บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์

1. กล้วยหอมทอง
2. ถุงพลาสติก polyethylene (PE), ถุงพลาสติก polypropylene (PP), ถุงพลาสติก laminate (vacuum) และฟิมล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC)
3. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA)
4. สารดูดซับความชื้น (moisture absorbent, MA)
5. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2)
6. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
7. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ
8. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
9. เครื่องวัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple)
10. เครื่องวัดสี (colorflex® spectrophotometer)
11. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ CO_2:O_2 (gas analyzer)
12. เครื่องวัดความหวาน(hand refractometer)
13. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (effegi penetrometer)
14. เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์และอุปกรณ์ไทเทรต
15. อุปกรณ์ในการทำ x-section เช่น กระจกสไลด์ กล้องจุลทรรศน์
16. สารเคมีต่างๆ เช่น NaOH ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) และสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ใช้เวลาในการทดลอง 12 เดือน

3.4 วิธีดำเนินงาน

คัดเลือกกล้วยหอมทองที่มีลักษณะและคุณภาพที่ดี อายุ 80 วันหลังกาบปลีเปิดจากสวน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่มีลักษณะผลกลม ไม่มีเหลี่ยม สีผิวสม่ำเสมอมาทำการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของภาชนะบรรจุ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในขณะเก็บรักษากล้วยหอมทอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 วิธีการ วิธีการละ 3 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 4 ผล

วิธีการที่ 1 ถุงพลาสติก polyethylene (PE)

วิธีการที่ 2 ถุงพลาสติก polypropylene (PP)

วิธีการที่ 3 ถุงพลาสติก laminate (vacuum)

วิธีการที่ 4 ฟิล์มพลาสติก polyvinyl chloride (PVC)

นำกล้วยหอมทองที่มีลักษณะและคุณภาพที่ดี มาจุ่มในสารละลายไธอะเบนดาโซล (TBZ) ความเข้มข้น 500 ppm โดยจุ่มเฉพาะขั้วของผลนาน 1 นาที แล้วผึ่งให้แห้งมาบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ ตามวิธีการทดลองถุงละ 4 ผล พร้อมทั้งใส่สารดูดซับเอทิลีนถุงละ 20 กรัม และสารดูดซับความชื้น จากนั้นนำไปผนึกถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศพร้อมกับเติม CO_2 และ O_2 ในอัตราส่วน 10:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) หลังจากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 16 ± 2 องศาเซลเซียส

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของระดับอุณหภูมิและระยะเวลาการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x5 factorial in completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 20 treatment combinations แต่ละ treatment มี 3 ซ้ำ (replication)ซ้ำละ 4 ผล ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มี 4 ระดับ คือ

a1 = 5 องศาเซลเซียส

a2 = 0 องศาเซลเซียส

a3 = -5 องศาเซลเซียส

a4 = -20 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B คือระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มี 5 ระดับ คือ

b1 = 15 นาที

b2 = 20 นาที

b3 = 25นาที

b4 = 30 นาที

b5= 35 นาที

นำกล้วยหอมทองที่มีลักษณะและคุณภาพที่ดี มาจุ่มในสารละลายไธอะเบนดาโซล (TBZ) ความเข้มข้น 500 ppm โดยจุ่มเฉพาะขั้วของผลนาน 1 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง มาทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักสดแล้วบรรจุในถุงพลาสติก ถุงละ 4 ผล พร้อมทั้งใส่สารดูดซับเอทิลีนถุงละ 20 กรัม และสารดูดซับความชื้น จากนั้นนำไปผนึกถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศพร้อมกับเติม CO_2 และ O_2 ในอัตราส่วน 10:5 หลังจากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 16 ± 2 องศาเซลเซียส

3.5 การบันทึกข้อมูล

3.5.1 การทดลองที่ 1

3.5.1.1 ก่อนการเก็บรักษา บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณ CO_2:O_2 ในภาชนะบรรจุ
2. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
3. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
4. สีเปลือก
5. สีเนื้อ
6. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)

3.5.1.2 ระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 5 วัน บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณ CO_2:O_2 ในภาชนะบรรจุ
2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)
3. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
4. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
5. สีเปลือก
6. สีเนื้อ
7. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)

3.5.1.3 ภายหลังการเก็บรักษาทุกๆ 5 วัน นำกล้วยหอมทองมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
2. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
3. สีเปลือก
4. สีเนื้อ
5. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
6. คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)
7. อายุการเก็บรักษา (วัน)

3.5.2 การทดลองที่ 2

3.5.2.1 ก่อนการเก็บรักษา บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณก๊าซ CO_2:O_2 ในภาชนะบรรจุ
2. อุณหภูมิภายใน (องศาเซลเซียส)
3. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
4. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
5. สีเปลือก
6. สีเนื้อ
7. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
8. ลักษณะเนื้อเยื่อ

