# ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ต่อทานตะวัน

นายธีรชัย เชี่ยวชาญศิลป์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2554

# EFFECT OF DIFFERENT INPUT LEVELS

# ON SUNFLOWERS

**Theerachai Chieochansilp**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the**

**Degree of Master of Science in Crop Production Technology**

**Suranaree University of Technology**

**Academic Year 2011**

**ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ต่อทานตะวัน**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผศ. ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ)
ประธานกรรมการ

_____

(ศ. ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผศ. ดร.ฐิติพร มะชิโกวา)
กรรมการ

_____

(ผศ. ดร.หัสไชย บุญจูง)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ธีรชัย เชี่ยวชาญศิลป์ : ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ต่อทานตะวัน (EFFECT OF DIFFERENT INPUT LEVELS ON SUNFLOWERS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 82 หน้า.

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกแพร่หลายในภาคกลาง การผลิตพืชนี้ให้มีกำไรขึ้นอยู่กับการปรับปรุงพันธุ์ที่ดีและใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม ปัจจัยการผลิตได้แก่ การให้น้ำ การให้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช ฯลฯ ได้ทำการทดลองเพื่อประเมินศักยภาพของพันธุ์ทานตะวัน และผลสนองตอบของพันธุ์ต่อชุดปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 ในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้พันธุ์ลูกผสม 2 พันธุ์คือ พันธุ์แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77 พันธุ์สังเคราะห์ 4 พันธุ์คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1, สุรนารี 471, สุรนารี 473 และ LOC ทำการทดลองพันธุ์เหล่านี้โดยใช้ปัจจัยการผลิต 4 ชุดคือ (1) ปัจจัยการผลิตระดับต่ำ, (2) ปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง, (3) ปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และ (4) ปัจจัยการผลิตระดับสูง โดยใช้แผลการทดลองแบบ Split-plot จำนวน 3 ซ้ำ ผลของการทดลองปรากฏว่า พันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่พันธุ์แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77 ให้ผลผลิต 320 และ 319 กก./ไร่ ในพันธุ์สังเคราะห์พบว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 303 กก./ไร่ ชุดปัจจัยการผลิตระดับสูง (ชุดที่ 4) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 367 กก./ไร่ และชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ (ชุดที่ 1) ให้ผลผลิตต่ำสุด 188 กก./ไร่ พบว่าลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันสนองตอบต่อปัจจัยการผลิตในทางบวกแทบทุกลักษณะยกเว้นการหักล้ม ทั้งนี้รวมถึงผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ขนาดดอก ความสูง อายุออกดอก ผลตอบแทนด้านกำไรของทานตะวันเพิ่มขึ้นตามอัตราของปัจจัยการผลิต พันธุ์ลูกผสมจากการใช้ปัจจัยการผลิตชุดที่ 1, 2, 3 และ 4 ได้ผลตอบแทน 1,790, 2,690, 2,370 และ 2,115 บาทต่อไร่ตามลำดับ และพันธุ์สังเคราะห์ได้ผลตอบแทน 1,740, 2,310, 2,470 และ 2,230 บาทต่อไร่ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วปัจจัยการผลิตระดับที่ 2 หรือระดับกลาง เป็นชุดที่ควรแนะนำแก่เกษตรกร

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

THEERACHAI CHIEOCHANSILP : EFFECT OF DIFFERENT INPUT LEVELS ON SUNFLOWERS. THESIS ADVISOR : PROFESSOR PAISAN LAOSUWAN, Ph.D, 82 PP.

SUNFLOWER/INPUT PACKAGE

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an important oil crop of Thailand and being grown widely in the Central part. The profitable yield of this crop requires good varieties and adequate application of inputs in terms of irrigation, fertilizer application, weed control, and etc. This experiment was conducted to evaluate sunflower varieties and their response to different levels of input. The experiment was conducted during December 2009 to September 2010 at Suranaree University of Technology experimental farm using two varieties of hybrid including Pacific 22 and Pacific 77 and four synthetic varieties including Chiangmai 1, Suranaree 471, Suranaree 473 and LOC. These varieties were evaluated across four inputs packages by using a strip-plot design in three replications. The four inputs packages were (1) Low input, (2) Medium input, (3) Recommend input and (4) High input. The results showed that both hybrid varieties statistically outyielded synthetic varieties. Their yields were 320 and 319 kg rai$^{-1}$ for Pacific 22 and Pacific 77, respectively. Among synthetic varieties, Chiangmai 1 gave the highest yield of 303 kg rai$^{-1}$. The responses of sunflowers to inputs were highly significant for all characters measured except stalk lodging. The highest yield obtained from the applications of the high input package was 367 kg rai$^{-1}$, whereas the low input package gave the lowest yield of 188 kg rai$^{-1}$. Many characters of sunflower responded positively to the package levels. These included seed yield, oil content, disk size, plant height, days to flowering etc.

The net return for yield of sunflowers increased according to package levels. The net return obtained for hybrid varieties for packages 1, 2, 3 and 4 were 1,790, 2,690, 2,370 and 2,115 bath per rai, respectively, the net return for synthetic varieties were 1,740, 2,310, 2,470 and 2,230 bath per rai, respectively. On the average, the second package of input or medium input was most suitable to recommend to farmers.




School of Crop Production Technology
Academic Year 2011

Student's Signature_____
Advisor's Signature_____
Co-advisor's Signature _____

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

ศาสตราจารย์ (เกียรตคุณ) ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ทั้งด้านการเรียน งานวิจัยอย่างดียิ่ง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้จนเสร็จสมบูรณ์ เป็นแบบอย่างอาจารย์และนักวิจัยที่ดี มีคุณธรรม และให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดชล วุ้นประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสไชย บุญจูง ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้จนเสร็จสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์ อินทรประเสริฐ ผู้ตรวจทาน และแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อเมล็ดพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนแล้วเสร็จ

ขอขอบคุณ คุณเอกวัฒน์ ธาราพฤกษพงศ์ คุณนวลปรางค์ อุทัยดา และเจ้าหน้าที่ประจำอาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์สำหรับห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณพนักงานฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในส่วนของแปลงทดลอง รวมถึงเพื่อน พี่น้องนักศึกษาปริญญาโท และปริญญาเอกทุกท่าน ที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนแล้วเสร็จ

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ธีรชัย เชี่ยวชาญศิลป์

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
สารบัญภาคผนวกตาราง ..... ฎ
สารบัญภาคผนวกภาพ ..... ฐ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฑ

**บทที่**

**1 บทนำ** ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย ..... 3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4

**2 ปริทรรศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 5
2.1 ข้อมูลพื้นฐานของทานตะวัน ..... 5
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของทานตะวัน ..... 6
2.3 การเจริญเติบโตของทานตะวัน ..... 7
2.4 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันและการพัฒนาพันธุ์ทานตะวัน ในประเทศไทย ..... 9
2.5 การพัฒนาพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์สังเคราะห์ในทานตะวัน ..... 10
2.6 ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน ..... 11
2.7 ความสัมพันธ์ของธาตุอาหารต่อผลผลิต ..... 12

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 ชุดเทคโนโลยีที่ใช้จัดการปัจจัยการผลิต และการวิเคราะห์ต้นทุน 14
**3 ระเบียบวิธีการวิจัย** 16
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 16
3.2 สถานที่ทำการทดลอง 16
3.3 ระยะเวลาทำการทดลอง 16
3.4 ขั้นตอนการทดลอง 16
3.4.1 การกำหนดชุดปัจจัยการผลิต (input package) 16
3.4.2 การปลูกทดลอง 18
3.5 การบันทึกผล 18
3.5.1 ลักษณะการเจริญเติบโต 18
3.5.2 ผลผลิต 18
3.5.3 องค์ประกอบผลผลิต 19
3.5.4 ลักษณะการหักล้ม และการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ 19
3.5.5 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 20
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 21
3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อชุดปัจจัยการผลิต 22
3.7.1 ค่าเตรียมดิน 22
3.7.2 ค่าแรงงานและค่าจ้าง 22
3.7.3 ค่าปุ๋ย 22
3.7.4 ค่าน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำ 22
3.7.5 ค่านวดเมล็ด 22
3.7.6 ค่าเมล็ดพันธุ์ 22
3.7.7 การวิเคราะห์ผลตอบแทนของการใช้ชุดปัจจัยการผลิต 22
**4 ผลการทดลอง และวิจารณ์** 24
4.1 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ 24
4.1.1 ผลการศึกษาพัฒนาการของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิต ในระดับต่าง ๆ 24

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 24

4.1.3 ผลการศึกษาปัจจัยการผลิตต่อลักษณะทางการเกษตร ของทานตะวัน และปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับปัจจัยการผลิต ..... 24

4.2 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ของพันธุ์ ..... 25

4.2.1 ผลผลิต ..... 25

4.2.2 ขนาดเมล็ด ..... 25

4.2.3 ขนาดดอก ..... 25

4.2.4 เปอร์เซ็นต์การนวด ..... 25

4.2.5 อายุออกดอก ..... 26

4.2.6 การหักล้ม ..... 26

4.2.7 โรคใบไหม้ ..... 26

4.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ..... 26

4.2.9 ความสูง ..... 27

4.2.10 จำนวนใบ ..... 27

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนา ..... 27

4.3.1 ความสูง ..... 27

4.3.2 จำนวนใบ ..... 27

4.4 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 32

4.4.1 ผลผลิต ..... 32

4.4.2 ขนาดเมล็ด ..... 32

4.4.3 ขนาดดอก ..... 32

4.4.4 เปอร์เซ็นต์การนวด ..... 32

4.4.5 อายุออกดอก ..... 33

4.4.6 การหักล้ม ..... 33

4.4.7 โรคใบไหม้ ..... 33

4.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ..... 33

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ผลการตอบสนองของพันธุ์ต่อปัจจัยการผลิต ..... 34
4.5.1 แปซิฟิก 22 ..... 34
4.5.2 แปซิฟิก 77 ..... 34
4.5.3 เชียงใหม่ 1 ..... 35
4.5.4 สุรนารี 471 ..... 35
4.5.5 สุรนารี 473 ..... 41
4.5.6 LOC ..... 41
4.6 ผลของปัจจัยการผลิตต่อการพัฒนา ..... 47
4.6.1 ความสูง ..... 47
4.6.2 จำนวนใบ ..... 47
4.7 ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 48
4.7.1 ผลผลิตและปัจจัยการผลิต ..... 48
4.7.2 เปอร์เซ็นต์น้ำมันและปัจจัยการผลิต ..... 49
4.7.3 ขนาดเมล็ดและปัจจัยการผลิต ..... 49
4.8 ผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 53
4.8.1 ต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
4.8.2 ผลตอบแทนและผลกำไรจากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
4.8.3 ผลตอบแทนและผลกำไรของพันธุ์ทานตะวัน
จากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
**5 สรุปผลการทดลอง** ..... 57
รายการอ้างอิง ..... 60
ภาคผนวกตาราง ..... 65
ภาคผนวกภาพ ..... 78
ประวัติผู้เขียน ..... 82

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
สารบัญภาคผนวกตาราง ..... ฎ
สารบัญภาคผนวกภาพ ..... ฐ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฑ

**บทที่**

**1 บทนำ** ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย ..... 3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4

**2 ปริทรรศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 5
2.1 ข้อมูลพื้นฐานของทานตะวัน ..... 5
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของทานตะวัน ..... 6
2.3 การเจริญเติบโตของทานตะวัน ..... 7
2.4 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันและการพัฒนาพันธุ์ทานตะวัน ในประเทศไทย ..... 9
2.5 การพัฒนาพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์สังเคราะห์ในทานตะวัน ..... 10
2.6 ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน ..... 11
2.7 ความสัมพันธ์ของธาตุอาหารต่อผลผลิต ..... 12

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 ชุดเทคโนโลยีที่ใช้จัดการปัจจัยการผลิต และการวิเคราะห์ต้นทุน 14
**3 ระเบียบวิธีการวิจัย** 16
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 16
3.2 สถานที่ทำการทดลอง 16
3.3 ระยะเวลาทำการทดลอง 16
3.4 ขั้นตอนการทดลอง 16
3.4.1 การกำหนดชุดปัจจัยการผลิต (input package) 16
3.4.2 การปลูกทดลอง 18
3.5 การบันทึกผล 18
3.5.1 ลักษณะการเจริญเติบโต 18
3.5.2 ผลผลิต 18
3.5.3 องค์ประกอบผลผลิต 19
3.5.4 ลักษณะการหักล้ม และการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ 19
3.5.5 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน 20
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 21
3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อชุดปัจจัยการผลิต 22
3.7.1 ค่าเตรียมดิน 22
3.7.2 ค่าแรงงานและค่าจ้าง 22
3.7.3 ค่าปุ๋ย 22
3.7.4 ค่าน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำ 22
3.7.5 ค่านวดเมล็ด 22
3.7.6 ค่าเมล็ดพันธุ์ 22
3.7.7 การวิเคราะห์ผลตอบแทนของการใช้ชุดปัจจัยการผลิต 22
**4 ผลการทดลอง และวิจารณ์** 24
4.1 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ 24
4.1.1 ผลการศึกษาพัฒนาการของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิต ในระดับต่าง ๆ 24

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 24

4.1.3 ผลการศึกษาปัจจัยการผลิตต่อลักษณะทางการเกษตร ของทานตะวัน และปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับปัจจัยการผลิต ..... 24

4.2 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ของพันธุ์ ..... 25

4.2.1 ผลผลิต ..... 25

4.2.2 ขนาดเมล็ด ..... 25

4.2.3 ขนาดดอก ..... 25

4.2.4 เปอร์เซ็นต์การนวด ..... 25

4.2.5 อายุออกดอก ..... 26

4.2.6 การหักล้ม ..... 26

4.2.7 โรคใบไหม้ ..... 26

4.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ..... 26

4.2.9 ความสูง ..... 27

4.2.10 จำนวนใบ ..... 27

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนา ..... 27

4.3.1 ความสูง ..... 27

4.3.2 จำนวนใบ ..... 27

4.4 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 32

4.4.1 ผลผลิต ..... 32

4.4.2 ขนาดเมล็ด ..... 32

4.4.3 ขนาดดอก ..... 32

4.4.4 เปอร์เซ็นต์การนวด ..... 32

4.4.5 อายุออกดอก ..... 33

4.4.6 การหักล้ม ..... 33

4.4.7 โรคใบไหม้ ..... 33

4.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน ..... 33

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ผลการตอบสนองของพันธุ์ต่อปัจจัยการผลิต ..... 34
4.5.1 แปซิฟิก 22 ..... 34
4.5.2 แปซิฟิก 77 ..... 34
4.5.3 เชียงใหม่ 1 ..... 35
4.5.4 สุรนารี 471 ..... 35
4.5.5 สุรนารี 473 ..... 41
4.5.6 LOC ..... 41
4.6 ผลของปัจจัยการผลิตต่อการพัฒนา ..... 47
4.6.1 ความสูง ..... 47
4.6.2 จำนวนใบ ..... 47
4.7 ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 48
4.7.1 ผลผลิตและปัจจัยการผลิต ..... 48
4.7.2 เปอร์เซ็นต์น้ำมันและปัจจัยการผลิต ..... 49
4.7.3 ขนาดเมล็ดและปัจจัยการผลิต ..... 49
4.8 ผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 53
4.8.1 ต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
4.8.2 ผลตอบแทนและผลกำไรจากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
4.8.3 ผลตอบแทนและผลกำไรของพันธุ์ทานตะวัน
จากการใช้ปัจจัยการผลิต ..... 53
**5 สรุปผลการทดลอง** ..... 57
รายการอ้างอิง ..... 60
ภาคผนวกตาราง ..... 65
ภาคผนวกภาพ ..... 78
ประวัติผู้เขียน ..... 82

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ และมูลค่าของผลผลิตทานตะวัน ตามราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี พ.ศ. 2543-2551 ..... 6

2 ระยะการเจริญเติบโตของทานตะวัน ..... 8

3 แสดงชุดปัจจัยการผลิตที่ใช้ทดลองในทานตะวัน ..... 17

4 แหล่งคามปรวนแปรในแผนการทดลองแบบสตริปพลอต ..... 21

5 แสดงปัจจัยการผลิตที่ใช้ในแต่ละชุดเทคโนโลยี ..... 23

6 ค่า Mean square ของลักษณะพัฒนาการในทานตะวัน 6 พันธุ์ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 28

7 ค่า Mean square ของลักษณะทางการเกษตรในทานตะวัน 6 พันธุ์ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 29

8 ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบในช่วงอายุต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ..... 30

9 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรในทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ..... 31

10 ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบในช่วงอายุต่าง ๆ ของทานตะวัน เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 36

11 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ ..... 36

12 ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามปัจจัยการผลิต ..... 44

13 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามปัจจัยการผลิต ..... 45

14 ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 51

15 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในการปลูกทานตะวัน ..... 54

16 ตารางวิเคราะห์ผลตอบแทนของการใช้ชุดเทคโนโลยีในการผลิตทานตะวัน ..... 55

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางที่** **หน้า**

17 ตารางวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิต
ระดับต่าง ๆ ในการปลูกทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ ..... 56

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**


1 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์แปซิฟิก 22 เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 37
2 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 38
3 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์เชียงใหม่ 1 เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 39
4 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์สุรนารี 471 เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 40
5 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 42
6 การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์ LOC เมื่อได้รับ
ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 43
7 แสดงการพัฒนาความสูงของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ
ในแต่ละช่วงของอายุ ..... 47
8 แสดงการพัฒนาจำนวนใบของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ
ในแต่ละช่วงของอายุ ..... 48
9 แสดงผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิต
ในระดับต่าง ๆ กัน ..... 49
10 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิต
ในระดับต่าง ๆ ..... 50
11 แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ดของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิต
ในระดับต่าง ๆ ..... 50

# สารบัญภาคผนวกตาราง

**ตารางภาคผนวกที่** **หน้า**


1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิต ที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2548-2550 ..... 66

2 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิต ที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2548-2550 ..... 67

3 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ารายเดือนของน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2552 ..... 68

4 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ารายเดือนของน้ำเมล็ดทานตะวันระหว่างปี พ.ศ. 2549-2552 ..... 69

5 ลักษณะของชุดดินจัตุรัส (Chatturat series: Ct) ..... 70

6 คุณสมบัติของชุดดินจัตุรัส (Chatturat series: Ct) ..... 71

7 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ..... 72

8 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) ในการปลูก ทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ..... 74

9 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$) ในการปลูกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ..... 75

10 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) ในการปลูกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ..... 76

11 ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับสูง ($A_4B_3C_3$) ในการปลูก ทานตะวัน พันธุ์ต่าง ๆ ..... 77

# สารบัญภาคผนวกภาพ

**ภาคภาคผนวกที่** **หน้า**


1 อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา ..... 79

2 อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา ..... 79

3 จำนวนวันฝนตกของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา ..... 80

4 ปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมงของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา ..... 80

5 ปริมาณฝนทั้งหมดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา ..... 81

6 พัฒนาการเจริญเติบโตของทานตะวัน ..... 81


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | | |
|---|---|---|
| AOAC | = | Association of Official Analytical Chemist |
| cms | = | cytoplasmic male sterility |
| CV | = | Coefficient of Variation |
| df | = | degree of freedom |
| EMS | = | Expected Mean Square |
| $\sigma^2$ | = | variance |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่สี่ของโลก (Fernández-Martínez *et al*, 2008) รองจากถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน และเรปซีด (rapeseed) ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 12 ของพืชน้ำมันของโลก (Hussain *et al*, 2000) ทานตะวันเป็นพืชที่ปลูกมากในรัสเซีย ยุโรป สหรัฐอเมริกา และแคนาดา เมล็ดทานตะวันมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ใช้สกัดน้ำมันเพื่อการบริโภค ส่วนกากที่ได้หลังจากสกัดน้ำมันแล้วสามารถใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมอาหารสัตว์หรือทำปุ๋ย กากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันประกอบไปด้วยโปรตีนประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2550; Laosuwan, 1997; Satjawattana and Laosuwan, 2002) น้ำมันทานตะวันเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) ประมาณ 88 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ กรดโอเลอิค (oleic) และลิโนเลอิค (linoleic) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550; Dorrel and Vick, 1997) ซึ่งมีส่วนช่วยลดโคเลสเตอรอลที่เป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด นอกจากนี้น้ำมันจากทานตะวันยังประกอบด้วยวิตามินเอ ดี อี และ เค (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) และสาร antioxidants กันหืนได้ดี สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น น้ำมันทานตะวันนอกจากใช้เพื่อการบริโภคแล้วยังใช้ในอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันชักเงา น้ำมันหล่อลื่น และสีทาบ้าน เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ทานตะวันเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชที่ทนแล้ง และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (Laosuwan, 1997) จากสถิติการเพาะปลูกพบว่า ในปี พ.ศ. 2531/2532 มีพื้นที่ปลูกเพียง 759 ไร่ ในปี พ.ศ. 2540/2541 มีพื้นที่ปลูกสูงถึง 225,000 ไร่ ได้ผลผลิต 40,500 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2541) ในปี พ.ศ. 2542/2543 พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 444,113 ไร่ และให้ผลผลิต 50,568 ตัน อย่างไรก็ตามเนื่องจาก ในปี พ.ศ. 2544 รัฐบาลไม่ได้มีการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ทำให้พื้นที่ปลูกลดลงเหลือ 231,646 ไร่ ในปี พ.ศ. 2544/2545-2545/2546 มีพื้นที่ปลูกทานตะวันเพิ่มขึ้นเป็น 253,595 และ291,241 ไร่ ได้ผลผลิต 29,175 และ 32,324 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2547/2548-2549/2550 มีพื้นที่ปลูกทานตะวันลดลงเป็น

274,436, 220,523 และ 197,761 ไร่ ตามลำดับ และได้ผลผลิต 38,176, 24,229 และ 22,999 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

ประเทศไทยมีความต้องการใช้เมล็ดทานตะวัน เพื่อสกัดน้ำมันมากกว่าปีละ 100,000 ตัน แต่สามารถผลิตได้ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ จึงมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ทานตะวันรวมมูลค่ามากกว่า 100 ล้านบาทต่อปี โดยแยกเป็นน้ำมันทานตะวันประมาณ 30,000 ตัน กากเมล็ดทานตะวันประมาณ 90,000 ตัน เมล็ดเพื่อขบเคี้ยวประมาณ 1,000 ตัน และเมล็ดพันธุ์ประมาณ 500-1,000 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2553) เนื่องจากผลผลิตไม่เพียงพอต่อการใช้บริโภคภายในประเทศ ทำให้ในปี พ.ศ. 2551 ต้องนำเข้าเมล็ดทานตะวันเป็นปริมาณถึง 6,867 ตัน คิดเป็นมูลค่า 100.8 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2552 นำเข้าปริมาณ 4,226 ตัน คิดเป็นมูลค่า 139.1 ล้านบาท และเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ได้นำเข้าเมล็ดทานตะวันปริมาณ 1,835 ตัน คิดเป็นมูลค่า 47.9 ล้านบาท(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ และบางจังหวัดในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่เป็นลูกผสมจากต่างประเทศ ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ขึ้นในประเทศหลายสายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้กำลังได้รับการส่งเสริม และเผยแพร่สู่เกษตรกร อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการปลูกทานตะวันในประเทศไทยคือ มีผลผลิตต่ำ ไม่ต้านทานโรค และมีการหักล้มสูง ซึ่งสาเหตุเหล่านี้อาจเกิดจากปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่สมบูรณ์ และไม่เพียงพอ เช่น การให้น้ำ การให้ปุ๋ย การเขตกรรม และการจัดการอื่น ๆ ดังนั้นนอกจากสาเหตุอันเนื่องมาจากพันธุ์ของทานตะวันที่ควรมีการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ยังต้องปรับเปลี่ยนลักษณะการจัดการน้ำ ปุ๋ย และอื่น ๆ ดังที่กล่าวมา เพื่อขจัดความบกพร่องให้ลดลงหรือหมดไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550; Laosuwan and Macartney, 1992)

ปัจจุบันมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากทานตะวันเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องปะทินผิว หรือเครื่องสำอางค์มากขึ้น ภาครัฐได้พยายามส่งเสริมให้เกษตรกรได้ปลูกทานตะวันเป็นอาชีพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์แล้ว ยังมีประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวอีกด้วย แต่เนื่องด้วยราคาผลผลิตทานตะวันมักประสบภาวะตกต่ำ และมีแนวโน้มลดลงทุกปี อีกทั้งการผลิตทานตะวันเพื่อป้อนโรงงานนั้นต้องอาศัยปัจจัยการผลิตค่อนข้างมาก ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุดในปัจจุบันนี้ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ที่มีราคาแพง รวมถึงปุ๋ยก็มีราคาสูงขึ้นอีกด้วย เมื่อเกษตรกรมีภาระต้นทุนสูงย่อมต้องการขายผลิตผลให้ได้ราคาสูงด้วยเช่นเดียวกัน แต่กลับประสบปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ ทำให้เกษตรกรขาดทุนจากการผลิตเป็นจำนวนมาก เกษตรกรจึงหันไปปลูกพืชชนิดอื่น ๆ แทน และเพื่อเป็นการศึกษาถึงแนวทางการแก้ปัญหา การศึกษาถึงองค์ประกอบ

และปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องจะสามารถช่วยให้เกษตรกรควบคุมรายจ่ายที่ไม่จำเป็นโดยที่ไม่กระทบต่อผลผลิตที่เกษตรจะได้จากการปลูกทานตะวันอีกด้วย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

การเพิ่มผลผลิตของพืชกระทำได้โดยการใช้พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง รวมถึงการใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การกำจัดวัชพืช และการควบคุมโรค-แมลง ในปัจจุบันนี้การเพิ่มปัจจัยการผลิตหล่านี้นับว่าเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตไปด้วย ดังนั้นถึงแม้พืชจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่เกษตรกรต้องใช่ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น จึงทำให้ได้กำไรน้อยลง ดังนั้นการควบคุมปัจจัยการผลิตในระดับที่เหมาะสมจึงเป็นนโยบายที่ดีที่เกษตรกรควรนำไปปฏิบัติ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาถึงการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ของทานตะวัน 2 กลุ่มคือ พันธุ์สังเคราะห์และพันธุ์ลูกผสม ผลจากการศึกษานี้จะทำให้ทราบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างพันธุ์ทานตะวันและปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ นอกจากนี้ยังศึกษาถึงต้นทุนการผลิตจากการให้ปัจจัยการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการปลูกทานตะวันให้ได้ผลผลิตเต็มประสิทธิภาพ และยังสามารถให้เกษตรใช้เป็นทางเลือกในการจัดการการผลิตทานตะวันต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลของการตอบสนองของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ต่อปัจจัยการผลิต

