# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พืชไร่นา พืชไร่นา

**สาขา**

**เรื่อง** ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดชนิดน้ำมัน

Growth Characteristics, Yield and Yield Components of Open–pollinated Varieties in Oil – type Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

**นามผู้วิจัย** นางสาวนิภาพร บัวอิ่น

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

( อาจารย์บุบผา คงสมัย, Ph.D. )

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูศักดิ์ จอมพุก, Dr.sc.nat. )

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

( อาจารย์พรศิริ หลีวานิช, ปร.ด. )

( รองศาสตราจารย์สนธิชัย จันทร์เปรม, Ph.D. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

( รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr. )

**วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

# ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดชนิดน้ำมัน

# Growth Characteristics, Yield and Yield Components of Open–pollinated Varieties in Oil – type Sunflower (*Helianthus annuus* L.)


โดย

นางสาวนิภาพร บัวอิ่น


เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิภาพร บัวอิ่น 2552: ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดชนิดน้ำมัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์บุบผา คงสมัย, Ph.D. 80 หน้า

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดที่นำเข้าจากต่างประเทศ จำนวน 22 พันธุ์ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ “แปซิฟิก55” และพันธุ์ผสมเปิด “หันตรา” ใน 2 ท้องที่ คือ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม – มีนาคม ปี พ.ศ.2549 และ 2551 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกจำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะที่ศึกษา พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ทดสอบในทุกลักษณะที่ศึกษา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และท้องที่ปลูก หรือปีปลูกในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยเฉพาะองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ คือ น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก พบว่า พันธุ์ K953 และ Black Sayar มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกสูงสุดและสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (68.98 กรัม และ 19.14 ซม. ตามลำดับ) ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยของพันธุ์ทดสอบ (ระหว่าง 24.5 - 37 %) ต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (39.3 %) ยกเว้น พันธุ์ Orizont โดยที่น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับความสูงต้น (r = 0.63) จำนวนใบต่อต้น (r= 0.53) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก (r = 0.77) จำนวนเมล็ดต่อจานดอก (r =0.79) จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก (r = 0.74) และน้ำหนัก 100 เมล็ด (r = 0.59) แต่น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกและผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก มีความสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด (r = -0.32 และ -0.41 ตามลำดับ) จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ พบว่า จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลทางตรงเป็นบวกสูงสุดต่อน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก ขณะที่จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลทางอ้อมเป็นบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกสูง ส่วนลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงเป็นบวกต่อผลผลิตน้ำมัน คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกมีอิทธิพลทางตรงเป็นลบต่อผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก มีอิทธิพลทางอ้อมเป็นบวกต่อผลผลิตน้ำมันด้วย ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกพันธุ์ทานตะวันเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำมัน พิจารณาได้จากการเพิ่มจำนวนใบต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด ขนาดจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด อย่างไรก็ตาม การเพิ่มผลผลิตต่อจานดอก อาจมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดลดลง

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nipaporn Boain 2009: Growth Characteristics, Yield and Yield Components of Open–pollinated Varieties in Oil – type Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Miss Buppa Kongsamai, Ph.D. 80 pages.

Growth characteristics, yield and its components of twenty–two open–pollinated varieties and two checks, which were 'Pacific55' (commercial hybrid) and 'Huntra' (Thai open–pollinated variety), were studied at two locations (Kamphaeng Saen and Pak Chong) during October -- March in 2006 and 2008. The experiments were conducted in RCBD with four replications. Combined analysis of variances of all environments revealed significant effects of varieties on all traits relating to growth and yield characteristics. Significant effects of the varieties x locations or varieties x years interaction were also observed on yield and its components, especially on seed yield per head and head diameter. Variety 'K593' and 'Black Sayar' had higher seed yield per head and head diameter than those of checks (68.98 g and 19.14 cm, respectively). An average of seed–oil content of all tested varieties (24.5 -- 37 %) was lower than that of checks (39.3 %), excluding variety 'Orizont'. Seed yield per head was significantly positive correlations with plant height, leaf number per plant, head diameter, seed number per head, number of filled seed per head, 100–seed weight and oil yield per head of 0.63, 0.53, 0.77, 0.79, 0.74, 0.59 and 0.58, respectively. But seed yield per head and head diameter were negatively correlated with seed oil content (r = -0.32 and -0.41, respectively). According to path coefficient analysis, the highest and positively direct effects of number of filled seed per head and 100–seed weight on seed yield per head were detected. The indirect effects of seed number per head and 100–seed weight were relatively high and positive through seed yield per head. For oil yield per head, the highest direct effect of seed yield per head and seed oil content on oil yield per head were observed. However, significant indirect effects oil yield per head was also exhibited by number of filled seed per head. Therefore, it is evident that selection through leaf number per plant, seed number per head, 100–seed weight, and number of filled seed per head and seed oil content can improve seed and oil yield of sunflower. But selection for high yield tends to have slightly adverse effects on seed oil content.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. บุบผา คงสมัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือวางแผนงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูศักดิ์ จอมพุก และอาจารย์ ดร. พรศิริ หลีวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. งามชื่น รัตนดิลก ผู้ทรงคุณวุฒิ และรองศาตราจารย์ ดร. สนธิชัย จันทร์เปรม ประธานในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในงานเขียนวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณสถาบัน North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS), Ames, Iowa, United State of America ที่ให้การสนับสนุนเชื้อพันธุ์กรรมเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน และขอขอบคุณ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.) ที่ได้สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ พี่สาว พี่ชาย และน้องสาวที่ให้ความสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าในขณะศึกษาและทำวิจัยระดับปริญญาโท จนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ประโยชน์และความดีอันเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้อันพึงมีขอมอบแด่ คุณพ่อคุณแม่ ผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นิภาพร บัวอิ่น

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (4) |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ | (5) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| การตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 12 |
| อุปกรณ์ | 12 |
| วิธีการ | 14 |
| ผลและวิจารณ์ | 22 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 47 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 48 |
| ภาคผนวก | 53 |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน | 80 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | รายชื่อพันธุ์ทานตะวันผสมเปิด จำนวน 22 พันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบปี 2549 และ 2550 | 13 |
| 2 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละลักษณะในแต่ละสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบ | 18 |
| 3 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เมื่อทดสอบพันธุ์ในหลายท้องที่ปลูกและปีปลูก | 21 |
| 4 | ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 27 |
| 5 | ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 29 |
| 6 | ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 31 |
| 7 | ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 35 |
| 8 | ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ และ 2 ปีปลูก | 37 |
| 9 | ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในการเจริญเติบโตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 4 สภาพแวดล้อม | 41 |
| 10 | อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อจานดอก | 43 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 11 | อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของค่าสัมประสิทธ์แพทโคเอฟฟิเซียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อปริมาณน้ำมันต่อจานดอก | 44 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ค่าความแปรปรวน (homogeneity of variance) ของลักษณะต่าง ๆ | 55 |
| 2 | ค่า mean square ของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 56 |
| 3 | ค่า mean square ของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม | 57 |
| 4 | ค่า mean square ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 และ 2550 | 58 |
| 5 | ค่าอุณหภูมิสะสมของช่วงวันหลังปลูกทดสอบทานตะวัน 24 พันธุ์ ในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน ปี 2549 - 2551 | 59 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์แพทโคเอฟฟีเชียนท์เมื่อมีตัวแปรอิสระ 3 ตัว | 20 |

**ภาพผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | แพทโคเอฟฟีเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อจานดอก | 61 |
| 2 | แพทโคเอฟฟีเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อปริมาณน้ำมันต่อจานดอก | 62 |
| 3 | ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สูงสุด – ต่ำสุด ของอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือน ตุลาคม 2549 – มีนาคม 2550 และระหว่างเดือน ตุลาคม 2550 – มีนาคม 2551 | 63 |
| 4 | ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สูงสุด – ต่ำสุด ของอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน ตุลาคม 2549 – มีนาคม 2550 และระหว่างเดือน ตุลาคม 2550 – มีนาคม 2551 | 64 |
| 5 | ลักษณะทรงต้น กลีบดอก ใบ และรูปทรงดอกของทานตะวัน 24 พันธุ์ ที่ทำการปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี พ.ศ. 2549 และ 2550 | 65 |
| 6 | ลักษณะรูปร่างและขนาดของเมล็ดทานตะวัน 24 พันธุ์ ที่ทำการปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี พ.ศ. 2549 และ 2550 | 76 |


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

cv: Coefficient of variation

df: Degree of freedom

EMS: Expected Mean Square

CGDD: Cumulative Growing degree days

NCRPIS: North Central Regional Plant Introduction Station

RCB: Randomized Complete Block design

SOV: Source of Variation

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดชนิดน้ำมัน

# Growth Characteristics, Yield and Yield Components of Open–pollinated Varieties in Oil – type Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

## คำนำ

ทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของโลก มีปริมาณความต้องการใช้มากสูงเป็นอันดับที่ 4 รองจากปาล์มน้ำมัน เรพสีด และถั่วเหลือง (FAO, 2007) เนื่องจากน้ำมันทานตะวันมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 60–70โดยเฉพาะกรดโอเลอิก (oleic acid) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) นอกจากนี้ ยังสามารถนำน้ำมันทานตะวันไปใช้ในอุตสาหกรรมเนยเทียม การทำสี น้ำมันชักเงา น้ำมันหล่อลื่น สบู่ ได้ โดยทั่วไปเมล็ดทานตะวันมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 35–48 และปริมาณโปรตีนร้อยละ18–25 ดังนั้น กากของเมล็ดทานตะวันผ่านการสกัดน้ำมันแล้ว จึงสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อย่างดี ทานตะวันถือเป็นพืชที่น่าสนใจ จึงมีการส่งเสริมให้ปลูกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้น

ปัจจุบันพันธุ์ทานตะวันที่ปลูกเป็นการค้าของไทยเป็นพันธุ์ลูกผสมซึ่งนำเข้าจากต่าง–ประ เทศ ทำให้ราคาค่อนข้างแพง และต้นทุนการผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น การพัฒนาพันธุ์ทานตะวันชนิดพันธุ์ผสมเปิดหรือพันธุ์ลูกผสมขึ้นเองในประเทศไทย เพื่อผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศและทดแทนการนำเข้านั้น ยังน้อยมาก และมีความเป็นไปได้น้อยเนื่องจากขาดแคลนเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะดีเด่นในลักษณะที่ต้องการคัดเลือก จึงได้มีการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมทั้งจากหน่วยงานภายในประเทศและการนำเชื้อพันธุกรรมจากต่างประเทศมาใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ขึ้น โดยเบื้องต้นจำเป็นต้องปลูกทดสอบ เพื่อคัดเลือกเชื้อพันธุกรรมที่สามารถปรับตัวได้ดี และมีลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ก่อนนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของเชื้อพันธุกรรมทานตะวันจำนวน 22 สายพันธุ์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ที่ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ และ 2 ปีปลูก

2. เพื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา และสัมประสิทธิ์แพทโคแอฟฟีเชียนท์ระหว่างลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีต่อผลผลิตเมล็ด และระหว่างลักษณะผลผลิตเมล็ดองค์ประกอบผลผลิตที่มีต่อผลผลิตน้ำมัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# การตรวจเอกสาร

ทานตะวัน ( *Helianthus annuus* L.) เป็นพืชที่ปลูกมากในหลายภูมิภาคของโลก ประเทศผู้ผลิตเมล็ดทานตะวันมาก 5 อันดับแรกของโลก คือ รัสเซีย ยูเครน อาร์เจนตินา อินเดีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) มีรายงานว่า ทานตะวันน่าจะมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ ทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา หรือที่ราบสูงเม็กซิโก เริ่มนำเข้ามาปลูกในยุโรปเมื่อศตวรรษที่ 16 โดยผ่านมาทางชาวเสปนและแพร่หลายเข้าไปในรัสเซีย เมื่อศตวรรษที่ 18 เริ่มด้วยการปลูกเพื่อใช้เมล็ดมาเป็นของขบเคี้ยวและเป็นไม้ประดับ ต่อมาได้ปลูกเป็นพืชไร่เพื่อใช้สกัดน้ำมันเป็นประเทศแรก และมีการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์อย่างต่อเนื่องทำให้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ในศตวรรษที่ 20 พันธุ์ที่ปลูกกันในช่วงนั้นโดยทั่วไปเป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated cultivar) และมีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มาเรื่อย ๆ จนกระทั่งในปัจจุบันพันธุ์ที่ปลูกกันทั่วไปส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสม

**การเจริญเติบโตของทานตะวัน**

ทานตะวันเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Compositae มีโครโมโซม 2n=34 จัดเป็นพืชฤดูเดียวหรือพืชล้มลุก (annual herbaceous) และเป็นพืชผสมข้าม การเจริญเติบโตของทานตะวันจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมที่ทำการปลูก เพื่อความสะดวกในการจัดการจึงจำแนกระยะการเจริญเติบโตเป็น 2 ระยะ ตามวิธีของ Schneiter and Miller (1981) ดังนี้

1. ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage, V) เริ่มจากการงอกของต้นกล้าและสิ้นสุดเมื่อเริ่มมองเห็นดอกเกิดขึ้น อาศัยการนับจำนวนใบเป็นเกณฑ์ ระยะการเจริญเติบโตของต้นและใบนี้จะมีจำนวนวันแตกต่างกันไปตามพันธุ์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ซึ่งแบ่งย่อยได้ดังนี้

ระยะ vegetative emergence (VE) เริ่มจากต้นกล้าชูใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดินและมีความยาวของใบจริงใบแรกยาวน้อยกว่า 4 เซนติเมตร

ระยะ V (N) โดยที่ V คือการเจริญเติบโตของต้นและใบ (vegetative growth) N หมายถึงจำนวนใบจริง เป็นระยะที่มีการเจริญทางลำต้นและมีการนับจำนวนใบจริงที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร โดยเริ่มนับเป็น V1, V2, V3, V4 และไปเรื่อยๆ จนกว่าทานตะวันจะมีการหยุดสร้างใบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จริง คือ V (N) เมื่ออายุการเจริญเติบโตมากขึ้น ใบล่าง ๆ จะเริ่มแก่ ถ้าใบล่างเกิดการร่วงหล่น เนื่องจากการแก่ของใบสามารถนับจากรอยหลุดของใบ (leaf scar) ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องหมายกำหนดระยะการเจริญเติบโต ของพืชได้

2. ระยะสืบพันธุ์ (reproductive stage, R) เป็นระยะที่ทานตะวันเริ่มปรากฏการเกิดของช่อดอกขนาดเล็ก (floral initiation) ถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) แบ่งได้ 9 ระยะย่อยดังนี้

ระยะ R1 ปรากฏจานดอก (head) ที่หุ้มด้วยใบประดับที่ยังอ่อน (young bract) มองจากด้านบนจะเห็นกลีบเลี้ยงอ่อน ๆ มีลักษณะคล้ายดาวปรากฏขึ้น

ระยะ R2 มีช่วงความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอก (receptacle) ยาว 0.5 ถึง 2 เซนติเมตร ข้ออยู่ระหว่างใบสุดท้ายกับฐานรองดอก

ระยะ R3 ความยาวของข้อบริเวณใต้ฐานรองดอกจะยืดตัวอย่างรวดเร็วยกจานดอกให้สูงขึ้น

ระยะ R4 ช่อดอกเริ่มบานสามารถมองเห็นกลีบดอก (ray flower)

ระยะ R5 เป็นระยะที่มีการถ่ายละอองเกสร (anthesis) เกิดขึ้น กลีบดอกบานเต็มที่และมองเห็นดอกย่อย (disk flower) ในระยะ R5 สามารถแบ่งย่อยได้อีกตามเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ดอกย่อยที่ถ่ายละอองเกสรแล้ว เช่น R5.1 หมายถึง ดอกย่อยประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของจานดอกได้รับการถ่ายละอองแล้ว

ระยะ R6 การถ่ายละอองเกสรเกิดขึ้นสมบูรณ์ กลีบดอกเริ่มเหี่ยว

ระยะ R7 ด้านหลังจานดอกเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอ่อน ๆ

ระยะ R8 ด้านหลังจานดอกมีสีเหลือง แต่ใบประดับยังคงเป็นสีเขียวอยู่ และอาจพบจุดสีน้ำตาลบริเวณหลังจานดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะ R9 ใบประดับเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล มีจุดสีน้ำตาลหลังจานดอก ระยะนี้เป็นระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว และพร้อมเก็บเกี่ยว

**สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของทานตะวัน**

ทานตะวันเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ทั้งเขตที่มีฝนตกชุกของเขตร้อน และเขตที่มีอุณหภูมิต่ำ สามารถปลูกได้ในบริเวณที่มีการปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่าง และมิลเลททั่วโลก (กฤษฎา, 2525) ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของทานตะวัน ได้แก่

อุณหภูมิ ทานตะวันเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ในสภาพอากาศอบอุ่น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 18–25 องศาเซลเซียส (ชูศักดิ์, 2542) แต่มีความทนทานได้ทั้งอุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิสูง จึงมีการปลูกทานตะวันทั้งในเขตหนาวและเขตร้อน ในระยะงอกของเมล็ดต้องการอุณหภูมิ 8–10 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิต่ำลงเมล็ดจะใช้ระยะเวลานานขึ้น และตายเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 3–5 องศาเซลเซียส หลังงอกต้นอ่อน (seedlings) สามารถทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ ถึง –5 องศาเซลเซียส ระดับความทนทานลดลงเมื่อพืชอายุมากขึ้น อย่างไรก็ตาม อาจเป็นอันตรายต่อตายอด (terminal bud) และทำให้พืชมีการแตกกิ่งก้านมากขึ้นและใช้อาหารสะสมเพื่อการเจริญเติบโตของกิ่งก้านมากขึ้นทำให้ผลผลิตลดลง (Robinson, 1978)

จากการศึกษาของ Lühs and Friedt (1994) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการติดเมล็ดจะอยู่ในช่วง 20–25 องศาเซลเซียส การได้รับสภาพขาดน้ำและอุณหภูมิสูง มากกว่า 30 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการสร้างดอกและการพัฒนาของเมล็ด โดยผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง ขณะที่เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น Meinke *et al.* (1993) รายงานว่า ปริมาณแสงที่ได้รับในช่วงวัน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดระหว่างวันจะส่งผลให้ผลผลิตมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ ความแตกต่างของท้องที่ปลูก และอายุการแก่ของแต่ละพันธุ์ จะเป็นตัวบ่งบอกศักยภาพของผลผลิตเมล็ดทานตะวัน ปริมาณของน้ำมันและกรดไขมัน โดยเฉพาะกรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิระหว่างการพัฒนาเมล็ด (Harris *et al.*, 1978; Seiler, 1986) ซึ่งท้องที่ปลูกที่มีอุณหภูมิสูงระหว่างการพัฒนาของเมล็ดจะส่งผลให้มีปริมาณกรดโอเลอิกสูงขึ้น แต่กรดลิโนเลอิคต่ำลง (Seiler, 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แสง ทานตะวันเป็นพืช $C_3$ ซึ่งส่วนใหญ่พันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและพันธุ์ปลูกในปัจจุบันมีลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง จึงสามารถออกดอกได้ทุกสภาพช่วงแสง แต่ก็มีรายงานว่าพันธุ์ปลูกบางพันธุ์ยังคงมีลักษณะตอบสนองต่อช่วงแสง เช่น พันธุ์ลูกผสม Hysun30 (Goyne and Hammer, 1982) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างช่วงแสงกับอุณหภูมิมีผลต่อความสูง จำนวนใบ และอายุออกดอกของทานตะวัน ซึ่ง Goyne and Hammer (1982) ได้พบว่า ที่อุณหภูมิต่ำ พันธุ์ Hysun30 มีอายุออกดอกยาวนานขึ้น หากได้รับช่วงแสงต่ำกว่า 14 ชั่วโมง และเมื่อให้พันธุ์ Hysun30 ได้รับช่วงแสง10–12 ชั่วโมง พบว่า การได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้อายุออกดอกสั้นลง เนื่องจากจำนวนใบต่อต้น และความสูงต้นลดลง ขณะที่พันธุ์ Sunfola 68–2 มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวเพียงเล็กน้อยภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน

นอกจากนี้ ทานตะวันยังจัดเป็นพืชที่ต้องการแสงมาก ถ้าพืชได้รับแสงแดดไม่เพียงพอจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตอย่างชัดเจน โดยเฉพาะความสูงต้น เนื่องจากการยืดตัวของลำต้น ทำให้ปล้องยาวมากขึ้น แต่พื้นที่ใบลดลง Rawson and Hindmarsh (1983) แสดงให้เห็นว่า การลดความเข้มแสงลงจาก 100 % ให้เหลือ 50 % ทำให้ทานตะวันพันธุ์ลูกผสม 2 พันธุ์ คือ Hysun31 และ Suncross150 มีการพัฒนาใบเกิดขึ้นช้าลง ขณะที่พื้นที่ใบเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่หากได้รับความเข้มแสงลดลงอีก (น้อยกว่า 50 % ความเข้มแสงปกติ) ทำให้ขนาดใบลดลงอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้เมื่อลดความเข้มแสงลงเหลือ 50 และ 20 % ของความเข้มแสงปกติ มีผลทำให้ผลผลิตลดลงถึง 86 และ 44 % ตามลำดับ เมื่อมีการบังแสงตลอดช่วงระยะการทดลอง นอกจากนี้ความยาวช่วงแสงยังมีผลต่อปริมาณกรดไขมันบางชนิดด้วย โดยที่ Unger and Thompson (1982) พบว่า เมื่อความยาวช่วงวันยาวขึ้น ทำให้ปริมาณของกรดโอเลอิคเพิ่มขึ้น และกรดลิโนเลอิคลดลง แต่อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันทั้งสองชนิดน้อยมาก

ส่วน Rawson *et al*.(1984) ได้รายงานว่า ภายใต้สภาพความเข้มแสงต่ำ ทานตะวันตอบสนองต่ออุณหภูมิและความชื้นได้มากกว่าภายใต้สภาพความเข้มแสงปกติ หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 15 เป็น 27 องศาเซลเซียส จะทำให้ทานตะวันที่ปลูกในสภาพที่มีความเข้มแสงต่ำ มีช่วงเวลาตั้งแต่ระยะตาดอกพัฒนาถึงระยะดอกบานเต็มที่สั้นลง 47 % คือ จาก 59 วันเหลือเพียง 31วัน ขณะที่ภายใต้สภาพที่มีความเข้มแสงสูง มีช่วงเวลาการพัฒนาของดอกลดลง 19 % คือจาก 47 วันเหลือเพียง 38 วัน อาจเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตเมล็ดต่อจานดอกลดลง เพราะระยะการพัฒนาดอกระยะเริ่มต้นเป็นระยะสำคัญที่จะกำหนดจำนวนเมล็ดต่อจานดอกและการสะสมอาหารเมล็ด (Rawson *et al*., 1984; Cantagallo and Hall, 2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความชื้นดินและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ทานตะวันเป็นพืชที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีปานกลาง โดยยังคงให้ผลผลิตได้ในสภาพแล้งที่พืชอื่นไม่สามารถให้ผลผลิตได้ เนื่องจากทานตะวันมีระบบรากลึกและแข็งแรง จึงสามารถใช้น้ำได้มีประสิทธิภาพดีกว่าพืชอื่น เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วเหลืองปริมาณความต้องการน้ำของทานตะวันเปลี่ยนแปลงไปตามระยะการเจริญเติบโตในระยะงอกและการสร้างตาดอกเป็นช่วงที่ทานตะวันต้องการน้ำ หากขาดน้ำในระยะนี้จะให้ผลผลิตลดลงมาก ถึง 50 % เนื่องจากจำนวนเมล็ดต่อจานดอก ขนาดเมล็ดและเปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง ส่วนในระยะอื่นๆ มีความต้องการน้ำลดลง โดยเฉพาะระยะจานดอกเริ่มเหลืองหรือ เมล็ดเริ่มสุกแก่ ไม่ต้องการความชื้นสูง เพราะอาจทำให้จานดอกเสียหายและมีโรคเข้าทำลายเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เหมาะสมในช่วงเจริญเติบโตคือ 40 – 75 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ทานตะวันเริ่มเหี่ยว ใบแห้ง และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ทานตะวันจะต้องการน้ำปริมาณมากขึ้น (ศรีสุดา, 2549)

Flagella *et al.* (2002) ได้ทดสอบความสัมพันธ์ของวันปลูกและการขาดน้ำในทานตะวันพันธุ์น้ำมันลูกผสม 2 พันธุ์ เมื่อปลูกทดสอบในพื้นที่เขตเมดิเตอร์เรเนียน พบว่าผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกโดยให้น้ำระบบชลประทานและวันปลูกที่เร็วขึ้น โดยกรดโอเลอิค และกรดสเตียริคมีความเข้มข้นลดลงและกรดลิโนเลอิค และกรดปาล์มมิติกมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น สรุปคือ มีการลดลงของอัตราส่วนความเข้มข้นของกรดโอเลอิคต่อกรดลิโนเลอิค เมื่อปลูกในสภาพที่มีระบบชลประทานที่ดีและมีวันปลูกเร็วขึ้น

ธาตุอาหาร ธาตุอาหารสำคัญที่ทานตะวันต้องการในปริมาณสูงคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยไนโตเจนส่งผลต่อการสร้างลำต้น ใบ และจานดอกให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ด แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดลดลง ส่วนฟอสฟอรัสช่วยสร้างระบบรากให้แข็งแรงและเพิ่มการสังเคราะห์น้ำมัน และโพแทสเซียมจะช่วยเพิ่มผลผลิตของทานตะวันและช่วยให้ต้นแข็งแรงและต้านทานโรคได้ดีขึ้น (ชูศักดิ์, 2542) นอกจากนี้ธาตุโบรอน ซึ่งเป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการพัฒนาของดอกและการติดเมล็ด มักพบการขาดธาตุชนิดนี้ ในพื้นที่ปลูกทานตะวันทั่วไป (Schneiter, 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**เชื้อพันธุกรรมกับการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน**

จุดเริ่มต้นของโครงการปรับปรุงพันธุ์พืช คือ การเลือกใช้เชื้อพันธุกรรมที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นพันธุ์ป่า (wide relatives) พันธุ์พื้นเมือง (land races) พันธุ์ปรับปรุงหรือพันธุ์จำหน่าย (improved variety หรือ commercial variety) สายพันธุ์ในขั้นทดลอง (advanced breeding lines) และสายพันธุ์ต่างประเทศ (exotic variety ) เชื้อพันธุกรรมประเภทต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพหรือไม่ อยู่ที่การเลือกใช้เชื้อพันธุกรรม Jinahyon (1979) กล่าวว่า ลักษณะของเชื้อพันธุกรรมที่ดี จะต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมดี และมีความแตกต่างกันในเรื่องของแหล่งกำเนิดหรือมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมสูง

การนำเข้าเชื้อพันธุกรรมจากแหล่งอื่นหรือต่างประเทศ ซึ่งมีสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างจากแหล่งที่ต้องการพัฒนาพันธุ์ อาจพบปัญหาในด้านการปรับตัว ออกดอกเร็วขึ้นหรือไม่ออกดอก ความสูงต้นลดลง หรือไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ จึงต้องมีการปลูกทดสอบเบื้องต้นก่อน ว่าพันธุ์ต่างๆ ที่นำเข้ามาเหมาะสมกับแหล่งใหม่หรือไม่ (ไพศาล, 2538) แต่การนำเชื้อพันธุกรรมจากแหล่งอื่น จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ในระยะยาว (กฤษฎา, 2549)

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทานตะวันในประเทศอาร์เจนติน่า พบว่า การปลูกพืชในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จะทำให้พืชเกิดการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกมามีความแตกต่างกันถึงแม้ว่าพันธุ์ที่นำมาใช้ปลูกเป็นพันธุ์เดียวกัน การแสดงออกทางพันธุกรรม เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม (genotype) กับ สภาพแวดล้อม (environment) จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาเพื่อการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันให้ได้พันธุ์ที่ต้องการ เป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันคือ เพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ด ทั้งในแง่จำนวนและน้ำหนักเมล็ด ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตน้ำมันเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้การคัดเลือกจึงพิจารณาจากปริมาณผลผลิตและผลผลิตน้ำมันเป็นสำคัญ (De la Vega and Chapman, 2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในทานตะวัน**

การทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่ หลายฤดูกาล และ/หรือหลายปีปลูก เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป ซึ่งพันธุ์ที่มีลักษณะการปรับตัวดีทั้งลักษณะผลผลิตและลักษณะด้านการเกษตรอื่นๆ จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ลักษณะการแสดงออก (phenotype) ถูกกำหนดโดยอิทธิพลของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ชำนาญ (2534) กล่าวว่า ต้องทำการทดสอบพันธุ์ในหลายสถานที่ หลายสภาพแวดล้อมและหลายฤดูหรือหลายปี เพื่อนำข้อมูลด้านผลผลิตและคุณภาพและลักษณะทางการเกษตรในแต่ละพันธุ์มาเปรียบเทียบกัน และพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม จะมีผลต่อการคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีลักษณะดีอย่างมาก หากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อมลดลง ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรม กับลักษณะที่แสดงออกในแปลงทดสอบจะสูงขึ้น ดังนั้นการคาดหมายและความเชื่อมั่นต่อการคัดเลือกย่อมสูงขึ้นด้วย

Moll and Stuber (1974) พบว่า ความเป็นประโยชน์ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อมจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ หากนักปรับปรุงพันธุ์ต้องการพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ก็ควรหาพันธุ์ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อมต่ำ แต่ถ้าต้องการพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะ ก็ควรหาพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมสูง

Hassan *et al.* (2005) ประเมินอิทธิพลของความแปรปรวนของฤดูกาลที่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต คือ ขนาดจานดอก น้ำหนัก 1000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดของทานตะวันในพันธุ์ลูกผสม 5 พันธุ์ พบว่า ทานตะวันที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำมีขนาดจานดอกใหญ่กว่าทานตะวันที่ปลูกในฤดูฝน ในทางกลับกัน น้ำหนัก 1000 เมล็ดของทานตะวันที่เมื่อปลูกในฤดูฝนจะมีน้ำหนักมากกว่าที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิ อย่างไรก็ตามผลผลิตสุดท้ายคือผลผลิตเมล็ด พบว่าฤดูใบไม้ผลิตดีกว่าฤดูฝน กล่าวได้ฤดูใบไม้ผลิเหมาะสำหรับปลูกทานตะวันมากที่สุด แสดงว่าสภาพแวดล้อมของฤดูปลูกที่มีความแปรปรวนมีอิทธิพลต่อการสร้างผลผลิตของทานตะวัน

จากการทดสอบทานตะวันพันธุ์ผสมเปิด 7 พันธุ์ ซึ่งได้แก่ พันธุ์ KU COMPOSITE ซึ่งผ่านการคัดเลือกแบบวงจร 4 รอบในประเทศไทย และพันธุ์นำเข้าจากต่างประเทศได้แก่ SARATROVSKY, HYSUN 33, HYSUN 44, XF– 451, XF– 452 และ SUNKING เพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปรียบเทียบดูการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ 6 สภาพแวดล้อมภายในประเทศไทย ในปี 2536 พบว่า KU COMPOSITE ซึ่งผ่านรอบการคัดเลือกที่ 4 ในประเทศไทย มีเสถียรภาพของพันธุ์ในทุกลักษณะที่ศึกษา และสามารถปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบ แต่พันธุ์ HYSUN 44 มีผลเฉลี่ยสูงสุดในทุกสภาพแวดล้อม โดยอยู่ระหว่าง 120 ถึง 439 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ XF– 452 มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด คือ 47 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูงในทุกสภาพแวดล้อมด้วย (35 –46 %) (จุฑารัตน์, 2536) จะเห็นได้ว่าพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ภายในประเทศไทย มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมภายในประเทศไทยได้ดีกว่าพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

**สหสัมพันธ์และแพทโคเอฟฟิเชียนท์ในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต**

Marinkovic (1992) ศึกษาสหสัมพันธ์และแพทโคเอฟฟิเชียนท์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก จำนวนช่อดอกย่อยต่อจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก น้ำหนัก 1000 เมล็ด ผลผลิตเมล็ด ปริมาณเนื้อในเมล็ด และปริมาณน้ำมัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ทดสอบ และมีสหสัมพันธ์ทางบวกของผลผลิตเมล็ดต่อต้นกับทุกลักษณะ และวิเคราะห์แพทโคเอฟฟิเชียนท์กับผลผลิตต่อต้น พบว่า มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดเป็นบวกผ่านลักษณะน้ำหนัก 1000 เมล็ด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก แต่มีอิทธิพลทางตรงสูงสุดเป็นลบผ่านลักษณะและปริมาณเนื้อในเมล็ด ฉะนั้นผลผลิตต่อต้นจะเพิ่มขึ้นมีผลมาจากลักษณะน้ำหนัก 1000 เมล็ด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก

Chikkadevaiah and Nandini (2002) ศึกษาลูกผสม 15 พันธุ์และพันธุ์ตรวจสอบ 3 พันธุ์ ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับ น้ำหนักเมล็ด เปอร์เซ็นต์เปลือก เปอร์เซ็นต์การผสมตัวเอง อายุดอกบาน 50% และผลผลิตน้ำมัน ปริมาณน้ำมันในเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกและมีความแตกต่างทางสถิติกับ ความสูงต้น จำนวนใบ น้ำหนักเมล็ด เปอร์เซ็นต์เปลือก เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก เปอร์เซ็นต์การผสมตัวเอง อายุดอกบาน 50% น้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิตเมล็ด ผลผลิตน้ำมัน การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟิเชียนท์ของลักษณะฟีโนไทป์ปิกของผลผลิตเมล็ดแสดงอิทธิพลทางตรงมีค่าสูงสุดกับผลผลิตน้ำมันซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลทางตรงอ้อมผ่านลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด และอิทธิพลทางตรงอ้อมสูงสุดสำหรับผลผลิตมีค่าน้อยที่สุดผ่านลักษณะผลผลิตน้ำมัน ฉะนั้นอิทธิพลที่มีผลต่อผลผลิตต่อต้นผ่านมาจากลักษณะน้ำมัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tahir *et al.* (2002) ศึกษาประชากรทานตะวันลูกผสมเปิด 4 ประชากร แต่ละประชากรประกอบด้วย 13 สายพันธุ์ ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟิเชียนท์ พบว่า มีสหสัมพันธ์สูงสุดของผลผลิตเมล็ดกับจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก ผ่านลักษณะเปอร์เซ็นต์ติดเมล็ด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และมีอิทธิพลทางตรงสูงสุดของผลผลิตเมล็ดผ่านลักษณะจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และพบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก มีอิทธิพลต่อผลผลิตเมล็ด สามารถสรุปได้ว่าลักษณะจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และน้ำหนัก 1000 เมล็ด มีความสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มผลผลิต

Habib *et al.* (2007) ทดสอบทานตะวัน 104 พันธุ์ ทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟิเชียนท์ ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ และผลผลิตเมล็ด ภายใต้วัสดุปลูกที่เป็นถ่านไม้ผุพัง พบความสัมพันธ์ของลักษณะเส้นรอบวงลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และสัดส่วนความเส้นรอบวง มีความสัมพันธ์เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตเมล็ด ค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟิเชียนท์ แสดงอิทธิพลทางตรงของลักษณะจำนวนเมล็ดต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ดสามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดได้

Thitiporn and Chiraporn (2008) ทำการศึกษาทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ 12 พันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบ 4 พันธุ์ ที่คัดเลือกในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ศึกษา 8 ลักษณะวิเคราะห์สหสัมพันธ์และแพทโคเอฟฟิเชียนท์ พบว่า ลักษณะผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์สูงมากกับเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และความสูงต้น นอกจากนี้ พบว่า มีความสัมพันธ์แบบบวกกับเปอร์เซ็นต์ติดเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด และมีความสัมพันธ์แบบลบระหว่างลักษณะอายุดอกบานกับปริมาณน้ำมัน และมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์ติดเมล็ดกับจำนวนเมล็ดต่อจานดอก ขนาดจานดอก และน้ำหนักเมล็ด ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อจานดอกกับปริมาณน้ำมัน และเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกมีอิทธิพลทางตรงแบบบวกสูงสุดกับผลผลิตเมล็ดผ่านลักษณะความสูงต้น จากการทดลองสามารถคัดเลือกลักษณะที่ใช้เพิ่มผลผลิตในทานตะวันได้คือ ลักษณะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกและความสูงต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ในการศึกษา

ทานตะวันพันธุ์ผสมเปิด จำนวน 22 พันธุ์ ซึ่งได้คัดเลือกจากการปลูกทดสอบเชื้อพันธุกรรมเบื้องต้น เมื่อปี 2548 ณ แปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยเชื้อพันธุกรรม (Germplasm) ดังกล่าวได้รับมาจาก North Central Regional Plant Introduction Station (NCRPIS) เมือง Ames, รัฐ Iowa สหรัฐอเมริกา และ พันธุ์เปรียบเทียบ (check) 2 พันธุ์ คือ แปซิฟิก55 (พันธุ์ลูกผสมทางการค้า) และหันตรา (พันธุ์ผสมเปิด)

2. อุปกรณ์การเก็บบันทึกข้อมูลได้แก่ ไม้บรรทัด เครื่องชั่งน้ำหนัก กล้องถ่ายรูป สมุดจดบันทึก และ เครื่องคอมพิวเตอร์

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อสกัดน้ำมัน ได้แก่

3.1. เครื่องสกัดน้ำมัน Soxhlet Extractor รุ่น S306 MK (Soxtherm 2000 S 306 M, Gerhardt, Germany)

3.2. Extraction flask ขนาด 250 ซีซี

3.3. Fat extraction thimble และกระดาษกรอง (Whatman # 1)

3.4. ตู้อบไอร้อนเพื่อลดความชื้นเมล็ด

3.5. สารเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน คือ petroleum ether

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 1** รายชื่อพันธุ์ทานตะวันผสมเปิด จำนวน 22 พันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบปี 2549 และ 2550

| Accession Number | ชื่อพันธุ์ | แหล่งกำเนิด |
|---|---|---|
| PI 223370 | Aftab | Iran |
| PI 250019 | K800 | Iran |
| PI 253415 | K1982 | Israel |
| PI 253773 | K949 | Iraq |
| PI 253777 | K953 | Iraq |
| PI 323281 | Black Sayar | Pakistan |
| PI 343810 | Tchernianka 66 | Iran |
| PI 343811 | Orizont | Iran |
| PI 377522 | LGH–III–1 | Iran |
| PI 377523 | LGH–IV–1 | Iran |
| PI 380874 | 276 | Iran |
| Ames 3317 | G.O.R. 104 | Zimbawe |
| PI 296292 | Short Russian | South Africa |
| PI 307834 | Beacon | South Africa |
| PI 378895 | Impira Inta | Argentina |
| PI 378896 | Pehuen | Argentina |
| PI 380559 | A–104 | Kenya |
| PI 402584 | Camba | Argentina |
| PI 402586 | Riestra | Argentina |
| PI 170412 | 2770 | Turkey |
| PI 170418 | 3241 | Turkey |
| PI 251991 | K1882 | Turkey |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## วิธีการ

### 1. การทดสอบพันธุ์ในสภาพแปลงทดลอง

ทดสอบพันธุ์ใน 2 ท้องที่ คือ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และ 2 ปีปลูก คือ ปลายฤดูฝนปี 2549 และ 2550 โดยปลูกทานตะวันพันธุ์ผสมเปิด 22 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ปลูก 2 แถว ในแปลงย่อยขนาด 1.5 x 5 ตารางเมตร ด้วยระยะปลูก 50 x 75 เซนติเมตร

1.1 การเตรียมแปลงและการปลูก

เตรียมแปลงทดลองโดยใช้การไถตากดินเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นไถแปรเพื่อให้ก้อนดินมีขนาดเล็กลงรวมทั้งเป็นการกำจัดวัชพืช ตากดินไว้เป็นเวลา 7 วัน จึงทำการไถพรวน และยกร่องลูกฟูกโดยให้แต่ละร่องห่างกัน 75 เซนติเมตร ปลูกโดยใช้แจ๊ป (jab) ปรับระยะห่างระหว่างหลุมปลูก 50 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 2 เมล็ด ให้น้ำแบบปล่อยตามร่องทันทีหลังปลูก

1.2 การดูแลรักษาแปลงปลูกทานตะวัน

เมื่อทานตะวันงอกได้ 10 วัน หรือมีใบจริง 2–4 คู่ ได้ถอนแยกเหลือไว้เฉพาะต้นที่แข็งแรง1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยสูตร 15–15–15 และปุ๋ยยูเรีย 46–0–0 อัตรา 20–30 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 30 วันหลังปลูก ทำการกำจัดวัชพืช 2–3 ครั้ง ครั้งแรกฉีดพ่นสารเคมีควบคุมและกำจัดวัชพืช ใช้ยาคุมหญ้าประเภทอลาคลอร์ ฉีดพ่นหลังหยอดเมล็ด ห้ามใช้อะทราซีนโดยเด็ดขาด อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนครั้งที่ 2 และ 3 ที่ระยะใบจริง 2–4 คู่ และ 6–7 คู่ ตามลำดับ พร้อมกับการพูนโคนต้น เพื่อป้องกันการหักล้มในระยะเก็บเกี่ยว ให้น้ำแบบปล่อยตามร่องต่อเนื่อง ทุกสัปดาห์จนกระทั่งสิ้นสุดระยะผสมเกสรหรือกลีบดอกเริ่มเหี่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 การบันทึกข้อมูล

1.3.1 อายุดอกบาน 50 % (วันหลังปลูก) เมื่อจำนวนต้นในแต่ละแปลงย่อยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นทั้งหมดต่อแปลงย่อย มีดอกบานระยะ R5.1 ดอกบาน

1.3.2 อายุสุกแก่ (วันหลังปลูก) นับจำนวนต้นในแต่ละแปลงย่อยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นทั้งหมดต่อแปลงย่อย เมื่อจานดอกเปลี่ยนเข้าสู่ระยะ R9 ซึ่งใบประดับเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลและมีจุดสีน้ำตาลปรากฏหลังจานดอก

1.3.3 ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ สุ่มวัด 5 จานดอกต่อพันธุ์ต่อซ้ำ ที่ระยะดอกบาน เว้นต้นบริเวณหัวแปลงและท้ายแปลง

1.3.3.1 ความสูงต้น วัดเป็นเซนติเมตรจากระดับเหนือผิวดินถึงฐานจานดอก

1.3.3.2 จำนวนใบต่อต้น นับจากใบล่างสุดจนถึงใบใต้ฐานรองดอก

1.3.4 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต สุ่มวัด 5 จานดอกต่อพันธุ์ต่อซ้ำ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต เว้นต้นบริเวณหัวแปลงและท้ายแปลง

1.3.4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก (เซนติเมตร) วัดทั้งด้านกว้างกับด้านยาวที่สุด แล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย

1.3.4.2 จำนวนเมล็ดต่อจานดอก

1.3.4.3 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) สุ่มเมล็ด 2 ตัวอย่าง ต่อพันธุ์ต่อซ้ำ ชั่งน้ำหนักและปรับความชื้นเมล็ดเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$\text{น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)} = \frac{100-X}{100-12} \times \text{น้ำหนัก 100 เมล็ดก่อนปรับความชื้น}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ X คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดที่ชั่งน้ำหนัก โดยวิธีการอบด้วยความร้อน (hot–air oven method) ชั่งน้ำหนักเมล็ด100 เมล็ด ก่อนอบ บันทึกเป็นน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักหลังอบ (น้ำหนักแห้ง) คำนวณหาความชื้นของเมล็ดตามสูตร (ISTA, 1999)

$$\text{ความชื้นเมล็ด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

1.3.4.4 น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัมต่อต้น) ที่ระดับความชื้นเมล็ด 12 % ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรเดียวกับข้อ 1.3.4.3

1.3.4.5 เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด สุ่มชั่งเมล็ดประมาณ 5 กรัมต่อพันธุ์ต่อซ้ำ เพื่อสกัดหาปริมาณน้ำมันด้วยเครื่องสกัดน้ำมัน Sohxlet Extractor รุ่น S306 MK วิธีการสกัดน้ำมันและการคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน แสดงไว้ในภาคผนวก

1.3.5 ข้อมูลลักษณะสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด ความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน ในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง จากสถานีตรวจอากาศเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และสถานีตรวจอากาศเกษตร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุดรายวัน คำนวณค่าอุณหภูมิสะสม (Cumulative Growing degree days, CGDD) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{CGDD} = \left(\frac{\text{อุณหภูมิสูงสุด} + \text{อุณหภูมิต่ำสุด}}{2}\right) - \text{อุณหภูมิต่ำสุดที่พืชเจริญเติบโตได้}$$

เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดที่ทานตะวันเจริญเติบโตได้ เท่ากับ 6.5 $^{O}$C กรณีที่อุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุดรายวันต่ำกว่า 6.5 $^{O}$C ให้ปัดเป็น 6.5 $^{O}$C เสมอ (NDAWN, 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical Analysis)**

1. วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของแต่ละลักษณะที่ทำการทดสอบ ในแต่ละสภาพแวดล้อม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (สุรพล, 2536) ซึ่งสามารถแสดงเป็นโมเดลทางสถิติ ได้ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่ $\mu$ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

$T_i$ = อิทธิพลของสิ่งทดลองที่ $i$

$B_j$ = อิทธิพลของบล็อกที่ $j$

$\varepsilon_{ij}$ = ความคลาดเคลื่อนของการทดลองของสิ่งทดลองที่ $i$ และบล็อกที่ $j$

2. ทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (homogeneity of variance) เพื่อทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน(error mean squares) ของแต่ละการทดลอง โดยใช้วิธีการของ Snedecor and Cochran (1980) ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\chi^2_{\alpha,\, df} = \frac{M}{C}$$

เมื่อ

$$M = \gamma[a(\log S_p{}^2) - \sum_i \log(S_i{}^2)]$$

$$C = 1 + \frac{a+1}{3a\gamma}$$

$$S_p{}^2 = \frac{\sum_i S_i{}^2}{a}$$

df = $a - 1$

$\gamma$ = df ของความคลาดเคลื่อนของแต่ละการทดลอง (individual trial)

$S_i{}^2$ = error mean square ของความคลาดเคลื่อนของแต่ละการทดลอง

$a$ = จำนวนสภาพแวดล้อม (ในที่นี้ $a = 4$ ) จาก 2 ท้องที่ และ 2 ปีปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 2** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละลักษณะเป็นรายสภาพแวดล้อม

| **Sources of Variation** | **df** | **Mean Square** | **F– test** |
|---|---|---|---|
| Replications | (r–1) | $M_1$ | $M_1/M_3$ |
| Varieties | (v–1) | $M_2$ | $M_2/M_3$ |
| Error | (r–1) (v–1) | $M_3$ | |
| Total | rv–1 | | |

r = จำนวนซ้ำ, v = จำนวนพันธุ์ที่ปลูกทดสอบ

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม และคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของแต่ละพันธุ์ทดสอบ เมื่อกำหนดให้พันธุ์และท้องที่ปลูก เป็นปัจจัยกำหนด (fixed factor) ดังตารางที่ 3 โดยแสดงอยู่ในโมเดลทางสถิติ ได้ดังนี้

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + Y_j + (PY)_{ij} + R_{k(ij)} + V_l + (PV)_{il} + (YV)_{jl} + (PYV)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}$$

โดยที่ $Y_{ijkl}$ = ค่าสังเกตของพันธุ์ที่ $l$ ในท้องที่ปลูกที่ i ปีปลูกที่ j และซ้ำที่ k

$i$ = 1, 2, …., p; $j$ = 1, 2, …., y; $k$ =1, 2, …., r และ $l$ = 1, 2, …,v

$\mu$ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในทุกการทดลอง

$P_i$ = อิทธิพลของท้องที่ปลูกที่ $i$

$Y_j$ = อิทธิพลของปีปลูกที่ $j$

$(PY)_{ij}$ = อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างท้องที่ปลูกที่ $i$ กับปีปลูกที่ $j$

$R_{k(ij)}$ = อิทธิพลของซ้ำที่ $k$ ในท้องที่ปลูกที่ $i$ กับปีปลูกที่ $j$

$V_l$ = อิทธิพลของพันธุ์ที่ $l$

$(PV)_{il}$ = อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างท้องที่ปลูกที่ $i$ กับพันธุ์ที่ $l$

$(YV)_{jl}$ = อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างปีปลูกที่ $j$ กับพันธุ์ที่ $l$

$(PYSV)_{ijl}$ = อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างท้องที่ปลูกที่ $i$ ปีปลูกที่ $j$ พันธุ์ที่ $l$

$\varepsilon_{ijkl}$ = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา (coefficient of correlation; r) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะว่ามีมากหรือน้อยอย่างไร และเป็นความสัมพันธ์แบบบวกหรือลบ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) โดยคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$r = \frac{\sum xy - [(\sum x \sum y)/n]}{\sqrt{[\sum x^2 - ((\sum x)^2/n)][\sum y^2 - ((\sum y)^2/n)]}}$$

ตรวจสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ว่าแตกต่างจากค่า r เท่ากับศูนย์หรือไม่ โดยใช้ t–test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนี้

$$t_{(df,\,0.05)} = \frac{r_{xy}}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

หากพบนัยสำคัญทางสถิติ หรือ p–value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ทั้งสองลักษณะมีความสัมพันธ์กันในทางสถิติ และหากพบว่า p–value $\geq$ 0.05 แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันในทางสถิติระหว่างสองลักษณะที่ทดสอบ

5. วิเคราะห์แพทโคเอฟฟีเชียนท์ หลังจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิต และพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์แพทโคเอฟฟีเชียนท์ เพื่อศึกษาว่าลักษณะที่ศึกษามีอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมต่อผลผลิตอย่างไร (ชูศักดิ์, 2551) จากสมการ

$$b' = \frac{b(s_x)}{s_y}$$

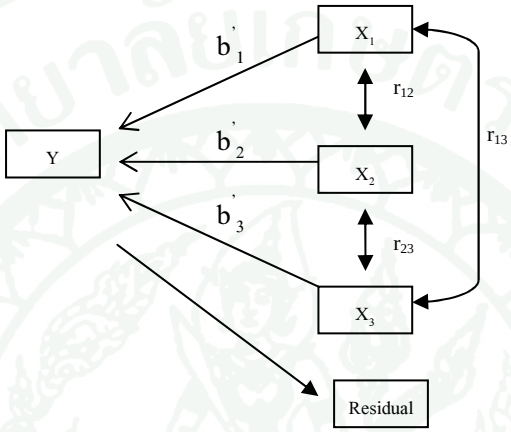
โดยที่ $b'$ คือ สัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น

$s_x$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรปรวน x เท่ากับ $\sqrt{\frac{\sum x^2 (x)^2/n}{n-1}}$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$S_y$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรปรวน y เท่ากับ $\sqrt{\frac{\sum Y^2 (Y)^2 / n}{n-1}}$

การวิเคราะห์แพทโคเอฟฟิเชียนท์เมื่อประกอบด้วยตัวแปรปรวนอิสระ 3 ตัว คือ $x_1$, $x_2$, $x_3$ กับตัวแปรปรวน y มีรูปแบบความสัมพันธ์ทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** ความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์แพทโคเอฟฟิเชียนท์เมื่อมีตัวแปรอิสระ 3 ตัว

โดยที่ $b'_1$, $b'_2$, $b'_3$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นบางส่วนระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรปรวนตาม (standardized partial regression) ของ $x_1$, $x_2$, $x_3$

$r_{1y}$ $r_{2y}$ และ $r_{3y}$ คือ ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $x_1$, $x_2$, $x_3$ กับ Y ตามลำดับ

$r_{12}$ $r_{13}$ และ $r_{23}$ คือ ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $x_1$ กับ $x_2$, $x_1$ กับ $x_3$ และ, $x_2$ กับ ตามลำดับ

**สถานที่ทำการทดลอง**

1. แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. แปลงทดลองศูนย์วิจัยข้าวโพด และข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

**ระยะเวลาที่ทำการทดลอง**

เริ่มทดลองตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2548 ถึงเดือน ตุลาคม 2551

**ตารางที่ 3** ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมเมื่อทดสอบพันธุ์ในหลายท้องที่และปีปลูก (McIntosh, 1983)

| **Sources of Variation** | **df** | **MS** | **EMS** | **F – test** |
|---|---|---|---|---|
| Places (P) | p–1 | $M_1$ | $\sigma^2 + v\sigma^2_{R(PY)} + ryv\theta^2_P$ | $M_1/M_4$ |
| Years (Y) | y–1 | $M_2$ | $\sigma^2 + v\sigma^2_{R(PY)} + rpv\sigma^2_Y$ | $M_2/M_4$ |
| P x Y | (p–1) ( y–1) | $M_3$ | $\sigma^2 + v\sigma^2_{R(PY)} + rv\sigma^2_{PY}$ | $M_3/M_4$ |
| Replication with in PY | py (r–1) | $M_4$ | $\sigma^2 + v\sigma^2_{R(PY)}$ | - |
| Varieties (V) | v–1 | $M_5$ | $\sigma^2 + rpy\theta^2_V$ | $M_5/M_9$ |
| P x V | (p–1) (v–1) | $M_6$ | $\sigma^2 + ry\sigma^2_{PV}$ | $M_6/M_9$ |
| Y x V | (y–1) (v–1) | $M_7$ | $\sigma^2 + rp\sigma_{YV}$ | $M_7/M_9$ |
| P x Y x V | (p–1) (y–1) (v–1) | $M_8$ | $\sigma^2 + r\sigma^2_{PYV}$ | $M_8/M_9$ |
| Pooled error | py (r–1) (v–1) | $M_9$ | $\sigma^2$ | - |
| Total | pyrv–1 | | | |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ผลและวิจารณ์

## 1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ในแต่ละสภาพแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ของทานตะวันเป็นรายสภาพแวดล้อม ซึ่งปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ และ 2 ปีปลูกคือ ปี 2549 และ 2550 รวม 4 สภาพแวดล้อม (ตารางผนวกที่ 2 และ 3) เมื่อพิจารณาเป็นรายสภาพแวดล้อม พบว่า พันธุ์ทดสอบมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ($P< 0.01$) ซึ่งการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมของลักษณะต่าง ๆ เป็นดังนี้

อายุดอกบาน 50 %

ใช้ข้อมูลอายุดอกบาน 50% จากแปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตร–ศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ปี 2549 และ 2550 เท่านั้น (ตารางที่ 4 และ 6) พบว่า อายุดอกบาน 50% ของพันธุ์ทดสอบอยู่ระหว่าง 42 – 61 วัน (อุณหภูมิสะสมหรือ CGDD 798–1,129 degree days ) และ 51– 64 วัน (CGDD 954 – 1,193 degree days) ในปี 2549 และ 2550 ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์คือ แปซิฟิก 55 และหันตรามีอายุดอกบาน 48 และ 44 วัน (CGDD 903 และ 832 degree days)ในปี 2549 และ 59 และ 51 วัน (CGDD 1,112 และ 954 degree days) ในปี 2550 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 5 ) จะเห็นได้ว่า ปีปลูกมีผลต่ออายุดอกบานอย่างเห็นได้ชัด โดยที่พันธุ์ทดสอบในปี 2550 มีอายุดอกบานยาวนานกว่าพันธุ์ทดสอบที่ปลูกในปี 2549 อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ ความยาวช่วงแสงเฉลี่ยช่วงเดือนพฤศจิกายน (11.3 ชั่วโมง) และธันวาคม (11.2 ชั่วโมง) ทั้งในปี 2549 และ 2550 (สถานีตรวจอากาศเกษตรกำแพงแสน, 2549, 2550, 2551) ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิและช่วงแสงมีผลต่อการออกดอกของทานตะวัน (Rawson and Hindmarsh, 1983) สำหรับช่วงที่พืชได้รับแสงแดดเฉลี่ยของเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ในปี 2549 เท่ากับ 8.7 และ7.6 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนปี 2550 มีช่วงที่ได้รับแสงแดดเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 และ 8.0 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิสะสมอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการออกดอก ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิสะสมในปี 2549 มีค่าต่ำกว่าในปี 2550 อาจเนื่องจากวันปลูกของปี 2549 เร็วกว่าวันปลูกในปี 2550 ประมาณ 14 วัน ซึ่งสอดคล้องกับ Robinson (1978) ได้รายงานว่า ทานตะวันที่ปลูกต้นฤดูจะมีอุณหภูมิสะสมต่ำกว่าการทดลองที่ปลูกล่าช้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อายุสุกแก่

พิจารณาจากข้อมูลของการทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เท่านั้น ทำนองเดียวกับอายุดอกบาน 50 % พบว่าอายุสุกแก่ ของพันธุ์ทดสอบอยู่ระหว่าง 84 – 110 วัน (CGDD 1,563–2,157 degree days) และ 87 – 114 วัน (CGDD 1,626–2,183 degree days) ในปี 2549 และ 2550 ตามลำดับ และในพันธุ์เปรียบเทียบคือ แปซิฟิก 55 และพันธุ์หันตรา มีอายุสุกแก่ 95 และ 89 วัน (CGDD 1,807–1,672 degree days)ในปี 2549 และ 94 และ 87 วัน (CGDD 1,780–1,626 degree days) ในปี 2550 จากผลการทดสอบพันธุ์ทดสอบในปี 2550 มีอายุสุกแก่มากกว่าปี 2549 ซึ่งอายุสุกแก่ผันแปรตามอายุการออกดอก ดังนั้นเมื่อ ปี 2550 มีอายุดอกบานมากกว่าปี 2550 จึงทำให้มีอายุสุกแก่สูงตามไปด้วย (ตารางที่ 4, 6 และ ตารางผนวกที่ 5)

ความสูงต้น

จากการทดลองในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่า พันธุ์ทดสอบมีความสูงเฉลี่ยท่ากับ 178 และ 186 ซม. ในปี 2549 และ 2550 ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบคือ พันธุ์แปซิฟิก55 มีความสูง 148.1 และ 149.4 ซม. และหันตรามีความสูงเท่ากับ 185.7 และ 183.3 ซม. ตามลำดับ ส่วนในสภาพแวดล้อมปากช่อง พบว่าพันธุ์ทดสอบมีความสูงต้นเฉลี่ย 151.8 และ 152.0 ซม. และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก55 และพันธุ์หันตรามีความสูงเฉลี่ย 170.5 และ 196.8 ซม. และ 123.1 และ 143.7 ซม. ในปี 2549 และปี 2550 ตามลำดับ (ตารางที่4 และ 6) พันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นพันธุ์ผสมเปิดมีลักษณะต้นสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสม (แปซิฟิก 55) จะเห็นได้ว่าความสูงต้นทานตะวันพันธุ์ทดสอบในปี 2549 และ 2550 ได้รับอิทธิพลของอุณหภูมิและช่วงเวลาที่ได้รับแสงเต็มที่ไม่มากนักในทั้งสองท้องที่ปลูก ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันทางการค้าปัจจุบันจะคัดเลือกพันธุ์ให้มีความสูงต้นปานกลาง (150– 180 ซม.) เพื่อสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวและลดปัญหาการ หักล้มของลำต้น

จำนวนใบต่อต้น

จากการทดลองใน ปี 2549 และ 2550 สภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่า พันธุ์ทดสอบมีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 27.7 – 54.0 ใบและ 30.7 –54.7 ใบ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ คือ พันธุ์แปซิฟิก55 มีจำนวนใบเฉลี่ย 36.3 และ 30.7 ใบ และพันธุ์หันตรา เท่ากับ 32.5 และ 32.0 ใบ ส่วนในสภาพแวดล้อมปากช่อง พบว่า พันธุ์ทดสอบมีจำนวนใบต่อต้นอยู่ระหว่าง 28.0 – 51.2 ใบ และ 31.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

– 53.6 ใบ ในปี 2549 และ 2550 ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก55 เท่ากับ 37.0 และ42. 0 ใบ และพันธุ์หันตรา เท่ากับ 36.0 และ35.3 ใบ ในปี 2549 และ 2550 ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และ 6) จะเห็นได้ว่าจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่ทดสอบ ซึ่งทานตะวันต้นสูงจะมีจำนวนใบต่อต้นมากกว่าทานตะวันต้นเตี้ย มีผลทำให้ประสิทธิภาพการตรึงคาร์บอนหรือการสังเคราะห์แสงดีขึ้น และส่งผลให้ขนาดลำต้น ขนาดจานดอก น้ำหนักเมล็ดและผลผลิตเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มีการสะสมมวลชีวภาพ (biomass) เพิ่มขึ้น (Tahir *et al.*, 2002) ซึ่ง De la Vega *et al.* (2001) ได้ใช้มวลชีวภาพเป็นปัจจัยหนึ่งของ yield determinants ในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ทานตะวันที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง นอกเหนือจากองค์ประกอบของผลผลิต (yield components)

เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกหรือขนาดจานดอก

จากการทดลองในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน ปี 2549 พบว่า พันธุ์ทดสอบมีขนาดจานดอกเฉลี่ย 22.3 ซม. โดยพันธุ์ทดสอบที่มีขนาดจานดอกใหญ่ที่สุด คือ Black Sayar (28.0 ซม.) รองลงมาคือ พันธุ์ K949 (27.0) A–104 (25.7 ซม.) K800 (25.4 ซม.) และ Short Russian (25.1 ซม.) ตามลำดับ และพบว่า ขนาดจานดอกของพันธุ์ดังกล่าวมีขนาดจานดอกใหญ่กว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสองพันธุ์ (23.7 และ 20.6 ซม.ของแปซิฟิก55 และหันตรา ตามลำดับ) ขณะที่การทดลองในสภาพแวดล้อมปากช่องปี 2549 พบว่า พันธุ์ทดสอบมีขนาดจานดอกเฉลี่ย 16.0 – 24.3 ซม. พันธุ์ทดสอบที่มีขนาดจานดอกมากที่สุด คือ K949 (24.3 ซม.) Short Russian (23.8 ซม.) Black Sayar (21.6 ซม.) K1882 (20.9 ซม.) และ Impira Inta (20.8 ซม.) ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก55 มีขนาดจานดอกเท่ากับ 21.9 ซม. และพันธุ์หันตรา เท่ากับ 18.6 ซม. ในปี 2550 สภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่า พันธุ์ทดสอบมีขนาดจานดอกเฉลี่ย 17.1– 23.8 ซม. พันธุ์ที่มีขนาดจานดอกมากที่สุดคือ Aftab (23.8 ซม.) LGH–III–1 (22.7 ซม.) K949 (22.6 ซม.) A–104 (22.3 ซม.) K953 (21.1 ซม.) และ Short Russian (21.0 ซม.) ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบคือ แปซิฟิก 55 มีขนาดจานดอก 18.43 ซม. และพันธุ์หันตรา มีขนาดจานดอกเท่ากับ 18.5 ซม. และในสภาพแวดล้อมปากช่อง พบว่า พันธุ์ทดสอบมีขนาดจานดอกเฉลี่ย 13.15 – 23.15 ซม. โดยพันธุ์ที่มีขนาดจานดอกใหญ่ที่สุดคือ K953 (23.2 ซม.) Short Russian (21.8 ซม.) K949 (21.5 ซม.) และ Aftab (21.2 ซม.) ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก55 มีขนาดจานดอกเท่ากับ 19.73 ซม. และพันธุ์หันตรามีขนาดจานดอกเท่ากับ 18.83 ซม. (ตารางที่ 4 และ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวนเมล็ดต่อจานดอกและจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก

จากการทดลองในปี 2549 และ 2550 ของสภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่า พันธุ์ทดสอบมีจำนวนเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ย 988.8–1,832.0 เมล็ด และ 1,043.5 – 1,859.7 เมล็ด ตามลำดับ โดยพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,635.8 และ 1,613.2 เมล็ด และพันธุ์หันตราเท่ากับ 1,391.2 และ 1,459.0 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนในสภาพแวดล้อมปากช่อง เฉลี่ยเท่ากับ 901.00 – 2,013.0 เมล็ด และ 704.8 – 1,662.2 เมล็ด และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 เฉลี่ยเท่ากับ 1,598.6 และ 1,237.5 เมล็ด และพันธุ์หันตราเท่ากับ 1,479.0 และ 1,337.8 เมล็ด (ตารางที่ 4 และ 6)

ส่วนจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก จากการทดลองปี 2549 และ 2550 ในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน มีค่าเฉลี่ยอยู่ช่วง 442.0 – 992.4 เมล็ด และ 391.0 – 1,027.7 เมล็ด ตามลำดับ พันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 641.7 และ 805.0 เมล็ด และพันธุ์หันตราเท่ากับ 541.0 และ 609.8 เมล็ด ตามลำดับ และในสภาพแวดล้อมปากช่อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 638.8 – 1,320.2 เมล็ด และ 449.4 – 1,121.3 เมล็ด พันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,040.4 และ 1,237.5 เมล็ด ตามลำดับ และพันธุ์หันตราเท่ากับ 1,064.3 และ 1,337.8 เมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 7) จากการทดลองสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการติดเมล็ดหรือพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ คือ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นดิน โดยทานตะวันพันธุ์ทดสอบที่ปลูกทดสอบในสภาพแวดล้อมปากช่องซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในระยะดอกบานและติดเมล็ดประมาณ 23.0 – 24.0 $^{O}$C ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ปลูกทดสอบในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน 24.0 – 26.0 $^{O}$C อาจเป็นผลทำให้มีจำนวนเมล็ดสมบูรณ์เฉลี่ยต่อดอกสูงกว่า

น้ำหนัก 100 เมล็ด

การทดลองปี 2549 และ 2550 ของสภาพแวดล้อมของกำแพงแสน พบว่า พันธุ์ทดสอบให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย เท่ากับ 6.5 – 11.5 กรัม และ 5.6 – 11.6 กรัม ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ มีน้ำหนัก100 เมล็ด 7.9 – 10.2 กรัมในพันธุ์แปซิฟิก55 และหันตรา ตามลำดับ ส่วนการปลูกทดสอบในสภาพแวดล้อมปากช่อง ปี 2549 และ 2550 พบว่า พันธุ์ทดสอบมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 6.70 – 10.5 กรัม และ 5.9 – 10.7 กรัม ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เปรียบเทียบ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 7.0 – 8.03 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 7) จะเห็นว่า ทั้งสองสภาพแวดล้อมที่ใช้ปลูกทดสอบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเมล็ดมากนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก

ปี 2549 การทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 39.4 – 105.0 กรัม พันธุ์ทดสอบมีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกสูงสุด คือ Black Sayar (105.0 กรัม) รองลงมาคือ พันธุ์ K953 (89.3 กรัม) LGH–III–1 (78.7 กรัม) K949 (74.1 กรัม) และ Short Russian (73.6 กรัม) ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเท่ากับ 55.6 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 57.5 กรัม และในปี 2550 มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ย 30.0 – 82.4 กรัม โดยพันธุ์ทดสอบที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกสูงสุด คือ A–104 (81.0 กรัม) LGH–III–1(82.4 กรัม) Impira Inta (71.4 กรัม) K953 (74.8 กรัม) K949 (70.7 กรัม) LGH–IV–1 (68.8 กรัม) Black Sayar (67.8 กรัม) และ 3241 (67.3 กรัม) ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 เท่ากับ 56.35 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 46.60 กรัม

ส่วนการทดสอบในสภาพแวดล้อมปากช่อง ปี 2549 พันธุ์ทดสอบมีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ย 51.02 –121.80 กรัม พันธุ์ทดสอบที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกมากที่สุด คือ Impira Inta (121.8 กรัม) Short Russian (121.8 กรัม) K953 (119.5 กรัม) K949 (109.4 กรัม) Black Sayar (102.5 กรัม) ตามลำดับ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 เท่ากับ 86.2 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 98.4 กรัม

ในปี 2550 พันธุ์ทดสอบมีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก เฉลี่ยระหว่าง 28.91 – 89.56 กรัม พันธุ์ทดสอบที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกมากที่สุด คือ Impira Inta (89.6 กรัม) Black Sayar (82.7 กรัม) 3241(82.3 กรัม) Short Russian (78.5 กรัม) Riestra (76.8 กรัม) และ K953 (76.0 กรัม) ตามลำดับ พันธุ์แปซิฟิก55 มีน้ำหนักเท่ากับ 69.41 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 73.56 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 7) โดยมีแนวโน้มว่า การปลูกในสภาพแวดล้อมปากช่องให้น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกของทานตะวันสูงกว่าการปลูกในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน

เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดและปริมาณน้ำมันต่อจานดอก

ทานตะวันพันธุ์ทดสอบที่ปลูกในสภาพแวดล้อมของกำแพงแสน (26.3%) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ยต่ำกว่าปลูกในสภาพแวดล้อมของปากช่อง (30.7 %) ในปี 2549 แต่ในปี 2550 การทดสอบในสภาพแวดล้อมกำแพงแสนพันธุ์ทดสอบมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงขึ้นและสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50% (วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | | จำนวนใบต่อต้น | | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก (ซม.) | | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Aftab | 48 | 97 | 186.45 | 198.20 | 37.00 | 33.35 | 23.88 | 20.33 | 1677.95 | 1525.35 |
| K800 | 59 | 102 | 197.95 | 188.90 | 37.60 | 34.90 | 25.43 | 20.33 | 1087.15 | 1013.25 |
| K1982 | 57 | 99 | 160.15 | 185.50 | 32.35 | 32.25 | 19.58 | 20.40 | 1402.70 | 1249.05 |
| K949 | 55 | 100 | 188.70 | 206.15 | 45.40 | 37.25 | 27.00 | 24.33 | 1712.30 | 2013.00 |
| K953 | 58 | 102 | 208.05 | 209.15 | 42.75 | 40.40 | 24.43 | 19.70 | 1723.65 | 1719.55 |
| Black Sayar | 53 | 100 | 203.00 | 213.75 | 44.55 | 41.15 | 28.03 | 21.63 | 1501.65 | 1445.70 |
| Tchernianka 66 | 47 | 86 | 92.00 | 113.70 | 27.70 | 28.60 | 19.73 | 17.70 | 988.80 | 1209.05 |
| Orizont | 52 | 92 | 168.15 | 179.40 | 32.80 | 32.05 | 23.88 | 19.03 | 1218.45 | 1398.85 |
| LGH–III–1 | 54 | 91 | 203.10 | 190.50 | 51.05 | 40.25 | 22.65 | 18.73 | 1425.55 | 1229.90 |
| LGH–IV–1 | 57 | 108 | 200.05 | 181.90 | 54.00 | 51.15 | 23.20 | 17.98 | 1240.05 | 1535.45 |
| 276 | 56 | 95 | 197.35 | 191.25 | 41.60 | 38.95 | 23.33 | 20.33 | 1175.40 | 1077.45 |
| G.O.R. 104 | 50 | 97 | 156.60 | 165.20 | 32.15 | 27.95 | 23.18 | 17.83 | 1329.90 | 1197.40 |
| Short Russian | 50 | 95 | 188.75 | 201.65 | 40.05 | 33.65 | 25.03 | 23.75 | 1684.20 | 1669.85 |
| Beacon | 47 | 84 | 150.05 | 166.75 | 30.25 | 27.95 | 19.20 | 17.90 | 1110.55 | 1313.60 |
| Impira Inta | 58 | 102 | 175.35 | 179.10 | 41.10 | 32.85 | 20.00 | 20.80 | 1243.70 | 1719.35 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 4** (ต่อ)

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50%(วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | | จำนวนใบ ต่อต้น | | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก (ซม.) | | จำนวนเมล็ด ต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Impira Inta | 58 | 102 | 175.35 | 179.10 | 41.10 | 32.85 | 20.00 | 20.80 | 1243.70 | 1719.35 |
| Pehuen | 58 | 110 | 170.20 | 163.80 | 34.65 | 32.35 | 20.03 | 19.50 | 1536.70 | 1188.35 |
| A–104 | 61 | 104 | 196.45 | 173.70 | 38.30 | 32.85 | 25.68 | 18.63 | 1832.00 | 1238.00 |
| Camba | 60 | 107 | 202.15 | 171.00 | 34.45 | 34.65 | 22.40 | 16.75 | 1187.10 | 1022.60 |
| Riestra | 56 | 100 | 197.10 | 180.20 | 34.40 | 31.00 | 18.73 | 19.05 | 1120.15 | 1098.50 |
| 2770 | 51 | 91 | 156.80 | 177.20 | 31.45 | 30.50 | 22.03 | 19.10 | 1430.85 | 1320.75 |
| 3241 | 55 | 107 | 208.70 | 181.80 | 36.65 | 32.35 | 22.60 | 15.98 | 1252.40 | 901.00 |
| K1882 | 42 | 100 | 154.15 | 177.75 | 31.25 | 29.65 | 23.35 | 20.93 | 1654.15 | 1336.70 |
| Pacific55 (check 1) | 48 | 95 | 148.05 | 170.50 | 36.30 | 36.95 | 23.70 | 21.93 | 1635.80 | 1598.55 |
| หันตรา (check 2) | 44 | 89 | 185.65 | 196.75 | 32.45 | 36.00 | 20.63 | 18.63 | 1391.15 | 1478.95 |
| Varieties mean | 53 | 98 | 178.96 | 181.83 | 37.51 | 34.54 | 22.82 | 19.64 | 1398.43 | 1354.18 |
| F–test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSD 0.05 | 7.92 | 6.15 | 13.39 | 12.88 | 3.12 | 3.20 | 2.72 | 2.72 | 314.33 | 303.95 |
| CV (%) | 7.97 | 4.45 | 12.04 | 11.39 | 13.37 | 14.91 | 19.17 | 22.23 | 36.15 | 36.10 |

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| พันธุ์ | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | | น้ำหนัก100 เมล็ด (กรัม) | | น้ำหนักต่อจานดอก (กรัม) | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก(กรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Aftab | 616.35 | 997.75 | 10.37 | 8.54 | 64.64 | 88.86 | 25.70 | 25.70 | 16.61 | 22.84 |
| K800 | 622.50 | 681.70 | 8.75 | 10.36 | 56.95 | 74.27 | 27.31 | 27.83 | 15.55 | 20.67 |
| K1982 | 567.45 | 916.00 | 9.69 | 8.87 | 59.32 | 86.67 | 23.55 | 31.10 | 13.97 | 26.96 |
| K949 | 671.95 | 1320.80 | 10.73 | 8.18 | 74.14 | 109.37 | 23.31 | 26.85 | 17.28 | 29.37 |
| K953 | 940.25 | 1207.80 | 9.34 | 9.82 | 89.32 | 119.45 | 23.26 | 24.36 | 20.78 | 29.10 |
| Black Sayar | 992.35 | 974.70 | 10.27 | 10.46 | 104.94 | 102.45 | 23.19 | 21.77 | 24.34 | 22.30 |
| Tchernianka 66 | 481.35 | 829.55 | 7.51 | 6.77 | 39.69 | 56.36 | 30.61 | 34.04 | 12.15 | 19.19 |
| Orizont | 542.30 | 968.50 | 9.49 | 6.94 | 52.08 | 68.39 | 32.38 | 35.56 | 16.86 | 24.32 |
| LGH–III–1 | 659.15 | 851.25 | 11.54 | 8.98 | 78.73 | 74.82 | 20.16 | 33.79 | 15.87 | 25.28 |
| LGH–IV–1 | 441.95 | 1098.85 | 9.36 | 7.75 | 39.42 | 90.92 | 26.39 | 26.75 | 10.40 | 24.32 |
| 276 | 473.85 | 740.70 | 9.80 | 9.50 | 48.08 | 71.84 | 24.97 | 23.17 | 12.01 | 16.65 |
| G.O.R. 104 | 577.60 | 864.30 | 8.74 | 6.70 | 53.12 | 58.91 | 29.64 | 37.90 | 15.74 | 22.33 |
| Short Russian | 745.20 | 1195.90 | 9.87 | 9.93 | 73.57 | 121.75 | 23.22 | 33.09 | 17.08 | 40.29 |
| Beacon | 697.40 | 881.30 | 6.90 | 6.86 | 50.79 | 63.63 | 25.41 | 30.78 | 12.90 | 19.59 |
| Impira Inta | 680.90 | 1304.30 | 7.02 | 8.62 | 51.50 | 121.79 | 26.99 | 24.74 | 13.90 | 30.13 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 5** (ต่อ)

| พันธุ์ | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | | น้ำหนัก100 เมล็ด (กรัม) | | น้ำหนักต่อจานดอก (กรัม) | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก(กรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Impira Inta | 680.90 | 1304.30 | 7.02 | 8.62 | 51.50 | 121.79 | 26.99 | 24.74 | 13.90 | 30.13 |
| Pehuen | 638.50 | 827.05 | 6.93 | 7.36 | 46.60 | 64.55 | 32.73 | 32.92 | 15.25 | 21.25 |
| A–104 | 709.95 | 902.60 | 9.09 | 7.85 | 72.00 | 80.23 | 22.04 | 25.66 | 15.87 | 20.59 |
| Camba | 617.30 | 774.95 | 6.11 | 6.76 | 44.31 | 60.34 | 25.15 | 31.49 | 11.15 | 19.00 |
| Riestra | 526.50 | 742.85 | 7.18 | 6.47 | 39.36 | 60.56 | 27.04 | 34.77 | 10.64 | 21.06 |
| 2770 | 513.05 | 1041.75 | 7.19 | 7.14 | 41.42 | 83.91 | 17.26 | 30.41 | 7.15 | 25.51 |
| 3241 | 711.10 | 638.85 | 8.64 | 7.55 | 70.41 | 51.02 | 31.61 | 30.15 | 22.26 | 15.38 |
| K1882 | 634.20 | 938.90 | 7.83 | 6.96 | 52.08 | 69.68 | 22.20 | 31.77 | 11.56 | 22.14 |
| Pacific55 (check 1) | 641.65 | 1040.40 | 7.94 | 7.40 | 55.59 | 86.20 | 29.13 | 33.04 | 16.19 | 28.48 |
| หันตรา (check 2) | 541.00 | 1064.30 | 10.21 | 8.20 | 57.46 | 98.38 | 37.97 | 49.02 | 21.82 | 48.22 |
| Varieties mean | 635.16 | 950.21 | 8.95 | 8.27 | 58.98 | 81.85 | 26.30 | 30.69 | 15.31 | 24.79 |
| F–test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSD 0.05 | 193.37 | 248.05 | 2.15 | 1.16 | 22.43 | 28.86 | 3.15 | 3.67 | 5.83 | 8.70 |
| CV (%) | 48.97 | 41.99 | 29.81 | 24.97 | 61.17 | 56.71 | 5.79 | 5.78 | 61.28 | 56.51 |

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50% (วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | | จำนวนใบต่อต้น | | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก(ซม.) | | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Aftab | 58 | 108 | 187.70 | 151.75 | 35.15 | 35.95 | 23.83 | 21.18 | 1834.95 | 1327.10 |
| K800 | 61 | 102 | 176.25 | 149.45 | 37.65 | 39.20 | 18.58 | 19.43 | 1104.15 | 1215.35 |
| K1982 | 61 | 105 | 159.35 | 146.00 | 35.10 | 39.25 | 18.13 | 19.98 | 1199.10 | 1367.15 |
| K949 | 62 | 108 | 208.40 | 151.30 | 38.05 | 42.65 | 22.63 | 21.55 | 1823.75 | 1498.00 |
| K953 | 62 | 105 | 214.15 | 179.05 | 43.15 | 47.20 | 21.05 | 23.15 | 1619.75 | 1662.15 |
| Black Sayar | 60 | 105 | 205.25 | 148.85 | 46.60 | 45.90 | 19.60 | 20.70 | 1518.95 | 1443.45 |
| Tchernianka 66 | 51 | 88 | 180.35 | 129.45 | 30.70 | 33.75 | 17.78 | 19.10 | 1308.55 | 1381.65 |
| Orizont | 54 | 93 | 168.75 | 148.00 | 32.95 | 38.00 | 18.80 | 19.50 | 1043.50 | 1396.45 |
| LGH–III–1 | 64 | 114 | 206.15 | 172.60 | 54.70 | 49.50 | 22.70 | 18.43 | 1457.50 | 1223.25 |
| LGH–IV–1 | 64 | 102 | 191.00 | 152.00 | 53.50 | 53.60 | 20.65 | 19.43 | 1288.15 | 1319.55 |
| 276 | 59 | 101 | 194.25 | 143.45 | 37.10 | 39.40 | 18.93 | 20.18 | 1278.45 | 1299.85 |
| G.O.R. 104 | 56 | 101 | 160.50 | 139.05 | 33.65 | 36.80 | 17.58 | 20.03 | 1238.30 | 1276.35 |
| Beacon | 54 | 109 | 158.25 | 137.60 | 31.90 | 34.50 | 18.35 | 16.85 | 1407.20 | 1100.50 |
| Short Russian | 62 | 100 | 195.60 | 148.65 | 37.85 | 39.45 | 21.00 | 21.83 | 1859.70 | 1573.00 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50%(วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | | จำนวนใบต่อต้น | | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก (ซม.) | | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Beacon | 54 | 109 | 158.25 | 137.60 | 31.90 | 34.50 | 18.35 | 16.85 | 1407.20 | 1100.50 |
| Impira Inta | 61 | 112 | 189.90 | 156.40 | 36.60 | 40.20 | 20.90 | 19.88 | 1853.20 | 1599.65 |
| Pehuen | 62 | 104 | 204.10 | 152.35 | 41.25 | 44.80 | 18.75 | 19.33 | 1514.30 | 1620.50 |
| A–104 | 61 | 93 | 186.75 | 172.25 | 36.30 | 40.75 | 22.25 | 20.20 | 1703.20 | 1390.90 |
| Camba | 63 | 105 | 198.10 | 179.15 | 39.10 | 41.75 | 17.13 | 17.10 | 1323.10 | 1346.30 |
| Riestra | 63 | 109 | 179.60 | 178.70 | 34.85 | 40.35 | 19.08 | 20.43 | 1617.50 | 1375.05 |
| 2770 | 54 | 90 | 184.25 | 147.20 | 35.45 | 37.05 | 18.18 | 18.73 | 1443.00 | 1278.95 |
| 3241 | 58 | 113 | 220.90 | 179.60 | 46.10 | 47.15 | 20.80 | 19.88 | 1552.85 | 1369.70 |
| K1882 | 60 | 105 | 157.50 | 112.35 | 39.25 | 31.10 | 17.20 | 13.15 | 1442.20 | 704.80 |
| Pacific55 (check 1) | 59 | 94 | 149.40 | 123.10 | 37.15 | 42.00 | 18.43 | 19.73 | 1663.20 | 1337.80 |
| หันตรา (check 2) | 51 | 87 | 183.25 | 143.65 | 31.95 | 35.30 | 18.50 | 18.83 | 1458.95 | 1237.45 |
| Varieties mean | 59 | 102 | 186 | 152 | 38.59 | 40.65 | 19.62 | 19.52 | 1481.40 | 1347.70 |
| F–test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSD (0.05) | 6.25 | 10.40 | 13.41 | 10.35 | 3.01 | 2.92 | 2.65 | 2.13 | 346.71 | 272.35 |
| CV (%) | 5.66 | 7.23 | 11.60 | 10.97 | 12.54 | 11.56 | 21.74 | 17.50 | 37.64 | 32.50 |

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กว่าสภาพแวดล้อมปากช่อง 10 % (ตารางที่ 7) ซึ่งในพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ ก็ให้ผลทำนองเดียวกัน คือ มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ย 33.6 % (กำแพงแสน) และ 41.8 % (ปากช่อง) ในปี 2549 และ 43.9 % (กำแพงแสน) และ 38.7 % (ปากช่อง) ในปี 2550 เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดของพันธุ์ทดสอบในสภาพแวดล้อมปากช่องต่ำกว่า ปี 2549 เนื่องจากปี 2550 มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการให้น้ำในแปลงทดลองทำให้ได้รับน้ำไม่เพียงพอ โดยเฉพาะช่วงระยะดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่การสะสมน้ำมันในเมล็ดเริ่มขึ้น จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดต่ำกว่าทานตะวันที่ปลูกทดสอบที่กำแพงแสนด้วย (ภาพผนวกที่ 3 และ4)

จากการทดลองในปี 2549 และ 2550 สภาพแวดล้อมกำแพงแสน พบว่าพันธุ์ทดสอบมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ย 15.31 และ 17.96 กรัม ตามลำดับ โดยพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.19 และ 26.15 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 21.82 และ 19.25 กรัม ตามลำดับ ส่วนในสภาพแวดล้อมปากช่อง เฉลี่ยเท่ากับ และ 24.79 และ 20.53 กรัม และ และพันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก 55 เฉลี่ยเท่ากับ 28.48 และ 28.05 กรัม และพันธุ์หันตราเท่ากับ 48.22 และ 27.13 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และ 7)

ลักษณะปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอก แสดงถึง ศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่ปลูกของทานตะวันได้ และใช้ในการพิจารณาระยะปลูกทานตะวันที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุดขณะที่ผลผลิตเมล็ดไม่ลดลง จากผลการทดสอบปริมาณน้ำมันต่อจานดอกค่อนข้างจะแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งการปลูกทานตะวันภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น การให้น้ำและใส่ปุ๋ยในระยะเจริญเติบโตที่เหมาะสม จะทำให้ ขนาดใบและจำนวนใบต่อต้นเพิ่มขึ้น อายุของใบยาวนานขึ้น มีจำนวนเมล็ดต่อจานดอก เมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงขึ้น ส่งผลให้มีผลผลิตน้ำมันต่อดอกและต่อพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นด้วย ( Barros *et al*., 2004)

**2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจาก 2 สภาพแวดล้อม คือ กำแพงแสน และ ปากช่อง และ 2 ปีปลูก คือ ปลายฤดูฝนปี พ.ศ. 2549 และ 2550**

ผลการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (homogeneity of variance) ของ 4 สภาพแวดล้อมในแต่ละลักษณะ (ตารางผนวกที่ 1) โดยใช้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error mean square ) ของทุกสภาพแวดล้อมเป็นตัวทดสอบความเอกภาพ พบว่า มี 7 ลักษณะที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความเป็นเอกภาพ คือ ลักษณะอายุออกดอก 50% จำนวน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 7** ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| พันธุ์ | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) | | น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก (กรัม) | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก (กรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Aftab | 621.90 | 824.50 | 9.61 | 8.61 | 60.40 | 73.27 | 26.75 | 23.07 | 16.15 | 16.90 |
| K800 | 572.85 | 588.60 | 9.28 | 10.49 | 54.10 | 62.30 | 21.34 | 28.56 | 11.54 | 17.79 |
| K1982 | 637.35 | 711.85 | 7.73 | 8.99 | 50.65 | 64.38 | 33.77 | 23.60 | 17.11 | 15.19 |
| K949 | 866.15 | 801.55 | 8.07 | 8.35 | 70.70 | 66.14 | 30.49 | 25.97 | 21.55 | 17.18 |
| K953 | 814.55 | 829.25 | 9.02 | 8.99 | 74.80 | 75.97 | 28.48 | 27.79 | 21.28 | 21.11 |
| Black Sayar | 758.10 | 815.35 | 9.04 | 10.30 | 67.75 | 82.68 | 29.65 | 27.11 | 20.12 | 22.42 |
| Tchernianka 66 | 495.60 | 806.05 | 8.50 | 8.64 | 41.30 | 68.91 | 42.43 | 26.81 | 17.49 | 18.47 |
| Orizont | 412.15 | 816.95 | 7.93 | 7.41 | 30.40 | 60.15 | 40.18 | 40.75 | 12.17 | 24.51 |
| LGH–III–1 | 867.90 | 648.35 | 9.04 | 9.91 | 82.40 | 65.46 | 32.58 | 28.52 | 26.83 | 18.67 |
| LGH–IV–1 | 847.20 | 681.55 | 8.49 | 8.83 | 68.75 | 59.66 | 27.22 | 25.70 | 18.72 | 15.33 |
| 276 | 391.80 | 643.40 | 11.58 | 10.70 | 45.15 | 67.75 | 26.11 | 24.83 | 11.77 | 16.82 |
| G.O.R. 104 | 451.75 | 883.10 | 6.61 | 7.94 | 29.95 | 71.11 | 29.79 | 27.79 | 8.97 | 19.76 |
| Short Russian | 737.15 | 836.05 | 8.33 | 9.36 | 61.60 | 78.49 | 28.73 | 26.80 | 17.71 | 21.03 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอก ส่วน อายุสุกแก่ ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และ น้ำหนัก 100 เมล็ดนั้น ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของแต่ละสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันมาก โดยพบว่าไม่มีความเป็นเอกภาพ

อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันจะพิจารณาในลักษณะผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำมันเป็นหลัก จากผลการทดสอบความเป็นเอกภาพ พบว่า มีความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในองค์ประกอบของผลผลิตเมล็ดและน้ำมันที่สำคัญ คือ น้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ในที่นี้จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมในลักษณะต่าง ๆ ของพันธุ์ทดสอบ จากทุกสภาพแวดล้อม โดยได้ผลดังนี้

อิทธิพลของท้องที่ปลูก พบว่า มีความสำคัญต่อลักษณะความสูงและจำนวนใบต่อต้นเท่านั้น อาจเนื่องจากความสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิแตกต่างกัน ขณะที่ปีปลูกมีผลทำให้อายุดอกบาน 50 % อายุสุกแก่ ความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และน้ำหนักต่อจานดอกของทานตะวันที่ปลูก ในปี 2549 และ 2550 แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปีปลูกและท้องที่ปลูกในลักษณะความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ดด้วย (ตารางผนวกที่ 4)

ส่วนอิทธิพลของพันธุ์ที่ใช้ทดสอบและปฏิสัมพันธ์ระหว่างท้องที่ปลูกและพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ในทุกลักษณะ ขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับท้องที่ปลูก (V x P) พันธุ์กับปีปลูกกับท้องที่ปลูก (V x Y x P) พบว่า มีผลทำให้ลักษณะเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนใบและความสูงต้นที่ปลูกใน 2 ท้องที่ 2 ปีปลูก แตกต่างกันทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรวมระหว่างพันธุ์ที่ทดสอบ พบว่า กว่า 50 % ของพันธุ์ทดสอบมีอายุดอกบาน 50 % และอายุสุกแก่ยาวนานกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ 3– 14 วัน และ 8– 15 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่าพันธุ์ A–104 มีอายุดอกบาน 50 % นาน 60 วัน แต่มีอายุสุกแก่สั้นเพียง 99 วันหลังปลูก ลักษณะความสูงต้น และจำนวนใบ พบว่า พันธุ์ทดสอบ 78 % มีลำต้นสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งในพันธุ์ที่มีความสูงต้นและจำนวนใบมาก มีแนวโน้มทำให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| พันธุ์ | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) | | น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก(กรัม) | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก (กรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Beacon | 726.10 | 887.45 | 7.09 | 6.76 | 52.15 | 59.50 | 31.11 | 33.28 | 16.18 | 19.80 |
| Impira Inta | 894.45 | 1121.25 | 8.15 | 7.69 | 71.35 | 89.56 | 27.60 | 36.65 | 19.70 | 32.82 |
| Pehuen | 800.25 | 925.80 | 8.014 | 7.64 | 62.40 | 70.29 | 30.70 | 26.42 | 19.17 | 18.57 |
| A–104 | 785.15 | 720.60 | 10.43 | 10.30 | 80.95 | 73.08 | 29.92 | 23.43 | 24.20 | 17.12 |
| Camba | 700.05 | 913.75 | 6.33 | 7.16 | 43.50 | 66.64 | 31.61 | 38.94 | 13.75 | 25.95 |
| Riestra | 893.65 | 916.95 | 7.30 | 8.30 | 63.10 | 76.79 | 33.28 | 37.12 | 20.99 | 28.51 |
| 2770 | 424.35 | 863.50 | 7.97 | 7.33 | 33.80 | 63.58 | 21.81 | 28.52 | 7.37 | 18.13 |
| 3241 | 688.20 | 808.80 | 10.05 | 10.31 | 67.35 | 82.28 | 26.67 | 28.73 | 17.98 | 23.64 |
| K1882 | 1027.65 | 449.35 | 5.55 | 5.91 | 59.60 | 28.91 | 41.61 | 27.38 | 24.82 | 7.92 |
| Pacific55 (check 1) | 804.95 | 971.75 | 7.09 | 6.99 | 56.35 | 69.41 | 46.44 | 40.42 | 26.15 | 28.05 |
| หันตรา (check 2) | 609.75 | 819.25 | 8.53 | 9.13 | 46.60 | 73.56 | 41.38 | 36.88 | 19.25 | 27.13 |
| Varieties mean | 701.21 | 803.54 | 8.32 | 8.58 | 57.30 | 68.74 | 31.65 | 29.79 | 17.96 | 20.53 |
| F–test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSD 0.05 | 177.11 | 142.01 | 1.72 | 1.40 | 17.44 | 14.71 | 3.15 | 2.77 | 5.51 | 4.44 |
| CV (%) | 40.62 | 28.42 | 27.64 | 21.06 | 48.96 | 34.42 | 4.82 | 4.49 | 49.32 | 34.79 |

*, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 8** ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ และ 2 ปีปลูก

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50% (วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | จำนวนใบต่อต้น | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | จำนวนเมล็ดต่อดอก | เมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) | น้ำหนักเมล็ดต่อดอก (กรัม) | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aftab | 53 | 108 | 181.03 | 35.36 | 22.30 | 1591.34 | 765.12 | 9.28 | 71.79 | 25.30 | 18.13 |
| K800 | 60 | 103 | 178.14 | 37.34 | 20.94 | 1104.99 | 616.41 | 9.72 | 61.90 | 26.26 | 16.39 |
| K1982 | 59 | 104 | 162.75 | 34.74 | 19.52 | 1304.51 | 708.18 | 8.82 | 65.26 | 28.01 | 18.31 |
| K949 | 58 | 110 | 188.64 | 40.84 | 23.88 | 1761.77 | 915.11 | 8.83 | 80.09 | 26.65 | 21.34 |
| K953 | 60 | 106 | 202.60 | 43.38 | 22.08 | 1681.30 | 947.90 | 9.29 | 89.87 | 25.97 | 23.07 |
| Black Sayar | 57 | 106 | 192.71 | 44.55 | 22.49 | 1477.49 | 885.12 | 10.01 | 89.48 | 25.43 | 22.29 |
| Tchernianka 66 | 49 | 89 | 128.88 | 30.19 | 18.58 | 1222.01 | 653.11 | 7.85 | 51.55 | 33.47 | 16.82 |
| Orizont | 53 | 92 | 166.08 | 33.95 | 20.30 | 1264.28 | 685.01 | 7.94 | 52.73 | 37.22 | 19.47 |
| LGH–III–1 | 59 | 116 | 193.09 | 48.88 | 20.63 | 1334.05 | 756.62 | 9.87 | 75.34 | 28.76 | 21.66 |
| LGH–IV–1 | 61 | 102 | 181.24 | 53.06 | 20.31 | 1345.75 | 767.40 | 8.61 | 64.69 | 26.51 | 17.19 |
| 276 | 57 | 102 | 181.58 | 39.26 | 20.69 | 1207.83 | 562.41 | 10.39 | 58.19 | 24.77 | 14.31 |
| G.O.R. 104 | 53 | 102 | 155.34 | 32.64 | 19.65 | 1260.52 | 694.20 | 7.50 | 53.31 | 31.28 | 16.70 |
| Short Russian | 56 | 102 | 183.66 | 37.75 | 22.90 | 1696.61 | 878.55 | 9.37 | 83.86 | 27.96 | 24.03 |
| Beacon | 50 | 111 | 153.16 | 31.15 | 18.08 | 1232.93 | 798.07 | 6.90 | 56.49 | 30.14 | 17.12 |
| Impira Inta | 60 | 112 | 175.19 | 37.69 | 20.39 | 1604.04 | 1000.24 | 7.87 | 83.56 | 28.99 | 24.14 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 8** (ต่อ)

| พันธุ์ | อายุดอกบาน 50% (วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | จำนวนใบ/ต้น | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | จำนวนเมล็ด/ดอก | เมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) | น้ำหนักเมล็ด/ดอก (กรัม) | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pehuen | 60 | 103 | 172.61 | 38.26 | 19.40 | 1464.93 | 797.91 | 7.49 | 60.97 | 30.69 | 18.56 |
| A–104 | 61 | 99 | 182.29 | 37.05 | 21.69 | 1541.02 | 779.59 | 9.70 | 76.55 | 25.26 | 19.44 |
| Camba | 61 | 107 | 187.60 | 37.49 | 18.34 | 1219.81 | 751.53 | 6.82 | 53.70 | 31.80 | 17.46 |
| Riestra | 60 | 110 | 183.90 | 35.15 | 19.32 | 1302.83 | 769.93 | 7.56 | 59.95 | 33.05 | 20.30 |
| 2770 | 52 | 90 | 166.36 | 33.61 | 19.51 | 1368.35 | 710.63 | 7.62 | 55.68 | 24.50 | 14.54 |
| 3241 | 56 | 114 | 197.75 | 40.56 | 19.81 | 1268.96 | 711.75 | 9.40 | 67.78 | 29.29 | 19.81 |
| K1882 | 51 | 106 | 150.44 | 32.81 | 18.66 | 1284.46 | 762.57 | 6.83 | 52.58 | 30.74 | 16.61 |
| Pacific55 (check | 54 | 94 | 147.76 | 38.10 | 20.94 | 1558.81 | 864.69 | 7.66 | 66.87 | 37.26 | 24.72 |
| หันตรา (check 2) | 47 | 87 | 177.33 | 33.93 | 19.14 | 1391.65 | 758.63 | 9.38 | 68.98 | 41.31 | 29.11 |
| Varieties Mean | 46 | 102.11 | 175.68 | 37.99 | 20.43 | 1388.17 | 768.97 | 8.53 | 66.60 | 29.61 | 19.65 |
| F–test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| LSD 0.05 | 3.76 | 5.99 | 9.87 | 2.19 | 1.95 | 201.67 | 119.48 | 0.76 | 12.55 | 3.41 | 3.72 |
| CV (%) | 6.79 | 6.06 | 8.12 | 8.32 | 13.75 | 20.76 | 22.22 | 13.72 | 27.02 | 11.60 | 27.17 |

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาดจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก พบว่า พันธุ์ทดสอบมีขนาดจานดอกเฉลี่ยรวมระหว่าง 18.1– 23.9 ซม. โดยพันธุ์ทดสอบที่มีขนาดจานดอกสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (19.2 – 20.9 ซม.) คือ K949 (23.9 ซม.) Short Russian (22.9 ซม.) Black Sayar (22.5 ซม.) Aftab (22.3 ซม.) และ K953 (22.1 ซม.) (ตารางที่ 8)

ลักษณะจำนวนเมล็ดต่อจานดอก ของพันธุ์ทดสอบมีจำนวนเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ยระหว่าง 1105 – 1761.77 เมล็ด โดยมีเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก 562 – 1000 เมล็ด แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์การผสมติดและการพัฒนาเป็นเมล็ดสมบูรณ์แตกต่างไปตามพันธุ์ โดยที่ พันธุ์ Aftab มีจำนวนเมล็ดต่อจานดอกใกล้เคียงกับ พันธุ์ K953 และ Black Sayar แต่ให้น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก ต่ำกว่าประมาณ 14 % เนื่องจากมีขนาดเมล็ดเล็กกว่า พันธุ์ทานตะวันที่สามารถติดเมล็ดดีและมีเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอกสูง มีความจำเป็นมากในพื้นที่ที่มีแมลงช่วยผสมเกสรน้อย (Schneiter, 1997) และพบว่า มีพันธุ์ทดสอบบางพันธุ์มีน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (66.7 – 69.0 กรัม ตามลำดับ) คือ K953 (89.9 กรัม) Black Sayar (89.6 กรัม) Short Russian (83.9 กรัม) Impira Inta (83.6 กรัม) และ K949 (80.9 กรัม) (ตารางที่ 8)

ขณะที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด พบว่า พันธุ์เปรียบเทียบแปซิฟิก55 และหันตรา (37.26 –41.3 % ตามลำดับ) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าพันธุ์ทดสอบทุกพันธุ์ โดยพันธุ์ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ยระหว่าง 24.50 – 37.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพันธุ์ทดสอบที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันมากที่สุด คือพันธุ์ Orizont (37.2 %) Tchernianka 66 (33.5 %) Riestra (33.1 %) Camba (31.0 %) G.O.R. 104 (31.3 %) ส่วนปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอก พบว่า พันธุ์ทดสอบที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อจานดอกสูง ได้แก่ Impira Inta, Short Russian, K953, Black Sayar, LGH–III–1, K949 และ Riestra (24.14, 24.03, 23.07, 22.29, 21.66, 21.34 และ 20.30 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) แต่พันธุ์ทดสอบมีผลผลิตน้ำมันต่อจานดอกต่ำกว่าพันธุ์ทดสอบ คือ พันธุ์หันตรา (29.11 กรัม/กิโลกรัม) และพันธุ์แปซิฟิก (24.72 กรัม/กิโลกรัม) (ตารางที่ 8)

**3. สหสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตและลักษณะการเจริญเติบโต**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับองค์ประกอบผลผลิตและลักษณะการเจริญเติบโตบางประการของทานตะวัน พบว่า อายุดอกบาน 50 % มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอายุสุกแก่ ความสูงต้น และจำนวนใบต่อต้น เท่ากับ 0.79, 0.56 และ 0.56 ตามลำดับ ขณะที่มีสหสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด ส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อายุสุกแก่ มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความสูงต้น เท่ากับ 0.59 และมีความสัมพันธ์ทางลบ และมีความแตกต่างทางสถิติกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด r = - 0.43 แสดงว่าพันธุ์ใดที่มีอายุดอกบานยาว จะมีอายุสุกแก่ยาวขึ้นไปด้วย โดยพันธุ์ดังกล่าวจะมีลักษณะต้นสูง และจำนวนใบต่อต้นมากกว่าพันธุ์ที่มีอายุดอกบานสั้น ซึ่งสอดคล้องกับ Chikkadevaiah and Nandini (2002) และ Thitiporn and Chiraporn (2008) ที่รายงานว่า ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น จะทำให้จำนวนใบ อายุดอกบาน และอายุสุกแก่เพิ่มขึ้นด้วย

นอกจากนี้ ความสูงต้น พบว่า มีสหสัมพันธ์ทางสถิติทางบวกกับ เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก เท่ากับ 0.53, 0.60 และ 0.63 ตามลำดับ ส่วนจำนวนใบต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก เท่ากับ 0.45, 0.49 และ 0.53 ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่า พันธุ์ที่มีลำต้นสูง มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องตามรายงานของ Vanishree *et al.* (1988) และ Tahir *et al.* (2002) ที่ได้อธิบายว่า ทานตะวันที่มีลำต้นสูง มีจำนวนใบมากจะสามารถตรึงคาร์บอนได้สูงและมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นมากขึ้นและสุดท้ายคือ ได้ผลผลิตสูงขึ้น

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับ จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก เท่ากับ 0.74, 0.44, 0.64 และ 0.77 ตามลำดับ ในทางกลับกัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก มีความสหสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด (ตารางที่ 9) ส่วนลักษณะปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอก มีสหสัมพันธ์ทางสถิติทางบวกกับลักษณะจำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด เท่ากับ 0.58, 0.65, 0.65 และ 0.45 ตามลำดับ ยกเว้น อายุดอกบาน 50% และอายุสุกแก่ ฉะนั้นผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่ปลูก จะขึ้นอยู่กับผลผลิตเมล็ด (วัดในรูปน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก) เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด และ จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเมล็ดหรือเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดมีสหสัมพันธ์ทางลบ นักปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องกำหนดสมดุลที่เหมาะสมระหว่างสองลักษณะเพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำมันสูงที่สุด และผลผลิตเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 9** ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในการเจริญเติบโตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 4 สภาพแวดล้อม

| ลักษณะ | อายุสุกแก่ | ความสูงต้น | จำนวนใบต่อต้น | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | เมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด | น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| อายุดอกบาน 50% | 0.786** | 0.563** | 0.559** | 0.264 | 0.142 | 0.216 | 0.165 | 0.304 | –0.525** | –0.044 |
| | (<0.001) | (0.004) | (0.005) | (0.213) | (0.508) | (0.310) | (0.440) | (0.149) | (0.008) | (0.838) |
| อายุสุกแก่ | | 0.591** | 0.505 | 0.197 | 0.159 | 0.326 | 0.067 | 0.325 | –0.452* | –0.040 |
| | | (0.002) | (0.119) | (0.357) | (0.459) | (0.120) | (0.757) | (0.121) | (0.027) | (0.854) |
| ความสูงต้น | | | 0.652** | 0.525** | 0.335 | 0.287 | 0.599** | 0.632** | –0.360 | 0.285 |
| | | | (0.001) | (0.008) | (0.109) | (0.174) | (0.002) | (<0.001) | (0.084) | (0.176) |
| จำนวนใบต่อต้น | | | | 0.445* | 0.252 | 0.278 | 0.487* | 0.526** | –0.338 | 0.185 |
| | | | | (0.029) | (0.234) | (0.188) | (0.016) | (0.008) | (0.107) | (0.388) |
| เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | | | | | 0.741 | 0.444* | 0.642** | 0.773** | – 0.413* | 0.335 |
| | | | | | (0.340) | (0.030) | (0.001) | (<0.001) | (0.045) | (0.109) |
| จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | | | | | | 0.824 | 0.207 | 0.785** | –0.169 | 0.584** |
| | | | | | | (0.729) | (0.332) | (<0.001)) | (0.430) | (0.003) |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 9** (ต่อ)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เมล็ดสมบูรณ์ | –0.091 | 0.742** | –0.050 | 0.651** |
| ต่อจานดอก | (0.674) | (<0.001) | (0.818) | (0.001) |
| น้ำหนัก 100 เมล็ด | | 0.591** | –0.345 | 0.238 |
| | | (0.002) | (0.099) | (0.263) |
| น้ำหนักเมล็ด | | | –0.315 | 0.651** |
| ต่อจานดอก | | | (0.134) | (0.001) |
| เปอร์เซ็นต์น้ำมัน | | | | 0.452* |
| ในเมล็ด | | | | (0.026) |

*, ** หมายถึง มีความแตกต่าง จาก r = 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 % ตามลำดับ

ตัวเลขในวงเล็บ แสดงค่า P–value ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 10** อิทธิพลทางตรง (ตัวอักษรหนา) และทางอ้อมของค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟีเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อจานดอก

| ลักษณะ | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด |
|---|---|---|---|---|---|
| เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | **-0.02** | -0.02 | -0.01 | -0.02 | 0.01 |
| จำนวนเมล็ดต่อดอก | -0.03 | **-0.04** | -0.03 | -0.01 | 0.01 |
| จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | 0.37 | 0.69 | **0.83** | -0.07 | -0.05 |
| น้ำหนัก 100 เมล็ด | 0.42 | 0.14 | -0.06 | **0.66** | -0.27 |
| เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | **-0.06** |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 11** อิทธิพลทางตรง (ตัวอักษรหนา) และทางอ้อมของค่าสัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อปริมาณน้ำมันต่อจานดอก

| ลักษณะ | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด | น้ำหนักเมล็ดต่อดอก | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | **–0.16** | –0.12 | –0.07 | –0.11 | – 0.13 | 0.08 |
| จำนวนเมล็ดต่อดอก | 0.10 | **0.14** | 0.12 | 0.03 | 0.11 | –0.03 |
| จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อดอก | 0.09 | 0.11 | **0.14** | –0.01 | 0.10 | –0.01 |
| น้ำหนัก 100 เมล็ด | 0.16 | 0.04 | –0.02 | **0.21** | 0.13 | –0.09 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อดอก | 0.48 | 0.56 | 0.53 | 0.43 | **0.71** | –0.26 |
| เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | –0.35 | –0.15 | –0.04 | –0.31 | – 0.28 | **0.76** |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่า เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด จัดเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ สำหรับใช้คัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดได้ เนื่องจากมีสหสัมพันธ์ทางบวกต่อกัน ซึ่งสอดคล้องกับหลายรายงานที่ศึกษาไว้ในทานตะวันพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสม (Marinkovic; 1992; Chikkadevaiah and Nandini, 2002; Tahir *et al,* 2002; Thitiporn and Chiraporn, 2008)

**4. การวิเคราะห์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและการเจริญเติบโตต่อผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก**

เนื่องจากน้ำหนักเมล็ด (ผลผลิตเมล็ด) และผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก มีสหสัมพันธ์กับลักษณะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิแพทโคเอฟฟิเชียนท์ โดยแบ่งรูปแบบของความสัมพันธ์เป็นอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของลักษณะอื่นที่มีต่อผลผลิตเมล็ด และผลผลิตน้ำมัน พบว่า

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก พบว่า ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงแบบบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกสูงสุด คือ จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 0.88 และ 0.66 ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก และ เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด มีอิทธิพลทางตรงต่อน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกน้อยมาก เท่ากับ –0.02, –0.04 และ – 0.06 (ตารางที่ 10) ขณะที่จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอกมีอิทธิพลทางอ้อมต่อน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกผ่านจำนวนเมล็ดต่อดอกสูงสุด เท่ากับ 0.69 รองลงมาคือ อิทธิพลทางอ้อมแบบบวกของจำนวนเมล็ดต่อจานดอกและน้ำหนัก 100 เมล็ด ผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก เท่ากับ 0.37 และ 0.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และภาพผนวกที่ 1)

แม้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และจำนวนเมล็ดต่อจานดอก มีอิทธิพลทางตรงต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อจานดอกค่อนข้างน้อย แต่มีอิทธิพลทางอ้อมแบบบวกผ่านลักษณะจำนวนเมล็ดต่อจานดอกต่อปริมาณน้ำมันต่อจานดอกสูงสุด คือ 0.48 และ 0.56 ตามลำดับ ส่วนลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกมีอิทธิพลทางตรงแบบลบกับปริมาณน้ำมันในเมล็ดต่อจานดอก เท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

– 0.47 ขณะที่อิทธิพลทางอ้อมแบบบวกของเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกผ่านจำนวนเมล็ดต่อจานดอกอยู่ในเกณฑ์สูง เท่ากับ 0.74 (ตารางที่ 11 และ ภาพผนวกที่ 2)

วิเคราะห์สัมประสิทธิ์แพทโคเอฟฟิเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก พบว่า ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงแบบบวกกับผลผลิตน้ำมันต่อจานดอกที่สำคัญ คือ เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 0.76 0.71 และ 0.21 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก จำนวนเมล็ดต่อดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด ก็พบว่า มีอิทธิพลทางอ้อมแบบบวกต่อผลผลิตน้ำมันต่อจานดอกสูงผ่านทางผลผลิตเมล็ดต่อจานดอก (ตารางที่ 11 และ ภาพผนวกที่ 2)

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกพันธุ์ทานตะวันเพื่อเพิ่มผลผลิต อาจใช้จำนวนเมล็ดต่อดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Habib *et al.* (2007) พบว่า การคัดเลือกจำนวนเมล็ดต่อจานดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในทานตะวันในทานตะวันสายพันธุ์แท้ได้ ทำนองเดียวกับ Tahir *et al.* (2002) ก็รายงานว่า ลักษณะจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก และน้ำหนัก 1000 เมล็ด สามารถใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตได้โดยตรงในประชากรพันธุ์ผสมเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดสอบพันธุ์ทานตะวันผสมเปิด 22 พันธุ์ ในสภาพแวดล้อมของกำแพงแสน และปากช่อง ในปี 2549 และ 2550 พบว่า

1. ทานตะวันพันธุ์ผสมเปิดมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำมันแตกต่างกันไป โดยที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับท้องที่ปลูกหรือระหว่างพันธุ์กับปีปลูกมีอิทธิพลสูงต่อความแปรปรวนของลักษณะความสูงต้น จำนวนใบ อายุออกดอก อายุสุกแก่ และลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

2. น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกมีสหสัมพันธ์สูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนใบต่อต้น จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด ขณะที่ผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก มีสหสัมพันธ์สูงกับน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด

3. ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงแบบบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกและ/หรือผลผลิตน้ำมันต่อจานดอก คือ จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกมีอิทธิพลทางอ้อมสูงต่อน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอกผ่านจำนวนเมล็ดต่อดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ขณะที่น้ำหนักเมล็ดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอกมีอิทธิพลทางตรงแบบลบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด

ในการคัดเลือกพันธุ์ทานตะวันเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำมัน ควรพิจารณาจากน้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก จำนวนใบต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และ เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก โดยที่พันธุ์ผสมเปิด 10 พันธุ์ที่มีศักยภาพสำหรับใช้ในการปรับปรุงผลผลิตเมล็ดและน้ำมัน คือ พันธุ์ LGH–III–1, K953, A–104, Black Sayar, K949, Orizont, LGH-III-1, Short Russian, Impira Inta, Pehuen และ A-104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง


กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2525. **พืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 315 น.

_____. 2549. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: ความหลากหลายของแนวคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 315 น.

จุฑารัตน์ สอนเนย. 2536. **การเปรียบเทียบทานตะวันโดยวิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพ 3 วิธี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2534. **การปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2542. ทานตะวัน, น.190–201. *ใน* **พืชเศรษฐกิจ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. **สถิติ:** การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 319 น.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2538. **เอกสารประกอบการสอนวิชาปรับปรุงพันธุ์พืช**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2536. **สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถานีตรวจอากาศเกษตรกำแพงแสน. 2551. **สถิติสภาพอากาศ ปี 2549-2551**. สถานีอุตุนิยมวิทยา, อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานีตรวจอากาศเกษตรปากช่อง. 2551. **สถิติสภาพอากาศ ปี 2549-2551**. สถานีอุตุนิยมวิทยา, อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **สถิติการเกษตรประเทศไทย: พืชน้ำมัน ทานตะวัน ปี 2550: เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ปี 2548–2550**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/stat_agri/report_result_content.php, 14 ธันวาคม, 2551.

ศรีสุดา เตชะสาน. 2549. **CROP REQUIREMENT: ทานตะวัน**. แหล่งที่มา: http://agriman.doae.go.thhomecroprequirment01–011–cropre–sunflower.pdf, 14 พฤษภาคม 2552.

Barros, J.F.C., M. de Carvalhoa and G. Bascha. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. **Europ. J. Agronomy.** 21: 347–356.

Cantagallo, J.E. and A. J. Hall. 2001. Seed number in sunflower as affected by light stress during the floret differentiation interval. **Field Crops Res.** 74:173–181.

Chikkadevaiah, S.H.L. and R. Nandini. 2002a. Correlation and Path analysis in Sunflower. **Helia** 25:109–118.

_____. 2002b. Genetic variability study in sunflower inbreds. **Helia** 25: 93–100.

De la Vega, A.J. and S.C. Chapman. 2001**.** Genotype by environment interaction and indirect selection for yield in sunflower:II. Three–mode principal component analysis of oil and biomass yield across environments in Argentina. **Field Crops Res.** 72: 39– 50.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

FAO. 2007. Food and agriculture organization of the United Nations (FAO): **Statistical database on agriculture, FAOSTAT-Agriculture.** Available Source: http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx?PageID=567, July 25, 2009.

Flagella, Z., T. Rotunno, E. Tarantino, R. Di Caterina and A. De Caro. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. **Europ. J. Agronomy** 17: 221–230.

Goyne, P.J. and G.L. Hammer. 1982. Phenology of sunflower cultivars.II. Controlled–environment studies of temperature and photoperiod effects. **Aust. J. Agri. Res.** 33:251–261.

Habib, H., S.S. Mehdi, M.A. Anjum, M.E. Mohyuddin and M. Zafar. 2007. Correlation and path analysis for seed yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) stress conditions. **Int. J. Agri. Biol**. 9: 362–364.

Hassan, F., M.A. Cheema, G. Qadir and Ch.M. Azim. 2005**.** Influence of seasonal variation on yield and yield component of sunflower**. Helia** 28: 145–152.

Harris, H.C., J.R. Mc William and W.K. Mason. 1978. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Aust. J. Agric. Res**. 29: 1203–1212.

ISTA. 1999. International rules for seed testing. **Supplement to Seed Sci. & Technol**. 27: 1–333.

Livija, M. 2005. Adaptability variable weather condition and irrigation response in sunflower hybrids. **Helia** 28**:**113–124.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lühs, W. and W. Friedt. 1994. Designer oil crops, pp. 36–45. *In* D.J. Murphy, ed. **The major oil crops**. Weinheim. Federal, Germany.

McIntosh, M.S. 1983. Analysis is combined experiment. **Agron. J.** 75: 153–155.

Meinke, H., G.L. Hammer and S.C. Chapman. 1993. A sunflower simulation model: II. Simulating production risks in a variable sub–tropical environment. **Agron. J**. 85: 735–742.

Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1974. Quantitative Genetic empirical result relevant to plant breeding. **Adv. Agron**. 26: 277–313.

NDAWN. 2008. NDAWN Center: Sunflower development and growing degree days (GDD). Available Source: http://ndawn.ndsu.nodak.edu/help.html?topic=sunflowergdd, July 12, 2009.

Özer, H., E. Öztürk and T. Polat. 2003. Determination of the agronomic performances of some oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids grown under Erzurum ecological conditions. **Turk. J. Agric.** 27: 199–205.

Rawson, H.M. and J.H. Hindmarsh. 1983. Light, leaf expansion and seed yield in sunflower. **Aust. J. Plant Physiol.** 10:25–30.

Rawson, H.M., R.L. Dunstone, M.J. Long and J.E. Begg. 1984. Canopy development, light interception and seed production in sunflower as influenced by temperature and radiation. **Aust. J. Plant Physio.** 11: 255 – 265.

R Development Core Team. 2008. R: A languagage and environment for statistical computing [online]. Available: http:// www.r-project.org/, 12 July 2008.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Robinson, R.G. 1978. Production and culture, pp. 115–116. *In* J.F. Carter, ed. **Sunflower Science and Technology**, Agronomy.

Seiler, G.J. 1986. Analysis of the relationships of environmental factors with seed oil and fatty acid concentrations of wild annual sunflower. **Field Crops Res**. 15: 57–72.

_____, 2007. Wild annual *Helianthus anomalus* and *H. deserticola* for improving oil content and quality in sunflower. **Industrial Crops and Products** 25: 95–100.

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

Schneiter, A.A. (ed.). 1997. **Sunflower Technology and Production**. American Society of Agronomy. Monograph No. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. **Principles and Procedures of Statistics**: A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Inc., New York. USA.

Tahir, M.H.N., H.A. Sadaqat and S. Bashir. 2002. Correlation and path coefficient analysis of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations. **Int. J. Agri. Biol**. 4:341–343.

Thitiporn, M. and S. Chiraporn. 2008. Correlation and path an analysis on seed yield in sunflower. **Suranaree J. Sci. Technol**. 15:243–248.

Unger, P.W. and T.E. Thompson. 1982. Planting date effects on sunflower head and seed development. **Agron. J**. 74: 389–395.

Vanishree, G., K. Ananthasayana, G.V.S. Nagabhushanam and C.A. Jagadish, 1988. Correlation and path coefficient analysis in sunflower. **J. Oilseeds Res**. 5: 46–51.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน**

ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน ด้วยเครื่อง Sohxlet Extractor รุ่น S306 MK

4.1. นำเมล็ดทานตะวันไปบดให้ละเอียด แล้วนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1–2 ชั่วโมง ทำให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดแล้วประมาณ 5 กรัมด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด ทศนิยมไม่น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง จดบันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

4.2. อบ beaker ที่ 105 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องในโถอบความชื้น ชั่ง beaker ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด จดบันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้

4.3. ชั่งตัวอย่างเมล็ดที่บดด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด แล้วห่อด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากไขมันพับใส่ใน extraction thimble เพื่อทำการสกัดหาปริมาณไขมันต่อไป

4.4. เทตัวทำละลาย ในที่นี้ใช้ petroleum ether 140 มิลลิลิตร ลงใน beaker นำ extraction thimble ประกอบเข้ากับ holder วางลงใน beaker แล้วนำไปสกัดหาปริมาณน้ำมันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมัน รุ่น S306 MK

4.5. เมื่อทำการสกัดน้ำมันเสร็จสิ้นแล้วจึงนำ beaker ที่มีน้ำมันอยู่ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบความชื้น จากนั้นนำออกมาชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด บันทึกน้ำหนักที่ได้ แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 1** การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (homogeneity of variance) ในลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันที่ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ (กำแพงแสนและปากช่อง) และ 2 ปีปลูก (ปี 2550 และ 2551) รวม 4 สภาพแวดล้อม ก่อนวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance)

| ลักษณะ | Homogeneity of variance |
|---|---|
| อายุออกดอก50% | 3.80 |
| อายุสุกแก่ | 18.19* |
| ความสูงต้น | 9.02* |
| จำนวนใบ | 9.47* |
| ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | 27.42* |
| จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | 4.161 |
| จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | 0.58 |
| น้ำหนัก 100 เมล็ด | 28.81* |
| น้ำหนักต่อจานดอก | 2.55 |
| เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | 2.60 |
| ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก | 1.51 |
| $\chi^2_{0.5(df=3)}$ | 7.815 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 2** ค่า mean square ของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| SOV | df | อายุดอกบาน 50% | อายุสุกแก่ | ความสูงต้น | | จำนวนใบ | | เส้นผ่านศูนย์กลางจานดอก | | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Replications (R) | 3 | 115.8 | 75.7 | 162 | 2672** | 258.7** | 443.4** | 1625.3** | 60* | 823168* | 828944* |
| Varieties (V) | 23 | 2519.7** | 4386.9** | 14800** | 8091** | 859.9** | 543.7** | 120.5** | 79.6** | 1158503** | 1424400* |
| Error | 69 | 1235 | 1309.6 | 726 | 1114 | 61.9 | 62.4 | 74.1 | 28.9 | 507278 | 323607 |
| CV (%) | – | 8 | 4.5 | 12.0 | 11.4 | 13.4 | 14.9 | 19.0 | 22.2 | 36.15 | 36.1 |

| SOV | df | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | | น้ำหนัก 100 เมล็ด | | น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแส | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Replications (R) | 3 | 2691774** | 467615* | 18.0 | 7.7 | 29743** | 5270 | 42.34** | 19.44* | 2,177.8** | 539.2* |
| Varieties (V) | 23 | 340895** | 683580** | 39.3** | 26.6** | 5570** | 9085** | 42.27** | 66.79** | 338.3** | 1050.5** |
| Error | 69 | 150689 | 153314 | 11.6 | 3.4 | 1838 | 1820 | 2.32 | 3.15 | 128.9 | 168.9 |
| CV (%) | | 49 | 42 | 29.8 | 25 | 61.2 | 56.7 | 5.79 | 5.78 | 61.28 | 56.51 |

*, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 3** ค่า mean square ของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2550 แยกเป็นรายสภาพแวดล้อม

| SOV | df | อายุดอกบาน 50% | อายุสุกแก่ | ความสูงต้น | | จำนวนใบ | | เส้นผ่านศูนย์กลางดอก | | จำนวนเมล็ดต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กำแพงแสน | กำแพงแสน | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Replications (R) | 3 | 61.1** | 22 | 7950** | 2282** | 155.1** | 34.3 | 136.4** | 64** | 816249 | 430222 |
| Varieties (V) | 23 | 62.9** | 245.4** | 7586** | 6376** | 783.8** | 567.4** | 72** | 74.2** | 1101724** | 747229** |
| Error | 69 | 11.2 | 54.4 | 1379 | 806 | 37.7 | 35.7 | 29.3 | 26.6 | 467151 | 381087 |
| CV (%) | | 5.7 | 7.23 | 11.6 | 10.97 | 12.54 | 11.56 | 21.74 | 17.50 | 37.6 | 32.5 |

| SOV | df | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจาน | | น้ำหนัก 100 เมล็ด | | น้ำหนักเมล็ดต่อจานดอก | | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแส | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง | กำแพงแสน | ปากช่อง |
| Replications (R) | 3 | 96903 | 559012** | 31.9** | 6.9 | 2067 | 7258** | 58.6** | 1.45 | 206.2 | 655.3** |
| Varieties (V) | 23 | 607548** | 383011** | 36.3** | 35** | 4453** | 2637** | 83.46** | 62.25** | 528.1** | 577.4** |
| Error | 69 | 154074 | 131269 | 7.4 | 45 | 1321 | 1512 | 2.32 | 1.79 | 136.2 | 136.7 |
| CV (%) | | 41 | 28.4 | 27.6 | 21.1 | 49 | 34.4 | 4.82 | 4.49 | 49.32 | 34.79 |

*, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 4** ค่า mean square ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 และ 2550

| SOV | df[(1)] | อายุดอกบาน 50% | อายุสุกแก่ | ความสูง (ซม.) | จำนวนใบต่อต้น | ขนาดจานดอก | จำนวนเมล็ดจานดอก | จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อจานดอก | น้ำหนัก 100 เมล็ด | น้ำหนักต่อจานดอก | เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด | ปริมาณน้ำมันต่อจานดอก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Place (P) | 1 | – | – | 12932** | 1238.4** | 263.6 | 140346 | 615 | 2.3 | 5255.7 | 1124 | 61.8 |
| Year (Y) | 1(1) | 1710.1** | 833.3** | 23369** | 19.6 | 258.1 | 759974* | 26529** | 4.2 | 28284.3* | 63563** | 3,491.9** |
| P x Y | 1 | – | – | 32752** | 608** | 229.4 | 192009 | 2907* | 21.4* | 3124.9 | 20850* | 1,145.4* |
| Replication with in PY | 12(6) | 49.9 | 23.6 | 653 | 44.58 | 94. | 144899 | 449 | 3.2 | 2217 | 3257 | 178.9 |
| Varieties (V) | 23(23) | 140.8** | 303.0** | 5042** | 470.1** | 37.4** | 516447** | 225** | 19.6** | 2362** | 3726** | 204.7** |
| P x V | 23 | – | – | 1288** | 40** | 14.9** | 136316* | 168* | 3.8** | 692** | 1558** | 85.6** |
| Y x V | 23(23) | 31.6** | 133.2** | 395** | 25.3** | 9.8 | 135553* | 263** | 2 | 696 ** | 2055** | 112.9** |
| P x Y x V | 23 | – | – | 646** | 15.5* | 7.8 | 98053 | 264** | 2 | 597* | 1743** | 95.8** |
| Pooled error | 276(138) | 14.5 | 36.7 | 201 | 9.90 | 7.9 | 83957 | 102 | 1.4 | 325 | 520 | 28.5 |
| Total | 383(191) | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | – | 6.8 | 6.1 | 8.1 | 8.3 | 13.8 | 20.8 | 22.2 | 13.7 | 27 | 11.6 | 27.17 |

*, ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %

[(1)] ข้อมูลจาก 1 ท้องที่ปลูก (กำแพงแสน) ปี 2549 และ 2550



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 5** ค่าอุณหภูมิสะสมของช่วงวันหลังปลูกทดสอบทานตะวัน 24 พันธุ์ ในสภาพแวดล้อมกำแพงแสน ปี 2549 - 2551

| จำนวน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลัง | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 |
| 1 | 1 | 1 | 31 | 31 | 31 | 61 | 1150[2/] | 1148[2/] | 91 | 1716[3/] | 1715[3/] |
| 2 | 3 | 4 | 32 | 63 | 94 | 62 | 1172 | 1162[2/] | 92 | 1739[3/] | 1738[3/] |
| 3 | 6 | 10 | 33 | 96 | 190 | 63 | 1194 | 1177[2/] | 93 | 1762[3/] | 1760[3/] |
| 4 | 10 | 20 | 34 | 130 | 320 | 64 | 1214 | 1193[2/] | 94 | 1785[3/] | 1781[3/] |
| 5 | 15 | 35 | 35 | 165 | 485 | 65 | 1234 | 1210 | 95 | 1808[3/] | 1798[3/] |
| 6 | 21 | 56 | 36 | 201 | 686 | 66 | 1254 | 1227 | 96 | 1831[3/] | 1818[3/] |
| 7 | 28[1/] | 84[1/] | 37 | 238 | 924 | 67 | 1272 | 1244 | 97 | 1854[3/] | 1838[3/] |
| 8 | 36[1/] | 120[1/] | 38 | 276 | 1200 | 68 | 1291 | 1263 | 98 | 1878[3/] | 1860[3/] |
| 9 | 45[1/] | 165[1/] | 39 | 315 | 1515 | 69 | 1308 | 1281 | 99 | 1901[3/] | 1882[3/] |
| 10 | 55[1/] | 220[1/] | 40 | 355 | 1870 | 70 | 1323 | 1300 | 100 | 1925[3/] | 1904[3/] |
| 11 | 66 | 286[1/] | 41 | 396 | 2266 | 71 | 1337 | 1321 | 101 | 1948[3/] | 1925[3/] |
| 12 | 78 | 364[1/] | 42 | 438[2/] | 2704 | 72 | 1352 | 1341 | 102 | 1972[3/] | 1948[3/] |
| 13 | 91 | 455 | 43 | 481[2/] | 3185 | 73 | 1367 | 1361 | 103 | 1996[3/] | 1969[3/] |
| 14 | 105 | 560 | 44 | 525[2/] | 3710 | 74 | 1383 | 1379 | 104 | 2019[3/] | 1990[3/] |
| 15 | 120 | 680 | 45 | 570[2/] | 4280 | 75 | 1397 | 1399 | 105 | 2042[3/] | 2011[3/] |
| 16 | 136 | 816 | 46 | 616[2/] | 4896 | 76 | 1412 | 1417 | 106 | 2066[3/] | 2031[3/] |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางผนวกที่ 5** (ต่อ)

| จำนวน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | | จำนวนวัน | CGDD | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลัง | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 | หลังปลูก | 2549 - 2550 | 2550 - 2551 |
| 17 | 153 | 969 | 47 | 663[2/] | 5559 | 77 | 1427 | 1435 | 107 | 2089[3/] | 2050[3/] |
| 18 | 171 | 1140 | 48 | 711[2/] | 6270 | 78 | 1444 | 1453 | 108 | 2112[3/] | 2072[3/] |
| 19 | 190 | 1330 | 49 | 760[2/] | 7030 | 79 | 1464 | 1472 | 109 | 2135[3/] | 2092[3/] |
| 20 | 210 | 1540 | 50 | 810[2/] | 7840 | 80 | 1483 | 1492 | 110 | 2157[3/] | 2112[3/] |
| 21 | 231 | 1771 | 51 | 861[2/] | 8701[2/] | 81 | 1502 | 1512 | 111 | 2181 | 2130[3/] |
| 22 | 253 | 2024 | 52 | 913[2/] | 9614[2/] | 82 | 1522 | 1531 | 112 | 2205 | 2147[3/] |
| 23 | 276 | 2300 | 53 | 966[2/] | 10580 | 83 | 1543 | 1550 | 113 | 2229 | 2165[3/] |
| 24 | 300 | 2600 | 54 | 1020[2/] | 11600 | 84 | 1564[3/] | 1568 | 114 | 2252 | 2183[3/] |
| 25 | 325 | 2925 | 55 | 1075[2/] | 12675 | 85 | 1586[3/] | 1587 | 115 | 2276 | 2203 |
| 26 | 351 | 3276 | 56 | 1131[2/] | 13806 | 86 | 1608[3/] | 1605 | 116 | 2301 | 2225 |
| 27 | 378 | 3654 | 57 | 1188[2/] | 14994 | 87 | 1630[3/] | 1627[3/] | 117 | 2326 | 2248 |
| 28 | 406 | 4060 | 58 | 1246[2/] | 16240 | 88 | 1651[3/] | 1648[3/] | 118 | 2349 | 2268 |
| 29 | 435 | 4495 | 59 | 1305[2/] | 17545 | 89 | 1673[3/] | 1671[3/] | 119 | 2372 | 2287 |
| 30 | 465 | 4960 | 60 | 1365[2/] | 18910 | 90 | 1694[3/] | 1694[3/] | 120 | 2393 | 2308 |

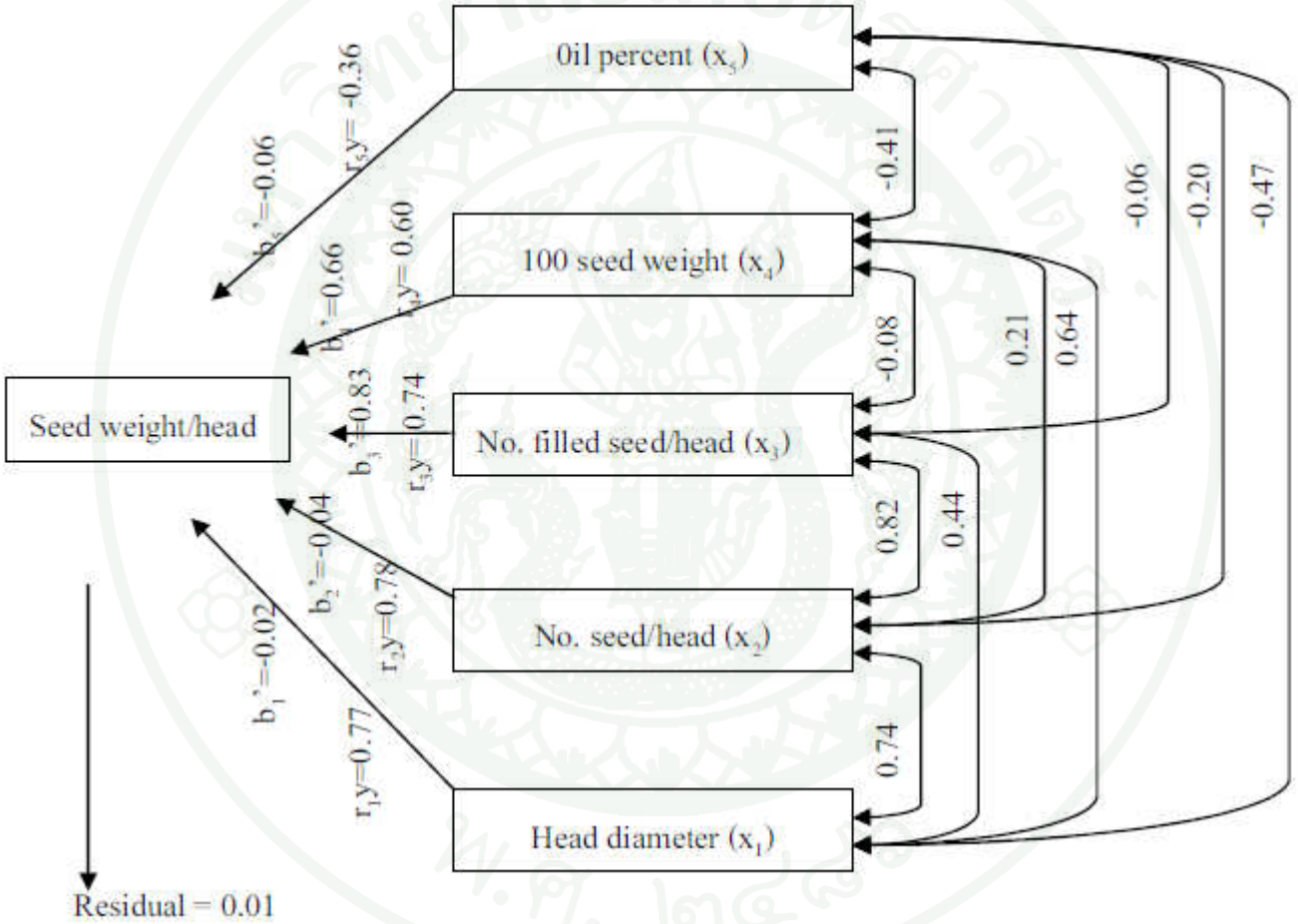
[1/] คือ ช่วงวันงอก

[2/] คือ ช่วงวันดอกบาน

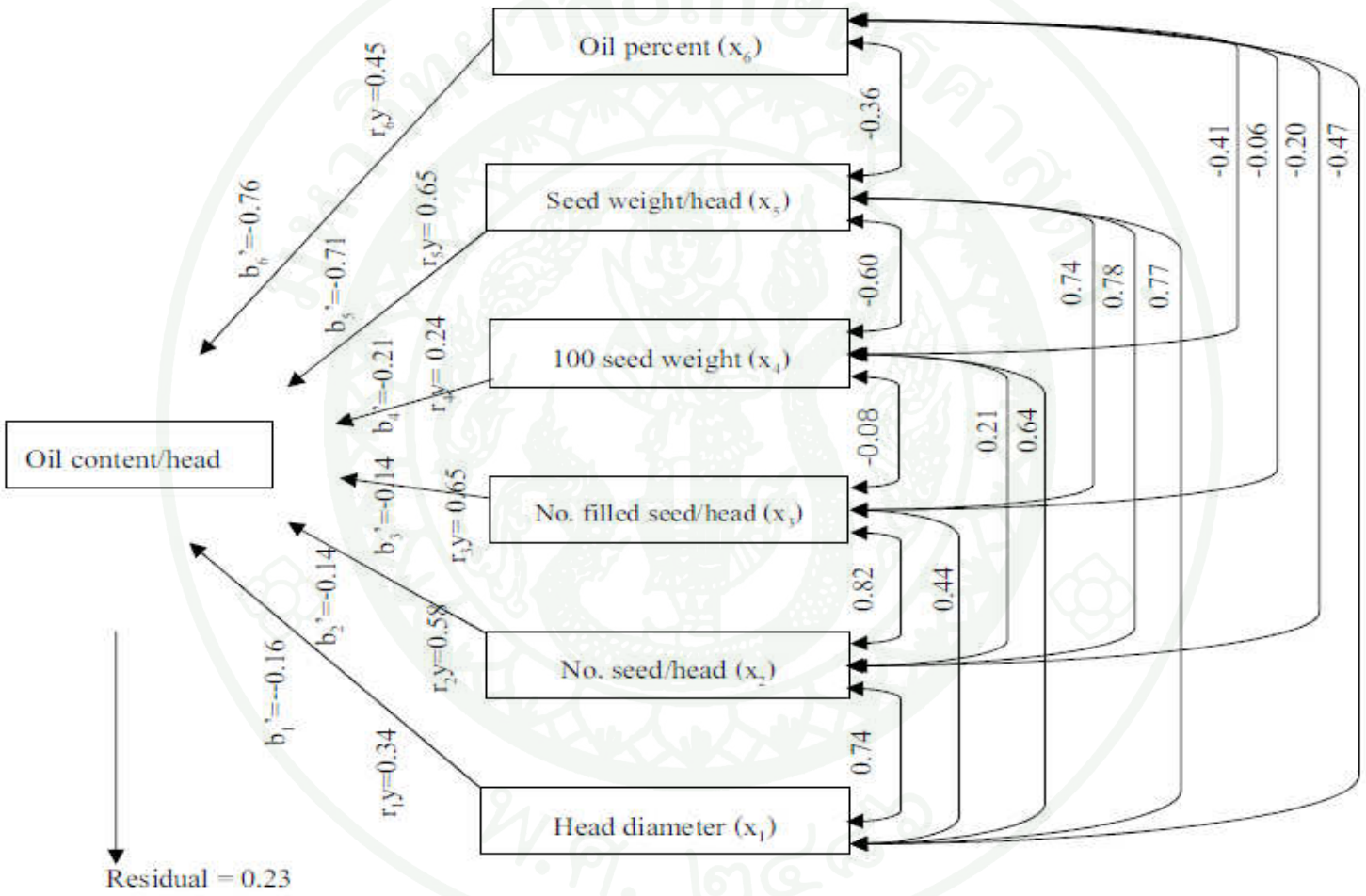
[3/] คือ ช่วงวันสุกแก่



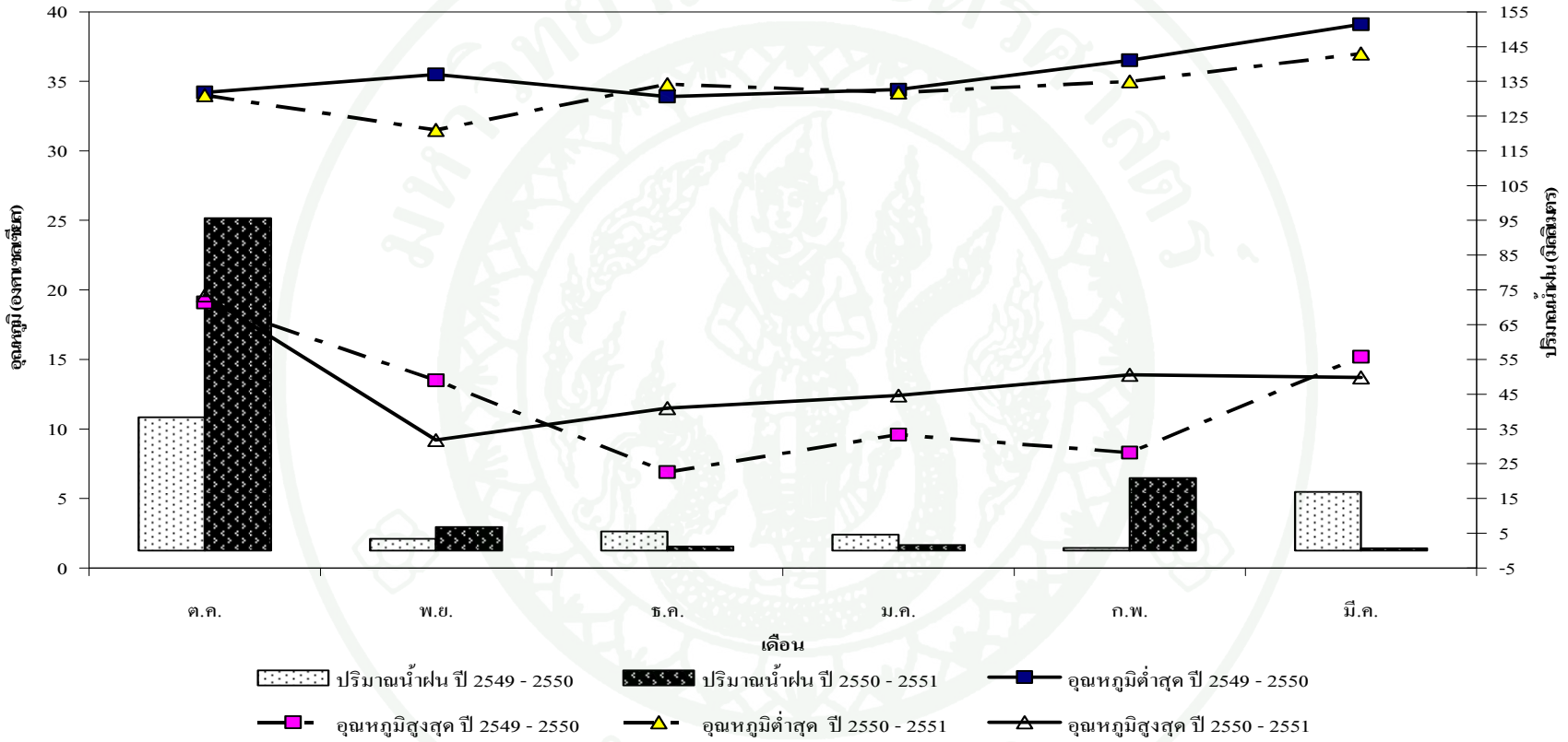
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพผนวกที่** 1 แพทโคเอฟฟิเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดต่อจานดอก

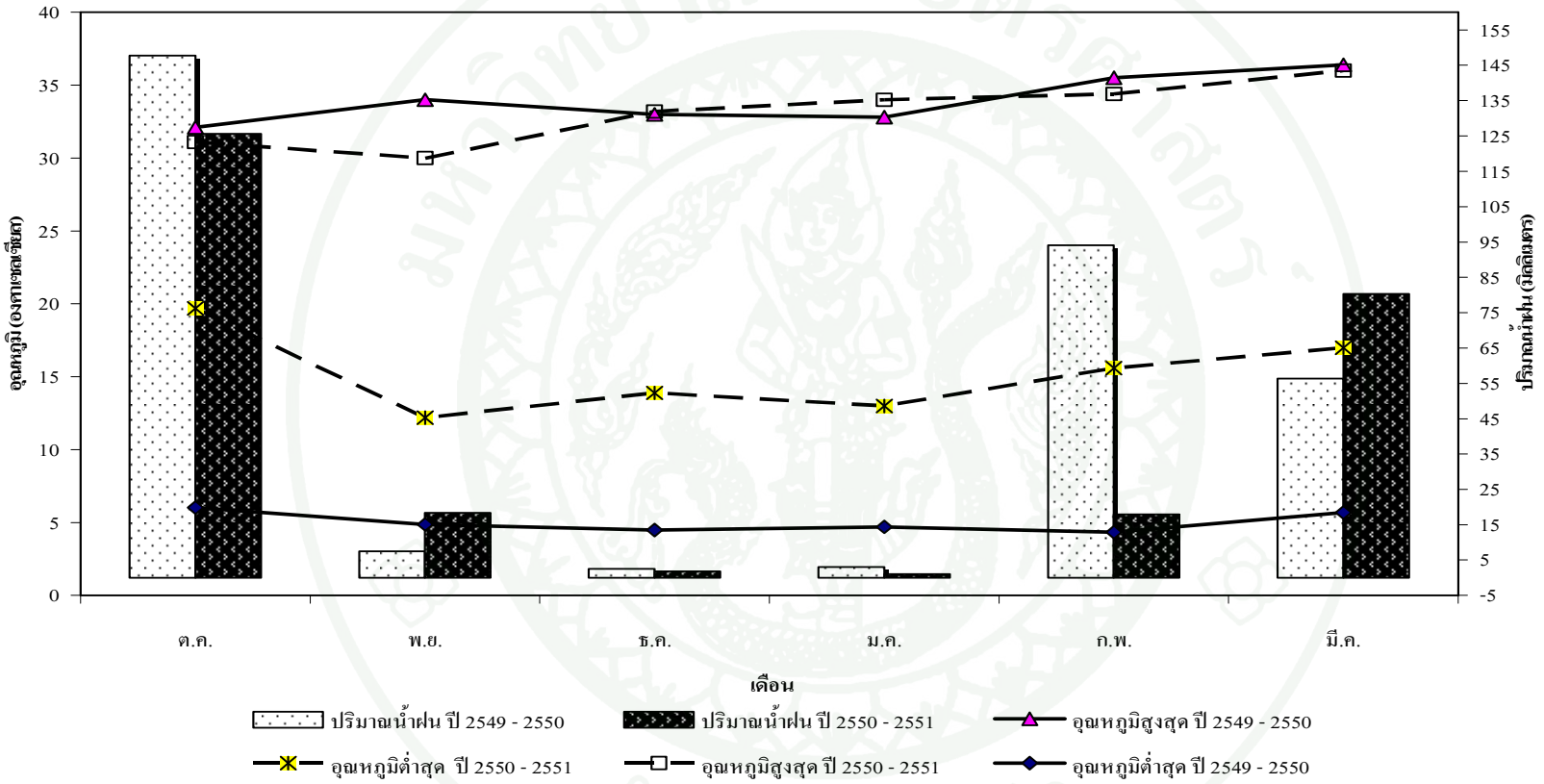



**ภาพผนวกที่ 2** แพทโคเอฟฟีเชียนท์ขององค์ประกอบผลผลิตต่อปริมาณน้ำมันต่อจานดอก




**ภาพผนวกที่ 3** ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สูงสุด – ต่ำสุด ของอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือน ตุลาคม 2549 – มีนาคม 2550 และระหว่างเดือน ตุลาคม 2550 – มีนาคม 2551

ที่มา: สถานีตรวจอากาศเกษตรกำแพงแสน, 2549, 2550, 2551




**ภาพผนวกที่ 4** ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สูงสุด – ต่ำสุด ของอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือน ตุลาคม 2549 – มีนาคม 2550 และ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2550 – มีนาคม 2551

ที่มา: สถานีตรวจอากาศเกษตรปากช่อง, 2549, 2550, 2551

พันธุ์ Aftab

พันธุ์ K800

**ภาพผนวกที่ 5** ลักษณะทรงต้น กลีบดอก ใบ และรูปทรงดอกของทานตะวัน 24 พันธุ์ ที่ทำการปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี พ.ศ. 2549 และ 2550

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ K1982

พันธุ์ K949

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

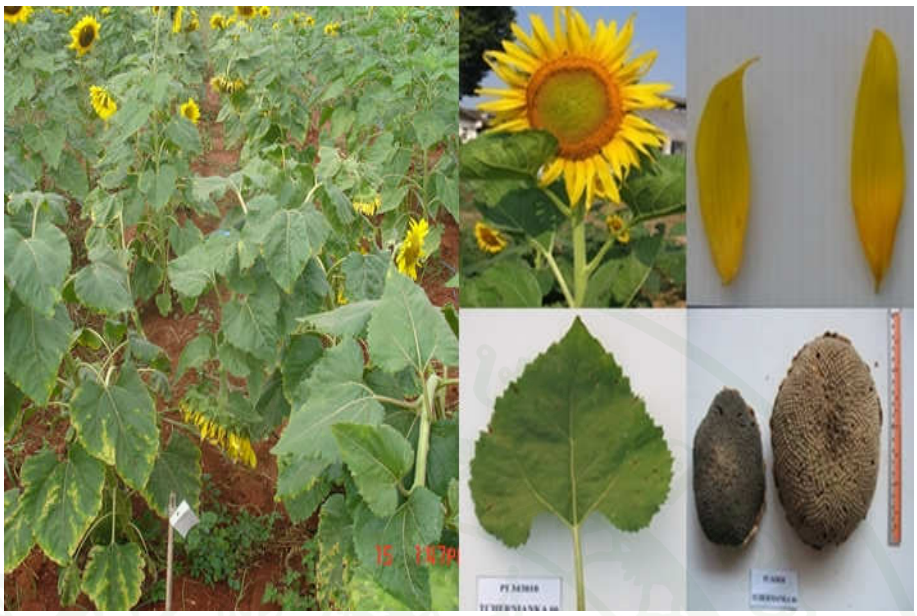
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ K953

พันธุ์ Black Sayar

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



พันธุ์ Tchernianka 66

พันธุ์ Orizont

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ LGH-III-1

พันธุ์ LGH-IV-1

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

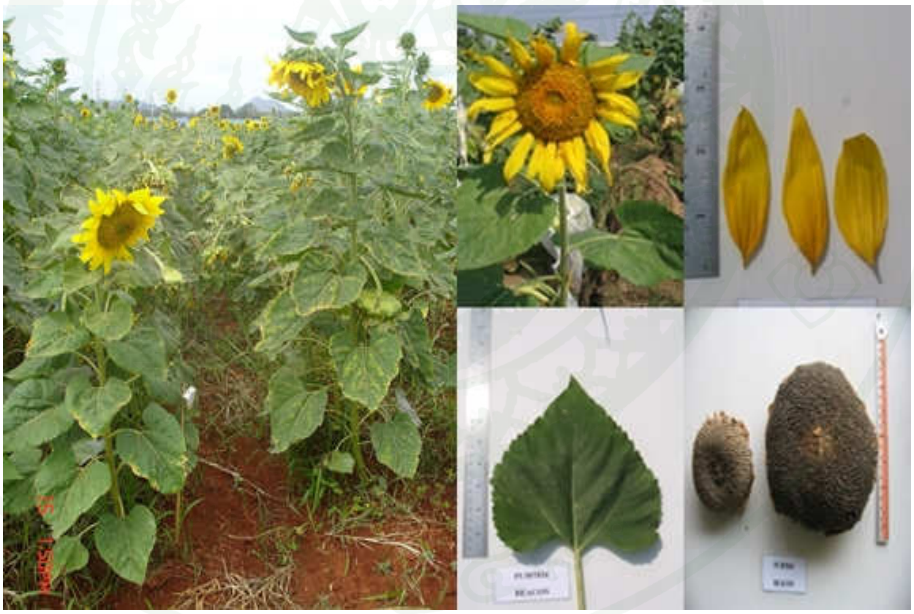
พันธุ์ 276

พันธุ์ G.R.O.104

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Short Russian



พันธุ์.Beacon

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Impira Inta

พันธุ์ Pehuen

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ A- 104

พันธุ์ Camba

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Riestra

พันธุ์ 2770

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ 3241

พันธุ์ K1882

**ภาพผนวกที่ 5** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Aftab

พันธุ์ K800

พันธุ์ K1982

พันธุ์ K949

พันธุ์ K953

พันธุ์ Black Sayar

**ภาพผนวกที่ 6** ลักษณะรูปร่างและขนาดของเมล็ดทานตะวัน ทานตะวัน 24 พันธุ์ปลูกทดสอบใน 2 ท้องที่ ปี 2549 และ 2550

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Tchernianka 66

พันธุ์ Orizont

พันธุ์ LGH-III-1

พันธุ์ LGH-IV-1

พันธุ์ 276

พันธุ์ G.R.O.104

**ภาพผนวกที่ 6** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Short Russian

พันธุ์ Beacon

พันธุ์ Impira Inta

พันธุ์ Pehuen

พันธุ์ A- 104

พันธุ์ Camba

**ภาพผนวกที่ 6** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Riestra

พันธุ์ 2770

พันธุ์ 3241

พันธุ์ K1882

**ภาพผนวกที่ 6** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# ประวัติการศึกษา และการทำงาน

| | |
|---|---|
| ชื่อ –นามสกุล | นางสาวนิภาพร บัวอิ่น |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | 7 มีนาคม 2522 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดน่าน |
| ประวัติการศึกษา | วท.บ. (ศึกษาศาสตร์ – เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | – |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | – |
| ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ | – |
| ทุนการศึกษาที่ได้รับ | ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2549 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์