้น/ไร่

5.2.4 ผลของการกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทานตะวัน ผลการทดสอบพบว่าการกำจัดวัชพืช 2 ครั้ง โดยฉีดยาคุมวัชพืชหลังจากปลูกและกำจัดหลังจากปลูก 35 วัน จะทำให้ทานตะวันได้ผลผลิตสูงสุด สำหรับการป้องกันกำจัดวัชพืชพบว่าควรทำ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ควรพ่นยาหลังปลูกทานตะวันหรือพ่นก่อนงอกและครั้งที่ 2 ควรกำจัดเมื่อทานตะวันอายุ 35 วันหลังปลูก หรือก่อนทานตะวันออกดอก จะส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการไม่กำจัดวัชพืชหรือการกำจัดวัชพืชเพียงครั้งเดียว

5.2.5 ผลของปัจจัยการผลิตต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน เมื่อนำผลจากการทดสอบทั้ง 4 ปัจจัย มาทดสอบร่วมกันเป็นการให้ปัจจัยการผลิต 3 ระดับ ได้แก่ การให้ในระดับต่ำ (วิธีของเกษตรกร) ระดับปานกลาง (ให้ปุ๋ยเคมี+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, ให้น้ำ 6 ครั้ง, กำจัดวัชพืช 2 ครั้งหากจำเป็น) และการให้ในระดับสูง (ให้ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยอินทรีย์+จุลธาตุ ตามค่าวิเคราะห์ดิน, ให้น้ำ 10 ครั้ง, กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง) โดยในทุกระดับของการให้ปัจจัยการผลิตใช้ 2 ระยะปลูก คือ 70 x 30 และ 65 x 30 ซม. ผลการทดสอบพบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลางและระดับสูงให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกัน แต่การให้ปัจจัยการผลิตระดับสูงมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่า และการปลูกโดยใช้ระยะปลูก 65 x 30 ซม. มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าระยะ 70 x 30 ซม.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

กิตติ สัจจาวัฒนา และ ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2549. การศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์ทานตะวันโดยใช้วิธีผสมพันธุ์แบบพบกันหมด. ว. เทคโนโลยีสุรนารี 13: 189–196.

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

จุฑาทิพย์ เทพบุญ. 2534. การตอบสนองต่อวันปลูกและความหนาแน่นของประชากรของพันธุ์ทานตะวันในสภาพเกษตรน้ำฝน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเกษตร ม.เชียงใหม่.

จุฑามาศ เพียซ้าย และ ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2552. ความเสถียรของผลผลิตของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และลูกผสม. ว. หาดใหญ่วิชาการ 7: 85–96.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2537. Responses to water stress of sunflower *(Helianthus annuus* L.*)*. วารสารเกษตร. 10(2): 114-128.

ฐิติพร มะชิโกวา และ ปิยะดา ตันตสวัสดิ์. 2554. ใน รายงานการวิจัย โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 56 หน้า.

นลินี ศิวากรณ์. 2550. ทานตะวันกับการขาดธาตุโบรอน. *ใน* ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา. ปีที่ 12. ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2545. หน้า 84-87.

นิตยา วานิกร, วิจารณ์ วิชชุกิจ และรังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2534. ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดวัชพืชในทานตะวันต้นฝนและปลายฝน. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29, 4–7 กุมภาพันธ์ 2534. รายงานผลการวิจัย สาขาพืช. กรุงเทพฯ. หน้า 483–492.

เบญจมาศ คำสืบ, รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์, สายชล จอมเกาะ และสลิล ภู่วิภาดา. 2548. ศึกษาประสิทธิภาพสารควบคุมวัชพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 สภาพนา. ใน การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 4, 16–18 พฤศจิกายน 2548. ณ โรงแรมเนวาด้าแกรนด์ จ. อุบลราชธานี. หน้า 139–144.