1.2.2 เพื่อประเมินผลตอบแทนและรายได้จากการใช้ปัจจัยการผลิตชุดต่าง ๆ

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

เนื่องจากการให้ผลผลิตของพืชมักมีความสัมพันธ์กับปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ความชื้น (โดยเฉพาะความชื้นในดิน) การใส่ปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ และวัชพืชที่แข่งขันแย่งน้ำและอาหารในดิน เป็นต้น หากสามารถบริหารจัดการปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ให้มีความสมดุลจะส่งผลให้พืชสามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ แต่หากมีปัจจัยผลิตใดปัจจัยหนึ่งไม่เพียงพอจะส่งผลให้ผลผลิตของพืชที่ได้ไม่เต็มที่ ทำให้ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิตซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นในขณะที่ผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างจากการผลิตตามระบบปกติมากนัก ดังนั้นหากสามารถหาวิธีหรือแนวทางในการจัดการบริหารปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสมแล้ว จะทำให้ทานตะวันสามารถให้ผลผลิตในระดับสูงได้ โดยที่มีต้นทุนในการจัดการน้อยลง

การเจริญเติบโตและการให้ผลผผลิตของพืชขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เป็นที่ยอมรับว่าพันธุ์ทานตะวันลูกผสมมีศักยภาพในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์ ทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ มีการสนองตอบต่อปัจจัยการผลิตต่างกัน การเพิ่มปัจจัยการผลิตย่อมทำให้ผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ เพิ่มขึ้น แต่ระดับปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมคือระดับที่ให้กำไรสูงสุด

## 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราการให้น้ำ การให้ปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ และระดับของการกำจัดวัชพืช เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของผลผลิตและลักษณะอื่น ๆของทานตะวันที่ปลูกในปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ และศึกษาถึงรูปแบบในการจัดการปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับกับการผลิตทานตะวัน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบผลสนองตอบต่อชุดปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์และทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

1.5.2 เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมต่อการผลิตทานตะวัน

1.5.3 สามารถใช้เป็นคำแนะนำในการปลูกทานตะวันให้กับเกษตรกรได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 2
# ปริทรรศน์วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ข้อมูลพื้นฐานของทานตะวัน

ทานตะวันเป็นพืชผสมข้ามมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Helianthus annuus* L. อยู่ในวงศ์ Asteraceae ตระกูลเดียวกันกับเบญจมาศ คำฝอย และดาวเรือง จัดเป็นพืชล้มลุก ทานตะวันเป็นพืชอายุสั้นที่มีระบบรากลึกและเป็นระบบรากแก้ว มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 – 120 วัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) ทนแล้งได้ดี และเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน นอกจากนี้ยังปลูกได้ดีในดินเกือบทุกสภาพ ยกเว้นดินที่มีสภาพเป็นกรดจัดและมีน้ำท่วมขัง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากเมล็ดเพื่อสกัดน้ำมัน บางพันธุ์ใช้บริโภคเมล็ดเป็นของขบเคี้ยว และใช้เป็นอาหารนก การปลูกทานตะวันมีมานานกว่า 250 ปี โดยทานตะวันเป็นพืชพื้นเมืองแถบทางใต้และตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา และเม็กซิโก สำหรับแหล่งกำเนิดอาจอยู่ในแถบแม่น้ำมิสซิสซิปปี ชาวอเมริกันอินเดียนใช้ทานตะวันเป็นอาหารมาก่อนมีการปลูกข้าวโพด (สุพจน์ แสงประทุม, 2543) และเริ่มมีการปลูกทานตะวันเป็นพืชน้ำมันครั้งแรกในประเทศบาวาเรียในปี ค.ศ. 1725 และประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1787 หลังจากนั้นประมาณปี ค.ศ. 1800 ทานตะวันได้แพร่เข้าสู่ประเทศรัสเซีย ซึ่งเป็นประเทศแรกที่ได้นำไปพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันเพื่อใช้เป็นพืชน้ำมันได้สำเร็จ และยังเป็นประเทศแรกที่ได้นำทานตะวันมาปลูกเป็นพืชไร่อีกด้วย (Fernández-Martínez *et al*, 2008 ; Weiss, 2000)

จากสถิติการเพาะปลูกพบว่าในปี พ.ศ. 2550/2551 ประเทศไทยมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 162,679 ไร่ ได้ผลผลิต 19,346 ตัน (ตารางที่ 1) โดยจังหวัดที่มีการปลูกทานตะวันมาก ได้แก่ จังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ และนครสวรรค์ ซึ่งพบว่าผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มลดลงจากปีก่อน ๆ สาเหตุที่ทำให้การผลิตลดลงเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าแรงงานกับค่าเมล็ดพันธุ์ และผลผลิตต่อไร่ต่ำ (119 กก./ไร่ ในปี พ.ศ. 2550/2551) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) แต่ในปัจจุบันมีความต้องการใช้เมล็ดทานตะวันเพื่อสกัดน้ำมันมากกว่าปีละ 100,000 ตัน แต่สามารถผลิตได้ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ จึงมีการนำเข้าเมล็ดทานตะวัน และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน รวมมูลค่ามากกว่า 470 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ดังนั้นทานตะวันจึงเป็นพืชที่มีอนาคตดีเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่น

**ตารางที่ 1** เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ และมูลค่าของผลผลิตทานตะวันตามราคาที่เกษตรกรขายได้ ปี พ.ศ. 2543-2551

| ปี | เนื้อที่เก็บเกี่ยว | ผลผลิต | ผลผลิต | มูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ |
|---|---|---|---|---|
| | ไร่ | ตัน | กก./ไร่ | ล้านบาท |
| 2543 | 427,814 | 50,568 | 118 | 322,118 |
| 2544 | 228,542 | 32,361 | 142 | 309,695 |
| 2545 | 236,587 | 29,175 | 123 | 306,338 |
| 2546 | 285,966 | 32,324 | 113 | 319,684 |
| 2547 | 179,106 | 22,090 | 123 | 234,596 |
| 2548 | 262,625 | 38,176 | 145 | 450,095 |
| 2549 | 207,632 | 24,229 | 117 | 217,092 |
| 2550 | 191,042 | 22,999 | 120 | 265,408 |
| 2551 | 162,679 | 19,346 | 119 | 299,863 |

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551)

## 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของทานตะวัน

พืชในสกุล *Helianthus* มีทั้งเป็นพืชปีเดียว (annual plant) และพืชยืนต้น (perennial plant) รวมกันได้ประมาณ 68 ชนิด (species) แต่มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่ใช้ปลูกเป็นอาหารคือ *Helianthus tuberosis* เป็นพืชยืนต้น ใช้ประโยชน์จากหัว และทานตะวัน *Helianthus annuus* เป็นพืชปีเดียว ทานตะวันเป็นพืชวันสั้น จะออกดอกเร็วเมื่อปลูกในช่วงวันสั้น

**1) ใบ (leaf)**

ใบมีความแตกต่างกันมากทั้งขนาดและรูปร่างของใบ และสามารถมีความยาวต่างกันได้ 5-50 เซนติเมตร มีขนมากทั้งสองด้านของใบ แต่ละต้นมีจำนวนใบ 12-40 ใบ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยใบที่ 4-10 จะมีขนาดใหญ่ที่สุด ใบที่อยู่ส่วนบนจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการสะสมน้ำหนักเมล็ดและน้ำมัน (กรมวิชาการเกษตร, 2553; ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ, 2553)

**2) ต้น (stem)**

ลำต้นโดยทั่วไปมีลักษณะหนา แข็ง และมีขนหยาบ มีความสูงอยู่ระหว่าง 50-500 เซนติเมตร แต่ในพันธุ์น้ำมันจะมีความสูงระหว่าง 80-220 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นอยู่ระหว่าง 1-10 เซนติเมตร ความสูงของต้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนปล้องและความยาวของปล้อง

(กรมวิชาการเกษตร, 2553; ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ, 2553)

**3) ราก (root)**

ทานตะวันเป็นพืชที่มีระบบรากแก้วซึ่งหยั่งลึกได้ถึง 3 เมตร เจริญเติบโตเร็ว รากแก้วนี้มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำสูง จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ทานตะวันเป็นพืชที่ทนทานต่อความแห้งแล้ง ในระยะแรกของการเจริญรากจะมีการเจริญมากกว่าทางลำต้น รากแขนงที่เจริญจากรากแก้วจะเจริญอยู่บริเวณลึกจากผิวดินประมาณ 30 ซม. รากนี้อาจมีความยาวได้ถึง 60-150 เซนติเมตร ทำให้สามารถช่วยยึดลำต้นไม่ให้ล้มได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการเกษตร, 2553; ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ, 2553)

**4) ดอก (inflorescence)**

ดอกของทานตะวันเป็นดอกรวมอยู่บนฐานที่มีลักษณะคล้ายจานซึ่งเรียกว่า infloresence (บางครั้งเรียกว่า capitulum หรือ head) แต่ละจานจะประกอบด้วยดอกย่อย (florets) 700-3,000 ดอก ในแต่ละจานดอกมีดอก 2 ประเภท คือ ray flowers จะอยู่บริเวณขอบนอกสุด มีอยู่จำนวน 2 แถว เป็นดอกที่เป็นหมัน มีไว้เพื่อสวยงาม มีสีต่าง ๆ กันตั้งแต่สีเหลือง สีส้ม และสีแดง และส่วนของ disc flowers ซึ่งอยู่บริเวณถัดเข้ามาจนถึงกลางดอก มีจำนวน 30-50 แถว มีการเรียงตัวของแถวเป็นแบบ concentric rows แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบรองดอก (pappus/calyx) 2 กลีบ กลีบดอก (coralla petals) 5 กลีบซึ่งจะเชื่อมติดกัน เกสรตัวผู้ (anthers) 5 อัน และละเกสรตัวเมีย (stigma) 1 อัน เกสรตัวเมียนี้จะยาวกว่าเกสรตัวผู้เมื่อดอกบานเต็มที่ และจะแยกเป็น 2 แฉกตรงปลายและโค้งลง (กรมวิชาการเกษตร, 2553; ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ, 2553)

**5) เมล็ด (seed)**

เมล็ดของทานตะวันเป็นแบบ achene ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อของเมล็ดเรียกว่า kernel และส่วนที่เป็นเปลือกเรียกว่า pericarp รูปร่างลักษณะของเมล็ดอาจเป็นเหลี่ยม หรือรูปไข่ สีของเมล็ดมีความหลากหลายขึ้นกับพันธุ์ของทานตะวัน (กรมวิชาการเกษตร, 2553; ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ, 2553)

## 2.3 การเจริญเติบโตของทานตะวัน

ทานตะวันจะมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ซึ่งมีปัจจัยในการควบคุมได้แก่ พันธุ์ของทานตะวัน และการได้รับปัจจัยการผลิต เนื่องจากทานตะวันแต่ละพันธุ์มีความต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน สามารถแบ่งลักษณะการเจริญเติบโตของทานตะวันออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่

### 2.3.1 ระยะ Vegetative Stage

เป็นระยะที่เริ่มจากต้นอ่อนโผล่พ้นดินเป็นต้นไป ซึ่งจะสิ้นสุดระยะนี้ เมื่อเริ่มมีดอกเกิดขึ้น การแบ่งเป็นระยะต่าง ๆ จะสังเกตจากจำนวนใบ การเจริญเติบโตในระยะนี้จะแทนด้วยตัวอักษร V

**2.3.2 ระยะ Reproductive Stages**

การเจริญเติบโตในระยะนี้จะเริ่มเมื่อทานตะวันมีดอก การแบ่งระยะต่าง ๆ จะสังเกตจากพัฒนาการของดอก และการบานของดอก จะสิ้นสุดระยะนี้เมื่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) การเจริญเติบโตในระยะนี้จะแทนด้วยตัวอักษร R

**ตารางที่ 2** ระยะการเจริญเติบโตของทานตะวัน

| ระยะ | ลักษณะของการเจริญ |
|---|---|
| VE | เริ่มจากต้นกล้ามีใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดิน และมีใบจริงคู่แรกที่มีความยาวน้อยกว่า 4 ซม. |
| V1 | การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ โดยการนับจำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 ซม. (V1 = ใบที่ 1) |
| V2 | การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ โดยการนับจำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 ซม. (V2 = ใบที่ 2) |
| Vn | การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ โดยการนับจำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 ซม. (Vn = ใบที่ n) |
| R1 | เริ่มมองเห็นตาดอก ถ้ามองที่ปลายยอดจะเห็นใบประดับเป็นแฉกคล้ายรูปดาวปรากฏขึ้นมา |
| R2 | ตาดอกเริ่มยืดตัวห่างจากใบ 0.5-2.0 ซม. |
| R3 | ตาดอกยืดตัวมากขึ้นและห่างจากใบมากกว่า 2.0 ซม. |
| R4 | ดอกเริ่มบาน จะเห็นกลีบดอก (ray flower) เป็นครั้งแรก |
| R5 | ระยะดอกบาน และมีตัวเลขหลังจุดทศนิยมเป็นเปอร์เซ็นต์การบานของดอก |
| R5.1 | เกิดการถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นของดอกย่อย 10% |
| R5.2 | เกิดการถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นของดอกย่อย 20% |
| R6 | ดอกบานเต็มที่กลีบดอก (ray flowers) เริ่มเหี่ยว |
| R7 | ด้านหลังของจานดอกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อน |
| R8 | ด้านหลังของจานดอกเป็นสีเหลืองเต็มที่ แต่ใบประดับยังมีสีเขียวอยู่ และอาจพบจุดสีน้ำตาลหลังจานดอก |
| R9 | ใบประดับเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล มีจุดสีน้ำตาลหลังจานดอก แสดงถึงระยะที่มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา |

ที่มา : Schneiter and Miller (1981)

## 2.4 การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันและการพัฒนาพันธุ์ทานตะวันในประเทศไทย

การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันเริ่มต้น ณ สถานีทดลอง Kharkhov และสถานีทดลอง Kruglik ในประเทศสหภาพโซเวียตในปี ค.ศ. 1912 และ 1913 ตามลำดับ ในระยะแรกของการทดลองเป็นการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยา และพันธุศาสตร์ เพื่อค้นหาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ การคัดเลือก และการผลิตเมล็ดพันธุ์ งานวิจัยที่มีชื่อสียง เช่น งานวิจัยของ V. S. Pustuvoit ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งได้คิดค้นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ประสบความสำเร็จสูง และใช้อย่างแพร่หลาย โดยดัดแปลงมาจากวิธีปรับปรุงพันธุ์แบบการคัดเลือกซ้ำ (recurrent selection) ร่วมกับการทดสอบรุ่นลูก (progeny test) (Fick and Miller, 1997) การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันในระยะต่อมาเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1937 ในประเทศแคนาดา และสหรัฐอเมริกา โดยมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาแหล่งพันธุกรรมของทานตะวันจากพันธุ์ป่าเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ที่สถานีทดลองเกษตรของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) (Schneiter, 1997)

จากการรายงานของไพศาล เหล่าสุวรรณ (Laosuwan, 1997) พบว่าประเทศไทยมีการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันมานานแล้ว งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตของทานตะวันเริ่มขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2516 ซึ่งดำเนินการโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ ได้นำทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดจำนวน 18 พันธุ์มาทำการเปรียบเทียบผลผลิต จนในปี พ.ศ. 2529 ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดเชียงใหม่ได้แนะนำทานตะวันลูกผสมพันธุ์ Hysun 33 ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นพันธุ์แปซิฟิก 33 ให้แก่เกษตรกร นอกจากนี้กรมวิชาการเกษตรได้เริ่มดำเนินการวิจัย และปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา และการปลูกทานตะวันเป็นการค้าได้เริ่มต้นอย่างเป็นระบบในปี พ.ศ. 2530 พันธุ์ทานตะวันที่ปลูกในปัจจุบันเป็นพันธ์ลูกผสมทั้งหมด เกษตรกรต้องซื้อเมล็ดพันธุ์จากบริษัทเมล็ดพันธุ์เอกชนทุกปีด้วยราคาที่ค่อนข้างแพง ในช่วงปี พ.ศ. 2540-2542 ที่ผ่านมา พันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมมีเพียงพันธุ์แปซิฟิก 33 ของบริษัทแปซิฟิกเมล็ดพันธุ์ ในปี พ.ศ. 2543 บริษัทเมล็ดพันธุ์เอกชนต่างๆ ได้นำเข้าเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมากมายหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ SH 3322 และ SF 177 นำเข้าโดยบริษัท มอนซานโต้เมล็ดพันธุ์ จำกัด พันธุ์จัมโบ้ โดยบริษัทไพโอเนีย ไฮเบรด จำกัด พันธุ์ยูนิซัน 5 โดยบริษัทยูนิซีดเมล็ดพันธุ์ จำกัด พันธุ์มายเท่นอาตูเอล และ เอส 278 โดยบริษัทโนวาร์ติส จำกัด และในปี พ.ศ. 2545 ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 1 ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์แปซิฟิก 33 เกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดไว้ปลูกในปีต่อไปได้ ซึ่งได้การรับรองเป็นพันธุ์ทานตะวันประเภทสกัดน้ำมันชื่อ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (กรมวิชาการเกษตร, 2552) และในปี พ.ศ. 2547 โครงการปรับปรุงทานตะวันของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ที่ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 ชื่อพันธุ์สุรนารี 471

## 2.5 การพัฒนาพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์สังเคราะห์ในทานตะวัน

การผลิตลูกผสมในทานตะวันเริ่มต้นจากการค้นพบ cytoplasmic male sterility (CMS) ในสหภาพโซเวียตเมื่อปี ค.ศ. 1934 ใช้ในการผลิตลูกผสมเพื่อถ่ายทอดการเป็นหมันของดอกตัวผู้ให้แก่สายพันธุ์ ซึ่งเป็นการประยุกต์วิธีการมาจากการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมในข้าวโพดเพื่อพัฒนามาใช้กับการผลิตทานตะวันลูกผสม ต่อมาปี ค.ศ. 1937 ในประเทศแคนาดามีการศึกษา และพัฒนาการผลิตทานตะวันลูกผสม จนสามารถสร้างพันธุ์ Sunrise ได้ในปี ค.ศ. 1942 (ศุภชัย แก้วมีชัย และคณะ, 2532: อ้างถึงใน กิตติ สัจจาวัฒนา, 2548) การผลิตทานตะวันลูกผสมทางการค้าเริ่มต้นที่ประเทศแคนาดาในปี ค.ศ. 1946 ในกระบวนการผลิตลูกผสมใช้วิธีการปล่อยให้ผสมข้ามอย่างสุ่มตามธรรมชาติ โดยการคัดเลือกต้นแม่ที่มีอัตราการผสมตัวเองไม่ติดที่สูง (highly self incompatible) ซึ่งวิธีนี้สามารถให้ผลผลิตของลูกผสมที่สูง เช่น ลูกผสมพันธุ์ D693 และ D694 ในมินิโซตา และดาโกตาเหนือ เป็นลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงแตกต่างจากพันธุ์ผสมเปิด (Carter, 1978) ในระยะต่อมาการผลิตลูกผสมใช้วิธีการใช้ genetic male sterile (GMS) โดยเริ่มใช้เมื่อปี ค.ศ. 1970 ในประเทศแถบยุโรป ลูกผสมที่ใช้วิธีนี้ให้ผลผลิตสูงกว่าทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดถึง 24 เปอร์เซ็นต์ เช่น พันธุ์ IRNA 6501 ในประเทศฝรั่งเศส พันธุ์ Romsun 52 และ 53 ในประเทศโรมาเนีย (Vranceanu and Stoenescu, 1980 : อ้างถึงใน กิตติ สัจจาวัฒนา, 2548) แต่วิธีนี้ได้เลิกใช้ไปเมื่อมีการค้นพบแหล่งของ CMS ที่มีความเสถียรโดย Leclercq ในปี ค.ศ. 1969 ซึ่งได้จากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่าง *Helianthus petiolaris* Nutt. และ *H. annuus* L. (Leclercq, 1969 : อ้างถึงใน Fernández-Martínez *et al*, 2008) พันธุ์ลูกผสมที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เช่น พันธุ์ Hybrid 894 ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด 20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การผสมติดสูง ต้านทานโรคราสนิม และราน้ำค้าง รวมถึงมีความสม่ำเสมอในลักษณะความสูง อายุดอก และอายุเก็บเกี่ยว (Schneiter, 1997)

ในประเทศไทยได้มีการพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ดำเนินการโดยกรมวิชาการเกษตรได้เริ่มวิจัยและพัฒนาพันธุ์ทานตะวันมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2529 โดยนำพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นมาทำการคัดเลือกและสกัดสายพันธุ์แท้จนได้พันธุ์สังเคราะห์#1 สำเร็จในปี พ.ศ. 2545 และได้การรับรองเป็นพันธุ์ทานตะวันประเภทสกัดน้ำมันชื่อ พันธุ์เชียงใหม่ 1 ในปี พ.ศ. 2547 (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ปี พ.ศ. 2529-2533 โครงการพัฒนาพืชน้ำมัน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ทำการทดสอบลูกผสมเดี่ยวจากต่างประเทศ และพบว่าทานตะวันพันธุ์ไฮซัน 33 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิต และมีการปรับตัวดีที่สุด (Laosuwan, 1997) และได้ส่งเสริมให้ปลูกกันแพร่หลายในเวลาต่อมา โดยใช้ชื่อพันธุ์ว่า พันธุ์แปซิฟิก 33 อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันโดยการผลิตพันธุ์ลูกผสมยังไม่พบในประเทศไทยมีแต่เพียงการนำพันธุ์ลูกผสมทางการค้ามาปลูกทดสอบพันธุ์เท่านั้น เนื่องจากขาดเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะไซโตพลาสซึมที่เป็นหมัน (กองแผนงานและวิชาการ, 2551) ในปี พ.ศ. 2537 ไพศาล เหล่าสุวรรณ และกิตติ สัจจาวัฒนา

(2544) ได้ทำการพัฒนาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์โดยสกัดสายพันธุ์จากทานตะวันที่ปลูกในประเทศไทย ทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability) และคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงได้ 12 สายพันธุ์ แบ่งสายพันธุ์เหล่านี้ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเปอร์เซ็นต์น้ำมัน แล้วทำการผสมภายในกลุ่มสามารถพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ได้ 6 พันธุ์ จากการทดสอบผลผลิตพบว่า ผลผลิตอยู่ในระดับที่น่าพอใจและมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันใกล้เคียงกับพันธุ์แปซิฟิค 33 โดยเฉพาะพันธุ์สังเคราะห์ High Oil Open และ Medium Oil Cross ซึ่งได้ขอรับรองพันธุ์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และให้ชื่อพันธุ์ สุรนารี 471 และสุรนารี 473 ตามลำดับ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2547) การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารียังดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2548 ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงความสม่ำเสมอของพันธุ์สังเคราะห์ และพัฒนาพันธุ์สังเคราะห์ใหม่ ๆ ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงลูกผสม (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2550)

## 2.6 ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน

นอกจากลักษณะประจำพันธุ์ของพืชที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตแล้ว ยังประกอบด้วยปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ที่เกี่ยว เช่น ปริมาณความชื้น ปริมาณธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่พืชได้รับ นอกจากนี้ยังมีศัตรูพืชอื่น ๆ ได้แก่ โรคพืช แมลง และวัชพืช เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของพืชทั้งสิ้น เนื่องจากปัจจุบันนี้มีเกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกทานตะวันเป็นจำนวนมาก แต่ผลผลิตของทานตะวันที่ได้นั้นมักไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย ทั้งนี้อาจเกิดมาจากการให้ปัจจัยการผลิตที่ไม่สมดุล ส่งผลให้เกษตรกรต้องมีภาระต้นทุนในการผลิตมากขึ้น ปัจจัยการผลิตที่ค่อนข้างมีอิทธิพลต่อผลผลิตของทานตะวัน ได้แก่ ความชื้นในดิน ปริมาณปุ๋ย และวัชพืช เป็นต้น มีรายงานการวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาแล้วพบว่าการให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้นด้วย สำหรับทานตะวันพบว่าผลผลิตที่ได้จะความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับ

Meo (1999) ได้รายงานว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน แต่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือความชื้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kakar and Soomro (2001) และ Ahmad *et al.* (2009) นอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำและปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ มีผลต่อพื้นที่ของใบทานตะวัน ซึ่งส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของทานตะวัน นอกจากนี้ Meo and Baig (1999) ได้ทดสอบการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับทานตะวันที่ปลูกภายใต้สภาวะขาดน้ำพบว่า ทานตะวันที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงจะมีพัฒนาการด้านการเจริญเติบโตได้ดีกว่าทานตะวันที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่ำ และในปี 2008 Abayomi และ Adefila ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นและปุ๋ยต่อขนาดของดอกทานตะวัน พบว่าในสภาวะที่ทานตะวันได้รับน้ำ และปุ๋ยใน

ปริมาณที่มากพอเหมาะจะส่งผลให้ทานตะวันมีจานดอกขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการติดเมล็ดเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ทานตะวันมีผลผลิตที่มากขึ้น

Hussain *et al.* (2000) พบว่า ทานตะวันจะมีพัฒนาการด้านการเจริญเติบโตสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นที่ทานตะวันได้รับ โดยเฉพาะพื้นที่ใบ นอกจากนี้ยังยังพบว่าขนาดดอก ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณความชื้นที่ได้รับ ในปี 2009 Dar *et al.* ได้ทำการทดลองจัดชุดระหว่างความถี่ของการให้น้ำกับระยะปลูกที่แตกต่างกันในทานตะวันพบว่านอกจากความชื้นแล้วระยะปลูกยังส่งผลให้ผลผลิตที่ได้แตกต่างกันอีกด้วย

ส่วนในประเทศไทยมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบทานตะวันและถั่วลิสงในปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ การทดลองกำจัดวัชพืชในถั่วลิสงพบว่า ในแปลงถั่วลิสงที่มีการกำจัดวัชพืชจะให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงถั่วลิสงที่ไม่กำจัดวัชพืชถึงร้อยละ 50.87 (Laosusuwan and Juntatrniyom, 1992) และในการทดลองของทานตะวันที่ปลูกในปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ พบว่าเมื่อทานตะวันได้รับความเครียดในระดับที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวัน โดยจะทำให้ทานตะวันมีผลผลิตลดลง ซึ่งจะแสดงออกในลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน เช่น ขนาดของจานดอกมีขนาดเล็ก และการติดเมล็ดลดลง เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง เป็นต้น (Laosuwan and Macartney, 1992) นอกจากนี้ ชัชวิจก์ ถนอมถิ่น (2533) ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับระยะปลูกในทานตะวันพันธุ์ลูกผสม AS 540 พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากขึ้นส่งผลให้ทานตะวันมีผลผลิตสูงขึ้น และณัฏฐินีย์ รัตนพาณิชย์ (2534) ได้ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ Hysun 33 และ AS 101 พบว่าผลการศึกษามีแนวโน้มเดียวกัน แต่มีสิ่งที่แตกต่างคือเมื่อวิเคราะห์เฉพาะธาตุไนโตรเจนกลับพบว่าการให้ไนโตรเจนมาก ๆ จะทำให้เมล็ดทานตะวันมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์น้ำมันกลับลดลง

## 2.7 ความสัมพันธ์ของธาตุอาหารต่อผลผลิต

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชจะถูกกำหนดโดยปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งคือปริมาณธาตุอาหารที่ให้กับพืชนั้น ๆ โดยปกติในการให้ปุ๋ยกับพืชมักจะมีธาตุอาหารหลัก 3 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) และอาจมีการเพิ่มธาตุอาหารรองอื่น ๆ ประกอบกัน ธาตุอาหารหลักที่ได้จากปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดนี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งสามารถจำแนกหน้าที่ได้ดังนี้

### 2.7.1 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง มีความสำคัญอย่างยิ่งในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เนื่องจากไนโตรเจนมีส่วนช่วยในการสร้างกรดอะมิโนต่าง ๆ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการเมทาบอริซึมต่าง ๆ โดยเฉพาะการสังเคราะห์เอนไซม์ต่าง ๆ ที่มีหน้าที่ใน

การเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเป็นสารตั้งต้นในการสร้างพลังงาน ATP ที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการสังเคราะห์สารและในใช้การเจริญเติบโต และจากการศึกษาพบว่าในกรณีที่พืชได้รับไนโตรเจนมากเกินความจำเป็น พืชจะสร้างกรดอะมิโนในปริมาณที่มากเช่นกันทำให้เกิดการสลายแป้งเพื่อใช้เป็นพลังงานในการสังเคราะห์โปรตีน และสารอินทรีย์อื่น ๆ จนเกือบหมดจึงทำให้มีปริมาณแป้งสะสมน้อย แต่หากได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่น้อยเกินไปจะทำให้ใบมีสีเหลืองซีดส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง พืชจะไม่สามารถสังเคราะห์น้ำตาลและแป้งเพื่อใช้ในการสะสมในผลได้ จึงส่งผลให้ผลผลิตต่ำ

นอกจากนี้ปริมาณของไนโตรเจนยังส่งผลต่อการหักล้มของพืชอีกด้วย ในกรณีที่ได้รับไนโตรเจนมากจนเกินไปจะทำให้เกิดการหักล้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนจะมีส่วนช่วยสร้างไซโตพลาสซึม ทำให้ต้องสลายคาร์โบไฮเดรตมาใช้ในกระบวนการแทนการนำไปใช้ในการสร้างเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบในการสร้างความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของลำต้นไป จึงทำให้พืชเกิดการหักล้มได้ง่าย (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541)

**2.7.2 ฟอสฟอรัส**

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการเมทาบอลิซึมต่าง ตั้งแต่การเป็นองค์ประกอบใน ATP และยังมีบทบาทในการรับส่งพลังงาน (อิเล็กตรอน) ของระบบต่าง ๆ เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจเป็นต้น

ฟอสฟอรัสยังมีบทบาทในการควบคุมความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ให้คงที่ และยังมีส่วนช่วยในการสร้างเสริมความแข็งแรงของพืชทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและรากตลอดจนการออกดอกออกผลและทำให้ผลเกิดการสุกแก่ (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541)

**2.7.3 โพแทสเซียม**

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เมื่อเข้าสู่ต้นพืชแล้วจะไม่มีการเปลี่ยนรูปเป็นสารอินทรีย์ แต่จะอยู่ในรูปของเกลืออินทรีย์และเกลืออนินทรีย์ซึ่งละลายได้ โพแทสเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างสมในสิ่งมีชีวิต ได้แก่ กระบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล มีการศึกษาพบว่าในพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีการสะสมแป้งน้อยโดยเฉพาะในพืชที่ต้องสะสมอาหารในราก และกระบวนการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล ซึ่งมีการศึกษาพบว่าในอ้อยที่ขาดโพแทสเซียมจะมีอัตราการเคลื่อนย้ายน้ำตาลลดลงอย่างมาก

นอกจากนี้โพแทสเซียมยังทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ในบางปฏิกิริยา ทำให้เอนไซม์หลักทำงานได้ดีขึ้น ควบคุมการเต่งของเซลล์ทำให้สามารถควบคุมการเปิดและปิดของปากใบได้ และยังมีส่วนช่วยให้โครงสร้างของพืชให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้พืชสามารถต้านทานโรคได้ดี (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541)

## 2.8 ชุดเทคโนโลยีที่ใช้จัดการปัจจัยการผลิต และการวิเคราะห์ต้นทุน

ผลผลิตของพืชที่ปลูกจะได้เต็มศักยภาพหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การจัดการพื้นที่ที่ดี การให้ปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องอย่างเต็มที่ ซึ่งการจัดการอย่างมีระบบจะสามารถช่วยให้พืชที่ปลูกสามารถให้ผลผลิตเป็นที่พึงพอใจแก่เกษตรกรได้ แต่การให้ปัจจัยการผลิตแก่พืชย่อมต้องมีต้นทุนในกรดำเนินการเกิดขึ้นด้วย หากเกษตกรใส่ปัจจัยการผลิตโดยไม่คำนึงต้นทุนผลผลิตที่ได้มาก็อาจไม่สามารถสร้างความพึงพอใจได้ เนื่องจากต้นทุนที่ใช้ในการผลิตมีมากกว่ารายรับท่ได้จากการขายผลผลิตนั้น และเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีนักวิจัยจากหลากหลายประเทศได้ศึกษาถึงกระบวนการจัดการปัจจัยการผลิตเหล่านี้ เพื่อให้เกษตรสามารถใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างเต็มศักยภาพ โดยที่ไม่กระทบผลผลิตที่จะได้มา ซึ่งในการศึกษาปัจจัยเหล่านี้มักจะเกี่ยวข้องกับรูปแบบของการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่แล้ว หรือปรับปรุงรูปแบบของการจัดการให้ดีขึ้น เช่น การเขตกรรม การจัดระบบการเกษตร (Cropping system) เป็นต้น นอกจากปัจจัยเหล่านี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ การให้น้ำ การให้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช หรือการใช้สารเคมีอย่างประสิทธิภาพ ซึ่งในปี 1990 Laosuwan and Juntaraniyom ได้ศึกษาถึงรูปแบบการจัดชุดเทคโนโลยีที่มีปัจจัยเรื่องการควบคุมวัชพืช การใช้สารป้องกันโรคพืช การใช้ปูน และปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ ในถั่วลิสงพบว่า การจัดการที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสงได้อย่างมาก โดยผลการทดสอบปรากฏว่าการกำจัดวัชพืชสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 42–134% ในขณะที่แปลงทดสอบที่ไม่ได้กำจัดวัชพืชจะให้ผลผลิตเพียง 14–31% นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาถึงการวิเคราะห์ต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ กับพืชน้ำมันหลายชนิด เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง และทานตะ วัน ซึ่งได้ทำการทดลองในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูงสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชเหล่านี้ได้ เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนพบว่าการใช้ปัจจัยการผลิตสูงให้ผลตอบแทนเป็นกำไรสุทธิ 899 บาทต่อไร่ในขณะที่การใช้ปัจจัยการผลิตต่ำให้ผลตอบแทนเป็นกำไรสุ ทธิ 225 บาทต่อไร่ (Laosuwan and Macartney, 1992)

การศึกษาถึงความความเหมาะสมระหว่างต้นทุนและผลตอบแทนของการใช้ระดับปัจจัยการผลิตในการผลิตพืชต่าง ๆ จะต้องศึกษาปัจจัยการผลิตในแต่ละระดับเนื่องจากการจัดการที่แตกต่างกัน จะส่งผลให้มีต้นทุนที่แตกต่างกันออกไป การจะเลือกใช้ปัจจัยการผลิตในระดับใดนั้นจะขึ้นอยู่กับผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตนั้น ๆ เนื่องจากมีหลายครั้งที่ปัจจัยการผลิตระดับสูงกลับให้ผลตอบแทนไม่แตกต่างจากการใช้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าการผลิตพืชใด ๆ จะต้องได้ชุดเทคโนโลยีที่มีระดับเหมาะสมจึงจะถือว่าใช้ทรัพยากรได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจคือ การวิเคราะห์ต้นทุนของปัจจัยการผลิตของแต่ละชุดเทคโนโลยี ทั้งนี้เนื่องจากชุดเทคโนโลยีบางชุดสามารถส่งเสริมให้เกษตรกรได้ผลผลิตเป็นที่น่า

พอใจ แต่ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูง เมื่อวิเคราะห์ระหว่างต้นทุนกับรายรับที่ได้อาจจะไม่สมดุลกัน ดังนั้นการวิเคราะห์ต้นทุนจึงต้องมาควบคู่กัน เป็นต้น

# บทที่ 3
# ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ศึกษาถึงการตอบสนองของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ของต่อปัจจัยการผลิตในระดับที่แตกต่างกัน รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปัจจัยการผลิตแต่ละระดับ ดังนี้

## 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เมล็ดพันธุ์ทานตะวัน

1) เมล็ดทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ Pacific 22 (Pac 22) และ Pacific 77 (Pac 77)
2) เมล็ดทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 1 (CM 1), สุรนารี 471 (S 741), สุรนารี 473 (S 473) และ LOC

3.1.2 ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15

3.1.3 เครื่องมือการเกษตรอื่น ๆ ได้แก่ จอบขุด จอบถาก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง

3.1.4 ถุงกระดาษขนาดต่าง ๆ สำหรับการคลุมดอก และเก็บเกี่ยว

3.1.5 วัสดุอื่น ๆ ได้แก่ เครื่องชั่งละเอียด และเครื่องวัดความชื้นเมล็ด

## 3.2 สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 3.3 ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552 – กันยายน พ.ศ. 2553

## 3.4 ขั้นตอนการทดลอง

### 3.4.1 การกำหนดชุดปัจจัยการผลิต (input package)

ปัจจัยการผลิตที่สำคัญระดับต้น ๆ ของการปลูกทานตะวัน ได้แก่ (1) การให้น้ำหรือความชื้น, (2) การให้ปุ๋ย และ (3) การกำจัดวัชพืช นำปัจจัยเหล่านี้มาจัดเป็นชุดในระดับที่

เหมาะสมต่อการแนะนำแก่เกษตรกร โดยที่ชุดปัจจัยเหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวแทนในการให้ผลผลิตต่ำที่สุดและสูงที่สุด และสามารถคำนวณผลตอบแทนจากการปลูกทานตะวันด้วย ทั้งนี้ชุดปัจจัยการผลิตแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยใช้สัญลักษณ์ $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$, $A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$ แทนชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ (low input), ระดับปานกลาง (medium input), ระดับทั่วไป (normal input) (ระดับแนะนำแก่เกษตรกร) และระดับสูง (high input) ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** แสดงชุดปัจจัยการผลิตที่ใช้ทดลองในทานตะวัน (ดัดแปลงจาก Laosuwan and Macartney, 1992)

| Input [(1)] | Irrigation (A) | Fertilizer (B) | Weeding (C) | รหัสของปัจจัยการผลิต |
|---|---|---|---|---|
| 1. ระดับต่ำ (low input) | 1 | 1 | 1 | $A_1B_1C_1$ |
| 2. ระดับปานกลาง(medium input) | 2 | 2 | 2 | $A_2B_2C_2$ |
| 3. ระดับแนะนำ (recommended input) | 3 | 3 | 2 | $A_3B_3C_2$ |
| 4. ระดับสูง (high input) | 4 | 3 | 3 | $A_4B_3C_3$ |

[(1)] ระดับแนะนำในการปลูกทานตะวันทั่วไป

**คำอธิบาย**

Irrigation (A) ระดับ 1 คือ รดน้ำให้เพียงเพื่อไม่ให้ทานตะวันตาย
ระดับ 2 คือ รดน้ำทุก 15 วัน ให้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
ระดับ 3 คือ รดน้ำทุก 10 วัน ให้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
ระดับ 4 คือ รดน้ำทุก 5 วัน ให้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

(หมายเหตุ : อัตราการไหลของหัวน้ำหยดคือ 1.5 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง)

Fertilizer (B) ระดับ 1 คือ ไม่ใส่ปุ๋ย (ใช้ปุ๋ยตกค้างจากฤดูก่อน)
ระดับ 2 คือ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่รองพื้นก่อนปลูกเพียง 1 ครั้ง
ระดับ 3 คือ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละ 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยครั้งที่ 1 ใส่รองก้นหลุมก่อนปลูก และครั้งที่ 2 ใส่เมื่อทานตะวันอายุ 30 วัน

Weeding (C) ระดับ 1 คือ ไม่มีการกำจัดวัชพืช หรือกำจัด 1 ครั้งเมื่อทานตะวันอายุ 20 วัน
ระดับ 2 คือ กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง เมื่อทานตะวันอายุ 20 วัน และ 50 วัน
ระดับ 3 คือ กำจัดวัชพืชสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง

**3.4.2 การปลูกทดลอง**

ปลูกทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ (Pacific 22 และ Pacific 77) และทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ (CM1, S 471, S 473 และ LOC) โดยใช้ชุดปัจจัยการผลิต $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$, $A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$ (ตารางที่ 3) ใช้แผนการทดลองแบบสตริปพลอต (Strip-plot Design) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 24 แปลงย่อย และในแต่ละแปลงย่อยปลูกทานตะวันจำนวน 4 แถว แถวยาว 6 เมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างต้น 25 เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 3-4 เมล็ด กลบหลุมลึกประมาณ 3-4 เซนติเมตร ก่อนปลูกใช้ปุ๋ยตามระดับที่กำหนดชุดปัจจัยการผลิต ในช่วงแรกให้น้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เมล็ดทานตะวันงอก ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุมเมื่อต้นกล้าอายุ 15-20 วัน และทำการพูนโคน

## 3.5 การบันทึกผล

**3.5.1 ลักษณะการเจริญเติบโต**

**1) ความสูง** ทำการบันทึกความสูงของทานตะวันจำนวน 10 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย เริ่มวัดเมื่อทานตะวันอายุ 30 วัน และทำการบันทึกทุก 15 วัน จนกระทั่งทานตะวันอายุ 75 วัน

**2) จำนวนใบ** ทำการบันทึกจำนวนใบของต้นทานตะวันจำนวน 10 ต้น โดยบันทึกพร้อมกับการวัดความสูงของทานตะวัน

**3) วันออกดอก** บันทึกจำนวนวันนับจากวันงอกถึงวันที่ดอกแรกบานจำนวน 10 ดอกของแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

**3.5.2 ผลผลิต**

**1) เปอร์เซ็นต์การนวด** สุ่มเลือกดอกทานตะวันจำนวน 10 ดอก จากนั้นทำการชั่งทั้งดอกบันทึกผล กะเทาะเมล็ดออกแล้วจึงทำการชั่งเมล็ดทั้งหมดบันทึกผล จากนั้นคำนวณค่า เปอร์เซ็นต์การกระเทาะเมล็ด ได้จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การกระเทาะเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักทั้งดอก}} \times 100$$

**2) ผลผลิตรวม** เก็บเกี่ยวทานตะวันจาก 2 แถวกลาง ตัดต้นหัวแปลง และท้ายแปลงทิ้งด้านละ 1 ต้น วัดขนาดแปลง นับจำนวนดอก เก็บเกี่ยวดอกรวบรวมแต่ละแปลงย่อยใส่ถุงไนลอน นำมาตากให้แห้ง แต่ละแปลงนวดแยกกัน เมื่อนวดแล้วทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดของแต่ละแปลงย่อย และทำการวัดความชื้นของเมล็ดโดยใช้เครื่อง Dole Model 400B Moisture Tester แล้วปรับความชื้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (ฐิติพร มะชิโกวา, 2550) ดังนี้

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

เมื่อ A = ผลผลิตที่ชั่งได้ (กรัม/แปลง)
B = พื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นตารางเมตร
C = ความชื้นที่วัดได้ (เปอร์เซ็นต์)

**3.5.3 องค์ประกอบผลผลิต**

**1) ขนาดเมล็ด** ทำการชั่งเมล็ดที่ผ่านการนวดแล้วจำนวน 100 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำในแต่ละแปลงย่อยแล้วหาค่าเฉลี่ย

**2) ขนาดดอก** ทำการสุ่มวัดเส้นผ่านศูนย์กลางตามรูปทรงของดอกทานตะวันที่มีความกว้างที่สุดเป็นเซนติเมตร ทำการสุ่มวัด 10 ดอกแล้วหาค่าเฉลี่ย

**3.5.4 ลักษณะการหักล้ม และการเข้าทำลายของโรคใบไหม้**

**1) ลักษณะต้นล้ม (root lodging)** ทำการบันทึกการล้มของต้นทานตะวันที่ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว (ระยะ R8) นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การหักล้มแล้วให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

| คะแนน | ลักษณะของต้นล้ม |
|---|---|
| 1 | ไม่มีต้นล้ม หรือต้นล้มไม่เกิน 10 % |
| 2 | ต้นล้มประมาณ 10 – 25 % |
| 3 | ต้นล้มมากว่า 25 % แต่ไม่เกิน 50 % |
| 4 | ต้นล้มมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 75 % |
| 5 | ต้นล้มมากกว่า 75 % ขึ้นไป |

**2) ลักษณะต้นหัก (stalk lodging)** ทำการบันทึกการหักของต้นทานตะวันในลักษณะเดียวกับ Root lodging (ระยะ R8) นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ต้นหัก แล้วให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

| คะแนน | ลักษณะของต้นหัก |
|---|---|
| 1 | ไม่มีต้นหัก หรือต้นหักไม่เกิน 10 % |
| 2 | ต้นหักประมาณ 10 – 25 % |
| 3 | ต้นหักมากว่า 25 % แต่ไม่เกิน 50 % |
| 4 | ต้นหักมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 75 % |
| 5 | ต้นหักมากกว่า 75 % ขึ้นไป |

**3) ความรุนแรงของโรค** บันทึกอัตราการเป็นโรคที่สำคัญ คือ โรคใบไหม้ (Alternaria leaf blight) เมื่อทานตะวันอายุ 65 วัน (ระยะ R5) และบันทึกอีกครั้งในวันเก็บเกี่ยว (ระยะ R9) มีเกณฑ์การให้คะแนน

| คะแนน | ลักษณะเข้าทำลาย |
|---|---|
| 1 | ไม่มีอาการใบไหม้ หรือมีอาการไม่เกิน 10 % ของต้น |
| 2 | มีอาการใบไหม้ ประมาณ 10 – 25 % ของต้น |
| 3 | มีอาการใบไหม้ 25 % แต่ไม่เกิน 50 % ของต้น |
| 4 | มีอาการใบไหม้ 50 % แต่ไม่เกิน 75 % ของต้น |
| 5 | มีอาการใบไหม้ 75 % ขึ้นไป |

(ดัดแปลงจาก โสภณ วงศ์แก้ว, 2548)

**3.5.5เปอร์เซ็นต์น้ำมัน** ดัดแปลงจากวิธีการของ AOAC (2000) มีวิธีการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันดังนี้

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

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

3) ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้วด้วยเครื่องชั่งละเอียดแล้ว ห่อด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากไขมันพับใส่ใน extraction thimble เพื่อทำการสกัดหาปริมาณไขมันต่อไป

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

5) เมื่อทำการสกัดไขมันเสร็จสิ้นแล้ว นำ beaker มาทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบความชื้นสักครู่ จึงนำ beaker ไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น จากนั้นนำออกมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด บันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมันได้จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน} = \frac{\text{น้ำหนัก beaker ครั้งหลัง} - \text{น้ำหนัก beaker ครั้งแรก}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

## 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสูงของลำต้น จำนวนใบ อายุออกดอก ขนาดของดอก ขนาดเมล็ด เปอร์เซ็นต์กระเทาะเมล็ด ผลผลิตต่อไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำมัน คะแนนต้นล้ม คะแนนต้นหัก และคะแนนความรุนแรงของการเกิดโรค โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS for Windows Version 14.0 (Levesque and SPSS Inc., 2006)

**แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แผนการทดลองแบบสตริปพลอต**

$$X_{ijk} = \mu + B_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + \gamma_{ik} + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

**กำหนดให้**

$\mu$ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

B = ผลของบลอก

$\alpha$ = ผลของแฟกเตอร์ A (พันธุ์ทานตะวัน)

$\beta$ = ผลของแฟกเตอร์ B (ปัจจัยการผลิต)

$\delta$ = ความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวเนื่องกับแฟกเตอร์ A

$\gamma$ = ความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวเนื่องกับแฟกเตอร์ B

$\varepsilon$ = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

**ตารางที่ 4** แหล่งคามปรวนแปรในแผนการทดลองแบบสตริปพลอต (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2549)

| **Sources** | **df** | **EMS** |
|---|---|---|
| Blocks | n – 1 | |
| Varieties (A) | a – 1 | $\sigma_e^2 + b\sigma_\delta^2 + nb\sigma_a^2$ |
| Error(a) | (n – 1)(a – 1) | $\sigma_e^2 + b\sigma_\delta^2$ |
| Inputs (B) | b – 1 | $\sigma_e^2 + a\sigma_\gamma^2 + na\sigma_b^2$ |
| Error(b) | (n – 1)(b – 1) | $\sigma_e^2 + a\sigma_\gamma^2$ |
| Interaction (AB) | (a – 1)(b – 1) | $\sigma_e^2 + n\sigma_{ab}^2$ |
| Error(c) | (n – 1)(a – 1) (b – 1) | $\sigma_e^2$ |
| Total | abn – 1 | |

## 3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนต่อชุดปัจจัยการผลิต

ทำการบันทึกค่าใช้จ่ายของปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการทดลอง แบ่งออกเป็น 4 ชุดเทคโนโลยี ซึ่งแต่ละชุดเทคโนโลยีจะมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของชุดเทคโนโลยี (ตารางที่ 5) โดยมีรายละเอียดในการบันทึกค่าใช้จ่ายแต่ละประเภทดังต่อไปนี้

**3.7.1 ค่าเตรียมดิน**

1) ไถดะ ไร่ละ 300 บาท
2) ไถแปร ไร่ละ 240 บาท
3) ไถพรวน ไร่ละ 240 บาท

**3.7.2 ค่าแรงงานและค่าจ้าง**

1) ค่าจ้างปลูกโดยใช้เครื่องปลูก ไร่ละ 100 บาท
2) แรงงานพูนโคน ไร่ละ 360 บาท
3) แรงงานกำจัดวัชพืช (ในชุดปัจจัยการผลิตระดับสูง) ไร่ละ 100 บาท
4) แรงงานเก็บเกี่ยว ไร่ละ 180 บาท

**3.7.3 ค่าปุ๋ย**

1) ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เฉลี่ยไร่ละ 320 บาท

**3.7.4 ค่าน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำ**

1) ค่าน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องสูบน้ำ คำนวณจากระยะเวลาของการใช้เครื่องสูบน้ำ (ชั่วโมง) และความถี่ในการให้น้ำ

**3.7.5 ค่านวดเมล็ด**

1) ค่านวดเมล็ดด้วยเครื่องจักร ไร่ละ 90 บาท

**3.7.6 ค่าเมล็ดพันธุ์**

1) เมล็ดพันธุ์ลูกผสม เฉลี่ยกิโลกรัมละ 300 บาท
2) เมล็ดพันธุ์สังเคราะห์ เฉลี่ยกิโลกรัมละ 80 บาท

(ดัดแปลงจาก อุกฤษฎ์ พงษ์วานิชอนันต์, 2552 ; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

**3.7.7 การวิเคราะห์ผลตอบแทนของการใช้ชุดปัจจัยกรผลิต**

ทำการบันทึกค่าใช้จ่ายปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องลงในตารางที่ 5 จากนั้นทำการคำนวณต้นทุนซึ่งจะเป็นต้นทุนต่อพื้นที่ 1 ไร่ คำนวณผลผลิตที่ได้ทั้งหมด จากนั้นมาคำนวณรายได้โดยอิงจากราคากลางหน้าฟาร์ม ณ วันที่เสร็จสิ้นการทดลอง คำนวณกำไรสุทธิ

**ตารางที่ 5** แสดงปัจจัยการผลิตที่ใช้ในแต่ละชุดเทคโนโลยี

| รายการ | ปัจจัยการผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ชุดที่ 1** | **ชุดที่ 2** | **ชุดที่ 3** | **ชุดที่ 4** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน | √ | √ | √ | √ |
| 2. ค่าแรงงานและค่าจ้าง | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ปลูกโดยใช้เครื่องปลูก) | √ | √ | √ | √ |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | - | √ | √ | √ |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | √ | √ | √ | √ |
| 3. ค่าปุ๋ย | - | √ | √ | √ |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | - | √ | √ | √ |
| 5. ค่านวดเมล็ด | √ | √ | √ | √ |
| 6. ค่าเมล็ดพันธุ์ | √ | √ | √ | √ |

(ดัดแปลงจากไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง และวิจารณ์

## 4.1 ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์

จากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรต่าง ๆ ของทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ที่ปลูกในชุดปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกัน 4 ระดับพบว่า ทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลการตอบสนองต่อระดับของภาวะเครียดที่แตกต่างกัน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ พัฒนาการของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตทั้ง 4 ระดับ และลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตทั้ง 4 ระดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

### 4.1.1 ผลการศึกษาพัฒนาการของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

การศึกษาด้านพัฒนาการของทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ประกอบพัฒนาการของความสูง และพัฒนาการของจำนวนใบ ซึ่งบันทึกผลเมื่อทานตะวันอายุ 30, 45, 60 และ 75 วันตามลำดับ (ตารางที่ 6) พบว่าพันธุ์ให้ความสูงแตกต่างทางสถิติทุกช่วงอายุที่สังเกต ($P < 0.01$) ในส่วนของจำนวนใบพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในช่วงอายุที่ 30, 45 และ 75 วัน ($P < 0.01$) และที่อายุ 60 วันให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

### 4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

จากการศึกษาถึงลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 7) พบว่า ผลผลิตต่อไร่ ขนาดดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์การนวด และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน พบว่าให้ผลแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) อายุออกดอกของทานตะวันให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของการเกิดโรคใบไหม้ พบว่าให้ผลแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) ในส่วนของการหักล้มของทานตะวันแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ต้นหัก และต้นล้ม พบว่า คะแนนต้นหักให้ผลแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) และคะแนนต้นล้มให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

### 4.1.3 ผลการศึกษาปัจจัยการผลิตต่อลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน และปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กับปัจจัยการผลิต

จากการศึกษาถึงปัจจัยการผลิต พบว่าปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 6 และ 7) ให้ผลแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน ($P < 0.01$) มีเพียงลักษณะต้นล้มเท่านั้นที่ให้ผลการศึกษาไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์และปัจจัย

ให้ผลแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะสังเกต ($P < 0.01$) ยกเว้นเพียง 2 ลักษณะคือ จำนวนใบนับเมื่ออายุ 30 วัน และคะแนนต้นล้มที่ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

## 4.2 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ของพันธุ์

### 4.2.1 ผลผลิต

ผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 9 โดยพบว่าทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 22 (Pac 22) และแปซิฟิก 77 (Pac 77) ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 320 กก./ไร่ และ 319 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM 1) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 303 กก./ไร่ และพันธุ์สังเคราะห์อื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยลดหลั่นลงไปเป็นลำดับ จากการทดสอบนี้ทำให้ทราบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กิตติ สัจจาวัฒนา (2544), จุฑามาศ เพียซ้ายและคณะ (2550) และจุฑามาศ เพียซ้าย (2552) ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน อย่างไรก็ตามทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์มีข้อดีกว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมคือเกษตรกรสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เองได้ และเมล็ดพันธุ์มีราคาถูก

### 4.2.2 ขนาดเมล็ด

จากการทดสอบค่าเฉลี่ยของขนาดเมล็ด (ตารางที่ 9) พบว่าทานตะวันที่ให้ขนาดเมล็ดโตที่สุดคือพันธุ์แปซิฟิก 22 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด 5.90 กรัม รองลงมาคือพันธุ์เชียงใหม่ 1 และพันธุ์แปซิฟิก 77 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด 5.89 กรัม และ 5.86 กรัมตามลำดับ จากการทดสอบนี้พบว่าทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์สังเคราะห์ให้ขนาดเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติกับทานตะวันพันธุ์ลูกผสม

### 4.2.3 ขนาดดอก

เมื่อพิจารณาถึงขนาดของดอกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ (ตารางที่ 9) พบว่าทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77 ให้ค่าเฉลี่ยของดอกใหญ่ที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 15.27 เซนติเมตรและ 15.20 เซนติเมตรตามลำดับ ในขณะที่ทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 ให้ขนาดดอกรองลงมา โดยให้เฉลี่ยของขนาดดอก 14.90 เซนติเมตร และพันธุ์สังเคราะห์อื่น ๆ มีขนาดดอกลดหลั่นลงมา ซึ่งจากการทดสอบพบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมให้ขนาดดอกใหญ่กว่าพันธุ์สังเคราะห์ โดยพันธุ์ที่ให้ขนาดดอกเล็กที่สุดคือพันธุ์สุรนารี 471 (S 471) มีขนาดดอกเฉลี่ย 14.38 เซนติเมตร

### 4.2.4 เปอร์เซ็นต์การนวด

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การนวดของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 9 พบว่าทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 77 และแปซิฟิก 22 ให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การนวดสูงที่สุดคือ 64.78 และ 64.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีค่าเฉลี่ยคือ 63.28 เปอร์เซ็นต์

และพันธุ์อื่น ๆ ลดหลั่นลงไป โดยพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือพันธุ์สุรนารี 473 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคือ 62.08 เปอร์เซ็นต์

**4.2.5 อายุออกดอก**

เมื่อพิจารณาถึงอายุออกดอกของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ (ตารางที่ 9) พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วทานตะวันให้อายุออกดอกใกล้เคียงกันมาก และไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยของอายุออกดอก 58-59 วัน

**4.2.6 การหักล้ม**

**1) ต้นล้ม**

จากการทดลองพบว่า ลักษณะต้นล้มของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 9 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต้นล้มไม่แตกต่างกันทั้งในทานตะวันพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์สังเคราะห์ จากการสังเกตพบว่าลักษณะต้นล้มจะเกิดขึ้นกับแปลงทดลองรอบนอกที่ได้รับการปะทะกับลมโดยตรง ซึ่งให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับการทดลองของ Sposaro *et al*. (2008) ซึ่งพบว่าต้นทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูงมีโอกาสล้มมากกว่าต้นที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับที่ต่ำกว่า

**2) ต้นหัก**

ลักษณะต้นหักของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 7 พบว่าพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีคะแนนต้นหักเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.17 คะแนน รองลงมาคือพันธุ์แปซิฟิก 22 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ย 1.69 คะแนน และพันธุ์อื่น ๆ ให้คะแนนเฉลี่ยเท่ากันคือ 1.04 คะแนน จากการสังเกตพบว่าในพันธุ์ที่มีคะแนนต้นหักสูงใน 2 ลำดับแรกจะมีขนาดของดอกใหญ่ และมีน้ำหนักดอกสดหนัก จึงทำให้น้ำหนักกดคอดอกลงต่ำจนส่งผลให้ต้นไม่สามารถรับน้ำหนักได้ จึงทำให้เกิดลักษณะต้นหักมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ

**4.2.7 โรคใบไหม้**

จากการทดลองพบว่าทานตะวันพันธุ์ LOC และพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการเกิดโรคมากที่สุดคือ 2.04 และ 2.00 คะแนนตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์สุรนารี 473 (S 473) มีคะแนนเฉลี่ย 1.42 คะแนน และพันธุ์อื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยลดหลั่นลงไป จากการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์มีความต้านทานโรคใบไหม้น้อยกว่าพันธุ์ลูกผสม (ตารางที่ 9)

**4.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันแสดงไว้ในตารางที่ 9 พบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมพันธุ์แปซิฟิก 77 และแปซิฟิก 22 ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 39.60 และ 35.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์สุรนารี 471 ซึ่งเป็นพันธุ์สังเคราะห์ให้ค่าเฉลี่ย 35.47 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์สังเคราะห์อื่นให้ค่าเฉลี่ยลดหลั่นลงมา จากการทดสอบนี้ทำให้ทราบว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์สามารถให้เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับทานตะวันพันธุ์ลูกผสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อ

เกษตรกรเพราะเมล็ดพันธุ์ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมมีราคาแพง ในขณะที่เมล็ดทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์มีราคาถูกกว่า แต่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสม จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกในการปลูกทดแทนทานตะวันพันธุ์ลูกผสมที่มีราคาแพงกว่าได้

**4.2.9 ความสูง**

จากการทดสอบพบว่าในช่วงอายุ 30 – 60 วันทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ให้ความสูงเฉลี่ยแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาความสูงเมื่อทานตะวันอายุ 75 วันพบว่า ทานตะวันพันธุ์เชียงใหม่ 1 มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 172.02 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ LOC ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 168.22 เซนติเมตร ในขณะที่พันธุ์แปซิฟิก 22 มีความสูงเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 3 คือ 167.94 เซนติเมตร และพันธุ์แปซิฟิก 77 มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 165.23 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

**4.2.10จำนวนใบ**

จากการศึกษาพบว่า จำนวนใบของทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์จะเพิ่มขึ้นตามอายุ เมื่อพิจารณาถึงจำนวนใบเมื่อทานตะวันอายุ 75 วัน พบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสม (แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77) มีจำนวนใบโดยเฉลี่ยมากกว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 8

## 4.3 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการพัฒนา

**4.3.1 ความสูง**

ความสูงของต้นทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 10 พบว่า ในระยะแรกของการเจริญเติบโตทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ และระดับปานกลาง ($A_1B_1C_1$ และ $A_2B_2C_2$) จะมีค่าเฉลี่ยของความสูงมากกว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำ และระดับสูง ($A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$) ตามลำดับ เมื่อทานตะวันอายุตั้งแต่ 45 วันเป็นต้นไป ปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงกลับมีพัฒนาการมากกว่า จนกระทั่งทานตะวันอายุได้ 75 วัน โดยพบว่า ปัจจัยการผลิตระดับแนะนำให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 176.10 เซ็นติเมตร ในขณะที่ปัจจัยการผลิตระดับให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 168.98 เซ็นติเมตร

**4.3.2 จำนวนใบ**

จำนวนใบของทานตะวันที่ปลูกในระดับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 10 พบว่า ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่ำจะมีจำนวนใบเฉลี่ยน้อยกว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงตามลำดับ ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับ Halvorson *et al.* (1999) และ Abayomi and Adelfila (2008) ซึ่งรายงานว่าการจำนวนใบของทานตะวันเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยเพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 6** ค่า Mean square ของลักษณะพัฒนาการในทานตะวัน 6 พันธุ์เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

| | | ความสูง | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sources** | **df** | **30 วัน** | **45 วัน** | **60 วัน** | **75 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** | **60 วัน** | **75 วัน** |
| Blocks | 2 | 0.195 | 1.158 | 2.381 | 0.185 | 0.152 | 0.281 | 0.015 | 0.023 |
| Varieties | 5 | 1.495** | 158.205** | 503.263** | 66.922** | 0.740** | 1.110** | 0.211 | 1.980** |
| Error(a) | 10 | 0.256 | 6.523 | 3.914 | 12.079 | 0.120 | 0.120 | 0.087 | 0.085 |
| Inputs | 3 | 0.613** | 367.808** | 1897.456** | 2936.303** | 70.160** | 52.494** | 62.553** | 30.878** |
| Error(b) | 6 | 0.024 | 8.920 | 12.825 | 3.781 | 0.070 | 0.402 | 0.088 | 0.054 |
| Var.*Inp. | 15 | 0.426** | 61.495** | 203.534** | 22.205** | 0.231 | 0.939** | 1.115** | 0.788** |
| Error(c) | 30 | 0.136 | 11.437 | 15.282 | 17.286 | 0.140 | 0.283 | 0.323 | 0.917 |

** = ความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 7** ค่า Mean square ของลักษณะทางการเกษตรในทานตะวัน 6 พันธุ์เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

| Sources | df | ผลผลิต | น้ำหนัก 100 เมล็ด | ขนาดดอก | เปอร์เซ็นต์การนวด | อายุออกดอก | การหักล้ม | | โรคใบไหม้ | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | ต้นล้ม | ต้นหัก | | |
| Blocks | 2 | 237.823 | 0.006 | 0.061 | 0.923 | 1.152 | 0.011 | 0.066 | 0.027 | 0.043 |
| Varieties | 5 | 1304.129** | 1.997** | 1.125** | 15.130** | 2.452 | 0.001 | 2.845** | 1.905** | 53.125** |
| Error(a) | 10 | 28.573 | 0.024 | 0.025 | 0.241 | 1.237 | 0.019 | 0.020 | 0.029 | 0.058 |
| Inputs | 3 | 125848.405** | 6.343** | 144.174** | 1406.570** | 119.665** | 0.010 | 2.952** | 2.269** | 93.550** |
| Error(b) | 6 | 20.506 | 0.010 | 0.111 | 0.345 | 0.558 | 0.021 | 0.059 | 0.032 | 0.101 |
| Var.*Inp. | 15 | 226.385** | 0.153** | 0.215** | 2.753** | 1.756** | 0.017 | 1.557** | 0.586** | 3.648** |
| Error(c) | 30 | 28.573 | 0.016 | 0.077 | 0.479 | 0.548 | 0.010 | 0.024 | 0.025 | 0.118 |

** = ความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 8** ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบในช่วงอายุต่าง ๆ ของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ

| พันธุ์ | ความสูง | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน |
| | ซม. | ซม. | ซม. | ซม. | ใบ | ใบ | ใบ | ใบ |
| CM1 | 40.11 bc | 115.48 a | 148.82 a | 172.02 a | 10.63 c | 15.22 c | 19.69 | 19.78 b |
| LOC | 40.68 a | 106.49 b | 131.20 d | 168.22 b | 10.98 b | 15.66 b | 19.75 | 19.97 b |
| S471 | 39.80 cd | 106.14 b | 137.78 c | 166.18 b | 11.01 b | 15.54 bc | 19.46 | 19.58 c |
| S473 | 40.16 b | 108.23 b | 135.50 c | 166.38 b | 11.15 ab | 15.59 bc | 19.59 | 19.73 b |
| Pac22 | 39.72 d | 108.83 b | 143.73 b | 167.94 b | 11.26 ab | 15.52 bc | 19.46 | 20.10 a |
| Pac77 | 39.84 bcd | 105.78 c | 143.94 b | 165.23 b | 11.33 a | 16.15 a | 19.73 | 20.72 a |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 9** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรในทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ

| พันธุ์ | ผลผลิต | น้ำหนัก 100 เมล็ด | ขนาดดอก | เปอร์เซ็นต์การนวด | อายุออกดอก | การหักล้ม | | โรคใบไหม้ | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ต้นล้ม | ต้นหัก | | |
| | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| CM1 | 303.20 b | 5.89 a | 14.90 b | 63.28 b | 57.98 bc | 1.06 | 2.17 a | 2.00 a | 33.99 d |
| LOC | 302.95 b | 5.13 b | 14.74 b | 62.48 c | 58.37 bc | 1.04 | 1.04 c | 2.04 a | 35.33 c |
| S471 | 299.86 b | 5.89 a | 14.38 c | 63.07 b | 58.62 ab | 1.04 | 1.02 c | 1.21 c | 35.47 c |
| S473 | 294.36 c | 5.07 b | 14.77 b | 62.08 c | 58.59 ab | 1.04 | 1.04 c | 1.42 b | 33.78 e |
| Pac22 | 319.72 a | 5.90 a | 15.27 a | 64.70 a | 59.40 a | 1.04 | 1.69 b | 1.19 c | 35.92 b |
| Pac77 | 319.47 a | 5.86 a | 15.20 a | 64.78 a | 57.92 c | 1.04 | 1.02 c | 1.25 c | 39.60 a |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

[1] คะแนน = 1-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 4.4 การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

### 4.4.1 ผลผลิต

ผลผลิตของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 11 พบว่าปัจจัยการผลิตระดับที่ 4 หรือระดับสูงที่สุด ($A_4B_3C_3$) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 367 กก./ไร่ รองลงมาคือปัจจัยการผลผลิตระดับที่ 3 ($A_3B_3C_2$) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 364 กก./ไร่ ในขณะที่ปัจจัการผลิตระดับที่ 1 หรือระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 188 กก./ไร่ จากการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าทานตะวันมีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยและการกำจัดวัชพืช สอดคล้องกับงานวิจัยของ Unger (1982) และ Yagoub *et al.*(2010) ซึ่งรายงานไปในทำนองเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการทดลองในถั่วลิสง ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยในระดับสูงและกำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผลผลิตของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น (Laosuwan and Macartney, 1992) ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองนี้เช่นเดียวกัน

### 4.4.2 ขนาดเมล็ด

หากพิจารณาถึงขนาดของเมล็ดในทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันพบว่า ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูง ($A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$) จะมีขนาดเมล็ดโต โดยให้ค่าเฉลี่ยของขนาดเมล็ดคือ 6.09 และ5.96 กรัมต่อ 100 เมล็ดตามลำดับ ในขณะที่การให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำจะส่งผลให้ทานตะวันมีขนาดเมล็ดเล็ก ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยได้คือ 4.77 กรัมต่อ 100 เมล็ด ให้ผลการทดสอบเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดลองของ Khan *et al.* (2000) และ Khaliq and Cheema (2005)

### 4.4.3 ขนาดดอก

จากการเปรียบขนาดของดอกทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) มีขนาดดอกเฉลี่ยมากที่สุดคือ 16.54 และ 16.46 เซนติเมตรตามลำดับ ในขณะที่ชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) มีขนาดดอกเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 10.56 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าทานตะวันจะให้ขนาดดอกที่ตอบสนองต่อระดับของปัจจัยการผลิต ยิ่งระดับปัจจัยการผลิตสูงก็จะส่งผลให้ทานตะวันมีขนาดดอก โตขึ้นด้วย ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับ Abayomi and Adelfila (2008)

### 4.4.4 เปอร์เซ็นต์การนวด

เปอร์เซ็นต์การนวดของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำ และระดับสูง ($A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$) มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การนวดมากที่สุดคือ 69.54 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การนวดน้อยที่สุด คือ 50.73 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจัยการผลิตระดับต่ำจะพบ

ทานตะวันที่มีเมล็ดลีบเป็นจำนวนมาก เมื่อนวดเมล็ดแล้วจึงให้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่าในปัจจัยการผลิตระดับอื่น ๆ

**4.4.5 อายุออกดอก**

จากการทดลองนี้พบว่า ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูง จะมีช่วงอายุการออกดอกที่ยาวขึ้น โดยที่ปัจจัยการผลิตในระดับสูง และระดับแนะนำ ($A_4B_3C_3$ และ $A_3B_3C_2$) มีอายุการออกดอกเฉลี่ย 60 วัน เมื่อเปรียบเทียบทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่ำจะมีช่วงอายุการออกดอกเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยของอายุออกดอกคือ 55 วัน

**4.4.6 การหักล้ม**

**1) ต้นล้ม**

จากการทดลองพบว่า ลักษณะต้นล้มของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 11 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต้นล้มไม่แตกต่างกัน และจากการทดลองปัจจัยการผลิตระดับสูง ($A_4B_3C_3$) มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.06 คะแนน รองลงมาคือปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) มีคะแนนเฉลี่ย 1.05 คะแนน ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่าในแปลงทดลองของปัจจัยการผลิตระดับสูงจะได้รับความชื้นมาก ประกอบกับขนาดของลำต้นใหญ่ เมื่อมีลมเข้าปะทะจึงส่งผลให้มีลักษณะต้นล้มมากกว่าในแปลงทดลองที่ให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ

**2) ต้นหัก**

ลักษณะต้นหักของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 11) พบว่าปัจจัยการผลิตในระดับสูง ($A_4B_3C_3$) มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.86 คะแนน รองลงมาคือปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) มีคะแนนเฉลี่ย 1.43 คะแนน ในขณะที่ปัจจัยในระดับอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ย 1.01 คะแนน ทั้งนี้เพราะทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูงจะมีดอกสดขนาดโตมาก ทำให้น้ำหนักของดอกกดคอดอกจนลำต้นไม่สามารถรับน้ำหนักได้ จึงส่งผลให้มีลักษณะต้นหักมากกว่าในทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่ำ

**4.4.7 โรคใบไหม้**

คะแนนเฉลี่ยของการเกิดโรคใบไหม้ในทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 11 พบว่าในปัจจัยการผลิตระดับสูงมีคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ยสูงกว่าปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากระดับของความชื้นที่ได้รับแตกต่างกัน ในแปลงทดลองของปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูง จะได้รับความชื้นสูงกว่าจึงเอื้อให้เกิดการเข้าทำลายของโรคใบไหม้มากกว่าปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง และระดับต่ำตามลำดับ

**4.4.8 เปอร์เซ็นต์น้ำมัน**

จากการเปรียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ พบว่า การให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูง ($A_3B_3C_2$ และ $A_4B_3C_3$) จะให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์

น้ำมันสูง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้คือ 37.48 และ 37.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตต่ำจะให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันคือ 32.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Akbari *et al.* (2011) ซึ่งรายงานว่า การให้ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของไนโตรเจนที่เหมาะสม สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดทานตะวันได้

## 4.5 ผลการตอบสนองของพันธุ์ต่อปัจจัยการผลิต

### 4.5.1 พันธุ์แปซิฟิก 22

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตของพันธุ์แปซิฟิก 22 แสดงไว้ในรูปที่ 1 พบว่า ลักษณะของผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวด ให้ผลการตอบสนองตามระดับปัจจัยการผลิตที่ได้รับ นอกจากนี้ยังพบว่าในระดับปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงจะพบการตอบสนองที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำเป็นระดับที่เหมาะสมแล้ว ดังนั้นเมื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตในระดับที่สูงขึ้น ทานตะวันจึงให้ผลการสนองตอบไม่แตกต่างกัน สำหรับขนาดเมล็ดพบว่า ปัจจัยการผลิตระดับแนะนำให้ขนาดเมล็ดโตที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของขนาดดอก สำหรับอายุออกดอกพบความแตกต่างไม่มากในทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูง และในส่วนของการพัฒนาด้านความสูง พบแนวโน้มเช่นเดียวกับลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวด ในขณะที่จำนวนใบกลับไม่พบความแตกต่างในปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูง แต่มีความแตกต่างจากปัจจัยการผลิตระดับต่ำอย่างชัดเจน

### 4.5.2 พันธุ์แปซิฟิก 77

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตของพันธุ์แปซิฟิก 77 แสดงไว้ในรูปที่ 2 พบว่าการสนองตอบของลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน เปอร์เซ็นต์การนวด ขนาดเมล็ด ขนาดดอก และ อายุออกดอก ต่อระดับปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น สังเกตได้จากเส้นแนวโน้มของแต่ละลักษณะ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวด มีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ขนาดดอกให้การตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะทางด้านการพัฒนาพบว่า การพัฒนาด้านความสูให้ผลการตอบสนองเป็นไปในแนวทางเดียวกับลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวด ในขณะที่จำนวนใบกลับพบว่า ปัจจัยการผลิตระดับสูงมีจำนวนใบน้อยกว่าปัจจัยการผลิตระดับแนะนำเล็กน้อย จากการสังเกตพบว่า ผลการสนองตอบของลักณะต่าง ๆ ในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำเป็นระดับที่มีความ

เหมาะสมมากที่สุด ดังนั้นเมื่อเพิ่มระดับปัจจัยการผลิตทานตะวันจึงให้ผลสนองตอบไม่แตกต่างจากปัจจัยระดับแนะนำ

**4.5.3 พันธุ์เชียงใหม่ 1**

ผลการศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ของพันธุ์เชียงใหม่ แสดงไว้ในรูปที่ 3 พบว่าลักษณะของผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน เปอร์เซ็นต์การนวด และขนาดดอก ให้ผลตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิต ขณะที่ขนาดเมล็ดมีการตอบสนองที่แตกต่างไปเล็กน้อย โดยพบว่าในชุดปัจจัยกรผลิตระดับต่ำ และระดับปานกลางให้ผลการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูง ให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกัน โดยที่ปัจจัยการผลิตระดับสูงให้ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูง ให้ผลการตอบสนองของลักษณะต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับพันธุ์ลูกผสม (แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77) สำหรับลักษณะของขนาดดอกพบว่า มีการตอบสนองไม่แตกต่างกันมากนักในชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูง ในขณะที่พบความแตกต่างในลักษณะของอายุออกดอก ในปัจจัยการผลิตระดับแนะนำเป็นระดับที่มีค่าเฉลี่ยของวันมากที่สุด ในขณะที่จำนวนใบไม่พบความแตกต่างในชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง และระดับแนะนำ และลดลงเล็กน้อยในชุดปัจจัยการผลิตระดับสูง

**4.5.4 พันธุ์สุรนารี 471**

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตของพันธุ์สุรนารี 471 (รูปที่ 4) พบว่าลักษณะของผลผลิต เปอร์เซ็นต์การนวด และขนาดเมล็ด มีการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันพบการตอบสนองที่แตกต่างกันออกไป โดยพบว่าชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ และระดับปานกลาง ให้ผลการตอบสนองที่ใกล้เคียงกัน และกลุ่มของชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกันเช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างระหว่างชุดปัจจัยการผลิตทั้ง 2 กลุ่มอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพันธุ์สุรนารี 471 ให้ผลการตอบสนองต่อชุดปัจจัยการผลิตในระดับสูงได้ดีกว่าปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ในส่วนของลักษณะขนาดดอก และจำนวนใบให้ผลการตอบสนองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งพบว่าในชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนอายุออกดอก และความสูงให้ผลที่ใกล้เคียงกัน โดยสังเกตเห็นว่าในชุดปัจจัยการผลิตระดับสูงจะให้ผลกรตอบสนองที่น้อยกว่าปัจจัยการผลิตระดับแนะนำเล็กน้อย

**ตารางที่ 10** ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบในช่วงอายุต่าง ๆ ของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

| ปัจจัยการผลิต | ความสูง | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน |
| | ซม. | ซม. | ซม. | ซม. | ใบ | ใบ | ใบ | ใบ |
| $A_1B_1C_1$ | 40.21 a | 104.74 c | 125.22 c | 168.98 c | 8.10 b | 13.06 c | 16.83 c | 18.02 b |
| $A_2B_2C_2$ | 40.19 a | 104.74 c | 142.68 b | 169.87 b | 11.98 a | 16.28 b | 20.37 b | 20.53 a |
| $A_3B_3C_2$ | 39.82 b | 110.68 b | 144.21 b | 176.10 a | 12.14 a | 16.66 a | 20.82 a | 20.72 a |
| $A_4B_3C_3$ | 39.98 ab | 113.82 a | 148.54 a | 175.69 b | 12.02 a | 16.45 ab | 20.44 b | 20.65 a |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

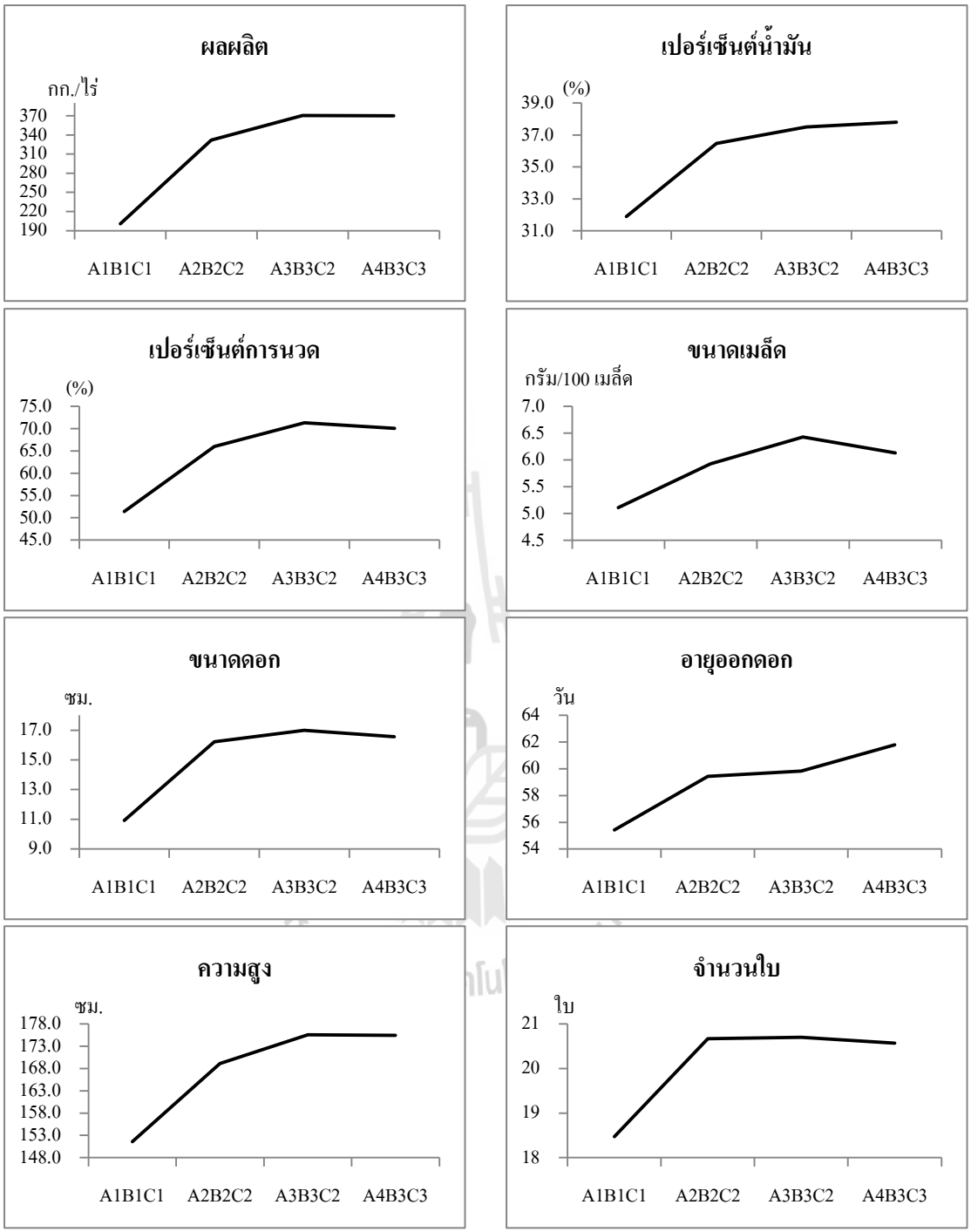
**ตารางที่ 11** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

| ปัจจัยการผลิต | ผลผลิต | น้ำหนัก 100 เมล็ด | ขนาดดอก | เปอร์เซ็นต์การนวด | อายุออกดอก | การหักล้ม | | โรคใบไหม้ | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ต้นล้ม | ต้นหัก | | |
| | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| $A_1B_1C_1$ | 188.01 c | 4.77 d | 10.65 c | 50.73 c | 54.62 c | 1.04 | 1.01 c | 1.29 c | 32.68 c |
| $A_2B_2C_2$ | 305.34 b | 5.67 c | 15.86 b | 63.94 b | 59.14 b | 1.01 | 1.01 c | 1.31 c | 35.14 b |
| $A_3B_3C_2$ | 364.04 a | 6.09 a | 16.54 a | 69.54 a | 59.93 a | 1.05 | 1.43 b | 1.43 b | 37.43 a |
| $A_4B_3C_3$ | 366.68 a | 5.96 b | 16.46 a | 69.54 a | 60.22 a | 1.06 | 1.86 a | 2.04 a | 37.48 a |

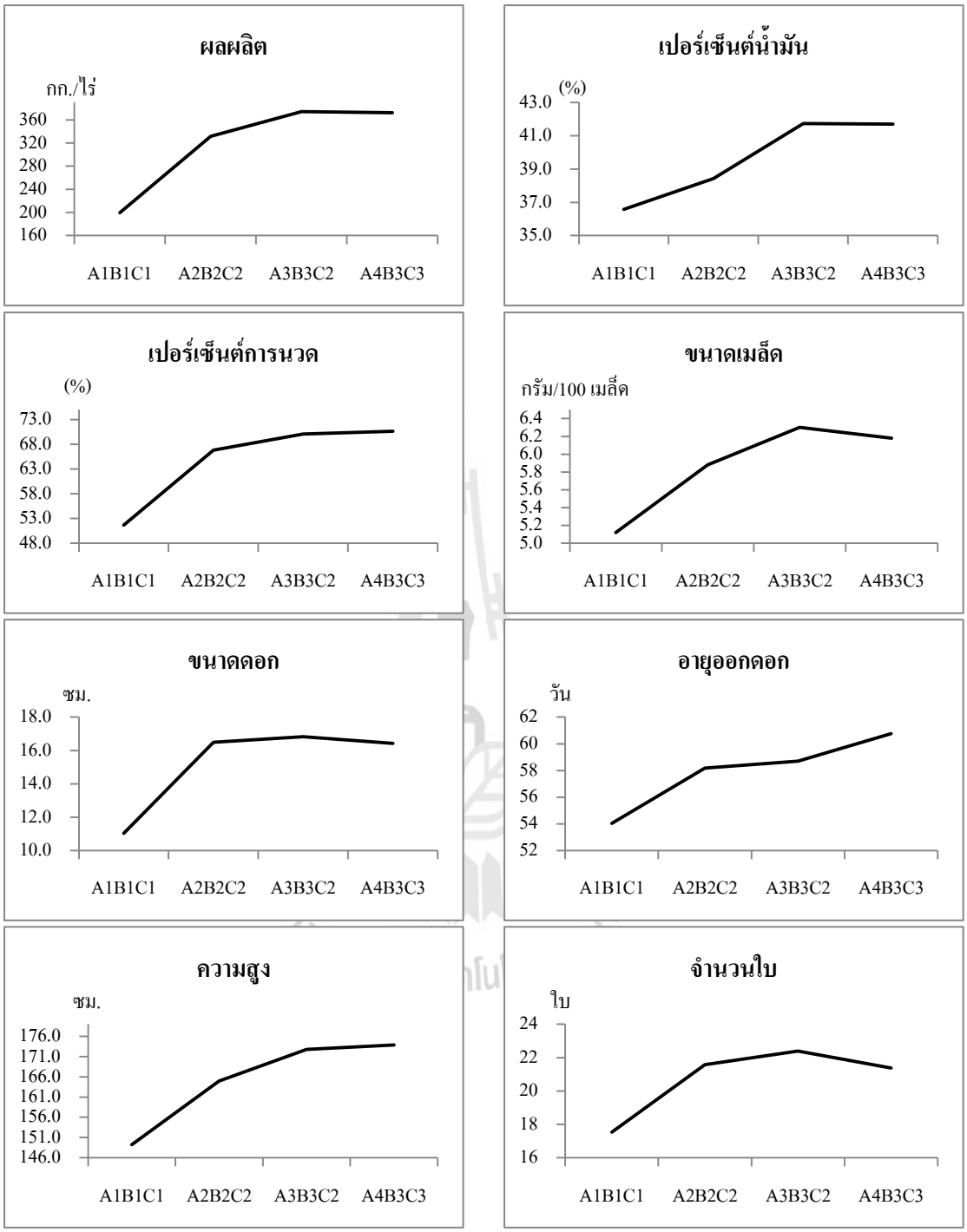
ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

[1] คะแนน = 1-5

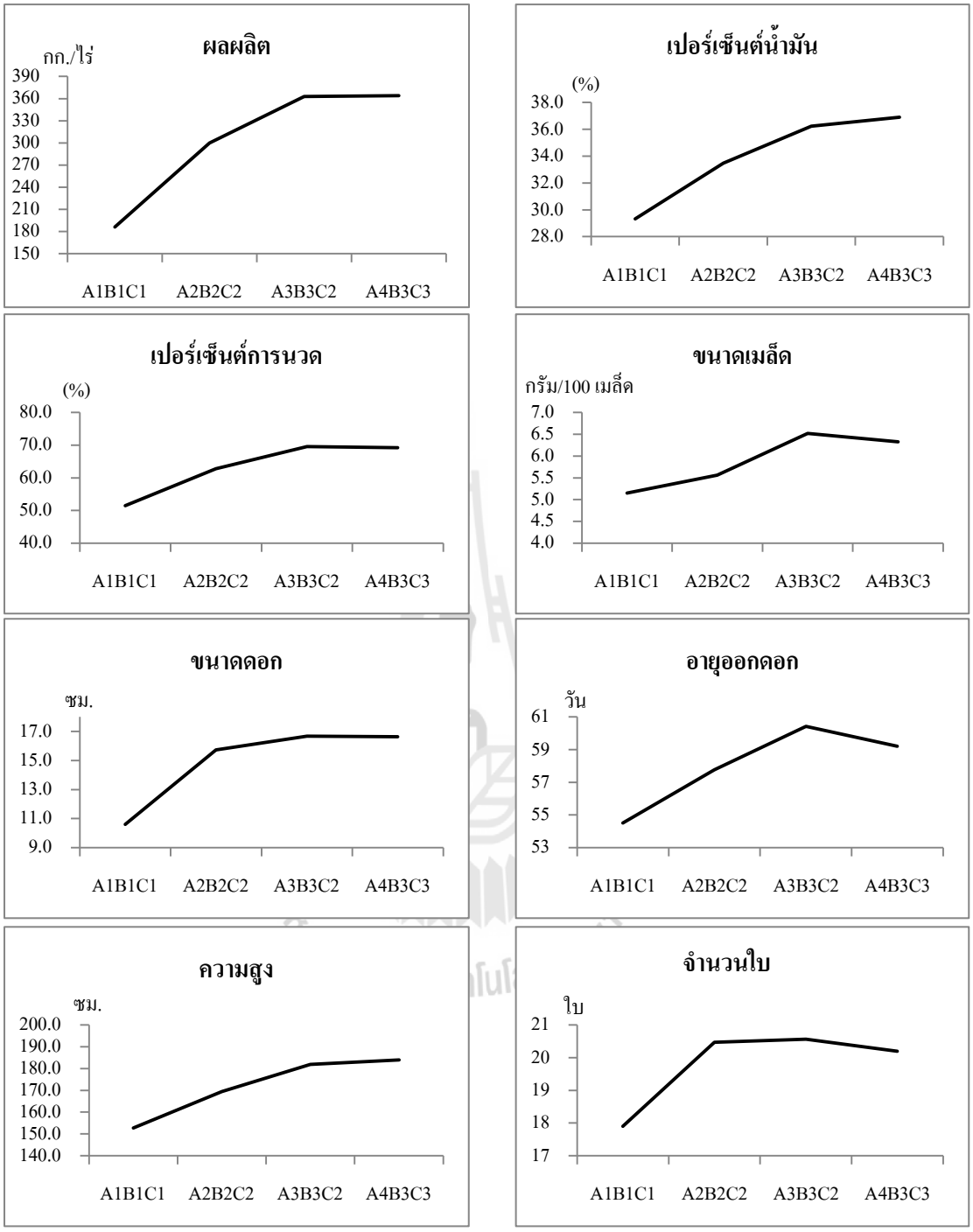
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



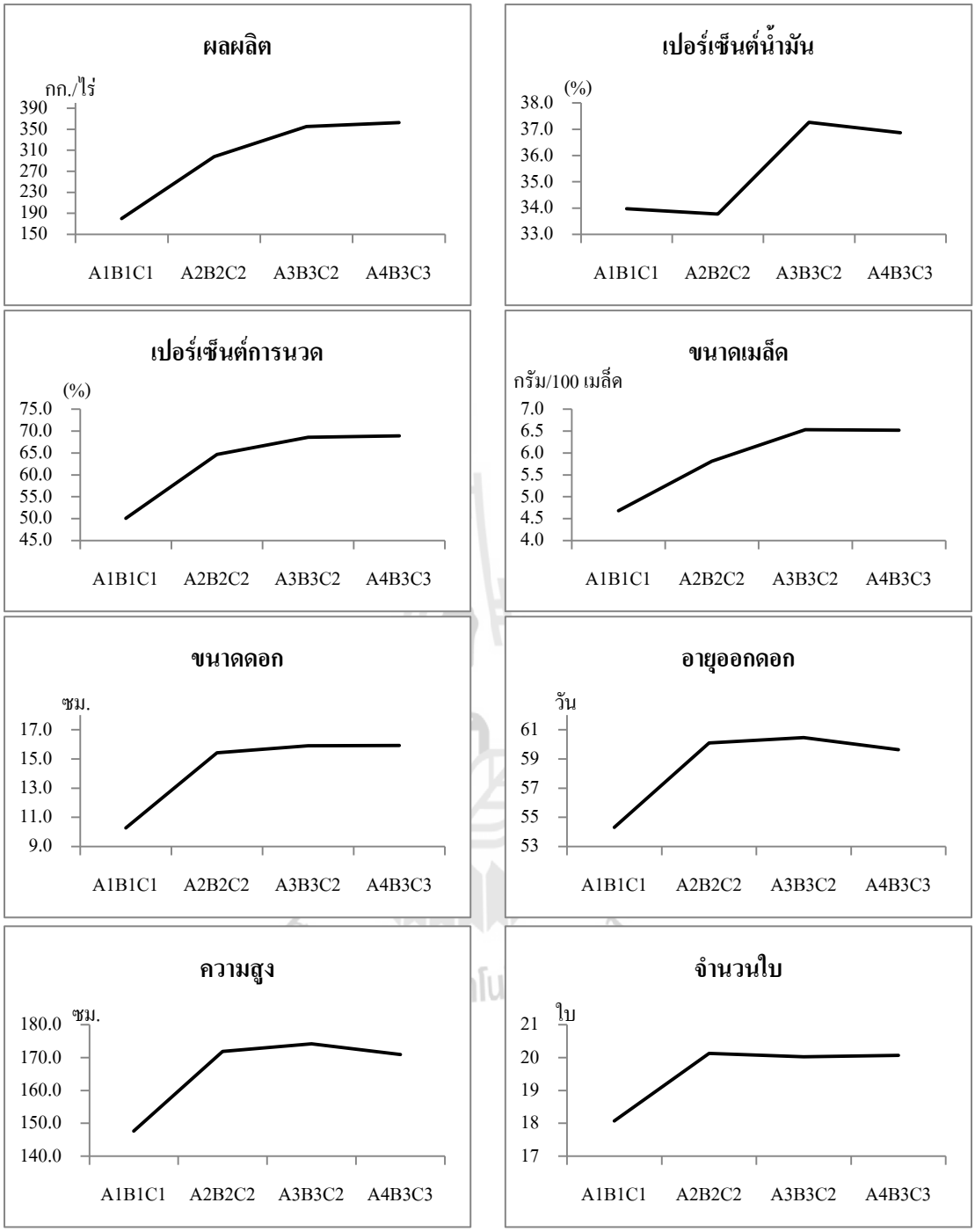

**รูปที่ 1** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์แปซิฟิก 22 เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ




**รูปที่ 2** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์แปซิฟิก 77 เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ




**รูปที่ 3** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์เชียงใหม่ 1 เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ




**รูปที่ 4** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์สุรนารี 471 เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

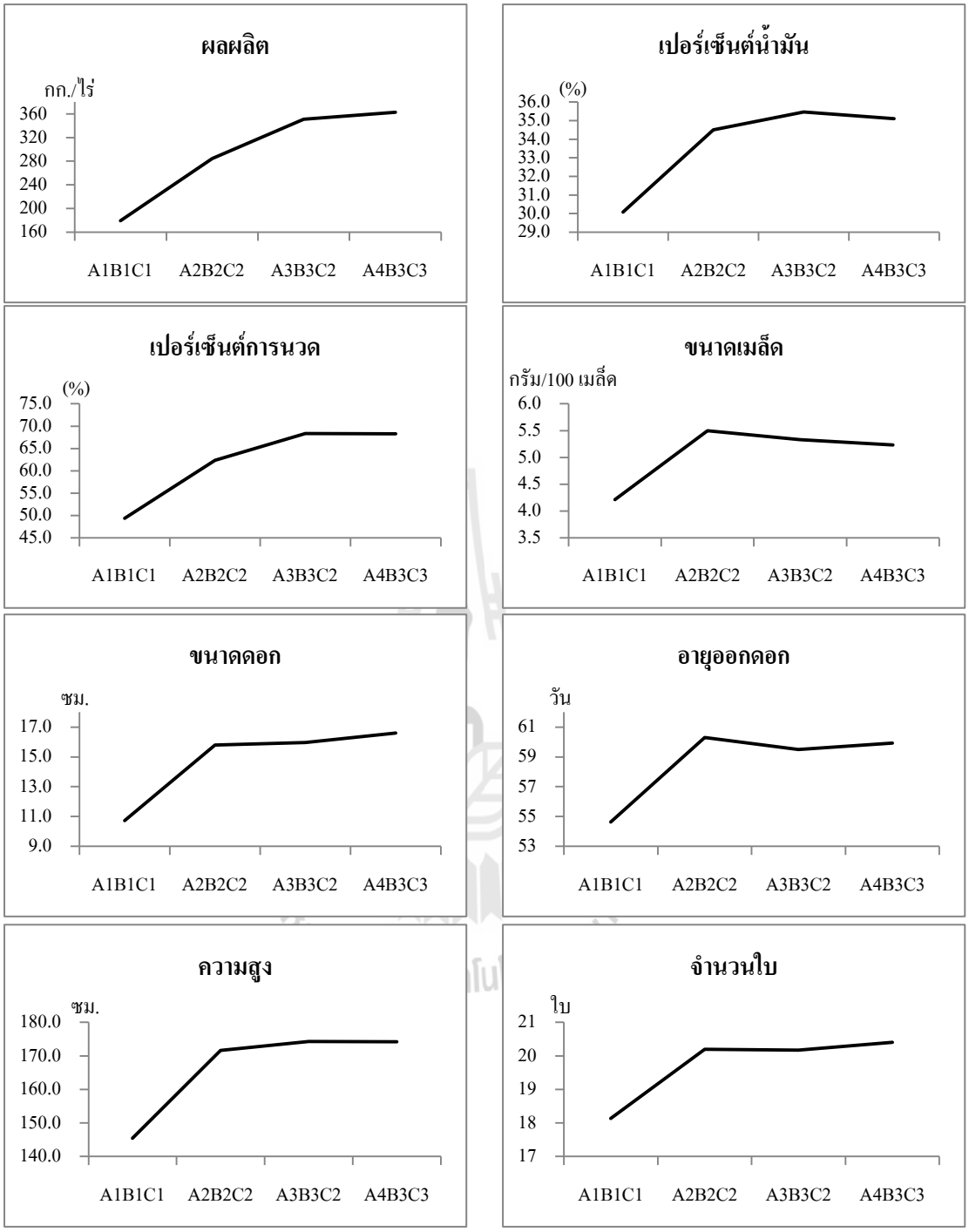
**4.5.5 พันธุ์สุรนารี 473**

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตของพันธุ์สุรนารี 473 แสดงไว้ในรูปที่ 4 พบว่า ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวดให้ผลการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตแบบบวก แต่เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และเปอร์เซ็นต์การนวดให้ผลการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงไม่แตกต่างกัน สำหรับขนาดเมล็ด ขนาดดอก และอายุออกดอก มีความแตกต่างไปเล็กน้อย โดยพบว่าในชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกัน และยังพบว่าขนาดเมล็ด และอายุออกดอกมีการตอบสนองที่ลดลงในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงตามลำดับ ขณะที่ลักษณะด้านการพัฒนาได้แก่ ความสูง และจำนวนใบ ให้ผลการทดลองที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งพบว่าชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูง ให้ผลการตอบสนองไม่แตกต่างกัน

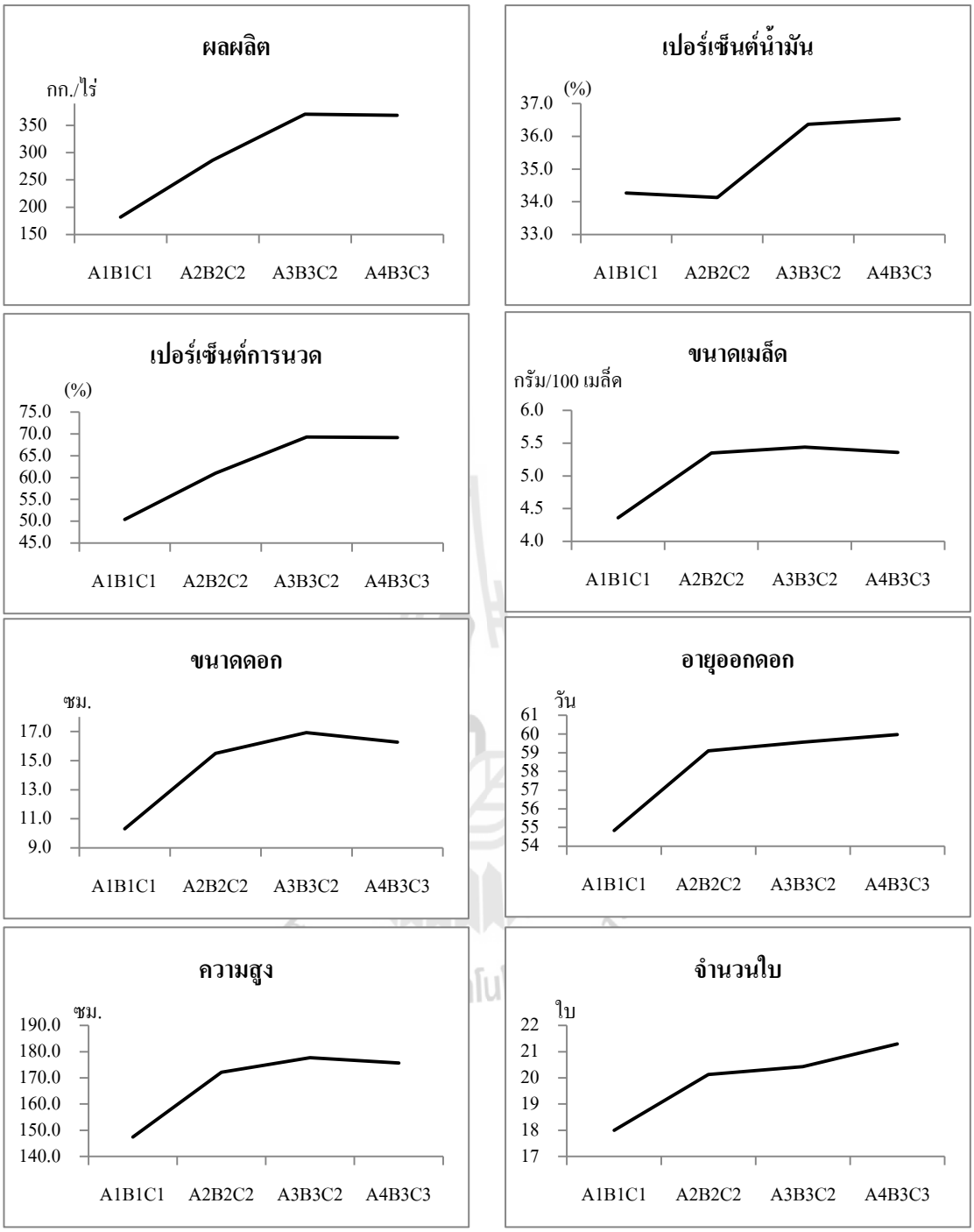
**4.5.6 พันธุ์ LOC**

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตของพันธุ์ LOC (รูปที่ 6) พบว่า ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์การนวด ให้ผลตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิต นอกจากนี้ในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ลักษณะ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันให้ผลการตอบสนองที่มีความแตกต่างออกไป โดยพบการตอบสนองเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงของปัจจัยการผลิตระดับต่ำ และระดับปานกลางซึ่งให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกัน และช่วงของชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูง ให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกันแต่แตกต่างจากปัจจัยการผลิตอีก 2 ระดับอย่างชัดเจน ในส่วนของขนาดเมล็ด ขนาดดอก และความสูง พบว่าให้ผลการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต แต่ลดลงเล็กน้อยในชุดปัจจัยการผลิตระดับสูง ลักษณะของอายุออกดอก พบว่ามีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับใกล้เคียงกัน แต่เป็นไปในทางบวก ในขณะที่จำนวนใบตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตได้ดี แต่ในชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง และระดับแนะนำมีการตอบสนองใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาถึงการตอบสนองของลักษณะต่าง ๆ ในทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ต่อระดับปัจจัยการผลิตพบว่า การเพิ่มขึ้นของผลผลิตมีความสอดคล้องกับลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสำคัญ ได้แก่ ขนาดดอก ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การนวดเมล็ด จากการวิเคราะห์พบว่าทานตะวันที่มีขนาดดอกโต ขนาดเมล็ดโต และมีเปอร์เซ็นต์การนวดเมล็ดสูงจะให้ผลผลิตสูง ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบบวก นอกจากนี้ยังพบว่าการให้ปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ สามารถส่งเสริมการตอบสนองของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ ได้ ซึ่งการตอบสนองจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ของทานตะวัน นอกจากนี้ผลจากการศึกษายังสามารถใช้ประโยชน์ในการทำนายผลผลิตของทานตะวันได้อีกด้วย




**รูปที่ 5** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์สุรนารี 473 เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ




**รูปที่ 6** การตอบสนองของลักษณะสำคัญในพันธุ์ LOC เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

**ตารางที่ 12** ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามปัจจัยการผลิต

| | ปัจจัย | ความสูง (ซม.) | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์ | การผลิต | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน |
| CM 1 | $A_1B_1C_1$ | 40.33 | 105.20b | 127.17c | 152.70c | 7.80c | 13.23b | 17.03b | 17.90c |
| | $A_2B_2C_2$ | 40.27 | 105.20b | 142.40b | 169.40b | 11.37b | 15.73a | 20.50a | 20.47ab |
| | $A_3B_3C_2$ | 39.90 | 119.40a | 160.53a | 181.97a | 11.93a | 16.27a | 21.10a | 20.57a |
| | $A_4B_4C_3$ | 39.93 | 132.13a | 165.17a | 184.00a | 11.43b | 15.63a | 20.13a | 20.20b |
| | ค่าเฉลี่ย | 40.11 | 115.48 | 148.82 | 172.02 | 10.63 | 15.22 | 19.69 | 19.79 |
| LOC | $A_1B_1C_1$ | 41.00 | 104.67 | 125.53b | 147.33b | 7.90b | 13.23c | 16.67c | 18.00c |
| | $A_2B_2C_2$ | 41.00 | 104.67 | 145.30a | 172.17a | 11.43a | 15.60b | 19.73b | 20.13b |
| | $A_3B_3C_2$ | 40.03 | 108.23 | 123.83b | 177.73a | 12.30a | 16.70a | 20.67a | 20.43b |
| | $A_4B_4C_3$ | 40.67 | 108.40 | 130.13b | 175.63a | 12.30a | 17.10a | 21.53a | 21.30a |
| | ค่าเฉลี่ย | 40.68 | 106.49 | 131.20 | 168.22 | 10.98 | 15.66 | 19.65 | 19.97 |
| S 471 | $A_1B_1C_1$ | 40.13a | 105.47 | 124.17c | 147.63b | 8.27b | 13.23b | 16.90b | 18.07b |
| | $A_2B_2C_2$ | 40.13a | 105.47 | 143.77a | 171.90a | 12.17a | 16.23a | 20.17a | 20.13a |
| | $A_3B_3C_2$ | 39.70ab | 107.57 | 137.83b | 174.23a | 11.77a | 16.33a | 20.43a | 20.03a |
| | $A_4B_4C_3$ | 39.23b | 106.07 | 145.33a | 170.93a | 11.83a | 16.37a | 20.33a | 20.07a |
| | ค่าเฉลี่ย | 39.80 | 106.15 | 137.78 | 166.17 | 11.01 | 15.54 | 19.46 | 19.58 |
| S 473 | $A_1B_1C_1$ | 39.93b | 105.47b | 123.50c | 145.40b | 8.30b | 13.03b | 16.87b | 18.13b |
| | $A_2B_2C_2$ | 39.93b | 105.47b | 144.33a | 171.63a | 12.03a | 16.53a | 20.43a | 20.20a |
| | $A_3B_3C_2$ | 40.20ab | 110.73a | 137.00b | 174.30a | 12.03a | 16.40a | 20.60a | 20.17a |
| | $A_4B_4C_3$ | 40.57a | 111.27a | 137.17b | 174.20a | 12.23a | 16.40a | 20.47a | 20.40a |
| | ค่าเฉลี่ย | 40.16 | 108.24 | 135.50 | 166.38 | 11.15 | 15.59 | 19.59 | 19.73 |
| Pac 22 | $A_1B_1C_1$ | 39.57b | 104.00b | 124.73c | 151.60b | 8.40b | 13.40b | 17.53b | 18.47b |
| | $A_2B_2C_2$ | 39.57b | 104.00b | 139.00b | 169.13a | 12.47a | 16.37a | 20.17a | 20.67a |
| | $A_3B_3C_2$ | 39.50b | 112.33a | 154.20a | 175.57a | 12.40a | 16.47a | 20.17a | 20.70a |
| | $A_4B_4C_3$ | 40.23a | 114.97a | 157.00a | 175.48a | 12.03a | 15.83a | 19.97a | 20.57a |
| | ค่าเฉลี่ย | 39.72 | 108.83 | 143.73 | 167.95 | 11.33 | 15.52 | 19.46 | 20.10 |
| Pac 77 | $A_1B_1C_1$ | 40.27a | 103.63b | 126.20c | 149.23b | 7.93b | 12.23b | 15.80c | 17.53c |
| | $A_2B_2C_2$ | 40.27a | 103.63b | 141.30b | 164.97a | 12.43a | 17.23a | 21.20ab | 21.57ab |
| | $A_3B_3C_2$ | 39.60b | 105.80b | 151.83a | 172.80a | 12.40a | 17.77a | 21.73a | 22.40a |
| | $A_4B_4C_3$ | 39.23a | 110.07a | 156.43a | 173.90a | 12.27a | 17.37a | 20.20b | 21.37b |
| | ค่าเฉลี่ย | 39.84 | 105.78 | 143.94 | 165.23 | 11.26 | 16.15 | 19.73 | 20.72 |

ตัวเลขในแนวตั้งของลักษณะต่าง ๆ ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามปัจจัยการผลิต

| พันธุ์ | ปัจจัยการผลิต | ผลผลิต | น้ำหนัก 100 เมล็ด | ขนาดดอก | เปอร์เซ็นต์การนวด | อายุออกดอก | การหักล้ม ต้นล้ม | การหักล้ม ต้นหัก | โรคใบไหม้ | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| CM 1 | $A_1B_1C_1$ | 186.10c | 5.15c | 10.60c | 51.50c | 54.50d | 1.00 | 1.00b | 1.58b | 29.33d |
| | $A_2B_2C_2$ | 299.83b | 5.56b | 15.73b | 62.77b | 57.77c | 1.00 | 1.00b | 1.50b | 33.47c |
| | $A_3B_3C_2$ | 362.73a | 6.52a | 16.67a | 69.57a | 60.43a | 1.08 | 3.42a | 1.75b | 36.23b |
| | $A_4B_3C_3$ | 364.07a | 6.33a | 16.63a | 69.27a | 59.20b | 1.17 | 3.25a | 3.17a | 36.90a |
| | ค่าเฉลี่ย | 303.18 | 5.89 | 14.91 | 63.28 | 57.98 | 1.06 | 2.17 | 2.00 | 33.98 |
| LOC | $A_1B_1C_1$ | 181.97c | 4.36b | 10.30d | 50.40c | 54.83b | 1.00b | 1.00b | 1.50b | 34.27b |
| | $A_2B_2C_2$ | 286.27b | 5.35a | 15.50c | 61.03b | 59.10a | 1.00b | 1.00b | 1.58b | 34.13b |
| | $A_3B_3C_2$ | 370.83a | 5.44a | 16.93a | 69.33a | 59.57a | 1.17a | 1.00b | 1.50b | 36.37a |
| | $A_4B_3C_3$ | 368.73a | 5.36a | 16.27b | 69.17a | 59.97a | 1.00b | 1.17a | 3.58a | 36.53a |
| | ค่าเฉลี่ย | 301.95 | 5.13 | 14.75 | 62.48 | 58.37 | 1.04 | 1.04 | 2.04 | 35.33 |
| S 471 | $A_1B_1C_1$ | 180.03c | 4.68c | 10.27b | 50.07c | 54.30b | 1.00b | 1.00 | 1.17 | 33.97b |
| | $A_2B_2C_2$ | 297.97b | 5.81b | 15.43a | 64.67b | 60.10a | 1.00b | 1.00 | 1.08 | 33.77b |
| | $A_3B_3C_2$ | 355.00a | 6.53a | 15.90a | 68.60a | 60.47a | 1.00b | 1.00 | 1.25 | 37.27a |
| | $A_4B_3C_3$ | 362.47a | 6.52a | 15.93a | 68.93a | 59.63a | 1.17a | 1.08 | 1.33 | 36.87a |
| | ค่าเฉลี่ย | 298.87 | 5.89 | 14.38 | 63.07 | 58.63 | 1.04 | 1.02 | 1.21 | 35.47 |

ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

[1] คะแนน = 1-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แยกตามปัจจัยการผลิต (ต่อ)

| พันธุ์ | ปัจจัยการผลิต | ผลผลิต | น้ำหนัก 100 เมล็ด | ขนาดดอก | เปอร์เซ็นต์การนวด | อายุออกดอก | การหักล้ม ต้นล้ม | การหักล้ม ต้นหัก | โรคใบไหม้ | เปอร์เซ็นต์น้ำมัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| S 473 | $A_1B_1C_1$ | 179.43d | 4.21c | 10.73c | 49.37c | 54.63b | 1.00 | 1.00 | 1.33ab | 30.07c |
| | $A_2B_2C_2$ | 284.23c | 5.50b | 15.80b | 62.33b | 60.30a | 1.00 | 1.00 | 1.25b | 34.50b |
| | $A_3B_3C_2$ | 351.17b | 5.33ab | 15.97b | 68.37a | 59.50a | 1.00 | 1.00 | 1.58a | 35.47a |
| | $A_4B_3C_3$ | 362.53a | 5.23b | 16.60a | 68.27a | 59.93a | 1.17 | 1.17 | 1.50ab | 35.10a |
| | ค่าเฉลี่ย | 294.34 | 5.07 | 14.78 | 62.09 | 58.59 | 1.04 | 1.04 | 1.42 | 33.79 |
| Pac22 | $A_1B_1C_1$ | 200.77c | 5.11c | 10.93b | 51.40c | 55.43c | 1.00 | 1.08b | 1.08b | 31.90c |
| | $A_2B_2C_2$ | 331.97b | 5.93b | 16.23a | 66.03b | 59.43b | 1.08 | 1.00b | 1.17ab | 36.47b |
| | $A_3B_3C_2$ | 370.30a | 6.43a | 17.00a | 71.30a | 59.83b | 1.08 | 1.00b | 1.17ab | 37.50a |
| | $A_4B_3C_3$ | 370.07a | 6.13b | 16.57a | 70.07a | 61.80a | 1.00 | 3.67a | 1.33a | 37.80a |
| | ค่าเฉลี่ย | 318.28 | 5.90 | 15.18 | 64.70 | 59.12 | 1.04 | 1.69 | 1.19 | 35.92 |
| Pac77 | $A_1B_1C_1$ | 199.70c | 5.12c | 11.03b | 51.63c | 54.03c | 1.08 | 1.00 | 1.08 | 36.57c |
| | $A_2B_2C_2$ | 331.80b | 5.88b | 16.50a | 66.80b | 58.17b | 1.00 | 1.08 | 1.25 | 38.43b |
| | $A_3B_3C_2$ | 374.20a | 6.30a | 16.83a | 70.07a | 58.70b | 1.00 | 1.00 | 1.33 | 41.73a |
| | $A_4B_3C_3$ | 372.20a | 6.18a | 16.43a | 70.63a | 60.77a | 1.08 | 1.00 | 1.33 | 41.70a |
| | ค่าเฉลี่ย | 319.48 | 5.87 | 15.20 | 64.78 | 57.92 | 1.04 | 1.02 | 1.25 | 39.61 |

ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

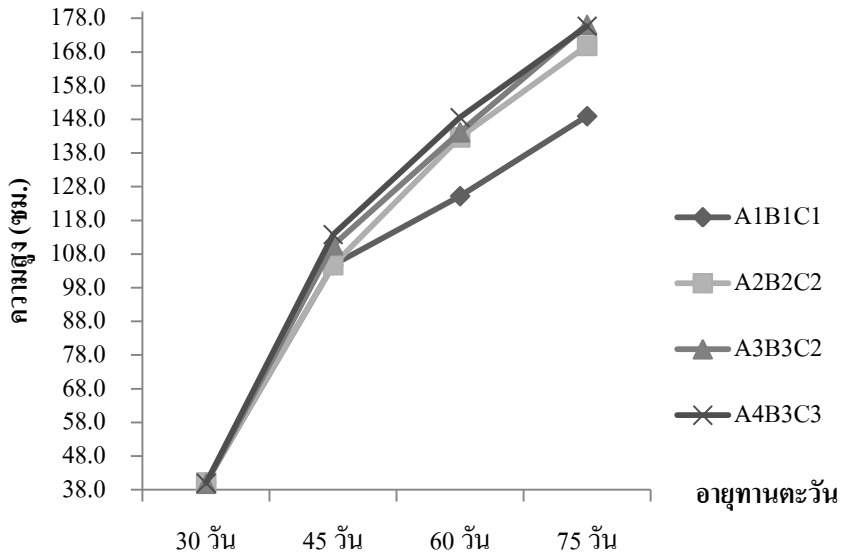
[1] คะแนน = 1-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 4.6 ผลของปัจจัยการผลิตต่อการพัฒนา

### 4.6.1 ความสูง

การพัฒนาทางด้านความสูงของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 14 ซึ่งพบว่า ความสูงของทานตะวันในแต่ละช่วงของอายุตอบสนองต่อระดับของปัจจัยที่ได้รับ โดยเฉพาะในช่วงอายุตั้ง 45 วันเป็นต้นไป เมื่อศึกษาถึงแนวโน้มการเจริญเติบโต จะพบว่าในช่วงอายุ 45 วันแรก ทานตะวันจะมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะชะลอลงเมื่ออายุได้ 60-75 วัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7 นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงจะมีความสูงที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ปัจจัยการผลิตระดับต่ำจะมีความสูงแตกต่างต่างจากชุดปัจจัยอื่น ๆ โดยเฉพาะในช่วงอายุตั้งแต่ 60 วันขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยการผลิตระดับต่ำนั้นไม่มีการให้น้ำพัฒนาการด้านความสูงจึงน้อยกว่าปัจจัยการผลิตระดับอื่นอย่างชัดเจน

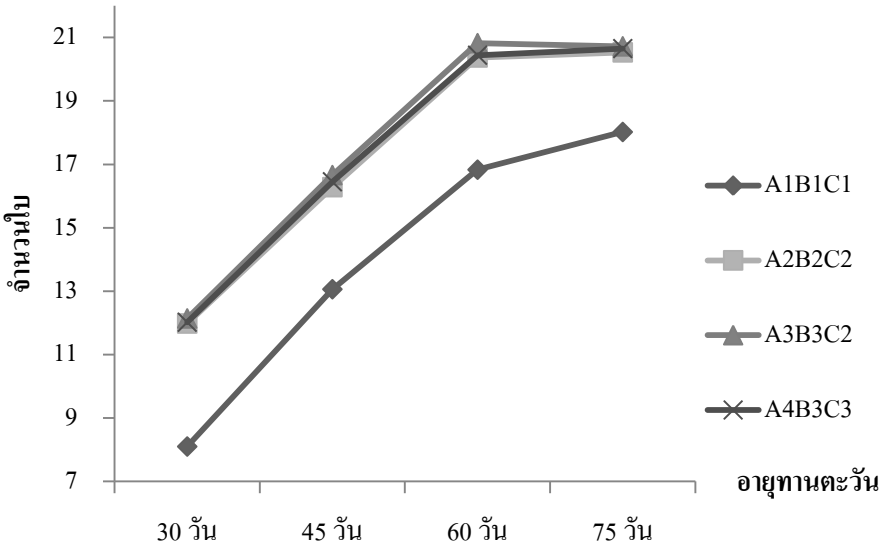



**รูปที่ 7** แสดงการพัฒนาความสูงของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงของอายุ

### 4.6.2 จำนวนใบ

การพัฒนาด้านจำนวนใบของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 14 พบว่าจำนวนใบของทานตะวันจะสัมพันธ์กับอายุ และระดับของปัจจัยที่ได้รับ ซึ่งจากการสังเกตทำให้ทราบว่า จำนวนใบจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่ทานตะวันอายุ 30-45 วัน และจะเริ่มมีจำนวนใบคงที่เมื่ออายุได้ 60-75 วัน เมื่อศึกษาถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบกับระดับ

ปัจจัยการผลิต (รูปที่ 8) พบว่า ปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลใกล้เคียงกันมาก แตกต่างจากปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ซึ่งให้ผลการตอบสนองที่น้อยกว่าอย่างชัดเจน จากการสังเกตในสภาพไร่จะเห็นได้ว่า ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตต่ำ จะมีพัฒนาการด้านการเติบโตน้อย ทำให้การเกิดตาใบช้า และน้อยกว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการการผลิตในระดับที่สูงกว่า ซึ่งให้ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Halvorson *et al.* (1999) และ Abayomi and Adelfila (2008) ซึ่งพบว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูงจะมีจำนวนใบมากกว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับที่ต่ำกว่า




**รูปที่ 8** แสดงการพัฒนาจำนวนใบของทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงของอายุ

## 4.7 ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

### 4.7.1 ผลผลิตและปัจจัยการผลิต

การให้ผลผลิตของพันธุ์ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตแสดงไว้ในรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับที่สูงขึ้น การตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตของทานตะวันพันธุ์ลูกผสมมีสูงกว่าในทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ในชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ และระดับปานกลาง ในขณะที่ชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงให้ผลการตอบสนองใกล้เคียงกันทั้งในทานตะวันพันธุ์ลูกผสมและทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ และยังพบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตในปัจจัยระดับแนะนำ และระดับสูงมีความใกล้เคียงในทุกพันธุ์ของ

ทานตะวัน แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการผลิตที่ใช้ทดลองอยู่ในระดับสูงสุดแล้ว เมื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตมากกว่านี้ผลผลิตอาจจะไม่เพิ่มขึ้น หรือเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

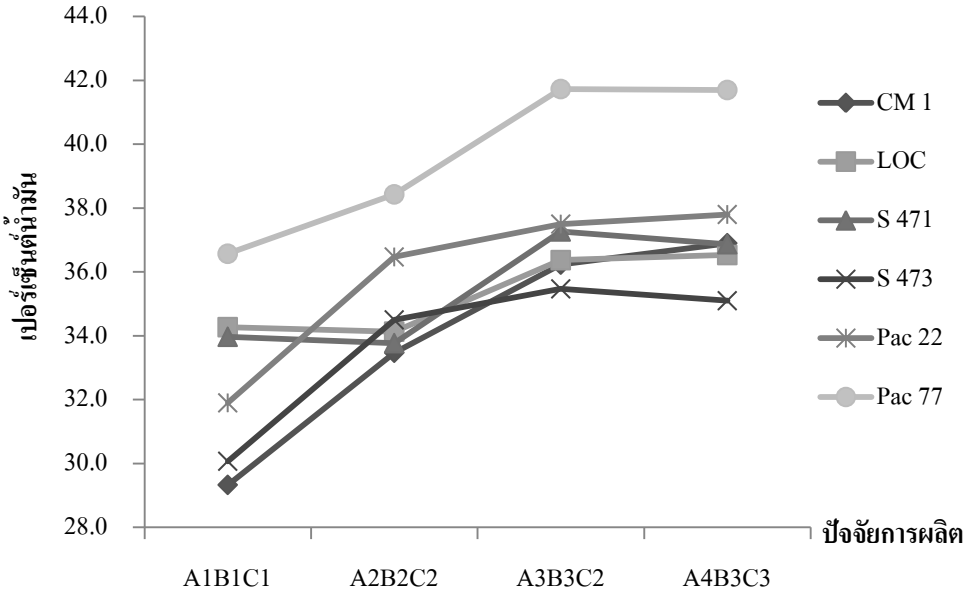
**4.7.2 เปอร์เซ็นต์น้ำมันและปัจจัยการผลิต**

เปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ 10 พบว่าการให้ปัจจัยการผลิตส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ในลักษณะที่แตกต่างกัน ในทานตะวันลูกผสมจะพบการตอบสนองตามระดับของปัจจัยการผลิต และให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ ในส่วนของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์พบรูปแบบการตอบสนอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของพันธุ์เชียงใหม่ 1 และพันธุ์สุรนารี 473 ตอบสนองต่อระดับปัจจัยการผลิตในลักษณะเดียวกับพันธุ์ลูกผสม และกลุ่มของพันธุ์ LOC และสุรนารี 471 ที่มีการตอบสนองเป็น 2 ช่วง คือ ชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำและระดับปานกลาง กับชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำและระดับสูงตราลำดับ

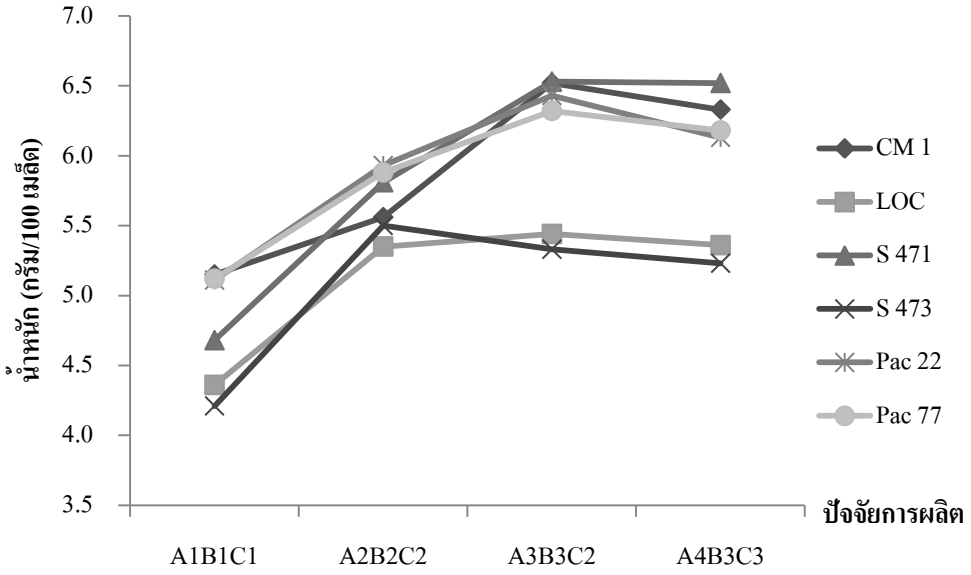
**4.7.3 ขนาดเมล็ดและปัจจัยการผลิต**

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเมล็ดและปัจจัยการผลิตของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ 11 จากรูปแสดงให้เห็นว่าทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 22 ปิฟิก 77 เชียงใหม่ 1 และสุรนารี 471 มีแนวโน้มการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต น้ำหนัก 100 เมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อทานตะวันได้รับปัจจัยการผลิตในระดับที่สูงขึ้น ส่วนพันธุ์สุรนารี 473 และ LOC ขนาดเมล็ดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใช้ปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง และต่อไปจะมีขนาดเมล็ดคงที่ หรือลดลงเล็กน้อย

**รูปที่ 9** แสดงผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ กัน




**รูปที่ 10** แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ




**รูปที่ 11** แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ดของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ

**ตารางที่ 14** ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

| ปัจจัยการผลิต | พันธุ์ | ความสูง (ซม.) | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน |
| $A_1B_1C_1$ | CM 1 | 40.33b | 105.20 | 127.17 | 152.70 | 7.80b | 13.23 | 17.03a | 17.90ab |
| | LOC | 41.00a | 104.67 | 125.53 | 147.33 | 7.90ab | 13.23 | 16.87a | 18.00ab |
| | S 471 | 40.13b | 105.47 | 124.17 | 147.63 | 8.27ab | 13.23 | 16.90a | 18.07ab |
| | S 473 | 39.93bc | 105.47 | 123.50 | 145.40 | 8.30ab | 13.03 | 16.87a | 18.13ab |
| | Pac 22 | 39.57c | 104.00 | 124.73 | 151.60 | 8.40a | 13.40 | 17.53a | 18.47a |
| | Pac 77 | 40.27b | 103.63 | 126.20 | 149.23 | 7.93ab | 12.23 | 15.80b | 17.53b |
| | ค่าเฉลี่ย | 40.21 | 104.74 | 125.22 | 148.98 | 8.10 | 13.06 | 16.83 | 18.02 |
| $A_2B_2C_2$ | CM 1 | 40.27b | 105.20 | 142.40ab | 169.40ab | 11.37b | 15.73cd | 20.50ab | 20.47b |
| | LOC | 41.00a | 104.67 | 145.30a | 172.17a | 11.43b | 15.60d | 19.73b | 20.13b |
| | S 471 | 40.13b | 105.47 | 143.77a | 171.90a | 12.17a | 16.23bcd | 20.17b | 20.13b |
| | S 473 | 39.93bc | 105.47 | 144.33a | 171.63a | 12.03a | 16.53b | 20.43ab | 20.20b |
| | Pac 22 | 39.57c | 104.00 | 139.00b | 169.13ab | 12.47a | 16.37bc | 20.17b | 20.67b |
| | Pac 77 | 40.27b | 103.63 | 141.30ab | 164.97b | 12.43a | 17.23a | 21.20a | 21.57a |
| | ค่าเฉลี่ย | 40.20 | 104.74 | 142.68 | 169.87 | 11.98 | 16.28 | 20.37 | 20.53 |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

**ตารางที่ 14 (ต่อ)** ค่าเฉลี่ยของความสูง และจำนวนใบของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

| ปัจจัยการผลิต | พันธุ์ | ความสูง (ซม.) | | | | จำนวนใบ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 60 วัน | 75 วัน |
| $A_3B_3C_2$ | CM 1 | 39.90 | 119.40a | 160.53a | 181.97a | 11.93 | 16.27b | 21.10ab | 20.57bc |
| | LOC | 40.03 | 108.23bc | 123.83d | 177.73b | 12.30 | 16.70b | 20.87ab | 20.43bc |
| | S 471 | 39.70 | 107.57bc | 137.83c | 174.23c | 11.77 | 16.33b | 20.43b | 20.03c |
| | S 473 | 40.20 | 110.73bc | 137.00c | 174.30c | 12.03 | 16.40b | 20.60ab | 20.17bc |
| | Pac 22 | 39.50 | 112.33b | 154.20b | 175.57c | 12.40 | 16.47b | 20.17b | 20.70b |
| | Pac 77 | 39.60 | 105.80c | 151.83b | 172.80c | 12.40 | 17.77a | 21.73a | 22.40a |
| | ค่าเฉลี่ย | 39.82 | 110.68 | 144.20 | 176.10 | 12.14 | 16.66 | 20.82 | 20.72 |
| $A_4B_4C_3$ | CM 1 | 39.93ab | 132.13a | 165.17a | 184.00a | 11.43 | 15.63b | 20.13b | 20.20bc |
| | LOC | 40.67a | 108.40b | 130.13d | 175.63b | 12.30 | 17.10a | 21.53a | 21.30a |
| | S 471 | 39.23b | 106.07b | 145.33c | 170.93c | 11.83 | 16.37ab | 20.33b | 20.07c |
| | S 473 | 40.57a | 111.27b | 137.17d | 174.20b | 12.23 | 16.40ab | 20.47b | 20.40bc |
| | Pac 22 | 40.23ab | 114.97b | 157.00b | 175.47b | 12.03 | 15.83b | 19.97b | 20.57b |
| | Pac 77 | 39.23b | 110.07b | 156.43b | 173.90c | 12.27 | 17.37a | 20.20b | 21.37a |
| | ค่าเฉลี่ย | 39.98 | 113.82 | 148.54 | 175.69 | 12.02 | 16.45 | 20.44 | 20.65 |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

## 4.8 ผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

### 4.8.1 ต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิต

ต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิตแสดงในตารางที่ 15 ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลจากการทำงานจริงในแปลงทดลอง รวมถึงราคาอ้างอิงจากกรมวิชาการเกษตร (2553) จากการศึกษาต้นทุนการผลิตเมื่อใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมกับชุดปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ พบว่า การใช้ปัจจัยการผลิตในระดับสูงส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากชุดปัจจัยการผลิตระดับสูงนั้น มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เช่น ค่าแรงงน ค่าจ้าง ค่าสูบน้ำ และค่านวดเมล็ด เป็นต้น ค่าใช้จ่ายด้านปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เช่น ค่าปุ๋ย และค่าเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีราคาแพง เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณต้นทุนการผลิตของชุดปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ (ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง, ระดับแนะนำ และระดับสูง) คือ 1,210, 2,290, 3,150 และ 3,450 บาทต่อไร่ตามลำดับ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตเมื่อใช้เมล็ดพันธุ์สังเคราะห์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในแต่ละระดับของชุดปัจจัยการผลิตเช่นเดียวกับการใช้มล็ดพันธุ์ลูกผสม แต่ม่ความแตกต่างที่ราคาของเมล็ดพันธุ์สังเคราะห์มีราคาถูกกว่ามาก เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตตามระดับปัจจัยการผลิตได้ต้นทุนคือ 990, 2,070, 2,930 และ 3,230 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

### 4.8.2 ผลตอบแทนและผลกำไรจากการใช้ปัจจัยการผลิต

รายรับจากการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ได้จากกการขายผลผลิตเมล็ดทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งได้รับปัจจัยการผลิตในระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 16 โดยราคาขายเมล็ดทานตะวันหน้าฟาร์มฤดูกาลปี พ.ศ. 2553 กิโลกรัมละ 15 บาท เมื่อคำนวณรายรับจากการขายเมล็ดทานตะวันและคำนวณผลกำไรที่ได้จากการผลิตพบว่า ในกลุ่มของพันธุ์ลูกผสมสามารถขายผลผลิต และมีกำไรสุทธิตามระดับของปัจจัยการผลิต คือ 1,740, 2,690, 2,370 และ 2,115 บาทต่อไร่ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลกำไรจากการใช้ชุดปัจจัยการผลิต พบว่าปัจจัยการผลิตระดับปานกลางเป็นระดับที่เหมาะสมกับการผลผลิตทานตะวันพันธุ์ลูกผสม ส่วนในกลุ่มของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ เมื่อคำนวณผลกำไรได้คือ 1,740, 2,310, 2,470 และ 2,230 เมื่อพิจารณาถึงผลกำไรจากการใช้ชุดปัจจัยการผลิต พบว่าปัจจัยการผลิตระดับแนะนำเป็นระดับที่เหมาะสมกับการผลผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์

### 4.8.3 ผลตอบแทนและผลกำไรของพันธุ์ทานตะวันจากการใช้ปัจจัยการผลิต

ผลการวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ในทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์แสดงไว้ในตารางที่ 17 ซึ่งพบว่า ทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลตอบแทนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยการผลิตที่ได้รับ และราคาเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ประเภทของพันธุ์ยังมีผลต่อการให้ผลตอบแทนอีกด้วย จากการวิเคราะห์ผลตอบแทน สามารถแบ่งออกได้ 2 กรณี คือ

**1) พันธุ์ลูกผสม**

ซึ่งเป็นพันธุ์ซึ่งมีความสามารถในการปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี จากการสังเกตจะพบว่าพันธุ์ลูกผสมสามารถให้ผลผลิตได้ดีแม้ในปัจจัยการผลิตระดับปานกลางถึงระดับต่ำ เมื่อเพิ่มปัจจัยการผลิตพันธุ์ลูกผสมยังสามารถเพิ่มผลผลิตได้ และจะคงที่เมื่อระดับของปัจจัยการผลิตอยู่ในระดับสูง จากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าพันธุ์ลูกผสมทั้ง 2 พันธุ์คือ แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77 เหมาะสำหรับการปลูก หรือผลิตในแปลงที่ใช้ปัจจัยการผลิตในระดับปานกลาง เนื่องจากสามารถให้ผลตอบแทนเป็นกำไรสุทธิถึง 2,690 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 17)

**2) พันธุ์สังเคราะห์**

จากการสังเกตพบว่าพันธุ์สังเคราะห์มีความสามารถในปรับตัวได้น้อยกว่าพันธุ์ลูกผสม โดยเฉพาะเมื่อปลูกในปัจจัยระดับปานกลางถึงระดับต่ำ ซึ่งให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์ลูกผสมมาก แต่เมื่อให้ปัจจัยการผลิตในระดับที่สูงขึ้น ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์สามารถให้ผลผลิตได้ดีใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสม เช่น พันธุ์ LOC และเชียงใหม่ 1 เมื่อคำนวณผลตอบแทนกลับพบว่าสามารถให้ผลตอบแทนเป็นกำไรสุทธิ 2,635 และ 2,545 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมเมื่อใช้ปัจจัยการผลิตในระดับเดียวกัน ดังนั้นหากใช้ปัจจัยการผลิตในระดับสูงสามารถเลือกใช้เมล็ดพันธุ์สังเคราะห์ซึ่งมีราคาถูกมาทดแทนเมล็ดพันธุ์ลูกผสมซึ่งมีราคาสูงกว่ามากได้

**ตารางที่ 15** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในการปลูกทานตะวัน

| รายการ | ปัจจัยการผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ชุดที่ 1** | **ชุดที่ 2** | **ชุดที่ 3** | **ชุดที่ 4** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่) พันธุ์ลูกผสม** | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน | 540 | 540 | 780 | 780 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ปลูกโดยใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | - | 360 | 460 | 460 |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | - | 320 | 640 | 640 |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | - | 400 | 600 | 900 |
| 5. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 6. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 300 | 300 | 300 | 300 |
| **รวมค่าใช้จ่าย** | **1,210** | **2,290** | **3,150** | **3,450** |

**ตารางที่ 15** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ในการปลูกทานตะวัน (ต่อ)

| รายการ | ปัจจัยการผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ชุดที่ 1** | **ชุดที่ 2** | **ชุดที่ 3** | **ชุดที่ 4** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่) พันธุ์สังเคราะห์** | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน (ไถพรวน 2 ครั้ง) | 540 | 540 | 780 | 780 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ปลูกโดยใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | - | 360 | 460 | 460 |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | - | 320 | 640 | 640 |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | - | 400 | 600 | 900 |
| 5. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 6. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 80 | 80 | 80 | 80 |
| **รวมค่าใช้จ่าย** | **990** | **2,070** | **2,930** | **3,230** |

**ตารางที่ 16** ตารางวิเคราะห์ผลตอบแทนของการใช้ชุดเทคโนโลยีในการผลิตทานตะวัน

| รายการ | ปัจจัยการผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ชุดที่ 1** | **ชุดที่ 2** | **ชุดที่ 3** | **ชุดที่ 4** |
| **ผลตอบแทน (พันธุ์ลูกผสม)** | | | | |
| ก. ต้นทุน (บาท/ไร่) | 1,210 | 2,290 | 3,150 | 3,450 |
| ข. รายได้ | | | | |
| ผลผลิต (กก./ไร่) | 200 | 332 | 368 | 371 |
| รายได้ทั้งหมด | 3,000 | 4,980 | 5,520 | 5,565 |
| **ค. กำไร (บาท/ไร่)** | **1,790** | **2,690** | **2,370** | **2,115** |
| **ผลตอบแทน (พันธุ์สังเคราะห์)** | | | | |
| ก. ต้นทุน (บาท/ไร่) | 990 | 2,070 | 2,930 | 3,230 |
| ข. รายได้ | | | | |
| ผลผลิต (กก./ไร่) | 182 | 292 | 360 | 364 |
| รายได้ทั้งหมด | 2,730 | 4,380 | 5,400 | 5,460 |
| **ค. กำไร (บาท/ไร่)** | **1,740** | **2,310** | **2,470** | **2,230** |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางที่ 17** ตารางวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ในการปลูกทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์

| รายการ | พันธุ์ทานตะวัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pac 22** | **Pac 77** | **CM 1** | **S 471** | **S 473** | **LOC** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_1B_1C_1$) | 1,210 | 1,210 | 960 | 990 | 990 | 990 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_2B_2C_2$) | 2,290 | 2,290 | 2,040 | 2,070 | 2,070 | 2,070 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_3B_3C_2$) | 3,150 | 3,150 | 2,900 | 2,930 | 2,930 | 2,930 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_4B_3C_3$) | 3,450 | 3,450 | 3,200 | 3,230 | 3,230 | 3,230 |
| **รายได้ (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_1B_1C_1$) | 3,015 | 3,000 | 2,790 | 2,700 | 2,685 | 2,730 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_2B_2C_2$) | 4,980 | 4,980 | 4,500 | 4,470 | 4,260 | 4,290 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_3B_3C_2$) | 5,550 | 5,610 | 5,445 | 5,325 | 5,265 | 5,565 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_4B_3C_3$) | 5,550 | 5,580 | 5,460 | 5,445 | 5,445 | 5,535 |
| **กำไร (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_1B_1C_1$) | 1,805 | 1,790 | 1,830 | 1,710 | 1,695 | 1,740 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_2B_2C_2$) | 2,690 | 2,690 | 2,460 | 2,400 | 2,190 | 2,220 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_3B_3C_2$) | 2,400 | 2,460 | 2,545 | 2,395 | 2,335 | 2,635 |
| - ปัจจัยการผลิต ($A_4B_3C_3$) | 2,100 | 2,130 | 2,260 | 2,215 | 2,125 | 2,305 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการตอบสนองของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 6 พันธุ์ต่อชุดปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ ทั้งสิ้น 4 ระดับพบว่า ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ แปซิฟิก 22 และแปซิฟิก 77 ให้ผลตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตได้ดีกว่าพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 1, สุรนารี 471, สุรนารี 473 และ LOC ในทุกลักษณะสังเกต ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิต 4 ระดับได้แก่ ระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$), ระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$), ระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) แสดงให้เห็นว่า ทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับที่สูงขึ้น จะให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะสังเกตต่าง ๆ เพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยการผลิตมีส่วนช่วยส่งเสริมด้านพัฒนาการ และการเจริญเติบโตของทานตะวันให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น จึงสามารถให้ผลผลิตเต็มศักยภาพ แต่ในขณะเดียวกันนั้นการให้ปัจจัยการผลิตในระดับสูงยังสามารถส่งเสริมให้โรคใบไหม้เข้าทำลายทานตะวันได้มากขึ้นอีกด้วย โดยพบว่าในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) พบการเข้าทำลายของโรคใบไหม้สูงกว่าชุดปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$) และระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) ทั้งนี้เพราะในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ และระดับสูงจะได้รับความชื้นในปริมาณมากกว่าชุดปัจจัยการผลิตอีกสองระดับ นอกจากนี้ยังพบว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตในระดับสูงมีโอกาสเกิดลักษณะต้นล้มสูง เนื่องจากมีจำนวนใบมาก และใบมีขนาดใหญ่ ทำให้ต้านลม ลักษณะต้นล้มที่เกิดขึ้นจึงมักเป็นผลมาจากการมีลมเข้าปะทะ นอกจากนี้ยังพบว่าทานตะวันที่ได้รับปัจจัยการผลิตระดับสูง มักมีดอกสดที่มีขนาดโต และมีน้ำหนักมาก จึงเอื้อต่อการเกิดลักษณะต้นหัก ทั้งนี้เพราะน้ำหนักของดอกสดกดทับคอดอกจนลำต้นไม่สามารถรับน้ำหนักได้ จากการทดสอบยังพบทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ที่สามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 และ LOC

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยการผลิตต่อทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ระดับของปัจจัยการผลิตส่งผลต่อลักษณะสำคัญ ๆ ของทานตะวันทั้ง 6 พันธุ์ในลักษณะบวก โดยเฉพาะลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เช่น ขนาดดอก ขนาดเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การนวด ซึ่งให้ผลตอบสนองเพิ่มขึ้นตามระดับปัจจัยการผลิตที่ได้รับ นอกจากนี้ยังพบว่าในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) จะส่งผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวันแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์สังเคราะห์ จากการสังเกตทำให้ทราบว่าทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์สามารถตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตในระดับสูงได้ดี โดยพบว่าการเพิ่มระดับปัจจัยการผลิต ทานตะวันพันธุ์

สังเคราะห์ยังสามารถให้ผลผลิตสูงขึ้นอีกได้ ในขณะที่ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจะให้ผลการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) และระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$)ได้ดี สังเกตได้จากลักษณะการตอบสนองที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนในชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) นั้นกลับให้ผลการตอบสนองที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำเป็นระดับสูงสุดแล้ว แม้จะเพิ่มปัจจัยการผลิตผลผลิตก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นอีกตามระดับปัจจัยการผลิต จากผลการทดสอบทำให้ทราบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมเหมาะสำหรับการผลิตโดยใช้ชุดปัจจัยการผลิตในระดับต่ำ จนถึงระดับปานกลาง ทั้งนี้เพราะพันธุ์ลูกผสมสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ในขณะที่ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เหมาะกับการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตในระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตได้ดี และสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสม ในขณะที่ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์มีราคาเมล็ดพันธุ์ถูกกว่าพันธุ์ลูกผสมมาก

ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทน และรายได้จากการผลิตทานตะวันโดยใช้ปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ พบว่า ต้นทุนปัจจัยการผลิตของชุดปัจจัยการผลิตขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยการผลิตที่ให้ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบบวก เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตระหว่างทานตะวันพันธุ์ลูกผสม และทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าต้นทุนการผลิตของทั้ง 2 กลุ่มมีต้นทุนในการดำเนินการเท่ากันในแต่ละระดับของปัจจัยการผลิตที่ได้รับ แต่จะมีความแตกต่างกันในด้านต้นทุนเมล็ดพันธุ์ ซึ่งพบว่าราคาเมล็ดทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจะสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์ถึง 3 เท่า และเมื่อวิเคราะห์ถึงการให้ผลตอบแทนจากการผลิตเมื่อใช้ชุดปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$), ระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$), ระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) และระดับสูง ($A_4B_3C_3$) ของทานตะวันพันธุ์ลูกผสมให้ผลตอบแทนคือ 1,790, 2,690, 2,370 และ 2,115 บาทต่อไร่ตามลำดับ และพันธุ์สังเคราะห์ให้ผลตอบแทน 1,740, 2,310, 2,470 และ 2,230 บาทต่อไร่ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการผลิตแยกตามพันธุ์ทานตะวันเมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ พบว่า ทานตะวันพันธุ์ลูกผสมจะให้ผลตอบแทนสูงเมื่อใช้ชุดปัจจัยการผลิตในระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$) ในขณะที่พันธุ์สังเคราะห์จะให้ผลตอบแทนสูงเมื่อใช้ชุดปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$)

จากการศึกษาความสัมพันธ์การตอบสนองของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ต่อชุดปัจจัยการผลิต และผลจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการใช้ชุดปัจจัยการผลิต สามารถสรุปได้ว่าการผลิตทานตะวันสามารถเลือกชุดปัจจัยการผลิต และพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่การผลิตได้ ซึ่งพบว่าพันธุ์ลูกผสมเหมาะสำหรับการผลิตในพื้นที่ที่มีปัจจัยการผลิตจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากพันุ์ลูกผสมสามารถปรับตัวได้ดี ในขณะที่พันธุ์สังเคราะห์เหมาะสำหรับการผลิตในพื้นที่ที่มีปัจจัยการผลิตสูง เนื่องจากการใช้ปัจจัยการผลิตสูงจะทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงด้วย การใช้พันธุ์สังเคราะห์จะช่วยลดต้นทุนในส่วนของเมล็ดพันธุ์ และจากการวิเคราะห์ผลตอบแทน ทำให้ทราบว่าชุดปัจจัยการผลิตระดับปาน

กลางเป็นชุดปัจจัยการผลิตที่ควรแนะนำให้กับเกษตรกร เนื่องจากมีสัดส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุด

# เอกสารอ้างอิง


กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). **ชุดดินจัตุรัส-ชุดดินจัดตั้งของประเทศไทย** [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/northeast/Ct.htm

กรมวิชาการเกษตร. (2541). **รายงานผลการทดลองประจำปี 2541**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

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

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2552). **การปลูกทานตะวัน**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.doae.go.th/library/html/detail/sunflower/detail.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2553). **ทานตะวัน**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.doae.go.th/plant/sun.htm

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2553). **งานบริการข้อมูล ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.tmd.service/service.php

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

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

กิตติ สัจจาวัฒนา. (2548). **การพัฒนาทานตะวันลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

จุฑามาศ เพียซ้าย. (2552). **การตอบสนองของทานตะวันต่อสภาพแวดล้อมและธาตุอาหารบางชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

จุฑามาศ เพียซ้าย, ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2550). การพัฒนาและศักยภาพของทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. ใน **การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอย แห่งชาติ ครั้งที่ 5** วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2550 ณ โรงแรมเทวราช จังหวัดน่าน. หน้า 84-90.

ชัชวิจก์ ถนอมถิ่น. (2533). **การตอบสนองด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันต่อไนโตรเจนและความหนาแน่นของต้นปลูก**. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่)). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฐิติพร มะชิโกวา. (2550). **การพัฒนา การผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์**. รายงานการวิจัยโครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ณัฏฐินี รัตนพาณิชย์. (2534). **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติมโต ผลผลิต และปริมาณน้ำมันของทานตะวัน**. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2535). **วิธีการวิจัยในไร่นาเพื่อการส่งเสริม : กรณีตัวอย่างจากพืชน้ำมัน**. อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊พ. กรุงเทพฯ.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2547). การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน. ใน **รายงานโครงการวิจัยประจำงวดที่ 4**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2549). **สถิติ แผนการทดลอง และการวิเคราะห์**. ฉบับแก้ไขครั้งที่ 4. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2550). การปรับปรุงทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง. ใน **รายงานการวิจัยโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ และกิตติ สัจจาวัฒนา. (2544). การพัฒนาและการเปรียบเทียบพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. ใน **รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน**. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ยงยุทธ โอสถสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจู. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 256 – 314.

โสภณ วงศ์แก้ว. (2548). โรคของถั่วลิสงในประเทศไทย. ใน **เอกสารเผยแพร่ของกลุ่มนักวิจัยโรคถั่วลิสง.** โครงการวิจัยร่วมถั่วลิสง ฉบับที่ 1 ประเทศไทย.

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2553). **เมล็ดทานตะวัน: ปริมาณ และการนำเข้ารายเดือน**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.oae.go.th/statistic/import/imSS.xls

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

ศรีสุดา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ. (2553). **การปลูกทานตะวัน**. [ออนไลน์]. ได้จาก : http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/flower/sunflower.pdf

ศุภชัย แก้วมีชัย, อาวุธ ณ ลำปาง สิทธิ์, แดงประดับ และ วิจิตร ขจรมาลี. (2532). การสร้างทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ผลผลิตสูง. ใน **รายงานผลงานวิจัยประจำปี ข้าวโพด ทานตะวัน**. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

อุกฤษฎ์ พงษ์วานิชอนันต์. (2552). **การศึกษาต้นทุน และผลตอบแทน การผลิตอ้อยโรงงาน ตำบลดอนเจดีย์อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2550/2551**. วิทยานิพนธ์ (เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์การจัดการ). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Abayomi, Y. A. and Adelfila, O. E. (2008). Interactive effects of soil moisture content and fertilizer level on growth and achene yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **J. Agro**. 7(2) : 182-186.

Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., Ashraf, M. and Waraich, E. A. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. **Pak. J. Bot**. 41(2) : 647-654.

Akbari, P., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, A. M. and Alikhani, M. A. (2011). The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **J. Agric. Tech.** 7(1) : 173-184.

Carter, J. F. (1978). **Sunflower Science and Technology**. American Society of Agronomy, Inc. : Wisconsin.

DAEA. (2005). **Sunflower Production**. [Online]. Available : http://agriculture.kzntl.gov.za/portal/AgricPublications/LooknDo/SunflowerProduction/tabid/134/Default.aspx

Dar, J. S., Cheema, M. A., Wahid, M. A., Saleem, M. F., Farooq, M. and Basra, S. M. A. (2009). Role of planting pattern and irrigation management on growth and yield of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Int. J. Agric. Biol.** 11 : 701–706.

Dorrel, D. G., and Vick, B. A. (1997). **Properties and Processing of Oilseed Sunflower.** In Sunflower Technology and Productions. (Edited by Schneiter, A. A.). ASA Publisher.

Fernández-Martínez, J. M., Pérez-Vich, B. and Velasco, L. (2008). **Sunflower**. In Oil Crops (Edited by Vollmann, J. and Rajcan, I.). Sprinker : New York.

Fick, G. N., and Miller, J. F. (1997). Sunflower breeding. In Schneiter, A. A. (ed.). **Sunflower technology and production** (pp. 395-439). Madison, Wisconsin: Agron. Monogr. 35. ASA, CSSA, and SSSA.

Halvorson, A. D., Black, A. L., Krupinsky, J. M., Merrill, S. D. and Tanaka, D. L. (1999). Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. **J. Agron.** 91 : 637-642.

Hussain, M. K., Rasul, E. and Ali, S. K. (2000). Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought conditions. **Int. J. Agri. Biol**. 2(1-2) : 136-140.

Kakar, A. A. and Soomro, A. G. (2001). Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. **Pak. J. Agri. Sci**. 38 : 1-2.

Khaliq, A. and Cheema, Z. A. (2005). Some agronomic traits and yield of different sunflower hybrids. **Int. J. Agric. Biol.** 7(6) : 920-924.

Khan, A., Iqbal, M., Ahmad, I. and Hussain, M. (2000). Effect of different water stress levels on yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. **Pak. J. Agri. Sci**. 3(10) : 1632-1633.

Laosuwan, P. (1997). Sunflower production and research in Thailand. **Suranaree J. Sci. Technol**. 4(3): 159-167.

Laosuwan, P. and Juntaraniyom, T. (1992). Effects of weeding, fungicide, lime and fertilizer on yield, yield components and other characters of groundnut. **Thai J. Agric. Sci**. 25 : 277-289.

Laosuwan, P. and Macartney, J. C. (1992). **On-farm research methodology for extension. A case history from oilseed crops**. Amarin printing group Co., Ltd, Bangkok.

Leclercq, P. (1969). Une sterilité cytoplasmique chez le tournesol. **Ann. Amelior. Plant.** 19 : 99-106.

Levesque, R., and SPSS Inc. (2006). **SPSS Programming and Data Management, 3rd Edition. SPSS Institute**. United State of America.

Meo, A. A. (1999). Influence of fertilizer and water stress on leaf area of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Pah. J. Agri. Sci.** 36(1-2) : 60-62.

Meo, A. A. and Baig, F. (1999). Drought and nitrogen effects on sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Pah. J. Agri. Sci.** 2(3) : 846-848.

Satjawattana, K., and Laosuwan, P. (2002). Performance of synthetic varieties of sunflower. **Suranaree J. Sci. Technol.** 9(1): 278-282.

Schneiter, A. A. (1997). **Sunflower technology and production.** Agronomy Publication No. 35. Soil Science Society of America, Inc.: Wisconsin.

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

Sposaro, M. M., Chimenti, C. A. and Hall, A. J. (2008). Root lodging in sunflower. Variation in anchorage strength across genotypes, soil types, crop population densities and crop developmental stages. **Field Crops Research.** 106 : 179-186.

Unger, P. W. (1982). Time and frequency of irrigation effects on sunflower production and water use. **Soil. Sci. Soc. Am. J**. 46 : 1072-1076.

Vranceanu, V., and Stonescu, F. M. (1980). Genetic study of the occurrence of male sterile plants in cytoplasmic male sterile lines of sunflower. In **9th International Sunflower Conference,** Torremolinos, Spain. 8-13 June. International Sunflower Association, Paris, France.

Weiss, E. A. (2000). **Oilseed Crops.** Australia: Blackwell Science Ltd.

Yagoub, S. O., Ahmed A. M. O. and Abdesalam, K. A.(2010). Effect of watering intervals and weeding on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **J. Sc. Tech**. 11(2) : 137-148.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ภาคผนวกตาราง

**ตารางภาคผนวกที่ 1** เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2548-2550

| ประเทศ | เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) | | | ผลผลิต (1,000 ตัน) | | | ผลผลิตต่อไร่ (กก.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2548 | 2549 | 2550 | 2548 | 2549 | 2550 | 2548 | 2549 | 2550 |
| รัสเซีย | 33,819 | 37,142 | 31,286 | 6,441 | 6,753 | 5,657 | 190 | 182 | 181 |
| ยูเครน | 23,056 | 24,448 | 21,321 | 4,706 | 5,324 | 4,174 | 204 | 218 | 196 |
| อาร์เจนตินา | 14,125 | 15,294 | 15,520 | 3,800 | 3,605 | 3,500 | 269 | 236 | 226 |
| จีน | 6,376 | 6,438 | 6,375 | 1,928 | 1,850 | 1,800 | 302 | 287 | 282 |
| อินเดีย | 14,623 | 13,238 | 14,688 | 1,439 | 1,178 | 1,420 | 98 | 89 | 97 |
| ฝรั่งเศส | 4,039 | 4,030 | 3,338 | 1,510 | 1,440 | 1,376 | 374 | 357 | 412 |
| สหรัฐอเมริกา | 6,602 | 4,477 | 5,083 | 1,823 | 972 | 1,318 | 276 | 217 | 259 |
| ฮังการี | 3,195 | 3,338 | 3,156 | 1,108 | 1,181 | 1,032 | 347 | 354 | 327 |
| ตุรกี | 3,538 | 3,659 | 3,125 | 975 | 1,118 | 1,031 | 276 | 306 | 330 |
| สเปน | 3,226 | 3,959 | 3,779 | 381 | 607 | 743 | 118 | 153 | 197 |
| ไทย[1/] | 263 | 208 | 191 | 38 | 24 | 23 | 145 | 117 | 120 |
| อื่น ๆ | 33,215 | 34,572 | 29,886 | 6,543 | 7,189 | 4,880 | 197 | 208 | 163 |
| รวมทั้งโลก | 146,077 | 150,803 | 137,748 | 30,692 | 31,241 | 26,954 | 210 | 207 | 196 |

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551)

หมายเหตุ : [1/] ประเทศไทยลำดับที่ 35 ของโลก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 2** เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ปี พ.ศ. 2548-2550

| จังหวัด/ภาค | เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) | | | ผลผลิต (ตัน) | | | ผลผลิตต่อไร่ (กก.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2548** | **2549** | **2550** | **2548** | **2549** | **2550** | **2548** | **2549** | **2550** |
| เชียงราย | 1,755 | 395 | - | 223 | 23 | - | 127 | 58 | - |
| นตรสวรรค์ | 23,177 | 20,775 | 17,813 | 3,245 | 2,602 | 2,292 | 140 | 125 | 129 |
| เพชรบูรณ์ | 23,343 | 21,378 | 17,763 | 3,366 | 2,763 | 2,542 | 144 | 129 | 143 |
| นครราชสีมา | 982 | - | - | 197 | - | - | 201 | - | - |
| สระบุรี | 59,888 | 42,839 | 40,430 | 11,108 | 5,510 | 4,245 | 185 | 129 | 105 |
| ลพบุรี | 153,042 | 122,245 | 114,828 | 19,976 | 13,331 | 13,894 | 131 | 109 | 121 |
| สระแก้ว | 438 | - | - | 61 | - | - | 139 | - | - |
| เหนือ | 48,275 | 42,548 | 35,576 | 6,834 | 5,388 | 4,834 | 142 | 127 | 136 |
| ตะวันออกฉียงเหนือ | 982 | - | - | 197 | - | - | 201 | - | - |
| กลาง | 213,368 | 165,084 | 155,258 | 31,145 | 18,841 | 18,139 | 146 | 114 | 117 |
| รวมทั้งประเทศ | 262,625 | 207,632 | 190,834 | 38,176 | 24,229 | 22,973 | 145 | 117 | 120 |

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 3** ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ารายเดือนของน้ำมันเมล็ดทานตะวันระหว่างปี พ.ศ. 2549-2552

| เดือน | พ.ศ. 2549 | | พ.ศ. 2550 | | พ.ศ. 2551 | | พ.ศ. 2552 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ[1] | มูลค่า[2] | ปริมาณ | มูลค่า | ปริมาณ | มูลค่า | ปริมาณ | มูลค่า |
| มกราคม | 1,412 | 46.9 | 790 | 26.1 | 520 | 30.6 | 517 | 30.4 |
| กุมภาพันธ์ | 813 | 25.4 | 976 | 32.8 | 437 | 26.0 | 933 | 45.9 |
| มีนาคม | 1,596 | 50.6 | 1,091 | 37.0 | 571 | 32.7 | 796 | 37.2 |
| เมษายน | 1,200 | 35.9 | 673 | 21.4 | 137 | 8.1 | 988 | 36.7 |
| พฤษภาคม | 782 | 23.1 | 1,475 | 44.6 | 673 | 42.7 | 802 | 32.6 |
| มิถุนายน | 528 | 16.0 | 1,882 | 57.2 | 548 | 32.9 | 870 | 37.4 |
| กรกฎาคม | 982 | 31.0 | 900 | 30.2 | 831 | 59.8 | 1,207 | 50.4 |
| สิงหาคม | 771 | 24.7 | 677 | 23.2 | 1,145 | 88.6 | 948 | 39.3 |
| กันยายน | 1,303 | 41.9 | 632 | 21.5 | 1,005 | 80.8 | 492 | 21.2 |
| ตุลาคม | 807 | 25.1 | 948 | 33.1 | 631 | 50.5 | 886 | 35.7 |
| พฤศจิกายน | 816 | 26.0 | 375 | 12.9 | 1,963 | 139.4 | 0 | 0.0 |
| ธันวาคม | 861 | 26.7 | 16 | 1.3 | 1,482 | 98.5 | 0 | 0.0 |
| รวม | 11,871 | 373.2 | 10,435 | 341.2 | 9,943 | 690.5 | 8,438 | 366.8 |

[1] หน่วย : ตัน ; [2] หน่วย : ล้านบาท

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 4** ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ารายเดือนของเมล็ดทานตะวันระหว่างปี พ.ศ. 2549-2552

| | พ.ศ. 2549 | | พ.ศ. 2550 | | พ.ศ. 2551 | | พ.ศ. 2552 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เดือน | ปริมาณ[1] | มูลค่า[2] | ปริมาณ | มูลค่า | ปริมาณ | มูลค่า | ปริมาณ | มูลค่า |
| มกราคม | 400 | 4.7 | 523 | 5.9 | 818 | 10.5 | 364 | 12.7 |
| กุมภาพันธ์ | 381 | 5.7 | 459 | 9.5 | 408 | 9.6 | 85 | 2.5 |
| มีนาคม | 168 | 2.0 | 478 | 18.2 | 406 | 6.4 | 808 | 9.7 |
| เมษายน | 245 | 2.4 | 358 | 9.0 | 571 | 5.4 | 99 | 1.6 |
| พฤษภาคม | 134 | 1.8 | 332 | 3.7 | 612 | 5.0 | 218 | 4.0 |
| มิถุนายน | 538 | 45.1 | 284 | 10.8 | 441 | 3.8 | 382 | 39.2 |
| กรกฎาคม | 503 | 49.6 | 556 | 45.1 | 437 | 6.5 | 374 | 28.8 |
| สิงหาคม | 186 | 3.8 | 341 | 13.5 | 388 | 14.7 | 146 | 5.0 |
| กันยายน | 267 | 3.0 | 232 | 2.1 | 109 | 8.6 | 254 | 15.1 |
| ตุลาคม | 429 | 4.0 | 206 | 1.8 | 701 | 12.6 | 274 | 6.2 |
| พฤศจิกายน | 656 | 7.9 | 757 | 8.2 | 1,464 | 10.9 | 0 | 0.0 |
| ธันวาคม | 631 | 6.6 | 975 | 9.1 | 513 | 6.9 | 0 | 0.0 |
| รวม | 4,535 | 136.6 | 5,500 | 137.1 | 6,867 | 100.8 | 3,005 | 124.7 |

[1] หน่วย : ตัน ; [2] หน่วย : ล้านบาท

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 5** ลักษณะของชุดดินจัตุรัส (Chatturat series: Ct)

| ลักษณะ | รายละเอียด |
|---|---|
| กลุ่มชุดดิน | 55 |
| การจำแนกดิน | Fine, mixed, active isohyperthermic Typic Haplustalfs |
| การกำเนิด | เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีเนื้อปูนปน เช่น หินดินดานและหินทรายแป้งที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบสูง |
| สภาพพื้นที่ | ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 1-5% |
| กรระบายน้ำ | ดี |
| การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน | ช้าถึงปานกลาง |
| การซึมได้ของน้ำ | ปานกลาง |
| พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน | ป่าเบญจพรรณ ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง กล้วย ข้าวโพดหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ |
| การแพร่กระจาย | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง |
| การจัดเรียงชั้นดิน | A-Bt-Cr |
| ลักษณะและคุณสมบัติของดิน | เป็นดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น ดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนแดง ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง ในช่วงความลึก 50-100 ซม. จะพบชั้นหินผุ ถัดจากชั้นหินผุเป็นชั้นหินแข็งซึ่งเป็นหินพื้น ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) ในดินบนและเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.0-8.0) ในดินล่าง |

**ตารางภาคผนวกที่ 5** ลักษณะของชุดดินจัตุรัส (Chatturat series: Ct) (ต่อ)

| ลักษณะ | รายละเอียด |
|---|---|
| ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน | ชุดดินวังสะพุง |
| ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ | สมบัติทางกายภาพของดินไม่ดี ดินค่อนข้างแน่นทึบ โครงสร้างไม่เหมาะสม น้ำซึมผ่านได้ช้า อาจขาดแคลนน้ำได้ในช่วงฤดูเพาะปลูก |
| ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ | ปลูกพืชไร่ ไม้ยืนต้น ควรปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การปรับปรุงโครงสร้างของดิน โดยการไถพรวนที่เหมาะสม เพิ่มอินทรียวัตถุ เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่พบดินนี้ส่วนใหญ่อยู่ในเขตแล้ง ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาและชนิดของพืชที่ปลูก ควรทำอย่างรอบคอบ เพื่อหลีกเลี่ยงการขาดแคลนน้ำ ปลูกพืชคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดินและป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ปลูกพืชบำรุงดินและปลูกพืชหมุนเวียน |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

**ตารางภาคผนวกที่ 6** คุณสมบัติของชุดดินจัตุรัส (Chatturat series: Ct)

| ความลึก (ซม.) | อินทรีย์วัตถุ | ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน | ความอิ่มตัวเบส | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ | โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ | ความอุดมสมบูรณ์ของดิน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0–25 | ต่ำ | สูง | สูง | ต่ำ | สูง | ปานกลาง |
| 25–50 | ต่ำ | สูง | สูง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| 50–100 | ต่ำ | สูง | สูง | สูง | สูง | ต่ำ |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 7** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ

| ปัจจัย | | | น้ำหนัก | | เปอร์เซ็นต์ | | การหักล้ม | | | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การผลิต | พันธุ์ | ผลผลิต | 100 เมล็ด | ขนาดดอก | การนวด | อายุออกดอก | ต้นล้ม | ต้นหัก | โรคใบไหม้ | น้ำมัน |
| | | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| $A_1B_1C_1$ | CM 1 | 186.10b | 5.15a | 10.60ab | 51.50a | 54.50ab | 1.00 | 1.00 | 1.58a | 29.33d |
| | LOC | 181.97b | 4.36c | 10.30b | 50.40ab | 54.83ab | 1.00 | 1.00 | 1.50ab | 34.27b |
| | S 471 | 180.03b | 4.68b | 10.27b | 50.07ab | 54.30ab | 1.00 | 1.00 | 1.17cd | 33.97b |
| | S 473 | 179.43b | 4.21c | 10.73ab | 49.37b | 54.63ab | 1.17 | 1.00 | 1.33bc | 30.07d |
| | Pac 22 | 200.77a | 5.11a | 10.93a | 51.40a | 55.43a | 1.00 | 1.08 | 1.08d | 31.90c |
| | Pac 77 | 199.70a | 5.12a | 11.03a | 51.63a | 54.03b | 1.08 | 1.00 | 1.08d | 36.57a |
| | ค่าเฉลี่ย | 188.00 | 4.77 | 10.64 | 50.73 | 54.62 | 1.04 | 1.01 | 1.29 | 32.69 |
| $A_2B_2C_2$ | CM 1 | 299.83b | 5.56abc | 15.73c | 62.77c | 57.77c | 1.00 | 1.00 | 1.50a | 33.47e |
| | LOC | 286.27b | 5.35c | 15.50c | 61.03d | 59.10ab | 1.00 | 1.00 | 1.58a | 34.13cd |
| | S 471 | 297.97b | 5.81ab | 15.43c | 64.67b | 60.10a | 1.00 | 1.00 | 1.08b | 33.77de |
| | S 473 | 284.23b | 5.50bc | 15.80bc | 62.33c | 60.30a | 1.00 | 1.00 | 1.25b | 34.50c |
| | Pac 22 | 331.97a | 5.93a | 16.23ab | 66.03a | 59.43a | 1.08 | 1.00 | 1.17a | 36.47b |
| | Pac 77 | 331.80a | 5.88ab | 16.50a | 66.80a | 58.17bc | 1.00 | 1.08 | 1.25a | 38.43a |
| | ค่าเฉลี่ย | 305.35 | 5.67 | 15.87 | 63.94 | 59.15 | 1.01 | 1.01 | 1.31 | 35.13 |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

[1] คะแนน = 1-5

**ตารางภาคผนวกที่ 7** ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อได้รับปัจจัยการผลิตระดับต่าง ๆ (ต่อ)

| ปัจจัย | | | น้ำหนัก | | เปอร์เซ็นต์ | | การหักล้ม | | | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การผลิต | พันธุ์ | ผลผลิต | 100 เมล็ด | ขนาดดอก | การนวด | อายุออกดอก | ต้นล้ม | ต้นหัก | โรคใบไหม้ | น้ำมัน |
| | | กก./ไร่ | กรัม | ซม. | % | วัน | คะแนน[1] | คะแนน[1] | คะแนน[1] | % |
| $A_3B_3C_2$ | CM 1 | 362.73b | 6.52a | 16.67a | 69.57bc | 60.43a | 1.08 | 3.42a | 1.75a | 36.23c |
| | LOC | 370.83a | 5.44c | 16.93a | 69.33c | 59.57ab | 1.17 | 1.00b | 1.50bc | 36.37c |
| | S 471 | 355.00c | 6.53a | 15.90b | 68.60d | 60.47a | 1.00 | 1.00b | 1.25d | 37.27b |
| | S 473 | 351.17c | 5.33c | 15.97b | 68.37d | 59.50ab | 1.00 | 1.17b | 1.58ab | 35.47d |
| | Pac 22 | 362.73b | 6.43ab | 17.00a | 71.30a | 59.83ab | 1.08 | 1.00b | 1.17d | 37.50b |
| | Pac 77 | 374.20a | 6.32b | 16.83a | 70.07b | 58.70b | 1.00 | 1.00b | 1.33cd | 41.73a |
| | ค่าเฉลี่ย | 362.78 | 6.10 | 16.55 | 69.54 | 59.75 | 1.06 | 1.43 | 1.43 | 37.43 |
| $A_4B_3C_3$ | CM 1 | 364.07bc | 6.33b | 16.63a | 69.27bc | 59.20b | 1.17 | 3.25a | 3.17a | 36.90c |
| | LOC | 368.73abc | 5.36d | 16.27ab | 69.17bc | 59.97ab | 1.00 | 1.17b | 3.58a | 36.53d |
| | S 471 | 362.47c | 6.52a | 15.93b | 69.93bc | 59.63ab | 1.17 | 1.08b | 1.33b | 36.87c |
| | S 473 | 362.53c | 5.23e | 16.60a | 68.27c | 59.93ab | 1.00 | 1.00b | 1.50b | 35.10e |
| | Pac 22 | 370.07ab | 6.13c | 16.57a | 70.07ab | 61.80a | 1.00 | 3.67a | 1.33b | 37.80b |
| | Pac 77 | 372.20a | 6.18c | 16.43ab | 70.63a | 60.77ab | 1.08 | 1.00b | 1.33b | 41.70a |
| | ค่าเฉลี่ย | 366.68 | 5.96 | 16.41 | 69.56 | 60.22 | 1.07 | 1.86 | 2.04 | 37.48 |

ตัวเลขในแนวตั้งของแต่ละลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05

[1] คะแนน = 1-5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 8** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับต่ำ ($A_1B_1C_1$) ในการปลูกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ

| รายการ | พันธุ์ทานตะวัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pac 22** | **Pac 77** | **CM 1** | **S 471** | **S 473** | **LOC** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - แรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | - | - | - | - | - | - |
| - แรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | - | - | - | - | - | - |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | - | - | - | - | - | - |
| 5. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 6. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 300 | 300 | 50 | 80 | 80 | 80 |
| รวมค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) | 1,210 | 1,210 | 960 | 990 | 990 | 990 |
| **รายได้** | | | | | | |
| ผลผลิต (กก.ไร่) | 201 | 200 | 186 | 180 | 179 | 182 |
| รายได้ทั้งหมด | 3,015 | 3,000 | 2,790 | 2,700 | 2,685 | 2,730 |
| กำไร (บาท/ไร่) | 1,805 | 1,790 | 1,830 | 1,710 | 1,695 | 1,740 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 9** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับปานกลาง ($A_2B_2C_2$) ในการปลูกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ

| รายการ | พันธุ์ทานตะวัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pac 22** | **Pac 77** | **CM 1** | **S 471** | **S 473** | **LOC** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 7. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 8. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 300 | 300 | 50 | 80 | 80 | 80 |
| รวมค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) | 2,290 | 2,290 | 2,040 | 2,070 | 2,070 | 2,070 |
| **รายได้** | | | | | | |
| ผลผลิต (กก.ไร่) | 332 | 332 | 300 | 298 | 284 | 286 |
| รายได้ทั้งหมด | 4,980 | 4,980 | 4,500 | 4,470 | 4,260 | 4,290 |
| กำไร (บาท/ไร่) | 2,690 | 2,690 | 2,460 | 2,400 | 2,190 | 2,220 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 10** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับแนะนำ ($A_3B_3C_2$) ในการปลูกทานตะวันพันธุ์ต่าง ๆ

| รายการ | พันธุ์ทานตะวัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pac 22** | **Pac 77** | **CM 1** | **S 471** | **S 473** | **LOC** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน (ไถพรวน 2 ครั้ง) | 780 | 780 | 780 | 780 | 780 | 780 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | 640 | 640 | 640 | 640 | 640 | 640 |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 7. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 8. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 300 | 300 | 50 | 80 | 80 | 80 |
| รวมค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) | 3,150 | 3,150 | 2,900 | 2,930 | 2,930 | 2,930 |
| **รายได้** | | | | | | |
| ผลผลิต (กก.ไร่) | 370 | 374 | 363 | 355 | 351 | 371 |
| รายได้ทั้งหมด | 5,550 | 5,610 | 5,445 | 5,325 | 5,265 | 5,565 |
| กำไร (บาท/ไร่) | 2,400 | 2,460 | 2,545 | 2,395 | 2,335 | 2,635 |

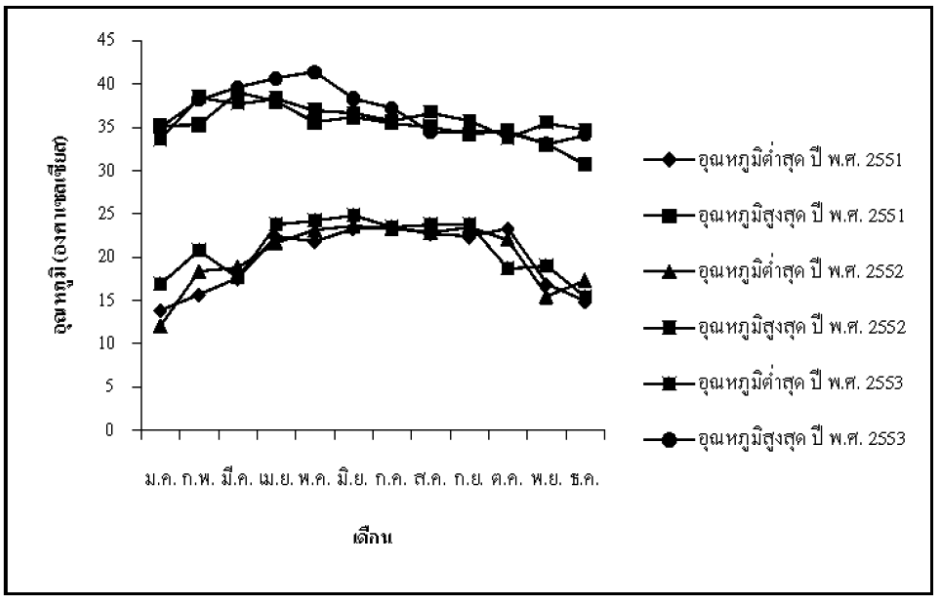
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ตารางภาคผนวกที่ 11** ตารางวิเคราะห์ต้นทุนปัจจัยการผลิตระดับสูง ($A_4B_3C_3$) ในการปลูกทานตะวันทานพันธุ์ต่าง ๆ

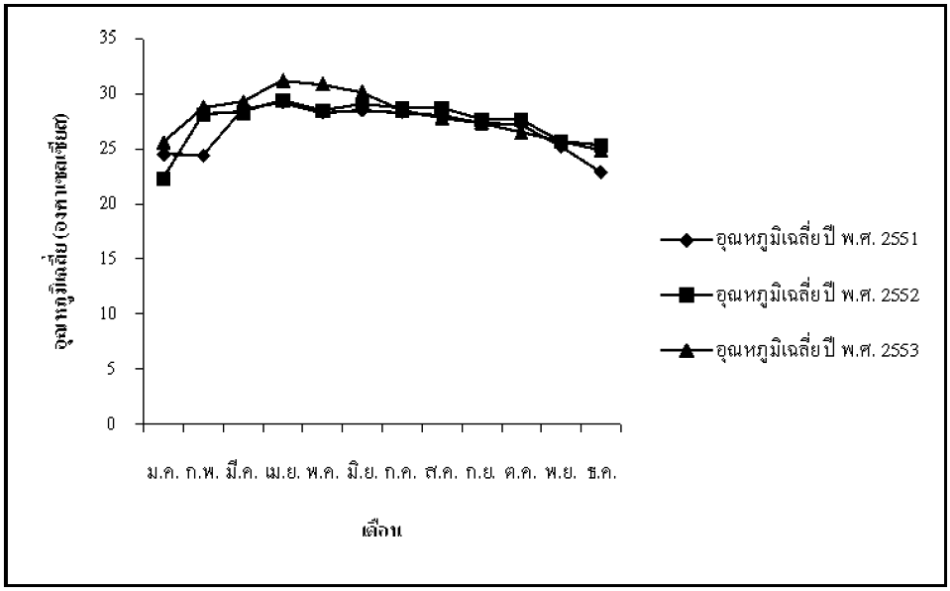
| รายการ | พันธุ์ทานตะวัน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Pac 22** | **Pac 77** | **CM 1** | **S 471** | **S 473** | **LOC** |
| **ต้นทุน (บาท/ไร่)** | | | | | | |
| 1. ค่าเตรียมดิน | 780 | 780 | 780 | 780 | 780 | 780 |
| 2. ค่าแรงงาน/ค่าจ้าง | | | | | | |
| - ค่าจ้างปลูก (ใช้เครื่องปลูก) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - ค่าแรงงานพูนโคนและกำจัดวัชพืช | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 |
| - ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 3. ค่าปุ๋ย | 640 | 640 | 640 | 640 | 640 | 640 |
| 4. ค่าน้ำมันสำหรับสูบน้ำ | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| 7. ค่านวดเมล็ด | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 8. ค่าเมล็ดพันธุ์ | 300 | 300 | 50 | 80 | 80 | 80 |
| รวมค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) | 3,450 | 3,450 | 3,200 | 3,230 | 3,230 | 3,230 |
| **รายได้** | | | | | | |
| ผลผลิต (กก.ไร่) | 370 | 372 | 364 | 363 | 363 | 369 |
| รายได้ทั้งหมด | 5,550 | 5,580 | 5,460 | 5,445 | 5,445 | 5,535 |
| กำไร (บาท/ไร่) | 2,100 | 2,130 | 2,260 | 2,215 | 2,125 | 2,305 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

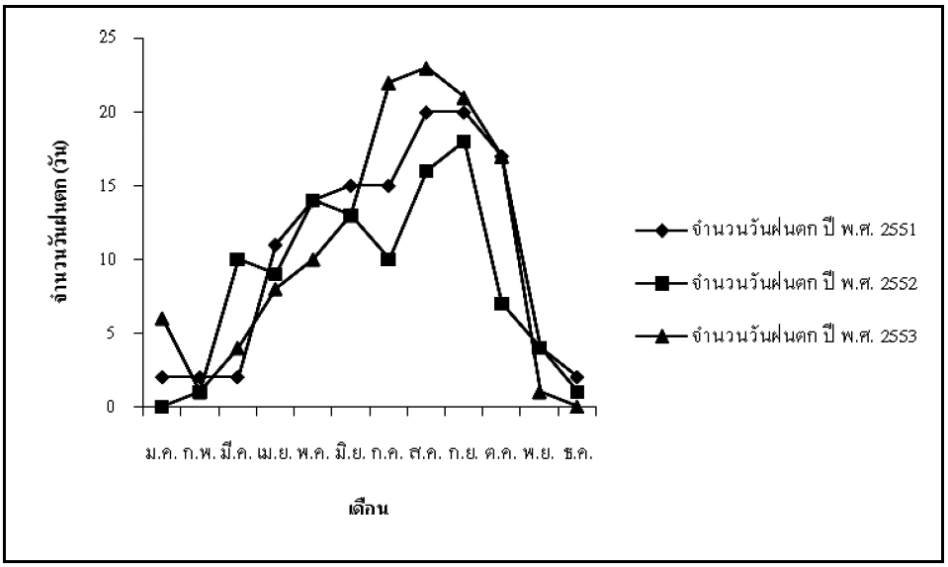
# ภาคผนวกภาพ



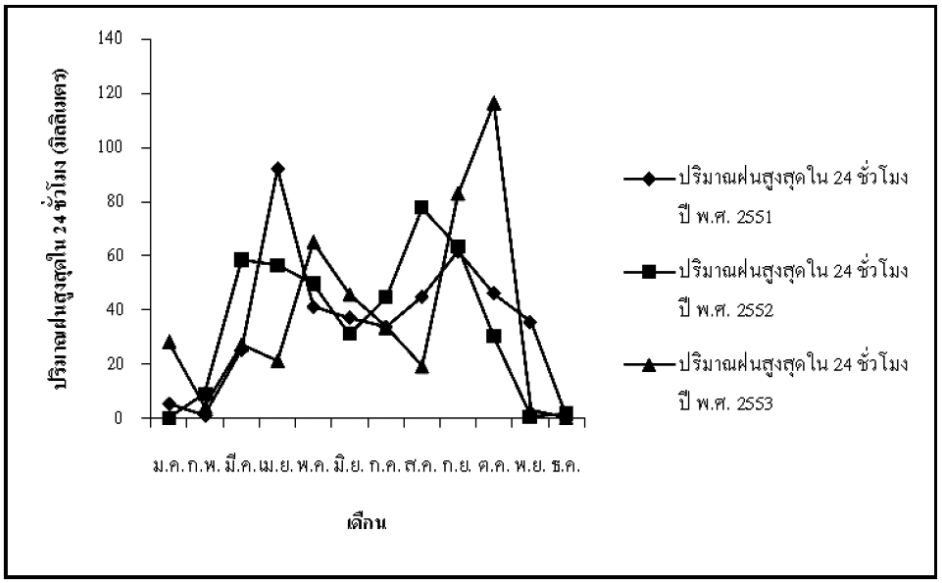

**ภาพภาคผนวกที่ 1** อุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)



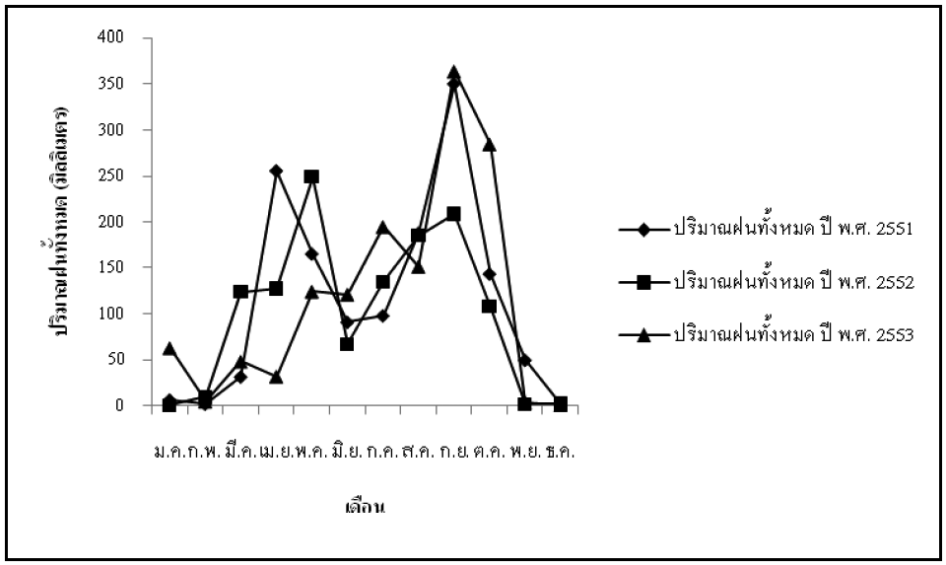

**ภาพภาคผนวกที่ 2** อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)



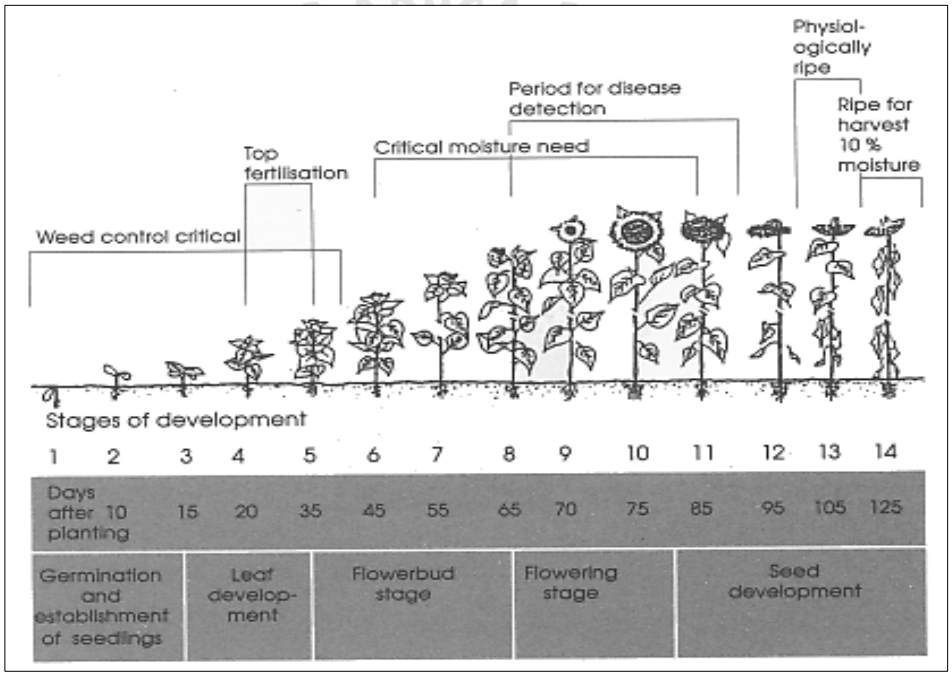

**ภาพภาคผนวกที่ 3** จำนวนวันฝนตกของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)




**ภาพภาคผนวกที่ 4** ปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมงของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)




**ภาพภาคผนวกที่ 5** ปริมาณฝนทั้งหมดของแต่ละเดือน ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2553 ในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553)




**ภาพภาคผนวกที่ 6** พัฒนาการเจริญเติบโตของทานตะวัน (DAEA, 2005)

# ประวัติผู้เขียน

นายธีรชัย เชี่ยวชาญศิลป์ เกิดเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522 เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพมหานคร ระหว่างปีการศึกษา 2535-2540 ได้ศึกษาและสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนวัดป่าประดู่ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในปีการศึกษา 2541 เข้าศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2544 ภายหลังสำเร็จการศึกษา ได้ทำงานด้านเคมีภัณฑ์เกษตร และเป็นผู้ช่วยวิจัยในหลายโครงการ ในปีการศึกษา 2549 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี