

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง

ต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ 8 ปี จำนวน 35 ต้น ที่มีขนาดความกว้างทรงพุ่ม 3.1 – 4.8 เมตร และความสูง 3.0 – 4.5 เมตร บนพื้นที่คตอนที่มียระบบชลประทาน ในสวนมะม่วงของเกษตรกร ที่ บ้านห้วยไร่ อำเภอมะเขง จังหวัดเชียงใหม มีการดูแลและปฏิบัติต่างๆ ในแปลง เช่น การตัดแต่งกิ่ง การพ่นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ตามวิธีของเกษตรกร



ภาพที่ 2. ลักษณะต้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อายุ 8 ปีที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot Design in RCBD จำนวน 5 ซ้ำ ให้ 1 ต้นแทน 1 ซ้ำ

Main plot ประกอบด้วย

1. ไรตสารพาโคลบิวทราโซล
2. ไม่ไรตสารพาโคลบิวทราโซล

Sub plot ประกอบด้วย

1. ตัดแต่งกิ่งในเดือนสิงหาคม
2. ตัดแต่งกิ่งในเดือนกันยายน
3. ตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคม

วิธีการ

การตัดแต่งกิ่ง ทำครั้งเดียวของวันที่ 12 ในช่วงเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม ตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ กล่าวคือ ตัดแต่งออกประมาณร้อยละ 40 อย่างสม่ำเสมอทุกต้น การใช้สารยังการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลที่โคนต้น ไรตเมื่อถึงระยะใบเพสลาด ในอัตราส่วน 10 กรัม ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร (PBZ 10% WP) ที่รอบโคนต้น

การบันทึกผลการทดลอง

1. ข้อมูลพื้นฐานของต้นมะม่วงจำนวน 35 ต้น ได้แก่ ความกว้างทรงพุ่ม ความสูงต้น โดยวัดทุกต้นครั้งเดียวก่อนทำการทดลอง

- 1.1 ความกว้างทรงพุ่ม วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยใช้เทปวัดความกว้างทรงพุ่ม วัด 2 ครั้ง ตั้งฉากกันในแนวเหนือ – ใต้ และตะวันออก – ตะวันตก แล้วหาค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 ครั้ง มีหน่วยเป็นเมตร
- 1.2 ความสูง วัดจากโคนต้นถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้น โดยใช้เทปวัดความยาว มีหน่วยเป็นเมตร

2. พัฒนาการของใบ

2.1 บันทึกวันที่และระยะเวลาพัฒนาการของยอดใหม่ของต้นมะม่วงทั้ง 35 ต้น ใน 4 ระยะ ได้แก่ ผลิใบอ่อน ใบอ่อน ใบเพสลาด และใบแก่ มีหน่วยเป็นวันหลังตัดแต่งกิ่ง

- 2.1.1 ระยะผลิใบ นับเมื่อมีการผลิซ่อใบออกมาสูง 2.5 เซนติเมตร
- 2.1.2 ระยะใบอ่อน นับเมื่อซ่อใบอ่อนยืดยาวสุด แต่ใบยังเป็นสีม่วง
- 2.1.3 ใบเพสลาด นับเมื่อใบอยู่ในระยะกำลังเปลี่ยนสีจากสีม่วงปนน้ำตาลเป็นสีเขียว
- 2.1.4 ใบแก่ นับเมื่อใบทั้งซ่อเปลี่ยนเป็นสีเขียวทั้งหมด

- 2.2 จำนวนใบต่อ 1 ชูใบ หลังการตัดแต่งกิ่งจนถึงเก็บเกี่ยว สุ่มนับเมื่อต้นเข้าสู่ระยะใบแก่ จำนวน 20 ช่อใบ และจำนวนชูใบใหม่ที่ผลิออกมาจากยอดเดิมแต่ละยอด หลังตัดแต่งกิ่ง
- 2.3 จำนวนยอดที่เกิดขึ้นใหม่ต่อต้น จากยอดเดิมที่มีอยู่หลังการตัดแต่งกิ่ง
3. พัฒนาการของช่อดอก
- 3.1 วันที่และระยะเวลาในการออกดอก นับตั้งแต่ระยะใบแก่จนถึงระยะเดือยไก่อ (หรือเวลาที่ตา ยอดพักตัว) มีหน่วยเป็นวัน
- 3.2 เปอร์เซ็นต์การออกดอก หรือร้อยละของช่อดอกต่อจำนวนช่อใบทั้งหมด โดยนับจากช่อดอกทั้งหมดต่อต้น
- 3.3 บันทึกวันที่และระยะเวลาพัฒนาการของช่อดอก ใน 4 ระยะ ได้แก่
- 3.3.1 ตาดอกระยะเดือยไก่อ
- 3.3.2 ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์
- 3.3.3 ดอกบานเต็มที่ (ดอกบานประมาณร้อยละ 90)
- 3.3.4 ระยะเริ่มติดผล ปรากฏผลขนาด 0.5 เซนติเมตร (ระยะเมล็ดถั่วเขียว)
- 3.4 คุณภาพช่อดอก
- 3.4.1 เส้นผ่าศูนย์กลางของช่อดอก (ส่วนกว้างที่สุดของฐานช่อดอก) และ ความยาว (จากโคนก้านช่อดอกถึงปลายช่อ) จำนวน 10 ช่อต่อต้น วัดในระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- 3.4.2 จำนวนดอกย่อยทั้งหมดใน 1 ช่อดอก โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ดอกเพศผู้ 2) ดอกสมบูรณ์เพศ แล้วนำมาคำนวณสัดส่วนเพศดอก ระหว่างดอกเพศผู้ต่อดอกสมบูรณ์เพศ สุ่มนับในระยะดอกบานเต็มที่ จำนวน 3 ช่อต่อต้น
4. พัฒนาการของผล
- 4.1 บันทึกวันที่และระยะเวลาพัฒนาการของผล 6 ระยะ นับตั้งแต่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ มีหน่วยเป็นวัน ได้แก่
- 4.1.1 ระยะเริ่มติดผลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร (ระยะเมล็ดถั่วเขียว)
- 4.1.2 ผลขนาดยาว 1 เซนติเมตร (ระยะเมล็ดบัว)
- 4.1.3 ผลขนาดยาว 5 เซนติเมตร (ระยะขบเพาะ)
- 4.1.4 ผลขนาดยาว 7 เซนติเมตร (ระยะมะม่วงกะตอย)
- 4.1.5 ผลขนาดยาว 9 เซนติเมตร (ระยะมะม่วงน้ำปลาหวาน)

4.1.6 ระยะเก็บเกี่ยว (ผลยาวประมาณ 16 เซนติเมตร)

4.2 จำนวนผลต่อช่อของต้นมะม่วงทั้ง 35 ต้น โดยนับตามระยะการพัฒนาของผล ในข้อ 4.1

4.3 เปอร์เซ็นต์การติดผลและหลุดร่วงของช่อผลของต้นมะม่วงทั้ง 35 ต้น นับจำนวนช่อผลตามระยะการพัฒนาของผล ในข้อ 4.1 แล้วนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การติดผลและหลุดร่วงของช่อผล

4.4 ผลผลิตทั้งต้น หน่วยเป็นกิโลกรัม

4.5 คุณภาพผลแก่

เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวประมาณ 110 – 115 วัน ผลแก่จะมีลักษณะ สีผิวเรียบเนียนมีนวล ออกเต็ม ปลายผลมีสีเหลืองเข้มขึ้น

4.5.1 ชั่งน้ำหนักผลที่แก่จัดของทั้งต้น ด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Precia 1620) มีหน่วยเป็นกรัม สุ่มมา 4 ผลต่อต้น นำไปวัดข้อมูลอื่นต่อไป

4.5.2 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของผล ด้วยเวอร์เนีย แคลลิเปอร์ส มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

4.5.3 สีเปลือกและสีเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดสี (chromameter) รุ่น CR-300 หัววัด CR-310 เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ของบริษัท Minolta

วัดสีเปลือกด้านข้างผลทั้งสองด้านทุกผล ที่ 3 ตำแหน่ง ได้แก่ หัว กลาง และท้ายของผล (ภาพที่ 3) วัดสีเนื้อโดยเนียนเปลือกแต่ละด้านของผลออก แล้ววัดสีทั้งสองด้าน ค่าที่ได้จะแสดงในโครงสร้างของสี 3 มิติ ใน CIE 1976 $L^* a^* b^*$ Color Space มีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 4)

L^* = The lightness factor (value)

ค่า L^* แสดงค่าความสว่าง

- มีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100

- มีค่าความมืดเมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0

a^*, b^* = The chromaticity coordinates (hue, chroma)

ค่า a^* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง

- มีค่าลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

ค่า b^* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง

- มีค่าลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

ทั้ง a^* และ b^* หากมีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีเทา

ค่า chroma - มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง (เทา)

- มีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

ค่า hue angle (h°) เป็นค่าที่แสดงสีแท้จริงของวัตถุในช่วงมุม 0-360 องศา สามารถคำนวณจากสมการ ได้ดังนี้ (McGuire, 1992)

$$\text{THETA} = (\arctangent(b^*/a^*)/6.2832 \times 360)$$

ถ้า $a > 0$ และ $b > 0$; ค่า $h^\circ = \text{THETA} + 90$

ถ้า $a < 0$ และ $b > 0$; ค่า $h^\circ = \text{THETA} + 180$

ถ้า $a < 0$ และ $b < 0$; ค่า $h^\circ = \text{THETA} + 270$

ถ้า $a > 0$ และ $b < 0$; ค่า $h^\circ = \text{THETA} + 360$

ค่า h° เป็นค่าที่แสดงช่วงสีของวัตถุ คือ

0-45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง

180-225 องศา แสดงสีเขียวถึงสีน้ำเงิน

45-90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง

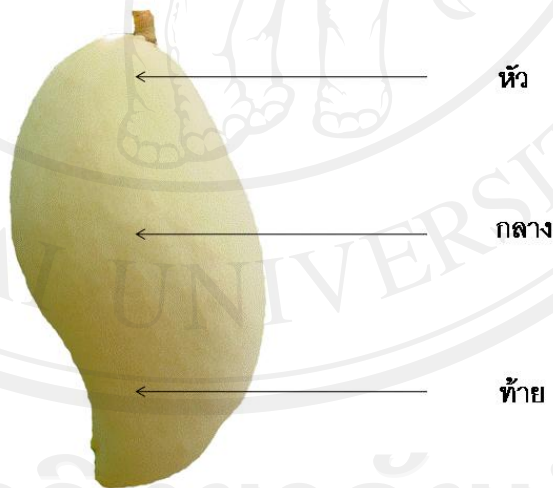
225-270 องศา แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน

90-135 องศา แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว

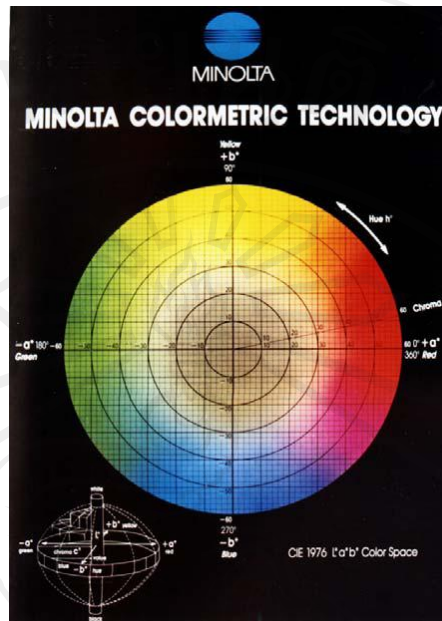
270-315 องศา แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง

135-180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว

315-360 องศา แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง



ภาพที่ 3. ตำแหน่งหัว กลาง ท้ายของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ใช้ในการวัดสีเปลือก



ภาพที่ 4. โครงสร้างของสี 3 มิติ ใน CIE 1976 L* a* b* Color Space

4.5.4 ความแน่นเนื้อรวมเปลือกและไม่รวมเปลือก วัดโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (fruit hardness tester) รุ่น FHR-1 ของบริษัท NIPPON OPTICAL WORKS ขนาด 1 กิโลกรัม หัววัดรูปทรงกระบอก (cylinder shape) เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร วัดความแน่นเนื้อทั้งสองด้านของมะม่วง โดยเฉือนเปลือกออกของแต่ละด้าน มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

4.5.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids, TSS) โดยคั้นน้ำจากเนื้อผลหดยกลงบนเครื่องวัด digital refractometer รุ่น PAL-1 ของบริษัท Atago Co., Ltd. อ่านค่า TSS ที่ได้ซึ่งมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์

4.5.6 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA)

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

นำน้ำมะม่วงมา 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรโดยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร แล้วจึงนำมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและเป็นเบส จนสารละลายมีความเป็นกรดเป็นเบสเท่ากับ 8.2 แล้วจึงคำนวณหาปริมาณ TA ในรูปของกรดซิตริก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรด} = \frac{\text{ความเข้มข้น NaOH (N)} \times \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (ml)} \times 0.064 \times 100}{\text{ปริมาตรน้ำคั้นมะม่วง 5 (ml)}}$$

หมายเหตุ : * milliequivalent weight of citric acid (anhydrous) = 0.064

4.5.7 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรต (Total Soluble Solids : Titratable Acidity, TSS : TA)

4.6 คุณภาพผลสุก (วิเคราะห์เหมือนกับผลแก่จัด)

ผลสุกเป็นผลที่บ่มด้วยเอทรีล 48% (Ethrel) ที่ความเข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้าน (ppm) เป็นเวลา 4 วัน

4.6.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด จำนวน 4 เมล็ดต่อต้นของทุกต้น ด้วยเวอร์เนีย แคลลิเปอร์ส มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

5. วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลรีดิวซิ่งและธาตุอาหารไนโบ สุ่มเก็บทุก 15 วัน ตั้งแต่เริ่มตัดแต่งกิ่ง ถึง ระยะออกดอก (ตามวิธีในภาคผนวก)

5.1 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate; TNC) โดยใช้วิธีสกัดของ Smith *et al.* (1964) และวิเคราะห์ตามวิธีของ Nelson's reducing sugar procedure (A.O.A.C., 1984)

5.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง (reducing sugar; RS) คัดแปลงวิธีการของ Khalafalla and Palzkill (1990) วิเคราะห์โดยวิธีของ Nelson's reducing sugar (Hodge and Hofreiter, 1962)

5.3 วิเคราะห์ไนโตรเจน ตามวิธีของ Ohyama *et al.* (1991)

6. หน่วยความร้อน (heat unit) มีหน่วยเป็น (Celsius Degree Days, CDD) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{หน่วยความร้อน} = \frac{\text{Max. } t^\circ - \text{Min. } t^\circ}{2} - \text{base line } t^\circ$$

base line t° = 18 องศาเซลเซียส (Roa and Srinath, 1967)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ least significant difference test (LSD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สถานที่ใช้ดำเนินงานวิจัย

สวนมะม่วงของเกษตรกร ในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระหว่างเดือนมิถุนายน 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2553