ประสาตร์ ล้อมลาย. 2534. ความต้องการโบรอนของทานตะวันที่ปลูกบนที่ดอน ในจังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 90 หน้า.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2546. โบรอน จุลธาตุอาหารพืช. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 169 หน้า.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ปิยะดา ทิพยผ่อง, กิตติ สัจจาวัฒนา, มนตรี แหนงใหม่, ชัยยะ แสงอุ่น, ยศศักดิ์ แก้มค้างพลู, ยุพยงค์ จันร์ขำ, จุฑามาศ เพียซ้าย, ภาคภูมิ ศรีหมื่นไวย และ ฐิติพร มะชิโกวา. 2548.

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง. ใน รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน ระยะที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 46 หน้า.

มานัส แสนมณีชัย และภิญโญ ศิรินันท์. 2531. การตอบสนองของทานตะวันต่อธาตุโบรอน. ใน สัมมนาวิชาการ โครงการพืชน้ำมัน ครั้งที่ 2. วันที่ 13–15 กรกฎาคม 2531. โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ จ. เชียงใหม่.

สมศักดิ์ ทองศรี, อัจฉรา ลิ่มศิลา, จิราพร พุฒขาว และ วารีย์ เวรวรณ์. 2550. มันสำปะหลัง. ใน การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2550, 28–30 ส.ค. 2550. ณ โรงแรมรุคส์ ฮอลิเดย์ โฮเต็ลแอนด์รีสอร์ท จ.แม่ฮ่องสอน. หน้า 1–17.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ก. ทานตะวัน. [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.oae.go.th

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศปี 2551. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสาวรี บำรุง. 2550. ทานตะวัน. ใน การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2550, 28–30 ส.ค. 2550. ณ โรงแรมรุคส์ ฮอลิเดย์ โฮเต็ลแอนด์รีสอร์ท จ.แม่ฮ่องสอน. หน้า 123–130.

Asad. A., Blamey, F.P.C. and Edwards, D.G. 2002. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plants grown in nutrient solution. Plant Soil. 243: 243–252.

Bakht, J., Shafi, M., Yousaf, M., Raziuddin, and Khan, M.A. 2010. Effect of irrigation on physiology and yield of sunflower hybrids. Pak. J. Bot., 42: 1317–1326.

Blamey, F.P., Mould, D. and Chapman, J. 1978. Critical boron concentrations in plant tissue of two sunflower cultivars. Agron. J. 71: 243–247.

Cakmak, I. and Römheld, V. 1997. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Plant Soil. 193: 71–83.

Carter. J.F. 1978. Sunflower Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. USA.

Chieochansilp, A., Machikowa, T. and Laosuwan P. 2012. Performance of hybrid and synthetic varieties of sunflower grown under different levels of input. Suranaree J. Sci. Technol. 19(2): 105–112.

Dell, B. and Huang, L. 1997. Physiological response of plants to low boron. Plant Soil. 193: 103–120.

Huang, L., Pant, J., Dell, B. and Bell, R.W. 2000. Effects of boron deficiency on anther development and floret fertility in wheat (*Triticum aestivum* L. `Wilgoyne'). Ann. Bot. 85: 493–500.

Ibrahim, H.M. 2012. Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. APCBEE Procedia 4: 175–182.

Jellum, M.D., Boswell, F.C. and Young, C.T. 1973. Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. Agron. J. 65: 330-331

Johnson, B.J. 1971. Effect of weed competition on sunflower. Weed Sci. 19: 378–380.

Köhler, R.H., 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

Krudnak, A., Wonprasaid, S. and Machikowa, T. 2013. Boron affects pollen viability and seed set in sunflowers. Afr. J. Agric. Res. 8(2): 162–166.

Kusterer, B., Horn, R. and Friedt, W. 2005. Molecular mapping of the fertility restoration locus *Rf1* in sunflower and development of diagnostic markers for the restorer gene. Euphytica, 143: 35–42.

