

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้ว มีขั้นตอน และ รายละเอียดดังนี้

3.1 การวัดขนาดเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แรงกตที่ทำให้เนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แตกหัก และการทดสอบเลือกระดับความต้านลม

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด การออกแบบ และใช้อุปกรณ์ลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยมีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1 การพิจารณาเลือกคุณสมบัติศึกษา

คุณสมบัติของมะม่วงหิมพานต์ที่นำมาใช้ในการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอุปกรณ์ลอกเยื่อหุ้มเมล็ดโดยใช้ความต้านลม ดังนั้นจึงเลือกศึกษา ขนาดของเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แรงกตอัดที่ทำให้เนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แตกหัก และการทดสอบเลือกระดับความต้านลม

3.1.2 การดำเนินการศึกษา

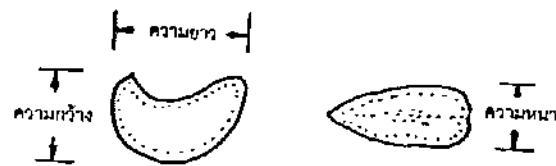
การดำเนินการศึกษา โดยมีรายละเอียดการศึกษาดังต่อไปนี้

1) การวัดขนาดเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ภายหลังการอบ เพื่อกำหนดขนาดกระบอก ประกอบการสร้างอุปกรณ์ลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความต้านลมที่มีตัวสะกิดรอยเปิดภายในกระบอก ทำการวัด 3 ลักษณะ คือ ความกว้าง ความยาว และความหนา (ภาพที่ 3.1) โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์เป็นเครื่องมือวัด

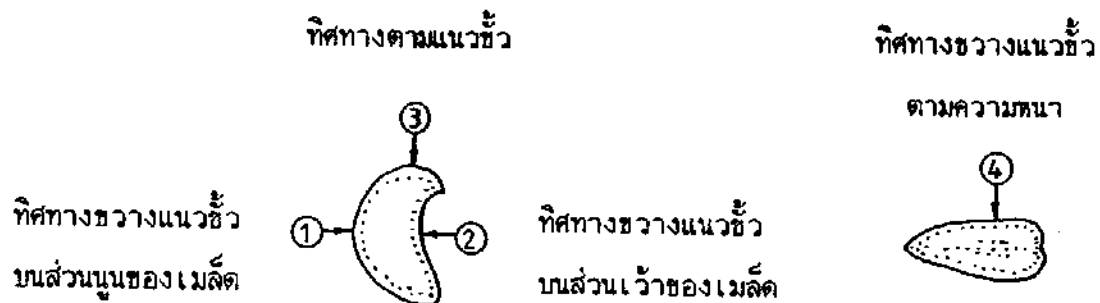
2) การวัดแรงกตอัดที่ทำให้เนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แตกหัก เพื่อกำหนดระดับความต้านลมที่สามารถลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้และในทิศทางที่ทำให้เมล็ดเนื้อในแตกได้ง่าย โดยทำการวัด 4 ทิศทาง คือ ทิศทางขวางแนวชั้นบนส่วนบนของเมล็ด ทิศทางขวางแนวชั้นบนส่วนล่างของเมล็ด ทิศทางตามแนวชั้น และทิศทางขวางแนวชั้นตามความหนา ตามลำดับ โดยแสดงทิศทางการวัดแรงกตอัด (ภาพที่ 3.2) ซึ่งใช้เครื่องมือวัดแรงกตอัด (ภาพที่ 3.3)

3) การทดสอบเลือกระดับความต้านลม โดยพิจารณาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการลอกเยื่อต่อ 1

