

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการผลิตอย่างยั่งยืนและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลเพื่อ การพาณิชย์ของเกษตรกรในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์ปีที่ 2 ในครั้งนี้ ใช้พืชทดลองเป็นทุเรียน พันธุ์หลงลับ แล ที่ปลูกอยู่ในพื้นที่สวนตำบลน่านกกก ตำบลแม่พูล และตำบลฝายหลวง อำเภอลับแล จังหวัด อุตรดิตถ์ และตำบลห้วยไร่ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ แบ่งการทดลองได้ 8 การทดลอง ได้แก่

1. การศึกษาผลของการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบที่มีต่อการออกดอกของทุเรียน หลงลับแลนอกฤดู
2. การศึกษาผลของการใช้สารแคลเซียม-โบรอนและสารรายสัปดาห์ที่มีต่อการติดผลและ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแล
3. การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู
 - 3.1 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผล
 - 3.2 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้น้ำหนักแห้ง)
4. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู
5. การประเมินคุณภาพทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลิตผลโดยใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS)
6. การยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล
 - 6.1 ผลของการใช้สารกัมมะระบิกและสารเคลือบผิวโคโตแซนร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำที่ เหมาะสมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล
7. การชะลอการสุกของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู
 - 7.1 ผลของการใช้สาร 1-Methylcyclopropene ที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและ อายุการเก็บรักษาของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู)
8. ฐานข้อมูลสารสนเทศเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลคุณภาพดีตามพิกัดภูมิศาสตร์ มี วิธีการวิจัยดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบที่มีต่อการออกดอกนอกฤดูของทุเรียน หลงลับแล

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 3 ซ้ำ โดยใช้ ทุเรียนหลงลับแล อายุประมาณ 10 ปี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชายพุ่ม 6-7 เมตรของกลุ่มเกษตรกรผู้ ปลูกทุเรียนหลงลับแล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยทำการตัดแต่งกิ่งและฉีดพ่นสารละลาย โปตัสเซียมไนเตรท อัตรา 300 กรัม /20 ลิตร และไฮโอยูเรีย อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เพื่อเตรียม ความพร้อมของต้นในการแตกใบอ่อนพร้อมกัน หลังจากนั้น 1 เดือน ต้นทุเรียนหลงลับแลจะมีการ แตกใบอ่อน (ระยะใบเพสะลาด) ทำการฉีดพ่นทางใบด้วยสารพาโคลบิวทราโซลชนิดผง (สารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์) และทำการติดดอกด้วยสารละลายสารละลายโปตัสเซียมไนเตรท อัตรา 300 กรัม/น้ำ 20 ลิตรและไฮโอยูเรีย อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ประกอบด้วย

ทรีตเมนต์ 1 Control

ทรีตเมนต์ 2 สารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (125 ppm)

ทรีตเมนต์ 3 สารพาคโคลบิวทราโซลอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (250 ppm)

ทรีตเมนต์ 4 สารพาคโคลบิวทราโซลอัตรา 75 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (375 ppm)

ทรีตเมนต์ 5 สารพาคโคลบิวทราโซลอัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (500 ppm)

การฉีดพ่นทั่วทั้งต้นปริมาตร 20 ลิตร/ต้น และผสมสารจับใบไปด้วยทุกครั้ง การใส่ปุ๋ยและการป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำการเก็บเกี่ยวในแต่ละทรีตเมนต์ เมื่อผลทุเรียนมีอายุ 105 วันหลังดอกบาน ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ผล และนำผลทุเรียนมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีทุก 3 วัน (0 3 และ 6)

การบันทึกผลการทดลองที่ 1

การวิเคราะห์คุณภาพของทุเรียนหลงลับแล

1. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบทุเรียนหลงลับแล โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบจากใบคู่ที่ 3 จำนวน 10 ใบต่อต้น ก่อนการฉีดพ่นสารพาคโคลบิวทราโซล จำนวน 1 ครั้ง และหลังการฉีดพ่นสารพาคโคลบิวทราโซล จำนวน 4 ครั้ง
2. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว
3. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแตกของผลทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว
4. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยว
5. การเปรียบเทียบสีเปลือกและสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น DP-1000 และรายงานผลเป็นค่า L^* , a^* และ b^* และ Hue angle (H°)
6. การวิเคราะห์ความแน่นเนื้อของเปลือกและเนื้อ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyser) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น QTS25 ค่าที่คำนวณได้เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
7. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง Digital Hand-Held Refractometer Pocket ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Pal-1 อ่านค่าเป็น %Brix
8. การวิเคราะห์ร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้ง ด้วยวิธีมาตรฐาน (A.O.A.C., 1990)

การทดลองที่ 2 ผลของการใช้สารละลายแคลเซียม โบรอน และสาหร่ายสกัด ที่มีต่อการติดผลและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลทุเรียนหลงลับแล

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ใช้ทุเรียนหลงลับแลอายุประมาณ 10 ปี จำนวน 28 ต้น ของของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้สารพาคโคลบิวทราโซล 500 ppm เพื่อบังคับให้ออกดอกในเดือนพฤศจิกายน เมื่อออกดอกในการสุ่มช่อดอกจากกิ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกันและอยู่ในระยะเดียวกัน ทำการให้สารแคลเซียม โบรอน (Ca-B) และ สาหร่ายสกัด ตามทรีตเมนต์ดังต่อไปนี้

ทรีตเมนต์ 1 Control

ทรีตเมนต์ 2 ให้สาร Ca-B 0.5 mL/L

ทรีตเมนต์ 3 ให้สาร Ca-B 0.5 mL/L + สาหร่ายสกัด 1 mL/L

ทรีตเมนต์ 4 ให้สาร Ca-B 1.0 mL/L

ทรีตเมนต์ 5 ให้สาร Ca-B 1.0 mL/L + สาหร่ายสกัด 1 mL/L

ทรีตเมนต์ 6 ให้สาร Ca-B 2.0 mL/L

พรีตเมนต์ 7 ให้สาร Ca-B 2.0 ml/L + สารย้ายสกัด 1 ml/L

ฉีดพ่น Ca-B โดยฉีดพ่น 6 ครั้ง โดยให้สารครั้งที่ 1 (ช่อดอกระยะไข่ปลา) ครั้งที่ 2 (ระยะมะเขือพวง) ครั้งที่ 3 (ระยะหัวกำไล) ครั้งที่ 4 (ระยะหลังดอกบาน 40 วัน) ครั้งที่ 5 (ระยะหลังดอกบาน 60 วัน) ครั้งที่ 6 (ระยะหลังดอกบาน 80 วัน) การฉีดพ่นทั่วทั้งต้นปริมาณ 10 ลิตรต่อต้น และผสมสารจับใบด้วยทุกครั้ง โดยพรีตเมนต์ละ 4 ต้น

การบันทึกผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว
2. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแตกของผลทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว
3. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยว
4. การเปรียบเทียบสีเปลือกและสีเนื้อด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น DP-1000 และรายงานผลเป็นค่า L*, a* และ b* และ Hue angle (H°)
5. การวิเคราะห์ความแน่นเนื้อของเปลือกและเนื้อ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyser) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น QTS25 ค่าที่คำนวณได้เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
6. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง Digital Hand-Held Refractometer Pocket ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Pal-1 อ่านค่าเป็น %Brix
7. การวิเคราะห์ร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้ง ด้วยวิธีมาตรฐาน (A.O.A.C., 1990)
8. การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส ฟรุคโตส ด้วยเครื่อง HPLC
9. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครสสร้างและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การทดลองที่ 3 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแล

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้การนับอายุผล

คัดเลือกต้นทุเรียนหลงลับแลที่ผลิตนอกฤดูจากการทดลองที่ 1 ที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ที่สวนทุเรียนหลงลับแล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 50 ต้น ทำเครื่องหมายโดยการผูกเชือกสีที่ช่อดอกทุเรียนหลงลับแลเมื่อดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของช่อดอก เก็บตัวอย่างผลทุเรียนหลงลับแลครั้งละ 100 ผล โดยวิธีการสุ่มจากผลที่ทำเครื่องหมายไว้ตั้งแต่อายุครบ 60 วัน จนกระทั่งอายุการเก็บเกี่ยว 50 60 70 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (การแก่เต็มที่) ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid content; SS) ปริมาณกรด (titratable acidity; TA) อัตราส่วน SS/TA สีเปลือกสีเนื้อ ปริมาณวิตามินซี การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ ปริมาณแป้ง เป็นต้น ตลอดจนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธีวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูโดยใช้น้ำหนักแห้ง

คัดเลือกต้นทุเรียนหลงลับแลที่ผลิตนอกฤดูจากการทดลองที่ 1 ที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ที่สวนทุเรียนหลงลับแล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 50 ต้น ทำเครื่องหมายโดยการผูกเชือกสีที่ช่อดอกทุเรียนหลงลับแล เมื่อดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของช่อดอก เก็บตัวอย่างผลทุเรียนหลงลับแล ครั้งละ 100 ผล โดยวิธีการสุ่มจากผลที่ทำเครื่องหมายไว้นำมาใช้ในการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 ซ้ำๆ ละ 20 ผลโดยมีปัจจัยที่ศึกษาดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือ อายุหลังดอกบานของผลทุเรียนหลงลับแล 3 ระดับ ได้แก่ 90 100 และ 120 วัน

ปัจจัยที่ 2 คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 3 ระดับ ได้แก่ 0 3 5 และ 7 วัน

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี คือ การหาปริมาณน้ำหนักรับแห้ง (%dry matter)

การทดลองที่ 4 การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู

การประเมินความเสียหายของทุเรียนหลงลับแล ในระยะเก็บเกี่ยว ระยะขนส่ง และระยะวางจำหน่ายสำรวจและเก็บข้อมูลจากสวนทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูจำนวน 5 สวน ของเกษตรกรในจังหวัดอุตรดิตถ์ ตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การบรรจุและขนส่งจากสวนไปยังโรงคัดบรรจุ กรรมวิธีคัดบรรจุ การขนส่ง และวิธีการขนส่ง จากโรงคัดบรรจุไปยังตลาดขายปลีกในจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยทำการเก็บข้อมูลความเสียหายของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูในแต่ละระยะการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ศาสตร์สาเหตุของการสูญเสียในแต่ละระยะการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว และหาค่า Disease Incidence

1. การตรวจสอบคุณภาพผล

สุ่มตัวอย่างทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูในระยะเก็บเกี่ยว จากสวนในของเกษตรกร จำนวน 5 สวน โดยนำมาสวนละ 100 ผล ตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การบรรจุและขนส่งจากสวนไปยังโรงคัดบรรจุ กรรมวิธีคัดบรรจุ การขนส่ง และวิธีการขนส่ง เริ่มตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ตั้งแต่วันเก็บเกี่ยวจนกระทั่งทุเรียนหลงลับแลหมดสภาพการจำหน่าย ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids content; SS) สีเปลือกสีเนื้อ การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ ปริมาณแป้ง เป็นต้น ตลอดจนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

2. การตรวจสอบการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว

สุ่มตัวอย่างทุเรียนหลงลับแลที่มีคุณภาพดี 5 กลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 2 กลุ่มละ 100 ผล โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ และการตรวจสอบการเกิดโรค (Disease Incidence)

การบันทึกผล เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผลเน่าจากเชื้อรา *Rhizopus spp.* และ *Phytophthora sp* โดยการนับจำนวนผลที่เกิดเชื้อราแต่ละชนิด โดยคำนวณจาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดเชื้อรา} = \frac{\text{จำนวนผลที่ติดเชื้อรา} \times 100}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

ลักษณะปรากฏ บันทึกการให้คะแนนตามระดับคะแนนดังนี้

ระดับที่ 1 ผลมีความสดอยู่ระหว่าง 0-25 เปอร์เซ็นต์

ระดับที่ 2 ผลมีความสดอยู่ระหว่าง 25-50 เปอร์เซ็นต์

ระดับที่ 3 ผลมีความสดอยู่ระหว่าง 50-75 เปอร์เซ็นต์ (หมดอายุการจำหน่าย)

ระดับที่ 4 ผลมีความสดอยู่ระหว่าง 75-99 เปอร์เซ็นต์ (หมดอายุการจำหน่าย)

ระดับที่ 5 ผลมีความสดอยู่ระหว่าง 100 เปอร์เซ็นต์ (หมดอายุการจำหน่าย)

การทดลองที่ 5 การประเมินคุณภาพทุเรียนหลงลับแลแบบไม่ทำลายผลผลิตผลโดยใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 : อายุการเก็บเกี่ยวทุเรียน 3 ระดับ

คือ 100 วันหลังดอกบาน (ทุเรียนอ่อน หรือ immature)

105 วันหลังดอกบาน (ทุเรียนแก่ หรือ mature)

และ 110 วันหลังดอกบาน (ทุเรียนแก่เกิน หรือ over mature)

ปัจจัยที่ 2 : อายุการเก็บรักษา 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 6 วัน

ในแต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 ผล ใช้ทุเรียนหลงลับแลของเกษตรกรในเขตอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 90 ผล นำผลทุเรียนเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

1. การวัด spectrum ด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer

ทำการวัด spectrum 3 ตำแหน่ง คือ ก้านบนเหนือปลิง ก้านล่างใต้ปลิง และเปลือกกลางพูสมบูรณ์ ด้วยเครื่อง NIR spectrometer แบบตั้งโต๊ะ (MPA) และแบบพกพา (GUN) ณ ห้องปฏิบัติการ Near Infrared (NIR) Technology และนำผลทุเรียนดังกล่าวมาวิเคราะห์และบันทึกคุณภาพทางเคมี (ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ร้อยละของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด) เพื่อนำค่าทางเคมีต่างๆ ที่ได้มาสร้างสมการทำนายต่อไป โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่วัดกับค่าทางเคมี

2. การวิเคราะห์หาค่าทางเคมีของผลทุเรียนหลงลับแลที่ผ่านการวัด spectrum ด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer

2.1 การหาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อทุเรียน (total soluble solids; TSS)

โดยนำเนื้อทุเรียน (จากพูของผลตรงตำแหน่งที่วัดด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer) ผสมในน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:3 (เนื้อทุเรียนหนัก 30 กรัมผสมน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร) ปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดกรองน้ำคั้นด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายส่วนใสมาวัดด้วยเครื่อง Digital Hand-Held Refractometer Pocket ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Pal-1 อ่านค่าเป็น %Brix นำค่าที่ได้คูณด้วย 4 มีหน่วยเป็น %Brix ของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

2.2 การหาค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน (%Dry matter; %DM ของเนื้อทุเรียน) (AOAC, 1990)

นำเนื้อทุเรียน (จากพูของผลตรงตำแหน่งที่วัดด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer) หั่นเนื้อทุเรียนให้ละเอียด คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน จำนวน 20 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ทั้งหมด 3 ซ้ำ และนำเข้าอบแห้งในตู้อบแบบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 48 - 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างแห้งจะคงที่ ทำการชั่งหาน้ำหนักสุดท้าย (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) หรือน้ำหนักเนื้อแห้ง แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อ หาได้จาก

$$\text{ค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้ง} = (\text{น้ำหนักสุดท้ายเป็นกรัม} / \text{น้ำหนักเริ่มต้นเป็นกรัม}) \times 100$$

2.3 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total Non-Structural Carbohydrates; TNC)

นำตัวอย่างเนื้อทุเรียนที่อบแห้งบดละเอียดแล้ว ชั่ง 0.025 g ใส่ลงใน flash ขนาด 50 ml. แล้วเติมกรด 0.2 N H_2SO_4 ปริมาตร 40 ml ปิดปากขวดด้วยฟอยด์ นำเข้าตู้อบลมร้อนเพื่อสกัดที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงทิ้งไว้ให้เย็นแล้วคายนำตัวอย่างที่สกัดได้มากรองผ่าน vacuum pump ใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7.0-7.3 ด้วย 1N NaOH และ 0.1N HCl ทำการปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ เป็น 50 ml ด้วยน้ำกลั่น แล้วผสมให้เข้ากัน จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างดังกล่าวมา 1 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง พร้อมกับเติม alkalic copper reagent 1 ml แล้วผสมให้เข้ากัน นำหลอดทดลอง (ปิดปากหลอดด้วยฟอยด์) ไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ นาน 15 นาที เมื่อครบเวลา นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม arsenomolybdic reagent 1 ml พร้อมกับผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาณเป็น 12.5 ml (เติม 9.5 ml) พร้อมทั้งจับเวลา 30 นาที (ตั้งแต่ปรับปริมาตรหลอดแรก) ผสมสารละลายให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 30 นาทีจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 500 nm ด้วยเครื่องดูดกลืนแสงในช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV-Visible Spectrophotometer) เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 0 - 400 ppm ซึ่งนำไปทำให้เกิดสีเช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณปริมาณ TNC โดยการเทียบจากกราฟมาตรฐานกลูโคส

2.4 การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar; TS)

นำตัวอย่างที่อบแห้งบดละเอียดแล้ว ชั่ง 0.0125 g ใส่ลงใน flash ขนาด 50 ml. แล้วเติม แอลกอฮอล์ 50% ปริมาตร 20 ml ปิดปากขวดด้วยฟอยด์ นำเข้าตู้อบลมร้อนเพื่อสกัดที่อุณหภูมิ $60^{\circ}C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและเขย่าทุก 30 นาที เมื่อครบเวลา 2 ชั่วโมงทิ้งไว้ให้เย็น แล้วคายนำตัวอย่างที่สกัดได้มากรองผ่าน vacuum pump ใช้กระดาษกรองเบอร์ 42 ทำการปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ เป็น 50 ml ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 ml ใส่ลงในหลอดทดลองและเติม 0.5 ml ของ 0.1 N HCl แล้วผสมให้เข้ากัน นำหลอดทดลอง (ปิดปากหลอดด้วยฟอยด์) ไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ นาน 15 นาที เมื่อครบเวลา นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็น เติม 0.5 ml ของ 0.1 N NaOH แล้วผสมให้เข้ากัน แล้วจึงเติม alkalic copper reagent 1 ml แล้วผสมให้เข้ากัน นำหลอดทดลอง (ปิดปากหลอดด้วยฟอยด์) ไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ นาน 15 นาที เมื่อครบเวลา นำออกมาวางทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม Nelson's reagent 1 ml พร้อมกับผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาณเป็น 12.5 ml (เติม 8.5 ml) พร้อมทั้งจับเวลา 30 นาที (ตั้งแต่ปรับปริมาตรหลอดแรก) ผสมสารละลายให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 30 นาทีจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 500 nm ด้วยเครื่องดูดกลืนแสงในช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV-Visible Spectrophotometer) เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 0 - 400 ppm ซึ่งนำไปทำให้เกิดสีเช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณปริมาณ TS โดยการเทียบจากกราฟมาตรฐานกลูโคส

3. การสร้างสมการทำนายคุณภาพทุเรียนหลงลับแล โดยการสร้างสมการทำนายจากการวัด spectrum ด้วยเครื่องพกพาด้วยโปรแกรม Ca-Maker และเครื่องตั้งโต๊ะด้วยโปรแกรม OPUS 6.5

3.1 วิเคราะห์กลุ่มทุเรียนพันธุ์หลงลับแลความแตกต่างกัน จำนวน 90 ตัวอย่าง ทำการสุ่มแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกใช้เพื่อการสร้างโมเดลและปรับเทียบ จำนวน 54 ตัวอย่าง (calibration) กลุ่มที่สองใช้เพื่อการทำนาย จำนวน 36 ตัวอย่าง (validation) ทั้งนี้เพื่อให้ตัวอย่างที่นำไปใช้สร้างโมเดล มาจากตัวแทนของข้อมูลทางเคมีที่ครอบคลุมทั้งหมด และเพื่อให้ตัวอย่างที่นำไปใช้ในการทำนายมาจากตัวแทนของข้อมูลทางเคมีที่มีการกระจายตัวที่ดี ในการวิเคราะห์จึงจัด

กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูลค่าทางเคมีของกลุ่มที่หนึ่งจะครอบคลุมข้อมูลของกลุ่มที่สอง และข้อมูลทั้งสองกลุ่มจะมีค่าการกระจายใกล้เคียงกัน และทั้งข้อมูลดิบที่ได้จากการวัดโดยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนพลังงานแสงย่านใกล้อินฟราเรดจะทำการ pretreatment ด้วยวิธีการ second – order derivative เพื่อให้ได้ผลการทำนายที่ดีที่สุดในใช้งาน

3.2 ข้อมูลที่แยกไว้ใช้เพื่อการสร้างโมเดลและเปรียบเทียบของแต่ละกลุ่ม นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างโมเดลของแต่ละกลุ่มโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ Partial Least squares regression (PLSR) และใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบ cross – validation เพื่อให้ได้โมเดลที่ดีที่สุดของแต่ละกลุ่มในการวิเคราะห์เปรียบเทียบต่อไป การเลือกให้ได้โมเดลที่ดีที่สุดจะพิจารณาจากจำนวน latent variables (LV) ที่ให้ค่าของความผิดพลาด จากการเปรียบเทียบหรือ standard error of calibration (SEC) ต่ำที่สุด และ ค่า bias ต่ำ

3.3 การประเมินประสิทธิภาพในการทำนายของโมเดลแต่ละโมเดล ใช้ข้อมูลของกลุ่มที่แยกไว้สำหรับการทำนายของแต่ละกลุ่มมาทำการทำนายโดยวิธี cross – predictions และพิจารณาเปรียบเทียบผลค่าของ correlation coefficient (R) และค่าของความผิดพลาดจากการทำนายหรือ standard error of prediction (SEP) และค่า bias ที่ได้ เพื่อตัดสินว่าโมเดลแต่ละโมเดลมีความสามารถทำนายได้แม่นยำมากน้อยต่างกันอย่างไร โดยโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการทำนายได้แม่นยำกว่าจะต้องมีค่าของ correlation coefficient (R) ที่สูงกว่า และมีค่า SEP ที่ต่ำกว่า และมีค่า bias ที่ต่ำ ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติและทางคณิตศาสตร์

การทดลองที่ 6 การยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล

การทดลองที่ 6.1 ผลของการใช้สารกัมมธรรบาภิและสารเคลือบผิวไคโตแซนร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแล

โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x3x4 factorial in CRD ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ คือ 15 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90%

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายกัมมธรรบาภิ 3 ระดับ คือ 0 2.5 และ 5%

ปัจจัยที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน 4 ระดับ คือ 0 0.125 0.25 และ 0.50%

ในแต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 6 ซ้ำๆ ละ 6 ผล ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ทุก 3 วัน เป็นเวลา 18 วัน

การตรวจสอบคุณภาพการทดลองที่ 6.1

1. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการเก็บเกี่ยว
2. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแตกของผลทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยว
3. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากเชื้อราภายหลังการเก็บเกี่ยว
4. การเปรียบเทียบสีเนื้อและสีเปลือกด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น DP-1000 และรายงานผลเป็นค่า L^* , a^* , b^* และ Hue angle (H°)
5. การวิเคราะห์ความแน่นเนื้อของเปลือกและเนื้อ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyser) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น QTS25 ค่าที่คำนวณได้เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ด้วยเครื่อง Digital Hand-Held Refractometer Pocket ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Pal-1 อ่านค่าเป็น %Brix
7. การวิเคราะห์ร้อยละของน้ำหนักรวมเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน (AOAC, 1990)

การทดลองที่ 7 การชะลอการสุกของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู

การทดลองที่ 7.1 ผลของการใช้สาร 1-Methylcyclopropene ที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของทุเรียนหลงลับแลนอกฤดู

คัดเลือกผลทุเรียนหลงลับแลนอกฤดูที่มีความแก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีตำหนิและทำการให้สาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP) โดยการรม (fumigation) ในภาชนะที่ปิดสนิทและไม่มีอากาศรั่วไหล ที่อุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นเก็บรักษาทุเรียนหลงลับแลที่อุณหภูมิต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial experiment in Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของสาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP) มี 4 ระดับ คือ 0 0.01 0.1 และ 1.0 ไมโครลิตร/ลิตร

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาของการรมสาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP) มี 4 ระดับคือ 0 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง

ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ มี 3 ระดับ คือ 15 และ 30 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง)

ปัจจัยที่ 4 อายุการเก็บรักษา 4 ระดับ คือ 0 7 14 และ 21 วัน

ในแต่ละทรีตเมนต์ประกอบด้วย 6 ซ้ำ ๆ ละ 6 ลูก ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid content; SS) ปริมาณ สีเปลือกสีเนื้อ เป็นต้น วิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 8 ฐานข้อมูลสารสนเทศเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลคุณภาพดีตามพิกัดภูมิศาสตร์

ดำเนินการสำรวจพื้นที่ปลูกของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงโดยใช้เครื่องชี้พิกัดภูมิศาสตร์ (Global Position System, GPS) และจัดทำแผนที่ภูมิสารสนเทศและฐานข้อมูลสารสนเทศเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนหลงลับแลและคำแนะนำการปลูกทุเรียนพันธุ์หลงลับแล