Laosuwan, P. 1997. Sunflower production and research in Thailand. Suranaree J. Sci. Technol. 4: 159–167 (สรุปการค้นคว้าวิจัยทานตะวันในประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปี 2533).

Laosuwan, P. and Macartney, J.C. 1992. On-farm Research Methodology for Extension. A case History from Oilseed Crops. EC-TISTR Oilseed Crop Development Project, Thailand Institute of Scientific and Technology Research, Bangkok, Thailand.

Olowe, V.I.O. 2005. Effect of population density on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the transition zone of south west Nigeria. Tropical Agricultural Research and Extension 8: 37–44.

Oyinlola, E.Y. 2007. Effect of boron fertilizer on yield and oil content of three sunflower cultivars in the Nigerian savanna. J. Agron. 6: 421–426.

Power, P.P. and Wood, W.G. 1997. The chemistry of boron and its speciation in plant. Plant Soil. 193: 1–13.

Rerkasem, B., Netsangtip, R., Lordkaew, S. and Cheng, C. 1989. Grain set failure in boron deficiency wheat. Plant Soil, 155-156: 309–312.

Rerkasem, B., Lordkaew, S. and Dell, B. 1997. Boron requirement for productive development in wheat. In Ando et al. (Eds.). Plant nutrition for sustainable food production and environment. Kluwer Academic Publishers. Japan. 69–73.

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.

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, 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.

Robinson, R.G. 1978. Production and Culture. *In* Carter. J.F. (ed.) Sunflower Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. USA. pp. 89–144.

Scheiner, J.D., Flavio, H.G.B. and Lavado, R.S. 2002. Sunflower nitrogen requirement and ^{15}N fertilizer recovery in Western Pampus, Argentina. European Journal of Agronomy 17: 73–79.

Schneiter, A.A. and Miller, J.E. 1981. Description of sunflower growth states. Crop Sci. 21: 901–903.

SPSS Inc. 2005. SPSS *for Windows, v.14.0.* Chicago, SPSS.

Süzer, S. 2010. Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. Helia 33: 207–214.

Yang, Y. and J. Xue. 1989. Boron content of organic manures and their effect on boron availability in soils. *In* Research Reports on Plant Micronutrients. Plant Nutrition Division, Dept. China. pp. 7–8.

Zemichael, B. 1989. Crop loss assessment due to weed competition in sunflower. Oil Crop Newsletter 6: 42–44.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. **ชื่อ** (ภาษาไทย) นางสาว ฐิติพร มะชิโกวา
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Thitiporn Machikowa

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
   สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. **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

4. **ประวัติการศึกษา**
   5.1 ปริญญาตรี สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน ม. เทคโนโลยีสุรนารี
   ปีที่สำเร็จ 2541
   5.2 ปริญญาโท ไม่มี (เข้าศึกษาต่อปริญญาเอกหลังจบปริญญาตรี)
   5.3 ปริญญาเอก สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน ม. เทคโนโลยีสุรนารี
   ปีที่สำเร็จ 2547

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   Plant Breeding, Statistics

6. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:**
   6.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
   1) โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. แหล่งทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2549
   2) โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2550-2552
   3) โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2551-2553

4) โครงการผลิตเมล็ดทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์นอกฤดู. แหล่งทุน บริษัทแกมมาเวิล์ด จำกัด. ปี 2552

5) โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2552-2554

6) โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2553-2555

7) โครงการเทคโนโลยีการผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ “สุรนารี 473” ในแปลงเกษตรกร. แหล่งทุน สกอ.

8) โครงการการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในสภาพที่มีไนโตรเจนสูง. แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

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. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

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. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

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

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. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Saetang, C. and **Machikowa, T.** 2009. Heterosis and inbreeding depression on seed yield of sunflower.