3.5.2.2 ระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 5 วัน บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณก๊าซ CO_2:O_2 ในภาชนะบรรจุ
2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)
3. อุณหภูมิภายใน (องศาเซลเซียส)
4. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
5. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
6. สีเปลือก
7. สีเนื้อ
8. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
9. ลักษณะเนื้อเยื่อ

3.5.2.3 ภายหลังการเก็บรักษาทุกๆ 5 วัน นำกล้วยหอมทองมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ปริมาณ total soluble solid ; TSS (brix)
2. ปริมาณ tritratable acidity ; TA (เปอร์เซ็นต์)
3. สีเปลือก
4. สีเนื้อ
5. ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)
6. คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)
7. อายุการเก็บรักษา (วัน)

3.6 การศึกษาข้อมูล

3.6.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของกล้วยหอมทอง ก่อนการเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษา จากนั้นนำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสด และคำนวณตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

3.6.2 ปริมาณก๊าซ CO_2:O_2 ในภาชนะบรรจุ

ภายหลังบรรจุผลกล้วยหอมทองเรียบร้อยแล้ว นำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±2 องศาเซลเซียส และทุกๆ 3 ชั่วโมงนำภาชนะบรรจุดังกล่าวมาวัดปริมาณก๊าซ CO_2: O_2 ด้วยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ CO_2: O_2 (gas analyzer) จำนวน 12 ครั้ง จากนั้น ทุกๆ 5 วัน จึงทำการวัดปริมาณก๊าซ CO_2: O_2 จนกว่าจะสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

3.6.3 อุณหภูมิภายใน

วัดอุณหภูมิภายในของผลกล้วยหอมทอง โดยการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิภายใน (thermocouple) แทงเข้าไปในผลกล้วยหอมทองที่ผ่านการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแล้วจึงอ่านค่าออกมา มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

3.6.4 ปริมาณ total soluble solid (TSS)

นำผลกล้วยหอมทองมาคั้นน้ำออก จากนั้นนำน้ำคั้นมาหยดลงบน hand refractometer แล้วอ่านค่า TSS มีหน่วยเป็น brix

3.6.5 ปริมาณ tritratable acidity (TA)

นำผลกล้วยหอมทองมาคั้นน้ำออก จากนั้นนำน้ำคั้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรด่างที่ใช้ เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดมาลิคจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดมาลิค} = \frac{\text{N base} \times \text{ml. base} \times \text{meq.wt. ของกรดมาลิค}}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดย N base = normality ของ NaOH

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไทเทรต

meq.wt. ของกรดมาลิค = 0.06705

3.6.6 ลักษณะเนื้อเยื่อ

บันทึกลักษณะเนื้อและเปลือกของกล้วยหอมทอง ภายหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (precooling) จากนั้นนำผลกล้วยหอมทองมาตัด x-section เพื่อศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของเนื้อและเปลือกของกล้วยหอมทอง

3.6.7 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกกล้วยหอมทอง ทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา โดยใช้เครื่องวัดสี colorflex® spectrophotometer เป็นค่า L*a*b* color space

3.6.8 การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อกล้วยหอมทองทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษา โดยใช้เครื่องวัดสี colorflex® spectrophotometer เป็นค่า L*a*b* color space

3.6.9 ความแน่นเนื้อ

ใช้ effigi penetrometer ซึ่งมีหัวเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.11 เซนติเมตร กดลงบนผิวเปลือกกล้วยหอมทอง ลึก 0.5 เซนติเมตร จำนวน 2 ครั้งต่อผล จากนั้นแปลงค่าความแน่นเนื้อที่ได้เป็นนิวตัน โดยคูณด้วย 9.807

3.6.10 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

หลังการเก็บรักษา นำกล้วยหอมทองมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง เมื่อผลกล้วยหอมทองสุกสม่ำเสมอ คือมีสีผิวเหลืองทั่วผลและมีกลิ่นหอม มาชิม โดยใช้ผู้ชิม 8 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะ คือ ลักษณะภายนอก-ภายใน กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนแบบ hedonic scale 5 ระดับ ดังนี้ 7 = ชอบมากที่สุด, 5 = ชอบ, 3 = พอใช้, 1 = ไม่ชอบ (British Nutrition Foundation. 2001)

3.6.11 อายุการเก็บรักษา

นับจากวันที่เริ่มเก็บรักษาไปจนถึงวันที่เริ่มยอมรับผลผลิตไม่ได้ เช่น สีเปลือกเปลี่ยน เป็นสีดำ ผลนิ่ม หรือลักษณะอื่นๆ ที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.6.12 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์