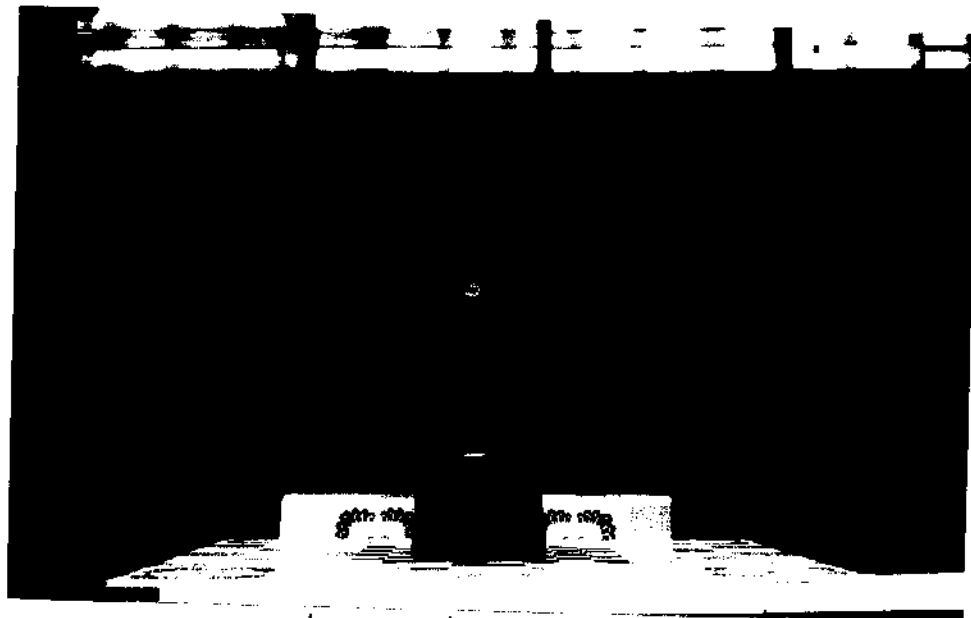
เมล็ดยาน (วินาที) เพื่อเลือกกระดပ်ความถี่ที่สามารถลอกเยื่อหุ้มเมล็ดได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ระดับความถี่ 620 ถึง 896 กิโลเฮิรตซ์



ภาพที่ 3.1 ลักษณะการวัดขนาดเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์



ภาพที่ 3.2 ทิศทางการวัดแรงกดอัดที่ทำให้เมล็ดเนื้อในแตกหัก



ภาพที่ 3.3 เครื่องมือวัดแรงกดอัด

ที่มา : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

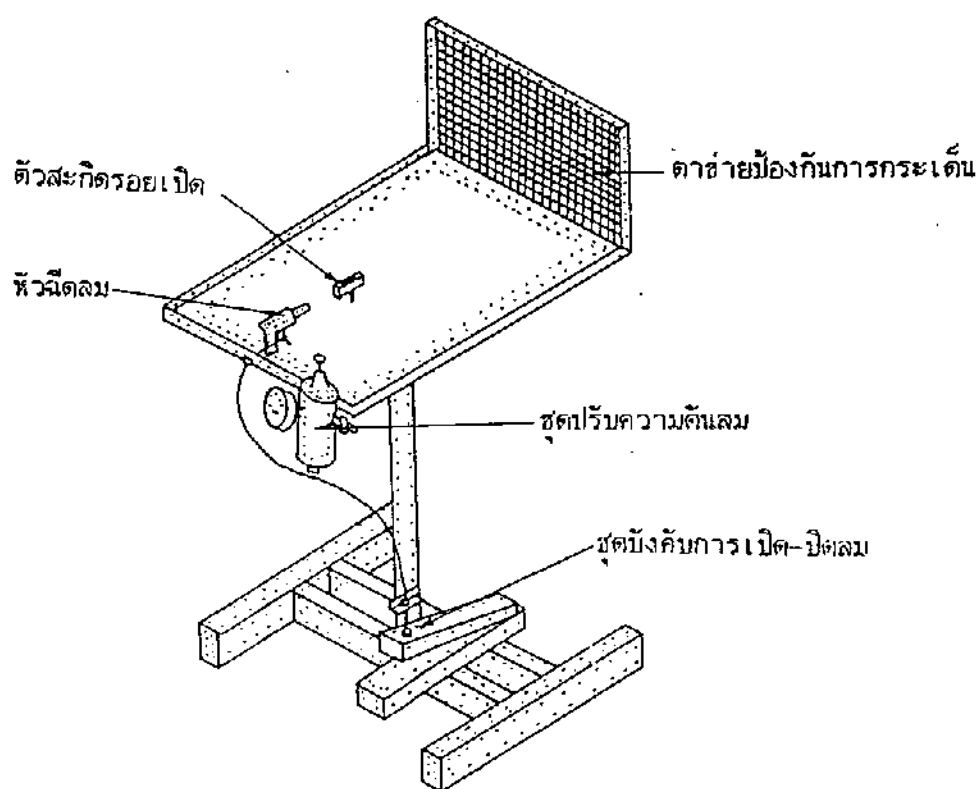
3.2 การทดสอบการลอกเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยวิธีการใช้ความดันลม

การทดสอบในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลการลอกเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยวิธีการใช้ความดันลมในรูปแบบที่ต่างกัน มีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

3.2.1 การศึกษาเลือกรูปแบบการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลม

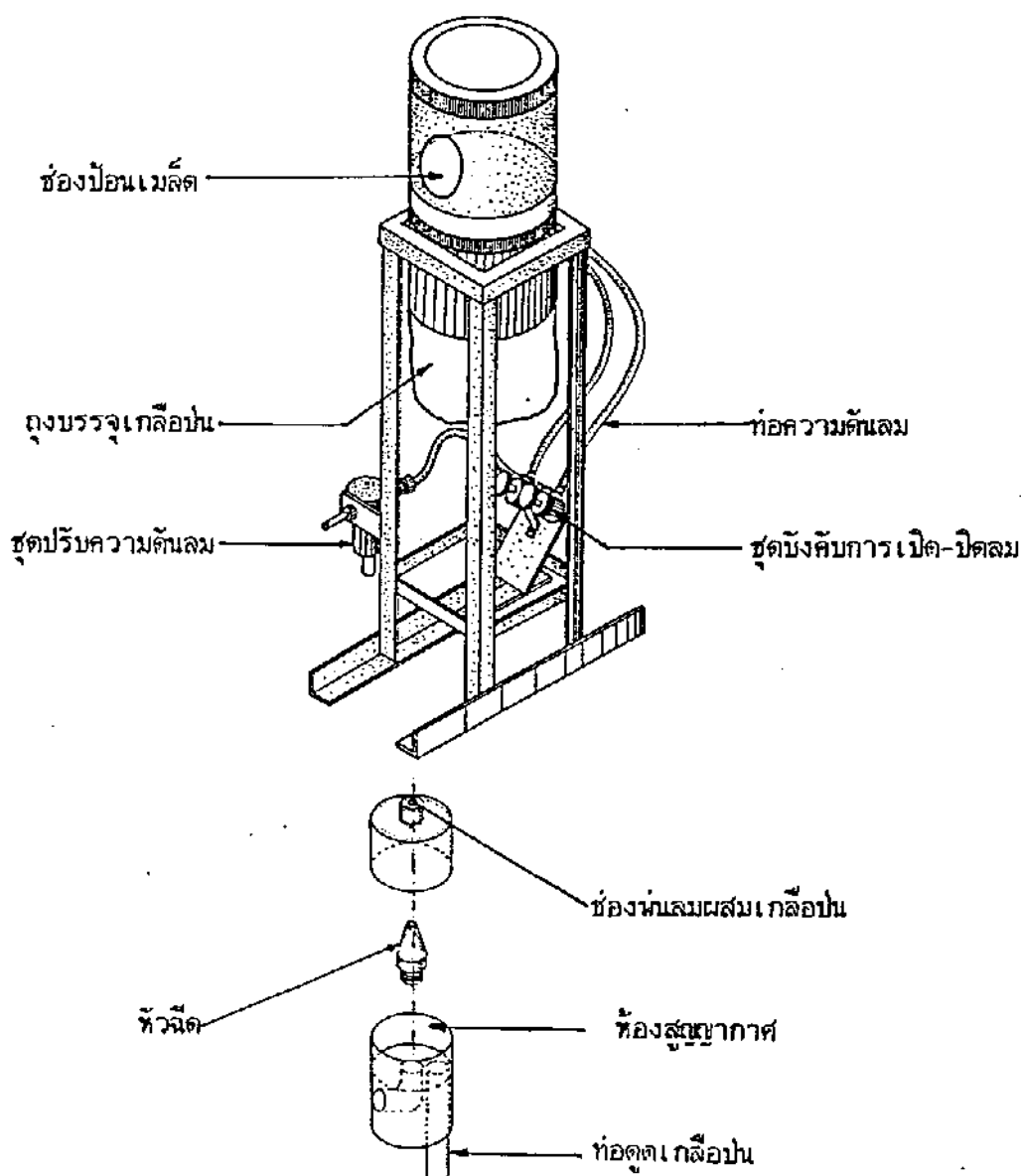
การศึกษเลือกรูปแบบการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยการใช้ความดันลม 3 รูปแบบ มีรายละเอียดของการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1) อุปกรณ์ลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิดมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3.4 วิธีการนี้ต้องสะกิดเยื่อหุ้มเมล็ดให้เป็นรอยเปิดก่อนแล้วจ่อรอยเปิดของเยื่อหุ้มเมล็ดให้ตรงปลายหัวฉีด ขณะเดียวกันปล่อยให้ความดันลมผลักดันให้เยื่อหุ้มเมล็ดหลุดออก



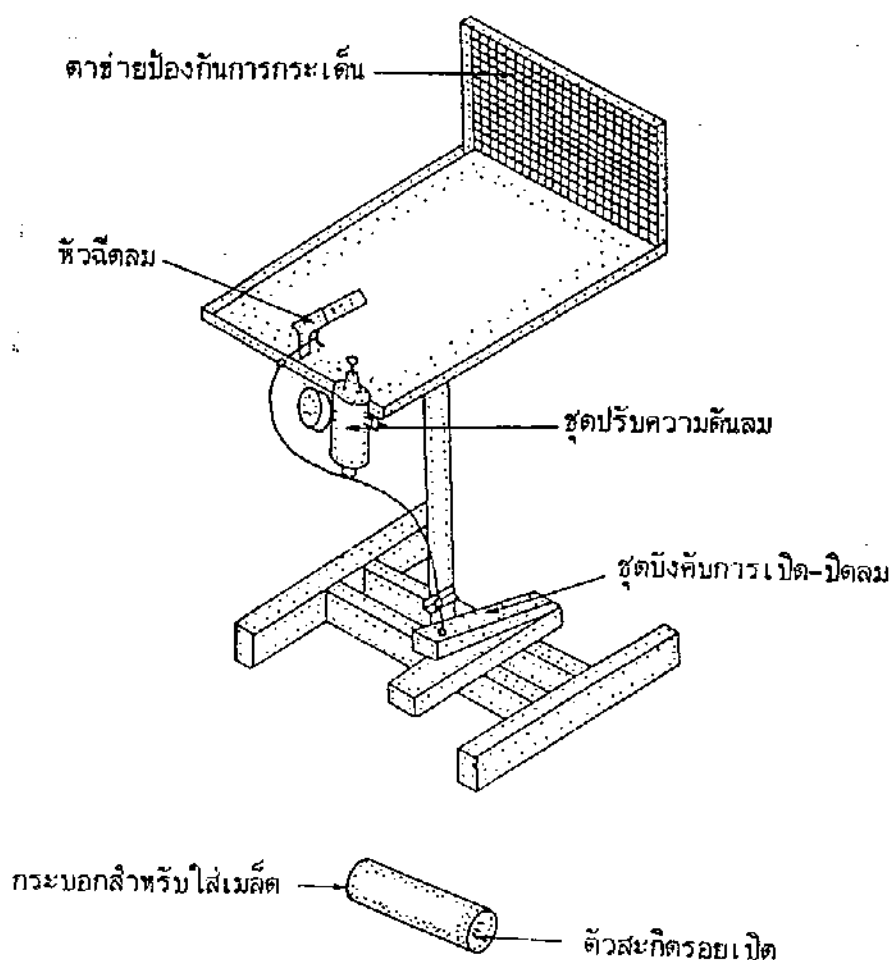
ภาพที่ 3.4 อุปกรณ์ลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิด

2) อุปกรณ์ล็อกเยื่อหุ้มเซลล์ โดยวิธีการใช้ความดันลบผสมเกลือบเมล็ดขณะดังแสดงในภาพที่ 3.5 วิธีการนี้อาศัยความดันลบทำให้เกิดสุญญากาศดูดให้เกลือบเมล็ดถูกนำออกไป โดยเกลือบเมล็ดจะทำหน้าที่เป็นตัวสะกิดรอยเปิดเยื่อหุ้มเมล็ด ขณะเดียวกันความดันลบที่ฉีดน้ำจะออกแรงกระทบทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดหลุดออก การทำงานโดยจับเมล็ดเนื้อในที่ขอบแล้วจ่อตรงปลายหัวฉีด ซึ่งเป็นบริเวณที่เกลือบเมล็ดจะถูกดูดขึ้นมาตามท่อดูดในช่องล็อกเยื่อหุ้มเมล็ด และจะถูกเกลือบเมล็ดสะกิดรอยเปิดพร้อมกับความดันลบจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดหลุดออก



ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ล็อกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลบผสมเกลือบเมล็ด

3) อุปกรณ์ล็อกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมฉีดน้ำที่มีตัวสะกิดรอยเปิดภายใน กระบอกมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3.6 วิธีการนี้อาศัยความดันลมฉีดน้ำให้เมล็ดเนื้อในเกิดการกลิ้ง หมุนตัวภายในกระบอก ซึ่งภายในกระบอกจะมีตัวสะกิดรอยเปิดที่มีลักษณะปลายแหลมเหมือนเข็ม หลัก การล็อกเยื่อหุ้มเมล็ดอาศัยการกระทบของเมล็ดกับผนังของกระบอก และความดันของลม ทำการ ใส่เมล็ดครึ่งละเมล็ด โดยใช้มือปิดด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งจะสวมเข้ากับปลายหัวฉีดเมล็ดจะกลิ้งหมุน ตัวอยู่ภายในกระบอก เมื่อเยื่อหุ้มเมล็ดหลุดออกแล้ว จึงเคลื่อนกระบอกออกและเทเมล็ดออกทาง ด้านที่สวมครอบเข้ากับหัวฉีด



ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์ล็อกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมที่มีตัวสะกิดรอยเปิด
ในกระบอก

3.2.2 การดำเนินการทดสอบ

การทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของอุปกรณ์ลอกเชื้อหุ้มเมล็ดทั้ง 3 วิธี ซึ่งประกอบด้วย วิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิด วิธีการใช้ความดันลมผสมเกลือป่น และวิธีการใช้ความดันลมที่มีตัวสะกิดรอยเปิดในกระบอก โดยแปรค่าความดัน 3 ระดับ ได้แก่ 620, 758 และ 896 กิโลปาสกาล โดยเลือกใช้ระดับความดันที่สามารถลอกเชื้อหุ้มเมล็ดออกได้ และเพิ่มระดับความดันลมขึ้นให้อยู่ภายใต้ข้อจำกัดของชุดเครื่องอัดอากาศ จึงจัดแผนการทดลองแบบแฟคตอเรียล 3x3 ใช้การทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ใช้อุณหภูมิอบ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง (สมควร, 2532) เนื้อในมะม่วงมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้ทดสอบเป็นเนื้อในเต็มเมล็ดไม่มีรอยเปิดที่เชื้อหุ้มเมล็ด การทดสอบครั้งนี้ใช้ค่าผลการทดสอบสมการ 3.1, 3.2 และ 3.5

อัตราการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก./ชม.)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในทั้งหมดซึ่งได้รับการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (ชม.)}} \dots\dots\dots 3.1$$

เนื้อในเต็มเมล็ด (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเต็มเมล็ดซึ่งได้รับการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อในทั้งหมดภายหลังการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)}} \dots\dots\dots 3.2$$

เนื้อในครึ่งซีก (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในครึ่งซีกซึ่งได้รับการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อในทั้งหมดภายหลังการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)}} \dots\dots\dots 3.3$$

เนื้อในที่ลอกเชื้อออกได้ไม่หมด (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในที่ลอกเชื้อออกได้ไม่หมด (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อในทั้งหมดภายหลังการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)}} \dots\dots\dots 3.4$$

เนื้อในแตกหลายชั้น (%)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเนื้อในแตกหลายชั้นซึ่งได้รับการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อในทั้งหมดภายหลังการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด (กก.)}} \dots\dots\dots 3.5$$

3.3 การศึกษาอุณหภูมิ เวลาในการอบเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และเวลาในการผึ่งหลังการอบ สำหรับการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิด

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเตรียมเมล็ดเนื้อในสำหรับการลอกเยื่อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิด มีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

3.3.1 การศึกษาการเตรียมเมล็ดเนื้อในโดยวิธีการอบ และเวลาในการผึ่งหลังการอบ

1) การศึกษาอุณหภูมิ และเวลาในการอบเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

การศึกษานี้ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการอบเมล็ดเนื้อใน ทั้งนี้เพื่อให้ลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้ง่าย และเป็นวิธีการที่ผู้แปรรูปสามารถผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ปฏิบัติกัน คือ การอบเมล็ดเนื้อในเพื่อลดความชื้น โดยแปรค่าระดับอุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และแปรค่าเวลาในการอบ 6 ระดับ ได้แก่ 2, 3, 4, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งการใช้ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 2 ชั่วโมง ทำให้ลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้ต่ำ ส่วนการใช้ เวลาในการอบ 105 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 2 ชั่วโมง ทำให้ผิวเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีสีเหลือง จึงจัดแผนการทดลองแบบแฟคตอเรียล 3×6 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ใช้ค่าชี้ผลการทดสอบในสมการ 3.1, 3.2, 3.3 และ 3.4

2) การศึกษาเวลาในการผึ่งเมล็ดเนื้อในหลังการอบ

การศึกษาเวลาในการผึ่งเมล็ดเนื้อในหลังการอบ เพื่อให้ลอกเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้ง่าย ทั้งนี้โดยการลอกเยื่อหุ้มเมล็ดทันทีที่นำออกจากตู้อบทำให้ลอกเยื่อออกได้ยาก ทั้งนี้ต้องปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้เยื่อหุ้มเมล็ดคลายตัวและยึดติดกับเมล็ดเนื้อในหลวม ๆ ซึ่งการใช้เวลาในการผึ่งมากกว่า 12 ชั่วโมง ขึ้นไปทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดยึดติดเมล็ดเนื้อในและมีผลต่อการเก็บรักษา ซึ่งจะทำให้เกิด เชื้อราได้ง่าย การเตรียมเมล็ดเนื้อในโดยใช้ผลการทดสอบในข้อ 1) โดยแปรค่า เวลาในการผึ่งหลังการอบ 4 ระดับ ได้แก่ 0.5, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ จึงจัดแผน การทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ 100 เมล็ด ใช้ค่าชี้ผลการทดสอบใน สมการ 3.1, 3.2, 3.3 และ 3.4

3.3.2 การศึกษาการแช่เนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในน้ำปูนใสกับน้ำสารส้มก่อนการอบ

นฤตม และคณะ (2522) ได้ศึกษาการแช่เนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์เข้มข้น 2 และ 0.1 % ซึ่งสารดังกล่าวมีผลทำให้เมล็ดเนื้อในมีสีเหลืองและมีสีขาว ตามลำดับ การศึกษาในครั้งนี้จึงเลือกใช้น้ำปูนใสกับน้ำสารส้ม

ซึ่งไม่ทำให้เมล็ดเนื้อในมีสีและรสชาติเปลี่ยนไป โดยศึกษาความเข้มข้นของน้ำปูนใสกับน้ำสารส้ม แปรค่าความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 0.50 ต่อ 1, 0.75 ต่อ 1 และ 1.00 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก แปรค่าเวลาในการแช่ 4 ระดับ ได้แก่ 1, 5, 9 และ 13 นาที การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำ สารส้มมีผลทำให้สารส้มมีฤทธิ์เป็นกรด (การประปาส่งภูมิภาค, ม.ป.ป.) จึงจัดแผนการทดลอง แบบแฟคตอเรียล $2 \times 3 \times 4$ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ใช้ค่าชี้ผลการทดสอบในสมการ 3.1, 3.2, 3.3 และ 3.4

3.4 การทดสอบยืนยันการลอกเชื้อหุ้มเมล็ด โดยวิธีการใช้ความดันลมร่วมการสะกิดรอยเปิด เปรียบเทียบกับวิธีการใช้มีดชุด

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อยืนยันผลการทดสอบลอกเชื้อหุ้มเมล็ดโดยวิธีการใช้ความดัน ลมร่วมการสะกิดรอยเปิด การเตรียมเมล็ดเนื้อในโดยอบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ผึ่งเมล็ดเนื้อในหลังการอบ 0.5 ชั่วโมง ทดสอบการลอกเชื้อหุ้มเมล็ดโดยวิธีการใช้ความ ดันลม 758 กิโลปาสคาล ร่วมการสะกิดรอยเปิด ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำการ ทดสอบ 3 ซ้ำ ๆ ละ 462 เมล็ดต่อกิโลกรัม ใช้ค่าชี้ผลการทดสอบในสมการ 3.1, 3.2, 3.3, และ 3.5

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามรูปแบบของแผนการทดลอง ซึ่งทดสอบค่า F ที่ระดับนัยสำคัญ 5 % และ 1 % แล้วจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าชี้ผลการทดสอบกับค่าตัวแปรที่ทดสอบด้วยการวิเคราะห์รีเกรสชัน (Regression Analysis) โดยใช้สมการแบบง่าย