Machikowa, T. and Saetang, C. 2010. Combining Ability for Yield and Agronomic Characters in Sunflower. In ASA, CSSA and SSSA 2010 International Annual Meetings. Oct. 31 – 4 Nov. 2010, Long Beach, CA, USA. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Funpeng, K. and **Machikowa, T.** 2010. Correlation and path coefficient analysis on agronomic characters in sunflower. *In* The 11 Agricultural Conference 2010. Khon Kaen University, Thailand, Jan. 25-26, 2010. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Tantasawat, P., Trongchuen, J., Prajongjai, T., Thongpae, T., Petkhum, C., Seehalak, W. and **Machikowa, T**. 2010. Variety identification and genetic relationships of mungbean and blackgram in Thailand based on morphological characters and ISSR analysis. Afr. J. Biotechnol. 9(27): 4,452-4,464. ผู้ร่วมวิจัย.

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. ผู้ร่วมวิจัย.

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

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. ผู้ร่วมวิจัย.

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

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

Machikowa, T. 2011. Genetic variability and heritability of quantitative traits in sunflower. *In* International Symposium on Sunflower Genetic Resources, 16-20 Oct. 2011, Turkey. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Saensee, K., **Machikowa, T.** and Muangsan, N. 2011. Evaluation of drought response of sunflower synthetic varieties/ lines. *In* International Symposium on Sunflower Genetic Resources, 16-20 Oct. 2011, Turkey. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.

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

Saensee, K., **Machikowa, T.** and Muangsan, N. 2012. Comparative performance of sunflower synthetic varieties under drought stress. Int.J. Agric. Biol., 14: 929-934. ผู้ร่วมวิจัย

Saensee, K., **Machikowa, T.** and Muangsan, N. 2012. Antioxidant enzyme response to drought stress in sunflower *(Helianthus annuus L.).* In The 10th International Congress on Plant Molecular Biology. 21-26 October 2012. Jeju, Korea.

Chieochansilp, T., **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. 2012. Performance of hybrid and synthetic varieties of sunflower grown under different levels of input. Suranaree J. Sci. Technol. 19(2):105-111.

Machikowa, T., Wonprasaid, S. and Kulrattanarak, T. 2013. Effects of ultrasonic treatment on germination of synthetic sunflower seeds. *In* World Academy of Science, Engineering and Technology, January 14-15, 2013 Zurich, Switzerland.

Krudnak, A., Muangsan, N. and **Machikowa, T.** 2013. High frequency callus induction through anther culture in high oil sunflower (*Helianthus annuus* L.). KKU Res. J. 2013; 18(1):62-72. หัวหน้าโครงการ.

Krudnak, A., Wonprasaid, S. and **Machikowa, T.** 2013. Boron affected pollen viability and seed set in sunflower. Afr. J. Agric. Res. 8(2): 162-166. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Chanthai, S**., Machikowa, T.** and Wonprasaid, S. 2013. Effects of fertigation, water application frequency and soil amendment on tomato production. ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.

Machikowa, T., Wonprasaid, S. and Kulrattanarak, T. 2013. Effects of ultrasonic treatment on germination of synthetic sunflower seeds. *In* World Academy of Science, Engineering and Technology, January 14-15, 2013 Zurich, Switzerland. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Sukkasem, C., Laosuwan, P., Wonprasaid and **Machikowa, T.** 2013. Environmental conditions on oleic acid of sunflower seeds. In 2nd International Conference on Agriculture and Environment Systems (ICAES' 13), April 23-24, 2013, Thailand. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

Singchai, A., Muangsan, N., and **Machikowa, T.** 2013. Evaluation of SSR markers associated with high oleic acid in sunflower. International Journal of Agricultural, Biosystems Science and Engineering, 7: 326-329. หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – สกุล นายสุดชล วุ้นประเสริฐ
Mr. Sodchol Wonprasaid

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224161, โทรสาร 044-224281
e-mail sodchol@sut.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ชื่อสถาบัน	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขา	ปีที่จบ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ตรี	B.Sc.	Agronomy	1983
University of Western Australia, Australia	โท	M.Sc.	Crop Science	1992
University of Kentucky, USA.	เอก	Ph.D.	Soil Science	2003

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Plant nutrition, Irrigation

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

6.1 ผู้อำนวยการแผนการวิจัย :

1. ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย เรื่อง “เทคโนโลยีการจัดการดิน น้ำ และศัตรูพืช สำหรับการผลิตมันสำปะหลัง”
2. ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย เรื่อง “เทคโนโลยีการจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช สำหรับการผลิตมันสำปะหลัง”

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1 Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. ACIAR

2 Integrated nutrient management for rainfed lowland conditions. IRRI

3. Biogas Gas Generation from Animal Manures in the Fermented Tank Adopted from Chinese Fixed Dome Model and Their Residue Applications in Organic Farming

4. Nitrogen Fixation Efficiency of *Azotobactor vinelandii* and *Azospirillum largimobile* in System of Rice Intensification
5. การจัดการน้ำและธาตุอาหารพืชในถั่วเหลือง
6. การศึกษาสัดส่วนและความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในการผลิตผักคะน้าและผักชี ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในระบบ

7 การพัฒนาต้นแบบเกษตรอินทรีย์ภายใต้กรอบทฤษฎีใหม่

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. ความไวในการตอบสนองของดัชนีชี้วัดคุณภาพของดินต่อการ จัดการดินและระบบพืช. (2546) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 9. 5 หน้า. หัวหน้าโครงการ
2. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึง N ของถั่วที่มีต่อผลผลิต ข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลือง โดย N-15 เทคนิค. (2545) วารสารดินและปุ๋ย. 24: 1-21. ผู้ร่วมวิจัย
3. ประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลือง. (2539) รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6. 3-6 กันยายน 2539. หน้า 172-179. หัวหน้าโครงการ
4. การใช้ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. (2536). รายงานประจำปีศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร. หน้า 109-115. ผู้ร่วมวิจัย
5. Nitrous Oxide Emissions from Fertilized Upland Fields in Thailand. (2001) Nutrient Cycling in Agro-ecosystems. 57:55-65. ผู้ร่วมวิจัย
6. The management of rice straw, fertilizers and leaf litters to enhance the sustainability of rice cropping systems in North-east Thailand. 1. Soil Carbon Dynamic. (1999) Plant and Soil. 209,21-28. ผู้ร่วมวิจัย
7. The management of rice straw, fertilisers and leaf litters in rice cropping systems in Northeast Thailand. 2. Rice yields and nutrient balances. (1999) Plant and Soil. 209, 29-36. ผู้ร่วมวิจัย
8. Improved water conservation and nutrient-use efficiency via subsoil compaction and mineral fertilization. . (1998) In: Rainfed Lowland Rice : Advances in Nutrient Management Research, Ladha JK, Wade LJ, Dobermann A, Reichardt W, Kirk GJD, Piggin C (editors). International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines 245-256. . ผู้ร่วมวิจัย
9. Performance of contrastingrice cultivars selected for rainfed lowland conditions in relation to soil fertility and water availability. (1996) Field Crops Research. 47: 267 หัวหน้าโครงการ
10. Organic matter residue management in lowland rice in northeast Thailand. (1995) ACIAR Proceedings No. 56. 98-103. หัวหน้าโครงการ

11. Integrated nutrient management on Sesbanla-rice systems. . 1993 RLRC Final Report IRRI35-37. หัวหน้าโครงการ
12. Screening aquatic legumes for potential use as pre-rice green manure on unproductive sandy soil. (1992) RLRC Final Report IRRI. 36-39. หัวหน้าโครงการ
13. Control release and split fertilizer application for rainfed lowland rice in sandy soils.(1992) RLRC Final Report IRRI. 40. หัวหน้าโครงการ

6.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. Rubber Production System Development in the Northeast หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
2. Development of Techniques in Micro Irrigation and Fertigation for Chili and Tomato Production in the Northeast หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
3. Soil and Water Management for Ratoon Yield Improvement of Sugarcane in the Northeast หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี